



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA ADMINISTRACION PARA DESASTRE Y GESTION DE RIESGO
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

TEMA:

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD FÍSICA ESTRUCTURAL DEL SISTEMA
EDIFICIO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN EN LAGUACOTO,
FRENTE A UNA AMENAZA SÍSMICA. PERIODO NOVIEMBRE 2022 –
FEBRERO 2023.

AUTOR(ES):

NELLY MORAYMA CANDO TIÑE

DIRECTOR DEL PROYECTO:

ARQ. CÉSAR PAZMIÑO

GUARANDA – ECUADOR

2023

CERTIFICADO

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.

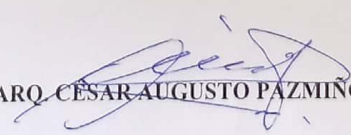
Guaranda, 20 de Abril 2023.

El suscrito Arq. César Augusto Pazmiño., Director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: “Estudio de Vulnerabilidad Física Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto, frente a una amenaza sísmica, periodo Noviembre 2022- Febrero 2023; realizado por los señorita: Nelly Morayma Cando Tiñe, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.


ARQ. CÉSAR AUGUSTO PAZMIÑO Z.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

DERECHOS DE AUTOR

Yo/nosotros **Nelly Morayma Cando Tiñe** portador/res de la Cédula de Identidad N° **020199951-3** en calidad de autor/res y titular / es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación:

Proyecto de Investigación, modalidad Presencial, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS,

CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la **Universidad Estatal de Bolívar**, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la **Universidad Estatal de Bolívar**, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Cando Tiñe Nelly Morayma



Firmado electrónicamente por:
NELLY MORAYMA CANDOTIÑE

Cando Tiñe Nelly Morayma

Guaranda, 19 de enero de 2023

Certificado del Director

En calidad de Director del Trabajo de Titulación, mediante la modalidad Proyecto de Investigación elaborado por la estudiante: Cando Tiñe Nelly Morayma Titulado: **“ESTUDIO DE VULNERABILIDAD FÍSICA ESTRUCTURAL DEL SISTEMA EDIFICIO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN EN LAGUACOTO, FRENTE A UNA AMENAZA SÍSMICA. PERÍODO NOVIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023”**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, una vez que el trabajo ha sido revisado, reúne los requisitos académicos y legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano.

Por lo que se encuentra en condiciones para proceder al **EMPASTADO** correspondiente.

Atentamente,


Arq. César Pazmiño

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN
Modalidad Proyecto de Investigación

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que formaron parte de este camino, para aquellas personas que me apoyaron incondicionalmente para lograr este título de Ingeniera Administración para Desastre y Gestión de Riesgo, de manera especial dedico este trabajo a mis dos grandes amores como son mis hijos y mis padres quienes han sido el pilar fundamental y un ejemplo en mi vida para poder conseguir este logro.

Nelly Morayma Cando Tiño

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por bendecirme con la salud, sabiduría, fortaleza para superar cada uno de los obstáculos que se han presentado en el transcurso de mi vida y poder lograr con este meta.

A mis padres Manuel, Rosario, hermanas, hermanos, por los consejos que me han brindado, ser un apoyo incondicional e logrado cumplir con cada una de mis metas propuestas a mis hijos Nilmar, Maykel son las personas más importantes quienes me han dado la fuerza para superar cada prueba que se me han presentado a lo largo, también quiero agradecer a mi esposo Edgar que ha estado ahí siempre apoyándome durante el trayecto de mi carrera, dándome alientos en cada fase de mis estudios, de la misma manera mis sinceros agradecimientos a la UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR, Facultad Ciencias de la Salud y del Ser Humano, ala Carrera Administración para Desastre y Gestión de Riesgo por darme ese oportunidad de estudiar, a cada uno de mis docente de la carrera por impartir sus conocimientos durante la fase de mi educación Universitaria y ayudarme a convertir en una profesional, a mis tres Tutores al Arq. Cesar Pazmiño, Ing. Gino Noboa, la Ing. Gloria Iñiguez por los conocimientos impartidos, asesoría para poder culminar con el presente trabajo de titulación, las mismas que me servirán para aplicar dentro de mi vida profesional.

Nelly Morayma Cando Tiñe

TEMA

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD FÍSICA ESTRUCTURAL DEL SISTEMA EDIFICIO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN EN LAGUACOTO, FRENTE A UNA AMENAZA SÍSMICA. PERIODO NOVIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
TEMA.....	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE GRÁFICO.....	XIII
INDICE DE FIGURA.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. 1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3. 1.3. Objetivos	5
1.4. Justificación	6
1.4. 1.5. Limitaciones	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
1.5. 2.1. Antecedentes de la Investigación	8
1.6. 2.2. Bases Teóricas	11
1.7. 2.3. Base legal	24

1.8. 2.4. Definición de Términos	30
1.9. 2.5. Sistemas de hipótesis	32
1.10. 2.6. Sistemas de Variables	32
1.11. 2.7. Operación de las variables	33
CAPÍTULO III	38
MARCO METODOLOGÍCO	38
1.12. Tipo de investigación	38
1.13. Población y Muestra.....	39
1.14. Métodos, Técnicas E Instrumentos De Investigación	41
1.15. Técnicas de procesamiento y análisis de datos, para cada uno de los objetivos específicos.	45
CAPITULO IV	48
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	48
1.16. Resultado alcanzado según el objetivo 1	48
1.17. Resultado alcanzado según el Objetivo 2	60
CAPÍTULO IV	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
1.18. Conclusiones	103
1.19. Recomendaciones	104
BIBLIOGRAFIA	105
ANEXOS	110
ANEXO A: CRONOGRAMA ACTIVIDADES, PRESUPUESTO.	110
ANEXO B: BASE DE DATOS DE LOS REBOTE DE LA ESTRUTURA ..	113
ANEXO C: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL EDIFICIO	

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN.....	130
ANEXO D: FOTOGRAFÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	134

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de perfiles de suelo.....	15
Tabla 2: Factores Geológicos.....	17
Tabla 3: Sistemas estructurales dúctiles.	19
Tabla 4: Tipo de valores Ct y a.	22
Tabla 5: Coeficiente R de sistemas estructurales.....	23
Tabla 6: Coeficiente R sistemas estructurales limitada.	24
Tabla 7: Variable dependiente.	33
Tabla 8: Variable independiente.	35
Tabla 9: Recolección tamaño de muestra	40
Tabla 10: Vulnerabilidad institucional, infraestructura/sismos	42
Tabla 11: Vulnerabilidad institucional: Soporte Logístico/ Sismo	43
Tabla 12: Nivel de vulnerabilidad del edificio	45
Tabla 13: Grado de vulnerabilidad sísmica.....	46
Tabla 14: Diagnostico de vulnerabilidad del edificio general.	48
Tabla 15: Diagnostico de la infraestructura planta baja.	52
Tabla 16: Vulnerabilidad institucional: Soporte Logístico/ Sismo (Planta Baja).....	54
Tabla 17: Diagnostico de la infraestructura planta alta.	56
Tabla 18: Vulnerabilidad institucional: Soporte Logístico/ Sismo (Planta Baja).....	57
Tabla 19: Nivel de vulnerabilidad del edificio	59
Tabla 20: Nivel vulnerabilidad institucional soporte logístico.	60
Tabla 21: Ensayo para determinar el número de rebote del concreto.....	61
Tabla 22: Descripción del resultado de estructura hormigón.	61
Tabla 23: Coeficiente de participación de modos.....	73
Tabla 24: Centro de masas, rigidez de cada planta.	74
Tabla 25: Hipótesis sísmica X	75
Tabla 26: Hipótesis sísmica Y	76
Tabla 27: Total carga permanente	77
Tabla 28: Geometría altura	77
Tabla 29: Hipótesis sísmica: Sismo X1.	78
Tabla 30: Hipótesis sísmica: Sismo Y1	79

Tabla 31: Juntas sísmicas persistentes	81
Tabla 32: Juntas sísmicas persistentes C8 adelante	82
Tabla 33: Situaciones sísmicas	84
Tabla 34: Situaciones sísmicas c13 adelante.....	85
Tabla 35: Resumen situaciones sísmicas	87
Tabla 36: Desplome máximo de pilares d/h.....	87
Tabla 37: Resumen desplome total de pilares D/H.....	87
Tabla 38: Coeficiente de participación de lo modos.	89
Tabla 39: Distorsión de las columnas.....	90
Tabla 40: Distorsión de los pilares	91
Tabla 41: Datos ubicación de la infraestructura	93
Tabla 42: Característica de la edificación	94
Tabla 43: Componentes de la estrategia	96
Tabla 44: Cronograma de actividades	99
Tabla 45: Alternativas de mantenimiento sistema estructural	100
Tabla 46: Matriz resultado final según metodología MEIPEE	102
Tabla 47: Matriz resultado final de la estructura con el valor rebote	102
Tabla 48: Cronograma de actividades proyecto	110
Tabla 49: Presupuesto y materiales utilizados en el proyecto	112
Tabla 50: Ensayo números de rebote de concreto	113
Tabla 51: Descripción estructura columnas	113
Tabla 52: Descripción del concreto vigas planta baja.....	117
Tabla 53: Descripción columnas	120
Tabla 54: Descripción vigas	123
Tabla 55: Descripción de losas y gradas.....	127

INDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1: Factores riesgos sísmicos	12
Gráfico 2: Clases de vulnerabilidad sísmica según HAZUS (FEMA 2003)	14
Gráfico 3: Vulnerabilidad valor mínimo según las normas NEC.	64
Gráfico 4: Norma ACI 318-11	65
Gráfico 5: Tipo del suelo del proyecto	65
Gráfico 6: Modelamiento de la estructura en el programa	66

INDICE DE FIGURA

Figura 1: Mapa peligrosidad de Ecuador continental (valores SA) de un periodo de retorno de 975 años.	13
Figura 2: Vista en 3D del sistema de edificio Vicerrectorado de Vinculación	67
Figura 3: Planos arquitectónico planta baja	130
Figura 4: Plano arquitectónico primera planta	131
Figura 5: Plano arquitectónico cubierta losa	132
Figura 6: Plano estructural.....	133

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo estudiar la Vulnerabilidad Físico Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación Laguacoto frente amenaza sísmica, de la Universidad Estatal de Bolívar, en la ciudad de Guaranda, lo cual tiene como finalidad reducir, mitigar y prevenir el desplome de la estructura, pérdidas económicas y humanas.

La metodología empleada para el levantamiento de información de la estructura fue mediante la aplicación de la matriz de MEIPPE que se basa en la observación directa de cada afectación que se presenta tanto interna como externa, además se realizó la obtención de datos de cada planta con el instrumento del esclerómetro para a través de ello realizar el modelamiento del edificio en el programa Cypecad, el software AutoCAD permitió visualizar los planos arquitectónicos y estructurales para realizar el respectivo modelamiento las mismas que me sirvieron como una guía de la ubicación de cada elemento estructural.

Una vez analizados los datos en el programa Cypecad se obtuvo los siguientes resultados, la edificación presentó una alta vulnerabilidad porque su torsión ya sea en sentido X o Y, en el primer modo de vibración del sismo en sentido X presenta mayor movimiento torsional, segundo modo de vibración en sentido Y presenta un bajo movimiento torsional. Cabe indicar que los tres modos de vibración sísmica poseen un porcentaje mayor a 90%.

Finalizados las respectivas evaluaciones se pudo concluir que el edificio presenta una alta vulnerabilidad frente a la posible ocurrencia de eventos sísmicos en cuanto a su componente físico.

Palabras claves: Vulnerabilidad Física; Cypecad; Normas NEC.

ABSTRACT

The objective of this degree work is to study the Physical Structural Vulnerability of the Laguacoto Vice Rectorate of Research Building System against seismic hazard, of the State University of Bolivar, in the city of Guaranda, which aims to reduce, mitigate and prevent the collapse of the structure, economic and human losses.

The methodology used for the survey of information of the structure was through the application of the MEIPPE matrix, which is based on the direct observation of each affectation that is presented both internally and externally, in addition to obtaining data from each floor with the instrument of the sclerometer to perform the modeling of the building in the Cypecad program, the AutoCAD software allowed visualizing the architectural and structural plans to perform the respective modeling, which served me as a guide to the location of each structural element.

Once the data was analyzed in the Cypecad program, the following results were obtained: the building presented a high vulnerability because its torsion either in the X or Y direction, in the first mode of vibration of the earthquake in the X direction presents greater torsional movement, the second mode of vibration in the Y direction presents a low torsional movement. It should be noted that the three modes of seismic vibration have a percentage higher than 90%.

After the respective evaluations, it was concluded that the building has a high vulnerability to the possible occurrence of seismic events in terms of its physical component.

Keywords: Physical Vulnerability; Cypecad; NEC Standards.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas han ocurrido en el territorio ecuatoriano una serie de fenómenos natural como el sismo y antrópicos de gran magnitud y extensión que fueron catastróficos, de carácter destructivo la misma que ha causado graves daños, ocasionando un desequilibrio socioeconómico, ambiental, eventos como inundaciones, terremotos, procesos de erupción volcánica, deslizamiento incendios, sismos entre otros que han afectado el proceso de desarrollo de la localidad en el país. Tal es el caso del Sistema Edificio dónde funciona el Vicerrectorado de Investigación que está ubicado en el sector denominado Laguacoto perteneciente a la UEB.

Los desastres naturales son aquellos que producen daños, alteraciones física y materialmente a una población, de la misma manera los fenómenos antrópicos que son ocasionados por la intervención del hombre.

La vulnerabilidad de la infraestructura física se refiere a la evaluación y valoración de la respuesta estructural esperado por este tipo de edificaciones frente a diferentes amenazas por lo que es importante conocer sobre las diferentes estrategias que ayuden a la protección del personal que laboran y asisten al edificio del vicerrectorado.

La vulnerabilidad sísmica de un sistema estructural, se define como una predisposición a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento telúrico, la misma que está asociada directamente con sus características físicas y estructural, ya que esto es indispensable en estudios sobre riesgo sísmico y para la mitigación de un desastre ocasionado por un terremoto.

Por riesgo sísmico se entiende, el grado de perdidas esperadas que sufren la estructuras durante el lapso de tiempo de permanencia expuestas a la acción sísmica, al tiempo se le denomina periodo de exposición o periodo de vida útil de la estructura, por otra parte , la mitigación de un desastres en el ámbito de ingeniería corresponde a la totalidad de las acciones que tiene como objetivos la mejora del comportamiento sísmico del sistema edificio, con el fin de reducir los costes de los daños esperados durante el terremoto.

El presente proyecto de investigación se basa en el “estudio de la vulnerabilidad física estructural ante sismo del sistema edificio de vicerrectorado de investigación, el cual se propone realizar un análisis físico-estructural del dicho edificio en un contexto de vulnerabilidad física y exposición ante el riesgo que se suscite. El edificio del vicerrectorado se ha visto afectado por los sismos que se ha producido durante los últimos tiempos.

La aplicación del estudio de vulnerabilidad edificaciones se debe considerar todos los aspectos estructurales, operativos, para que puedan proporcionar información útil para la prevención de un desastre, em este sentido constituyen un importante punto de partida para las respectivas tomas de decisiones relacionados con la remodelación o demolición de edificios, la reubicación en una determinada zona.

El primer paso de un estudio de vulnerabilidad consiste en definir su naturaleza, alcance, lo cual está relacionado por varios factores tales como; el tipo de daño que se pretende evaluar, el nivel de amenaza existente, la información disponible sobre la infraestructura y los datos relacionados con los daños observados durante sismo que han afectado a la población. Una vez definido los factores, es posible proceder a evaluar la vulnerabilidad mediante una definición adecuada de la acción sísmica y la capacidad de la estructura de un edificio.

En el presente trabajo se aplicará un software para el modelamiento del edificio, denominada CYPECAD que me permitirá determinar la vulnerabilidad del edificio ante la amenaza sísmica, el programa describir los principales aspectos relacionados con el daño sísmicos y los correspondientes índices de vulnerabilidad, mediante esta aplicación se cuantifica de manera local el daño en la estructura de hormigón armado del edificio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Nuestro país Ecuador al estar ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, se encuentra en una zona de mayor riesgo sísmico que durante los últimos tiempos ha presentado diversas tragedias y desastres, donde los habitantes corren el riesgo de sufrir una catástrofe que pueden ser ocasionado por el inadecuado manejo de riesgos, así como la profundización de las vulnerabilidades que son ocasionado de un modelo de desarrollo ajeno a mantener una adecuada relación con el medio ambiente, además el perjuicio económico y social ha sido muy poco estudiado. (Bravo, 2019)

En el cantón Guaranda a lo largo de su historia ha sufrido diversas pérdidas económicas, humanas y de infraestructura a causa de los movimientos sísmicos. Cabe indicar que el 16 de abril 2016 a las 18:58 horas el país sufrió uno de los sismos más fuertes en el transcurso de la historia, teniendo como epicentro la parte costera.

En las diferentes edificaciones los diversos componentes o materiales de construcción son los encargados de dar resistencia a los edificios durante un evento sísmico, por ende, que, durante el desencadenamiento de un evento de este tipo, las vigas, losas, pilares deben proporcionar estabilidad al mismo.

El presente proyecto tiene como finalidad determinar el grado de vulnerabilidad físico estructural del edificio de Vicerrectorado de Investigación de la UEB, ya que no existe investigaciones previas en el área de intervención siendo el problema principal para la presente investigación. Además, usuarios, personal que laboran el sistema edificio, estudiantes que asisten a la institución no cuentan con una cultura en la prevención de riesgos especialmente en la reducción de la vulnerabilidad física, así que esta investigación influirá para que la autoridad competente del respectivo atención y mantenimiento a la edificación de ser el caso. (Gray, 2018)

1.2. 1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad Física Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto, frente a una amenaza sísmica?

1.3. 1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Estudiar la vulnerabilidad Física Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto, frente a una amenaza sísmica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la vulnerabilidad física estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto.
- Elaborar un modelamiento del comportamiento físico estructural del sistema edificio con apoyo de CYPECAD.
- Proponer estrategias de reducción de riesgos ante amenaza sísmicas.

1.4. Justificación

Teniendo en cuenta las diferentes condiciones de vulnerabilidad que están inmersos los territorios, la provincia de Bolívar en específico por situarse en la hoya de Chimbo y rodeado del volcán Chimborazo, surgió la necesidad de generar diversos conocimientos relacionados a la vulnerabilidad física estructural del Edificio de Vicerrectorado de Vinculación que brinda servicios de ayuda a los estudiantes y docentes. Según (Hernández & Ramirez, 2016), indica que “el desarrollo de políticas de prevención de riesgos y desastres permite la implementación de procesos encaminados a la identificación y prevención de los diferentes desastres”, que son presentados a nivel nacional en diversos territorios en donde la constante recurrencia puede ocasionar daños en infraestructuras físicas, deterioro al medio ambiente, deslizamientos de viviendas entre otros.

Se evidencio que el cantón Guaranda por su ubicación geográfica está inmersa a una serie de amenazas naturales, que son de origen natural, geológico o antrópico, que cada tiempo puede ocasionar afectación a su población y territorio, además a las infraestructuras privadas o públicas. (Rosero, 2018), menciona que en el territorio existen escasos estudios de vulnerabilidad enfocados en ámbito institucionales, aunque principalmente existen estudios de planes de reducción de riesgo enfocados en transporte, salud, vialidad, educación, entre otros y no a las infraestructuras físicas que brindan estos servicios.

En el cantón Guaranda no se registran datos técnicos que brinden información detallada o actualizada de equipamientos, condiciones en las que se encuentran inmersas el cantón. El tipo de evaluación física estructural aplicada a la institución por profesionales es vital importancia para el diagnóstico del funcionamiento del mismo, ante situaciones de emergencia, ya que permitirá localizar aquellos elementos que pueden ser causas principales de daños ya sean estructurales, funcionales, mejoramiento en las infraestructuras, construcción de nueva edificación, permitiendo reducir el riesgo ante situaciones de emergencias. (Alvarez, 2018)

El presente proyecto de investigación tiene como propósito valorar la vulnerabilidad física estructural del Sistema Edificio de Vicerrectorado de Vinculación, que está localizada en Laguacoto ya es una extensión de la UEB, frente a problemas ocasionados por terremotos o sismos, deslizamientos, cabe mencionar la importancia de este estudio, pues actualmente a nivel nacional la cantidad de investigaciones referente a este tema es escaso y la vulnerabilidad de los estudiantes y empleados ante esta problemática son elevados.

El estudio es pertinente porque buscar brindar ayuda a las personas que asisten y laboran en la institución, ya que al realizar una evaluación de la institución para determinar si dicha zona es de alto riesgo ante eventos telúricos, para a través de ello determinar el grado de vulnerabilidad al que está expuesto, se presentara una mitigación para disminuir el efecto del fenómeno al que está expuesto (sísmico). Para esto se dará cumplimiento al siguiente objetivo. Estudiar la vulnerabilidad Física Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto, frente a una amenaza sísmica, para mitigar pérdidas de Infraestructura, Humanas, periodo 2022 - 2023.

1.4. 1.5. Limitaciones

- Dentro de las limitaciones por las que no se han realizado el estudio de vulnerabilidad física-estructural del área de investigación son:
- Por escasos estudios de investigación relacionados a la amenaza sísmica de vulnerabilidad física estructural del edificio de la localidad.
- No contar con un seguimiento de proceso de la construcción del edificio.
- Escasa información sobre las normas de construcción y diseño NEC.
- Falta de la organización tiempo, entre otras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.5. 2.1. Antecedentes de la Investigación

Un estudio realizado por (Paucar, 2021), tema denominado “Análisis de Vulnerabilidad Sísmica en la comuna de “Oyambarillo” ubicado en la parroquia de Tababela, Quito-Ecuador”.

En el presente estudio tuvo como objetivo “determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ante la presencia de un evento sísmico de la comuna Oyambarillo de la parroquia de Tababela, mediante un análisis visual de inspección rápida del sector, y el estudio de una vivienda con el fin de conocer si resistencia y desempeño estructural mediante una modelación en el programa SAP 2000”. La metodología empleada se basó en la revisión de fuentes bibliográficas como revistas científicas, libros, estudios investigativos entre otro, además se utilizó el análisis de inspección general de campo, se empleó el instrumento de la encuesta, el programa SAP2000. Los resultados obtenidos fueron que en sector de estudio posee una alta probabilidad de sufrir graves daños ante la presencia de un evento sísmico, mediante la encuesta se pudo determinar que ninguna de las viviendas fue construida de una manera técnica es decir que no se obtuvo planos ni estudio de suelos.

