



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER
HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACION PARA DESASTRES Y
GESTION DE RIESGOS**

PROYECTO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACION PARA
DESASTRES Y GESTION DE RIESGOS.

TEMA:

MODELAMIENTO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL
EDIFICIO DEL HOSPITAL BASICO IESS DE LA CIUDAD DE
GUARANDA, PROVINCIA BOLIVAR.

AUTOR(ES)

YOMAYRA MARIBEL ACURIO VELASCO

JULY JOHANNA ZARUMA HUILCA

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. CIVIL. GINO NOBOA

GUARANDA- ECUADOR 2018

CERTIFICADO

DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR

Guaranda, 30 de Abril del 2018

El suscrito Ingeniero Civil, Gino Noboa 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

Que el proyecto de investigación titulado: “MODELAMIENTO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL EDIFICIO DEL HOSPITAL BASICO IESS DE LA CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA BOLIVAR, elaborado por las señoritas, Yomayra Maribel Acurio Velasco y July Johanna Zaruma Huilca.

Ha sido revisado 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 evaluación y calificación.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad.

ING CIVIL. GINO NOBOA

DOCENTE TUTOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

TEMA:

**MODELAMIENTO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL EDIFICIO
DEL HOSPITAL BASICO IESS DE LA CIUDAD DE GUARANDA,
PROVINCIA BOLIVAR.**

DEDICATORIA

El sumo creador nos hizo a su imagen y semejanza, lo que nos ha dado la capacidad de entender y comprender las sabias enseñanzas dadas en las aulas, por nuestros maestros, para así poderlas transmitir en el transcurso de mi vida profesional.

Este proyecto está dedicado principalmente a Dios, quien siempre guía mi camino.

A mis amados padres Dubal Acurio Mendoza y Yolanda Velasco Velasco que con sus sabios consejos, y su apoyo incondicional me han sabido guiar en este largo proceso, la confianza que ellos pusieron en mi para poder llegar y convertirme en la gran profesional que hoy veo realizada.

A mí querida hermana Dayana, que es una parte fundamental en mi vida, quien a pesar de todas las dificultades siempre me ha demostrado su gran amor.

A mis queridos amigos David, Johanna, Alexis, Jomaira, Karolina, quienes me han apoyado en todo momento y siempre me han brindado su amistad y amor sincero.

A mis abuelos Lucrecia, Clara, Rigoberto, aquellas personas que siempre me han sabido guiar por el buen camino, brindándome su amor, su valentía y sus ganas de salir adelante a pesar de todas las adversidades que se han presentado en la vida.

A mis tíos Carlos, Sonia, Amparo, Alex quienes con sus consejos y sabias experiencia me han sabido enseñar lo que pasa a lo largo de la vida.

Yomayra Maribel Acurio Velasco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien siempre guía mi camino, que me permite despertar día a día para seguir en mi preparación continua.

A mis amados padres Dubal Acurio Mendoza y Yolanda Velasco Velasco que con sus sabios consejos, y su apoyo incondicional me han sabido guiar en este largo proceso.

A la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, a la Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por haberme acogido dentro de sus aulas durante mis 5 años de arduo estudio.

A mis docentes, que día a día impartieron sus conocimientos dentro y fuera de las aulas universitarias, en especial a mi tutor Ing. Gino Noboa, quien nos guio en las directrices de nuestro proyecto investigativo.

A mi querida amiga Johanna Zaruma, quien ha sido mi compañera y que con sus consejos, paciencia, perseverancia y arduo trabajo en conjunto logramos culminar nuestros estudios.

Yomayra Maribel Acurio Velasco

DEDICATORIA

La realización de este trabajo va dedicado a las personas más importantes en mi vida.

A mis amados padres, Luis Alfonso y María, por ser el pilar fundamental en mi vida gracias por estar siempre conmigo y apoyarme en las buenas y en las malas. Son ustedes quienes con todo su apoyo económico, con todas sus palabras y consejos me dieron la fortaleza y ganas de continuar para culminar este sueño. Este logro es de ustedes que diosito siempre me los cuide y los bendiga grandemente.

A mis queridas hermanas, Jenny, Elizabeth, Mireya, Dayana; quienes me acompañaron durante todo el proceso de mi carrera y me brindaron su apoyo económico e incondicional, demostrando así el vínculo entre hermanas y del mismo modo una verdadera amistad. Gracias por ser mi ejemplo a seguir dentro de mi hogar.

A mi hermano Luis gracias por ser como eres conmigo, respetuoso, amable y cariñoso que diosito te de mucha salud y millón bendiciones.

A mi hijo Kenneth Joseph por ser mi mayor bendición y convertirse en mi fortaleza e inspiración, para salir adelante y luchar día a día para brindarle un futuro fructuoso. Te amo con mi vida.

A mis sobrinos y sobrinas. Quienes forman parte de mi vida y ocupan un lugar muy especial en mi corazón los amo chiquitos míos.

A mis cuñados Iván y Patricio por brindarme sus consejos con los cuales me demostraron su apoyo incondicional, amor y amistad. Bendiciones

A mis amigos, Antonio, Yomyta, Jomi, Karyto, Alexis, porque sin ustedes la vida Universitaria no habría sido lo mismo, porque no sólo compartimos un aula, sino que cada día formamos y forjamos un lazo de amistad que perdurará por siempre.

July Johanna Zaruma Huilca

AGRADECIMIENTO.

A Dios por la vida y porque sé que nunca me has abandonado pude vencer cada uno de los obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi vida, gracias por darme las fuerzas necesarias para alcanzar una meta más para mi vida.

Agradecer a la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, a la Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por haberme dado la oportunidad de haber recibido una formación académica profesional en sus aulas, a mis docentes quienes sentaron las bases, trasmitiéndome su sabiduría y experiencia.

Un agradecimiento sincero al Ing. Gino Noboa director de este trabajo investigativo gracias por la oportunidad y confianza que me brindo en el momento que me propuso trabajar con él, y ahora poder presentar mi trabajo. También agradecida por las horas dedicadas y la paciencia empleada ya que sin su ayuda no habría sido posible la finalización de este trabajo.

A ti amiga mía Yomayra Acurio, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas y sobre todo por tu esfuerzo y perseverancia que pusiste para poder culminar con éxito nuestro trabajo investigativo.

Eternamente agradecida con mi familia de manera en especial con mis padres e hijo por la paciencia, comprensión y cariño.

July Johanna Zaruma Huilca

INDICE GENERAL

Contenido

CERTIFICADO	I
TEMA:	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
INDICE DE FOTOGRAFIAS	XVI
INDICE DE ANEXOS.....	XVII
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION	3
CAPITULO I.....	5
1. EL PROBLEMA	5
1.1. Planteamiento del Problema	5
1.2. Formulación del Problema.....	6
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Limitaciones	7
CAPITULO II	8

2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2. Bases Teóricas	8
2.3. Descripción del Cantón Guaranda	11
2.4. Ubicación de la zona de estudio	12
2.5. Marco Legal.....	13
2.6. Glosario.....	16
CAPITULO III.....	21
3. MARCO METODOLOGICO.....	21
3.1. Nivel de Investigación	21
3.2. Diseño	21
3.3. Población y muestra.....	22
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos	23
3.5. Técnicas de procesamiento de datos (estadísticos utilizado) para cada uno de los objetivos específicos.....	23
CAPITULO IV.....	24
4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	24
4.1. Resultados del Objetivo 1.....	24
4.1.1. Levantamiento de la información arquitectónica y estructural necesaria de la edificación.	24
a. Edificación y Características del Hospital Del IESS Guaranda	25
b. Estructura del Hospital.....	26
c. Planos arquitectónicos	27
4.2. Resultado del Objetivo 2	27
4.2.1. Modelamiento de la estructura del edificio del Hospital Básico IESS	27
4.2.1.1. Modelo Estructural	27

4.2.1.2.	Propiedades de los materiales utilizados	28
4.2.1.3.	Secciones usadas en el modelo (ver figura 4)	31
4.2.1.4.	Cálculo de cargas	33
4.2.1.4.1.	Cargas verticales sobre losas de hormigón armado.....	33
a.	Carga muerta	33
b.	Carga viva.....	34
4.2.1.4.2.	Cargas laterales.....	35
4.2.1.5.	Aplicación de cargas en el modelo matemático.....	38
a.	Aplicación de carga muerta.....	39
b.	Aplicación de carga viva.....	39
c.	Aplicación de cargas sísmicas en sentido X.....	40
d.	Espectro	41
4.2.1.6.	Modos de vibración.....	46
4.2.1.7.	Geometría de la edificación	47
4.2.1.8.	Derivas de piso.....	48
4.2.1.9.	Estructura deformada	50
4.3.	Resultado del Objetivo 3	52
4.3.1.	Comparación de los resultados obtenidos del modelamiento con el software ETABS versus CYPECAD.	52
1.	SISMO	52
1.1.	Datos generales de sismo.....	52
1.2.	Espectro de cálculo	55
1.3.	Coefficientes de participación.....	58
1.4.	Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta	61
1.5.	Corrección por cortante basal	62
1.6.	Cortante sísmico combinado por planta.....	65
1.7.	Distorsiones de columnas.	68

