



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN
PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:
VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE AMENAZA SÍSMICA EN EL EDIFICIO
DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA
BOLÍVAR

AUTORES:
ALEXIS FERNANDO CHELA AGUACHELA
JONATHAN LEONARDO LASSO USHCA

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
ING. GINO NOBOA

GUARANDA-ECUADOR

2021

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado principalmente a Dios por haberme dado la vida, fuerza para seguir adelante por cuidarme y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis amados padres Alberto Lasso y Gabriela Ushca, por ser el pilar fundamental en mi vida gracias por su apoyo económico e incondicional, sus palabras de aliento, sus consejos que me dieron fortaleza para seguir adelante y culminar este gran sueño. Este logro es de ustedes que Dios siempre me los cuide y derrame mil bendiciones.

A mis hermanos, Edwin, Geovanny, Jairo, Alberto, Fernando y mis hermanas Angela, Leonela, Aida quienes han estado con su apoyo incondicional y dándome ánimos en todo momento enseñándome así a seguir adelante a pesar de las dificultades.

Para una persona super especial mi abuelita Rosario que fuiste como mi segunda madre gracias por bendecirme desde el cielo y guiar mi camino como quisiera que estuvieras presente en esta etapa tan importante de mi vida siempre estás en mi corazón y te recuerdo en cada momento.

A mis sobrinas y sobrinos quienes forman parte de mi vida y ocupan un lugar súper especial en mi corazón alegrándome la vida con sus ocurrencias.

Jonathan Leonardo Lasso Ushca

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial agradezco a Dios por darme salud, el amor y la perseverancia para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis padres y toda mi familia por sus consejos, dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional para poder cumplir este sueño tan anhelado.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano y Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo y su personal docente por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional en especial a mi docente tutor Ing. Gino Noboa, Ing. Paul Sánchez que con sus conocimientos y solidaridad supieron aportar para que nuestro proyecto de investigación terminara con éxito.

A la familia Larrea Calero que me han brindado su confianza y poder trabajar con ellos a lo largo de estos años, enseñándome que con trabajo, esfuerzo y dedicación se puede cumplir todas las metas.

A mis compañeros de aula por haber compartido grandes momentos y experiencias durante toda nuestra etapa de formación estudiantil.

Y a todas las personas que formaron parte de mi vida y que con sus palabras de aliento me dieron fuerzas para seguir adelante y terminar con éxito mi carrera.

Jonathan Leonardo Lasso Ushca

DEDICATORIA

Dios gracias por cuidar de mí de mi familia por la salud por las bendiciones, quiero dedicar este logro anhelado a las personas más importantes en mi vida.

Mis amados padres Manuel Chela y María Aguachela, con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo, con sus consejos amor y dedicación a su hijo hicieron que pueda avanzar así culminar mi carrera universitaria son mis pilares fundamentales en mi vida, gracias por el apoyo económico, moral, valores humanos por estar conmigo a pesar de las dificultades que existen en la vida diaria este logro es de ustedes que Dios les cuide siempre bendiciones los amo.

Mis queridos hermanos Pamela, Micaela, Luis, Melany quienes son parte de mi proceso son un apoyo motivacional eternamente agradecido con cada uno de ustedes, ya que mediante la unión y amor que existe en el vínculo de hermanos llegaremos muy lejos, aunque tomemos rumbos diferentes el amor de hermanos siempre va estar ahí presente en nosotros, mi cuñado Moisés Rea quien también forma parte gracias por los consejos y el aprecio, mi sobrino querido Mathias con su cariño me brinda ánimos a seguir hacia adelante.

Mi hija Emily Fernanda mi mayor bendición que Dios me regalo en mi vida, mi fortaleza e inspiración gracias tu presencia hija sigo de pie con mucha fe y ganas de triunfar en la vida, mi motor fundamental para seguir adelante con los sueños propuestos para brindarte un mejor futuro te amo hija.

Mi familia por los buenos consejos que hicieron que me motive aun cuando sentía estar rindiéndome, en especial quienes han estado preocupados por mi formación y han anhelado mi profesionalismo.

Alexis Fernando Chela Aguachela

AGRADECIMIENTO

A ti mi Dios nunca me has abandonado en los peores momentos de mi vida, por guiar mi camino para llegar a culminar mi etapa profesional y brindar salud y vida a todos mis seres queridos.

Agradezco a mis padres Manuel Chela y María Aguachela, mediante sus consejos y amor que me cobijaron a diario para ser una persona de bien, mis hermanos quienes me brindaron confianza, amor necesario en el trayecto de mi formación profesional, Jenny agradezco tu apoyo incondicional los consejos, amor, confianza a pesar de todo los obstáculos seguir siempre con los sueños poder llegar a cumplir los objetivos propuestos, a toda mi familia, mis abuelitos quienes siempre están pendientes de mí y los consejos sabios para mi diario vivir.

Agradezco la Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos, en especial a mis docentes de la carrera que durante mi etapa estudiantil brindaron la enseñanza académica y poder adquirir conocimientos para el futuro sobre todo por impartir sus experiencias y conocimientos que servirán en el ámbito profesional, agradecimiento enorme al Ing. Gino Noboa director de este trabajo investigativo gracias a sus apoyo y dedicación conjuntamente logramos culminar con éxito.

Eternamente agradecido con ustedes padres míos, hermanos por la confianza y amor necesario que me brindan.

Alexis Fernando Chela Aguachela

TÍTULO:

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE AMENAZA SÍSMICA EN EL
EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA
BOLÍVAR

Índice

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
TÍTULO:.....	V
Índice de Tablas.....	IX
Índice de Figuras	X
Índice de Anexos	XI
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR/A.....	XII
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I.....	16
1. El problema	16
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Problematización	18
1.3 Formulación del problema	20
1.4 Objetivos.....	20
1.4.1 Objetivo general.....	20

1.4.2	Objetivos específicos	20
1.5	Justificación de la investigación	21
1.6	Limitaciones.....	22
CAPÍTULO II.....		23
2.	MARCO TEÓRICO	23
2.1	Antecedentes históricos	23
2.2	Antecedentes referenciales.....	25
2.3	CYPECAD.....	32
2.4	Localización geográfica y aspectos generales del área de estudio.	32
2.5	Marco legal	35
2.6	Marco conceptual.....	38
2.7	Sistema de variables.....	44
2.8	Operacionalización de variables	44
CAPITULO III		48
3.	MARCO METODOLÓGICO	48
3.1	Tipo y diseño de la investigación y su respectiva general	48
3.1.1	Tipo de Investigación.....	48
3.2	Métodos de Estudio de la Investigación.	49
3.3	Diseño de la Investigación	50
3.4	La población y la muestra.....	51

3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	52
3.6	El tratamiento estadístico de información de los objetivos específicos.....	52
CAPITULO IV		54
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	54
4.1	Resultados del objetivo 1	54
4.2	Resultados del objetivo 2	80
4.3	Resultados del objetivo 3	105
CAPITULO V		119
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
5.1	Conclusiones	119
5.2	Recomendaciones	121
6.	BIBLIOGRAFÍA	123
7.	ANEXOS	128

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Operacionalización de la Variable Independiente</i>	45
Tabla 2 <i>Tabla Operacionalización de la Variable Dependiente</i>	46
Tabla 3 <i>Datos generales de la institución</i>	55
Tabla 4 <i>Tabla resumen de la Matriz Fema-154 aplicado en el edificio del GADP-B</i>	59
Tabla 5 <i>Cálculo de la Seguridad Estructural en el edificio GADP-B</i>	61
Tabla 6 <i>Cálculo de la Seguridad No Estructural del Edificio del GADP-B</i>	63
Tabla 7 <i>Cálculo de la Seguridad Funcional del Edificio del GADP-B</i>	68
Tabla 8 <i>Cálculo de la Seguridad administrativa del Edificio del GADP-B</i>	72
Tabla 9 <i>Resultado de ISU</i>	78
Tabla 10 <i>Coeficientes de participación</i>	91
Tabla 11 <i>Rango de periodos por modos estudiados</i>	94
Tabla 12 <i>Centro de masas, centro de rigidez y extremidades de cada planta</i>	94
Tabla 13 <i>Cortante dinámico</i>	96
Tabla 14 <i>Peso sísmico</i>	98
Tabla 15 <i>Valores máximos de desplome de los pilares</i>	99
Tabla 16 <i>Distorsiones de columnas</i>	100
Tabla 17 <i>Análisis de datos participación modal de masas</i>	102
Tabla 18 <i>Análisis de datos distorsión de columnas</i>	103
Tabla 19 <i>Información Básica</i>	105
Tabla 20 <i>Diagrama de Flujo</i>	113
Tabla 21 <i>Firmas de Revisión y Aprobación</i>	115

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Sismicidad del Ecuador 1534-2006, enfocada hacia Guaranda.</i>	23
Figura 2 <i>Muestra un bloque con las principales características Geológicas-Geomorfológicas de la Ciudad de Guaranda.</i>	26
Figura 3 <i>Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de una Edificación</i>	29
Figura 4 <i>Ubicación del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar</i>	34
Figura 5 <i>Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar</i>	56
Figura 6 <i>Irregularidad en planta en forma de L</i>	58
Figura 7 <i>Acción sísmica según la norma NEC-2015</i>	81
Figura 8 <i>Datos generales del hormigón empleados en el modelamiento.</i>	82
Figura 9 <i>Cargas permanentes y sobrecargas de uso.</i>	83
Figura 10 <i>Introducción de columnas.</i>	84
Figura 11 <i>Vigas de la edificación.</i>	85
Figura 12 <i>Modelamiento Tridimensional</i>	86
Figura 13 <i>Espectro elástico de aceleraciones</i>	89
Figura 14 <i>Espectros de diseño en X, Y</i>	91
Figura 15 <i>Representación de los periodos modales</i>	93
Figura 16 <i>Representación de centros de masa y centro de rigidez por planta</i>	95
Figura 17 <i>Primer modo de vibración</i>	101
Figura 18 <i>Segundo modo de vibración</i>	101
Figura 19 <i>Tercer modo de vibración</i>	102
Figura 20 <i>Mapa de Recurso y Evacuación Planta Baja</i>	116

Figura 21 *Mapa de Recurso y Evacuación Segunda Planta* 117

Figura 22 *Mapa de recursos y evacuación tercera planta* 118

Índice de Anexos

Anexo 1 *Matriz de evaluación visual rápida de la vulnerabilidad sísmica FEMA-154* 128

Anexo 2 *Matriz ISU reporte final aplicado en el edificio del GADP-B.* 129

Anexo 3 *Aceptación por parte de la Prefectura para realizar el proyecto de investigación.* 130

Anexo 4 *Recolección de datos de la resistencia del hormigón en vigas, columnas y losas con la utilización de la herramienta esclerómetro.* 131

Anexo 5 *Entrevista con los responsables de seguridad y salud ocupacional institucional para la calificación de la matriz ISU.* 132

Anexo 6 *Recorrido por la edificación para aplicación de la matriz FEMA-154 con el Ing. Víctor Moreno encargado por parte de la institución de la Prefectura de Bolívar.* 132

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR/A

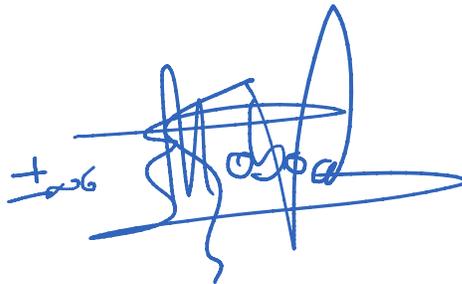
Guaranda, 6 de marzo del 2022

El suscrito Ing. Gino Alonso Noboa Flores., Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente-Tutor.

CERTIFICA:

En mi calidad de director del trabajo de titulación mediante la modalidad de proyecto de investigación titulado: “**VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE AMENAZA SÍSMICA EN EL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA BOLÍVAR.**”, realizado por **ALEXIS FERNANDO CHELA AGUACHELA** y **JONATHAN LEONARDO LASSO USHCA**, ha sido debidamente revisado y aprobado, y reúne los requisitos académicos y normativos establecidos en el reglamento de titulación; por lo que autorizo la presentación en las instancias respectivas de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano para su respectiva evaluación y calificación. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'G. Noboa Flores', with a horizontal line drawn through it.

Ing. Gino Alonso Noboa Flores

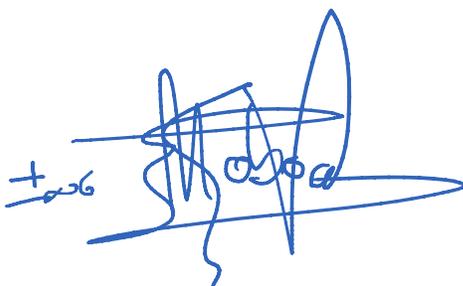
El suscrito Ingeniero Gino Alonso Noboa Flores, en calidad de **TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, docente de la Universidad Estatal de Bolívar

CERTIFICA

Que el Sr. **CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO**, portador de la cédula de ciudadanía No. **0202485934**, y el Sr. **LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO** portador de la cédula de ciudadanía No. **0202361432**, estudiantes de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**, culminados en la **Carrera Administración para Desastres y Gestión de Riesgos**, modalidad presencial, una vez revisado el documento “*Vulnerabilidad Estructural ante Amenaza Sísmica en el Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar*”, pueden proceder a realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 09 de marzo de 2022

Atentamente,



Ing. Gino Alonso Noboa Flores
Tutor Del Proyecto De Investigación



Factura: 001-006-000000821



20220201003P0041



NOTARIO(A) HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ

NOTARÍA TERCERA DEL CANTON GUARANDA

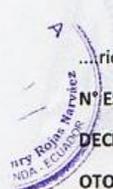
EXTRACTO

Escritura N°:		20220201003P00411					
ACTO O CONTRATO:							
DECLARACIÓN JURAMENTADA PERSONA NATURAL							
FECHA DE OTORGAMIENTO:		10 DE MARZO DEL 2022, (12:41)					
OTORGANTES							
OTORGADO POR							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo Interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que le representa
Natural	CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0202485934	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
Natural	LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0202361432	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
A FAVOR DE							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo Interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que representa
UBICACIÓN							
Provincia		Cantón		Parroquia			
BOLIVAR		GUARANDA		GABRIEL I VEINTIMILLA			
DESCRIPCIÓN DOCUMENTO:							
OBJETO/OBSERVACIONES:							
CUANTIA DEL ACTO O CONTRATO:		INDETERMINADA					

NOTARIO(A) HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ

NOTARÍA TERCERA DEL CANTÓN GUARANDA

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



...rio

N° ESCRITURA 20220201003P00411

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO y CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006 -000000821

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diez de Marzo del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores: LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO, soltero, de ocupación estudiante, por sus propios derechos, celular (0986686008), domiciliado en la Comunidad el Castillo, de la Parroquia Veintimilla, de Cantón Guaranda Provincia Bolívar, CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO, soltero, por sus propios derechos de ocupación estudiante, domiciliado en la Comunidad el Pongo de la parroquia Veintimilla del Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0968262977), obligarse a quienes de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE AMENAZA SÍSMICA EN EL EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA BOLÍVAR" es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención de título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, en la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquella se ratifica queda incorporada al protocolo de esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO

CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO

C.C. 020236143-2

C.C. 020248593-4



MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
Notario Tercero del Cantón Guaranda
AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA



Nosotros, Chela Aguachela Alexis Fernando y Lasso Ushca Jonathan Leonardo, autores, declaramos que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas con sus previos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y normativa institucional vigente.

ALEXIS FERNANDO CHELA AGUACHELA

JONATHAN LEONARDO LASSO USHCA

Faint mirrored text and signatures at the bottom of the page, likely bleed-through from the reverse side.



CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD



Número único de identificación: 0202361432

Nombres del ciudadano: LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO

Condición del cedulado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/GUARANDA/ANGEL POLIBIO CHAVES

Fecha de nacimiento: 30 DE SEPTIEMBRE DE 1994

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: ESTUDIANTE

Estado Civil: SOLTERO

Cónyuge: No Registra

Fecha de Matrimonio: No Registra

Datos del Padre: LASSO YUMBA MANUEL ALBERTO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: USHCA YUMBO GABRIELA

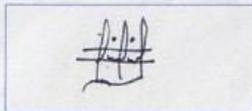
Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 4 DE NOVIEMBRE DE 2013

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 10 DE MARZO DE 2022

Emisor: HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ - BOLIVAR-GUARANDA-NT 3 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 228-688-49653



228-688-49653

F. Alvear

Ing. Fernando Alvear C.
Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación
Documento firmado electrónicamente





CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

Número único de identificación: 0202485934

Nombres del ciudadano: CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO

Condición del cedulado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/GUARANDA/ANGEL POLIBIO
CHAVES

Fecha de nacimiento: 9 DE OCTUBRE DE 1996

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: BACHILLER

Estado Civil: SOLTERO

Cónyuge: No Registra

Fecha de Matrimonio: No Registra

Datos del Padre: CHELA OCHOA SEGUNDO MANUEL

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: AGUACHELA CHIMBOLEMA MARIA S

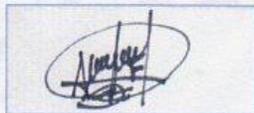
Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 18 DE JUNIO DE 2015

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 10 DE MARZO DE 2022

Emisor: HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ - BOLIVAR-GUARANDA-NT 3 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 224-688-49787



224-688-49787

F. Alvear

Ing. Fernando Alvear C.
Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación
Documento firmado electrónicamente



INSTRUCCIÓN: BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN: BACHILLER V4333V4222

APellidos y nombres del padre: CHELA OCHOA SEGUNDO MANUEL

APellidos y nombres de la madre: AGUACHELA CHIMBOLEMA MARIA S

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN: GUARANDA 2015-06-19

FECHA DE EXPIRACIÓN: 2025-06-19

Notario: Henry Rojas Narvez

REPÚBLICA DEL ECUADOR DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

CÉDULA DE CIUDADANÍA N. 020248593-4

APellidos y nombres: CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO

LUGAR DE NACIMIENTO: BOLIVAR GUARANDA

ANGEL POLIBIO CHAVES

FECHA DE NACIMIENTO: 1996-10-09

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

SEXO: M ESTADO CIVIL: SOLTERO



INSTRUCCIÓN: BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN: ESTUDIANTE E2333I2222

APellidos y nombres del padre: LASO YUMBA MANUEL ALBERTO

APellidos y nombres de la madre: USHCA YUMBO GABRIELA

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN: GUARANDA 2013-11-04

FECHA DE EXPIRACIÓN: 2023-11-04

REPÚBLICA DEL ECUADOR DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

CÉDULA DE CIUDADANÍA N. 020236143-2

APellidos y nombres: LASO USHCA JONATHAN LEONARDO

LUGAR DE NACIMIENTO: BOLIVAR GUARANDA

ANGEL POLIBIO CHAVEZ

FECHA DE NACIMIENTO: 1994-09-30

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

SEXO: M ESTADO CIVIL: SOLTERO

REPÚBLICA DEL ECUADOR CERTIFICADO DE VOTACIÓN, DUPLICADO, EXENCIÓN O PAGO DE MULTA

Elecciones Generales 2021 Segunda Vuelta

020236143-2 94177685

LASSO USHCA JONATHAN LEONARDO

BOLIVAR GUARANDA

GABRIEL I VEINTIMILLA GABRIEL I VEI

0 USD: 0

DELEGACION PROVINCIAL DE BOLIVAR - 0014 7

6985647 10/3/2022 10:53:11

REPÚBLICA DEL ECUADOR CERTIFICADO DE VOTACIÓN, DUPLICADO, EXENCIÓN O PAGO DE MULTA

Elecciones Generales 2021 Segunda Vuelta

020248593-4 69011116

CHELA AGUACHELA ALEXIS FERNANDO

BOLIVAR GUARANDA

GABRIEL I VEINTIMILLA GABRIEL I VEI

0 USD: 0

DELEGACION PROVINCIAL DE BOLIVAR - 0008 35

6984386 14/1/2022 14:15:22

RAZON: De conformidad con lo dispuesto en el art. 18 No. 5 de la Ley Notarial, certifico que la fotocopia es igual al documento original que se me exhibió y se devolvió, Guaranda, a

10 MAR 2022

Msc. Ab. Henry Rojas Narvez
NOTARIO TERCERO - CANTON GUARANDA



ESPACIO EN BLANCO

ESPACIO EN BLANCO

REPRODUCIDA EN SU ENTIDAD EN EL 10 MAR 2022. Se certifica que la fotocopia es una copia fiel del documento original que se le exhibió y se devolvió.

Notario Público
10 MAR 2022
Notario Público
Notario Público - CANTON GUAYAS

RESUMEN

El presente trabajo investigativo denominado “Vulnerabilidad Estructural ante amenaza sísmica en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar” la edificación está ubicado en la calle Manuela Cañizares 101, 9 de Abril de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar, en el cual se tuvo como objetivo principal determinar el nivel de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica mediante la utilización de tres metodologías, (ISU, FEMA-154, SOFTWARE CYPECAD) los cuales se logró determinar el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentra la edificación.

Mediante las matrices de inspección y evaluación rápida ISU (Índice de Seguridad Universitaria) y FEMA-154 se pudo determinar el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentra el edificio del GADP-B, así como también el nivel de seguridad en el que se encuentra el mismo siendo herramientas de gran utilidad para la realización de este proyecto de investigación.

Se utilizo el software de aplicación estructural CYPECAD para realizar un estudio preliminar de la estructura ante amenaza sísmica se tomó mucho en cuenta aspectos estructurales de la edificación de estudio, las Normas Ecuatorianas de Construcción 2015.

El software utilizado permite realizar cálculos y diseños de estructuras de hormigón armado para edificaciones sometidas a acciones horizontales y verticales ante amenazas sísmicas, de manera tridimensional el cual nos permitió obtener un diagnóstico detallado de la edificación del GADP-B.

Este trabajo investigativo realizado con las metodologías utilizadas es de importancia por cuanto el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, está ocupado constantemente por personal administrativo, técnico y personal flotante que laboran en la institución, establecer la vulnerabilidad estructural, ayuda a

garantizar el funcionamiento y buen desempeño estructural ante un evento sísmico de esta manera salvaguardar las vidas de las personas.

ABSTRACT

The present investigative work called "Structural Vulnerability to seismic threat in the building of the Decentralized Autonomous Government of the Bolívar Province" the building is located on Manuela Cañizares 101, April 9, in the city of Guaranda, Bolívar province, in which it was held as the main objective to determine the level of structural vulnerability to seismic hazard through the use of three methodologies (ISU, FEMA-154, CYPECAD SOFTWARE) which were able to determine the level of vulnerability in which the building is located.