En un segundo estudio realizado por (Remache, 2022), denominado “Vulnerabilidad sísmica del barrio La Inmaculada del cantón Guano provincia de Chimborazo”.

El objetivo de la investigación se basó “Determinar la vulnerabilidad sísmica en el barrio La Inmaculada, cantón Guano provincia de Chimborazo, esto debido a que al momento de construir las edificaciones en esta zona no se realizó ningún tipo de estudio previo tanto del esfuerzo admisible del suelo como el comportamiento de las edificaciones en el instante que se vean afectadas por un evento sísmico”. La

metodología empleada fue un análisis lineal y no lineal conocido como PUSHOVER, empleo un formulario rápido de evaluación sísmica de la norma NEC-2015, análisis de esclerometría, software SAP 2000. Los resultados obtenidos indican que de las 11 edificaciones el 100% de la misma son altamente vulnerables las cuales no cuentan con planos arquitectónicos ni estructurales dificultando conocer las condiciones actuales de las viviendas, todo ello ocasionando pérdidas económicas y humanas en un futuro cercano. Se concluyó que a través de los datos obtenidos hace referencia a un alto grado de peligrosidad que poseen las edificaciones, las cuales han sido construidas sin ninguna supervisión técnica, lo cual, ha ocasionado daños como fisuras, desprendimiento de hormigón, humedad, pérdidas de secciones.

Otro estudio realizado por (Enriquez, 2018), denominado “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del edificio de ingeniería de la universidad Señor de Sipán, actualizada a la norma E-030”

En el estudio se obtuvieron los siguientes resultados como: su objetivo principal se basó en “Evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio de ingeniería de la universidad Señor de Sipán”. La metodología empleada fue tipo analítico, subjetiva, cualitativa, análisis de la edificación según la norma E-030 2016, FEMA 154-310-74-USA. Los resultados demuestran que los tres bloques del edificio poseen alta probabilidad de sufrir daño grado 3, una alta probabilidad de daño grado 2 según la escala macro sísmica europea. Se concluyó según la evaluación estructural de los bloques no es satisfactoria, ya que no cumple las normas vigentes del diseño sismorresistente con el limitado número de muestras utilizadas en el ensayo de núcleos diamantinos.

Otro estudio realizado (Arteaga, 2018), con el tema “Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador”.

El objetivo del estudio se basó “analizar y evaluar las deficiencias constructivas que contribuyen a la vulnerabilidad sísmica en una edificación de adobe, ladrillo cocido, cal, piedra y madera, perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-

Ecuador, para planear alternativas de reconstrucción y refuerzo sismo resistente, sin que estas se contrapongan con la norma dictada por el ilustre Consejo Municipal de Cuenca”. La metodología empleada fue métodos que predicen el daño y los métodos que evalúan la capacidad sísmica, las herramientas de calificación sísmica como FEMA 154 y la escala macro sísmica europea EMS-98. Se concluyó para el cuidado de los edificios patrimoniales se debe incluir los conceptos de rehabilitación arquitectónica, los mismos que generan nuevos elementos estructurales o fortalecen las que ya existen donde la vulnerabilidad es alta.

Estudio realizado (Pazmiño & Pico, 2019), con el tema denominado “Estado actual de vulnerabilidad sísmica del edificio administrativo del campus Alpachaca de la Universidad Estatal de Bolívar”.

El objetivo del estudio se basó en analizar la vulnerabilidad del sistema físico estructural del edificio administrativo en el campus Alpachaca ante amenaza de sismo. La metodología empleada fue la matriz PNUD, Test Hammer esclerómetro que mide la resistencia del hormigón, cámaras fotográficas, el programa AutoCAD que sirvió para el levantamiento arquitectónico. Los resultados obtenidos fueron que el índice de vulnerabilidad según la metodología PNUD fue de 14 puntos, además se determinó que se debe realizar mantenimiento en la mampostería, realizar un estudio de suelo, funcionamiento de los drenajes en nivel subsuelo entre otras.

En la investigación realizada (Sanchez & Solís, 2019) con el tema “Vulnerabilidad física de las viviendas construidas con adobe en la parroquia Julio Moreno del cantón Guaranda”.

El estudio tuvo como objetivo principal analizar la vulnerabilidad ante eventos sísmicos en las viviendas construidas a base de adobe, mediante el análisis se previó determinar los escenarios en donde se deben priorizar la intervención y actuar de manera eficaz para dar solución a la problemática. La metodología empleada se basó investigación bibliográfica, campo, aplicación de encuestas, la metodología PNUD. Los resultados obtenidos permitieron determinar que la infraestructura de la parroquia es vulnerable

ante el evento sísmico, permitiendo de esta manera formular medidas enfocadas a la reducción de riesgos.

1.6. 2.2. Bases Teóricas

Peligro sísmico

La amenaza sísmica es la probabilidad de superar, en un período de tiempo dado y una zona determinada, movimientos del suelo cuyos parámetros de aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad se cuantifican. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

La amenaza sísmica se puede cuantificar por los valores máximos del movimiento del suelo, la intensidad del movimiento y finalmente por un parámetro global de la respuesta estructural. Hay dos tipos de análisis que se utilizan para representar el peligro sísmico: análisis determinista y análisis probabilístico. (Buenrostro & et ed, 2021)

Riesgo sísmico

(Jimenez, 2018), indica que el riesgo sísmico es la convolución de un factor de peligrosidad, que indica en movimiento sísmico del suelo esperado por sismo futuros, es un factor de vulnerabilidad que muestra las capacidades de resistencia de una estructura al movimiento sísmico, un factor de exposición que se refiere a la distribución de personas, bienes y servicios sometidos a riesgo, además evalúa el factor de costo que representa diversas pérdidas económicas. El estudio de riesgos sísmicos contribuye a evaluar cada uno de los diversos factores y la interrelación entre sí mismos.

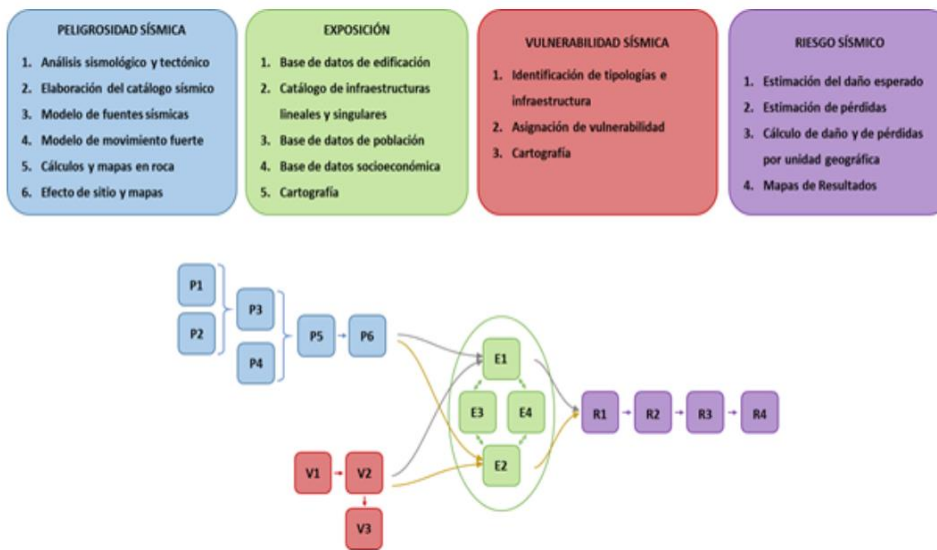


Gráfico 1: Factores riesgos sísmicos
Fuente: (Jimenez, 2018)

Peligrosidad sísmica

Se basa en la probabilidad de que ocurra algún evento físico a causa de un terremoto, como puede ser el movimiento del mismo terreno, deslizamientos de tierra, inundaciones, rupturas de fallas entre otros, a los que se les denominara efectos colaterales del terremoto. El tamaño, dimensión, localización de estos efectos depende de diversos factores como las características geológicas y geotécnicas del lugar. (Mena, 2018)

Según (Giner & Molina, 2019), menciona que peligrosidad sísmica es la probabilidad de que un valor de un parámetro que se mide del movimiento del suelo ya sea intensidad aceleración sea superado en un periodo establecido. Por ejemplo, cuando hay una probabilidad del 10% de que no se produzca un terremoto de intensidad de grado VII MSK, o bien que la probabilidad de que ocurra el evento de las mismas características sea de 0,2%.

Para calcular la intensidad de la peligrosidad sísmica se tendrá en cuenta diferentes zonas o fallas, cada una con su propio patrón y se debe considerar los modelos de

movimientos ya sean fuertes, leves, lo que dará como resultado una curva de peligrosidad en cada punto de una malla definida cubriendo el territorio analizado. El cálculo se realizará considerando emplazamientos genéricos en roca, aplicando la metodología PSHA (Probabilística Seismic Hazard Assessment) que permite cuantificar las incertidumbres asociadas a diferentes modelos de zonificación, a través del empleo de un árbol lógico cuyos nodos y ramas representan distintas opciones para el proceso de cálculo. (Jimenez, 2018)

A través de los resultados permitirá elaborar mapas de peligrosidad, representando los diversos valores de los parámetros de movimientos en condiciones genéricas de roca para un tiempo determinado. La figura es un ejemplo de mapa de peligrosidad de rocas extraídas, donde indica la aceleración espectral del periodo largo (1 segundo).

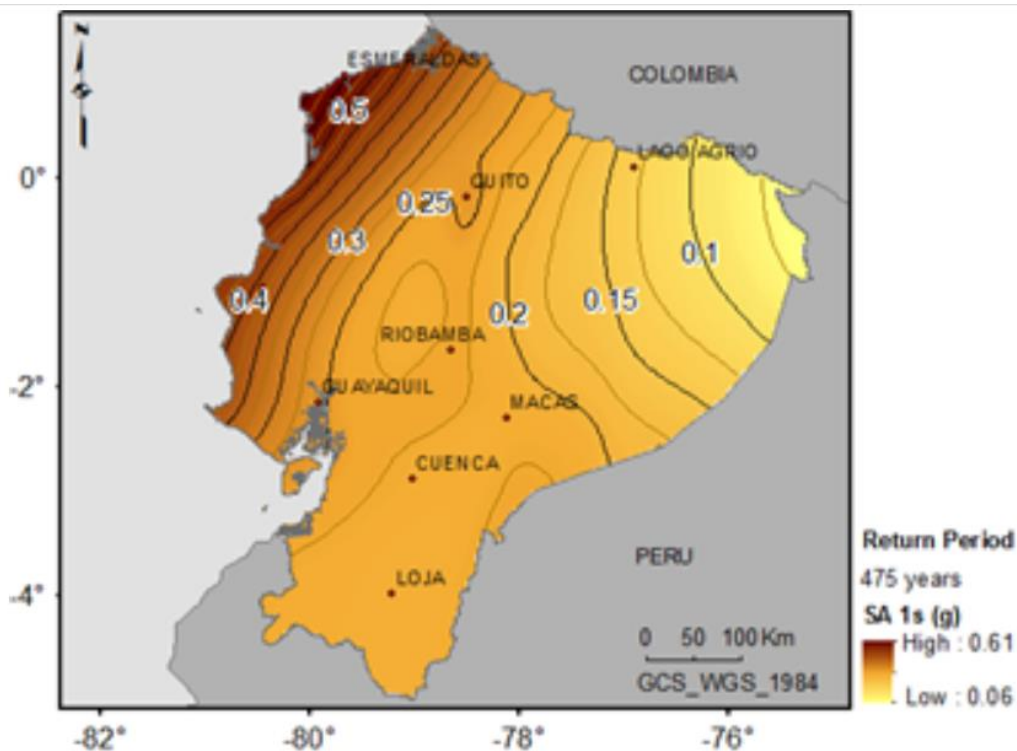


Figura 1: Mapa peligrosidad de Ecuador continental (valores SA) de un periodo de retorno de 975 años.
Fuente: (Jimenez, 2018)

Vulnerabilidad sísmica

Se fundamenta en la cual la superficie terrestre está inmersa a sufrir un evento sísmico, todo ello está relacionado con causar daños a propiedades físicas, estructurales.

Se define como la mayor o menor capacidad de un elemento expuesto de experimentar (o de resistir) un determinado nivel de daño ante la sacudida sísmica. Por tanto, la estimación de la vulnerabilidad sísmica exige conocer, por un lado, las características del elemento expuesto y su respuesta ante un movimiento sísmico (fundamentalmente una sacudida horizontal), y por otro, precisamente conocer el movimiento del suelo que afecta a dicho elemento. En el caso de que los elementos expuestos sean edificios o infraestructuras, la estimación de la vulnerabilidad sísmica se realiza comúnmente en dos pasos: la identificación de tipologías y la asignación de clases de vulnerabilidad sísmica. (Jimenez, 2018)

No.	VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN (HAZUS, 2003)	NÚMERO DE PISOS
1	C1L	Estructuras de hormigón armado con capacidad momento.	1 - 3
2	C1M		4 - 7
3	C3H	Edificios de estructura de hormigón con paredes de mampostería sin reforzar.	8 +
4	S1L	Marcos de acero con momento.	1 - 3
5	S1M		4 - 7
6	S3	Marcos de acero liviano.	Todos
7	S4H	Marcos de acero con muros de corte de hormigón vaciado en situ.	8 +
8	URML	Mampostería de muros de carga no reforzada.	1 - 2
9	URMM		3 +
10	W1	Marcos de madera liviana.	1 - 2
11	W2	Marcos de madera de superficie mayor a 465 m ² .	Todos

Gráfico 2: Clases de vulnerabilidad sísmica según HAZUS (FEMA 2003)

Fuente: (Jimenez, 2018)

Tipos de perfil de suelos para el diseño sísmico

La Norma Ecuatoriana de la construcción NEC-2015 clasifica el tipo de suelo en base a la velocidad de onda de corte y también permite saber si las velocidades se amplifican a

lo largo del suelo, por lo que es importante al momento de realizar el diseño de la estructura ya que podrían causar daños estructurales considerables en las edificaciones y viviendas. (Guaraca & et ed, 2018)

En la siguiente tabla se muestra la clasificación del suelo, de acuerdo a los 30 m superiores del perfil para los para los perfiles tipo A, B, C, D y E. Aquellos perfiles que tengan estratos claramente diferenciables deben subdividirse, asignándoles un subíndice *i* que vas desde 1 en la superficie, hasta *n* en la parte inferior de los 30 m superiores del perfil.

Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla 1: Tipos de perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$

E	Perfil que cumplan el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfiles que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $W \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1- Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2- Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3\text{m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3- Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con índice de Plasticidad $IP > 75$).	
	F4- Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 30\text{m}$).	
	F5- Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
F6- Rellenos colocados sin control ingenieril.		

Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Realizado por: Cando N., 2023

Vulnerabilidad estructural

Según (García & Rozo, 2020), este tipo de vulnerabilidad poseen características de afectación en la integridad de los componentes sísmo resistente de una edificación en cuando se ocasione un sismo. Cabe mencionar que los diversos elementos estructurales de una construcción son responsables de recibir, resistir y transmitir a la cimentación de la estructura todas las cargas provenientes del sismo y del peso de la estructura.

Vulnerabilidad no estructural

Se hace énfasis a los diversos elementos de la estructura que no cuentan con la resistencia suficiente durante el evento de un fenómeno sísmico, por lo que están inmersos a sufrir significativos daños.

Factores que afectan la vulnerabilidad sísmica en estructuras

Dentro de los factores que influyen a las edificaciones al momento de alguna eventualidad se encuentran:

Tabla 2: Factores Geológicos.

Factores geológicos	Factores estructurales
Sismicidad en la zona	Sistema estructural
Distancia a la fuente del sismo	Tipos de materiales utilizados para la construcción
Mecanismos de falla	Deficiencia en análisis de cargas
Magnitud del sismo	Carencia del método columna fuerte, viga débil
Asentamiento de las placas tectónicas	Cambios bruscos de rigidez
Inestabilidad de taludes	Golpeteo de edificaciones

	Edad o tiempo de la edificación
Factores arquitectónicos	Factores constructivos
Configuración geométrica irregular en planta Grandes luces Pocas columnas Usa excesivo de espacios abiertos Ubicación asimétrica de escaleras y ascensores	Encofrado deficiente Protección deficiente contra el fuego Materiales incompatibles Mano de obra de baja calidad Uniones defectuosas en componentes prefabricados Refuerzo incorrecto en las conexiones Anclajes defectuosos de equipos Soldadura defectuosa
Factores socioeconómicos	
Cambio del uso previsto en edificación original Falta de información Mala remuneración a los responsables del proyecto Escasos recursos económicos Baja comunicación entre el ingeniero y arquitecto	

Fuente: (García & Roza, 2020)

Factor de reducción (R)

A través de este factor se reduce la fuerza de diseño sísmico, siempre y cuando el diseño de la estructura este realizada mediante conectores y mecanismos predecibles, para que estas fallas se produzcan en la rótula plástica. (Norma Ecuatoriana de la Construcción- NEC, 2015)

En el cual se pueda reducir sustancialmente la ordenada elástica espectral, del comportamiento sísmico, mediante el diseño R se denomina un factor de carga sísmica.

El factor R depende de algunas variables y factores como:

- Tipo de estructura.
- Tipo de suelo.
- El periodo de vibración.

Dichos valores se pueden tomar tener en cuenta para la obtención del valor R del sistema estructural:

Coefficiente (R) para sistemas estructurales dúctiles.

Tabla 3: Sistemas estructurales dúctiles.

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8

Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

Análisis de la estructura de la edificación

Para realizar el análisis de las estructuras se debe tener en cuenta lo recomendado en la norma técnica ASCE41 en las cuales nos indica las evaluaciones estáticas lineales y no lineales.

Análisis estático lineal

(Celi & et ed, 2018), menciona que este tipo de análisis se basa en someter a la estructura a una distribución de fuerzas laterales, permitiendo dar cumplimiento a una deriva máxima permitida, donde los resultados obtenidos ya sean favorables, presentan limitaciones al controlar la estructura, por el desplazamiento inelástico se encuentra en la capacidad de residir daños mayores, puesto que las fuerzas para las cuales se controló mediante el desplazamiento inelástico no necesariamente son fuerzas laterales que puede presentar durante la vida útil de la estructura.

Análisis estático no lineal (PUSHOVER).

Este análisis puede predecir el desempeño sísmico de una estructura, a través del método se puede llevar a la estructura al colapso total mediante la aplicación de cargas laterales aplicadas en una misma dirección, misma que debe ser incrementado hasta exceder el punto de control donde se considere que la estructura se va a colapsar, esto se considera el comportamiento no lineal de los materiales, teniendo en cuenta la degradación de la rigidez de los elementos estructurales, de la formación de rotulas plásticas en los elementos como medida de disipación de energía. (Estrada & Vivanco, 2019)

La finalidad del análisis no lineal se basa en:

- Obtener la capacidad lateral de la estructura.
- Definir cuáles de los elementos estructurales fallaran primero.
- Determinar la ductilidad de los elementos de la estructura.

- Obtención de la ductilidad de todo el elemento.
- Analizar los desplazamientos relativos inelásticos.

Para poder realizar el análisis es fundamental tener en cuenta el comportamiento de los diferentes materiales que conforman la estructura, motivo de que todo ello conlleva a incursionar en el rango no lineal ante la acción de grandes fuerzas sísmicas, por ende es necesario conocer los diagramas de momento de curvatura de cada sección transversal, permitiendo determinar la ductilidad por curvatura comparado por la demanda que será sometida la estructura, permitiendo más adelante determinar donde se genera la rótula plástica, las cuales se dan en los nudos de vigas, teniendo en cuenta el buen comportamiento entre viga y columna, dando así la longitud plástica en el momento de demanda supere al momento de fluencia, los elementos empiecen a trabajar en un rango no lineal. (Celi & et ed, 2018)

Determinación del periodo de vibración (T)

Se podrá determinar mediante la aplicación de la formula:

$$T = C_t H_n^{a/n}$$

C_t Coeficiente que depende del tipo de edificio

H_n Altura máxima de la edificación de n pisos desde la base de la estructura en metros.

T Periodo de vibración.

Tabla de valores C_t y a

Tabla 4: Tipo de valores C_t y a .

Tipo de estructura	C_t	a
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural.	0.055	0.75

Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

Para estructuras de hormigón armado o mampostería se utilizará la siguiente tabla:

$$C_t = \frac{0.0062}{\sqrt{C_w}} \quad ; \quad C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{l=1}^{n_w} \left[\left(\frac{h_n}{h_{wl}} \right)^2 \frac{A_{wl}}{1 + 0.83 \left(\frac{h_{wl}}{l_{wl}} \right)^2} \right]$$

A_g Área de la edificación en su base, en metros cuadrados.

n_w Numero de muros de la edificación diseñados para resistir las fuerzas sísmicas en la dirección de estudio.

h_{wl} Altura del muro y medida desde la base en metros.

A_{wl} Area mínima de cortante de la sección de un muro estructural, medida en un plano horizontal, en el primer nivel de la estructura y en la dirección de estudio, en metros cuadrados.

Iwi Longitud medida horizontalmente, en metros de un muro estructural en el primer nivel de la estructura y la dirección de estudio. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

Coefficiente (R) para sistemas estructurales dúctiles.

Tabla 5: Coeficiente R de sistemas estructurales.

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismos resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes o momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones.	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

Coefficiente (R) para sistemas estructurales dúctiles.

Tabla 6: Coeficiente R sistemas estructurales limitada.

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM limitados a viviendas de hasta dos pisos con luces de hasta cinco metros.	3
Hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia.	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a dos pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso	1
Mampostería reforzada, limitada a dos pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a dos pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitada a 4 pisos-	3

Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

1.7. 2.3. Base legal

En la (Constitucion de la Republica del Ecuador, 2008), incorpora en el Titulo VII Régimen del Buen Vivir, capítulo primero, sección novena la Gestión del riesgo:

Art. 389.- “El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de

las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad”.

Nuestro país cuenta con un sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo que está constituido con unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. “El estado ejercerá la rectoría mediante organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales entre otras:”

- Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
- Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
- Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
- Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
- Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
- Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
- Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- “Los riesgos se gestionan bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicara la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindaran el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin revelarlos de su responsabilidad”. (pág. 187)

CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN.