4.4.	Resultados del Objetivo 4.....	72
4.4.1.	Plan de Reducción de Riesgos del Edificio del Hospital Básico IESS de la ciudad de Guaranda.	72
4.4.1.1.	Descripción de la edificación	72
a.	Ubicación Geográfica.....	72
b.	Reseña Histórica	72
c.	Personal del Hospital.....	73
4.4.1.2.	ANÁLISIS DE RIESGOS	74
4.4.1.2.1.	Análisis de Amenazas	74
a.	Sismos	74
b.	Incendio	74
4.4.1.3.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	80
a.	Vulnerabilidad Física	80
b.	Vulnerabilidad Social	81
c.	Vulnerabilidad Cultural	82
4.4.1.4.	REDUCCIÓN DEL RIESGO	83
4.4.1.5.	PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	84
4.4.1.6.	MANEJO DE EVENTOS ADVERSOS.....	86
a.	Preparación.....	86
b.	Sistemas de Alerta Temprano	89
4.4.1.7.	RESPUESTA	90
a.	Integrantes de brigada de respuesta.....	90
b.	Recursos de Respuesta.....	93
4.4.1.8.	RECUPERACION	95
a.	Rehabilitación.....	95
b.	Reconstrucción.....	95
4.4.1.9.	TRANSFERENCIA DEL RIESGO	95

CAPITULO V	96
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
5.1. Conclusiones	96
5.2. Recomendaciones.....	97
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	101

INDICE DE TABLAS

Contenido

Tabla 1 Densidad de paredes.....	34
Tabla 2 Resumen cargas verticales	35
Tabla 3 Parámetros para el cálculo porcentaje de la carga reactiva o corte basal. 35	
Tabla 4 Razón entre la aceleración espectral	36
Tabla 5 Aceleración máxima de la roca del cantón Guaranda.....	36
Tabla 6 Tipos de suelo y sus valores según la NEC 2015.	36
Tabla 7 Coeficiente de Reducción de Resistencia sísmica y de importancia.	37
Tabla 8 Distribución de fuerzas sísmicas.....	38
Tabla 9 Coeficientes de participación	58
Tabla 10 Rango de periodos por modos estudiados.....	60
Tabla 11 Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta....	61
Tabla 12 Cortante dinámico	62
Tabla 13 <i>Peso sísmico</i>	64
Tabla 14 Verificación cortante basal.....	65
Tabla 15 Hipótesis sísmica X1.....	66
Tabla 16 Hipótesis sísmica Sismo Y1.....	66
Tabla 17 Situaciones persistentes o transitorias.....	68
Tabla 18 Situaciones sísmicas.....	70
Tabla 19 Listado Personal - Hospital Básico Guaranda.....	73

Tabla 20 Zonas Sísmicas caracterizadas por el Factor Z	74
Tabla 21 Conformación del Comité Institucional de Gestión de Riesgos	83
Tabla 22 Conformación de Brigadas.....	83
Tabla 23 Plan de acción en prevención y mitigación.....	84
Tabla 24 Plan de acción en preparación.....	86
Tabla 25 Puntos de encuentro identificados.....	88
Tabla 26 Plan de acción de vigilancia y monitoreo de los SAT.	89
Tabla 27 Brigada de Prevención y Manejo de Incendios.....	90
Tabla 28 Brigada de Primeros Auxilios.	91
Tabla 29 Brigada de Búsqueda Rescate y Evacuación	92
Tabla 30 Brigada de orden y seguridad.....	93
Tabla 31 Recursos del Hospital	93
Tabla 32 Recursos Institucionales Externos	94

INDICE DE FIGURAS

Contenido

Figura 1 Georeferenciación del Hospital Básico del IESS.	13
Figura 2 Evidencia de las propiedades de los materiales introducidos en el modelo. Hormigón Armado.	29
Figura 3 Evidencia de las propiedades de los materiales introducidos en el modelo. Hormigón armado para losas alivianadas	30
Figura 4 Secciones usadas en el modelo	31
Figura 5 Muestra de secciones de una de las vigas y una de las columnas.....	32
Figura 6 Factores de agrietamiento que indica la norma	33
Figura 7 Aplicación de Carga Muerta.....	39
Figura 8 Aplicación de Carga Viva.....	39
Figura 9 Aplicación de cargas sísmicas en sentido X.....	40
Figura 10 Espectro	41
Figura 11 Espectro del diseño en el modelo matemático.....	42
Figura 12 Espectro en X.....	43
Figura 13 Espectro en Y.....	44
Figura 14 Espectro en el modelo matemático	44
Figura 15 Modos de Vibración	46
Figura 16 Geometría de la Edificación	47
Figura 17 Derivas máximas para sismo en dirección X.....	48
Figura 18 Derivas máximas para sismo en dirección Y.....	49

Figura 19 Estructura Deformada.....	50
Figura 20 Estructura Deformada por sismo para un pórtico en dirección X (eje B)	51
Figura 21 Estructura Deformada por sismo para un pórtico en dirección Y (eje 3)	51
Figura 22 Direcciones de análisis.	54
Figura 23 Espectro elástico de aceleraciones.....	55
Figura 24 Espectros de diseño en X, Y.....	57
Figura 25 Representación de periodos modales.....	60
Figura 26 Representación de periodos modales.....	61
Figura 27 Fuerzas Sísmicas equivalentes por planta.....	67
Figura 28 Ubicación del Hospital Básico del IESS	72
Figura 29 Organigrama de respuesta.....	90

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Contenido

Fotografía 1 Hospital Básico del IESS	26
Fotografía 2 Identificación del bloque para efecto de estudio del Hospital Básico del IESS.....	106
Fotografía 3 Levantamiento de Información estructural en el Hospital Básico del IESS.	107

INDICE DE ANEXOS

Contenido

ANEXO A Planos Arquitectónicos	102
ANEXO B Mapa de Zonas Sísmicas.....	102
ANEXO C Mapa de Zonas Sísmicas en Función al Valor del Factor Z.....	102
ANEXO D Datos de Identificación del Área de Estudio	103
ANEXO E Cronograma de Actividades.....	104
ANEXO F Presupuesto del Proyecto de Investigación	105

RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se realizó el Modelamiento de la Vulnerabilidad Sísmica del Edificio del Hospital Básico IESS de la Ciudad de Guaranda, cuyo Jefe Administrativo es el Abogado Víctor Arregui, el hospital está ubicado en la vía Ambato y Augusto Chávez s/n de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar, para realizar este trabajo se ha empleado los software CYPECAD y ETABS que son programas de análisis y diseño estructural basado en el método de los elementos finitos con características especiales para el análisis y diseño estructural de edificaciones.

Estos programas trabajan dentro de un sistema de datos ingresados, todo lo que se necesita es integrar el modelo dentro de un sistema de análisis y diseño con una versátil interfase. Los efectos que el programa proporciona son instantáneos y automáticos.

Para la evaluación de la vulnerabilidad del Hospital Básico del IESS, se procedió al levantamiento de la patología presente en la estructura, mediante visitas de campo y con una observación minuciosa de cada afectación que presenta la estructura, y después realizar un levantamiento arquitectónico del bloque que fue tomado como objeto de estudio.

Los datos obtenidos y calculados según las Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC, 2015) se los ingresa al sistema o software ETABS, para realizar el modelamiento y evaluar el comportamiento de la estructura cuando ocurre un sismo, también se pudo observar el comportamiento de la misma.

Adicional en este trabajo investigativo se realizó el plan de reducción de riesgos, considerando otras vulnerabilidades que también afectan de manera directa al Hospital Básico del IESS, cabe recalcar que es de suma importancia realizar esta intervención exhaustiva en Gestión de Riesgos debido a que el Hospital Básico del IESS por ser una estructura esencial y brindar servicio de salud tiene alta afluencia de personas, con esto constituiremos con una herramienta de gestión de riesgo, aportaremos en el desarrollo sostenible y a la reducción de riesgos en el Hospital Básico del IESS de la ciudad de Guaranda.