Through the ISU (University Security Index) and FEMA-154 inspection and rapid assessment matrices, it was possible to determine the level of vulnerability in which the GADP-B building is located, as well as the level of security in which it is located. the same being very useful tools for the realization of this research project.

The CYPECAD structural application software was used to carry out a preliminary study of the structure in the event of a seismic threat, taking into account structural aspects of the study building, the Ecuadorian Construction Standards 2015.

The software used allows to perform calculations and designs of reinforced concrete structures for buildings subjected to horizontal and vertical actions in the face of seismic threats, in a three-dimensional way, which allowed us to obtain a detailed diagnosis of the GADP-B building.

This investigative work carried out with the methodologies used is of importance because the building of the Decentralized Autonomous Government of the Bolívar Province is constantly occupied by administrative, technical and floating personnel who work in the institution, establish the structural vulnerability, help to guarantee the

functioning and good structural performance in the event of a seismic event, thus safeguarding people's lives.

INTRODUCCIÓN

En un mundo frecuentemente afectado por muchos eventos peligrosos que causan pérdidas humanas, materiales y económicas a la sociedad, es de gran importancia priorizar las medidas de reducción de riesgo, ya que estas medidas previenen y reducen el impacto de desastres naturales como son los sismos y de esta manera contribuyen a reducir la vulnerabilidad en la colectividad.

Los sismos a lo largo de la historia han sido eventos devastadores en nuestro continente y en el mundo, casi todos los países de nuestra región han sufrido de fuertes terremotos los mismos que han causado un gran impacto económico, social y ambiental.

En Ecuador, donde el riesgo sísmico es alto y muchas estructuras son vulnerables debido a la construcción ilegal o no técnica sin respetar la ley, la evaluación estructural es un factor importante a considerar para evitar pérdidas como las experimentadas recientemente con el terremoto del 2016. (López Pavón,2017)

En la ciudad de Guaranda la mayoría de las edificaciones, tanto públicas como privadas, carecen de estudios detallados de vulnerabilidad física estructural. Sin embargo, es razonable asumir que la mayoría de edificaciones no cumplen con los estándares de resistencia sísmica establecidos por la Norma Ecuatoriana de Construcción. En el centro histórico de Guaranda designado como Patrimonio Cultural de la Humanidad la mayoría de edificaciones son estructuras de adobe. (Universidad Estatal de Bolívar, 2013)

Por ello es de gran importancia realizar actividades de reducción de riesgos ante los efectos de esta amenaza de origen natural (sismos) las mismas que ayudaran a reducir la vulnerabilidad como también los efectos que genera en la población.

El trabajo investigativo propuesto utilizaremos la metodología FEMA-154 e ISU (Índice de Seguridad Universitaria) para conocer el grado de vulnerabilidad de la

edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, así como también un modelamiento estructural mediante el software CYPECAD, el cual nos ayudará a determinar acciones para reducir posibles afectaciones en la infraestructura.

El presente trabajo investigativo se ha estructurado en cinco capítulos:

CAPITULO I: Contiene el problema a estudiar, objetivos para solucionar el problema, la justificación de nuestro trabajo y las limitaciones presentadas en el proyecto investigativo.

CAPITULO II: Este capítulo analiza la teoría científica que sustenta y respalda la investigación, así como los fundamentos teóricos, conceptuales, legales y terminológicos utilizados a lo largo del proyecto.

CAPITULO III: Para cada uno de los objetivos propuestos se describe el marco metodológico para la investigación, población y observación, técnica e instrumentos de recolección de datos, así como técnicas de procesamiento de datos.

CAPITULO IV: Se describe los resultados o logros alcanzados según los objetivos planteados en el proyecto de investigación.

CAPITULO V: Finalmente en este capítulo se enfatiza las conclusiones y recomendaciones sugeridas en el proyecto de investigación.

CAPÍTULO I

1. El problema

1.1 Planteamiento del problema

Gran cantidad de personas, en diferentes partes del planeta, han sido víctimas del poder destructivo que genera un movimiento sísmico, a pesar de los últimos avances tecnológicos en materia sismológica. La consecuencia inmediata de estos acontecimientos son las pérdidas humanas y económicas, a causa del impacto que producen los mismos en las edificaciones. Los ingenieros y arquitectos son quienes participan activamente en la concepción y diseño de todo tipo de obras civiles y éstos deben asumir un gran número de decisiones técnicas que garanticen el buen desempeño de las estructuras ante tal amenaza de la naturaleza. Es por ello que se debe conocer en detalle las condiciones del suelo, para así seleccionar una forma estructural, tanto en planta como en elevación, adecuada que sea capaz de disipar la energía telúrica correspondiente.

Los movimientos sísmicos son fenómenos naturales producidos por la ruptura de una falla que libera energía de deformación almacenada en la corteza de la Tierra, y de la propagación de la energía desde la fuente en forma de ondas vibratorias en todas direcciones (Melendez,2011) las mismas que causan daños en los diversos tipos de infraestructuras que no cuente con normas de construcción establecidas en cada país.

Los peligros sísmicos a los que se encuentra expuesto el Ecuador pueden generar gran efecto en la población, ante la incertidumbre de la vulnerabilidad de las edificaciones y en el entorno natural, su impacto es desastroso y negativo para el desarrollo socio económico del país. Para reducir este impacto se requiere aplicar protocolos de riesgos

sísmicos, así como también realizar investigación científica y tecnológica para aplicar y dar a conocer el nivel de peligrosidad que corremos al estar asentados en lugares sísmicamente activos.

Según estudios realizados por el autor (Escorza Jaramillo,1993) la ciudad de Guaranda se ubica en la zona conocida como “Depresión Guaranda”, la cual está delimitada por 3 fallas geológicas por lo que es altamente vulnerable a sismos de magnitudes considerables. Se destaca que la ciudad de Guaranda, asentada en un terreno conformado por laderas de materiales poco consolidados, por rellenos no debidamente compactados y sobre todo con un mal drenaje superficial, que induce gradientes elevados de filtración en el flujo subterráneo, presenta lamentablemente las condiciones más favorables para que se generen fenómenos de inestabilidad en el área urbana del cantón.

Debido a estos antecedentes es necesario realizar una investigación de la vulnerabilidad física estructural, esto implica realizar un diagnóstico del estado actual de la infraestructura el cual permitirá establecer si la edificación requiere un estudio más detallado por parte de especialistas que a través de la fundamentación técnica puedan efectivizar acciones de reducción de riesgo. En base a estos acontecimientos se puede realizar estrategias para el desarrollo y mitigar la vulnerabilidad del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar que se encuentra frente a estos acontecimientos naturales.

Según estudios realizados por la Universidad Estatal de Bolívar, en el documento del Perfil Territorial (2013) en caso de la ciudad de Guaranda la mayoría de las edificaciones construidas no se aplican las normas de construcción” dada que la ciudad de Guaranda está sometido a un esfuerzo compresivo regional originado por los cambios que se generan al subducirse la placa oceánica (Nazca) bajo la placa continental

(Sudamericana), este fenómeno geológico está en la capacidad de generar terremotos de magnitudes fuertes y volcanismo, fenómenos registrados en el pasado y con seguridad existirán en el futuro para determinar las zonas débiles de la infraestructura y establecer medidas de reducción de riesgo de esta manera evitar pérdida de vidas, pérdida económica en caso de que el edificio colapse durante un movimiento sísmico.

1.2 Problematización

Según el (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2007) la influencia de fenómenos de subducción y las fallas geológicas activas regionales y locales han generado eventos sísmos que han afectado a la ciudad de Guaranda.

Guaranda al estar ubicado en una zona alta de riesgo sísmico la de mayor valor del país, con 0,40 g. de aceleración en roca, además, la mayoría de sísmos de magnitud variable se encuentran en la denominada zona de subducción, donde ocurre la mayor fricción entre la placa oceánica de Nazca y Sudamericana.

Cabe señalar que Guaranda ha experimentado niveles de intensidad 8 en la escala MSK tres veces en su historia. Sorprende que unos de los eventos que mayor impacto ha tenido en Guaranda, y en general en esta región de la provincia, sea sismo de $M_s=7,9$ ocurrido en el año 1942 en la zona de subducción, cerca de las costas de Manabí y Esmeraldas este evento, sobre todo, llama la atención de las comunidades cercanas a la zona epicentral hayan experimentado aceleraciones de valores menores; es evidente que hubo un efecto de amplificación de las ondas sísmicas en la zona de estudio y que debe ser evaluado convenientemente. Los otros dos eventos que han producido intensidades de 8 en

la ciudad de Guaranda, en 1797 y 1911, están relacionados seguramente con la actividad de la falla Pallatanga, en su segmento más activo a lo largo del río Pangor y que se ubica a unos 26 Km al SE de la ciudad. Hay que recordar que el terremoto de 1797 es el evento que mayor destrucción ha producido históricamente en el Valle Interandino (Castro Pilco,2013).

Es imperativo resaltar que, el crecimiento desorganizado y acelerado de la ciudad además de la falta de insumos del ordenamiento territorial y la falta de aplicación de las normas NEC para realizar las construcciones hacen que las edificaciones de la ciudad de Guaranda sean altamente vulnerables ante eventos sísmicos.

Por todos estos factores se hace indispensable realizar el estudio de la vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica en unas de las infraestructuras públicas de la ciudad de Guaranda, que es de gran importancia para la provincia y la ciudad como del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

El presente estudio de investigación se convertirá en documento de gran importancia, ya que se aplicará la metodología FEMA-154 e ISU (Índice de Seguridad Universitaria) para conocer el grado de vulnerabilidad de la edificación, así como también un modelamiento estructural mediante el software CYPECAD, el cual nos ayudará a determinar acciones para reducir posibles afectaciones en la infraestructura.

Estas acciones resultan de vital importancia para el desarrollo sostenible y sustentable de la edificación del GADP-B.

1.3 Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar el nivel de vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el nivel de vulnerabilidad físico-estructural en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.
- Modelar el comportamiento estructural ante amenaza sísmica en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar mediante la utilización del Software CYPECAD.
- Recomendar medidas de reducción de riesgos ante eventos sísmicos en base al análisis de vulnerabilidad en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

1.5 Justificación de la investigación

El presente proyecto de investigación se lo realiza con la necesidad de obtener el estudio de vulnerabilidad ante amenaza sísmica de la edificación del GADP-B, ya que Ecuador ha experimentado varios sismos de gran magnitud en los últimos años, uno de los cuales ocurrió el 16 de abril del 2016 en Manabí con una magnitud de 7,8 en la escala de Richter, lo que lo convierte en uno de los terremotos más grandes del Ecuador por ende tiene una relevancia significativa por cuanto se busca unificar una necesidad académica junto con una necesidad social, incorporando criterios técnicos recientes en el tema de diagnóstico de edificaciones.

Es de interés que como futuros profesionales en el área de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo realizar este tipo de investigaciones, ya que nos permite identificar el nivel de vulnerabilidad en el que se encuentra la estructura y recomendar medidas para reducir el riesgo.

Este proyecto genera altas expectativas, especialmente porque en la historia de esta ciudad son pocos los estudios que se ha adelantado que argumente técnicamente el estado general de las edificaciones indispensables, considerando que las edificaciones tienen muchos años de ser construidos y es por esta razón que el desarrollo de esta investigación le ofrece la Administración del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, la oportunidad de hacer uso de este estudio para gestionar los recursos económicos que garantice la mitigación de las condiciones de riesgo evaluado en las edificación objeto de estudio, además de cumplir con los requerimientos de norma en cuanto a sismo resistencia y gestión del riesgo de desastres.

El aporte de esta investigación es determinar el nivel de vulnerabilidad a la que está expuesta la edificación y determinar el daño sísmico que servirá de ayuda para la

elaboración de medidas de reducción de riesgos ante amenaza sísmica la misma que ayudará a reducir la vulnerabilidad proteger la vida de los usuarios y ocupantes, así como los bienes o activos del área de estudio.

Los beneficiarios directos del proceso investigativo serán las autoridades y funcionarios que laboran en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

1.6 Limitaciones

Este estudio se realizará en la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, las limitaciones para proceder a realizar nuestra investigación son:

La carencia de estudios específicos en cuanto a vulnerabilidad estructural ante amenaza sísmica dentro de nuestra ciudad, y el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar para identificar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones.

Inexistencia de estudios previos a la construcción y remodelación de la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Insuficiente información de la infraestructura actual debido a la falta de cultura de prevención de riesgos.

La posibilidad de realizar el estudio de vulnerabilidad requerido en la edificación en estudio por las restricciones originadas por la pandemia del COVID 19.

CAPÍTULO II

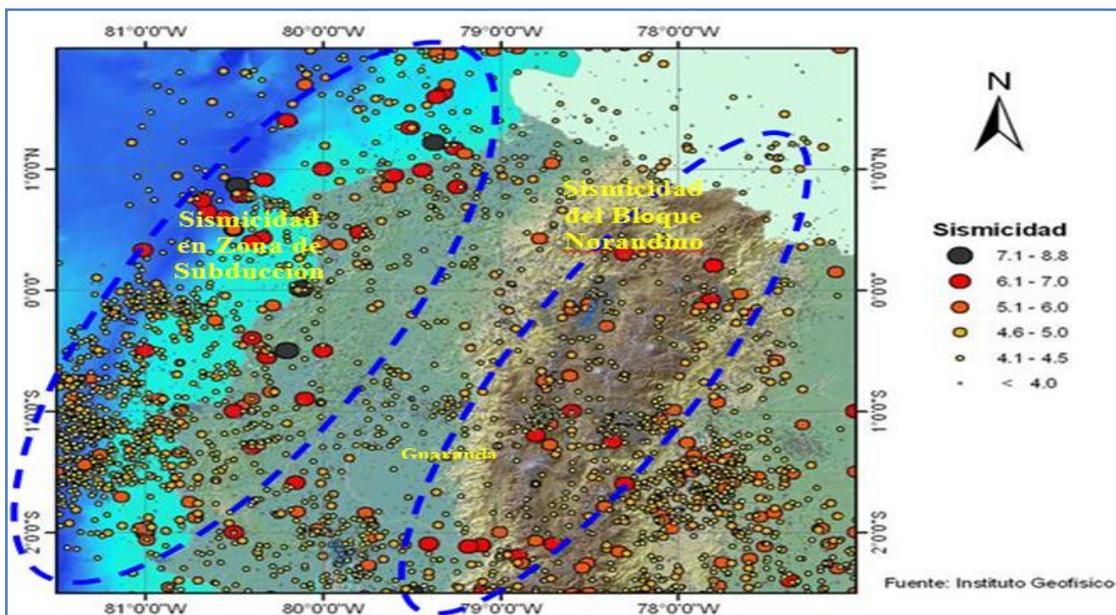
2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes históricos

En Ecuador, donde existe un alto riesgo de sismos y algunas estructuras son vulnerables a construcciones ilegales o no técnicas al margen de las normativas, la evaluación estructural es un aspecto importante a tener en cuenta para evitar daños. (López Pavón,2017)

Figura 1

Sismicidad del Ecuador 1534-2006, enfocada hacia Guaranda.



Fuente: IG/EPN, 2007.

Guaranda tiene un historial de ser afectado por fuertes terremotos, donde por lo menos en 3 ocasiones se han registrados intensidades sísmicas de 8. Estas intensidades han sido producidas en dos ocasiones por fuertes sismos, 1797 y 1911, originados muy

probablemente en la Falla Pallatanga o sus asociadas y que por la cercanía al sitio son capaces de generar sacudimientos de tales intensidades. (Mena Erazo, 2013)

La mayoría de las edificaciones, tanto como públicas como privadas, actualmente no cuentan con estudios detallados de vulnerabilidad física; sin embargo, es posible concluir que la mayoría de las edificaciones no cumplen con los estándares sismo resistentes establecidos por el código de construcción ecuatoriana, por ejemplo, en el centro histórico de Guaranda (declarado patrimonio cultural de la humanidad), la mayoría de edificaciones son estructuras de adobe. (Universidad Estatal de Bolívar, 2013)

Según (Martínez Jimenez,2014) el análisis sísmico de una estructura es fundamental tanto para garantizar un diseño adecuado frente a un sismo para comprender y predecir la respuesta estructural a un evento sísmico.

Como resultado, con referencia a los estudios citados relacionamos las metodologías utilizadas en nuestro trabajo de investigación, cuyo objetivo es determinar la vulnerabilidad estructural de la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia Bolívar, mediante la utilización del software CYPECAD y aplicación de la metodología FEMA 154 e ISU para conocer el nivel de vulnerabilidad estructural y el Índice de Seguridad que tiene la edificación.

2.2 Antecedentes referenciales

Ecuador se caracteriza por ser un país multiamenazas frente a desastres naturales, por ello el esfuerzo por mejorar la calidad de las edificaciones debería ser una prioridad. De los trágicos acontecimientos sucedidos en Pedernales en abril de 2016 se han extraído datos importantes provenientes de las edificaciones colapsadas o con alto grado de deterioro, en las que se evidencian tres características en común: 1. Construcciones sin criterios estructurales normados; 2. Ausencia de control profesional durante la construcción; y 3. Falta de previsión de posibles daños estructurales ante la incidencia de un sismo de gran intensidad. (Fernández, et al., 2018)

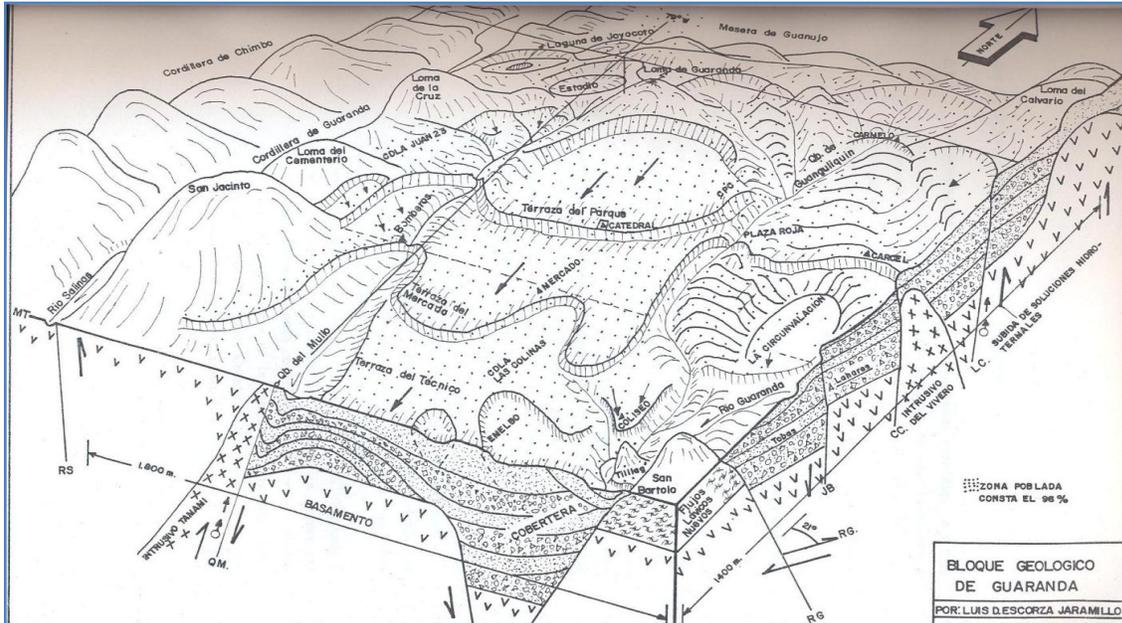
Los proyectistas estructurales deben diseñar sus edificios, casas entre otros, tomando en cuenta la acción sísmica, se puede decir que los sismos no matan a las personas, si no las estructuras que no están correctamente diseñadas o no cumplen con las normas de construcción establecidas. Por lo tanto, son importante los estudios relacionados con la vulnerabilidad sísmica en estructuras. (Escobar y Andrade Lara, 2019)

La provincia de Bolívar está ubicada en el centro oeste de Ecuador, en una zona sísmica 4° que representa alto riesgo según el Instituto Geofísico Militar. Esto se debe a que está rodeado por un sistema de fallas activas (falla de Pallatanga), locales (falla del río Chimbo y falla del río Salinas), lo que hace que la región sea más vulnerable a los sismos. (Amangandi, et al., 2019)

La zona de Guaranda, está sujeta a dos tipos de movimientos sísmicos: Por movimiento de la cobertura y por reactivación de fallas estructurales. (Escorza Jaramillo, 1993)

Figura 2

Muestra un bloque con las principales características Geológicas-Geomorfológicas de la Ciudad de Guaranda.



Fuente: Escorza, J Luis. 1993

En el cantón Guaranda existen proyectos similares a nuestro trabajo de investigación, el más cercano a la realidad al tema de estudio fue “Modelamiento de la Vulnerabilidad Sísmica del Edificio del Hospital básico IESS de la Ciudad de Guaranda, provincia Bolívar”, realizado por (Zaruma Huilca y Acurio Velasco, 2018), ya que en esta también se determina la vulnerabilidad sísmica estructural, así como también el modelamiento estructural mediante el Software CYPECAD.

Nuestro trabajo investigativo se diferencia del tema antes mencionado por la aplicación de la metodología FEMA-154 e ISU, para conocer un nivel de vulnerabilidad sísmica estructural más detallado y el Índice de Seguridad de la edificación, ya que en el cantón Guaranda no existen estudios realizados en las edificaciones aplicando las metodologías que se utilizara para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

Sismos

Es un movimiento brusco y errático de la superficie terrestre. Las vibraciones no tienen un historial específico y pueden manifestar en cualquier dirección. (Ortega Menéndez, 2011).

Hay tres tipos de movimientos sísmicos: tectónico, volcánico y artificial.

- Los primeros son el resultado de la tensión de las placas tectónicas, siendo sus zonas de conflicto las zonas cercanas a sus fronteras.
- Los volcanes advierten sobre erupciones eminentes y rara vez son destructivos.
- Los sismos artificiales son el resultado de las actividades humanas en el subsuelo.

El movimiento tectónico es el más importante de los tres tipos de movimiento por que libera el 80% de la energía sísmico del planeta.