Según (CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, 2010), en sus artículos establece lo siguiente:

Art. 54.- Funciones. - son funciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipales lo siguiente: o) “Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres”. (pág. 27)

Art. 57.- Atribuciones del consejo municipal. - w) “Expedir la ordenanza de construcciones que comprenda las especificaciones y normas técnicas y legales por las cuales deban regirse en el cantón la construcción, reparación, transformación y demolición de edificios y de sus instalaciones”. (pág. 29)

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - “La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionaran de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la constitución y la ley”. (pág. 58)

“Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptaran obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza”

“La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos”. (pág. 59)

LEY DE SEGURIDAD PUBLICA Y DEL ESTADO

Art. 4.- De los principios de la seguridad pública y del estado:

a) **Integralidad.** - “La seguridad pública será integral para todos los habitantes del Ecuador, comunidades, pueblos, nacionalidades, colectivos para la sociedad en su conjunto, las instituciones públicas y privadas, comprende acciones conjugadas de prevención, protección, defensa y sanción. Así se prevendrán los riesgos y amenazas que atenten contra la convivencia, la seguridad de los habitantes y del estado y el desarrollo del país: se protegerá la convivencia y seguridad ciudadanas, se defenderá la soberanía y la integridad territorial; se sancionaran las acciones y omisiones que atenten a la seguridad pública y del estado”. (Ley de Seguridad Publica y del Estado, 2009, pág. 3)

Art. 11.- De los órganos ejecutores: d) De la gestión de riesgos. - “La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales”.

CÓDIGO ORGÁNICO DE PLANIFICACIÓN Y FINANZAS PUBLICAS

Art. 64.- Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo. - “En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables

al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales”. (Publicas, 2011)

LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO

Art. 8.- Derecho a edificar. - “El derecho a edificar es de carácter público y consiste en la capacidad de utilizar y construir en un suelo determinado de acuerdo con las normas urbanísticas y la edificabilidad asignada por el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal o metropolitano”. (Ley Organiza de Ordenamiento Territorial, 2016)

MARCO DE SENDAI PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE 2015-2030

II. Resultado Previsto y Objetivo

Con la finalidad de apoyar la evaluación de los avances mundiales en el logro de los resultados se estableció: d) “Reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud, educativas, incluso desarrollando su resiliencia para 2030”. (Naciones Unidas, 2015)

Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia

h).- “Alentar la revisión de los códigos y normas de edificación y las prácticas de rehabilitación y reconstrucción existentes, o el desarrollo de nuevos códigos, normas y prácticas, a nivel nacional o local, como corresponda, con el objetivo de facilitar su aplicación en el contexto local, en particular en los asentamientos humanos informales y marginales, y reforzar la capacidad para implementar, supervisar y hacer cumplir esos códigos, mediante un enfoque adecuado, con miras a promover estructuras resistentes a los desastres”. (Naciones Unidas, 2015, pág. 19)

INEC, NORMAS ECUATORIANAS DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC)

Art. 2.- NEC-SE-CG: Carga (no sísmicas).

Contempla los factores de cargas no sísmicas que deben considerarse para el cálculo estructural de las edificaciones, cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas: Diseño Sismo Resistente.

Contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras.

Este documento se vincula principalmente con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación de riesgos sísmico con los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico. Normativas para construcciones. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

NEC-SE.GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones

Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología del sitio y las características estructurales de la edificación, proveyendo de recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado.

Contempla el análisis y dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional. (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural

Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería estructural, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerzas laterales y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda). (Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC, 2015)

1.8. 2.4. Definición de Términos

Amenaza Sísmica: Es la probabilidad de que ocurra un evento sísmico en un sitio en un período de tiempo de una magnitud dada. (Funvisis, 2018)

Análisis de riesgo: Son procedimientos a través del cual se pretende establecer la naturaleza del riesgo. Para lo cual se realiza la identificación del riesgo mediante la evaluación, para después tomar una decisión que contribuya a fomentar la reducción del riesgo. (Cardenas & et, 2020)

Cultura de prevención: Ayuda a un desarrollo sostenible y sustentable de las comunidades a través de programas, procedimientos que están encaminados a mantener una acción de resiliencia de las organizaciones y territorios. (Coronel & Buñay, 2018)

Manejo desastres: Son procedimientos a través del cual se permite realizar un adecuado manejo de la gestión del riesgo, la cual se basa en preparar a la ciudadanía y organización para la pronta respuesta ante un evento. (Sandoval, 2020)

Mitigación: Se fundamenta a la reducción de efectos adversos debido a la presencia de un evento peligroso. Para lo cual existe medidas estructurales y no estructurales que

permite minimizar el daño con el propósito de salvaguardar la vida y bienes. (Camino & et, 2021)

Evaluación del riesgo de desastre: Son las diferentes actividades que permite detectar el riesgo de una comunidad u organización. Para lo cual se evalúa todas las posibles amenazas a través de un enfoque cualitativo o cuantitativo contribuyendo a identificar los diversos daños que puede ocasionar a las personas, bienes o servicios. (Camino & et, 2021)

Falla Geológica: Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre por la que se mueven los cantos rodados que se separan de ella. (Duque & Velez, 2019)

Edificación: Es designada a toda construcción que contenga materiales resistentes y esta mismo este destinado uso de actividades humanas. (Rey, 2019)

Plan de emergencia: “Son aquellas funciones, procedimientos y responsabilidades que permiten encaminar una respuesta personal, comunitaria e institucional para resguardar la vida, los bienes y recursos de la sociedad de manera inmediata a la ocurrencia del efecto adverso”. (Parrales & et, 2018)

Plan de contingencia: Son aquellos procedimientos de carácter operativo que permite dar respuesta inmediata a la presencia de fenómeno peligroso dentro de un determinado contexto. (Aguilar & Sanchez, 2020)

Reducción del riesgo de desastres: Esta enfocado en reducir los diferentes riesgos ya sea de origen natural o antrópico, permitiendo a la sociedad fortalecer la resiliencia y desarrollo sostenible en los diferentes campos de acción de la gestión de riesgo. (Aguilar & Sanchez, 2020)

Riesgo Sísmico: Es un factor de peligro que expresa el movimiento sísmico esperado del suelo de futuros terremotos, un factor de fragilidad que indica la capacidad de resistencia de una estructura contra el movimiento sísmico, causando pérdidas humanas y materiales por las frecuencias del sismo en un mismo sitio y tiempo. (Funvisis, 2018)

Vulnerabilidad: Se basa en las diferentes condiciones establecidas por una serie de factores físicos, sociales, económicos y ambientales que tienen a incrementar la probabilidad de daño, vulnerabilidad de una persona, comunidad, territorio ante la ocurrencia de efectos de amenazas naturales o antrópicas. (Sandoval, 2020)

Vulnerabilidad Sísmica: Es la cuantificación del buen o mal comportamiento de las construcciones durante un terremoto

1.9. 2.5. Sistemas de hipótesis

Al estudiar la vulnerabilidad físico estructural, permite establecer el estado situacional del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto, cantón Guaranda, frente a una amenaza sísmica.

1.10. 2.6. Sistemas de Variables

Variable Dependiente: Vulnerabilidad Física Estructural del Sistema de Edificio Vicerrectorado.

Variable Independiente: Amenaza sísmica.

1.11. 2.7. Operación de las variables

2.7.1. Variable Dependiente

Tabla 7: Variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
Vulnerabilidad Físico Estructural del Sistema de Edificio.	<p>Vulnerabilidad física se basa en la localización de asentamientos de personas que están en zonas de riesgo, y las deficiencias de las estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos. (Romero & Castillo, 2022).</p> <p>La vulnerabilidad estructural se fundamenta “grado de pérdidas de un elemento o grupo de elementos que están en riesgo por la probable ocurrencia de un evento desastroso como resultado del daño al que es susceptible el sistema estructural que mantiene en pie a un edificio”. (Farfan & Diaz)</p>	<p>Tipo de estructura</p> <p>Ocupación de la estructura</p>	<p>Madera ligera para viviendas W1</p> <p>Madera de estructuras comerciales e industrial con área superiores a 465 m² (W2).</p>	<p>W1: 3.6</p> <p>W2: 2.9</p>
		Tipo de suelo	<p>Pórticos de acero resistente (S1)</p> <p>Pórticos de acero arriostrados (S2).</p> <p>Estructura de material ligero (S3).</p> <p>Pórticos de acero con muro de corte de concreto (S4).</p>	<p>S1: 2.1</p> <p>S2: 2</p> <p>S3: 2.6</p>

			Pórticos de acero con mampostería reforzada (S5).	S4: 2 S5: 1.7
		Vulnerabilidad de la Edificación	Estructura de mampostería reforzada de piso flexible y diagramas de piso (RM1). Estructura de mampostería reforzada de piso rígido y diagramas (RM2). Estructura de muros de mampostería no reforzada (URM).	RM1: 1.7 RM2: 1.7 URM:1
		Regular	Estructura prefabricada, que están lista para armar (PC1). Pórticos de concreto prefabricado (PC2).	PC1: 1.6 PC2: 1.4

Elaborado por: Cando, N. 2023

2.7.2. Variable independiente

Tabla 8: Variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA
Estado situacional frente a una amenaza sísmica	Según (Coronel & Buñay, 2018), menciona que el estado situacional se basa en la recolección de información organizacional que contribuye a realizar un análisis y evaluación de las diferentes condiciones en que se encuentra una infraestructura física ya que es un movimiento telúrico que se produce por diferentes factores la misma que ocasionan daños o pérdidas	Amenazas sísmicas	Base de datos Movimiento de masa	Este movimiento se da por el choque de las dos placas tectónicas, la misma que libera energía en la corteza terrestre y esto ocasionan lo que se le conoce como un terremoto, Por la erupción volcánica al liberar la energía acumulada durante la erupción, la intervención del hombre la que se conoce como una amenaza antrópica. I Muy Débil II Débil

	materiales, humanas y económicas		Mercalli	III Leve IV Moderado V Poco Fuerte VI Fuerte VII Muy Fuerte VIII Destructivo IX Ruinoso X Desastroso XI Muy Desastroso XII Catastrófico Menos de 2.0 Micro 2.0-2.9 Menor 3.0-3.9 Menor 4.0 -4.9 Ligero
--	-------------------------------------	--	----------	---

			Richter	5.0-5.9 Moderado 6.0-6.9 Fuerte 7.0-7.9 Mayor 8.0- 9.9 gran 10 épico
--	--	--	---------	--

Elaborado por: Cando, N. 2023

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El parámetro más importante para obtener buenos resultados es seleccionar una buena metodología que ayude a solucionar la problemática que se está estudiando por ello en este proyecto de investigación utilizaremos las siguientes metodologías que se describirán a continuación, que nos permitirán a determinar si es o no resistente frente a una amenaza sísmica, con la finalidad de cumplir los siguientes objetivos.

Para la ejecución del Estudio de Vulnerabilidad Física Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Laguacoto, frente a una amenaza sísmica, se inició con una observación de campo de los elementos estructurales que cuenta el edificio para familiarizarse con la implantación del edificio.

1.12. Tipo de investigación

Enfoque cuali –cuantitativo. - Permitirá relacionar los diferentes datos recopilados mediante la observación que se realizara con la metodología del MEIPEE, así como se prevé medir las características principales de tema de estudio considerando los factores que amenazan la infraestructura física estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación UEB en Laguacoto. (Oberti & Bacci, 2017)

Investigación de Campo: A través de esta investigación podremos extraer datos e información de manera directa con la utilización del esclerómetro sobre el área de estudio obteniendo las frecuencias junto con la observación, mediante la utilización de herramientas como el sodward CYPECAD, que les permitirá realizar un modelamiento del edificio, el programa del AutoCAD permitirá el levantamiento de información.

Investigación Bibliográfico. - Según (Bernal, 2016, pág. 146) nos indica que este método consiste en el análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del

conocimiento respecto al tema objeto de estudio. En la cual se sustentará la investigación con documentos como artículos científicos, ensayos, libros entre otros.

Investigación documental. - Según (Bernal, 2016, pág. 146) se relaciona este método consiste en el análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio.

Mediante esta investigación se realizará una investigación referente a todos los desastres naturales ocurridos en el área de estudio.

Investigación legal. - La investigación se sustentará mediante leyes y reglamentos que contribuyan a la reducción de riesgos ante desastres naturales y reglamentos de construcción.

1.13. Población y Muestra

Población. - Para el estudio del presente proyecto se tomará en cuenta los elementos estructurales por el cual está construido el edificio la misma que me permitirá determinar el nivel de vulnerabilidad en el caso de estudio se refiere a lo siguiente:

- Pilares
- Vigas de cimentación
- Vigas de losa
- Tramos de gradadas
- Losas de entrepiso
- Losa cubierta

Muestra. - (Monroy & Nava, 2018), menciona que la muestra corresponde al edificio en estudio se tomara en cuenta como muestra a cada uno de los elementos estructurales con su respectiva ubicación mediante esto se podrá determinar la frecuencia de esta forma se determinara si guarda los parámetros de las especificaciones técnicas para una edificación estructural, si en el caso de no ser así se recomendara realizar un reforzamiento al edificio Vicerrectorado de Vinculación.

Tamaño de la muestra. - Al tratarse de una población pequeña no es necesario calcular la muestra, para esto se aplicará la siguiente matriz del rebote del Esclerómetro.

Tabla 9: Recolección tamaño de muestra

OBRA:		ENSAYO N° :	FECHA:
DIRRECIION:		ELEMENTO :	SECC:
AUTOR:		VISTA:	EJE:
Datos del concreto		Esquema de localización	Perfil
Edad del concreto			
Tipo de cemento			
Aditivos usados			
Humedad interna			
Formaletas usadas			
Datos del rebote del esclerómetro del Edificio Vicerrectorado de Investigación			

Nombre de los elementos estructural del edificio	Fc N/mm ²	Fc Kg/cm ²
Diagnostico		
Formato FE	Laboratorista:	Revisado y Aprobado

Elaborado por: Cando N., 2023

1.14. Métodos, Técnicas E Instrumentos De Investigación

Metodología MEIPEE (Metodología para la Elaboración e Implementación de Planes de Emergencia para Empresa): (Peralta, 2017), menciona que esta metodología se basa “en evidencias que define y aglutina normas, procedimientos y criterios para la aplicación de un modelo de gestión diseñado para que todas las instituciones ya sean públicas o privadas que realicen actividades que involucren algún nivel de riesgo tanto para sus usuarios y empleados”.

La Asociación Nacional de Protección del Fuego de Estados (NFPA), valido esta metodología ya que su eficiencia es del 99% al realizar evaluaciones a infraestructuras físicas que están expuestos a diversos peligros y riesgos a nivel institucional.

Esta metodología se vincula con el método cualitativo ya que para su análisis utiliza los siguientes indicadores:

- Vulnerabilidad institucional (Soporte Logístico)
- Vulnerabilidad institucional (Infraestructura).

Los factores de vulnerabilidad antes descrito como es el soporte logístico e infraestructura serán evaluados para cada una de las diferentes amenazas identificadas, en las cuales se deberán aplicar las matrices de MEIPEE.

Para analizar los factores antes mencionados (soporte logístico e infraestructura) deben ser analizados según las amenazas identificadas como en el caso del sismo siempre empleando las diferentes matrices propuestas por esta herramienta (MEIPEE), a continuación, se indica las diferentes matrices:

Tabla 10: Vulnerabilidad institucional, infraestructura/sismos

N°	ASPECTOS A EVALUAR	Si 1 Punto	No 0 Punto	Parcial 0,5 Punto
1	¿La ubicación de la empresa con relación a su entorno (parque industrial, comercial, residencial, fallas geológicas, laderas, cercanas a ríos, entre otras)? ¿Le representa algún tipo de amenaza para la organización?			
2	¿La infraestructura está construida bajo algún sistema o código de seguridad?			
3	¿Las condiciones de las infraestructuras son adecuadas?			
4	¿Existe elementos no estructurales que pudieran caer fácilmente o revisten peligros para los ocupantes?			
5	¿La edificación es más de tres pisos de alto? ¿Sin incluir planta baja?			
6	¿la infraestructura ha sufrido daños en sismos anteriores?			
7	¿Las zonas o áreas peligrosas dentro de la empresa están señalizadas?			

8	¿Existen rutas de evacuación o salidas de emergencias específicos?			
9	¿Existen medios alternos o comunes para la evacuación?			
10	¿Existen vías de salida para personas con capacidades especiales?			
	RESULTADOS PARCIAL			

Fuente: (Aldas, 2016)

Tabla 11: Vulnerabilidad institucional: Soporte Logístico/ Sismo

N°	ASPECTOS A EVALUAR	Si 1 punto	No 0 punto	Parcial 0.5 Punto
1	¿Poseen extintores de acuerdo a lo establecido? ¿Consultar norma INEC 802?			
2	¿Poseen un sistema de alarma adecuado y específico para MATPEL?			
3	¿Poseen un sistema de señalización de acuerdo a lo establecido en norma INEC 439?			
4	¿Poseen botiquín/es portátiles con los insumos adecuados (consultar el manual del curso básico de formación de brigadista industriales - MFRA)?			

5	¿Poseen equipos adicionales de primeros auxilios, tales como: inmovilizadores de extremidades, ¿collarín?			
6	¿Los brigadistas poseen equipos de protección personal (EPP) inherentes a la actividad?			
7	¿La empresa tiene un sistema contra incendio tales como: sistemas hidráulicos, CO2, espuma, spinkler, ¿entre otros?			
8	¿Poseen monitoreo de seguridad y este está integrado con el plan de emergencias (cámaras de seguridad, consolas entre otros)?			
9	¿Poseen un equipo para el control de fugas o derrames?			
10	¿Posee sistemas de comunicación para caso de emergencias?			
11	¿Existe un sistema de identificación para los brigadistas (gorras, chalecos, brazaletes entre otros)?			
12	¿Existe preparación de los trabajadores en caso de sismo?			
	RESULTADO PARCIAL			

Fuente: (Aldas, 2016)

Para determinar el nivel de vulnerabilidad institucional a nivel del soporte logístico e infraestructura estará determinado por el puntaje propuesto en la siguiente tabla:

Tabla 12: Nivel de vulnerabilidad del edificio

Nivel de vulnerabilidad	Valores (Solo negaciones)	
Alto	7-9	Riesgo seguro de suceder
Medio	4-6	Riesgo probable de suceder
Bajo	1-3	Riesgo que quizá no ocurra

Fuente: (Aldas, 2016)

Esclerómetro: Mide el tipo de hormigón en la estructura, la dureza de una superficie que proporciona un rápido y sencillo medio para verificar la uniformidad del concreto, esto se verifica a través del número de rebote que produce la respectiva herramienta.

CYPECAD: Es conocido fundamentalmente como el software para el proyecto de edificios de hormigón armado que permite el análisis espacial, dimensionamiento y edición de armaduras y secciones, calcular las mediciones, sacar listados y planos. También nos permite realizar el cálculo de estructuras construidas con hormigón armado formadas por soportes y forjados y proceder a su cálculo su dimensionado.

1.15. Técnicas de procesamiento y análisis de datos, para cada uno de los objetivos específicos.

Objetivo 1: Diagnosticar la vulnerabilidad física estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Lagucoto.

Para dar cumplimiento al primer objetivo se realizará a través de la aplicación de la metodología de campo, la biobibliografía, la documental y la utilización de una herramienta en especial que es el esclerómetro, la cual contribuye a reconocer el estado actual de la edificación analizada, como su vulnerabilidad físico estructural la que le

permitirá determinar la frecuencia del edificio, con esta herramienta se podrá identificar si es o no vulnerable ante una amenaza sísmica.

La Metodología de MEIPEE permitirá recopilar información pertinente y necesaria, como: la dirección, nombre de la edificación, lugar de ubicación, referencia, tipo de uso, año de construcción, año de remodelación entre otros, mismo que será proporcionados por el personal correspondiente. El dato de área de m² de la construcción se procederá obtener mediante el Departamento de Catastros del GAD del cantón Guaranda. Además, se procederá a realizar un esquema grafico de la edificación, así como a tomar fotografías de la misma para su respectiva colocación en el formulario, se debe establecer la tipología de la edificación acorde al material que ha sido construido. Seguidamente se procederá a identificar la altura de la edificación, las diversas irregularidades que presente, el tipo de suelo para determinar si es de origen rígido o presenta humedad.

Una vez establecido cada parámetro se deberá realizar la suma o resta de los modificadores, para mediante ello determinar el grado de vulnerabilidad sísmica en la cual se puede obtener un resultado como:

Tabla 13: Grado de vulnerabilidad sísmica

Alto	7-9
Medio	4-6
Bajo	1-3

Elaborado por: Cando, N. 2023

Objetivo 2: Elaborar un modelamiento del comportamiento físico estructural del sistema edificio con apoyo de CYPECAD.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se deberá cumplir parámetros como:

Levantamiento de Información: con el programa AutoCAD se procede en la elaboración del plano de la infraestructura.

Creación de una nueva obra: Con el sistema CYPECAD se procederá a configurar una nueva plantilla con los datos de la edificación.

Datos generales: Se procederá a establecer los diferentes datos del edificio que requiera el Software empleado, además se contará con ayuda técnica para la configuración de la misma.

El plano del edificio debe ser exportado al programa CYPECAD: Ello servirá como plantilla para el modelamiento el edificio.

Definición de la geometría: La descripción de números de vigas, plantas, columnas, losas servirá para darle forma al modelamiento.

Calcula de la estructura/ listado de resultados/ planos: Una vez finalizado los pasos que requiere el programa se calculara las veces que sea necesario para obtener los resultados del objeto de estudio.

La edificación analizada es de hormigón armado, posee dos plantas y un subsuelo, las medidas de los niveles son: Nv.+2.88m en el subsuelo, primera planta, segunda planta, para el modelamiento de la estructura se debe contar con información existente del objeto de estudio.

Objetivo 3: Proponer estrategias de reducción de riesgos ante amenaza sísmicas.

El cumplimiento del presente objetivo se realizara mediante la implementación de estrategias en la edificación analizada, para mediante ello reduzca su nivel de vulnerabilidad, basándose en los diversos parámetros establecidos dentro de la NEC, por ello es fundamental realizar el análisis del edificio para determinar en si el grado de vulnerabilidad es alta, media o baja, porque al presentar una vulnerabilidad alta la infraestructura deberá ser reforzada con las diferentes alternativas expuestas dentro de la estrategias que será recomendadas, para evitar pérdidas humanas, económicas.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo se obtuvo como resultado los siguientes, las mismas que permitieron dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados, permitieron proponer diferentes estrategias de prevención para el Edificio de investigación, que contribuirá a la correcta toma de decisiones por parte de las autoridades en el caso de que se presente una amenaza sísmica.