ABSTRACT

In the present investigative work, the Seismic Vulnerability Modeling of the IESS Basic Hospital Building of the City of Guaranda was carried out, whose Administrative Head is the Attorney Víctor Arregui, the hospital is located on the Ambato and Augusto Chávez road, s / n of the Ciudad de Guaranda province Bolívar, to carry out this work, the CYPECAD and ETABS software have been used, which are analysis and structural design programs based on the finite element method with special characteristics for the analysis and structural design of buildings.

These programs work within a system of data entered, all that is needed is to integrate the model into a system of analysis and design with a versatile interface. The effects that the program provides are instantaneous and automatic.

To evaluate the vulnerability of the IESS Basic Hospital, the pathology present in the structure was surveyed, by means of field visits and with a detailed observation of each affectation that the structure presents, and then to carry out a planimetric survey of the block that It was taken as an object of study.

The data obtained and calculated according to the Ecuadorian Construction Standard (NEC, 2015) are entered into the ETABS system or software, to perform the modeling and evaluate the behavior of the structure when an earthquake occurs, the behavior of the same could also be observed .

Additional in this research work was carried out the risk reduction plan, considering other vulnerabilities that also directly affect the Basic Hospital of the IESS, it should be stressed that it is very important to perform this comprehensive intervention in Risk Management because the Basic Hospital of the IESS for being an essential structure and providing health service has a high influx of people, with this we will be constituted with a risk management tool, we will contribute to sustainable development and risk reduction in the Basic Hospital of the IESS of the city of Guaranda.

INTRODUCCION

Los terremotos son uno de los eventos naturales más devastadores que causan grandes pérdidas de vida y de bienes económicos y materiales. En promedio, 10,000 personas fallecen cada año debido estos fenómenos de la naturaleza, mientras que las pérdidas económicas van en el orden de los miles de millones de dólares y representa un elevado porcentaje del presupuesto nacional de los países afectados (Elnashai, A. S., y Di Sarno, 2008).

Con el acontecer de los años, y con los sucesos que se han venido presentando a nivel mundial y en una proporción más baja pero de igual importancia en nuestro país, se ha determinado que los movimientos sísmicos registrados a lo largo de la historia, y su repercusión en las estructuras representan uno de los factores que más genera pérdida de vidas humanas debido al colapso de estas, material de mala calidad, y en especial el incumplimiento de normas sismo resistente y por lo tanto su comportamiento para un futuro.

Por ello es de vital importancia realizar actividades para prevenir y mitigar los efectos de esta amenaza de origen natural, contribuyendo de esta manera en la reducción de la vulnerabilidad física como también los efectos que genera en la comunidad.

En el trabajo investigativo propuesto utilizaremos el CYPECAD y ETABS, que son programas muy prácticos los cuales ayudaran a resolver de manera inmediata el análisis estructural ante sismos, del Hospital Básico del IESS del cantón Guaranda de la provincia Bolívar, ubicado en la parte central del Ecuador, con el propósito de evaluar la vulnerabilidad sísmica y su comportamiento estructural y así poder contribuir con estrategias de reducción de riesgos.

El Trabajo Investigativo que presentamos se estructura 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 trabajo investigativo.

CAPITULO II: Donde se menciona la teoría científica en la cual se citó toda la información necesaria, y a su vez recalco la teoría conceptual, en la que se delimitó la terminología a ser utilizada dentro del proyecto y la base legal en la que está sustentado la investigación.

CAPÍTULO III: Comprende el diseño metodológico, la población y muestra del trabajo investigativo, además contiene las técnicas de procesamiento de datos estadísticos utilizado para cada uno de los objetivos específicos.

CAPITULO IV: Se describe los resultados o logros alcanzados según los objetivos planteados en el trabajo de investigación; y,

CAPITULO V: enfatiza las conclusiones y recomendaciones surgidas en el trabajo de Investigación.

Además cabe recalcar que el presente estudio se constituye como una herramienta de gestión de riesgo y como aporte en el desarrollo sostenible del Hospital Básico del IESS de la ciudad de Guaranda.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Las estructuras esenciales son aquellas que deben permanecer en óptimas condiciones para su adecuado funcionamiento durante y después de suscitar cualquier tipo de evento.

El limitado conocimiento y los escasos estudios de los niveles de vulnerabilidad estructural ante sismos en el Hospital Básico del IEISS es un factor de riesgo que incide en la seguridad de los habitantes.

A través de la evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones que se encuentran en zonas sísmicas, se contribuye notablemente en la disminución del riesgo sísmico.

El Hospital Básico del IEISS no cuenta con medidas de mitigación ante el impacto de un sismo, lo cual es un problema debido a que en el caso de presentarse un sismo el personal del Hospital no sabe cómo actuar.

La finalidad de nuestro trabajo investigativo es determinar la vulnerabilidad sísmica en el Hospital Básico del IEISS, mediante el modelamiento de un bloque de la estructura que fue tomado como objeto de estudio en un programa de análisis y diseño estructural, elaborando un informe en el cual se explica los resultados e interpretación obtenidos en base a lo anterior expuesto, además se presentara una propuesta de un plan de reducción de riesgos.

1.2. Formulación del Problema

¿Es necesario el modelamiento de la estructura del edificio del Hospital Básico del IESS Guaranda, para determinar la vulnerabilidad sísmica a la que se encuentra expuesto?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio del Hospital Básico IESS de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Levantar la información arquitectónica y estructural necesaria de la edificación con el propósito de analizar y convalidar.
- Modelar la estructura del edificio del Hospital Básico IESS con ayuda del software ETABS para determinar la vulnerabilidad sísmica y su comportamiento estructural.
- Comparar los resultados obtenidos del modelamiento con el software ETABS versus CYPECAD.
- Proponer un plan de reducción de riesgos ante sismos del edificio del Hospital Básico IESS de la ciudad de Guaranda.

1.4. Justificación

El Ecuador se encuentra en una zona de alta sismicidad debido a los efectos de subducción entre la placa de Nazca y la Sudamericana, (Romero, 2016), por registros históricos se conoce que han dejado grandes daños para la sociedad, pérdida de vidas humanas, materiales y económicas.

Con estos antecedentes que existen en nuestro país, la provincia Bolívar por encontrarse dentro del “Cinturón de Fuego del Pacífico” y por las fallas existentes en el territorio tiene una mayor actividad sísmica, por lo que es altamente vulnerable y propenso a sufrir terremotos de magnitudes considerables, por lo que amerita

realizar una investigación y un estudio de la vulnerabilidad sísmica según la intensidad, esto implica hacer un levantamiento tipológico de la edificación el cual permitirá la fundamentación técnica para poder efectivizar acciones de reducción de riesgos.

Por lo anteriormente señalado se pretende realizar el modelamiento de la vulnerabilidad sísmica en el edificio del Hospital Básico IESS de la ciudad de Guaranda, el cual permitirá, dependiendo del nivel o grado de vulnerabilidad determinar el daño sísmico, el cual puede servir de ayuda en la elaboración de un Plan de Contingencia, Plan de Reducción de Riesgos y para el reforzamiento estructural de la edificación en las áreas necesarias, contra desastres de esta naturaleza, en cumplimiento de la protección en esencia de la vida de sus usuarios y ocupantes, así como del bien o propiedad objeto del estudio.

1.5. Limitaciones

Este estudio se realizó en el Cantón Guaranda, provincia Bolívar, Edificio del Hospital Básico del IESS, las limitaciones que se presentaron para realizar nuestro trabajo investigativo es la falta de estudios específicos en cuanto a modelamientos estructurales dentro de nuestro país, provincia y ciudad, para identificar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones.

La inexistencia de los archivos indispensables para realizar el modelamiento o cualquier otro tipo de estudio.

Otra de las limitaciones es el poco presupuesto de las instituciones para realizar estos estudios debido a que tienen costos elevados.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

La zona de estudio del hospital básico del IESS está ubicado en la vía Ambato y Augusto Chávez de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar.

Cabe recalcar que dentro de nuestra Provincia Bolívar no existen proyectos similares a nuestro Trabajo Investigativo; sin embargo para objeto de estudio se recopilaron indagaciones similares realizados en otros lugares.