Según el catálogo sísmico de Instituto Geofísico de la escuela Politécnica Nacional-IG/EPN(2007), el cantón y la ciudad de Guaranda históricamente han sido afectados por fuertes sismos; la ciudad ha sido visto afectado en 4 ocasiones afectadas por sismos de intensidad VIII (Escala MSK), siendo los de 1674 posiblemente provocados por una falla local; en 1797, 1911, muy probablemente provocados por la falla Pallatanga (una de las más activas del país), y en 1942 provocada por una zona de subducción a más de 218 km al oeste de Guaranda, causando graves daños a la ciudad y sus alrededores.

De acuerdo con el Código Ecuatoriano de Construcción (Ministerio de Vivienda,2002), el cantón tiene dos zonas de amenaza sísmica: la zona IV de alta intensidad sísmica, que cubre aproximadamente el 79% del área del cantón, y la Zona III de

Alta Intensidad Sísmica con un 21% del territorio, lo que evidencia la fuerte actividad sísmica de la región y la localidad. (Universidad Estatal de Bolívar, 2013)

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, un grupo de estructuras o toda una zona urbana se define como su propensión inherente a sufrir daños en caso de movimiento sísmico y está directamente relacionado con sus características físicas y de diseño estructural. (Díaz, 2003)

Peligrosidad Sísmica

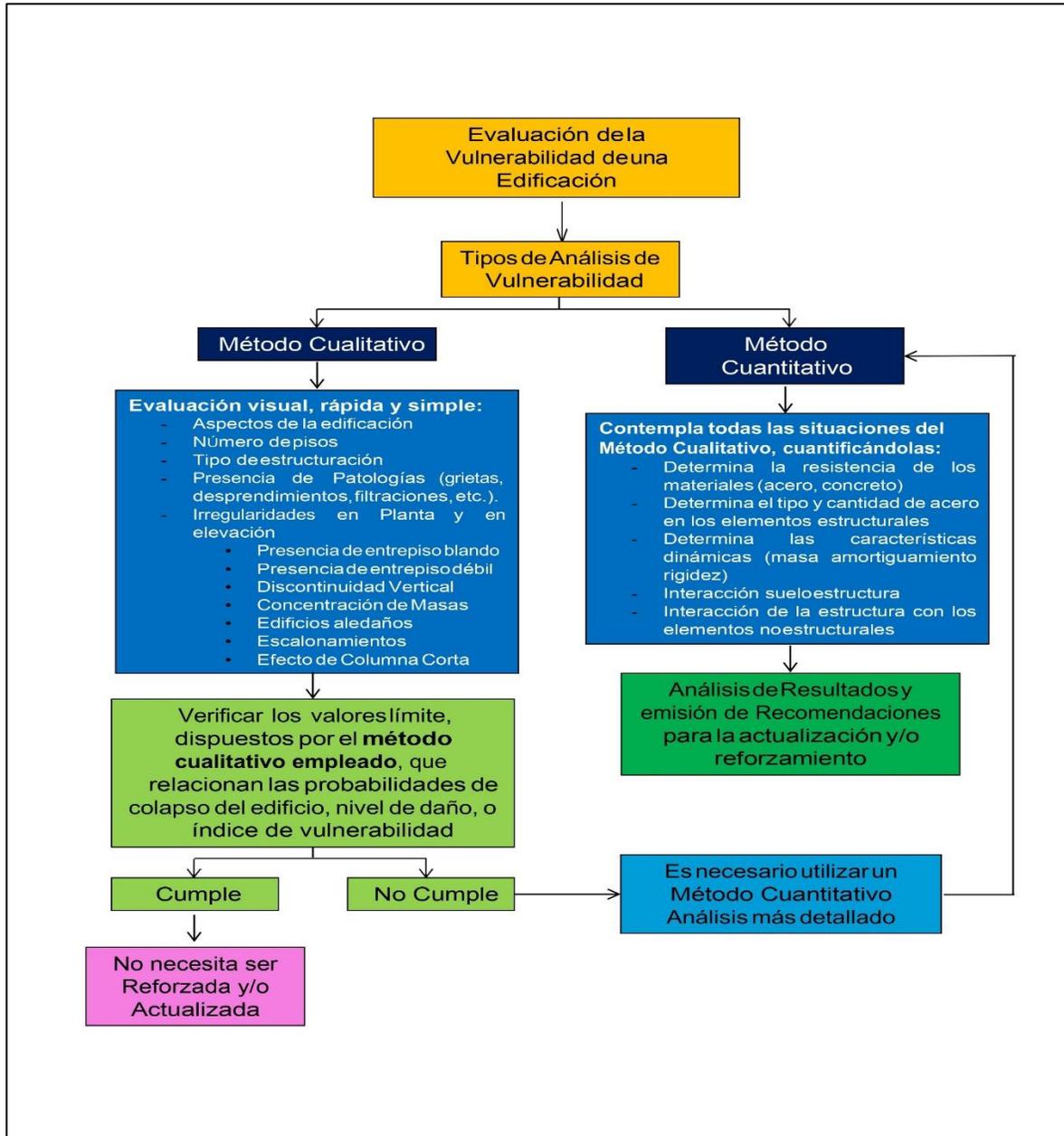
El riesgo de actividad sísmica se define como la probabilidad de que la actividad sísmica iguale o supere ciertos niveles de intensidad o aceleración causados por terremoto en un área específica y durante un periodo de tiempo específico. La vulnerabilidad sísmica de un elemento se define por su incapacidad para resistir acciones sísmicas. El término “daño sísmico” se refiere al deterioro de las propiedades de un sistema (funcionales, estructurales, y no estructurales) como resultado de una acción sísmica específica. (Lantada Zarzosa, 2007)

Vulnerabilidad Estructural

Se refiere a cuan vulnerables son los elementos estructurales de un edificio o estructura a verse afectados o dañados cuando se someten a fuerzas sísmicas y actúan en conjunto con otras cargas en esa estructura los elementos estructurales son las partes que soportan la estructura de una edificación y son los encargados de resistir las fuerzas provocadas por el peso de la edificación y su contenido, así como las fuerzas provocadas por los sismos entre estos elementos se encuentran las columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte, entre otros, se dirá que un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva aún ante desastres naturales severos como lo son los sismos de alta magnitud.(Álzate Buitrago,2017)

Figura 3

Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de una Edificación



Fuente: SEPROINCA

ISU

El Índice de Seguridad Universitaria es una herramienta de evaluación rápida y confiable que proporciona una inmediata probabilidad de que una institución de Educación Superior continúe funcionando cuando en evento peligroso se materialice. El sistema proporciona las ideas generales de debilidad de la universidad frente a los peligros y los posibles planes de acción para la reducción de riesgos.

El sistema constituye una forma rápida de evaluar las vulnerabilidades de la universidad (estructurales, no estructurales, funcionales y administrativas) y la forma de reducir los riesgos. Por lo tanto, no reemplaza a sistemas complejos de análisis estructural, constituye un primer paso en el modelo de reducción de riesgos. (Sánchez Franco, 2018)

- Esta herramienta es basada en:
- Índice de Seguridad Hospitalaria
- Índice de Seguridad Escolar
- Risk Management in Developmend Countries (Risk Management Seminar)
- Hospital Eugenio Espejo (Certificación de Calidad)
- Aprobada por:
- U.E.B. Aprobación por Honorable Consejo Universitario 24 de julio 2018
- Probada:
- Universidad Estatal de Babahoyo
- Universidad Estatal de Bolívar
- SENESCYT

Fema 154

Es un manual que presenta una metodología para la rápida identificación para realizar inventarios y determinar las edificaciones que presenten riesgo o su habitabilidad. Se utiliza un sistema de puntuación que se basa en el tipo de estructura, mediante una evaluación que nos permite identificar:

- Edificios existentes que fueron diseñados y construidos antes de la utilización de códigos de construcción para sismos.
- Edificios que estén construidos sobre suelos blandos.
- Edificios que poseen características no adecuadas para resistir un sismo. (Moran Troya, 2016)

Modelación de sistemas estructurales

Por modelado definiremos al proceso mediante el cual se genera una idealización matemática que pretende representar la conducta real de la estructura a ser construida. Por ello este proceso conlleva a la toma de decisiones respecto a los siguientes aspectos: La geometría de la estructura, las propiedades de los materiales que la constituyen, la magnitud y ubicación de cargas permanentes y variables, los tipos de elementos que la pueden representar con mayor fidelidad, las conexiones internas entre estos elementos, los apoyos externos y la interacción de la estructura con el medio circundante. (Gómez Martínez, 2011)

Para el análisis de los elementos estructurales se clasifican en:

Unidimensionales: cuando una de sus dimensiones es mucho mayor que las restantes.

Bidimensionales: cuando una de sus dimensiones es pequeña comparada con las otras dos.

Tridimensionales: cuando ninguna de sus dimensiones resulta ser mayor que las otras.

2.3 CYPECAD

El software CYPECAD fue creado en España en la década de los 80, ha sido concebido para realizar el diseño, cálculo y dimensionado de estructuras de hormigón armado y metálico para edificaciones y obra civil, sometidas a acciones horizontales, verticales y a la acción del fuego, el modelo numérico que trabaja CYPECAD es por el método matricial y elementos finitos. (CYPE Ingenieros, s.f.)

2.4 Localización geográfica y aspectos generales del área de estudio.

El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar está ubicado en las calles Manuela Cañizares y 9 de abril, en el centro de la ciudad de Guaranda, La existencia del edificio data aproximadamente desde el año 1971

El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar se encuentra entre las coordenadas:

Longitud: 722499

Latitud: 9824163

Altitud: 2668 m.s.n.m

Clima

En el cantón Guaranda encontramos diversos tipos de climas propios de su ubicación y con características únicas para cada zona climática es por ello que la precipitación varía dependiendo de cada zona por lo cual tenemos precipitaciones que van desde 500mm hasta 3000mm anuales, en relación a la temperatura estas varían desde $>10^{\circ}\text{C}$ a 24°C . (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda,2020)

Tipo de suelo del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar

Según el estudio realizado por el GAD-Municipal del Cantón Guaranda “**MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN GUARANDA**” el tipo de suelo en que el que se encuentra asentado el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar presenta características geotécnicas aceptables se trata de suelos areno- limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas. La humedad está en el promedio de 35% el promedio del índice de plasticidad está en el 6%, la cohesión es $>2\text{ Kg/cm}^2$, por lo cual es un material muy rígido, con un ángulo de fricción de 40° . Todas estas características llevan a calificar a este tipo de suelo como de calidad aceptable al momento de presentarse algún fenómeno sísmico. (Municipio del Catón Guaranda, 2011)

Figura 4

Ubicación del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Lasso J. & Chela A. 2021

2.5 Marco legal

Normas Ecuatorianas de Construcción

Artículo 1.- Aprobación y Oficialización.- Por el presente Acuerdo el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda aprueba y oficializa el contenido de las normas NEC-SE-CG CARGAS (NO SISMICAS), NEC-SE-DS CARGAS SISMICAS Y DISEÑO SISMO RESISTENTE, NEC-SE-RE REHABILITACION SISMICA DE ESTRUCTURAS, NECSE-GM GEOTECNIA Y DISEÑO DE CIMENTACIONES, NEC-SE-HM ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO, y, NEC-SE-MP ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL, relacionadas con la seguridad estructural de las edificaciones, las cuales integran la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, y se dispone su difusión y promoción. Las ejecuciones de las acciones pertinentes para el cumplimiento de este Acuerdo se delegan a la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos, en coordinación con los órganos de la Función Ejecutiva y otras entidades relacionadas. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Artículo 2.- Contenido. - El contenido detallado y pormenorizado de las normas que se oficializan, relacionadas con la seguridad estructural y el cálculo y el dimensionamiento para el diseño sismo resistente de las edificaciones, se integrarán a la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción).

1. Cargas (no sísmicas) NEC-SE-CG: Contempla los factores de cargas no sísmicas que deben aplicarse para el cálculo estructural de las edificaciones, así como propiedades físicas y mecánicas de los materiales a tener en consideración en el comportamiento estructural. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

2. NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas y 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 edificaciones que se encuentran sujetas a los efectos de sismos o terremotos en algún momento de su vida útil. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

3. NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras: Se vincula con las normas NEC-SE- DS para la rehabilitación sísmica de edificios existentes (evaluación y 13 diseño de sistemas para mejorar estructuras), así como establece los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en edificios, incluyendo parámetros para inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales para una gestión efectiva del riesgo sísmico. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

4. 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, geomorfología del sitio y características estructurales de la edificación; provee recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

5. NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado: Contempla el análisis de los elementos estructurales de hormigón armado (pórticos especiales y/o muros estructurales) para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional. Establece una clasificación para las estructuras de hormigón armado en función del mecanismo dúctil esperado en tablas y cuadros de aplicación al momento del diseño. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

6. NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural: Contempla criterios y requisitos mínimos para el diseño y la construcción de estructuras de mampostería

estructural en estrecha correlación con el resto de los capítulos contemplados en la NEC, para lograr un comportamiento apropiado bajo condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerza laterales de viento o sismo y bajo estados ocasionales de fuerzas atípicas. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Artículo 54: o) “regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres”

Artículo 57: w) “Expedir la ordenanza de construcción 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. (Código Orgánico de Organización Territorial, 2010).

Constitución de la Republica del Ecuador

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. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Art. 390.- “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, *que implicará 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 brindarán el

apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y *sin relevarlos de su responsabilidad*". (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

2.6 Marco conceptual

Altura de Piso

“Es la distancia vertical medida entre el terminado de la losa de piso o de nivel de terreno y el terminado de la losa del nivel inmediatamente superior”. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Acelerogramas

“Una serie temporal o cronológico de valores de aceleración que se ha registrado durante un sismo, la aceleración máxima y la duración de la excitación sísmica se pueden ver en la grabación” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Amenaza

“Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Vulnerabilidad

“Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Coefficiente de Importancia

“Coeficiente relativo a las consecuencias de un daño estructural y al tipo de ocupación” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Cortante Basal de Diseño

“Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Deriva de Piso

Desplazamiento lateral relativo de un piso - en particular por la acción de una fuerza horizontal – con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura. Se calcula restando del desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Espectro de respuesta

“Indica la máxima respuesta absoluta de osciladores simples de cierto grado de libertad con cierta amortiguación, en respuesta a una excitación sísmica en base al propio periodo o frecuencia del oscilador. Esta respuesta se puede expresar en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento para diferentes etapas de movimiento” (Paz Tiguila, 2012)

Espectro de Respuesta para Diseño

“El espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura.

Es un espectro de tipo elástico para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5%, utilizado con fines de diseño para representar los efectos dinámicos del sismo de diseño” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Espectro elástico de diseño

Se propone un espectro de respuesta del 5% del crítico para el diseño, siendo lo más normal, pero en verdad existe la certeza de que ese es el amortiguamiento de la estructura en combinación con la estratigrafía del lugar, quizá se idealice con un amortiguamiento crítico de 0%, 1%, 2%, 3%, ..., 10% y entonces se necesita el espectro de respuesta para cada uno de estos amortiguamientos, considerando que sólo se está tomando en cuenta un sismo. (Paz Tiguila, 2012)

Estructura

“Conjunto de elementos estructurales diseñados para soportar cargas verticales, sísmicas y de otro tipo. Las estructuras se pueden clasificar como estructura de edificación y otras estructuras distintas a las de edificación (puentes, tanques, etc).” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Esclerómetro

Este aparato mide la dureza superficial del concreto mediante el empleo de un martillo ligero, formado por un pequeño cilindro macizo de acero, que al momento de hacerlo chocar contra la superficie de la muestra nos mide la resistencia superficial del concreto. Este estudio es necesario para la determinación de la dispersión en la calidad del concreto en las diferentes partes de la construcción. (Vallejos Midianero, 2018)

Fisura

“Las fisuras son aberturas de ancho de hasta de 1mm que afectan solamente a la superficie de una estructura de concreto, y su aparición está ligada a cambios de humedad, temperatura y al estado tensional de las armaduras”. (Sotomayor C, 2020).

Grietas

“Mientras que las grietas, son aberturas cuyo ancho es mayor a 1mm que afectan a la estructura de concreto en todo su espesor”. (Sotomayor C, 2020).

Fuerzas Sísmicas de Diseño

“Fuerzas laterales que resultan de distribuir adecuadamente el cortante basal de diseño en toda la estructura, según las especificaciones de esta norma.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Licuación

“Fenómeno mediante el cual un depósito de suelo, sea esta grava, arena, limo o arcillas de baja plasticidad saturadas, pierde gran parte de su resistencia al esfuerzo cortante debido al incremento de presión de poros bajo condiciones de carga no-drenada, sean monotónicas o cíclicas.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Peligrosidad Sísmica

“Probabilidad de excedencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región determinada, de movimientos del suelo cuyos parámetros aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Daño sísmico

“Es el grado de degradación o destrucción causado por un fenómeno peligroso. La necesidad de cuantificar y explicar los efectos de este fenómeno sobre los distintos tipos de

estructuras existentes impulsa la evaluación e interpretación de los daños causados por los sismos”.(Bonett Diaz, 2003)

FEMA-154

El Informe FEMA P-154, Manual: Evaluación visual rápida de edificios en busca de posibles peligros sísmicos, está diseñado para ser implementado sin realizar análisis estructurales. Se emplea un sistema de puntuación que requiere que la persona encargada: (1) determine el tipo de edificio identificando el material de construcción de carga de gravedad primaria y el sistema de resistencia a la fuerza sísmica primaria; y (2) identifique los atributos de construcción que modifican el rendimiento sísmico esperado del tipo de construcción promedio respectivo. (SEPROINCA, 2018).

Período de Vibración

“Es el tiempo que transcurre dentro de un movimiento armónico ondulatorio, o vibratorio, para que el sistema vibratorio vuelva a su posición original considerada luego de un ciclo de oscilación.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Rigidez

“Es la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones y desplazamiento”. (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015)

Período de Vibración Fundamental

“Es el mayor período de vibración de la estructura en la dirección horizontal de interés.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015).

Sismo de Diseño

“Evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años (período de retorno de 475 años), determinado a partir de un análisis de la peligrosidad

sísmica del sitio de emplazamiento de la estructura o a partir de un mapa de peligro sísmico.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015).

Carga muerta

“Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015).

Carga Viva

“La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015).

Factor Z

“El valor de Z de cada zona sísmica representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015).

Zonas Sísmicas

“El Ecuador se divide en seis zonas sísmicas, caracterizada por el valor del factor de zona Z. Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia y del litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta.” (Norma Ecuatoriana de Construcción, 2015).

2.7 Sistema de variables

Variable Dependiente

Vulnerabilidad Estructural

Variable Independiente

Amenaza Sísmica en el Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

2.8 Operacionalización de variables

Operacionalización de la Variable Independiente: Amenaza Sísmica en el Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Tabla 1*Operacionalización de la Variable Independiente*

Variable Independiente					
Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumento
Amenaza sísmica	Excedencia probabilidad de movimiento del suelo cuyos parámetros de aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud e intensidad son cuantificados en un periodo específico de tiempo y en una región determinada.	Sísmica	Magnitud	Determinación de las magnitudes sísmicas registradas en la ciudad de Guaranda Niveles de afectación según los sismos registrados y las magnitudes de la misma. Probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico.	Búsqueda Bibliográfica

Elaborado por: Lasso J. & Chela A. 2021

Tabla 2*Tabla Operacionalización de la Variable Dependiente*

Variable Dependiente					
Variable	definición	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnica e instrumentos
Vulnerabilidad estructural	Se refiere a cual vulnerable son los elementos estructurales de un edificio o estructura averse afectado o dañados cuando se someten a fuerzas sísmicas y actúan en conjunto con otras cargas en esa estructura.	Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.	FEMA-154	Tipología del sistema estructural Altura de la edificación Irregularidades de la edificación Código de la construcción Tipo de suelo	Formulario Fema-154
			ISU	Cálculo de la seguridad estructural. Cálculo de la seguridad no estructural.	Informe ISU

				<p>Cálculo de la Seguridad funcional.</p> <p>Cálculo de la seguridad administrativa.</p>	
		<p>Comportamiento estructural</p> <p>Sismo</p> <p>Resistencia</p>	<p>Diseño, cálculo y dimensionado de estructuras para edificación sometidas a acciones horizontales, verticales.</p>	<p>Desplazamiento de la infraestructura por acción sísmica.</p> <p>Modos de vibración</p>	<p>Software de modelamiento estructural</p> <p>CYPECAD y normativa NEC.</p>

Elaborado por: Lasso J. & Chela A. 2021

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación y su respectiva general

3.1.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo se enmarca dentro del tipo de investigación de campo debido a que, se centra en hacer el estudio donde el fenómeno se da de manera natural, de este modo se busca conseguir la situación lo más real posible. La investigación de campo se presenta mediante la manipulación de una variable externa no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causas se produce una situación o acontecimiento particular. Podríamos definirla diciendo que es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos.

Puesto que esta investigación se realiza en el lugar de los hechos, es decir, donde ocurren los fenómenos estudiados, y por lo inicialmente expuesto en esta sección, éste estudio corresponde a un tipo de investigación de campo, tal como se define Hernández S y Otros (2010) “El análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia”.

3.2 Métodos de Estudio de la Investigación.

Métodos Cualitativos

Según Hernández Sampieri y otros (2003), el método cualitativo se utiliza para descubrir y refinar preguntas de investigación. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones. Por lo regular, las preguntas e hipótesis surgen como parte del proceso de investigación y éste es flexible, y se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito consiste en “reconstruir” la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido.

Para la realización de este trabajo de grado se consideró aplicar un modelo denominado mixto, el cual para Sampieri y otros (op. cit.) este modelo representa el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o al menos, en la mayoría de sus etapas. Requiere de un manejo completo de los dos enfoques y una mentalidad abierta. Sin duda, añade complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques. La investigación oscila entre los esquemas de pensamiento inductivo y deductivo.

El método cualitativo nos permite verificar los valores límite, dispuestos por el método FEMA-154, que relaciona las probabilidades de colapso del edificio nivel de daño, o índice de vulnerabilidad y el método ISU de la Universidad Estatal de Bolívar, creado por el Ing. Paul Sánchez para conocer el Índice de Seguridad de la edificación del GADP-B.

En resumen, estos métodos se caracterizan por:

Son métodos de evaluación rápida y sencilla.

Sirven para edificaciones diversas.

Seleccionan algunas edificaciones que necesitan un análisis más detallado.