1.16. Resultado alcanzado según el objetivo 1

Diagnóstico de la vulnerabilidad física estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Lagunacoto.

Para realizar un diagnóstico de la vulnerabilidad física que presenta el Edificio del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, se aplicó la matriz de vulnerabilidad organizacional, definida la metodología MEIPPE, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados que se presenta en la siguiente tabla:

Diagnóstico de la vulnerabilidad física estructural del edificio (Evaluación General)

Tabla 14: Diagnostico de vulnerabilidad del edificio general.

N°	ASPECTOS EVALUAR	A	Si (1 Punto)	No (0 Puntos)	Parcial (0.5 Puntos)	OBSERVACIONES
1	¿Existe una persona responsable que maneje la seguridad industrial en la institución?		X			

2	¿Posee la institución un comité de seguridad?		X		
3	¿Cuenta con políticas, normas y/o procedimientos de seguridad conocida por todos?	X			
4	¿Tienen un reglamento de seguridad y salud en el trabajo?	X			
5	¿La distribución de las jornadas laborales es variable, incluyen turnos rotativos, nocturnos, fines de semana y/o feriados?		X		
6	¿La institución tiene o cuenta con certificación o norma? ¿Cuales?		X		
7	¿Existen programas vigentes sobre capacitación en prevención y respuesta a emergencias a todo nivel?	X			

8	¿La institución cuenta con un plan de emergencias debidamente difundido y practicado?	X			
9	¿Existe una adecuada organización para emergencias?	X			
10	¿Cuentan con un grupo de brigadistas debidamente capacitados?		X		
11	¿Los trabajadores en general colaboran y/o participan en los programas de seguridad que promueve la institución?	X			
12	¿En la institución hay personas con capacidades diferentes?	X			
13	¿Los organismos de socorro han colaborado en los procesos de preparación de emergencias?	X			Policía Nacional Cuerpo Bombero

					Unidad Gestión de Riesgo. MSP
14	¿Integran al personal de proveedores y servicios complementarios a los programas de seguridad?	X			
15	¿El departamento de servicio institucional participa activamente en las actividades de seguridad industrial?	X			
16	¿Cuenta con un plan de ayuda mutua?		X		
17	¿Las vías de evacuación y puntos de encuentro están expeditos o libres?		X		
RESULTADO		11	6		

Elaborado por: Cando, N. 2023

Análisis: El diagnóstico obtenido mediante la aplicación de la matriz general fue de 64,71%, pues de 11 de los 17 ítems analizados dieron cumplimiento efectivo y 6 ítems no tuvieron el cumplimiento satisfactorio del cual representa el 35,29%. Mediante ello se puede indicar que, en relación con la gestión de riesgos en Edificio de Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, posee un grado de vulnerabilidad física aceptable.

Diagnostico vulnerabilidad Institucional

Para el análisis de la vulnerabilidad institucional se consideró la evaluación de los siguientes factores:

- Vulnerabilidad institucional (Soporte Logístico)
- Vulnerabilidad institucional (Infraestructura).

Para determinar la vulnerabilidad antes mencionada se consideró algunos factores, los cuales fueron evaluados para el evento analizado (sismos), en la cual se empleó las matrices propuestas en la metodología MEIPPE, que a continuación se detalla:

Vulnerabilidad institucional, infraestructura/sismos (Planta Baja)

Tabla 15: Diagnostico de la infraestructura planta baja.

N°	ASPECTOS A EVALUAR	Si 1 Punto	No 0 Punto	Parcial 0,5 Punto
1	¿La ubicación de la empresa con relación a su entorno (parque industrial, comercial, residencial, fallas geológicas, laderas, cercanas a ríos, entre otras)? ¿Le representa algún tipo de amenaza para la organización?	X		
2	¿La infraestructura está construida bajo algún sistema o código de seguridad?	X		
3	¿Las condiciones de las infraestructuras son adecuadas?		X	
4	¿Existe elementos no estructurales que pudieran caer fácilmente o revisten peligros para los ocupantes?	X		

5	¿La edificación es más de tres pisos de alto? ¿Sin incluir planta baja?		X	
6	¿la infraestructura ha sufrido daños en sismos anteriores?	X		
7	¿Las zonas o áreas peligrosas dentro de la empresa están señalizadas?		X	
8	¿Existen rutas de evacuación o salidas de emergencias específicos?	X		
9	¿Existen medios alternos o comunes para la evacuación?	X		
10	¿Existen vías de salida para personas con capacidades especiales?		X	
	RESULTADOS PARCIAL	6	4	

Elaborado por: Cando, N. 2023

Análisis: Respecto a la vulnerabilidad institucional infraestructura correspondiente a la planta baja, se obtuvo un cumplimiento del 60% de los 10 ítems evaluados, dado que 6 de los 10 ítems son favorables. En cambio 4 ítems que representa el 40% presenta incumplimiento, esto se debe a que la edificación posee fisuras pequeñas, debido a los movimientos telúricos que se ha presentado durante estos tiempos, además no poseen las respectivas señaléticas de gestión de riesgo, no posee pasillos de salida adecuadas para la libre circulación de las personas con discapacidades y salidas alternas de evacuación.

Tabla 16: Vulnerabilidad institucional: Soporte Logístico/ Sismo (Planta Baja)

N°	ASPECTOS A EVALUAR	Si 1 punto	No 0 punto	Parcial 0.5 Punto
1	¿Poseen extintores de acuerdo a lo establecido? ¿Consultar norma INEC 802?	X		
2	¿Poseen un sistema de alarma adecuado y específico para MATPEL?			X
3	¿Poseen un sistema de señalización de acuerdo a lo establecido en norma INEC 439?		X	
4	¿Poseen botiquín/es portátiles con los insumos adecuados (consultar el manual del curso básico de formación de brigadista industriales - MFRA)?			X
5	¿Poseen equipos adicionales de primeros auxilios, tales como: inmovilizadores de extremidades, ¿collarín?		X	
6	¿Los brigadistas poseen equipos de protección personal (EPP) inherentes a la actividad?		X	
7	¿La empresa tiene un sistema contra incendio tales como: sistemas hidráulicos, CO2, espuma, spinkler, ¿entre otros?	X		

8	¿Poseen monitoreo de seguridad y este está integrado con el plan de emergencias (cámaras de seguridad, consolas entre otros)?	X		
9	¿Poseen un equipo para el control de fugas o derrames?		X	
10	¿Posee sistemas de comunicación para caso de emergencias?	X		
11	¿Existe un sistema de identificación para los brigadistas (gorras, chalecos, brazaletes entre otros)?		X	
12	¿Existe preparación de los trabajadores en caso de sismo?			X
	RESULTADO PARCIAL	4	5	3

Elaborado por: Cando, N. 2023

Análisis: Con relación a la vulnerabilidad institucional soporte logístico correspondiente a la planta baja, de los 12 ítems analizados 5 ítems que representa el 41,65% indicando que existe una inadecuada gestión motivo de que no poseen equipos de control de fugas.

Vulnerabilidad institucional, infraestructura/sismos (Planta Alta)

Tabla 17: Diagnostico de la infraestructura planta alta.

N°	ASPECTOS A EVALUAR	Si 1 Punto	No 0 Punto	Parcial 0,5 Punto
1	¿La ubicación de la empresa con relación a su entorno (parque industrial, comercial, residencial, fallas geológicas, laderas, cercanas a ríos, entre otras)? ¿Le representa algún tipo de amenaza para la organización?	X		
2	¿La infraestructura está construida bajo algún sistema o código de seguridad?	X		
3	¿Las condiciones de las infraestructuras son adecuadas?		X	
4	¿Existe elementos no estructurales que pudieran caer fácilmente o revisten peligros para los ocupantes?	X		
5	¿La edificación es más de tres pisos de alto? ¿Sin incluir planta baja?		X	
6	¿la infraestructura ha sufrido daños en sismos anteriores?	X		
7	¿Las zonas o áreas peligrosas dentro de la empresa están señalizadas?		X	

8	¿Existen rutas de evacuación o salidas de emergencias específicos?		X	
9	¿Existen medios alternos o comunes para la evacuación?	X		
10	¿Existen vías de salida para personas con capacidades especiales?		X	
	RESULTADOS PARCIAL	5	5	

Elaborado por: Cando, N. 2023

Análisis: Con respecto vulnerabilidad institucional infraestructura correspondiente de la planta alta un 50% tiene el cumplimiento, 5 ítems no cumple un 50% ya que no poseen vías de salidas para personas con discapacidad, tampoco cuenta con vías de evacuación adecuadas entre otras.

Tabla 18: Vulnerabilidad institucional: Soporte Logístico/ Sismo (Planta Baja)

N°	ASPECTOS A EVALUAR	Si 1 punto	No 0 punto	Parcial 0.5 Punto
1	¿Poseen extintores de acuerdo a lo establecido? ¿Consultar norma INEC 802?	X		
2	¿Poseen un sistema de alarma adecuado y específico para MATPEL?		X	
3	¿Poseen un sistema de señalización de acuerdo a lo establecido en norma INEC 439?	X		

4	¿Poseen botiquín/es portátiles con los insumos adecuados (consultar el manual del curso básico de formación de brigadista industriales - MFRA)?		X	
5	¿Poseen equipos adicionales de primeros auxilios, tales como: inmovilizadores de extremidades, ¿collarín?		X	
6	¿Los brigadistas poseen equipos de protección personal (EPP) inherentes a la actividad?		X	
7	¿La empresa tiene un sistema contra incendio tales como: sistemas hidráulicos, CO2, espuma, spinkler, ¿entre otros?	X		
8	¿Poseen monitoreo de seguridad y este está integrado con el plan de emergencias (cámaras de seguridad, consolas entre otros)?	X		
9	¿Poseen un equipo para el control de fugas o derrames?		X	
10	¿Posee sistemas de comunicación para caso de emergencias?	X		
11	¿Existe un sistema de identificación para los brigadistas (gorras, chalecos, brazaletes entre otros)?		X	

12	¿Existe preparación de los trabajadores en caso de sismo?			X
	RESULTADO PARCIAL	5	6	1

Elaborado por: Cando, N. 2023

Análisis: Respecto la vulnerabilidad institucional soporte logística correspondiente a la planta alta, se obtuvo un resultado de incumplimiento de 6 ítems con un 50% lo que representa que no posee una adecuada gestión por parte de las autoridades y el personal que laboran, la misma que también tiene un cumplimiento de 41.66% en los ítems evaluados pues a 5 ítems de los 12 son favorables.

Cumplimiento de la evaluación a la infraestructura y soporte logístico.

El cumplimiento del resultado en los ítems evaluados en cada planta que conforma el edificio del vicerrectorado de investigación y vinculación se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 19: Nivel de vulnerabilidad del edificio

AREA	INFRAESTRUCTURA	C	I	SOPORTE LOGISTICO	C	I
Evaluación general	35%	11	6	35.29	11	6
Planta baja	40%	6	4	41.65%	4	5
Planta alta	50%	5	5	50%	5	6

Elaborado por: Cando, N. 2023

Para determinar el nivel de vulnerabilidad institucional a nivel del soporte logístico e infraestructura estará determinado por el puntaje propuesto en la siguiente tabla:

Tabla 20: Nivel vulnerabilidad institucional soporte logístico.

Nivel de vulnerabilidad	Valores (Solo negaciones)	
Alto	7-9	Riesgo seguro de suceder
Medio	4-6	Riesgo probable de suceder
Bajo	1-3	Riesgo que quizá no ocurra

Elaborado por: Cando, N. 2023

El resultado obtenido durante la evaluación con la metodología se determinó que el nivel de vulnerabilidad del edificio es medio por que se encuentra entre los rangos 4-6 en donde nos indican que presenta un riesgo probable ya que no cumple con todos los parámetros establecidos, la misma que permitirá a las autoridades tomar medidas preventivas ante un evento sísmico.

1.17. Resultado alcanzado según el Objetivo 2

Elaborar un modelamiento del comportamiento físico estructural del sistema edificio con apoyo de CYPECAD.

Se procedió a realizar el modelamiento de la edificación mediante la herramienta CYPECAD versión 2017, donde se tomó como referencia las Normas Ecuatorianas de la Construcción 2015. Como primera instancia se aplica la recopilación de los datos con la respectiva herramienta como es el esclerómetro la misma que permitió tomar la muestra del edificio para su análisis. Al finalizar el modelamiento se obtiene archivos en formato PDF, imágenes en 3D donde permite la visualización de la vibración sísmica en tres modos, información que contribuye a determinar el estado en que se encuentra el edificio ante el evento a producirse (sismo).

A continuación, se detallará el procedimiento que siguió para el diseño, modelamiento del edificio de Investigación de Vicerrectorado mediante la aplicación del software CYPECAD:

ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO



Tabla 21: Ensayo para determinar el número de rebote del concreto.

OBRA	Edificio del vicerrectorado de investigación	ENSAYO N°	1	FECHA	15/03/2023
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Columnas	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Baja

Elaborado por: Cando, N. 2023

Descripción del concreto: Estructura de Hormigón Armado

Tabla 22: Descripción del resultado de estructura hormigón.

Datos del concreto		Esquema de localización	Perfil
Edad del concreto	12 años		
Tipo de cemento	Portran tipo 1 Cemento de construcción		
Aditivos usados	SIKA 1		
Humedad interna	Seco		

Formaletas usadas	Hierro estructural		
Datos del rebote del esclerómetro del Edificio Vicerrectorado de Investigación			
Nombre de la estructura promedio final de los elementos estructurales	Fc N/mm ²	Fc Kg/cm ²	
COLUMNA PLANTA BAJA	21.4	214	
COLUMNA PLANTA ALTA	20	210	
TOTAL,		414	
PROMEDIO FINAL		207	
VIGA PLANTA BAJA	22	220	
VIGA PLANTA ALTA	21	210	
TOTAL		420	
PROMEDIO FINAL		215	
LOSA 1	16	160	
LOSA 2	23	230	

TOTAL		390
PROMEDIO		195
GRADA PLANTA BAJA	180	180
GRADA PLANTA ALTA	20	200
TOTAL		380
PROMEDIO FINAL		190
PROMEDIO VIGAS		215
LOSAS		205
GRADAS		190
TOTAL DEL FORJADO		203
PROMEDIO FINAL		190
<p>Diagnóstico: El resultado obtenido con el esclerómetro se pudo apreciar que los elementos estructurales no todos cumplen con el valor mínimo que está estipulado por las normas NEC, esto se debe al momento de la construcción no aplicaron estas normas o también se da que el revote de la herramienta sea diferente por el recubrimiento a los elementos. Ya esto nos resulta que el edificio es vulnerable ante una amenaza sísmica.</p>		

Formato FE	Laboratorista:	Nelly Cando	Revisado y Aprobado	Arq. Cesar Pazmiño Ing.: Gino Noboa
------------	----------------	-------------	---------------------	--

Elaborado por: Cando, N. 2023

Datos generales del hormigón armado del Edificio

Los datos de la resistencia del hormigón armado fueron recopilados con la herramienta del esclerómetro la misma que fueron utilizadas para determinar la calidad de los elementos estructurales, las muestras que fueron tomadas de las columnas, vigas, losas, gradas, tapa grada, dándoles como resultado del promedio final de cada muestra que está próximo a 210 kg/cm² que fueron aplicadas para la realización del presente trabajo de investigación como lo es el modelamiento en el programa del CYPECAD.

A continuación, se indica los procedimientos correspondientes que se realizó en el programa CYPECAD, la imagen corresponde al valor mínimo que está estipulado por las normas NEC.

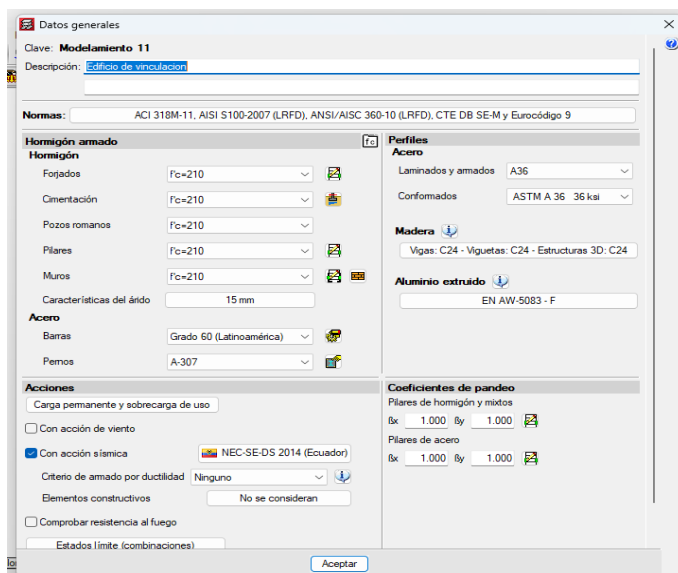


Gráfico 3: Vulnerabilidad valor mínimo según las normas NEC

La norma seleccionada es el ACI 318-11 porque es el código en la que se basa las normas de construcción que se usa en nuestro país.

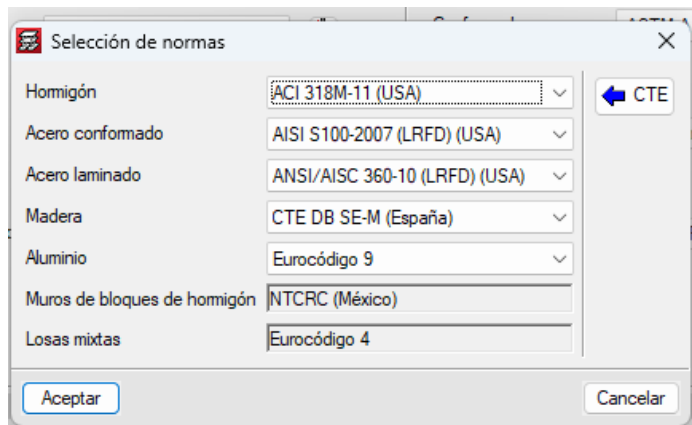


Gráfico 4: Norma ACI 318-11

Tipo de suelo

El tipo de suelo seleccionada es el tipo C ya que, existen estudios realizados por partes de los ingenieros encargados después de la construcción del sistema edificio en estudio, la misma que también nos permite la selección de tipo de estructura, que es regular en sus dos plantas.

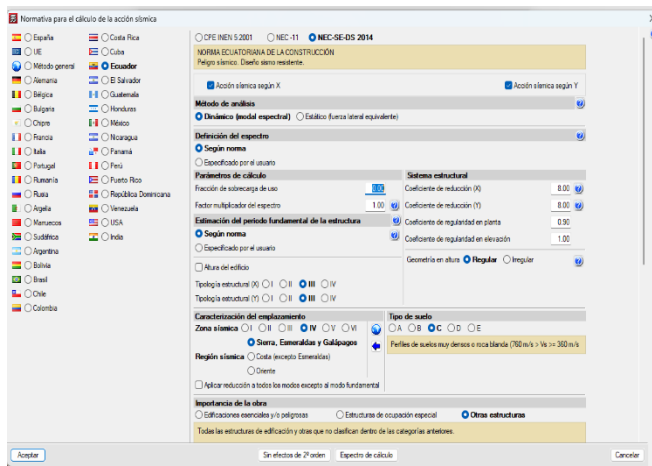


Gráfico 5: Tipo del suelo del proyecto

Con todos estos datos se procedió a la elaboración del modelamiento con el programa CYPECAD importando las plantillas arquitectónicas de las columnas y vigas del programa AutoCAD, ya que es una guía fundamental para la introducción de la geometría de la estructura, como primera instancia se introdujo todas las columnas

tomando en cuenta al plano estructural, las dimensiones de estas muestras fueron 30X50cm indicando el ancho y el alto. Las vigas fueron colocadas de acuerdo a su dimensionamiento visualizadas en los planos, estas dimensiones son 30X40cm se encuentran las dos plantas que van desde la A la C y 30X50cm están desde la D a la E, estos datos son aplicados según los cálculos de los planos.

Estas plantillas corresponden a los elementos estructurales que son insertadas de los planos con sus respectivos cálculos para el respectivo modelamiento en el programa CYPECAD.

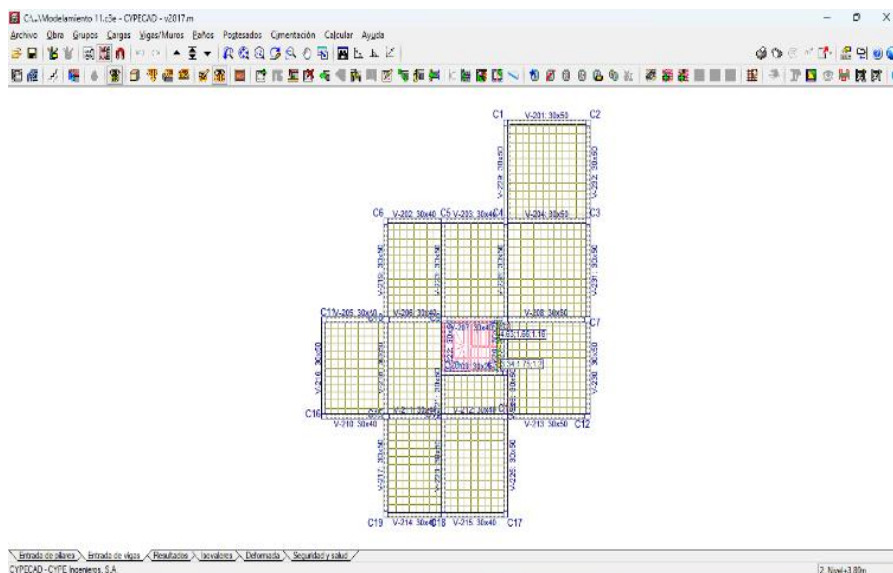


Gráfico 6: Modelamiento de la estructura en el programa

Introducción de la losa

Para este trabajo se utilizó el tipo de losa capetonadas de 25cm de poliestireno alivianada de bloque la cual mantiene una medida de 20x15x45cm.

El modelamiento final

Una vez ingresado todos los datos al programa CYPECAD se obtuvo el siguiente modelamiento el mismo que nos indican cómo reacciona el edificio la que nos ayuda para dar con el trabajo finalizado.