En el “Estudio de Vulnerabilidad y Reforzamiento de una Estructura de tres pisos y Cubierta en placa”, podemos encontrar una similitud con nuestro trabajo investigativo, ya que en este también se determina la vulnerabilidad sísmica de la estructura y se realiza el modelamiento con el programa de elementos finitos ETABS, por ende esto enriquecerá el desarrollo de nuestro trabajo investigativo, especialmente en el uso de este programa y del análisis técnico del mismo. (Lizeth Viviana Otalora Suarez, 2012)

El análisis sísmico de una estructura es de gran importancia tanto para garantizar un apropiado diseño frente a sismo así como, para entender y predecir la respuesta estructural de una edificación. Entender el comportamiento estructural es fundamental para poder caracterizar de manera más adecuada el nivel de daño que pueda presentar una estructura producto de un evento sísmico. (Jimenez, 2014).

Por tanto con la referencia de las investigaciones citadas relacionamos las metodologías utilizadas con nuestro trabajo investigativo el que tiene como finalidad realizar el Modelamiento de la Vulnerabilidad Sísmica del Edificio del Hospital Básico IESS de la Ciudad de Guaranda.

2.2.Bases Teóricas

Nuestro país, por su ubicación geográfica y al tener incidencia directa del anillo o Cinturón de Fuego del Pacífico se caracteriza por conectarse a algunas de las franjas de subducción de las placas tectónicas más importantes del mundo, lo que ocasiona

una intensa y constante actividad sísmica y volcánica debido al choque de las mismas, lo que produce acumulación de energía y tensión en su liberación; por la variedad de clima y su geomorfología está expuesto a diferentes tipos de amenazas ya sea de origen natural y antrópico que agregado a los factores de vulnerabilidad presentes en las diferentes zonas del Ecuador dan como resultado la presencia de un riesgo latente. Adicionalmente hay que tomar en cuenta que Ecuador se asienta en al menos 10 fallas geológicas lo que provoca la recurrencia de movimiento en ciudades como Quito, Ambato, Cuenca, Latacunga y Riobamba (El - Telegrafo, 2016).

La provincia de Bolívar está atravesada por uno de los tres sistemas de fallas principales, como es la falla de Pallatanga que llega hasta la provincia de Chimborazo (El-Comercio, 2014).

Los sismos más importantes ocurridos en siglos pasados, incluye la época colonial como:

29 de Agosto de 1674, Destrucción de Chimbo y 8 pueblos circundantes. La mayor destrucción ocurrió en Chimbo, pocos sobrevivientes a pesar de la magnitud, la zona macro sísmica fue bastante restringida. Grandes deslizamientos en montes y laderas, agrietamientos del terreno por todas partes (PUCE, 2013).

a. Sismos

Movimiento brusco y errático de la superficie terrestre. Las vibraciones no poseen una trayectoria específica y pueden presentarse en cualquier dirección. (Flores Cordova, Rudy Armando, 2004).

Existen tres clases de movimientos sísmicos: tectónicos, volcánicos y artificiales. Los primeros son producto de la tensión de las placas tectónicas, con su zona de conflicto, que son áreas cercanas a su frontera.

Los volcánicos anuncian la cercanía de erupciones y raramente son destructivos.

Los sismos artificiales son producto de las actividades humanas en el subsuelo.

De las tres clases de movimientos, la más importante es la de origen tectónico debido a que la misma libera el 75% de la energía sísmica del planeta.

El cantón y la ciudad de Guaranda históricamente ha sido afectada por fuertes terremotos, según el catálogo sísmico del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional – IG/EPN (2007); la ciudad por lo menos en cuatro ocasiones se ha visto afectada por sismos de intensidades VIII (Escala MSK), siendo los eventos de 1674 posiblemente por una falla local; en 1797, 1911, originados muy probablemente en la Falla Pallatanga (una de las más activas del país), y en 1942, ocasionado en la zona de subducción, a más de 218 km. al NW de Guaranda, que provocaron fuertes afectaciones en la ciudad y centros poblados del cantón.

En base al Código Ecuatoriano de la Construcción (Ministerio de Vivienda, 2002, el cantón presenta dos zonas de amenaza sísmica: la Zona IV de Muy Alta Intensidad Sísmica, que abarca aproximadamente un 79% del superficie 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. (Perfil Territorial y Analisis de la Vulnerabilidad).

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmica y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Diaz, 2003).

b. Acción sísmica

La acción sísmica, también referida como la demanda sísmica, constituye uno de los elementos fundamentales para la apropiada caracterización de la vulnerabilidad sísmica. De Manera que una de las más importantes decisiones en un estudio de vulnerabilidad y riesgo sísmico es la apropiada definición y caracterización de la acción sísmica. El establecimiento fiable de la acción sísmica de diseño debe ser capaz de representar adecuadamente el movimiento esperado en un determinado emplazamiento, de manera que proporcione una respuesta crítica de la estructura con los mayores daños potenciales. (Singh, 1995)

c. Vulnerabilidad ante sismos

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño. (Sandi, 1986).

2.3.Descripción del Cantón Guaranda

El cantón Guaranda esta administrado por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda.

a. Localización geográfica y aspectos generales del cantón y ciudad Guaranda

El cantón Guaranda está localizado en la parte Este y Norte de la provincia de Bolívar, Zona de Planificación Cinco. (SEMPLADES, 2010) Cuyos aspectos generales del territorio cantonal se describen a continuación:

Fecha de creación del cantón: 23 de junio de 1824

Superficie: 1,897 Km²

Población: Total 91,877 habitantes (representa el 50% del total provincial), (INEC, 2010).

El 26% área urbana y el 74% área rural (INEC, 2010)

El 52% mujeres y el 48% hombres (INEC, 2010)

Densidad: 0.49 habitantes/hectárea

Parroquias rurales: Salinas, Simiatug, Facundo Vela, Julio Moreno, Santa Fe, San Lorenzo, San Simón, San Luis de Pambil.

Límites:

Norte: provincia de Cotopaxi

Sur: cantón San José de Chimbo (Provincia de Bolívar)

Este: provincias de Chimborazo y Tungurahua

Oeste: cantones: Las Naves, Echeandía y Caluma (Provincia de Bolívar)

b. Suelo

Son un recurso válido, beneficiado por los otros atributos ecológicos del medio; pero, expuestos a riesgos. Los suelos son de origen volcánico en la parte este, provienen de cenizas, tobas y otros materiales piroclásticos, son suelos ligeramente ácidos y de alta capacidad para fijación. Son sedimentarios en la parte oeste de las estribaciones de la Cordillera Occidental y relativamente húmedos, con un horizonte de acumulación de arcillas. (PDOT Cantón Guaranda)

c. Clima

Existe marcada variedad de climas determinados por los diferentes niveles altitudinales. Esto produce la variación en la precipitación pluvial entre 500 y 2000 milímetros anuales; las temperaturas varían entre los 2°C, 10°C, 18°C y 24°C. (PDOT Cantón Guaranda)

2.4. Ubicación de la zona de estudio

En la figura 1 se muestra la georeferenciación del área de estudio que se encuentra en las siguientes coordenadas.

X	Y
722605.69	9825021.40



Figura 1 Georeferenciación del Hospital Básico del IESS.
Fuente: imagen satelital Google Earth Pro.

2.5. Marco Legal

La presente investigación tiene su sustento en:

Normas Ecuatorianas de Construcción

Expedida mediante Acuerdo Ministerial Nro. 0028, el 19/agosto/2014 y su actualización mediante Acuerdo Ministerial Nro. 0047 el 15/Dic/2014, para el presente proyecto se tomó en cuenta una de las siete guías prácticas de implementación de las normas ecuatorianas de la construcción (NEC-2015) para la correcta aplicación de la normativa.

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” (Ministerio Coordinador de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados., 2011)

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.

Constitución de la República del Ecuador

Art. 261. El estado central tendrá competencias exclusivas sobre:

6) Las políticas de educación, salud, seguridad social, vivienda. Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos correspondientes en educación y salud. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

Sección Novena

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. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la Ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir la información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente y en forma transversal la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.

6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se 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. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

Ley Organica de la Salud.

Art. 37 “Todas las instituciones y establecimientos públicos y privados, de cualquier naturaleza deberán contar con un plan de emergencia, mitigación y atención en casos de desastres, en concordancia con el Plan formulado para el efecto.”

2.6. Glosario

2.6.1. Definiciones Tomadas textualmente de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, NEC_SE_DS (peligro sísmico).

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.” (NEC, 2015)

Acelerogramas

“Serie temporal o cronológica de valores de aceleración que se han registrado durante un sismo. En el registro se puede notar una aceleración máxima y la duración de la excitación sísmica.” (NEC, 2015).