Se usan para una evaluación masiva de edificios con fines de cuantificación de riesgo sísmico

Métodos Cuantitativos

Según Hernández Sampieri y otros (2010), el método cuantitativo es el que utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de las estadísticas para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

Contempla todas las situaciones del método cualitativo cuantificándolas en este caso a través del modelamiento con el software CYPECAD, el cual nos permite realizar análisis de resultados preliminar sobre la estructura de la edificación.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado y en este caso apoyan esta definición Tamayo y Tamayo (2004), al considerar que este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.

La investigación descriptiva se clasifica en: Estudio de medición de variables independientes e investigación correlacional. En tal sentido el presente trabajo se considera una investigación correlacional ya que, según Hernández, Fernández y Baptista, (1998. p-63). “La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales es saber cómo se

puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas”.

En otras palabras, se intenta predecir el valor aproximado que tendrá una variable en grupo de individuos, a partir del valor obtenido en la variable o variables relacionadas. Por lo antes mencionado este estudio se considera descriptivo correlacional, pues con él se pretende evaluar la estructura del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar para determinar el nivel de vulnerabilidad y si requieren o no una revisión detallada por un experto en diseño estructural, describiendo los elementos que participan en tal fenómeno.

Este trabajo se relaciona con el diseño experimental porque es un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández Sampieri, 2014).

3.4 La población y la muestra

La población a estudiar vendría a ser representada por unidades de análisis. Según Martínez (2004), la unidad de análisis es: “...el objeto específico de estudio de una investigación” (p. 75). Para la presente investigación, esta unidad está representada por la estructura del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar. En este estudio, se tomará en cuenta dicha edificación. En este caso se habla de una población intencionada para lo cual no se requiere trabajar con muestra y tamaño de la misma dado que se podría trabajar con la estructura en su totalidad.

El objeto de estudio es el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar, está ubicado en las calles Manuela Cañizares y 9 de abril, en el centro

de la ciudad, La existencia del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar data aproximadamente desde el año 1971.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

Dialogo con el director de planificación del GADP-B.

Dialogo con los funcionarios de Unidad Técnica.

Dialogo con el funcionario de Seguridad y Salud Ocupacional, Gestión de Riesgos.

Levantamiento de información con el esclerómetro (instrumento que tiene como objetivo, la determinación de la resistencia del hormigón de forma no destructiva) y cinta métrica.

Observación directa nos ayuda a conocer el estado actual de la edificación ante eventos sísmicos con los formularios FEMA-154 e ISU.

Software CYPECAD para realizar el modelamiento de la estructura del edificio en estudio.

3.6 El tratamiento estadístico de información de los objetivos específicos.

Objetivo 1

Para elaborar el primer objetivo: **Analizar el nivel de vulnerabilidad físico-estructural en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar** esto se logró mediante el uso del método de observación directa y de campo, el cual fue requerido para el análisis y validación, y fue documentado mediante el uso de fichas técnicas de las metodologías ISU y FEMA-154.

Objetivo 2

Para elaborar el segundo objetivo: **Modelar el comportamiento estructural ante amenaza sísmica en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar mediante la utilización del Software CYPECAD** se utilizó el método experimental, introduciendo datos del edificio para realizar el modelamiento estructural y determinar la vulnerabilidad sísmica en el software CYPECAD.

Objetivo 3

Par cumplir el tercer objetivo: **Recomendar medidas de reducción de riesgos ante eventos sísmicos en base al análisis de vulnerabilidad en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar** se utilizó la metodología propuesta en el presente trabajo investigativo ISU (Índice de Seguridad Universitaria) con la cual se elaboró procedimientos ante amenaza sísmica para el personal que labora en el edificio del GADP-B.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados del objetivo 1

Análisis del nivel de vulnerabilidad físico-estructural en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

A través de la metodología de campo y la observación directa se pudo levantar toda la información con la finalidad de determinar el nivel de vulnerabilidad que posee el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar y con ello poder plantear medidas preventivas ante eventos sísmicos.

Para el análisis del nivel de vulnerabilidad físico-estructural y el Índice de Seguridad del edificio se empleó matrices Fema-154 e ISU los mismos que se emplean para realizar una evaluación visual rápida de la estructura, en estas dos matrices se pudo identificar que el nivel de vulnerabilidad que posee la edificación del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar en la matriz Índice de Seguridad Universitaria es Vulnerabilidad Media mientras que en la matriz Fema-154 Vulnerabilidad Alta.

El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar está ubicado en las calles Manuela Cañizares y 9 de abril, en el centro de la ciudad de Guaranda, La existencia del edificio data aproximadamente desde el año 1971.

El tipo de suelo en que se encuentra asentado el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar presenta características geotécnicas aceptables se trata de suelos areno- limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas.

La edificación no posee los parámetros que se indican en las Normas Ecuatorianas de Construcción por el hecho de que la construcción se realizó en el año 1971 por lo que hasta la actualidad tiene 50 años de haber sido edificado lo que incrementa la vulnerabilidad ante un evento sísmico.

Tabla 3

Datos generales de la institución

Nombre de la Edificación:	Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar
Dirección:	Cándido Rada 101 y 9 de abril
Sitio de referencia:	Junto a la Fiscalía de Bolívar
Tipo de uso:	Administrativo
Fecha de evaluación:	06/09/2021
DATOS CONSTRUCCIÓN	
Área construida:	1161 m2
Año de construcción:	1971
Año de remodelación:	2011
Número de pisos:	3

Fuente: Fema-154

Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

El edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar está conformado por una estructura antigua, fue construida en el año 1971 por el Arquitecto Mauro Durango como se puede observar en la Figura 5.

Figura 5

Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar



Fuente: Lasso J. & Chela A, 2021

Aplicación del formulario de evaluación rápida Fema -154

Para la aplicación de la matriz de evaluación Fema-154 se realizó una visita de campo al edificio de estudio el día lunes 6 de septiembre 2021 a las 8:00 de la mañana. La inspección se lo realizo mediante la observación directa lo cual nos permitió determinar el nivel de vulnerabilidad en que se encuentra el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Parámetros de Evaluación de la matriz Fema-154

Tipología del sistema estructural

Mediante la observación directa se pudo determinar que la estructura del edificio del GADP-B posee una tipología pórtico de hormigón armado con muros estructurales ya que se observó la presencia de vigas, columnas de hormigón en la estructura. En base a esto se procedió a calificar con los puntajes del formulario Fema-154 siendo estas para Pórtico H. Armado con muros estructurales (C2) **2,8**.

Altura

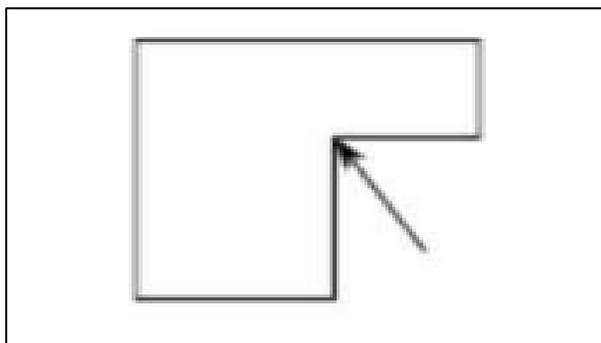
La altura de la edificación en base a los pisos cuenta con 3 niveles por lo cual la altura máxima de edificación se determinó por los pisos que posee en este caso 3. En el formulario se determina como de baja altura (es menor a cuatro pisos) con un puntaje de **0** para la tipología antes mencionada.

Irregularidades

Para la evaluación de las irregularidades en la matriz Fema-154 se determina dos tipos de irregularidades por elevación y planta. En relación a las irregularidades la estructura del edificio del GADP-B posee irregularidades por su forma ya que su configuración estructural en planta tiene forma de L sin juntas de construcción.

Figura 6

Irregularidad en planta en forma de L



Fuente: Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.

Después de identificar la irregularidad en el edificio se procedió a calificar en base a los puntajes del formulario siendo **-0,5** para la irregularidad en planta.

Código de Construcción

Para realizar la evaluación de este parámetro se buscó información en el departamento de planificación del GADP-B con el director del departamento Arq. Goyes quien nos supo manifestar que el edificio no cuenta con planos arquitectónicos y mucho menos estructurales ya que esta edificación fue construida en el año 1971. Por lo mencionado anteriormente en el formulario Fema-154 se lo determinó como Pre-código (construida antes de 1977) o auto construcción con un puntaje de **-1** para la tipología de pórtico de hormigón armado con muros estructurales.

Suelo

En lo que se relaciona al suelo de la edificación no se encontró ninguna información de haber realizado un estudio de suelo previo a la construcción del edificio por lo que tomó como referencia el estudio realizado por el GAD-Municipal del Cantón Guaranda

“MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA ZONA URBANA DEL CANTÓN

GUARANDA” el tipo de suelo en que el que se encuentra asentado el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar presenta características geotécnicas aceptables se trata de suelos areno- limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas. La humedad está en el promedio de 35% el promedio del índice de plasticidad está en el 6%, la cohesión es $>2 \text{ Kg/cm}^2$, por lo cual es un material muy rígido, con un ángulo de fricción de 40° . Todas estas características llevan a calificar a este tipo de suelo como de calidad aceptable al momento de presentarse algún fenómeno sísmico. (Municipio del Catón Guaranda, 2011)

Con el antecedente expuesto se procedió a calificar en la matriz Fema-154 en la cual se determinó que es un suelo Tipo D (Suelo duro) con un puntaje de -0,6 para la tipología seleccionada.

A continuación, se indica el resultado final del formulario Fema-154 aplicado en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

El formulario Fema-154 en el que se ha calculado de acuerdo a los parámetros que establece la propia matriz. (Se visualiza en el **ANEXO 1**.)

Tabla 4

Tabla resumen de la Matriz Fema-154 aplicado en el edificio del GADP-B

VULNERABILIDAD SÍSMICA		0,7	
Ponderación	Nivel de vulnerabilidad sísmica	Requiere evaluación más detallada	
S < 2,0	Alta vulnerabilidad (requiere evaluación especial)		
2,0 < S > 2,5	Media vulnerabilidad	Si	X
S > 2,5	Baja vulnerabilidad	No	
Observaciones: La construcción del edificio se realizó en el año 1971 sin normas de construcción nunca ha sido reforzada experimento sismo en el año 2016.			Firma del responsable de evaluación

Fuente: Fema-154

Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

Resultado Formulario Fema-154

Al designar los valores anteriormente planteados en el formulario Fema -154 nos arrojó como resultado **0,7** que de acuerdo a la tabla de calificación se determina como **Vulnerabilidad Alta** por ello existe la necesidad de que un ingeniero estructural experto realiza una evaluación estructural más detallada.

Índice de Seguridad Universitaria (ISU)

Para complementar el estudio realizado acerca de la vulnerabilidad también se procedió a realizar análisis con la matriz Índice de Seguridad Universitaria (ISU) del sistema de reducción de riesgo de desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, para lo cual se realizó entrevista a las autoridades del edificio, así como también un recorrido por las instalaciones de la edificación para conocer los niveles de capacidad de respuesta frente a eventos sísmicos del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Esta metodología constituye una forma rápida de evaluar las vulnerabilidades de las instituciones en aspectos como: estructural, no estructural, funcional y administrativa permitiendo al evaluador establecer prioridades para reducir el riesgo y la vulnerabilidad.

Por lo tanto, no reemplaza a sistemas complejos de evaluación estructural sino más bien constituye un primer paso en el modelo de reducción de riesgo.

Formularios ISU

- Seguridad Estructural
- Seguridad No Estructural
- Seguridad Funcional
- Seguridad Administrativa

Cálculo de la Seguridad Estructural del Edificio del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Para el cálculo de la Seguridad estructural se procedió a evaluar mediante los parámetros establecidos en la matriz ISU, observación directa y entrevista con el Arq. Álvarez para luego realizar la calificación respectiva con los valores determinados en la matriz, obteniendo un valor total de **2** con respecto a la Vulnerabilidad estructural.

A continuación, en la **Tabla 5** se puede observar el resultado de la calificación de la Seguridad Estructural en la edificación.

Tabla 5

Cálculo de la Seguridad Estructural en el edificio GADP-B

CALCULO DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL	PARÁMETROS	valor r
¿Ha sufrido la institución daños estructurales por Eventos Adversos?	Pocos daños	1
Remodelación, reparación y adaptación de espacios bajo estándar	Remodelación bajo estándar	1
Patología de estructura	Fisuras	3
Material estructural a la vista	Poco material estructural a la vista	2
Grietas en mampostería	Fisuras	3
Valor z	035 – 038	1
La estructura de la construcción es simétrica en planta	Diseño estándar	1
La estructura de la construcción es simétrica en elevación	Diseño estándar	1
La calidad de los materiales de construcción de la institución es apropiada	Hormigón armado	1

Existen concentraciones de masa, tales como tanques de agua, antenas u otras sobre la cubierta de la estructura	Tanques de agua	4
Las vigas de la construcción están adecuadamente fijadas a las columnas	Continuidad en tres dimensiones	1
Los volados de la institución tiene dimensiones grandes	más de 80 cm	4
Las vigas de la estructura están alineadas en edificios contiguos	Vigas alineadas	1
Entre edificios contiguos existen espacios de dilatación	2 cm o menos	4
TOTAL		2.00
SEGURIDAD ESTRUCTURAL		2.00

Fuente: Sánchez, P.2018

Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

Cálculo de la Seguridad No Estructural del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Con respecto a la Seguridad no estructural se evalúa los diversos elementos no estructurales que conforman la edificación entre ellas tenemos: Sistema Eléctrico, Sistema de Telecomunicaciones, Sistema de Aproveccionamiento de Agua, Sistema de Combustible, Gases para Laboratorios, Sistema de Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado en áreas críticas, Mobiliario y Equipos de Oficina Fijo y Móvil y Almacenes, Equipos de Laboratorio, Elementos arquitectónicos, en este caso no se tomó en cuenta los parámetros que contiene los elementos que se denomina Gases para Laboratorio y Equipos de laboratorio ya que el edificio no cuenta con estos elementos.

Mediante la visualización directa y recorrido por las instalaciones del edificio del GADP-B se procedió a calificar con los parámetros y valores establecidos en la Matriz ISU obteniendo un valor total de **2.59** con respecto a la Vulnerabilidad No Estructural.

A continuación, en la **Tabla 6** se puede observar el resultado de la calificación de la Seguridad No Estructural en la edificación.

Tabla 6

Cálculo de la Seguridad No Estructural del Edificio del GADP-B

CALCULO DE LA SEGURIDAD NO ESTRUCTURAL	PARÁMETROS	valor
Sistema Eléctrico		
Cuenta con generador adecuado para el 100% de la demanda de la institución	Generado cumple con menos del 60% de la demanda	4
Se realizan pruebas de funcionamiento del generador	1 vez anual	4
Esta el generador adecuadamente protegido ante eventos adversos	Sin protección	4
Seguridad de las canalizaciones eléctricas, ductos y cables	Sin protección	4
Sistema de iluminación redundante	Si, cuenta con redundancia	1
Tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	Sin protección	4
Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro de la institución	Sin subestaciones eléctricas	4
Sistema de iluminación en sitios claves de la institución	Sin subestaciones eléctricas	4
Total		3.63
Sistema de Telecomunicaciones		
Estado técnico de las antenas y sus soportes.	Riostados menos de tres ejes	3
Estado técnico de sistemas de baja corriente (teléfonos internos, conexiones, cables de Internet).	Regular estado	3

Estado técnico de sistemas de comunicación alterno	Regular estado	3
Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables	80% operativo	2
Estado técnico de Sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro de la institución	No interfieren con comunicaciones de la institución	1
Local con condiciones apropiadas para sistema de telecomunicaciones	Regular	2
Estado técnico del sistema alterno de comunicación	Regular	2
Seguridad del sistema interno de comunicaciones	Malo	3
Total		2.38
Sistema de aprovisionamiento de agua		
Autonomía	No hay cobertura	4
Cisterna se encuentra en lugar seguro y protegido.	Alta probabilidad de no funcionar en eventos adversos	3
Sistema redundante de distribución de agua	Suple menos del 30% de la demanda	4
Seguridad del sistema de distribución (Válvula, tuberías y uniones).	Regular	2
Sistema redundante de bombeo	Suple menos del 30% de la demanda	4
Total		3.40
Sistema de combustible		
Tanques para combustible con capacidad suficiente para mínimo de 5 días.	Sin autonomía	4
Anclaje y buena protección de tanques y/o cilindros.	Sin anclajes	4
Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles.	Depósitos con mala accesibilidad e inseguros	4
Seguridad del sistema de distribución (Válvula, tuberías y uniones).	menos del 60% operativo	4

Total		4.00
Gases para laboratorios		
Almacenaje suficiente para 5 días como mínimo.	5 días de autonomía	1
Anclaje de tanques y/o cilindros y equipos complementarios	Anclajes suficientes y en buen estado	1
Fuentes de gases o centralitas.	Centralina con buen acceso y seguridad	1
Ubicación apropiada de las bodegas.	Accesible y libre de riesgos	1
Seguridad del sistema de distribución (Válvula, tuberías y uniones).	Bueno	1
Protección de tanques y/o cilindros y equipos complementarios	Áreas exclusivas y con personal entrenado	1
Seguridad apropiada de las bodegas de almacenamiento	Áreas adecuadas y sin riesgo	1
Total		1.00
Sistemas calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas		
Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Juntas sin soportes y rígidas	3
Condición de tuberías, uniones y válvulas	Bueno	2
Condiciones de los anclajes de los equipos de la central de calefacción y/o agua caliente.	Excelente	1
Condiciones de los anclajes de los equipos de la central de aire acondicionado.	Excelente	1
Ubicación apropiada de los recintos de almacenamiento	Accesible con riesgo	2
Seguridad apropiada de los recintos de almacenamiento	Bodegas inadecuadas	3
Funcionamiento de los equipos (Ej. caldera, Sistema aire acondicionado extractores, entre otros)	Bueno	2
Total		2.00

Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes. (Incluye computadoras, impresoras, etc.)		
Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos	Estantería asegurada	2
Computadoras e impresoras con seguro.	Computadores e impresoras sin seguro	4
Condición del mobiliario de oficina. y otros equipos.	Regular	3
Total		3
Equipos de laboratorio		
Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos de lab.	Excelente	1
Condición y Seguridad de equipo de lab	Excelente	1
Etiquetado de reactivos.	Etiquetado completo incluido SGA	1
Almacenamiento lógico	Bodegas seguras y lógicas	1
Sistemas de protección de gases y sorbonas	Sistema de extracción de gases y sorbonas en buen estado	1
Kits de atención de derrames	Sistema completo de limpieza de derrames	1
MSDS's	HDS para todos los químicos	1
Cubetos y sistemas de conducción	Lab con cubetos o conductos	1
Bioproteccion	EPI Completo y específico	1
Sistema de extinción de incendios	Sistema completo	1
Infraestructura de protección de explosiones	Sistema anti explosión	1
Manual de procedimiento de emergencias	Manual de procedimientos completo	1
Total		1.08

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS		
Condición y Seguridad de Puertas o Entradas	Se daña, pero no compromete el sistema	3
Condición y Seguridad de Ventanales	Se daña, pero no compromete el sistema	3
Condición y Seguridad de Otro elemento de cierre externo*	Se daña, pero no compromete el sistema	3
Condición y seguridad de techumbres / cubiertas	Posiblemente si daño en evento adverso	2
Condición y seguridad de parapetos	Posiblemente si daño en evento adverso	2
Condición y seguridad de cercos y cierres	Malo	3
Condición y seguridad de otros elementos perimetrales {cornisas, ornamentos, etc.}	Malo	3
Condición y seguridad de circulaciones externas	Bueno	2
Condición y seguridad de circulación internas	Bueno	2
Condición y seguridad de particiones/divisiones internas	Malo	3
Condición y seguridad de Cielos Falsos o Rasos	Bueno	2
Condición y seguridad de sistema de iluminación	Bueno	2
Condición y seguridad de sistema de protección para fuego	Malo	3
Condición y seguridad de ascensores	Excelente	1
Condición y seguridad de escaleras	Bueno	2
Condición y seguridad de cubiertas de piso	Bueno	2

Acceso a la institución	Bueno	2
Total		2.35
TOTAL, NO-ESTRUCTURAL		2.59

Fuente: Sánchez, P. 2018

Elaborado por: Lasso J. & Chela A.,2021

Cálculo de la Seguridad Funcional del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Para realizar el análisis de la Seguridad funcional se efectuó vista de campo a las instalaciones del edificio para observar los equipos con los que cuenta y como se organizan las autoridades para enfrentar un evento peligroso, también se efectuó una entrevista con el funcionario del área de Seguridad y Salud Ocupacional que se encarga de la gestión de riesgos en el edificio del GADP-B.

Se procedió a calificar con los parámetros y valores establecidos en la Matriz ISU obteniendo un valor total de **3.14** con respecto a la Seguridad Funcional

A continuación, en la **Tabla 7** se puede observar el resultado de la calificación de la Seguridad Funcional en el Edificio del GADP-B.