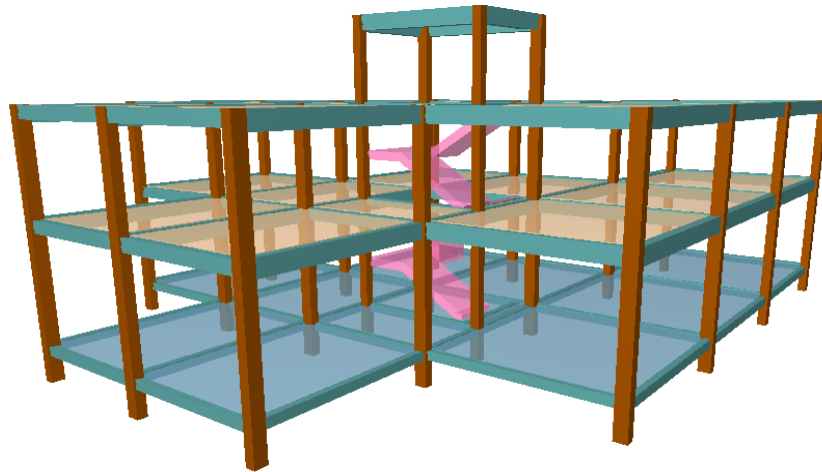


Figura 2: Vista en 3D del sistema de edificio Vicerrectorado de Vinculación

Justificación de la acción sísmica

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC-SE-DS 2014, 6.2.2e)

El sistema nos arrojado el presente modelamiento, se procederá con el cálculo de la estructura, los datos arrojados por el programa se obtuvieron en PDF. Como resultado final de la acción sísmica en la infraestructura del hormigón armado, su torsión ya sea en sentido X o Y la misma que le servirá para saber el estado actual del edificio que tan vulnerable se encuentra ante una amenaza sísmica. Para esto se adjunta el documento a continuación.

JUSTIFICACION DE ACCION SISMICA.

Datos generales de sismo

Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV

Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos

Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C

Sistema estructural

RX: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16) **RX :** 8.00

RY: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16) **RY :** 8.00

FP: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a) **FP :** 0.90

FE: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b) **FE :** 1.00

Geometría en altura (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

Sistema estructural (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III h:

Altura del edificio h : 9.80 m

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma Fracción de sobrecarga de uso : 0.00

Factor multiplicador del espectro : 1.00

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Factores reductores de la inercia (NEC-SE-DS 2014, 6.1.6 b)

Vigas primarias frente a la acción sísmica: 0.5

Vigas secundarias frente a la acción sísmica: 0.01

Forjados primarios frente a la acción sísmica: 0.5

Forjados secundarios frente a la acción sísmica: 0.01

Pilares: 0.8 Pantallas: 0.6

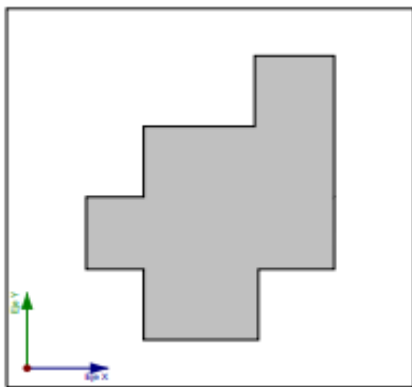
Muros: 0.6

Muros de fábrica: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

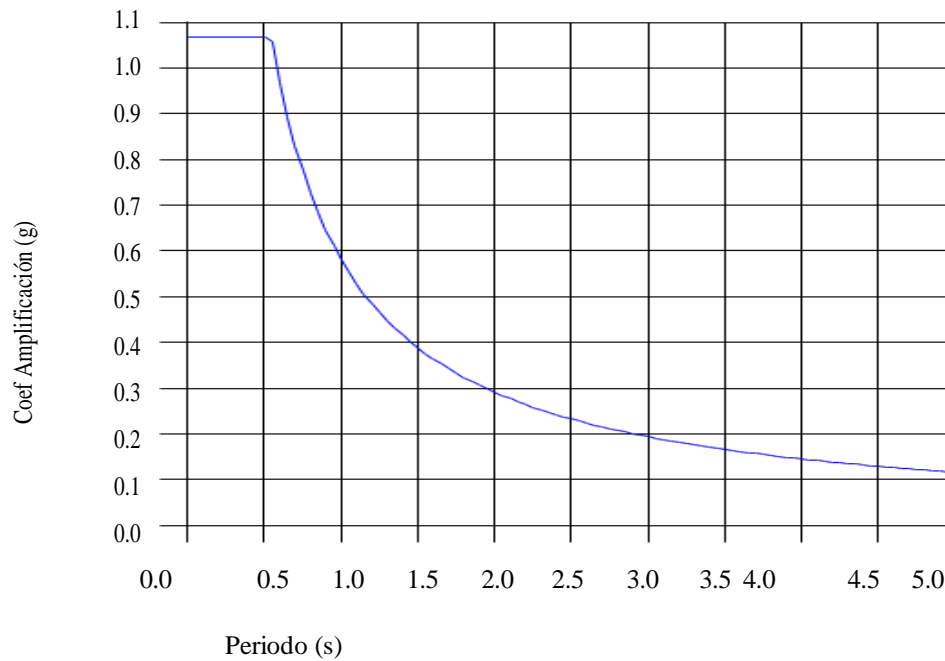
Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra.

Espectro de cálculo

Espectro elástico de aceleraciones



Fuente: NEC-SE-DS 2014 (3.3.1)

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.068 g.

$$S_{ae} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \quad T \leq T_c$$

$$S_{ae} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \cdot \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad T > T_c$$

Parámetros necesarios para la definición del espectro

Z: Factor de zona (NEC-SE-DS 2014, Tabla 1)	Z : <u>0.35</u>
Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV	
h: Relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)	h : <u>2.48</u>
Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): Sierra, Esmeraldas y Galápagos	
F_a: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 3)	F_a : <u>1.23</u>
F_d: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 4)	F_d : <u>1.15</u>
F_s: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 5)	F_s : <u>1.06</u>
Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C	
Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): IV	
I: Factor de importancia (NEC-SE-DS 2014, Tabla 6)	I : <u>1.00</u>
Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Otras estructuras	
r: Exponente que define la rama descendente del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)	R : 1.00
Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): C	
T_C: Periodo límite superior de la rama de aceleración constante del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)	T_C : <u>0.55 s</u>
$T_C = 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a}$	

Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R · F_P ·

F_E) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_d = \frac{S_{ae}}{R \cdot \phi_P \cdot \phi_E}$$

Factor de comportamiento / Coeficiente de ductilidad

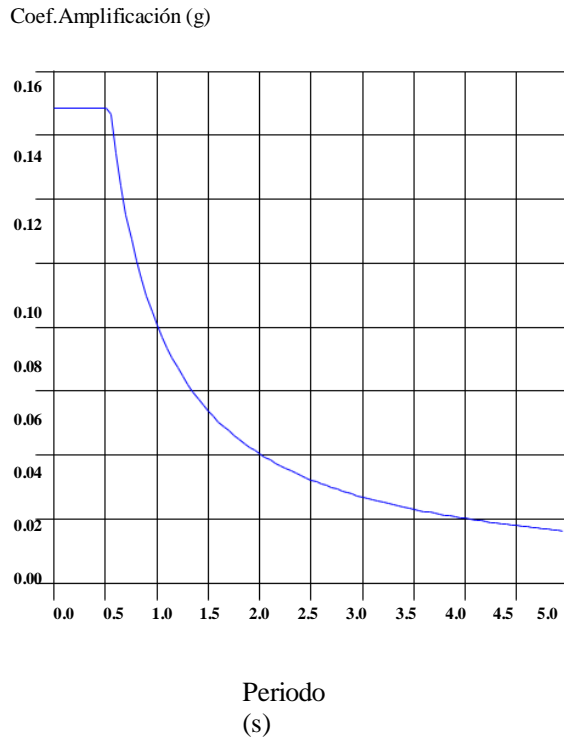
RX: Factor de reducción (X) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16) RX : 8.00

RY: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

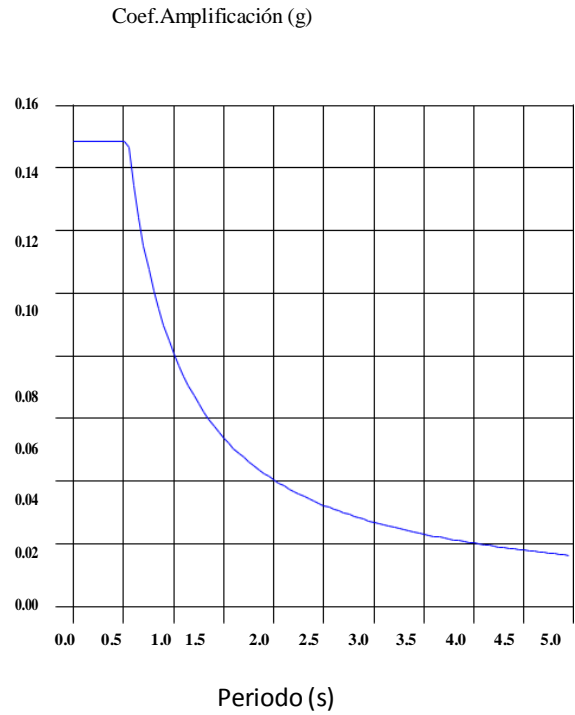
RY : 8.00 FP: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a) FP : 0.90

FE: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b) FE : 1.00

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Coefficientes de participación

Tabla 23: Coeficiente de participación de modos.

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.660	0.2867	0.1764	0.9416	61.79 %	23.38 %	R=7.2 A = 1.202 m/s ² D = 13.2665 mm	R=7.2 A = 1.202 m/s ² D = 13.2665 mm
Modo 2	0.653	0.4003	0.706	0.5842	23.17 %	72.08 %	R=7.2 A = 1.215 m/s ² D = 13.1085 mm	R=7.2 A = 1.215 m/s ² D = 13.1085 mm
Modo 3	0.577	0.0442	0.0122	0.9989	10.42 %	0.79 %	R=7.2 A = 1.376 m/s ² D = 11.6191 mm	R=7.2 A = 1.376 m/s ² D = 11.6191 mm
Total					95.38 %	96.25 %		

Elaborado por: Cando N., 2023

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz}: Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

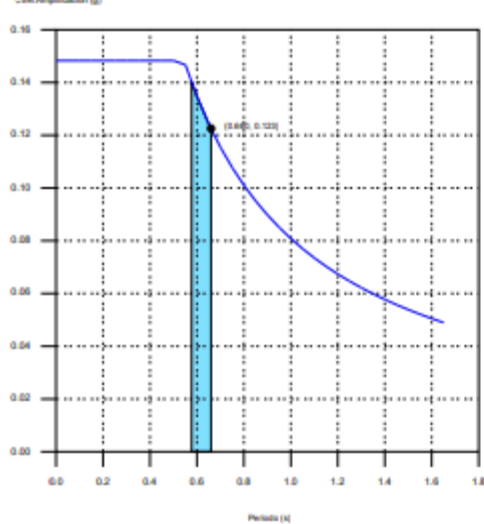
R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

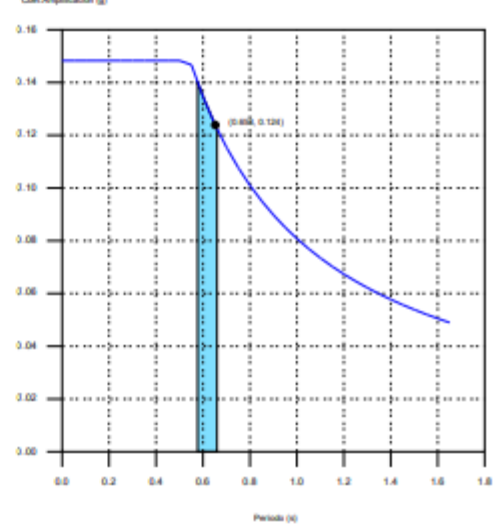
D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico

Representación de los periodos modales.

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.660	0.123

Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.653	0.124

Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta.

Tabla 24: Centro de masas, rigidez de cada planta.

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	eX (m)	eY (m)
Tapagrada	(6.65, 10.52)	(6.64, 11.15)	0.01	-0.62
Nivel+7.00m	(6.67, 11.44)	(6.49, 10.63)	0.18	0.81
Nivel+3.80m	(6.75, 11.37)	(6.46, 10.48)	0.28	0.88
Nivel+00m	(6.66, 11.31)	(6.35, 10.63)	0.32	0.68

Elaborado por: Cando N., 2023

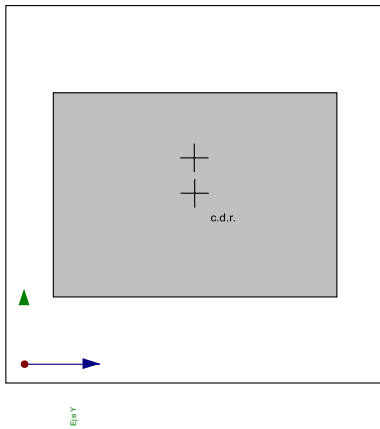
c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

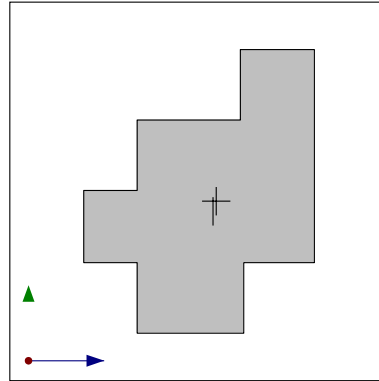
eX: Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

eY: Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

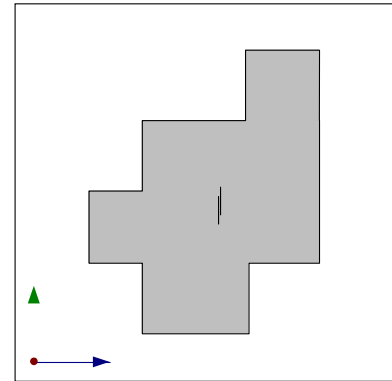
Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta.



Tapagrada



Nivel+3.80m



Nivel+7.00m

Corrección por cortante basal.

El cortante basal dinámico (Vd), por dirección e hipótesis sísmica, se obtiene mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los cortantes en la base por hipótesis modal.

Tabla 25: Hipótesis sísmica X

Hipótesis sísmica (X)	Hipótesis modal	VX (t)	Vd,X (t)
Sismo X1	Modo 1	34.6812	50.5647
	Modo 2	13.1449	
	Modo 3	6.6901	

Fuente: (CYPECAD) *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

Tabla 26: Hipótesis sísmica Y

Hipótesis sísmica (Y)	Hipótesis modal	VY (t)	Vd,Y (t)
Sismo Y1	Modo 1	13.1212	54.0899
	Modo 2	40.8952	
	Modo 3	0.5070	

Fuente: (CYPECAD) *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

Vd,X: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

Vd,Y: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

Cortante basal estático

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

VS,X: Cortante sísmico en la base (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2) **VS,X** : 67.3082 t

$$V_{s,x} = S_{d,x}(T_a) \cdot W$$

Sd,X(Ta): Aceleración espectral horizontal de diseño (X) **Sd,X(Ta)** : 0.148g

Ta,X: Periodo fundamental aproximado (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a) **Ta,X** : 0.43s

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

Sistema estructural (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h: Altura del edificio

h : 9.80 m

VS,Y: Cortante sísmico en la base (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

VS,Y :

$$V_{s,y} = S_{d,y}(T_a) \cdot W$$

67.3082 t

Sd,Y(Ta): Aceleración espectral horizontal de diseño (Y) **Sd,Y(Ta)** : 0.148g

Ta,Y: Periodo fundamental aproximado (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a) **Ta,Y** : 0.43s

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

Sistema estructural (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a): III

h: Altura del edificio

h : 9.80m

W: Peso sísmico total de la estructura **W : 453.9163 t** El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$W = \sum_{i=1}^n w_i$$

w_i: Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

Tabla 27: Total carga permanente

Planta	w _i (t)
Tapagrada	12.9382
Nivel+7.00m	210.7919
Nivel+3.80m	230.1861
W= w_i	453.9163

Fuente: (CYPECAD) *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

Verificación de la condición de cortante basal

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80 % del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s / V_d$.

Tabla 28: Geometría altura

Hipótesis sísmica	Condición de cortante basal mínimo	Factor de modificación
Sismo X1	$V_{d,X1} \square 0.80 \cdot V_{s,X}$ 50.5647 t \square 53.8466 t	1.06
Sismo Y1	$V_{d,Y1} \square 0.80 \cdot V_{s,Y}$ 54.0899 t \square 53.8466 t	N.P.

Fuente: *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

Vd,X: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

Vs,X: Cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica

Vd,Y: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

Vs,Y: Cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica

N.P.: No procede

Cortante sísmico combinado por planta

El valor máximo del cortante por planta en una hipótesis sísmica dada se obtiene mediante la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los correspondientes cortantes modales.

Si la obra tiene vigas con vinculación exterior o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

Los valores que se muestran en las siguientes tablas no están ajustados por el factor de modificación calculado en el apartado 'Corrección por cortante basal'.

Tabla 29: Hipótesis sísmica: Sismo X1.

Planta	Q_x (t)	$F_{eq,x}(t)$	Q_y (t)	$F_{eq,y}(t)$
Tapagrada	1.9783	1.9783	1.6804	1.6804
Nivel+7.00m	30.1419	28.1658	26.4242	24.7439
Nivel+3.80m	50.5647	20.4228	45.1067	18.6825
Nivel+00m	50.5647	0.0000	45.1067	0.0000

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

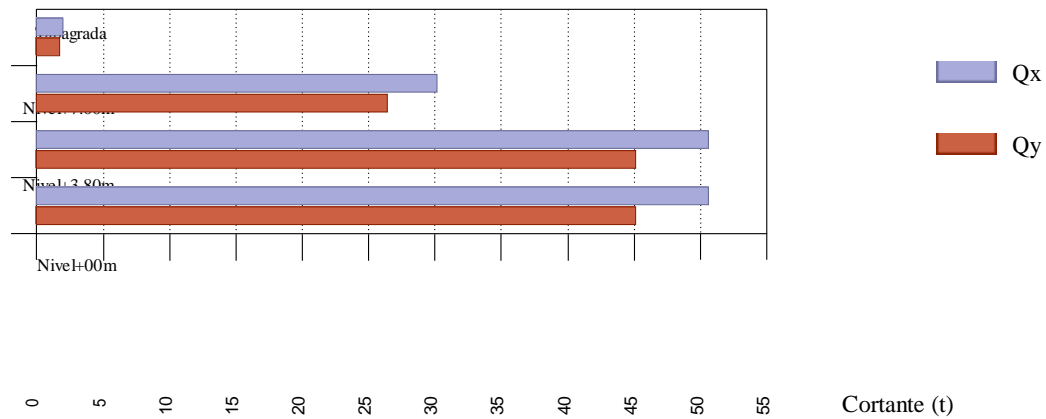
Tabla 30: Hipótesis sísmica: Sismo Y1

Planta	Q_x (t)	$F_{eq,x}(t)$	Q_y (t)	$F_{eq,y}(t)$
Tapagrada	1.7430	1.7430	2.0160	2.0160
Nivel+7.00m	26.8853	25.1425	31.6944	29.6784
Nivel+3.80m	45.1122	18.2269	54.0899	22.3955
Nivel+00m	45.1122	0.0000	54.0899	0.0000

Fuente: *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

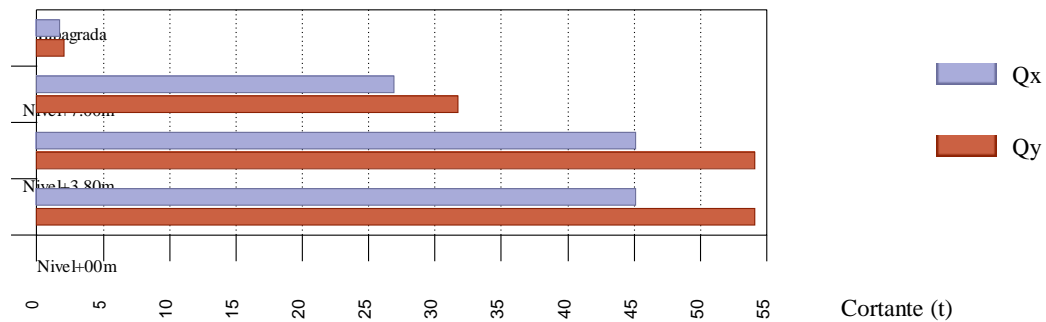
Cortantes sísmicos máximos por planta

Hipótesis sísmica: Sismo X1



Fuente: *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

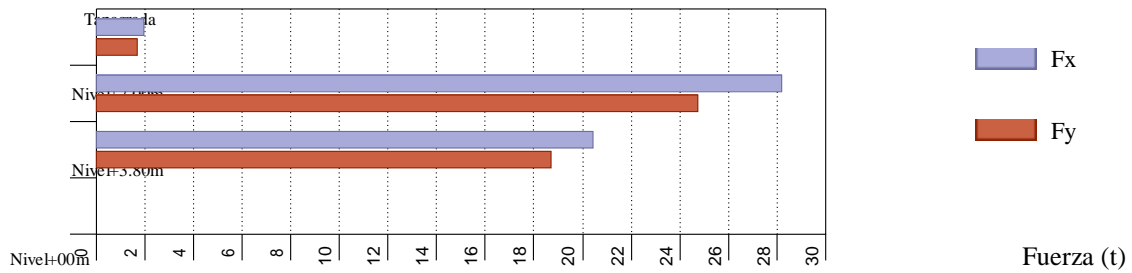
Hipótesis sísmica: Sismo Y1



Fuente: *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

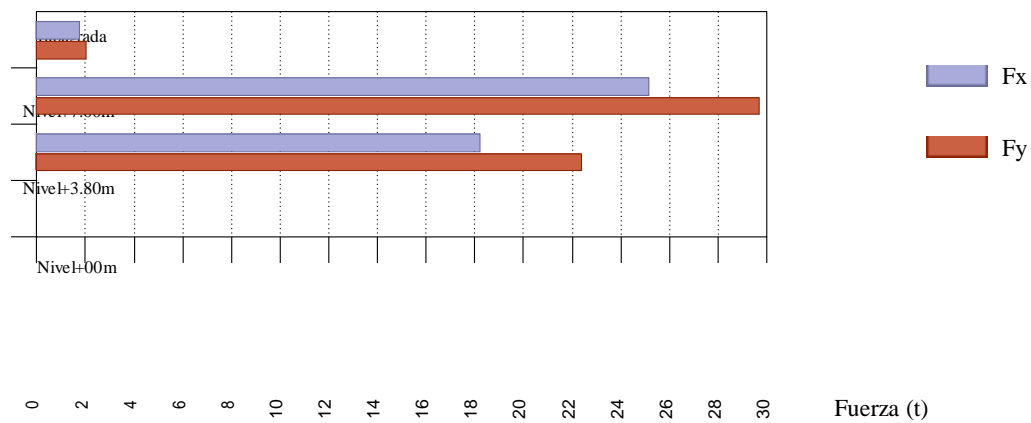
Fuerzas sísmicas equivalentes por planta

Hipótesis sísmica: Sismo X1



Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Hipótesis sísmica: Sismo Y1



Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Distorsión de las columnas

H: Altura del nivel respecto al inmediato inferior.