Vulnerabilidad:

“Se define como la condición de fragilidad o susceptibilidad determinada por factores físicos, económicos, sociales, políticos y ambientales que caracteriza y predispone a un individuo o sociedad a sufrir serios daños en caso del impacto de una amenaza natural o antropogénica afectando su capacidad de recuperación” (UNICEF, 2010)

Coefficiente de importancia

“Coeficiente relativo a las consecuencias de un daño estructural y al tipo de ocupación.” (NEC, 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.” (NEC, 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.” (NEC, 2015).

Espectro de respuesta:

“Indican la respuesta máxima absoluta de osciladores simples de un grado de libertad con cierto amortiguamiento, ante una excitación sísmica, en función del período o frecuencia propia del oscilador. Dicha respuesta puede expresarse en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento para los distintos periodos de movimiento” (Paz-Tiguilla, 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.” (NEC, 2015).

Espectro elástico de diseño:

“Son herramientas de gran utilidad en el diseño de construcciones sismo resistentes debido a que se puede estimar el valor máximo de la respuesta. Las curvas espectrales para diseño deben considerar el efecto varios terremotos, es decir deben ser representativos de la sismicidad propia de cada zona” (Crisafulli y Villafañe, 2002).

Estructura

“Conjunto de elementos estructurales ensamblados para resistir cargas verticales, sísmicas y de cualquier otro tipo. Las estructuras pueden clasificarse en estructuras de edificación y otras estructuras distintas a las de edificación (puentes, tanques, etc.).” (NEC, 2015).

Estructuras esenciales

“Son las estructuras que deben permanecer operativas luego de un terremoto para atender emergencias.” (NEC, 2015).

Fisura:

“son roturas de distintas longitudes, espesores y profundidad, que aparecen en los elementos de la superficie o a su acabado y se manifiestan externamente como un desarrollo” (Perez del Rio, 2014).

Grietas:

“son aberturas incontroladas que afecta a todo el espesor del muro” (Colombia, 2011).

Fuerzas sísmicas de diseño

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

Licuación

“Fenómeno mediante el cual un depósito de suelo, sea ésta 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.” (NEC, 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.” (NEC, 2015).

Daño sísmico:

“Es en grado de degradación o destrucción causado por un fenómeno peligroso sobre las personas, los bienes, los sistemas de presentación de servicios y los sistemas naturales y sociales. Desde el punto de vista estructural, generalmente se relaciona con deformaciones irreversibles (inelásticas), por lo tanto, cualquier variable de daños debe ser preferiblemente referida a una cierta cantidad de deformación. La evaluación y la interpretación de los daños causados por un sismo surge de la necesidad de cuantificar y explicar los efectos de este fenómeno sobre los diferentes tipos de estructuras existentes” (Diaz, 2003).

Rigidez:

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

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.” (NEC, 2015).

Período de vibración fundamental

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

Carga muerta: “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” (NEC, 2015).

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” (NEC, 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. (NEC, 2015).

Zonas Sísmicas: “El Ecuador se divide en seis zonas sísmicas, caracterizada por el valor del factor 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” (NEC, 2015).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. Nivel de Investigación

Las metodologías adoptadas en el desarrollo del presente trabajo corresponden a la propuesta por el Prof. Kappos. (Dolce, 1994).

Métodos de categorización o caracterización

Clasifican las edificaciones según su tipología en clases de vulnerabilidad atendiendo a la experiencia sobre el desempeño sísmico que han tenido estructuras similares ante terremotos relevantes. El resultado suele ser bastante su objetivo por lo que generalmente es limitado a evaluaciones preliminares. Un ejemplo de esta metodología es la clasificación de los tipos de estructuras según su clase de vulnerabilidad propuesta por la EMS-98 (Grunthal, 1998).

Este trabajo es de nivel de investigación descriptivo experimental, ya que busca especificar las propiedades, las características del fenómeno a investigar. En el estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006).

Este trabajo también es experimental debido a que se buscan variables, relación y condiciones en las que se manifiesta el fenómeno en el cual se está interesado.

3.2. Diseño

Dentro del enfoque de nuestro trabajo para poder cumplir con el primer objetivo específico, el diseño utilizado es la observación y de campo, debido a que tuvimos que trasladarnos a las instalaciones del Hospital del IESS, para realizar el levantamiento de información arquitectónica y estructural de la edificación.

Para modelar la vulnerabilidad estructural que indica el segundo objetivo específico, el diseño que aplicaremos es el experimental ya que procedimos a ingresar los datos recopilados de la estructura para realizar el modelamiento estructural, en los programas CYPECAD Y ETABS softwares integrados para

realizar lo anterior expuesto, dándonos a conocer el comportamiento de la estructura en los movimientos sísmicos.

Con el tercer objetivo específico el diseño de investigación es descriptivo ya que se procederá a comparar los resultados obtenidos en el modelamiento con el software ETABS versus CYPECAD.

El diseño que utilizaremos para el cuarto objetivo específico es de categorización o caracterización, ya que se propone un plan de reducción de riesgos, para mitigar los riesgos del comportamiento estructural del edificio.

3.3. Población y muestra

La estructura del edificio del Hospital Básico IESS tiene un área total de 3000mts², su área de construcción es de 1200 mts², antigüedad 28 años material predominante hormigón armado. Previa a la construcción del mencionado hospital se realizó un estudio de suelos, ya que antiguamente el sitio era una zona de alto nivel freático por lo cual se tomaron las medidas correctivas para la estabilización del suelo. Se realizó un drenaje tipo espina de pescado en toda el área de cimentación, y esta agua se recoge a dos colectores que se conectan al alcantarillado público. Además en la parte norte del terreno está construido un muro de 1.50m, la cimentación de 1200m² tiene un espesor de 1.50m, el que le permite que toda la edificación se asiente de una forma segura, ya que en caso de un sismo se mueve todo el edificio y no permite fracturamiento en ningún lugar. Las columnas nacen desde la base de la cimentación con un diámetro de 70x70cm².

La zona donde se encuentra el Hospital no es proclive a inundaciones, huracanes, tsunamis, deslaves, o avalanchas, pero si existe el riesgo frente a terremotos. En el mapa de peligro sísmico del Ecuador, Guaranda se halla en la zona IV es decir en el máximo nivel ante este tipo de eventos. (García, Ordoñez, Gutiérrez, 2012).

El edificio del Hospital Básico del IESS cuenta con 181 trabajadores en su totalidad tanto personal titular, contratado, y médicos internistas rotativos.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

Para la elaboración de este trabajo las técnicas e instrumentos utilizados son los siguientes:

- Diálogo con el jefe de mantenimiento del Hospital Básico del IESS.
- Diálogo con el jefe de Recursos Humanos del Hospital Básico del IESS.

3.5. Técnicas de procesamiento de datos (estadísticos utilizado) para cada uno de los objetivos específicos.

Para elaborar el primer objetivo; **Levantamiento de información arquitectónica y estructural** se lo realizó mediante el método de la observación directa y de campo, necesario para analizar y convalidar, lo cual se documentó fotográficamente.

Dando cumplimiento al segundo objetivo que es **Modelar la estructura del edificio**, el método que aplicamos es el experimental procediendo a ingresar los datos recopilados de la estructura para realizar el modelamiento estructural, y determinar la vulnerabilidad sísmica en los software integrado CYPECAD Y ETABS para realizar lo anterior expuesto, que nos permitirá identificar la forma de la edificación y determinar los periodos de vibración para de esta manera contribuir a un mejoramiento de la estructura y con ello salvaguardar la vida de las personas, así como del bien o propiedad objeto del estudio.

En cumplimiento al tercer objetivo **Comparar los resultados obtenidos del modelamiento**, se aplicó el método descriptivo, procediendo a comparar los resultados y encontrando gran similitud en ambos softwares CYPECAD Y ETABS

Para dar cumplimiento con el cuarto objetivo **Proponer un plan de reducción de riesgos**, se utilizó la metodología de Meseri, PNUD y además tomamos como referencia la metodología que se utilizó en el trabajo investigativo “Estudio de la Vulnerabilidad Estructural ante sismos del Inmueble patrimonial, Iglesia San Francisco, de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús” (Mendoza y Guaranda, 2017).

CAPITULO IV

4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultados del Objetivo 1

4.1.1. Levantamiento de la información arquitectónica y estructural necesaria de la edificación.

A través de la metodología de observación directa y de campo se pudo levantar toda la información arquitectónica y estructural del Hospital Básico del IESS.

La edificación tiene un área de construcción de 3000 m², está ubicada en la parroquia Angel Polibio Chávez del Cantón Guaranda de la provincia Bolívar, en las calles Augusto Chávez s/n y vía Ambato.