Tabla 7

Cálculo de la Seguridad Funcional del Edificio del GADP-B

SEGURIDAD FUNCIONAL	PARÁMETROS	valor
Organización del Comité de Operaciones de Emergencia		
Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres.	Comité débilmente organizado	3
El Comité está conformado por personal multidisciplinario.	Comité con poco personal	3
Cada miembro tiene responsabilidades específicas.	Pocos miembros tienen actividades específicas	3

La institución tiene un Centro de Operaciones de Emergencia (COE).	No tiene un sitio específico, usa varios	3
El COE cuenta con sistema informático y computadoras.	No cuenta con un sistema informático	4
El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente.	No se tiene sistema de comunicaciones	4
El COE cuenta con sistema de comunicación alterna.	No cuenta con sistemas alternos	4
El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado.	Sin equipo	4
El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible.	Sin Directorio	4
"Tarjetas de Acción" disponibles para todo el personal.	Nadie tiene tarjeta de acción	4
Total		3.6
Plan Operativo de emergencias		
Refuerzo de los servicios esenciales de la institución	Los servicios esenciales cuentan con refuerzos mínimos	1
Procedimientos para la activación y desactivación del plan.	El plan cuenta con uno solo de los procedimientos	3
Previsiones administrativas especiales para desastres	Se cuenta con las previsiones administrativas esenciales	2
Recursos financieros para emergencias presupuestado y garantizado.	Cuenta con algunos recursos financieros para la emergencia	2
Procedimientos para habilitación de espacios para impartir clases en caso de necesidad	Cuenta con espacios de emergencia para impartir clases	2
Procedimiento para alertas de desastres y emergencias	Cuenta con un procedimiento parcial de alerta de emergencias	3
procedimientos de reforzamiento de seguridad	El sistema de seguridad no tiene plan de refuerzo	1
Procedimientos para protección de expedientes y documentos sensibles de la institución	Cuenta con un procedimiento de protección parcial de	3

	información	
Inspección regular de seguridad por la autoridad competente	Plan general de inspección de seguridad	2
Procedimientos para respuesta inclusiva de desastres	Cuenta con procedimiento general inclusivo de desastres	2
Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense.	No se cuenta con sitios para manejo de cadáveres	4
Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento	Se cuenta con sistemas parciales de triage	3
Transporte y soporte logístico.	Se cuenta con poco transporte y logística	3
Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia.	Se tiene un plan de logística alimentaria parcial	3
Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia.	El personal movilizado no sabe sus funciones	4
Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia.	Sin sistema de bienestar	4
Vinculado al plan de emergencias local.	Parcialmente vinculado al plan local de emergencias	3
Mecanismos para elaborar el censo de estudiantes, profesores y funcionarios en cada estructura	Parcialmente se hace censos de personas	3
Sistema de manejo de víctimas en masa	No se cuenta con sistema de MV	4
Procedimientos de información al público y la prensa	Se cuenta con sistema de información pública, pero sin procedimiento	3
Procedimientos operativos para respuesta en turnos de noche, fines de semana y feriados.	Se cuenta con procedimiento de turno extra, sin formalidad	2
Ejercicios de simulación o simulacros	No se cuenta con procedimientos de simulaciones	3
Total		2.82

Manual de procedimiento de desastres		
Procedimientos para desastres	No se cuenta con procedimientos para responder a desastres	4
Total		4
Planes de mantenimiento de servicios vitales		
Plan de mantenimiento preventivo	Se cuenta con plan de mantenimiento preventivo de servicios vitales	2
Total		2
Disponibilidad de equipos, insumos y logística para desastres		
Medicamentos básicos	Cuenta con pocos medicamentos para emergencia	3
Material de curación y primeros auxilios	Se cuenta con poco material de curación	3
Instrumental	Se cuenta con poco material instrumental	3
Gases medicinales.	Se cuenta con poco gas medicinal	3
Equipos para soporte de vida.	Se cuenta con un equipo de SVB	3
Equipos de protección personal	Se cuenta con poco EPI completo	3
Equipo básico de rescate	Se cuenta con poco Equipo de rescate	3
Total		3.00
TOTAL, SEGURIDAD FUNCIONAL		3.14

Fuente: Sánchez, P.2018

Elaborado por: Lasso J. y Chela A,2021.

**Cálculo de la Seguridad Administrativa del Edificio del Gobierno Autónomo
Descentralizado de la Provincia Bolívar.**

Para obtener el resultado de la Seguridad administrativa se procedió a realizar entrevista al funcionario del área de Seguridad y Salud Ocupacional y Gestión de Riesgo acerca de la preparación que tiene la institución para enfrentar las emergencias y desastres.

Mediante los parámetros y valores establecidos en la Matriz ISU se realizó la calificación obteniendo un valor total de **3.06** con respecto a la Vulnerabilidad Administrativa.

A continuación, en la **Tabla 8** se puede observar el resultado de la calificación de la Seguridad Administrativa en el Edificio del GADP-B

Tabla 8

Cálculo de la Seguridad administrativa del Edificio del GADP-B

CALCULO DE LA SEGURIDAD ADMINISTRATIVA	PARÁMETROS	valor
Invertir en la preparación de emergencias y desastres		
Los líderes de la institución invierten en actividades para la preparación para emergencias y desastres.	Existen pocos fondos para desastres	3
La institución tiene políticas y procedimientos para la preparación para las emergencias y los desastres.	Cuenta con políticas y procedimientos NO aprobados	2
Las políticas y procedimientos de la institución para la preparación para emergencias y desastres cumplen con las leyes y reglamentos vigentes.	Cuenta con alguna de los dos ítems	3
La institución revisa y actualiza regularmente sus políticas y procedimientos para la preparación para emergencias y desastres.	La institución Cuenta con sistemas parciales de monitoreo	3
La institución incluye las actividades de preparación para	La institución Cuenta con	3

emergencias y desastres en su presupuesto anual de operación.	financiamiento parcial para emergencias y desastres	
Total		2.8
La institución trabaja con la comunidad en la preparación para emergencias y desastres.		
La institución tiene un proceso para priorizar y responder a memos y advertencias de las organizaciones públicas de Gestión de Riesgos y de seguridad referentes a emergencias potenciales y desastres.	La institución Responde, pero sin procesos	3
La institución trabaja con socios externos y con la comunidad para desarrollar planes, políticas y procedimientos que integren las respuestas a las emergencias y a los desastres.	La institución Trabaja con socios externo, de forma parcial	3
La institución identifica su rol y participa en las emergencias locales, regionales y nacionales, en la planificación de ejercicios contra los desastres.	La institución no conoce su rol, pero participa parcialmente en reuniones de RRd	3
La institución tiene políticas y acuerdos de ayuda mutua con las organizaciones y servicios vecinos que describen cómo los recursos, las facilidades y servicios serán compartidos durante una emergencia o desastre.	La institución Tiene poco acuerdo de cooperación mutua en RRd	3
Total		3
La institución cuenta con un comité multidisciplinario para planificar la preparación de las actividades para emergencias y desastres.		
La institución tiene un comité multidisciplinario para coordinar las actividades de preparación para emergencias y desastres.	La institución Cuenta parcialmente con comité GRD	3
El comité de preparación de emergencia es liderado por un individuo que ha completado con el programa de entrenamiento en la preparación para emergencias y desastres.	El comité está liderado por un profesional en otra área afín	3
El comité de preparación de emergencia ha definido claramente los roles, responsabilidades y las relaciones para los reportes.	La institución No ha designado. Roles ni reportes	4

Total		3.33
La institución cuenta con un equipo multidisciplinario para responder a las emergencias y desastres.		
La institución tiene un equipo multidisciplinario para una respuesta emergente, con sus roles definidos, responsabilidades y relaciones para reportar.	La institución No cuenta con equipo de respuesta	4
El equipo de respuesta emergente, recibe un entrenamiento regular en este tipo de respuestas.	La institución cuenta con equipo que entrena parcialmente	3
La institución cuenta con un plan de implementación para la respuesta emergente del equipo.	La institución cuenta con sistemas informales y parciales de activación de respuesta	3
La institución trabaja con los servicios de bomberos, policía, médicos de emergencia, y otras organizaciones de primera respuesta para coordinar las actividades y preparar una respuesta amplia a la comunidad para emergencias y desastres.	La institución Trabaja con organismos re respuesta de manera informal	2
Total		3.00
La institución entrena y capacita al personal en la preparación para emergencias y desastres.		
La institución entrena y capacita a todo el personal, incluyendo proveedores de servicios y altos ejecutivos en la preparación para emergencias y desastres da partir del período de la orientación, y luego, siempre una vez al año.	La institución cuenta con planes informales de capacitación	2
La institución mantiene en sus archivos los registros de los entrenamientos de preparación para emergencias y desastres.	La institución Tiene archivos solo para ciertas capacitaciones	3
La institución cuenta con un manual actualizado del manejo de emergencias.	La institución Cuenta con manual parcial y NO certificado de emergencias y desastres	3

La institución comparte el manual de manejo de emergencia con: el personal, proveedores de servicios y altos directivos.	Manual ha sido distribuido entre personal	2
Total		2.5
Preparación para emergencias y desastres		
La institución identifica, evalúa y mitiga los riesgos de emergencias y desastres.		
La institución lleva a cabo una evaluación integral de los riesgos.	La institución Identifica parcialmente sus riesgos	3
La evaluación del riesgo de la institución incluye el análisis de las posibles emergencias y desastres, las vulnerabilidades de la institución y su capacidad para resistir estos eventos en caso de que ocurran.	La institución Usa la resiliencia de forma parcial	3
La evaluación del riesgo de la institución incluye la recolección de información de sus socios externos acerca de las emergencias o desastres potenciales, vulnerabilidades, y capacidad de toda la comunidad.	La institución Incluye capacidad interne o externa informalmente	3
La institución prioriza las emergencias y desastres identificados basándose en su frecuencia y severidad.	La institución no prioriza sus riesgos	4
La institución revisa anualmente su evaluación de riesgo y la actualiza como sea necesario.	La institución revisa anualmente sus procedimientos	3
La institución desarrolla e implementa una estrategia de mitigación de riesgos.	La institución Cuanta con sistema RRD no aprobado	2
Total		3.00
Recuperación de emergencias y desastres		
La institución utiliza un acercamiento coordinado para recuperarse de las emergencias y de los desastres.		
La institución mantiene una lista de estructuras, equipo y registros	La institución no conoce los	4

que pueden ser dañados durante una emergencia o desastre.	daños en equipos	
La institución tiene sistemas de respaldo para los sistemas y servicios.	La institución respalda parcialmente la información	3
La institución desarrolla políticas y procedimientos para restaurar las operaciones normales, subsecuentes a las emergencias y desastres.	La institución tiene procedimientos generales de vuelta a normalidad	2
La institución desarrolla políticas y procedimientos para el reabastecimiento de medicación, insumos médicos, insumos no médicos, y equipos de protección personal.	La institución no tiene procedimientos para manejo de equipos y materiales	4
La institución mantiene una lista de las compañías de restauración de equipos y de sistemas esenciales.	La institución tiene procedimientos parciales para manejo de equipos y materiales	3
La institución desarrolla políticas y procedimientos para reconstruir la información en el caso de que ésta no pueda ser recuperada o restaurada.	La institución tiene procedimientos parciales para recuperar información	3
Total		3.17
La institución sustenta el bienestar de su personal y de los proveedores de servicios luego de ocurrida una emergencia o desastre.		
La institución provee servicios inmediatos de soporte al personal y a los proveedores de servicio, directamente involucrados con el incidente.	La institución cuenta con sistemas parciales de ayuda a terceros y bienestar	3
La institución tiene un proceso establecido para interrogar al personal, proveedores de servicios, clientes y sus familias, y a la comunidad luego del EA	La institución cuenta con planes de reinserción. A la comunidad	2
La institución provee al personal y a los proveedores de servicio con acceso a un soporte emocional y consejería continuos.	La institución no cuenta con planes de consejería y apoyo postdesastres	4
Total		3.00

Lograr impacto positivo en los impactos		
La institución hace mejoras continuas a sus actividades de preparación para emergencias y desastres.		
La institución evalúa cada ejercicio del manejo de la emergencia, rutina o evento actual para identificar los éxitos y las oportunidades de mejora.	La institución no evalúa oportunidades de éxito	4
La institución comparte los resultados de la evaluación con el personal, proveedores de servicio y con los clientes.	La institución comparte parcialmente resultados	3
La institución utiliza los resultados de la evaluación para realizar mejoras a sus actividades de preparación para emergencias y desastres.	La institución no usa resultados para mejora continua	4
La institución compara los resultados de la evaluación con otras organizaciones y agencias similares.	La institución no compara resultados con otras organizaciones	4
Total		3.75
TOTAL, SEGURIDAD ADMINISTRATIVA		3.06

Fuente: Sánchez, P.2018

Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Modelo matemático del Índice de Seguridad Universitaria.

Después de realizar el cálculo de las vulnerabilidades se procedió a realizar el análisis mediante una base de datos Excel (Modelo Matemático) para obtener el resultado final de la evaluación realizada en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar y de esta manera conocer el nivel de vulnerabilidad en cual se encuentra la edificación ante amenaza sísmica.

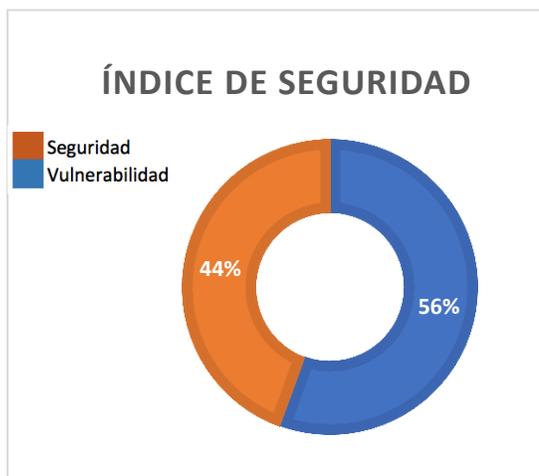
A continuación, se indica el resultado final de la matriz ISU aplicado en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Tabla 9

Resultado de ISU

Vulnerabilidad

A	Estructural	2.00
B	No estructural	2.59
C	Funcional	3.14
D	Administrativa	3.06



Factor de Seguridad⁶ **2.70**

Índice de vulnerabilidad **0.5639**

Índice de seguridad **0.433631**

RESULTADO

Índice de seguridad **NEVEL II**

Riesgo **RIESGO MIEDO**

EXPLICACION DE VARORES

NIVEL I (Riesgo muy alto)	Alta probabilidad de colapso integral, medidas de RRD deben tomarse inmediatamente
NIVEL II (Riesgo medio)	La institución podría colapsar, medidas a corto y mediano plazo deben tomarse.

Nivel III (Riesgo bajo)

La institución podría seguir funcionando a pesar del Evento Adverso, el monitoreo es mandatorio.

Fuente: Sánchez, P.2018

Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Después de aplicar el modelo matemático del Índice de Seguridad Universitario se obtuvo como resultado que el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar tiene un Índice de Vulnerabilidad 0,56 y un Índice de Seguridad de 0,43 por lo cual se encuentra en el **Nivel II** (Riesgo Medio), de esta manera la institución debe mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas a corto y mediano plazo frente a desastres.

La matriz ISU en el que se ha calculado de acuerdo a los parámetros que establece la propia matriz. (Se visualiza en el **ANEXO 2**.)

4.2 Resultados del objetivo 2

Modelamiento del comportamiento estructural ante amenaza sísmica del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar mediante la utilización del Software CYPECAD.

Antes de realizar el modelamiento se procedió a evaluar la resistencia del hormigón con un método no destructivo para ello se utilizó la herramienta conocida como esclerómetro en el cual se logró obtener la resistencia del hormigón de columnas, vigas y lozas obteniendo un valor promedio de 210kg/cm² que está dentro de los parámetros que exige la NEC (Norma Ecuatoriana de Construcción 2015) y que se utilizará para realizar el modelamiento.

Se realizó el modelamiento del comportamiento estructural ante amenaza sísmica del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar con el software CYPECAD el mismo que utiliza como base las NEC (Normas Ecuatorianas de Construcción 2015) también se recopiló información relevante de la zona de estudio para ingresar al programa.

Los resultados obtenidos después de realizar el modelamiento es información que nos ayuda a conocer sobre el estado en que se encuentra el edificio ante amenaza sísmica.

A continuación, se procede a describir el procedimiento que se siguió para realizar el modelamiento utilizando el software CYPECAD.

Datos Generales

Figura 7

Acción sísmica según la norma NEC-2015

Está compartiendo la pantalla Deja de

CPE INEN 5:2001 NEC -11 **NEC-SE-DS 2014**

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN
Peligro sísmico. Diseño sísmo resistente.

Acción sísmica según X Acción sísmica según Y

Método de análisis
 Dinámico (modal espectral) Estático (fuerza lateral equivalente)

Definición del espectro
 Según norma
 Especificado por el usuario

Parámetros de cálculo
Fracción de sobrecarga de uso: 0.00
Factor multiplicador del espectro: 1.00

Estimación del periodo fundamental de la estructura
 Según norma
 Especificado por el usuario

Altura del edificio

Tipología estructural (X): I II III IV
Tipología estructural (Y): I II III IV

Sistema estructural
Coeficiente de reducción (X): 8.00
Coeficiente de reducción (Y): 8.00
Coeficiente de regularidad en planta: 1.00
Coeficiente de regularidad en elevación: 1.00
Geometría en altura: **Regular** Irregular

Caracterización del emplazamiento
Zona sísmica: I II III **IV** V VI
 Sierra, Esmeraldas y Galápagos
Región sísmica: Costa (excepto Esmeraldas) Oriente
 Aplicar reducción a todos los modos excepto al modo fundamental

Tipo de suelo
 A B **C** D E
Perfiles de suelos muy densos o roca blanda ($760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$)

Importancia de la obra
 Edificaciones esenciales y/o peligrosas Estructuras de ocupación especial **Otras estructuras**
Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis
 Según norma

Sin efectos de 2º orden Espectro de cálculo Cancelar

Datos generales del hormigón.

Como ya lo mencionamos anteriormente para conocer los datos del hormigón se empleó el esclerómetro el cual sirve para determinar la resistencia del hormigón para ello se tomó muestras en columnas, vigas y losas dando un valor promedio de 210 Kg/cm² el mismo que se empleó para realizar el modelamiento del edificio.

Figura 8

Datos generales del hormigón empleados en el modelamiento.

ventación Calcular Ayuda

Datos generales

Clave: **Edificio3**

Descripción: Consejo Provincial de Bolívar

Normas: ACI 318M-11, AISI S100-2007 (LRFD), ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Eurocódigo 5 y Eurocódigo 9

Hormigón armado

Hormigón

Forjados $f_c=210$

Cimentación $f_c=210$

Pozos romanos $f_c=210$

Pilares $f_c=210$

Muros $f_c=210$

Características del árido 15 mm

Acero

Barras Grado 60 (Latinoamérica)

Pernos A-307

Perfiles

Acero

Laminados y amados A36

Conformados ASTM A 36 36 ksi

Madera

Vigas: C24 - Viguetas: C24 - Estructuras 3D: C24

Aluminio extruido

EN AW-5083 - F

Acciones

Carga permanente y sobrecarga de uso

Con acción de viento

Con acción sísmica NEC-SE-DS 2014 (Ecuador)

Criterio de armado por ductilidad Ninguno

Elementos constructivos Interacción con la estructura

Comprobar resistencia al fuego

Estados límite (combinaciones)

Hipótesis adicionales (cargas especiales)

Aceptar

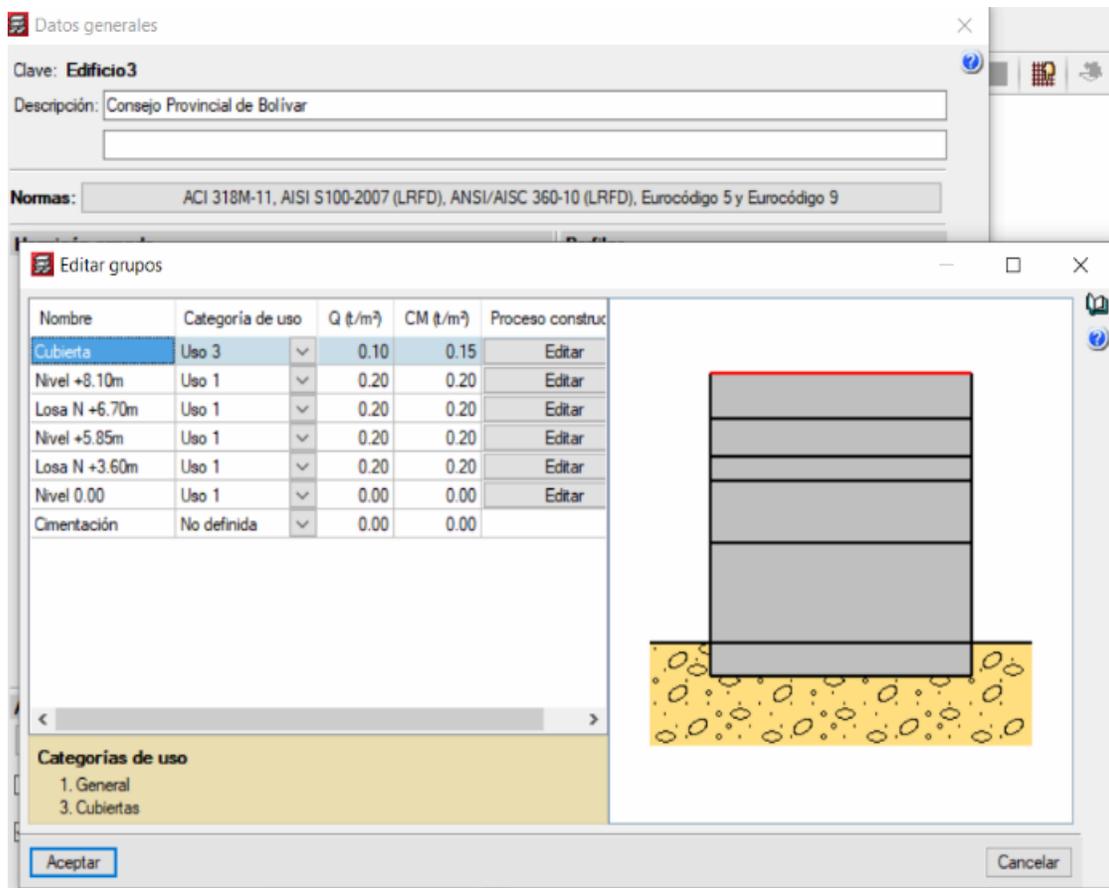
Seguridad y salud

Fuente: CYPECAD

Cargas permanentes y sobrecargas de uso: De acuerdo a la NEC 2014.

Figura 9

Cargas permanentes y sobrecargas de uso.