Distorsión

Absoluta: Diferencia entre los desplazamientos de un nivel y los del inmediatamente inferior.

Relativa: Relación entre la altura y la distorsión absoluta.

Origen:

G: Sólo gravitatorias GV: Gravitatorias + viento

Nota: Las diferentes normas suelen limitar el valor de la distorsión relativa entre plantas y de la distorsión total (desplome) del edificio.

El valor absoluto se utilizará para definir las juntas sísmicas. El valor relativo suele limitarse en función de la altura de la planta 'h'. Se comprueba el valor 'Total' tomando en ese caso como valor de 'h' la altura total.

Tabla 31: Juntas sísmicas persistentes

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
	Total		7.95	0.0004	----	G	0.0000	----	G
C2	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
	Total		7.95	0.0004	----	G	0.0001	----	G
C3	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
	Total		7.95	0.0003	----	G	0.0001	----	G
C4	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
	Total		7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G
C5	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
	Total		7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G

C6	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G
C7	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Tabla 32: Juntas sísmicas persistentes C8 adelante

Situaciones persistentes o transitorias									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Total		7.95	0.0003	----	G	0.0001	----	G
C8	Tapagrada Nivel+7.00m	9.55	2.80	0.0002	----	G	0.0005	h / 5600	G
	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	-1.20								
Total			10.75	0.0002	----	G	0.0005	----	G
C9	Tapagrada Nivel+7.00m	9.55	2.80	0.0002	----	G	0.0004	h / 7000	G
	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	-1.20								
Total			10.75	0.0002	----	G	0.0005	----	G
C10	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m	3.55	3.70	0.0002	----	G	0.0000	----	G
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0000	----	G	0.0000	----	G
	Cimentación	-1.20							
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G

C11	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m Cimentación	3.55 -0.15 -1.20	3.70 1.05	0.0002 0.0000	----	G G G	0.0001 0.0000	----	G G G
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G
C12	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m Cimentación	3.55 -0.15 -1.20	3.70 1.05	0.0002 0.0000	----	G G G	0.0000 0.0000	----	G G G
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0001	----	G
C13	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m Cimentación	3.55 -0.15 -1.20	3.70 1.05	0.0002 0.0000	----	G G G	0.0000 0.0000	----	G G G
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G
C14	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m Cimentación	3.55 -0.15 -1.20	3.70 1.05	0.0002 0.0000	----	G G G	0.0000 0.0000	----	G G G
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G
C15	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m Cimentación	3.55 -0.15 -1.20	3.70 1.05	0.0002 0.0000	----	G G G	0.0000 0.0000	----	G G G
Total			7.95	0.0003	----	G	0.0000	----	G
C16	Nivel+7.00m	6.75	3.20	0.0001	----	G	0.0001	----	G
	Nivel+3.80m Cimentación	3.55 -0.15 -1.20	3.70 1.05	0.0002 0.0000	----	G G G	0.0001 0.0000	----	G G G

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Tabla 33: Situaciones sísmicas

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Total		7.95	0.1068	h / 75	----	0.1028	h / 78	----
C4	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0367	h / 88	----	0.0269	h / 119	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0618	h / 60	----	0.0497	h / 75	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0083	h / 127	----	0.0067	h / 157	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.1068	h / 75	----	0.0833	h / 96	----
C5	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0368	h / 87	----	0.0257	h / 125	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0619	h / 60	----	0.0475	h / 78	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0084	h / 125	----	0.0065	h / 162	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.1071	h / 75	----	0.0796	h / 100	----
C6	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0367	h / 88	----	0.0249	h / 129	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0618	h / 60	----	0.0461	h / 81	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0083	h / 127	----	0.0063	h / 167	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.1068	h / 75	----	0.0772	h / 103	----
C7	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0288	h / 112	----	0.0338	h / 95	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0479	h / 78	----	0.0606	h / 62	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0063	h / 167	----	0.0083	h / 127	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.0831	h / 96	----	0.1026	h / 78	----
C8	Tapagrada Nivel+7.00m	9.55	2.80	0.0123	h / 228	----	0.0091	h / 308	----
	Nivel+3.80m Nivel+00m	6.75	3.20	0.0288	h / 112	----	0.0269	h / 119	----
	Cimentación	3.55	3.70	0.0479	h / 78	----	0.0496	h / 75	----
		-0.15	1.05	0.0063	h / 167	----	0.0067	h / 157	----
		-1.20							
	Total		10.75	0.0950	h / 114	----	0.0923	h / 117	----
C9	Tapagrada Nivel+7.00m	9.55	2.80	0.0123	h / 228	----	0.0087	h / 322	----
	Nivel+3.80m Nivel+00m	6.75	3.20	0.0288	h / 112	----	0.0257	h / 125	----
	Cimentación	3.55	3.70	0.0479	h / 78	----	0.0475	h / 78	----
		-0.15	1.05	0.0063	h / 167	----	0.0065	h / 162	----
		-1.20							

	Total		10.75	0.0950	h / 114	----	0.0883	h / 122	----
C10	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0288	h / 112	----	0.0249	h / 129	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0479	h / 78	----	0.0462	h / 81	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0063	h / 167	----	0.0063	h / 167	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.0831	h / 96	----	0.0772	h / 103	----
C11	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0288	h / 112	----	0.0244	h / 132	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0479	h / 78	----	0.0448	h / 83	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0063	h / 167	----	0.0061	h / 173	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.0831	h / 96	----	0.0749	h / 107	----
C12	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0254	h / 126	----	0.0338	h / 95	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0417	h / 89	----	0.0606	h / 62	----
		-0.15	1.05	0.0054	h / 195	----	0.0083	h / 127	----

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Tabla 34: Situaciones sísmicas c13 adelante

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Cimentación	-1.20							
	Total		7.95	0.0725	h / 110	----	0.1026	h / 78	----
C13	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0254	h / 126	----	0.0269	h / 119	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0417	h / 89	----	0.0496	h / 75	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0054	h / 195	----	0.0067	h / 157	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.0725	h / 110	----	0.0832	h / 96	----
C14	Nivel+7.00m Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0254	h / 126	----	0.0257	h / 125	----
	Nivel+00m	3.55	3.70	0.0417	h / 89	----	0.0475	h / 78	----
	Cimentación	-0.15	1.05	0.0054	h / 195	----	0.0065	h / 162	----
		-1.20							
	Total		7.95	0.0725	h / 110	----	0.0796	h / 100	----

C15	Nivel+7.00m	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0254	h / 126	----	0.0249	h / 129	----
	Nivel+00m		3.55	3.70	0.0417	h / 89	----	0.0462	h / 81	----
	Cimentación		-0.15	1.05	0.0054	h / 195	----	0.0063	h / 167	----
			-1.20							
		Total		7.95	0.0725	h / 110	----	0.0772	h / 103	----
C16	Nivel+7.00m	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0254	h / 126	----	0.0244	h / 132	----
	Nivel+00m		3.55	3.70	0.0417	h / 89	----	0.0448	h / 83	----
	Cimentación		-0.15	1.05	0.0054	h / 195	----	0.0061	h / 173	----
			-1.20							
		Total		7.95	0.0725	h / 110	----	0.0749	h / 107	----
C17	Nivel+7.00m	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0240	h / 134	----	0.0269	h / 119	----
	Nivel+00m		3.55	3.70	0.0388	h / 96	----	0.0497	h / 75	----
	Cimentación		-0.15	1.05	0.0050	h / 210	----	0.0067	h / 157	----
			-1.20							
		Total		7.95	0.0678	h / 118	----	0.0833	h / 96	----
C18	Nivel+7.00m	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0240	h / 134	----	0.0257	h / 125	----
	Nivel+00m		3.55	3.70	0.0388	h / 96	----	0.0475	h / 78	----
	Cimentación		-0.15	1.05	0.0050	h / 210	----	0.0065	h / 162	----
			-1.20							
		Total		7.95	0.0678	h / 118	----	0.0796	h / 100	----
C19	Nivel+7.00m	Nivel+3.80m	6.75	3.20	0.0240	h / 134	----	0.0249	h / 129	----
	Nivel+00m		3.55	3.70	0.0388	h / 96	----	0.0461	h / 81	----
	Cimentación		-0.15	1.05	0.0050	h / 210	----	0.0063	h / 167	----
			-1.20							
		Total		7.95	0.0678	h / 118	----	0.0772	h / 103	----
C20	Tapagrada Nivel+7.00m		9.55	2.80	0.0130	h / 216	----	0.0087	h / 322	----
	Nivel+3.80m	Nivel+00m	6.75	3.20	0.0267	h / 120	----	0.0257	h / 125	----
	Cimentación		3.55	3.70	0.0441	h / 84	----	0.0475	h / 78	----
			-0.15	1.05	0.0058	h / 182	----	0.0065	h / 162	----
			-1.20							
Total		10.75	0.0893	h / 121	----	0.0883	h / 122	----		
C21	Tapagrada Nivel+7.00m		9.55	2.80	0.0130	h / 216	----	0.0091	h / 308	----
	Nivel+3.80m		6.75	3.20	0.0267	h / 120	----	0.0269	h / 119	----
			3.55	3.70	0.0441	h / 84	----	0.0496	h / 75	----

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Tabla 35: Resumen situaciones sísmicas

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Nivel+00m	-0.15	1.05	0.0058	h / 182	----	0.0067	h / 157	----
	Cimentación	-1.20							
	Total		10.75	0.0893	h / 121	----	0.0923	h / 117	----
<p>Notas:</p> <p>(1) Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.</p>									

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Valores máximos**Tabla 36:** Desplome máximo de pilares d/h

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Tapagrada	1 / 9334	1 / 5600	1 / 216	1 / 308
Nivel+7.00m	----	----	1 / 68	1 / 95
Nivel+3.80m	----	----	1 / 47	1 / 61
Nivel+00m	----	----	1 / 98	1 / 127
<p>Notas:</p> <p>(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.</p>				

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Tabla 37: Resumen desplome total de pilares D/H

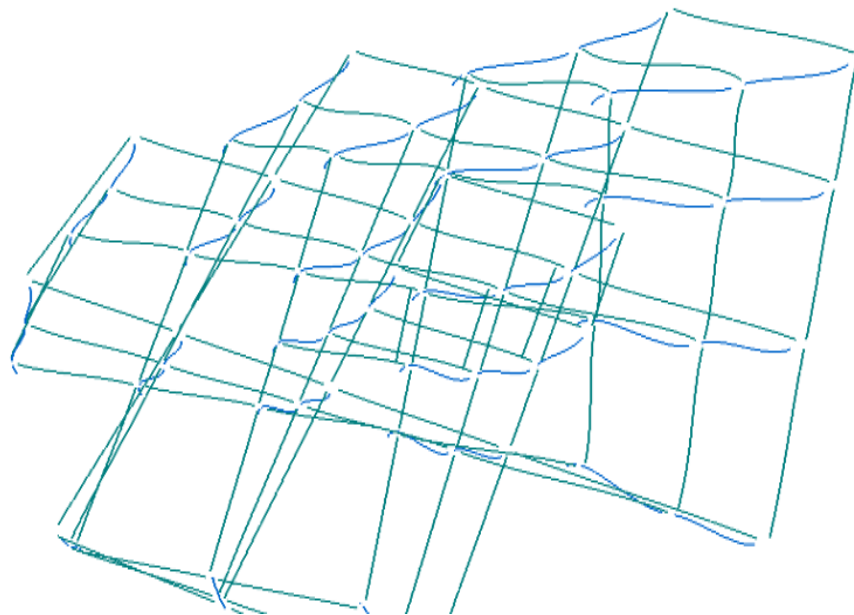
Desplome total máximo de los pilares (D / H)			
Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
----	----	1 / 58	1 / 78
<p>Notas:</p> <p>(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.</p>			

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Modos de vibración

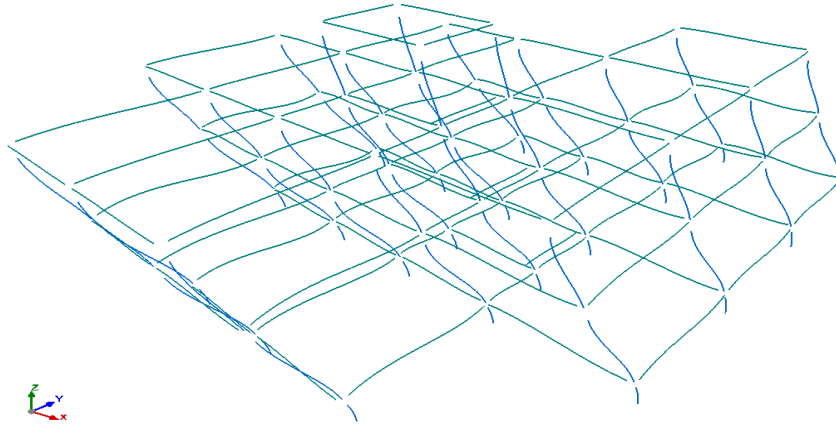
Los modos de vibración permiten analizar la vulnerabilidad de la infraestructura de las edificaciones que están inmersa algún evento a producirse. Los resultados obtenidos del modelamiento realizado en el programa CYPECAD del edificio del Vicerrectorado de Investigación son las siguientes:

Modo 1: El primer modo de vibración del sismo en sentido X: Presenta mayor movimiento torsional por que el L_{gz} es igual a 0.94 16 eso significa que prevalece la torsión en el primer modo de vibración.



Modo 2

El segundo modo de vibración en sentido y: Presenta un bajo movimiento torsional en donde L_{gz} es igual a 0.5842 por lo que prevalece el movimiento transnacional.



Análisis de los resultados finales de los modos de vibración sísmica del edificio vicerrectorado de investigación en la Laguacoto de la Universidad Estatal de Bolívar.

Coefficientes de participación

Tabla 38: Coeficiente de participación de lo modos.

Modo	T	L_x	L_y	L_{gz}	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.660	0.2867	0.1764	0.9416	61.79 %	23.38 %	R = 7.2 A = 1.202 m/s ² D = 13.2665 mm	R = 7.2 A = 1.202 m/s ² D = 13.2665 mm
Modo 2	0.653	0.4003	0.706	0.5842	23.17 %	72.08 %	R = 7.2 A = 1.215 m/s ² D = 13.1085 mm	R = 7.2 A = 1.215 m/s ² D = 13.1085 mm
Modo 3	0.577	0.0442	0.0122	0.9989	10.42 %	0.79 %	R = 7.2 A = 1.376 m/s ² D = 11.6191 mm	R = 7.2 A = 1.376 m/s ² D = 11.6191 mm
Total					95.38 %	96.25 %		

Fuente: NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Una vez obtenidos los resultados se pudo evidenciar la participación modal de las masas, donde los tres modos de vibración sísmica poseen un porcentaje mayor de 90%,

indicando que es favorable a cada uno de las direcciones, mientras que los valores de desplazamiento en sentido Lx y Ly, son menores a uno lo cual no prevalece la traslación en los dos modos. Cuando los valores del coeficiente participación de los modos (Lgz) son alejados a uno es mejor para su desempeño. Se debe tener presente que los modos de vibración más importante son el uno y dos, el coeficiente del primero indica un movimiento torsional Lgz (0,9416) y segundo modo posee un movimiento traslacional Lgz (0.5842). Además, el modo uno indica que en la estructura predomina el movimiento torsional en el sentido X, en el segundo modo señala que predomina bajo movimiento en sentido Y, por lo que los modos de vibración del edificio no son adecuados para el comportamiento de la estructura ante una amenaza sísmica.

Deriva de la distorsión de las columnas.

Tabla 39: Distorsión de las columnas

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Tapagrada	1 / 9334	1 / 5600	1 / 216	1 / 308
Nivel+7.00m	----	----	1 / 68	1 / 95
Nivel+3.80m	----	----	1 / 47	1 / 61
Nivel+00m	----	----	1 / 98	1 / 127
Notas:				
(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.				

Fuente: *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

Mediante los resultados obtenidos se puede visualizar que la distorsión de las columnas en el nivel +3.80m de la segunda planta en la dirección X (1/47) no cumple según lo establecido según las Normas NEC 2015, motivo de que el valor mínimo de las columnas deben ser L/50 en las direcciones X, Y. lo cual puede ocasionar un desplome de la columna.

Tabla 40: Distorsión de los pilares

Desplome total máximo de los pilares (D / H)			
Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
----	----	1 / 58	1 / 78
Notas: (1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.			

Fuente: *NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)*

Resultado alcanzado según el objetivo 3

Proponer estrategias de reducción de riesgos ante amenaza sísmicas.

INTRODUCCIÓN

Determinada las diferentes vulnerabilidades que presenta el edificio analizado, el presente trabajo de investigación denominado “Estudio de Vulnerabilidad Física Estructural del Sistema Edificio Vicerrectorado de Investigación en Lagacoto, frente a una amenaza sísmica, periodo 2022 – 2023”, se prevé establecer la siguiente propuesta que tiene como finalidad implementar aspectos de prevención, reducción y mitigación que son asociados a los desastres ocasionados por los diferentes fenómenos, cambios en los sistemas naturales que actualmente se está desarrollando frecuentemente en el Ecuador.

Se debe comprender que la vulnerabilidad física estructural está relacionada con la calidad, tipo de materiales que se utilizan para la construcción de las diferentes edificaciones, siendo esta la medula principal estructural del territorio, por ende, es un sistema de elementos que debe resguardar o restaurar en el caso que sea necesario.

ASPECTOS GENERALES

PROPUESTA

Estrategias para la reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural del Sistema de Edificio Vicerrectorado de Investigación Frentes a la Amenaza Sísmica.

JUSTIFICACIÓN

El cantón Guaranda perteneciente a la provincia Bolívar, se ha visto afectada por la amenaza sísmica desde siempre, ocasionando diferentes efectos negativos en las construcciones, esto se debe a la ubicación geográfica motivo por el cual se considerada una zona de alto riesgos, debido a la influencias de las capas tectónicas que son la de Nazca y Continental, las fallas geológicas que se encuentra propias del continente, presencias de volcanes, estos hacen que existan grandes movimientos de sismos en el Ecuador.

Motivo de cual se ha visto en la necesidad de realizar la presente propuesta denominada “Estrategias para la reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural del Sistema de Edificio Vicerrectorado de Investigación, frente a la amenaza sísmica”; teniendo como finalidad el reforzamiento estructural de la edificación, implementando las medidas de prevención de riesgos.

El presente estudio es de gran beneficio para la realización de estudios de riesgos, motivo de que permite fortificar los procesos de elaboración de estrategias para el correcto manejo de riesgo sísmico en la institución.

LINEAMIENTOS DE POLÍTICAS

Integrar a la Gestión de Riesgo como eje transversal principal para la planificación y desarrollo territorial del cantón Guaranda.

Mitigar el efecto ante un evento natural, a través de una cultura de prevención por parte de la población frente al riesgo.

Impulsar estudios geológicos en el área del crecimiento poblacional, para asentamiento humano en la ciudad de Guaranda, que permita realizar construcciones en sitios más consolidados con mejor características del suelo.

Los entes encargados del crecimiento poblacional deben regular con mayor eficiencia el tipo de construcción que se realiza dentro de la ciudad, dando cumplimiento a todas las normativas.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Estrategias para la reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural del Sistema de Edificio Vicerrectorado de Investigación Frentes a la Amenaza Sísmica

Objetivo específico

- Contribuir a la reducción de la vulnerabilidad estructural de la edificación.

UBICACIÓN

El edificio de Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar se encuentra ubicado en:

Tabla 41: Datos ubicación de la infraestructura

País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Cuidad	Guaranda

Dirección	Sector el Laguacoto en los previos de la UEB
Referencia	Al frente del edificio de tránsito subzona Bolívar
Nombre del edificio	Vicerrectorado de Investigación UEB.

Elaborado por: Cando, N. 2023

A continuación se detalla las principales características que presenta la edificación de Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar:

Tabla 42: Característica de la edificación

Tiempo de construcción	11 años
Propietario	Universidad Estatal de Bolívar
Superficie de terreno (m2)	8 hectáreas
Superficie de construcción (m2)	
Tipo de edificación	Hormigón armado
Estado de la edificación	Buen estado
Materiales de construcción predominante	Estructura hormigón armado, mampostería de ladrillo.
Piso	Porcelanato
Cantidad aproximada de usuarios	Promedio 45 personas

Elaborado por: Cando, N. 2023

Vialidad

Enfoque económico

Las estrategias a implementarse, son factibles en razón que tendrán el respaldo de los diferentes organismos e instituciones locales, que trabajen en conjunto para la implementación de la gestión de riesgo, permitiendo el desarrollo de las diferentes actividades, en el tiempo programado.

Enfoque social

Desde el punto de vista social es pertinente en razón de que existe interés en común por las autoridades de la UEB en que se realice el estudio pertinente de las edificaciones, para garantizar una mejor calidad de la infraestructura con la finalidad de que la percepción de las personas sea positiva y puedan ingresar al edificio, hacer el uso de ella con facilidad.