El material predominante es el hormigón armado, previa a la construcción del mencionado hospital se realizó un estudio de suelos, ya que antiguamente el sitio era una zona de alto nivel freático por lo cual se tomaron las medidas correctivas para la estabilización del suelo.

Se realizó un drenaje tipo espina de pescado en toda el área de cimentación, y esta agua se recoge a dos colectores que se conectan al alcantarillado público, además en la parte norte del terreno está construido un muro de 1.50m, la cimentación de 3000m² tiene un espesor de 1.50m, el que le permite que toda la edificación se asiente de una forma segura, ya que en caso de un sismo se mueve todo el edificio y no permite fracturamiento en ningún lugar.

Las columnas nacen desde la base de la cimentación con un diámetro de 70x70cm². Que cumplen con las normas de seguridad sismo resistentes, a criterio de los constructores y autoridades de ese tiempo, señores: Arq. Oswaldo Terán, Ing. Ramiro Gruezo, Arq. Santamaría, Arq. Miguel Calero, Dr. Freddy Espinoza, etc., a los que se les hizo la encuesta afirman que el Hospital Básico del IESS de la ciudad de Guaranda cumple con las normas de seguridad sismo resistentes en la totalidad del edificio.

a. Edificación y Características del Hospital Del IESS Guaranda

Su estructura física es predominantemente horizontal, planta baja y tres pisos altos, de hormigón armado.

Política de la Unidad

- Atención con calidad
- Promoción y prevención de la salud
- Atención de recuperación
- Sostenibilidad financiera
- Ampliación de cobertura a nuevos grupos poblacionales

Principios

- **Equidad:** es la entrega de las prestaciones del seguro general obligatorio en proporción directa al esfuerzo de los contribuyentes y a la necesidad de amparo de los beneficios en función de un buen común.
- **Solidaridad:** es la ayuda entre todas las personas aseguradas, sin distinción de nacionalidad, etnia, lugar de residencia, edad o sexo estado de salud, educación, ocupación o ingresos. Con el fin de financiar conjuntamente las prestaciones básicas del Instituto de Seguridad Social.
- **Obligatoriedad:** es la prohibición de acordar cualquier afectación, disminución alteración o supresión de deber de solicitar el derecho de recibir la protección del Seguro General Obligatorio
- **Universalidad :** la garantía de iguales oportunidades a toda la población asegurada nos permite acceder a las prestaciones del Seguro General Obligatorio, sin distinción de nacionalidad, etnia, lugar de residencia, sexo educación, ocupación o ingresos
- **Eficiencia:** es la mejor utilización económica de las contribuciones y demás recursos del Seguro General Obligatorio, para garantizar la entrega oportuna de prestaciones suficientes a sus beneficiarios.

- **Subsidiaridad:** es el auxilio obligatorio del estado para robustecer las actividades de aseguramiento y complementar el financiamiento de las

b. Estructura del Hospital

En el hospital se puede diferenciar 4 bloques distintos:

- Bloque de Consultas
- Bloque de Hospitalización
- Bloque de Emergencias
- Bloque Central

Además cuenta con 2 accesos diferenciados desde el exterior:

- Principal
- Emergencias

El Hospital Básico del IESS cuenta con un aparcamiento subterráneo, que en la actualidad no está en funcionamiento, la circulación de las personas en el interior del edificio es a través de pasillos que conectan a cada bloque.



Fotografía 1 Hospital Básico del IESS
Autoras: Acurio y Zaruma

c. Planos arquitectónicos

La información técnica necesaria para este estudio, fue obtenida de los archivos del Departamento de Mantenimiento del Hospital Básico de IESS, de los cuales se ha podido constatar que su construcción se inició en el año 1988, y su terminación en el año 2006, bajo la modalidad de ejecución por administración directa, siendo la responsabilidad técnica, administrativa y de fiscalización por parte de dicho departamento. (Ver Anexo A).

4.2. Resultado del Objetivo 2

4.2.1. Modelamiento de la estructura del edificio del Hospital Básico IESS

Este objetivo se lo cumplió utilizando el software ETABS, en el cual con los planos arquitectónicos se realizó el modelamiento estructural de la edificación, para establecer la vulnerabilidad sísmica que posee el Hospital Básico del IESS.

4.2.1.1. Modelo Estructural

La estructura se modela tridimensionalmente en el software de análisis y diseño estructural ETABS, el cual determina los desplazamientos en los nudos y las acciones finales en sus miembros. Las cargas verticales son aplicadas de manera uniformemente distribuidas sobre las losas.

Se hace un modelo virtual para el análisis, considerando la conformación estructural, incluyendo todos los elementos estructurales dentro de la edificación. Se modela las columnas y vigas como elementos frame, los muros como elementos shell y las losas como membrana.

A las losas se las discretiza en áreas más pequeñas para tener un análisis de elementos finitos que pueda representar mejor la realidad.

Chequeos como el confinamiento y el diseño a flexo-compresión en columnas no se realizaron por no tener datos de la armadura usada en los elementos estructurales.

4.2.1.2. Propiedades de los materiales utilizados

Las propiedades mecánicas de los materiales utilizados para el análisis, y con los que debe ser construida la edificación son:

- Acero de refuerzo: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Hormigón[‡]: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $E_c = 204\,328.41 \text{ kg/cm}^2$.

Los pesos específicos son:

- Acero: $\gamma_s = 7.85 \text{ T/m}^3$.
- Hormigón armado: $\gamma_c = 2.4 \text{ T/m}^3$

[‡] Para calcular el módulo de elasticidad del hormigón se ha utilizado la fórmula $E_c = 14\,100 \cdot \sqrt{f'_c}$ que da dicho parámetro en kg/cm^2 si en la fórmula se introduce f'_c también en kg/cm^2 .

a. Evidencia de las propiedades de los materiales introducidos en el modelo (Ver figura 2)

Hormigón armado.

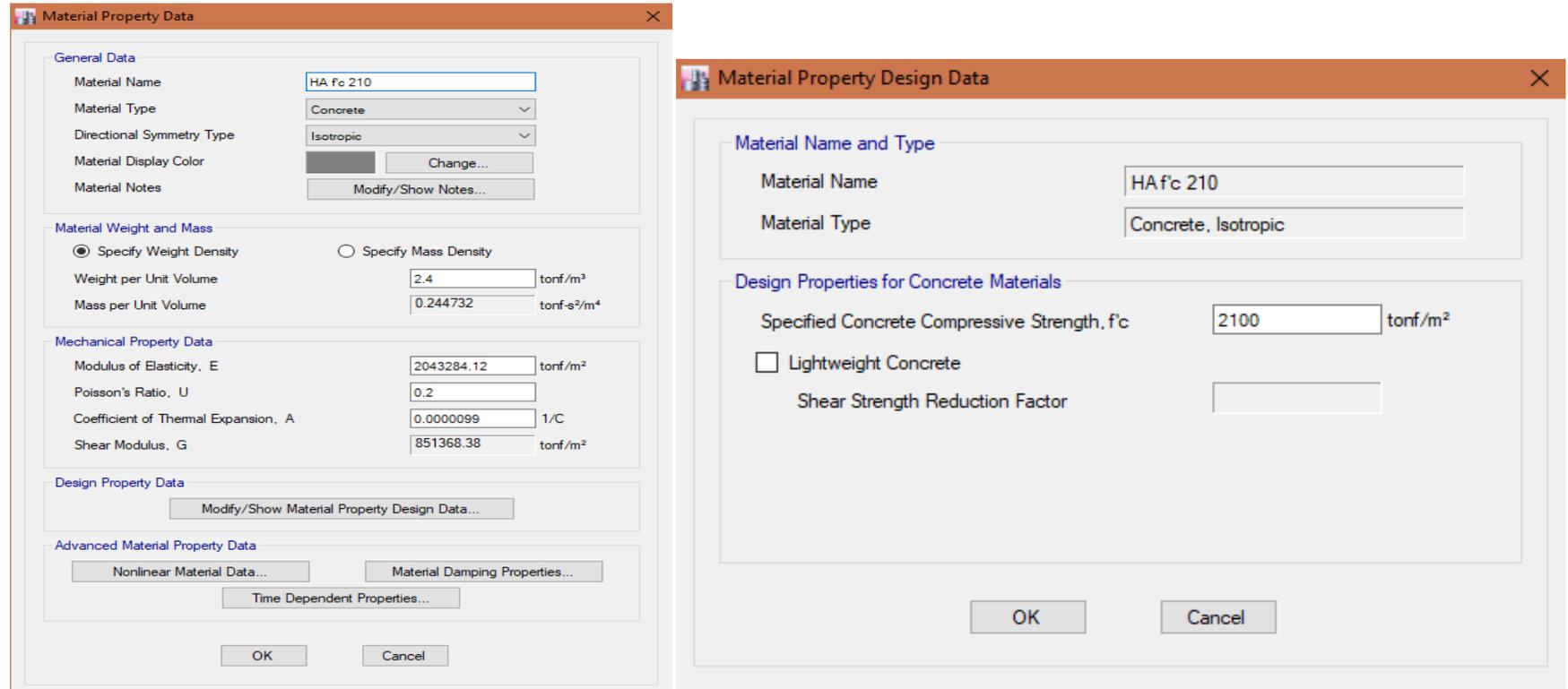


Figura 2 Evidencia de las propiedades de los materiales introducidos en el modelo. Hormigón Armado.