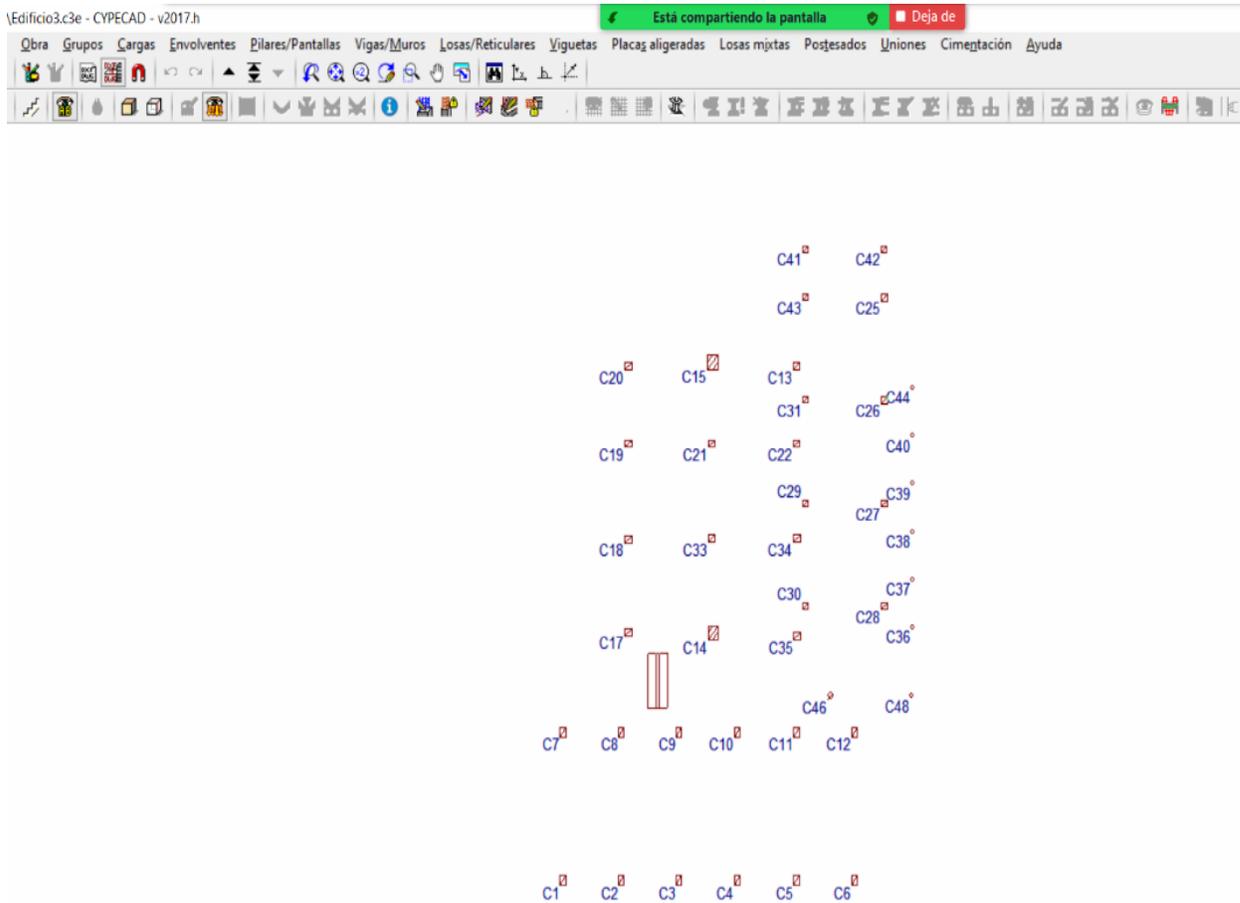
Fuente: Software CYPECAD

Introducción de columnas de la edificación.

Las columnas del edificio se las incorpora importando desde los planos arquitectónicos al software CYPECAD con las mismas dimensiones en este caso las columnas del edificio son 35x50,60x70,40x35,40x40 y 30x30. Se coloca su punto inicial y su punto final de acuerdo a los planos arquitectónicos.

Figura 10

Introducción de columnas.



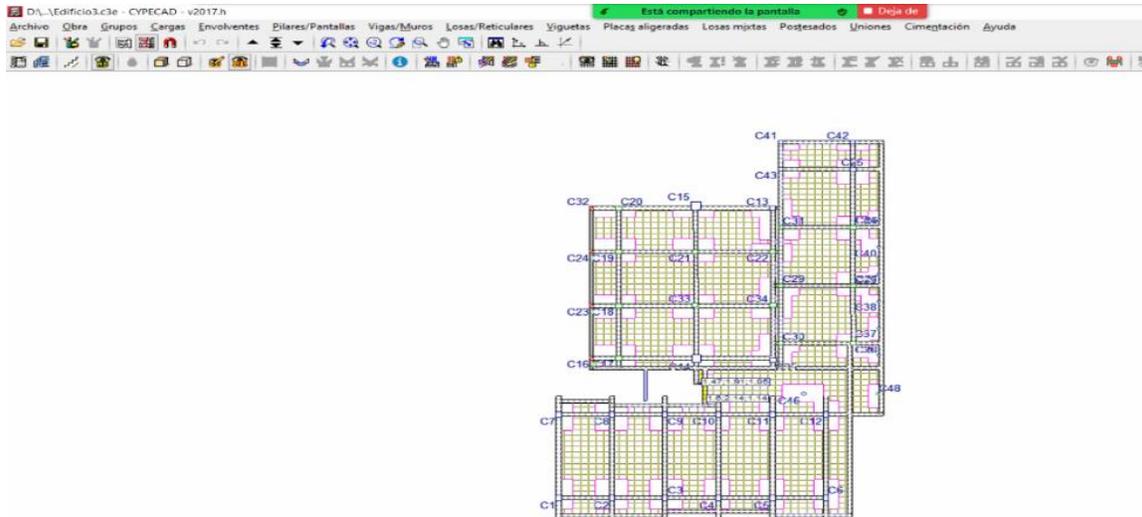
Fuente: Software CYPECAD

Introducción de vigas de la edificación.

Se introduce las vigas de acuerdo a los planos arquitectónicos importados al software CYPECAD de las tres plantas.

Figura 11

Vigas de la edificación.



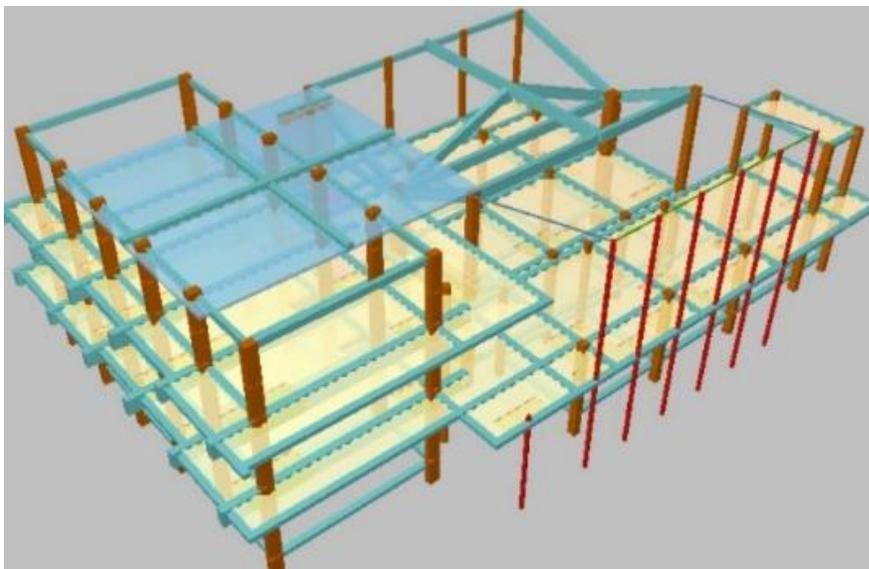
Fuente: Software CYPECAD

Modelamiento del edificio del Gobierno Autónomo de la Provincia Bolívar.

Una vez terminado de introducir todos los datos necesarios para realizar el modelamiento en el software Cypecad se procedió a realizar el cálculo de la estructura obteniendo resultados como la justificación de la acción sísmica en la edificación, distorsión de columnas entre otros serán descritos a continuación:

Figura 12

Modelamiento Tridimensional



Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Análisis de los resultados arrojados por el Software CYPECAD del modelamiento sísmico estructural del edificio del GADP-B.

SISMO

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2015

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

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

Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

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): D

Sistema estructural

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

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

F_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a) $F_P: 1.00$

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

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**: 9.70m

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 2° 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

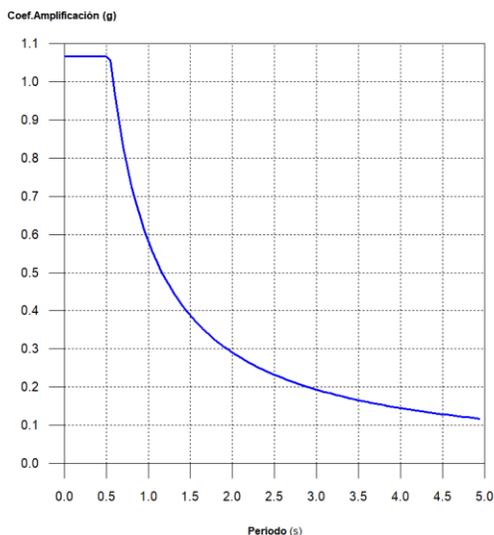
Proyección en planta de la obra

Espectro de cálculo

Espectro elástico de aceleraciones

Figura 13

Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.068 g.

NEC-SE-DS 2014 (3.3.1)

Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

Parámetros necesarios para la definición del espectro

Z: Factor de zona (NEC-SE-DS 2014, Tabla 1) **Z:0.35**

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

h: Relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) **H:2.48**

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** :1.23

F_d: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 4) **F_d** :1.15

F_s: Factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 5) **F_s** :1.06

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**:1.00

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): D

T_C: Periodo límite superior de la rama de aceleración constante del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) **T_C**: 0.55s

Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ($R \cdot F_P \cdot F_E$) correspondiente a cada dirección de análisis.

Factor de comportamiento / Coeficiente de ductilidad

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

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

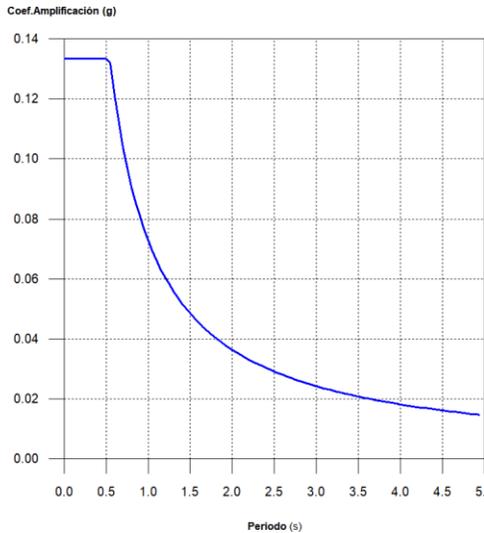
F_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3^a) **F_P**: 1.00

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

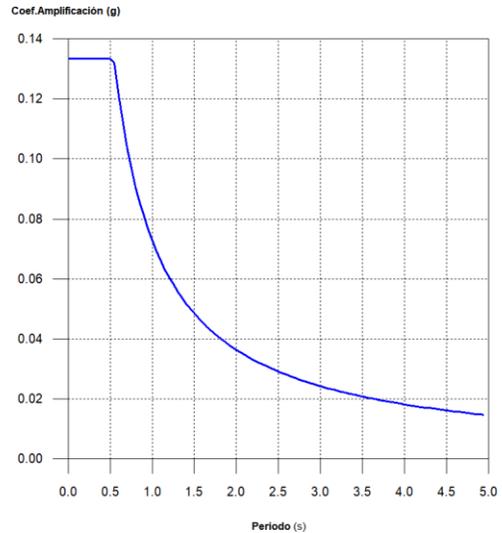
Figura 14

Espectros de diseño en X, Y

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

1.3.- Coeficientes de participación

Tabla 10

Coeficientes de participación

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.731	0.135	0.0112	0.9908	62.38 %	0.43 %	R = 8 A = 0.977 m/s ² D = 13.2325 mm	R = 8 A = 0.977 m/s ² D = 13.2325 mm
Modo 2	0.484	0.0701	0.2465	0.9666	5.86 %	72.34 %	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 7.76943 mm	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 7.76943 mm

Modo 3	0.426	0.0576	0.0582	0.9966	18.45 %	18.81 %	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 6.01908 mm	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 6.01908 mm
Modo 4	0.333	0.8378	0.5248	0.1506	4.66 %	1.83 %	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 3.67299 mm	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 3.67299 mm
Total					91.35 %	93.41 %		

Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

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.

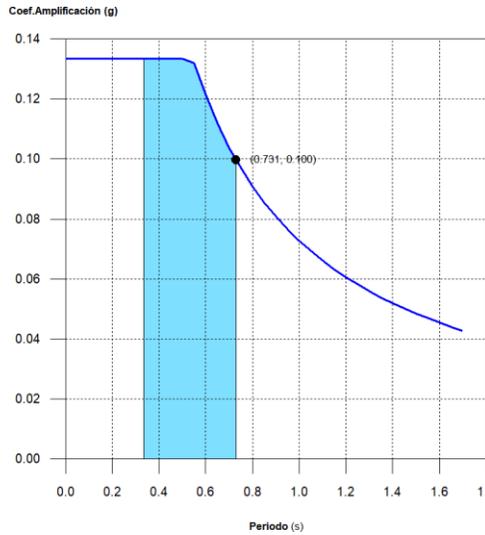
D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales

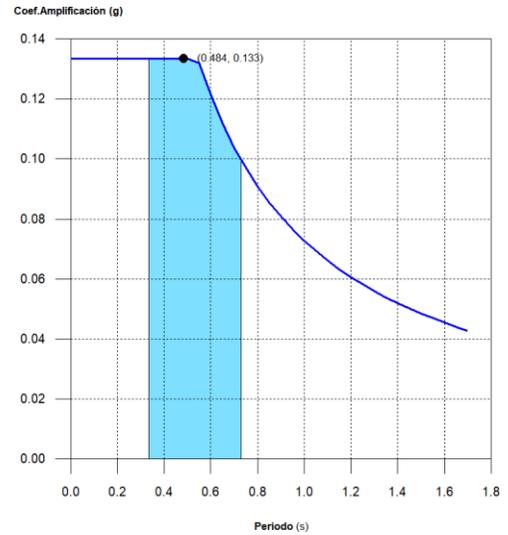
Figura 15

Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

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:

Tabla 11*Rango de periodos por modos estudiados*

Hipótesis Sismo X1			Hipótesis Sismo Y1		
H	T	A	H	T	A
ipótesis	(s	(g	ipótesis	(s	(g
modal))	modal))
M	0.	0.	M	0.	0.
odo 1	731	100	odo 2	484	133

Fuente: Software CYPECAD
 Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

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

Tabla 12*Centro de masas, centro de rigidez y extremidades de cada planta*

Planta	c.d.m.	c.d.r.	e _x	e _y
	(m)	(m)	(m	(m
))
Cubierta	(9.60,	(8.28, 5.78)	1.3	-
	5.36)		2	0.42
Nivel +8.10m	(8.29,	(8.17, 19.11)	0.1	-
	18.86)		2	0.25
Losa N +6.70m	(9.88,	(8.86, 5.47)	1.0	0.2
	5.75)		1	8
Nivel +5.85m	(8.54,	(8.81, 19.25)	-	-

	18.40)		0.27	0.85
Losa N +3.60m	(10.81,	(9.12, 14.02)	1.6	-
	13.03)		9	0.99
Nivel	(10.33,	(9.78, 14.98)	0.5	-
0.00	14.01)		4	0.97

Fuente: Software CYPECAD
 Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

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)

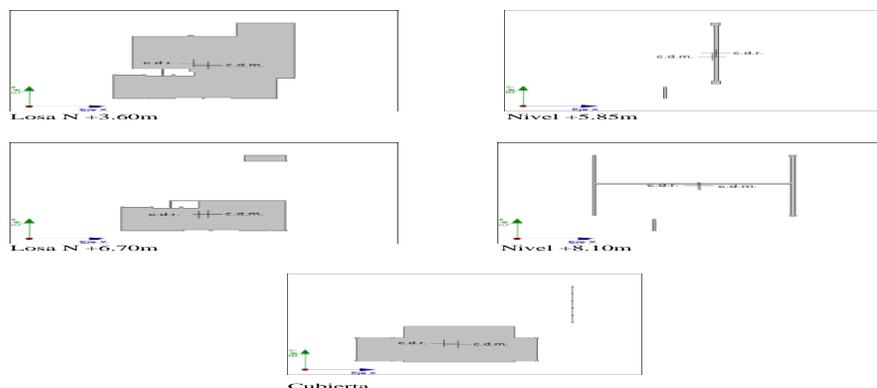
e_x: Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

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

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

Figura 16

Representación de centros de masa y centro de rigidez por planta



Fuente: Software CYPECAD
 Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Corrección por cortante basal

Cortante dinámico CQC

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

Tabla 13

Cortante dinámico

Hipótesis	Hipótesis modal	V_x	$V_{d,x}$
Sismo X1	Modo 1	6.1674	2.1216
	Modo 2	.8150	
	Modo 3	8.2998	
	Modo 4	.6168	

Hipótesis	Hipótesis modal	V_y	$V_{d,y}$

Sismo Y	Modo 1	0	8
		.3184	0.9585
	Modo 2	7	
		1.8043	
	Modo 3	1	
		8.6750	
	Modo 4	1	
		.8113	

Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

$V_{d,x}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{d,y}$: 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:

$V_{s,x}$: Cortante sísmico en la base (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2) $V_{s,x}: 98.9122T$

$S_{d,x}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (X) $S_{d,x}(T_a): 0.133G$

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a) $T_{a,x}: 0.43 S$

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

h: Altura del edificio **h**: 9.70 M

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2) $V_{s,y}: 98.9122$

$S_{d,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y) $S_{d,y}(T_a): 0.133 G$

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a) $T_{a,y}: 0.43 S$

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

h: Altura del edificio **h**: 9.70 m

W: Peso sísmico total de la estructura **W:** 741.1650 t

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

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 14

Peso sísmico

Planta	w _i (t)
Cubierta	85.3562
Nivel +8.10m	44.9366
Losa N +6.70m	182.8082
Nivel +5.85m	25.2431
Losa N +3.60m	402.8208
W=∑w_i	741.1650

Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A, 2021

Distorsión de 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.

Valores máximos**Tabla 15***Valores máximos de desplome de los pilares*

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Cubierta	1 / 3625 (C2)	1 / 1209 (C5, ...)	1 / 62 (C7, C12)	1 / 92 (C12)
Nivel +8.10m	1 / 3100 (C16, C32)	1 / 486 (C13)	1 / 72 (C9, C10)	1 / 140 (C35)
Losa N +6.70m	1 / 2500 (C1, ...)	1 / 1000 (C10)	1 / 36 (C1, ...)	1 / 97 (C6)
Nivel +5.85m	1 / 2688 (C32)	1 / 963 (C13)	1 / 55 (C2, ...)	1 / 111 (C14, C15)
Losa N +3.60m	----	----	1 / 45 (C1, ...)	1 / 95 (C36, ...)

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Nivel 0.00	1 / 6000 (C48)	1 / 6000 (C44)	1 / 101 (C1, ...)	1 / 174 (C37)
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.</p>				

Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Tabla 16

Desplome total máximo de los pilares (D / H)			
Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1 / 7679	1 / 3840	1 / 57	1 / 109
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.</p>			

Distorsiones de columnas

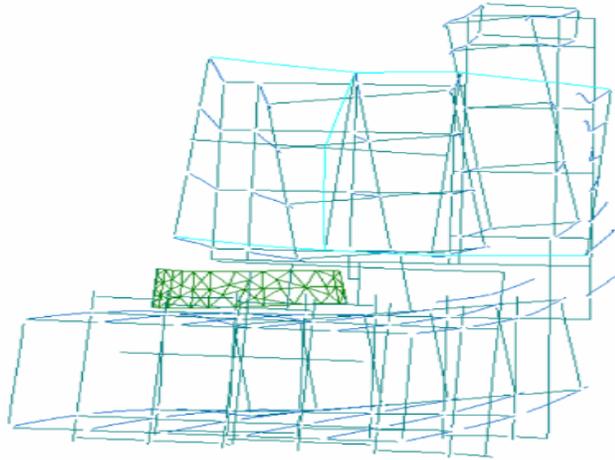
Fuente: Software CYPECAD
Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Modos de Vibración.

Los resultados arrojados de los modos de vibración, del modelamiento del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar: El primer modo de vibración del sismo en x es: Movimiento torsional.

Figura 17

Primer modo de vibración

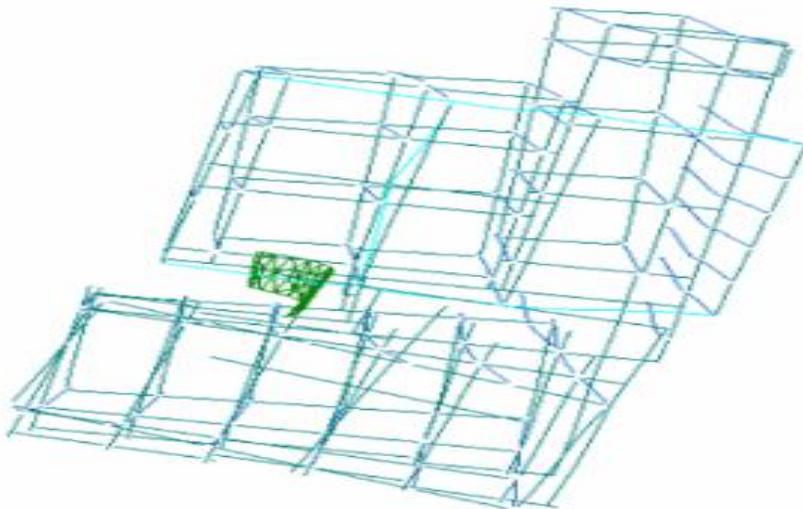


Fuente: Software CYPECAD

El segundo modo de vibración del sismo en Y es: Torsional

Figura 18

Segundo modo de vibración

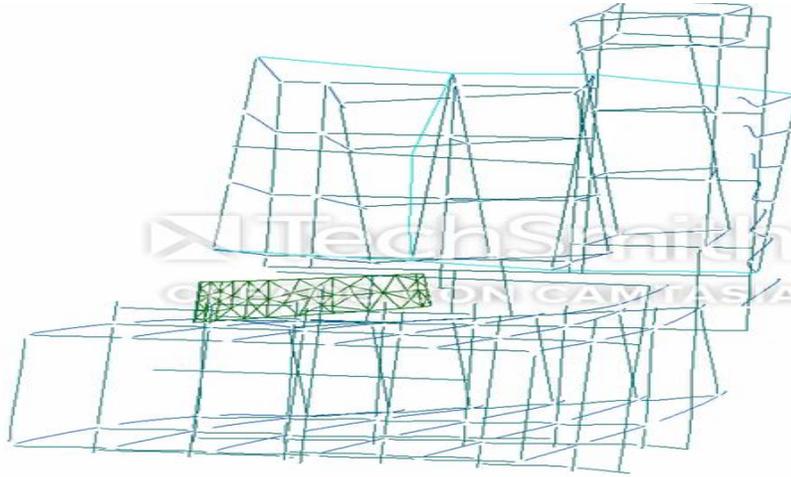


Fuente: Software CYPECAD

El tercer modo de vibración del sismo en X es: Torsional

Figura 19

Tercer modo de vibración



Fuente: Software CYPECAD

Análisis de resultados del modelamiento

Participación modal de masas

Tabla 17

Análisis de datos participación modal de masas

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.731	0.135	0.0112	0.9908	62.38 %	0.43 %	R = 8 A = 0.977 m/s ² D = 13.2325 mm	R = 8 A = 0.977 m/s ² D = 13.2325 mm
Modo 2	0.484	0.0701	0.2465	0.9666	5.86 %	72.34 %	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 7.76943 mm	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 7.76943 mm
Modo 3	0.426	0.0576	0.0582	0.9966	18.45 %	18.81 %	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 6.01908 mm	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 6.01908 mm
Modo 4	0.333	0.8378	0.5248	0.1506	4.66 %	1.83 %	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 3.67299 mm	R = 8 A = 1.309 m/s ² D = 3.67299 mm
Total					91.35 %	93.41 %		

Fuente: Software CYPECAD

En la **Tabla 17** se puede observar los modos de vibración que según la NEC 2015 establece que mientras los valores de Lx y Ly son más cercanos a 1 garantizan un buen comportamiento sísmico de la estructura en cambio los valores de Lgz mientras más estén alejados de 1 es mejor para el desempeño estructural. Según la norma en el modo 1 y el modo 2 de vibración son los más importantes y por lo general siempre deben ser traslacionales, lo cual no se cumple en este análisis.