Enfoque técnico

La universidad Estatal de Bolívar cuenta con un departamento de servicios institucionales en la cual hay un área que trabajan Arquitectos, Ingenieros para la planificación del crecimiento físico de la universidad y que ellos garantizan que existan, observando también los problemas de riesgos, además en dichas áreas cuentan con el apoyo y asesoramiento de la Escuela de Administración para Desastres

Componentes de estrategias

Tabla 43: Componentes de la estrategia

Detalle/Componente	Proyectos	Metas	Localización	Responsable	Costo
Análisis del nivel de riesgo sísmico	Valoración estructural del edificio tal, con ingenieros estructurales.	Implementación un estudio minucioso de todo el edificio.	Área Rural	La Universidad Estatal de Bolívar.	\$ 4,500.00
	Estudio de mantenimiento de la infraestructura, con la finalidad de reducir el nivel de vulnerabilidad	Realizar procesos de remodelación	Zona de estudio	Institución Involucrada	\$5,000.00
	Campaña de concientización para fomentar una cultura de prevención de riesgo, la implementación de las Normas de Construcción	Estrategias de comunicación.	Zona de estudio	SNGR	3,000.00

Reducción de vulnerabilidad	Realizar un plan de capacitación acerca mitigación de vulnerabilidad física estructural frente a amenaza sísmica	Plan de emergencia. Simulacro	Zona de estudio	Unidad de Gestión de Riesgo de la UEB	2,000.00
	Implementar Seminario para la verificación del estado de las edificaciones de la UEB	Implementación de rehabilitación de estructuras según la NEC actual.	Autoridades responsables	Instituciones involucradas	4,000.00
	Estudio de suelos continuo, para saber el comportamiento de suelo, por el movimiento de masa ocasionada por la construcción del paso lateral.	Tipo de suelo El nivel freático.	Zona de estudio	Ing. geólogos	5,000.00

Recuperación estructural	Estudio del comportamiento estructural con ingenieros especializados en el área	Adecuación de la estructura donde presente daños para la conservación de la edificación mediante la aplicación de dos técnicas como la inyección de polímeros y resinas epóxica.	Zona afectada de la edificación por la amenaza sísmica		\$11,000.00
Total					\$34500.00

Elaborado por: Cando, N. 2023

Cronograma de actividades

Tabla 44: Cronograma de actividades

	Tiempo/ (Mensual 2 años)																							
	Año 1												Año 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estrategias para la reducción de la Vulnerabilidad Físico Estructural del Sistema de Edificio Vicerrectorado de Investigación Frentes a la Amenaza Sísmica																								
Componente 1: Análisis del nivel de riesgo sísmico																								
Estudio estructural del edificio que presenta un nivel de vulnerabilidad alta.																								
Estudio de reforzamiento de la estructura, con la finalidad de reducir el nivel de vulnerabilidad																								
Campaña de concientización para fomentar una cultura de prevención de riesgo, la implementación de las Normas de Construcción																								
Componente 2: Reducción de vulnerabilidad																								
Realizar un plan de capacitación acerca mitigación de vulnerabilidad física estructural frente a amenaza sísmica																								
Brindar capacitación																								
Talleres acerca de primeros auxilios, evacuación																								
Componente 3: Recuperación estructural																								
Proyecto de restauración estructural del edificio																								
Proyecto social																								
Proyecto económico																								
Seguimiento y Evaluación																								
Seguimiento																								
Evaluación																								

Elaborado por: Cando, N. 2023

Mantenimiento o Rehabilitación sísmica del sistema estructural de la edificación

Una vez determinado la vulnerabilidad de la edificación analizada se debe tener presente el siguiente procedimiento para su correcto mantenimiento, para a través de ello poder reducir la vulnerabilidad del mismo:

- Una vez detectado las fallas, deterioro de la infraestructura física (fisuras, grietas, deterioro), es importante realizar una solicitud de mantenimiento por parte del personal encargado.
- Realizar una inspección minuciosa por parte del personal de mantenimiento, indicando que solo se deberá atender fisuras o grietas de menor proporción, para problemáticas más propensas se deberá contratar personal capacitado.
- Para la realización del mantenimiento se deberá tener presente lo siguiente:

Tabla 45: Alternativas de mantenimiento sistema estructural

Alternativa	Descripción
Inyección de polímeros	<p>Son materiales aptos que posee características fluidas, es recomendable este material motivo de que es auto nivelable cuando se encuentra en un buen estado de mezcla.</p> <p>Este material se utiliza para rellenar diferentes cavidades y fisuras que se producen en las paredes, permitiendo a las paredes darle resistencia, evitando de esta manera el desprendimiento de ciertos tramos de la misma.</p> <p>Este material debe estar constituido de materiales como cemento de alta resistencia, agregados de granulometría, aditivo de expansores y superplastificantes.</p>

<p>Resina epóxica</p>	<p>Este material se utiliza en zonas que están expuestos al agua, motivo de que el humedecimiento de alguna zona del edificio puede ocasionar agrietamientos mayores en las paredes y tumbados ocasionando el desprendimiento del mismo.</p> <p>Los monteros de base epóxica permite al estar compuesto de resina epóxica y endurecedor permite proteger y cubrir fachadas y tumbados evitando de esta manera el ingreso de agua.</p> <p>Esta resina se ubica en grietas la cual evita daños en la infraestructura debido al agua y humedad.</p>
------------------------------	--

Elaborado por: Cando, N. 2023

Aquellas fisuras que demanden más mantenimiento deberán ser evaluados y analizados por equipos especializados como en caso de ingenieros estructurales y en oro tipo de instancias.

Comprobación de hipótesis

Al concluir con el presente trabajo de investigación se planteó como hipótesis lo siguiente:

Mientras más se realice el estudio de la situación actual de la infraestructura frente a la amenaza sísmica, mayor será el conocimiento para la utilización de los programas y las herramientas que ayude a determinar la vulnerabilidad física estructural del edificio en donde se determinó las dos variables

La Variable Dependiente: Vulnerabilidad física estructural del sistema edificio.

Variable Independiente: Amenaza Sísmica.

Matriz del resultado final de la situación actual aplicada la metodología del MEIPEE.

Tabla 46: Matriz resultado final según metodología MEIPEE

AREA	INFRAESTRUCTURA	C	I	SOPORTE LOGISTICO	C	I
Evaluación general	35%	11	6	35.29	11	6
Planta baja	40%	6	4	41.65%	4	5
Planta alta	50%	5	5	50%	5	6

Elaborado por: Cando N., 2023

Matriz de la sumatoria total de los elementos estructurales con el valor total del revote.

Tabla 47: Matriz resultado final de la estructura con el valor rebote

Elementos estructurales	Planta baja	Planta alta	Total
Pilares	19(214 kg/cm ²)	19(200 kg/cm ²)	38(207 kg/cm ²)
Vigas	25(220 kg/cm ²)	25(210 kg/cm ²)	50(215 kg/cm ²)
Losas	1(160 kg/cm ²)	1(230 kg/cm ²)	2(195 kg/cm ²)
Gradas	2(180 kg/cm ²)	2(200 kg/cm ²)	4(190 kg/cm ²)
Total	47	47	94

Elaborado por: Cando N., 2023

Con los datos obtenidos al realizar el estudio de la infraestructura en campo mediante la aplicación de la matriz del MEIPEE, la herramienta del esclerómetro y la aplicación del programa del CYPECAD me di cuenta que presenta una vulnerabilidad alta, frente a la amenaza sísmica con estos datos se demuestra que la hipótesis planteada en el proyecto de investigación si se cumple, por que presenta unas fallas en una de sus columnas en la planta alta presentando un valor de 200kg/cm², las gradas de la planta baja y en la losa de la primera planta ya que su valor es menor a lo que está establecido en las normas NEC lo que demuestra que el edificio no es apto para soportar un movimiento telúrico fuerte .

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.18. Conclusiones

- Al realizar el diagnóstico en que se encuentra el edificio Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la matriz de MEIPPE se determinó que la edificación es susceptible a sufrir graves daños ante un evento sísmico severo. Mediante la inspección visual realizada al edificio se pudo identificar fisuras de menor tamaño, humedad entre otros, misma que se propuso la aplicación de dos técnicas como es la inyección por polímeros que contribuye a sellar fisuras, la aplicación de resinas epóxica que permite la impermeabilización de paredes evitando el deterioro por humedad.
- Mediante el programa CYPECAD, se constató que la estructura analizada posee un nivel de vulnerabilidad alta, motivo de que las infraestructuras están diseñadas para resistir fuerzas horizontales producidas por un sismo. A través de los datos obtenidos se puede evidenciar que: el modo uno va en sentido X que tiene una mayor torsión con un movimiento ligero, un valor torsional de 61.97% que corresponde al porcentaje de masa que se desplaza, el modo 2 presenta un movimiento traslacional. Además, se puede mencionar que el periodo de vibración del edificio sobre pasa a las normas NEC, porque el periodo de vibración estipulado por las normas 2014 es de 0.43s, mientras que del edificio tiene un periodo de 0.66s dato que se obtuvo del siguiente calculo $0.66S * 1,3 = 0,86$ concluyendo que sobrepasa del 30% mismo se puede evidenciar que no está cumpliendo con lo establecido según las normas. Las distorsiones de la columna están en el límite en la dirección X, Y según las Normas Ecuatorianas de Construcción motivo que el valor mínimo es $L/50$ y se obtuvo como resultado $L/47$ ocasionando el desplome de la columna. Identificando las principales características del suelo: tipo de suelo C que se define como un suelo arcilloso, rocas blandas, espesor total de H mayor a 3 m de arcillas blandas, por lo que se puede concluir que los suelos con estas características, las

edificaciones se vuelven más vulnerables ante un evento sísmico, ocasionando daños en la parte estructural, lo que determina en el análisis de modelamiento al estudiar la vulnerabilidad físico estructural, permite establecer el estado situacional del Sistema Edificio del Vicerrectorado de Investigación en Lagucoto, cantón Guaranda, frente a una amenaza sísmica. con lo cual se demuestra que la hipótesis planteada en el proyecto de investigación se cumple.

- A través de la aplicación de estrategias para reducir la vulnerabilidad físico estructural de la edificación, contribuirá a reducir el colapso de la estructura mediante la acción telúrica en caso de sufrir algún evento, evitar pérdidas económicas y materiales del área de estudio. Además, con la aplicación de las dos técnicas se permitirá sellar fisuras, grietas, la impermeabilización de las paredes y tumbados evitando de esta manera el deterioro dichas paredes por el ingreso de agua y humedad.

1.19. Recomendaciones

- Para reducir el nivel vulnerabilidad del edificio de investigación se recomienda realizar el estudio de suelo de manera paulatina, con el propósito de verificar el comportamiento del suelo portante con los años, además se debe tener presente que se está construyendo el paso lateral de Guaranda existen movimientos de suelos cercanos al edificio de estudio, ocasionando cortes de talud altos.
- Se recomienda realizar todos los estudios técnicos y de ser el caso realizar reforzamiento estructural para mejorar el desempeño del mismo, por lo que también es muy necesario que los profesionales que se estén formando en Riesgos de Desastres manejen software como mecanismos de diagnóstico de las estructuras con la finalidad de una correcta toma de decisiones.
- Realizar un seguimiento continuo de riesgos de desastres con el propósito de prevenir, mitigar, reducir riesgos frente a una amenaza sísmica y evitar pérdidas humanas y el desplome de la infraestructura.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, P., & Sanchez, M. (2020). *Calidad del cuidado enfermero en el hospital basico San Miguel de la provincia Bolivar periodo anero-abril 2020*. Tesis, Guaranda-Ecuado.
- Aldas, A. (2016). *Gestion de Riesgos mayores en la empresa textil Santa Rosa C.A.: Implementacion del plan de emergencia*. Riobamba-Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Alvarez, L. (2018). *Evaluacion de la vulberabilidad fisica-estructural ante inundaciones de las viviendas del municipio de Patulul, Suchitepequez*. Tesis , Guatemala.
- Andachi, C., & Zapata, M. (2019). *Caso de estudio: Articulacion de la informacion arquitectonica y estructural con la vulnerabilidad sismo resistente del edificio administrativo de la Universidad Estatal de Bolivar*. Tesis, Guaranda-Ecuador.
- Arteaga, P. (2018). *Estudio de vulnerabilidad sismica, rehabilitacion y evaluacion del indice de daño de una edificacion perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Tesis, Cuenca-Ecuador. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/tesis%20(1).pdf
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la Investigación* . Colombia: Pearson.
- Bravo, D. (2019). *Aplicacion de la Gestion de Riesgos Naturales como instrumento para el establecimiento de politicas de desarrollo sostenible en el canton Cevellos provincia de Tungurahua*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Buenrostro, M., & et ed. (2021). Seismic Hazard analysis and site effects for Guadalajara Metropolitan area. *Internacional de Ingenieria de Estructuras*, 35. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/raguiar,+Art% C3% ADculo+3+Peligrosidad+M %C3% A9xico.pdf
- Camino, V., & et, e. (2021). *Calidad del cuidado enfermero en la unidad anidada San Miguel, Provincia Bolivar, periodo noviembre 2020-marzo 2021*. Guaranda-Ecuador: Universidad Estatal de Bolivar.

- Cardenas, M., & et, e. (2020). Caracterización socio-demográfica y ambiental de una comunidad no urbanizada y su vulnerabilidad ante desastres. *Revista científica Villa Clara*, 17. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/mdc/v24n4/1029-3043-mdc-24-04-767.pdf>
- Celi, C., & et ed. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de Quito-Ecuador, fase I: Curvas de capacidad de las tipologías estructurales, proyecto GEM-SARA*. Quito-Ecuador.
- CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL. (2010). CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION. Ecuador. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf
- Constitucion de la Republica del Ecuador. (2008). Constitucion de la Republica del Ecuador. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Coronel, V., & Buñay, J. (2018). Gestión de los seguros ante desastres naturales en el Ecuador. *Scielo*, 8.
- Duque, J., & Velez, T. (2019). *Aguas termales asociadas a fallas geológicas en la costa ecuatoriana*. Ecuador. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8278259>
- Enriquez, J. (2018). *Evaluacion de la Vulnerabilidad sísmica del Edificio de Ingenieria de la Universidad Señor de Sipan, actualizada a la norma E-30*. Tesis, Peru. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5497/Enriquez%20Porras%20Junior%20Rafael.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrada, K., & Vivanco, N. (2019). *Evaluacion de Vulnerabilidad sísmica, analisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito-Ecuador*. Quito-Ecuador.
- Farfan, J., & Diaz, E. (s.f.). *Estudio de vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de la zona 12, de la ciudad de Guatemala*. Tesis, Guatemala.
- Funvisis. (2018). Fundacion venezolana de investigaciones sismologicas.

- Garcia, J., & Rozo, J. (2020). *Aplicacion de temas de ingenieria civil evaluacion de vulnerabilidad sismica y diagnostico de patologia estructural en el municipio de Villavincencio, caso de estudio: edificio La Voz del Llano*. Tesis. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21864/2020jeffersongarcia?sequence=13&isAllowed=y>
- Giner, J., & Molina, S. (2019). Sismicidad y riesgo sismico. España: Club Universitario.
- Gray, N. (2018). Evaluacion y Reduccion de la Vulnerabilidad: Un enfoque indispensable para la Gestion Territorial. *Estudios Geograficos*, 59(230), 48-56.
- Guaraca, P., & et ed. (2018). *Analisis de velocidades de ondas de corte y periodos de vibracion del suelo. Parroquia Jubones. Ciudad de Machala*. Machala.
- Hernández, Y., & Ramirez, H. (2016). Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26, 128.
- Jimenez, M. (2018). GE Alerta. Obtenido de <https://blogs.upm.es/geoalerta/ecuador/riesgo-sismico-en-ecuador/>
- Ley de Seguridad Publica y del Estado. (2009). Ley de seguridad publica y del estado. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercop_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf
- Ley Organiza de Ordenamiento Territorial. (2016). Ley Organica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestion de Suelo. Obtenido de <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Us-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>
- Marcillo, G. (2019). *Evaluacion de Vulnerabilidad Sismica basada en los Metodos Benedetti y Petrini; FEMA 154 del edificio carrera de Ingenieri Agropecuaria - UNESUM*. Manabi: Universidad Estatal del Sur de Manabi.
- Mena, U. (2018). Evaluacion de riesgo sismico en zonas urbanas. Peru. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/handle/10803/6222#page=6>
- Monroy, M., & Nava, N. (2018). Metodologia de la invstigacion. *Grupo Editorial Exodo*.

- Moran, J. (2016). *Aplicacion de la metodologia FEMA 154 para la evaluacion de daños estructurales en edificaciones luego de un evento sismico*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Naciones Unidas. (2015). Marco de Sendai para la Reduccion del Riesgo de Desastres 2015-2030.
- Norma Ecuatoriana de la Construccion-NEC. (2015). Cargas sismicas diseño sismo resistente.
- Normas Ecuatorianas de Construccion NEC. (2012). Normas Ecuatorianas de Construccion- NEC-SE-DS. Quito.
- Oberti, A., & Bacci, C. (2017). *Metodologia de la Investigacion* . Universidad Nacional de La Plata.
- Parrales, G., & et, e. (2018). Conservacion de edificaciones. Area de Innovacion y Desarrollo. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/03/Conservacion-edificaciones-2-breve.pdf>
- Paucar, G. (2021). *Analisis de Vulnerabilidad Sismica en la comuna de "Oyambarillo" ubicado en la parroquia de Tababela, Quito-Ecuador*. Tesis, Quito-Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4523/1/Tesis%20Gonzalo%20Paucar.pdf>
- Peralta, N. (2017). *Análisis de Riesgos Mayores en el Centro de Tecnologías Educativas (CTE) de la Universidad Nacional de Chimborazo*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Publicas, C. O. (2011). Codigo Organico de Planificacion y Finanzas Publicas. Obtenido de http://www.geograficomilitar.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/06/base_legal/Codigo_Organico_de_Planificacion_y_Finanzas_Publicas.pdf
- QuestionPro. (2022). Investigacion de campo. Obtenido de <https://www.questionpro.com/es/investigacion-de-campo.html>
- Remache, R. (2022). *Vulnerabilidad sismica del barrio La Inmaculada del canton Guano provincia de Chimborazo*. Tesis, Quito-Ecuador. Obtenido de

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4702/1/REMACHE%20TI%20RONNY%20FABRICIO.pdf>

- Rey, F. (2019). *La responsabilidad legal y contractual por defectos constructivos*. España. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=233416>
- Romero, A., & Castillo, R. (2022). *Evaluación de la vulnerabilidad física y social en las áreas susceptibles a movimientos en masa en el asentamiento humano altos de Bellavista, en el municipio de Barrancabermeja*. Antiproyecto, Colombia.
- Rosero, A. (2018). *Inclusión de la Gestión del Riesgo de Desastres en los diferentes niveles de GAD del Ecuador considerando la relación entre el marco legal existente y prácticas populares tradicionales*. Quito: Universidad Andina Simon Bolívar.
- Sandoval, J. (2020). Vulnerabilidad-resiliencia ante el proceso de riesgo-desastre: Un análisis desde la ecología política. *Revista Latinoamerica Polis*, 17.
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (22 de 2 de 2022). *SNGRE presentó estrategia para la Gestión Inclusiva del Riesgo en Guayaquil*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sngre-presento-estrategia-para-la-gestion-inclusiva-del-riesgo-en-guayaquil/>

ANEXOS

ANEXO A: CRONOGRAMA ACTIVIDADES, PRESUPUESTO.

Tabla 48: Cronograma de actividades proyecto

CRONOGRAMA PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO																
ACTIVIDADES	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CAPITULO I																
1.1. Planteamiento del Problema																
1.2. Formulación del Problema																
1.3. Objetivos																
1.4. Justificación de la Investigación																
1.5. Limitaciones																
CAPITULO 2: MARCO TEORICO																
2.1. Antecedentes de la Investigación																
2.2. Bases Teóricas																
2.3. Marco Legal																
2.4. Definición de Términos (Glosario)																
CAPITULO 3: MARCO METODOLOGICO																
3.1. Nivel de Investigación																
3.2. Diseño																
3.3. Población y Muestra																
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos																
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos																
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS																
4.1. Resultados según objetivo 1																
4.2. Resultado según objetivo 2																
4.3. Resultados según objetivo :																
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																

5.1. Conclusiones																		
5.2. Recomendaciones																		
BIBLIOGRAFIA																		
ANEXOS																		
RESUMEN EJECUTIVO																		
INTRODUCCION																		
PRESENTACION DE BORRADORES																		
DEFENSA DEL PROYECTO																		

Elaborado por: Cando, N. 2023

PRESUPUESTOS

Tabla 49: Presupuesto y materiales utilizados en el proyecto

Materiales utilizados	Costos
Lapto	\$ 1200.00
Transporte	\$ 120.00
Internet	\$ 80.00
Resma de papel boom	\$ 15.00
Pendrive	\$ 8.00
Alimentación	\$ 100.00
Instalación de los sodward de AUTOCAD y CYPECAD	\$ 30.00
Esferos gráficos y cuadernillo de apunte	\$ 4.00
Costo total	\$ 1557.00

Elaborado por: Cando, N. 2023

En la matriz se indica el presupuesto final de presente trabajo la mismas que fueron utilizadas durante la elaboración del documento y el estudio del campo teniendo un total de inversión de mil quinientos cincuenta y siete dólares que fueron empleados en el transcurso del tiempo de los cuatro meses.