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autoras: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

b. Hormigón armado para losas alivianadas (ver figura 3).

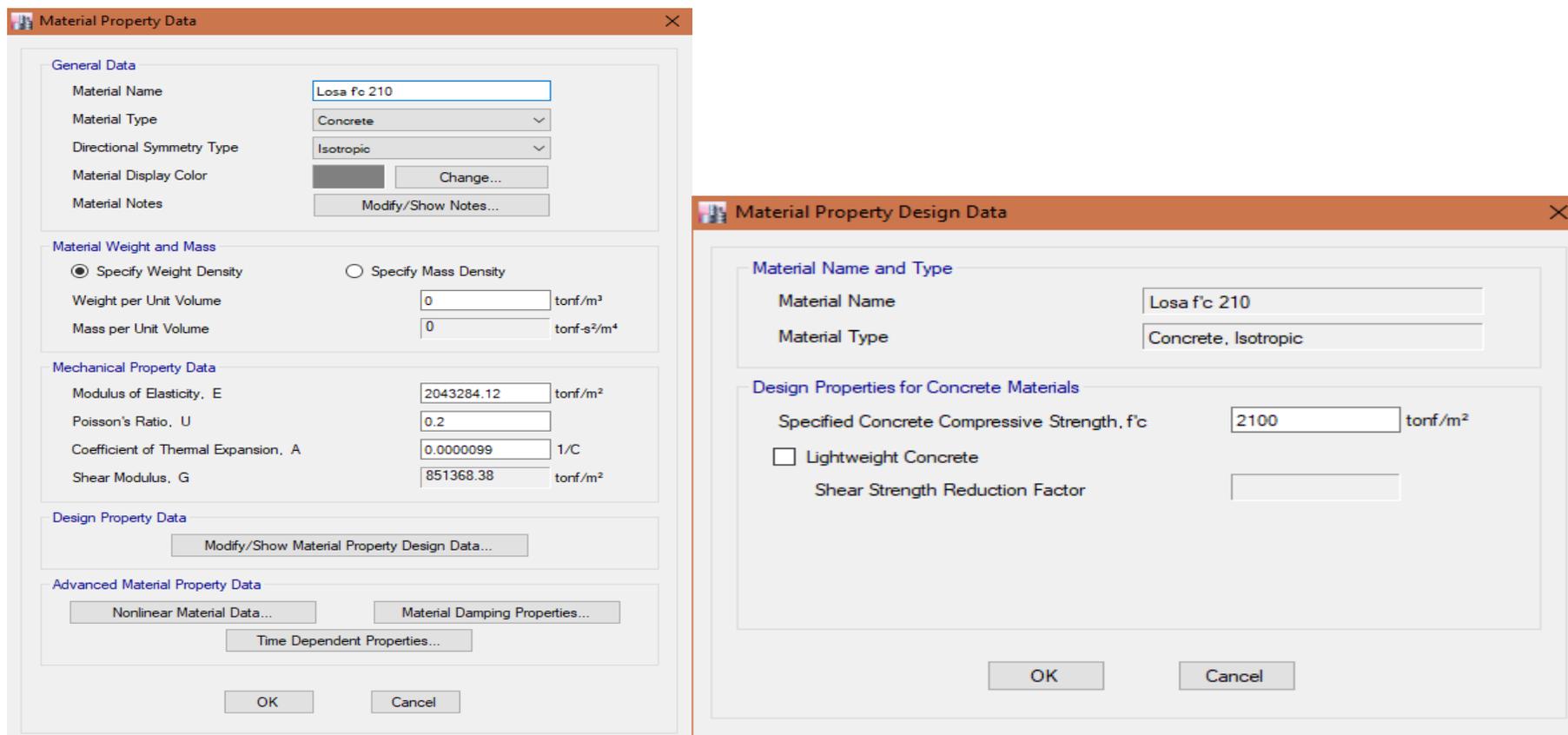


Figura 3 Evidencia de las propiedades de los materiales introducidos en el modelo. Hormigón armado para losas alivianadas

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autoras: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

4.2.1.3. Secciones usadas en el modelo (ver figura 4)

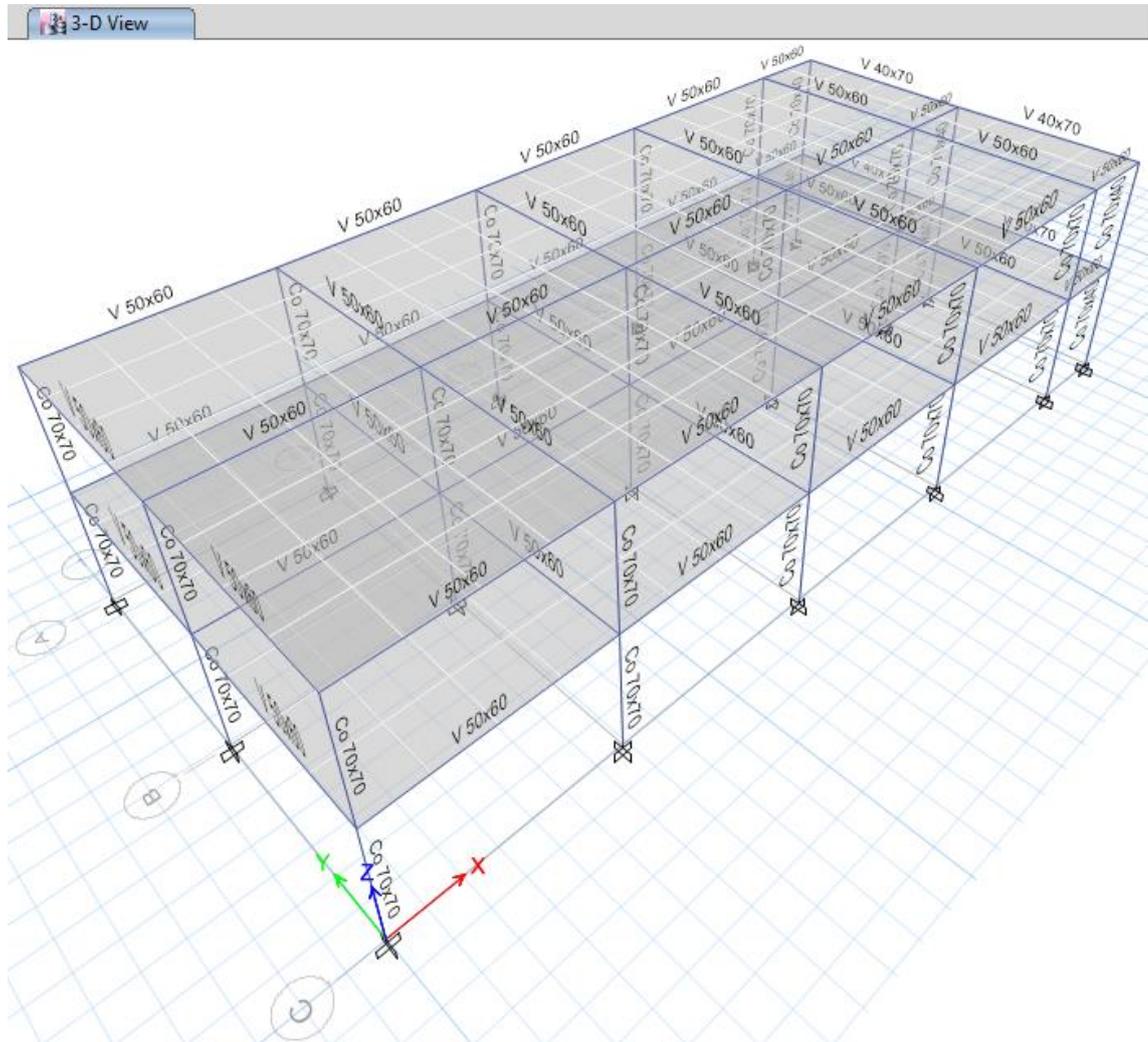


Figura 4 Secciones usadas en el modelo
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

Muestra de secciones de una de las vigas y una de las columnas usadas en el modelo matemático. (Ver figura 5)



Figura 5 Muestra de secciones de una de las vigas y una de las columnas

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

Se utilizaron los factores de agrietamiento que indica la norma. Como ejemplo, se indica dichos factores utilizados para las columnas: (ver figura 6).