En el modo 1 y modo 2 de vibración de la estructura del edificio del GADP-B predomina el movimiento torsional ya que el valor de Lgz se encuentra cercano a 1 por lo que se puede establecer que los modos de vibración no son los correctos para el comportamiento de la estructura.

Distorsión de columnas

Tabla 18

Desplome total máximo de los pilares (D / H)			
Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾	
Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1 / 7679	1 / 3840	1 / 57	1 / 109

Notas:

⁽¹⁾ *Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.*

Análisis de datos distorsión de columnas

Fuente: Software CYPECAD
 Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

Según las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC-2015) el valor mínimo de los pilares debe ser $1/50$ en la dirección de X, Y (ver tabla 18) se puede observar que, si cumple con la norma, pero de manera mínima, sin embargo, se puede evidenciar que existen dos columnas (ver tabla 15) que no cumplen con este valor las mismas que se están desplazando más de lo normal y corre el riesgo de colapso.

4.3 Resultados del objetivo 3

Procedimientos de actuación ante eventos sísmicos para el personal que labora en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Tabla 19

Información Básica

Código del Instructivo:	Código: GADP-B
Macro proceso al que pertenece:	UNIDAD DE GESTION DE RIESGOS DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
Proceso al que pertenece:	Procedimiento en caso de sismo para el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.
Objetivo:	Establecer formalmente las acciones para el personal del edificio del GADP-B debe llevar a cabo en caso de sismos en sus instalaciones.
Alcance:	El presente procedimiento, comienza con una alerta de Sismo y termina con la evacuación del personal hacia una zona segura.
Responsable del Instructivo:	Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional

Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

BASE LEGAL

De conformidad con los cuerpos legales que regulan las actividades de seguridad de las Entidades Públicas tenemos:

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

SECCIÓN NOVENA: 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. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

Art. 390.- “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, *que implicará 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 brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y *sin relevarlos de su responsabilidad*”. (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008)

PLAN NACIONAL DE RESPUESTA ANTE DESASTRES Art.2 De la política de la Gestión de Riesgos es evitar o reducir las pérdidas humanas y los daños que pueden ocurrir sobre los fines públicos, materiales y ambientes de los ciudadanos, como consecuencias de los riesgos existentes y desastres de origen natural o causados por el hombre que se pueden presentar en territorio nacional, textualmente del Comité de Operaciones de Emergencia. (PLAN NACIONAL DE RESPUESTA ANTE DESASTRES, 2018).

POLÍTICAS DEL PROCEDIMIENTO

Todo el personal del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, obligatoriamente deberá usar este procedimiento para manejar las emergencias de Sismo.

Cualquier actividad de Gestión de Riesgos de Desastres, se canalizará directamente con el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional.

Los procedimientos descritos serán de uso obligatorio para el personal encargado, de la misma manera tendrá la responsabilidad de la socialización al personal de la institución, y ejecución ante un evento peligroso

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Preparación:

- El departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, conformará el Comité de Operaciones de Emergencia Institucional – COE-I con personal multidisciplinario del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.
- El Comité de Operaciones de Emergencia Institucional- COE-I, deberá conformar las brigadas de respuesta sub clasificada en 2: Brigada de Evacuación y seguridad, Primeros Auxilios.
- El jefe de las brigadas deberá notificar la situación a los coordinadores de las Mesas Técnicas de Trabajo para la toma de decisiones ante la emergencia.
- El jefe de las brigadas, deberá distribuir las actividades a realizarse a todo el personal que conforman las brigadas.

- Los jefes de cada brigada deberán realizar un inventario del equipo de protección personal (EPP), para los integrantes del edificio del Gobierno Autónomo de la Provincia Bolívar.
- El jefe de cada brigada deberá revisar las instalaciones del Edificio del Gobierno Autónomo de la Provincia Bolívar, para identificar y asegurar los lugares y equipos que puedan ocasionar daños a las personas en el momento de la emergencia.
- El departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, deberá gestionar con las instituciones de primera respuesta para brindar capacitaciones al personal, en temas de preparación durante y después de un sismo, para que las personas puedan actuar ante el evento ya mencionado.
- El departamento de Seguridad y Salud Ocupacional conjuntamente con el Comité de Operaciones de Emergencia Institucional- COE-I, deberá realizar mínimo 2 simulacros al año simultáneos utilizando las brigadas de emergencia que han sido conformadas en la institución.
- El departamento de Seguridad y Salud Ocupacional delega al jefe de la brigada de evacuación, para identificar los lugares o puntos estratégicos y seguros para la debida evacuación y verificar que estén implementados con las debidas señaléticas de acuerdo a la Normativa 439 e ISO 7010.
- El departamento de Seguridad y Salud Ocupacional deberá implementar un Sistema de Alerta Temprana para el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Durante:

- El personal del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, se encargará de dar aviso inmediatamente de la emergencia, jefe de la brigada de Evacuación, quien activará el SAT.
- El Coordinador General, activará el Comité de Operaciones de Emergencia Institucional- COE-I, dependiendo de la magnitud e inmediatamente se activará las brigadas de emergencias, de acuerdo a los procedimientos indicados.
- Al momento de suscitarse un evento sísmico el personal del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, seguirá las siguientes indicaciones:
 - Mantener la calma.
 - Buscar un lugar seguro dentro de las instalaciones que se encuentran.
 - Proceder a realizar el método ¡El gran Shake out! “Agáchate, Cúbrete, ¡Agárrate!
 - Proceder a realizar la respectiva evacuación después de haber pasado el movimiento telúrico.
 - Las personas que se encuentren dentro del del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, deberán estar alejadas de ventanas, vidrios, espejos, puertas exteriores, paredes y objetos móviles.
 - La Brigada de Evacuación y seguridad, una vez terminado el movimiento telúrico deberán evacuar de forma ordenada a todo el personal, teniendo prioridad a las personas más vulnerables, dirigiéndose al garaje, que es la zona de seguridad.

- Si se encuentra el personal, cerca de lugares de peligro (estructuras eléctricas, metálicas u otras) apartarse y dirigirse a una zona segura, según la señalética de evacuación dentro del área para su posterior evacuación.
- El jefe de la brigada de evacuación y seguridad, deberá verificar que el personal del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, haya evacuado a una zona segura.
- Una vez evacuado al personal del del Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, conservar la tranquilidad por parte de los coordinadores de las brigadas y ayudar al personal evacuado y evitar que traten de realizar alguna acción que pueda ocasionar algún otro riesgo a su integridad de las personas:
- Después de realizar la evacuación el jefe de la brigada de evacuación procederá al conteo del personal que labora en el edificio, para verificar el total del personal que ha sido evacuado.
- En caso de que falte personal, informar al departamento de Seguridad y Salud Ocupacional y a los organismos de respuesta para su búsqueda y rescate del personal.
- El jefe de la brigada de Evacuación y Seguridad, al momento activar el SAT y verificar, que sobrepasa la capacidad de respuesta eminentemente dará aviso al departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, e inmediatamente coordinará con el sistema de emergencia ECU-911.

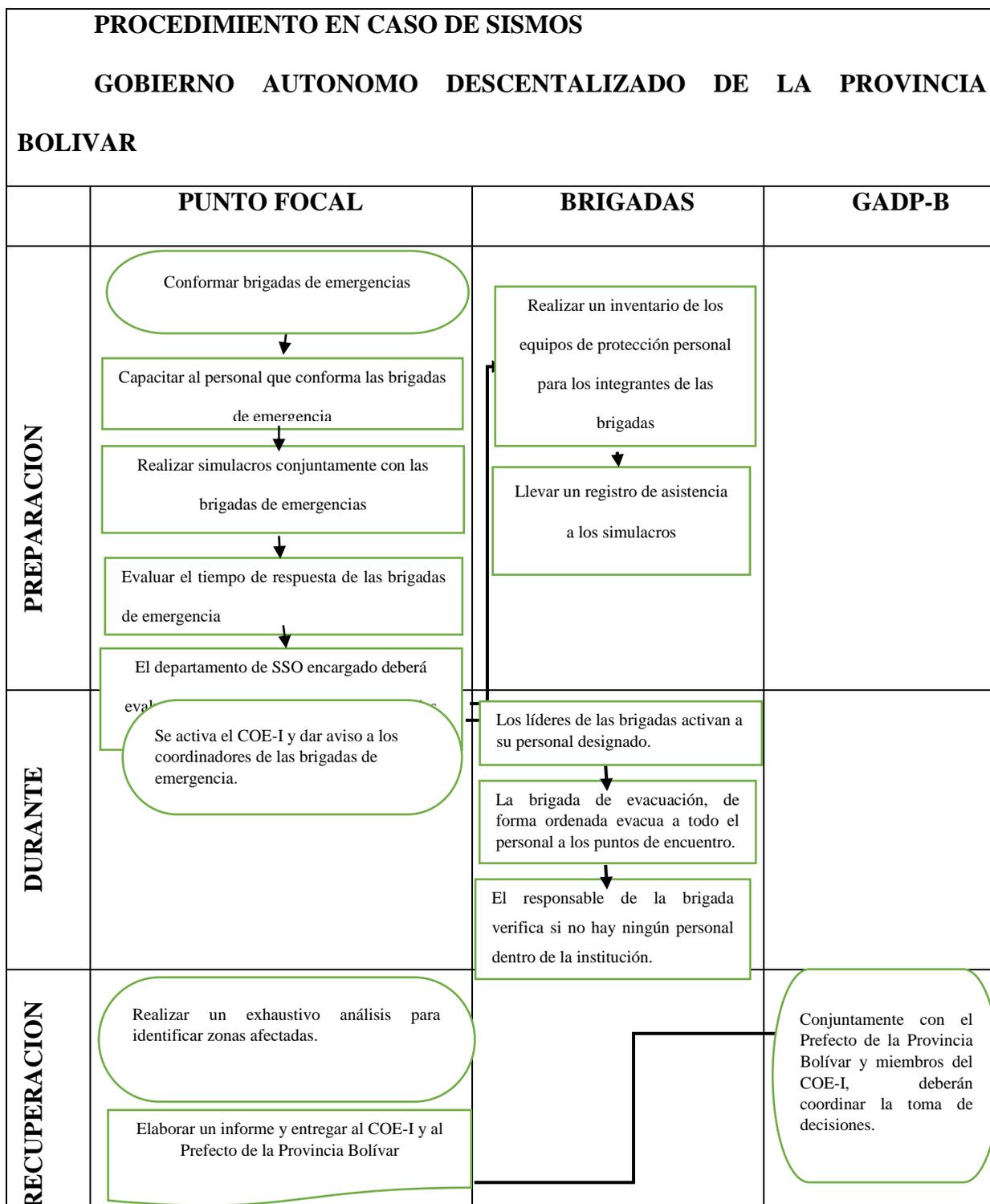
Recuperación:

- El responsable de la brigada de evacuación y seguridad, hará un exhaustivo análisis de evaluación con el manual de EDAN del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, para determinar el alcance de la afectación del sismo, revisar infraestructura, instrumentación áreas de servicio, (agua, energía eléctrica, telecomunicaciones), hasta cerciorarse que existen condiciones seguras para reiniciar las actividades.
- El jefe de brigada de evacuación y seguridad, una vez que tenga todos los reportes de la evaluación deberá entregar un informe al departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, acerca del evento suscitado.
- EL jefe de cada brigada, deberá realizar un listado de los recursos con los que cuenta la institución para la seguridad del personal (Botiquín de Emergencia, extintores, EPP) del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, para verificar su afectación.
- El presidente del Comité de Operaciones de Emergencia Institucional- COE-I, será informado mediante su sistema de comunicación interno (radio telecomunicaciones y fuentes informáticas) para que no exista información distorsionada que puedan generar problemas al personal del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.
- El personal del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar, esté preparado para las réplicas, a veces estas son menores con mayores consecuencias por los daños existentes y pueden presentarse hasta después de varios días.

- Si se determina que la institución no ha sufrido desperfecto alguno, Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional, conjuntamente con los miembros del COE-I y los miembros de cada brigada deberán coordinar el regreso a las actividades normales de una forma ordenada y segura para todo el personal.
- Si se determina que la institución ha sufrido desperfecto alguno, el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional conjuntamente con los miembros del COE-I y los miembros de cada brigada deberán tomar las respectivas medidas de recuperación ante el evento suscitado y salvaguardar la integridad del personal.

Tabla 20

Diagrama de Flujo



Elaborado por: Lasso J. & Chela A,2021

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

Sismo: Sacudida de la superficie terrestre por dislocación (deformación) de la corteza. Las fuentes son de varios tipos siendo más comunes las tectónicas. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias,2018)

Emergencia: Es un evento que pone en peligro a las personas, los bienes o la continuidad de los servicios en la comunidad y que requieren una respuesta inmediata y eficaz a través de las entidades locales (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias,2018)

Preparación ante desastres: Conocimientos y capacidades que desarrollan los gobiernos, las organizaciones de respuesta y recuperación, las comunidades y las personas para prever, responder y recuperarse de forma efectiva de los impactos de desastres probables, inminentes o presentes (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas –UNISDR,2016)

Sistema de alerta temprana (SAT): Sistema integrado de vigilancia, previsión y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, actividades, sistemas y procesos de comunicación y preparación que permite a las personas, las comunidades, los gobiernos, las empresas y otras partes interesadas adoptar las medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres con antelación a sucesos peligrosos (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas –UNISDR,2016)

Simulacro: Ejercicio práctico de manejo de acciones operativas que se realiza mediante la escenificación de daños y lesiones en una situación hipotética de emergencia. Los participantes enfrentan situaciones recreadas utilizando las habilidades y técnicas con las que atenderían casos reales, implica la movilización y operación real de personal y

recursos materiales (Guía para el desarrollo de simulaciones y simulacros de emergencias y desastres – OIM 2010).

Gestión del riesgo de desastres: Es la aplicación de políticas y estrategias de reducción con el propósito de prevenir nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por desastres (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas –UNISDR,2016)

Comité de Operaciones de Emergencia Institucional (COE-I): Es el ente responsable de asumir el control y tomar las decisiones y medidas necesarias para atender los casos cuando suceda una emergencia o desastre que afecte la vida de las personas y funcionarios que se encuentren en ese momento en la institución. Por tanto, debe crear y organizar los subcomités, así como las brigadas que actuarán en caso de una emergencia. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia,2018)

Tabla 21

Firmas de Revisión y Aprobación

	Nombre/Cargo	Fecha
Elaborado por:	Jonathan Leonardo Lasso Ushca	06/01/2022
	Alexis Fernando Chela Aguachela	06/01/2022
Revisado por:	Ing. Gino Noboa	06/01/2022
Autorizado por:	Ing. Alonso Gutiérrez	06/01/2022