ANEXO B: BASE DE DATOS DE LOS REBOTE DE LA ESTRUCTURA

ENSAYO PARA MEDIR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO

Tabla 50: Ensayo números de rebote de concreto

OBRA	EDEFICIO DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	ENSAYO N°	1	FECHA	15/03/2023
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Columnas	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Baja

Descripción del concreto: Estructura de Hormigón Armado

Tabla 51: Descripción estructura columnas

Datos del concreto	Esquema de localización	Perfil
--------------------	-------------------------	--------

Edad del concreto	12 años		
Tipo de cemento	Portran tipo 1 Cemento de construcción		
Aditivos usados	SIKA 1		
Humedad interna	Seco		
Formaletas usadas	Hierro estructural		
Datos del rebote del esclerómetro planta baja			
Nombre de la estructura COLUMNAS	Promedio del rebote	Fc N/mm ²	Fc Kg/cm ²



COLUMNA 1	25	17	170
COLUMNA 2	28	22	220
COLUMNA 3	28	22	220
COLUMNA 4	24	16	160
COLUMNA 5	26	18	180
COLUMNA 6	29	24	240
COLUMNA 7	27	19	190
COLUMNA 8	27	19	190
COLUMNA 9	29	24	240

	COLUMNA 10	27	17	190
	TOTAL		2000	
	SUBTOTAL		200	
Diagnostico				
Formato FE	Laboratorista:	Nelly Cando	Revisado y Aprobado	Arq. Cesar Pazmiño Ing.: Gino Noboa

OBRA	EDEFICIO DEL VICERRECTORADO	ENSAYO N°	2	FECHA	15/03/2023
-------------	--------------------------------	------------------	---	--------------	------------

	DE INVESTIGACION				
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Viga	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Baja

Descripción del concreto: Estructura de Hormigón Armado

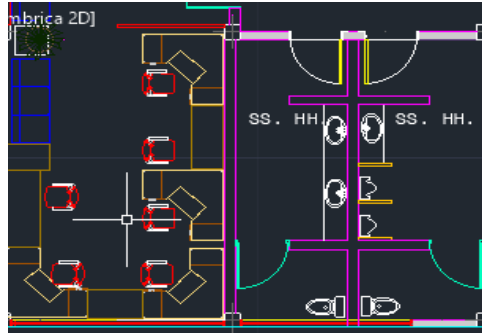
Tabla 52: Descripción del concreto vigas planta baja

Datos del concreto		Esquema de localización	Perfil
Edad del concreto	12 años		
Tipo de cemento	Portran tipo 1		
Aditivos usados	SIKA 1		
Humedad interna	Seco		
Formaletas usadas	Hierro Estructural		
Datos del rebote del esclerómetro Vigas			

Nombre de la estructura

VIGAS PLANTA BAJA

<<



Promedio
del rebote

Fc
N/mm2

Fc Kg/cm2

Viga 1

28

19

190

Viga 2

29

20

200

Viga 3

28

19

190

Viga 4

33

22

220

Viga 5

30

24

240

Viga 6

28

22

220

Viga 7

26

18

180

Viga 8

25

17

170

Viga 9

29

23

230

Viga 10

26

18

180

TOTAL

2200

SUBTOTAL

220


Diagnostico:				
Formato FE	Laboratorista:	Nelly Cando	Revisado y Aprobado	Arq.: Cesar Pazmiño Ing.: Gino Noboa

OBRA	EDEFICIO DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	ENSAYO N°	3	FECHA	15/03/2023
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Columnas	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Alta

Descripción del concreto: Estructura de Hormigón Armado

Tabla 53: Descripción columnas

Datos del concreto		Esquema de localización	Perfil
Edad del concreto	12 años		
Tipo de cemento	Portran tipo 1 Cemento de construcción		
Aditivos usados	SIKA 1		
Humedad interna	Seco		
Formaletas usadas	Hierro estructural		
Datos del rebote del esclerómetro planta alta			

Nombre de la estructura COLUMNAS		Promedio del rebote	Fc N/mm2	Fc Kg/cm2
	COLUMNA 1	28	22	220
	COLUMNA 2	26	18	180
	COLUMNA 3	27	19	190
	COLUMNA 4	28	22	220
	COLUMNA 5	28	22	220
	COLUMNA 6	29	24	240
	COLUMNA 7	27	19	190

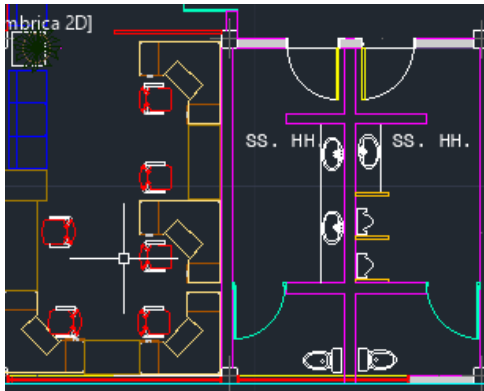
	COLUMNA 8	27	19	190
	COLUMNA 9	29	24	240
	COLUMNA 10	29	24	240
	TOTAL			2140
	SUBTOTAL			214
Diagnostico				
Formato FE	Laboratorista:	Nelly Cando	Revisado y Aprobado	Arq. Cesar Pazmiño Ing.: Gino Noboa

OBRA	EDEFICIO DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	ENSAYO N°	4	FECHA	15/03/2023
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Viga	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Alta

Descripción del concreto: Estructura de Hormigón Armado

Tabla 54: Descripción vigas

Datos del concreto		Esquema de localización	Perfil
Edad del concreto	12 años		
Tipo de cemento	Portran tipo 1		

Aditivos usados	SIKA 1			
Humedad interna	Seco			
Formaletas usadas	Hierro Estructural			
Datos del rebote del esclerómetro Vigas				
Nombre de la estructura		Promedio	Fc N/mm2	Fc Kg/cm2
Vigas		del rebote		
	Viga 1	28	19	190
	Viga 2	29	20	200
	Viga 3	28	19	190
	Viga 4	33	22	220
	Viga 5	30	24	240

	Viga 6	28	22	220
	Viga 7	26	18	180
	Viga 8	25	17	170
	Viga 9	29	23	230
	Viga 10	25	17	170
	TOTAL			2100
	SUBTOTAL			210
Diagnostico:				
Formato FE	Laboratorista:	Nelly Cando	Revisado y Aprobado	Arq.: Cesar Pazmiño Ing.: Gino Noboa

OBRA	EDEFICIO DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	ENSAYO N°	3	FECHA	15/03/2023
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Columnas	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Alta

OBRA	EDEFICIO DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	ENSAYO N°	3	FECHA	15/03/2023
DIRRECCION	Laguacoto	ELEMENTO	Columnas	SECC	32cm*32cm
AUTOR	Nelly Cando	VISTA	Horizontal	EJE	Planta Alta

Descripción del concreto: Estructura de Hormigón Armado

Tabla 55: Descripción de losas y gradas

Datos del concreto		Esquema de localización	Perfil
Edad del concreto	12 años		
Tipo de cemento	Portran tipo 1 Cemento de construcción		
Aditivos usados	SIKA 1		
Humedad interna	Seco		
Formaletas usadas	Hierro estructural		
Datos del rebote del esclerómetro planta baja y alta			

Nombre de la estructural		Promedio	Fc N/mm2	Fc Kg/cm2
Losas y Gradadas		del rebote		
	Losa 1	29	16	160
	Losa 2	29	16	160
	Losa 3	29	16	160
	Losa 4	29	16	160
	Total			640
	Promedio			160
	Cubierta losa 1	26	24	240
	Losa 2	23	19	190
	Losa 3	26	24	240
	Losa 4	27	25	250

	Total			920
	Promedio			230
	Grada 1	26	18	180
	Grada 2	26	18	180
	Grada 3	28	20	200
	Grada 4	28	20	200
	Total			760
	Promedio			190
Diagnostico:				
Formato FE	Laboratorista:	Nelly Cando	Revisado y Aprobado	Arq. Cesar Pazmiño Ing.: Gino Noboa

ANEXO C: PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL EDIFICIO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Figura 3: Planos arquitectónico planta baja

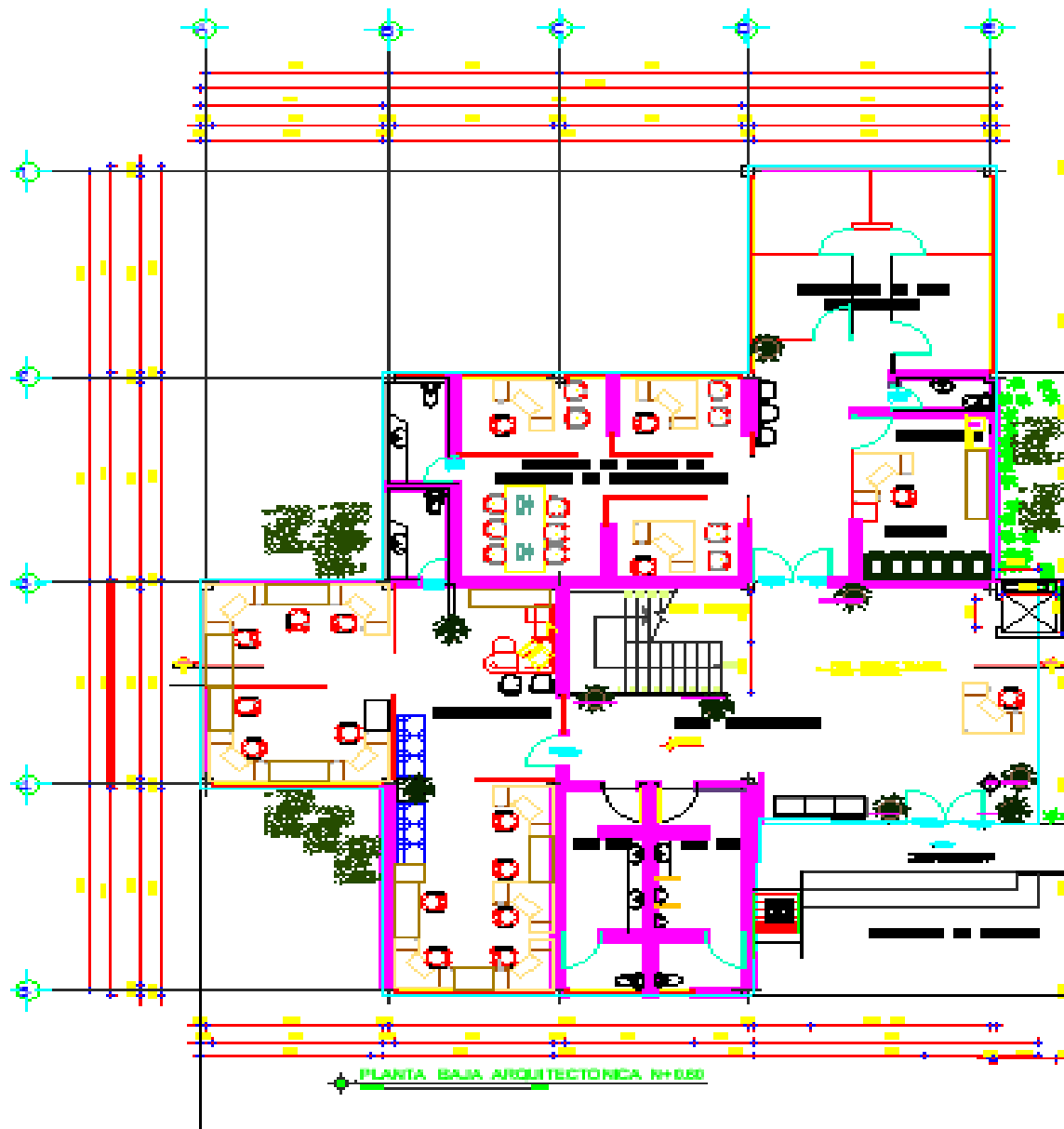
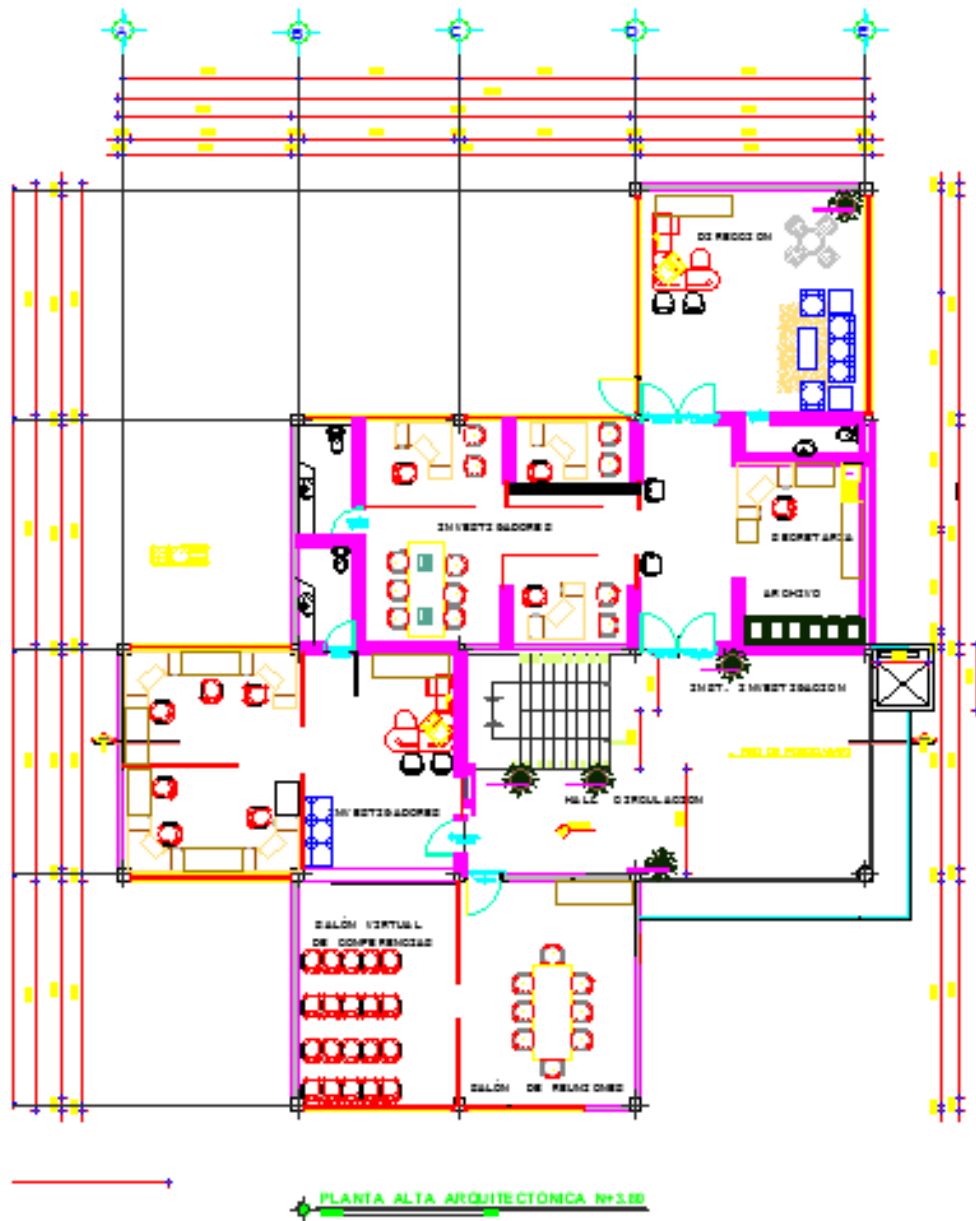
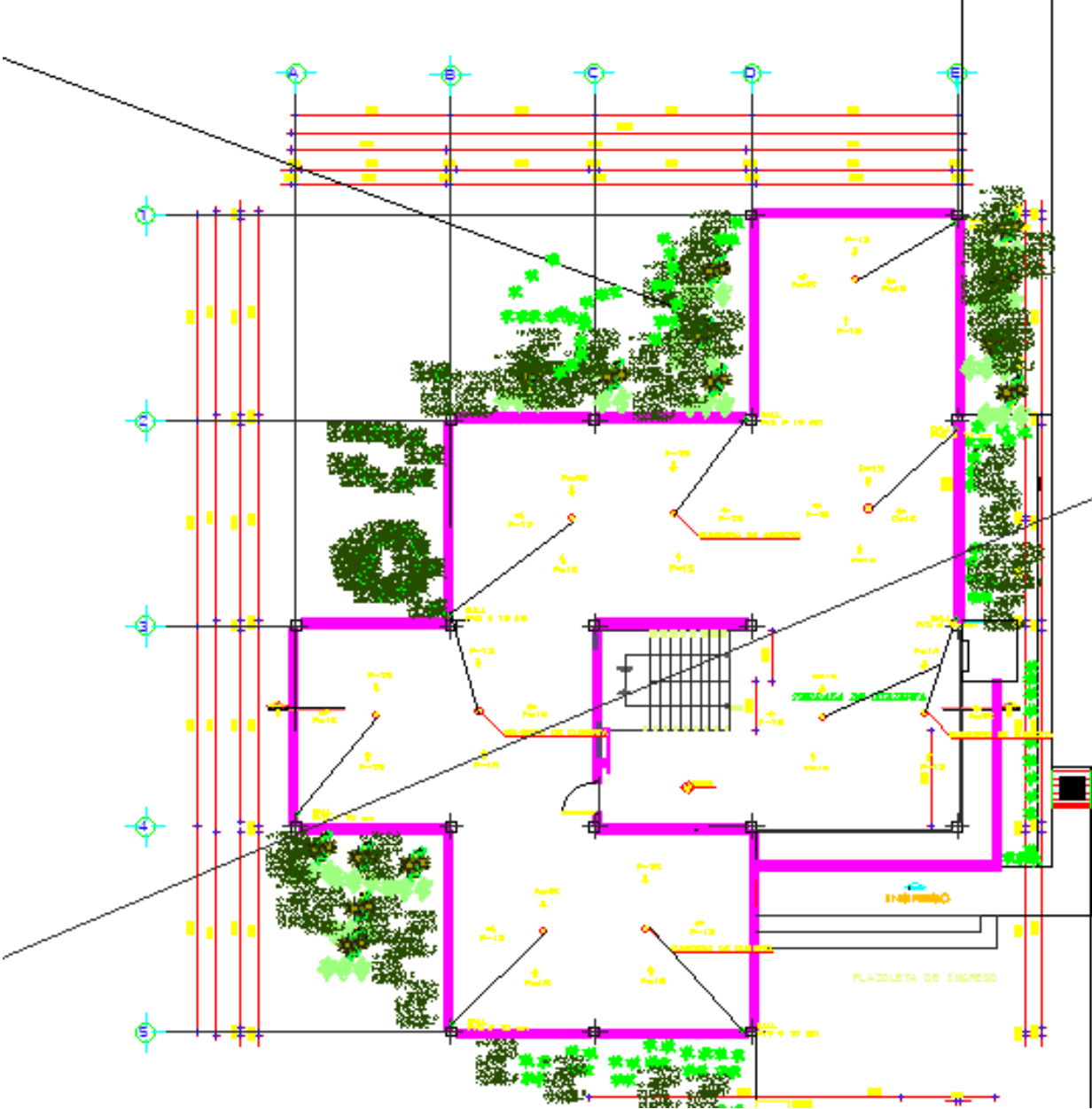


Figura 4: Plano arquitectónico primera planta



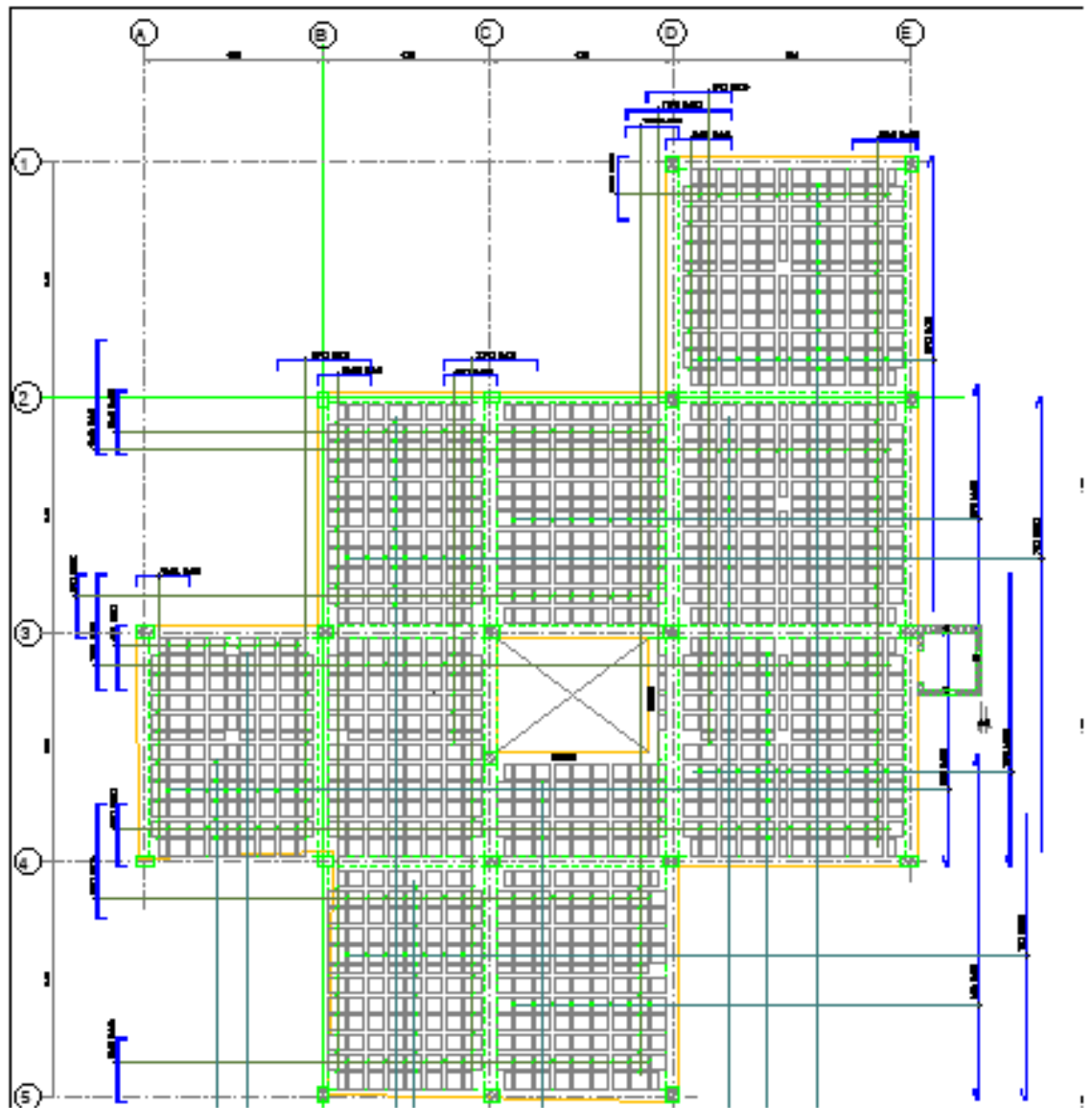
PLANO DE CUBIERTA DE LOSA

Figura 5: Plano arquitectónico cubierta losa



PLANO ESTRUTURAL

Figura 6: Plano estrutural



ANEXO D: FOTOGRAFÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Evaluación de la vulnerabilidad Institucional

PARTE INTERNA DEL EDIFICIO PLANTA BAJA



Planta alta en donde se aprecia el deterioro de la pintura y fisuras en la infraestructura del edificio.



No se da un constante mantenimiento al edificio.



Fotografías durante la obtención de datos para el programa CYPECAD de cada elemento estructural que conforma el edificio Vicerrectorado de Investigación.

DATOS DE LAS COLUMNAS.



VIGAS



LOSA CUBIERTA