Figura 20

Mapa de Recurso y Evacuación Planta Baja

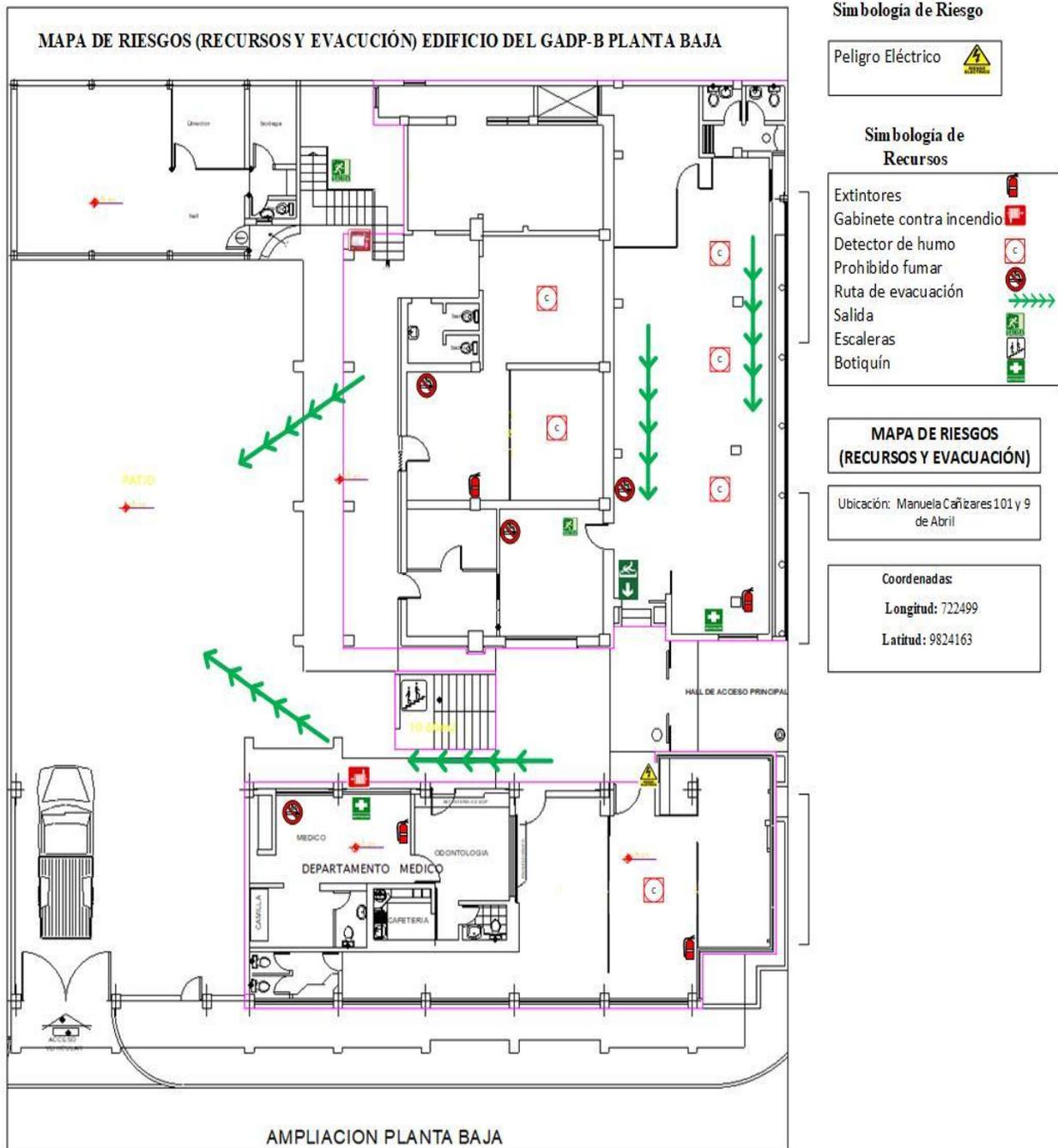


Figura 21

Mapa de Recurso y Evacuación Segunda Planta

MAPA DE RIESGOS (RECURSOS Y EVACUCIÓN) EDIFICIO DEL GADP-B SEGUNDA PLANTA

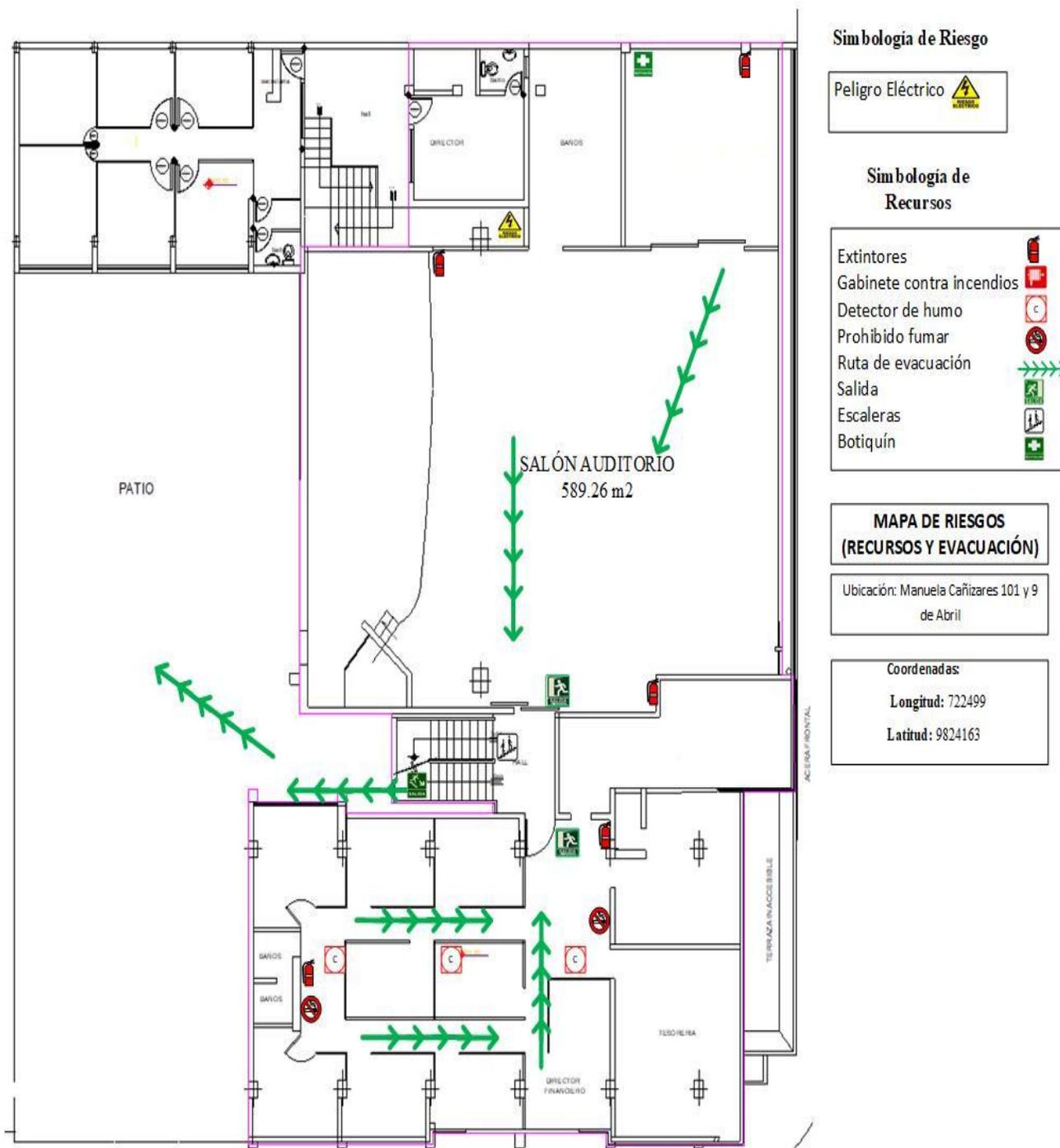
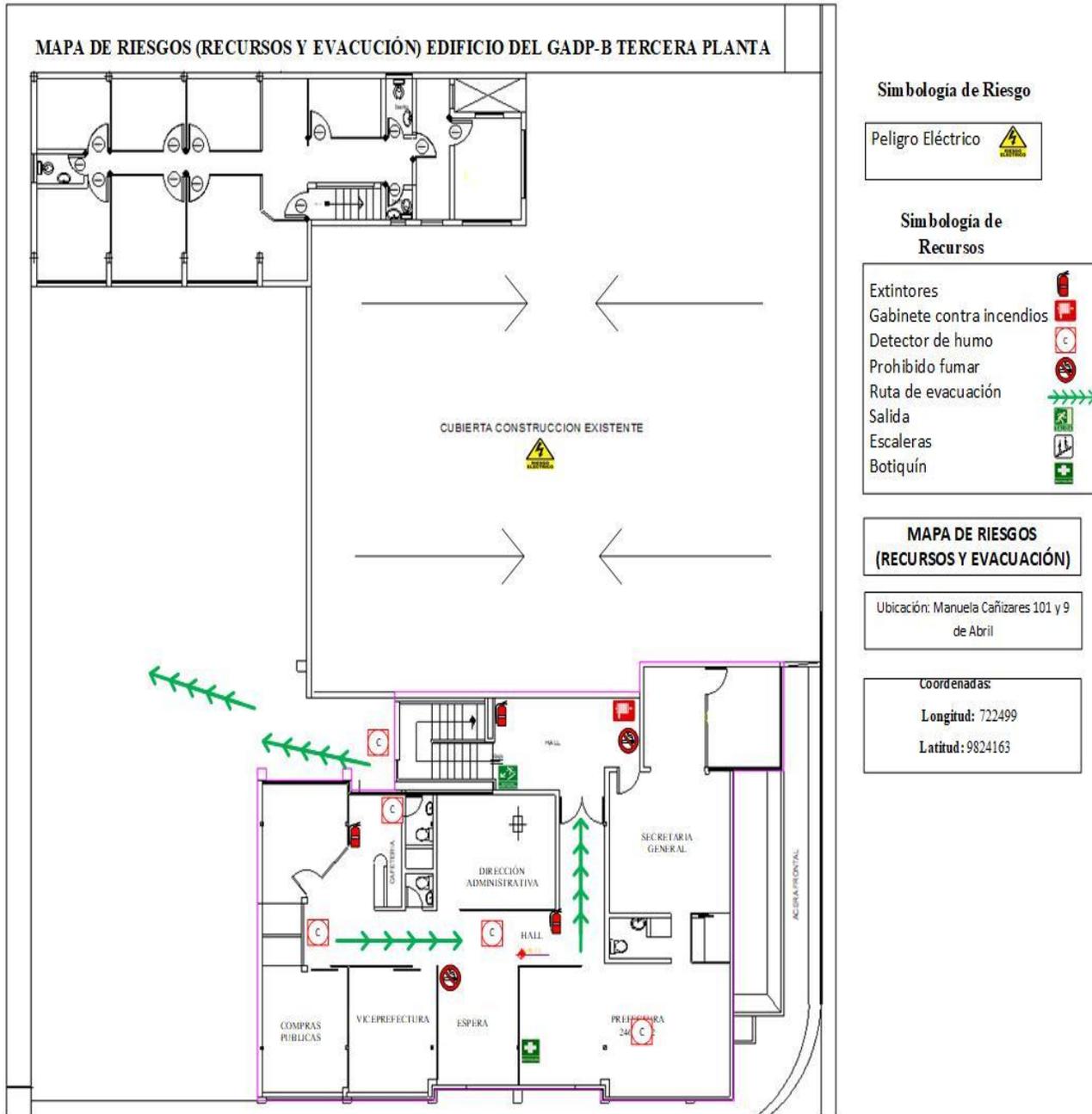


Figura 22

Mapa de recursos y evacuación tercera planta



CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En este trabajo de investigación se analizó el nivel de vulnerabilidad estructural en el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar utilizando la matriz de inspección y evaluación sísmica simplificada de estructuras existentes Fema-154 en la cual se obtuvo una puntuación de 0,7 que se encuentra dentro de las calificaciones menores a 2 por lo tanto el edificio se encuentra en un nivel de vulnerabilidad Alta.
- Al realizar el análisis utilizando la matriz Índice de Seguridad Universitario (ISU) en el Edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar se tuvo como resultado un Índice de Vulnerabilidad de 0,56 e Índice de Seguridad 0,43 que muestra un Nivel II Riesgo Medio, por lo cual se debe tomar medidas preventivas y correctivas a corto y mediano plazo para mejorar su funcionamiento.
- De acuerdo al ensayo no destructivo realizado en la estructura del edificio del GADP-B para conocer la resistencia del hormigón en vigas, columnas y losas mediante el uso del esclerómetro se obtuvo un valor de 210 kg/m² cumpliendo con el valor establecido por la Norma Ecuatoriana de Construcción 2015.
- Al modelar la estructura con el software CYPECAD, y los reportes sobre la acción sísmica que emite el software se pudo constatar que en los modos de vibración tanto el modo 1 y 2 predomina la torsión. (ver tabla 10 "Coeficiente de participación modal"). Por lo general según la Norma Ecuatoriana de

Construcción (NEC-2015) las estructuras son diseñadas para resistir fuerzas horizontales y verticales generados por sismos, los modos de vibración más importantes en una estructura son en el modo 1 y 2 los cuales en este caso los resultados obtenidos no son muy favorables para el comportamiento estructural del edificio del GADP-B.

- En cuanto a las derivas máximas de la edificación en situaciones sísmicas en dirección X; Y están dentro de los límites permitidos por la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-2015) ya que lo mínimo establecido en la norma es de 1/50 y se obtuvo un resultado total en X: 1/57; Y: 1/109 pero al realizar el análisis del desplome local máximo de pilares en dirección X, (ver tabla 15 Valores máximos de desplome de pilares) se logró constatar que existen dos pilares que no cumplen con el valor establecido en la NEC-2015 desplazando más de lo normal la estructura la misma que puede ocasionar un colapso.
- Se puede concluir que el edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar tiene un comportamiento y rendimiento inaceptables y, por lo tanto, es una estructura vulnerable ante amenaza sísmica.
- La realización de los protocolos de actuación ante amenaza sísmica ayudará al fortalecimiento para la capacidad de respuesta del personal que labora en la institución además constituirá una herramienta de gran importancia en la resiliencia institucional.

5.2 Recomendaciones

- Se requiere realizar una evaluación estructural más profunda y a detalle de la estructura del edificio del GADP-B por un profesional en la rama de la ingeniería Civil en este caso un ingeniero estructuralista ya que los resultados obtenidos no son tan favorables y se puede evidenciar que es vulnerable ante la ocurrencia de eventos sísmicos.
- El profesional que vaya a realizar la intervención en la infraestructura del edificio del GADP-B debe tomar en cuenta la filosofía del diseño sismo resistente que plantea la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-2015).
- Para un mejor análisis del comportamiento sísmico de la estructura se recomienda aplicar métodos más confiables en este caso métodos destructivos para conocer la resistencia de los diferentes elementos estructurales tal caso es tomar muestras directas que sean ensayadas en un laboratorio y obtener datos que se asemejen más a la realidad.
- Se recomienda a las autoridades competentes tomar en cuenta el actual estudio investigativo y realizar una intervención a corto y mediano plazo por profesionales capaces de solucionar la debilidad que presenta la estructura, y de esta manera salvaguardar la vida y los bienes que se encuentran dentro de la infraestructura.

- Los protocolos de actuación ante amenaza sísmica que se han recomendado en el presente trabajo de investigación deberán ser aplicados y puestos en práctica por todos los miembros de la institución y de esta manera fortalecer la capacidad de respuesta del personal que labora dentro del edificio del GADP-B.

6. BIBLIOGRAFÍA

Amangadi, C., Yasuma, E. & Barragán, A. G. (2019). *Análisis de riesgo ante evento sísmico en las edificaciones de la parroquia Santa Fe, cantón Guaranda, provincia Bolívar, Ecuador*. Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa, IV(3), 50-88

Álzate Buitrago, A. (2017). *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural de las Edificaciones Indispensables del Grupo Iiiy Iven el Municipio de Viterbo, Caldas* [Tesis de Grado, Universidad Libre Seccional Pereira]

Baena Paz, G. M. E. (2017). *Metodología de la investigación* (3a. ed.). México, D.F, Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecaueb/40513?page=32>

Castro Pilco, J.A. (2013). *Evaluación y Zonificación de los Procesos Geodinámicos que influyen en el Área Urbana del Cantón Guaranda*. [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador] <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2284>

Centro Regional de Sismología para América del Sur, 1985. Catálogo de Terremotos para América del Sur, Ecuador., Lima, 106 pp.

Código Orgánico de Organización Territorial. [COOTAD]. Ley 0 de 2010. 19 de octubre del 2010 (Quito).

Constitución de la Republica del Ecuador. [Const]. Art. 380-390. 20 de octubre del 2008 (Montecristi-Manabí).

CYPE Ingenieros, (s. f.). *Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Recuperado el 11 de junio del 2021, de <http://cypecad.cype.es/>

Diaz Bonnet, R. (2003). *Vulnerabilidad y Riesgo sísmico de edificios. Aplicación ha Entornos Urbanos en Zonas de Amenaza Alta y Moderada* [Tesis Doctoral, Universidad

Politécnica de Cataluña]

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6230/03CAPITULO2.pdf>

Escobar Escobar, K. y Andrade Lara, J. (2019). *Modelamiento Informático del Comportamiento de la Estructura del Edificio Administrativo De La Universidad Estatal De Bolívar Ante Amenaza Sísmica*. [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Bolívar]

Escorza Jaramillo, L. (1993). *Levantamiento geológico de la depresión de Guaranda*. [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador]

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas – UNISDR. (2016) *Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*, Asamblea General, Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.

Fernandez, I., Gomez, A. Carchipulla, N. Bonucci, Y. y Pavón, M. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la “Comuna Santa Clara de San Millán”*, Quito, Revista UTE,1-8.

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda (2020) *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2025* Consejo de Planificación Local.

Gómez Martínez, M. G. (2011). *Diseño Estructural de Edificios Altos Tipo Torre Empleando Concreto de Alta Resistencia* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de Mexico] <https://repositorio.unam.mx/contenidos/disenio-estructural-de-edificios-altos-tipo-torre-empleando-concreto-de-alta-resistencia>.

Hernández, José Daniel Benjamín, & Lockhart Castro, Sidney Antonio (2011). *Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente*. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI (2),256-275. [fecha de Consulta 21 de marzo de 2021]. ISSN: 0378-7680. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757004>

Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional- IG/EPN, (2007). *Estudio de la evaluación de la amenaza sísmica para la ciudad de Guaranda provincia de Bolívar*.66. Guaranda-Ecuador.

Lantada Zarzosa, N. (2007). *Evaluación del Riesgo sísmico mediante métodos Avanzados y Técnicas GIS* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica De Cataluña] <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6259/03Nlz03de12.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

López Pavón, V.F. (2017). *Evaluación Estructural Mediante Aplicación de Normativa NEC y Propuestas de Reforzamiento de la Residencia Universitaria Hogar Santa Teresita del D.M.Q* [Trabajo de Grado, Universidad Central del Ecuador] <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10747>

Marte Jiménez, C.J. (2014). *Calibración de Umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad de Estructuras de Hormigón Armado mediante análisis estático no Lineal (“Push-Over”)* [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya] https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21138/Tesis_Celio.pdf

Melendez, Armando. (2011) *Evaluación probabilista del riesgo sísmico de edificios en zonas urbanas* [Tesis doctoral presentada para optar al grado de doctor por la Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://www.uv.mx/personal/armaguilar/files/2011/12/>

Mena Erazo, D.F. (2013). *Optimización del uso del SIG en la microzonificación sísmica y evaluación de la vulnerabilidad física en la ciudad de Guaranda-Ecuador* [Tesis

de Maestría, Universidad San Francisco de Quito]

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2986/1/109902.pdf>

Moran Troya, J.I. (2016). *Aplicación de la Metodología Fema -154 para la Evaluación de Daños Estructurales En Edificaciones luego de un Evento Sísmico* [Tesis de Grado, Universidad De Guayaquil] <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16706>

Municipio del Cantón Guaranda, (2011). *Microzonificación Sísmica de la Zona Urbana Del Cantón Guaranda*, Departamento de Planificación - Unidad de Gestión de Riesgo.

NEC. (2015). *Normas Ecuatorianas de Construcción*. Quito

NEC. (2015). *Normas Ecuatorianas de Construcción. Seguridad Estructural de la Edificación*. Quito: NEC-SE-DS

Ortega Menéndez, J. (2011). *Análisis Comparativo entre Sismo Estático Y Dinámico, para Marcos de Concreto Reforzado* [Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3334_C.pdf

Paz Tiguila, E.K. (2012). *Procedimiento de Calculo para la Elaboración de Espectros Sísmicos para el Diseño sismorresistente de Estructuras* [Tesis de Grado, Universidad San Carlos de Guatemala] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3486_C.pdf

Ramon, P., Yepes, H., Bustillos, J., Aguilar, J. (2007). *Estudio de Evaluación de la amenaza sísmica para la ciudad de Guaranda. Provincia de Bolívar: informe final*. Universidad Estatal de Bolívar, Instituto Geofísico EPN.

Romero Avecilla, A.N. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para la ciudad de Azogues* [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional].

<https://bibdigital.epn.eggggggggggdu.ec/handle/15000/15154?mode=full>

Safina Melone, S.(2002). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales Análisis de Contribución al Riesgo Sísmico* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña.]
<https://www.tdx.cat/handle/10803/6226?show=full&fbclid=IwAR2Pr4oeCR8xJMLVfXQrf8e96BRkptHqVDmR5yNROfHM4IVGazU8CKth44o>

Sánchez Franco, P. (2018) *Metodología de Reducción de Riesgos de Desastres*, Índice de Seguridad Universitarias, Universidad Estatal de Bolívar.

SEPROINCA, (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*. Recuperado el 20 de julio del 2021, de <https://seproinca.com/>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2018) *Glosario de términos de Gestión de riesgo de Desastres*.

Sotomayor, C. (2020). *Entendiendo a Las fisuras y Grietas en Las Estructuras de Concreto*. Concreto al Día: Revista Digital del ACI Perú, V (Nº 6), 1.
<http://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>

Universidad Estatal de Bolivar. (2013). *Estimación de la Vulnerabilidad a nivel cantonal” SNGR-PNUD-UEB Perfil Territorial y Análisis de Vulnerabilidad del cantón Guaranda*. Guaranda: Digital Center.

Vallejos Medianero J.(2018) *Resistencia del Concreto con Esclerometro*, Universidad Señor de Sipan.

Zaruma Huila, J.J y Acurio Velasco, Y.M. (2018). *Modelamiento de la Vulnerabilidad Sísmica del Edificio del Hospital Basico IESS de la ciudad de Guaranda, Provincia de Bolívar*. [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Bolívar]
<http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/2601>

7. ANEXOS

Anexo 1

Matriz de evaluación visual rápida de la vulnerabilidad sísmica FEMA-154

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA													
				DATOS EDIFICACIÓN									
				Nombre de la Edificación:		Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia Bolivar							
Dirección:		Candido Rada 101 y 9 de Abril											
Sitio de referencia:		Junto a la Fiscalía											
Tipo de uso:		Administrativo											
Fecha de evaluación:		6/9/2021											
DATOS CONSTRUCCIÓN													
Área construida:		1161m2											
Año de construcción:		1971											
Año de remodelación:		2011											
Número de pisos:		3											
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador y C.I:		Alexis Chela - 0202485934 Jonathan Lasso -0202361432											
Registro SENESCYT		N/A											
FOTOGRAFÍAS													
 													
Ocupación del Suelo				Número de Personas				Tipo de Suelo				Fallas no estructurales	
Centro de reuniones	Gov.	Oficinas	0-10	11-100	A	B	C	D	E	F	Chimeneas no reforzadas	Parapetos	Revestimientos
Comercial	Comercial	Historicos	101-1000	mas de 100	Roca dura	Roca media	Suelo denso	Suelo rígido	Suelo suave	Suelo pobre			Otros:
Servicios Emergentes	Industrial	Educativos											
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico acero laminado	S1								
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2								
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3								
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón	MX	H. armado prefabricado	PC	Pórtico de acero laminado con muros estructurales hormigón	S4								
Pórtico con paredes de mampostería de bloque	SS												
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES S Y PUNTAJE FINAL S													
Tipo de Construcción	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
PUNTAJE BÁSICO	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
Altura de la Edificación													
Baja Altura (es menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
Irregularidad de la Edificación													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Código de la Construcción													
Pre-código (construida antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construida en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post-código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
Tipo de Suelo													
Tipo de suelo C_Suelo muy duro	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D_Suelo duro	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E_Suelo suave	0	-0,8	-0,4	1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL S													
						0,7							
VULNERABILIDAD SÍSMICA		0,7											
Ponderación		Nivel de vulnerabilidad sísmica										Requiere evaluación mas detallada	
S < 2,0		Alta vulnerabilidad (requiere evaluación especial)										Si	
2,0 < S > 2,5		Media vulnerabilidad										X	
S > 2,5		Baja vulnerabilidad										No	
Observaciones: La construccion de la edificacion se realizo en el año 1971 sin normas de construccion nunca ha sido reforzada experimento sismo en el año 2016.										Firma del responsable de evaluación			

Anexo 2

Matriz ISU reporte final aplicado en el edificio del GADP-B.

	PAUL SÁNCHEZ FRANCO
	Índice de Seguridad Universitaria
	ISBN 978-9942-38-105-7
	IEPI: QUI-053990

ポール・サンチェス・フランコ

REPORTE FINAL

Provincia BOLIVAR
Cantón Guaranda

Código 2

Vulnerabilidad

a	Estructural	2.00
b	No estructural	2.59
c	Funcional	3.14
d	Administrativa	3.06

Factor de Seguridad 2.70

Índice de Vulnerabilidad 0.566219
Índice de seguridad **0.433781**



NIVEL II

CALCULO DEL RIESGO

Amenaza	2		
Vulnerabilidad	2.70		
Exposición		51% a 75%	3
Alerta	No se conoce no funciona		4
RIESGO		1.62	

RESULTADO

Índice de Seguridad	NIVEL II
Riesgo	RIESGO MEDIO

EXPLICACION DE VALORES

NIVEL I (Riesgo muy alto)	Alta probabilidad de colapso integral, medidas de RRD deben tomarse inmediatamente
NIVEL II (Riesgo medio)	La institución podría colapsar, medidas a corto y mediano plazo deben tomarse
Nivel III (Riesgo bajo)	La institución podría seguir funcionando a pesar del Evento Adverso, el monitoreo es mandatorio.

Anexo 3

Aceptación por parte de la Prefectura para realizar el proyecto de investigación.

Oficio N° 011
Guaranda, 13 de mayo del 2021

Señor
Jonathan Leonardo Lasso U.
ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
Presente,

Con un cordial saludo me permito dirigirme a usted con el fin de comunicarle que el pedido de oficio sin número de fecha 29 de marzo del 2021, se encuentra autorizado para que pueda realizar el proyecto de investigación para su titulación con el tema de "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE AMENAZAS SISMICAS" en esta Institución, a la vez debo indicar que el Ing. Alonzo Gutiérrez servidor del GADPB se encargara de coordinar esta actividad y proporcionar la información que sea necesaria.

Esperando de haber atendido su requerimiento me suscribo de usted.

Cordialmente,


Abg. Romulo Carvajal
DIRECTOR DE TALENTO HUMANO
Jm



Oficio N° 010
Guaranda, 13 de mayo del 2021

Señor
Alexis Fernando Chela A.
ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
Presente,

Con un cordial saludo me permito dirigirme a usted con el fin de comunicarle que el pedido de oficio sin número de fecha 29 de marzo del 2021, se encuentra autorizado para que pueda realizar el proyecto de investigación para su titulación con el tema de "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE AMENAZAS SISMICAS" en esta Institución, a la vez debo indicar que el Ing. Alonzo Gutiérrez servidor del GADPB se encargara de coordinar esta actividad y proporcionar la información que sea necesaria.

Esperando de haber atendido su requerimiento me suscribo de usted.

Cordialmente,


Abg. Romulo Carvajal
DIRECTOR DE TALENTO HUMANO
Jm



Anexo 4

Recolección de datos de la resistencia del hormigón en vigas, columnas y losas con la utilización de la herramienta esclerómetro.



Anexo 5

Entrevista con los responsables de seguridad y salud ocupacional institucional para la calificación de la matriz ISU.



Anexo 6

Recorrido por la edificación para aplicación de la matriz FEMA-154 con el Ing. Víctor Moreno encargado por parte de la institución de la Prefectura de Bolívar.