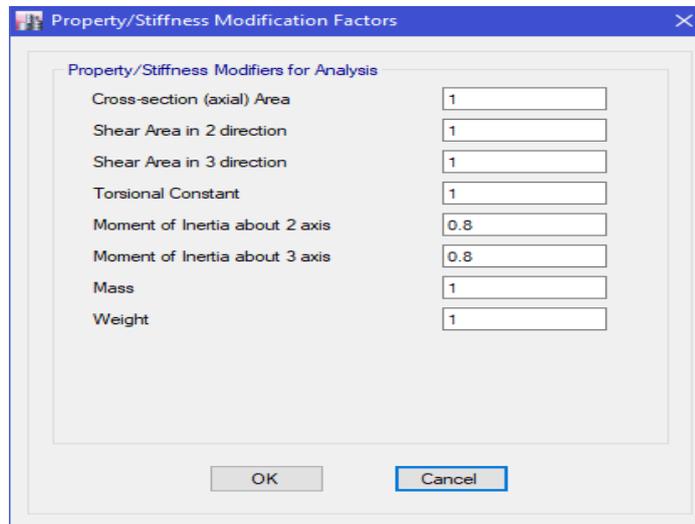


Figura 6 Factores de agrietamiento que indica la norma
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

4.2.1.4. Cálculo de cargas

4.2.1.4.1. Cargas verticales sobre losas de hormigón armado

a. Carga muerta

Las cargas que componen la carga muerta son las mismas en ambos niveles, excepto por la densidad de paredes y que en la terraza no hay acabados. Así, en forma general para todos los niveles se compone de:

Instalaciones		=	30.00	kg/m ²
Masillado	= 0.03 m · 2200 kg/m ³	=	66.00	kg/m ²
Enlucido	= 0.02 m · 2200 kg/m ³	=	44.00	kg/m ²
Acabados	= 0.02 m · 1800 kg/m ³	=	36.00	kg/m ²
Dando un total de 176 kg/m²				
Peso propio de losa de 25 cm de peralte [§]		=	377.28	kg/m ²

[§] Las losas son alivianadas con bloques de alto igual a 5 cm menos que el peralte de la losa y colocados con una separación de 10 cm entre cada par de bloques, es decir una modulación 40 – 10 – 40 cm.

En la carga muerta no se incluyó el peso de las partes de las vigas de hormigón que descuelgan bajo la losa, ya que ese peso ya lo toma en cuenta el programa. Sin embargo, el cálculo de dichos pesos sí será necesario para determinar las fuerzas laterales que se aplicarán en cada planta sobre el nivel del terreno.

El peso de la losa alivianada de hormigón sí se ha tomado en cuenta en la carga muerta, ya que se la ha modelado como losa maciza equivalente a una alivianada con el peralte real y sin peso. Es decir, la losa maciza es equivalente a la alivianada en inercia, más no en peso, por eso es necesario colocar de manera virtual el peso de la losa real. En este caso, la losa maciza equivalente a la de 25 cm es de 18.06 cm.

En el cálculo de la densidad de paredes (peso de paredes/unidad de área) se ha considerado el peso de bloques huecos convencionales del ancho indicado en los planos arquitectónicos, el peso del mortero en las juntas de la mampostería y el del enlucido; considerando el enlucido a ambos lados en las paredes que así lo requieren.

Densidad de paredes

Tabla 1 *Densidad de paredes*

Nv (m)	ω (kg/m ²)
+ 4.25	303.67

Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

b. Carga viva

Se ha considerado 200 kg/m² de carga viva para entresijos, y 150 kg/m² para la cubierta. En resumen:

Resumen de cargas verticales aplicadas en las losas

Tabla 2 *Resumen cargas verticales*

Nv (m)	D (kg/m ²)	L (kg/m ²)
+ 8.50	517.28	150
+ 4.25	856.95	200

Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

4.2.1.4.2. Cargas laterales

Aplicando la norma NEC – SE se obtuvieron los siguientes parámetros que intervienen en el cálculo del porcentaje de la carga reactiva que constituirá el corte basal.(Ver tabla 3 y 4).

Tabla 3 *Parámetros para el cálculo porcentaje de la carga reactiva o corte basal.*

h_n	8.50	M
C_t	0.055	
A	0.9	
T_{calc}	0.377	Seg
T_2	0.375	Seg
T	0.375	Seg

Dónde:

hn: es la altura máxima de la edificación de n pisos medidas desde la base de la estructura.

Ct: coeficiente que depende del tipo de edificio

α : exponente q está en la norma NEC, 2015

T: es el periodo fundamental de vibración de la estructura.

T2: es el valor del período de vibración fundamental del modelo obtenido con el programa, pero al ser mucho mayor que el máximo permitido (1.33 T calculado) se toma ese límite como el período de la estructura. En el cálculo del período de

vibración fundamental se considera la masa propia de los elementos y la equivalente a la carga muerta adicional.

Tabla 4 *Razón entre la aceleración espectral*

Región	Sierra
H	2.48

Dónde:

η : Razón entre la aceleración espectral S_a ($T= 0.1s.$) y el PGA para el periodo seleccionado

PGA: Valor de la aceleración sísmica esperada en roca (Peak Ground Acceleration).

Tabla 5 *Aceleración máxima de la roca del cantón Guaranda.*

Zona sísmica	IV
Z	0.35
Amenaza sísmica	Alta

Z: es la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad en gals.

Se ha asumido de manera conservadora que el suelo sobre el que está asentada El Hospital Básico del IESS es de tipo D. Para este tipo de suelo y el valor de Z se tienen los correspondientes valores F_a , F_d y F_s de ese suelo.

Tabla 6 *Tipos de suelo y sus valores según la NEC 2015.*

Tipo de suelo	D
F_a	1.25
F_d	1.28
F_s	1.19

Dónde:

Fa: es coeficiente de amplificación del suelo en las zonas de periodo corto.

Fd: es coeficiente de amplificación de suelo.

Fs: es coeficiente de amplificación de suelo considerando el comportamiento no lineal.

Tabla 7 *Coeficiente de Reducción de Resistencia sísmica y de importancia.*

Categoría	Otras Estructuras
I	1.5
R	8

Dónde:

R: es el factor de reducción de resistencia sísmica.

I: es considerado como factor de importancia

Coeficientes de irregularidad en planta

\emptyset_{PA}	1
\emptyset_{PB}	1
\emptyset_P	1

Coeficientes de irregularidad en elevación

\emptyset_{EA}	1
\emptyset_{EB}	1
\emptyset_E	1

Coeficiente para distribución de cargas sísmicas

K	1.00
---	------

Corte basal como porcentaje del peso

$$\frac{I \cdot S_a}{(R \cdot \emptyset \cdot P \emptyset_E)} \quad \mathbf{0.203}$$

Como se mencionó antes, para el cálculo de fuerzas laterales es preciso incluir el peso de aquellos elementos cuyo peso no se incluyó en la carga muerta por ser su peso tomado en cuenta automáticamente por el programa; por lo tanto, se lo calculó.

Tabla 8 *Distribución de fuerzas sísmicas*

Piso	Nivel	Área	ω_i	W_i	h_{acum}	$W_i (h_{acum})^k$	F
	M	m ²	kg/m ²	Ton	m	ton·m	Ton
Terraza	+ 8.50	482.02	675.69	325.69	8.50	2768.39	97.30
Primer piso	+ 4.25	482.02	1191.02	574.09	4.25	2439.88	85.75
Σ		964.03		899.78		5208.27	183.05

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

V = 183.05 ton

Se usó la siguiente ecuación para la distribución vertical de fuerzas sísmicas.

$$F_x = \frac{w_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i^k} V$$

4.2.1.5. Aplicación de cargas en el modelo matemático

A continuación, se presenta la evidencia de la aplicación de cargas calculadas en el modelo matemático.

En la siguiente figura se muestra la aplicación de la carga muerta en el nivel indicado en la imagen. Las cargas se han tomado de la tabla resumen de cargas verticales. De manera similar se colocó la carga muerta y la carga viva en ese y en el resto de pisos.

a. Aplicación de carga muerta

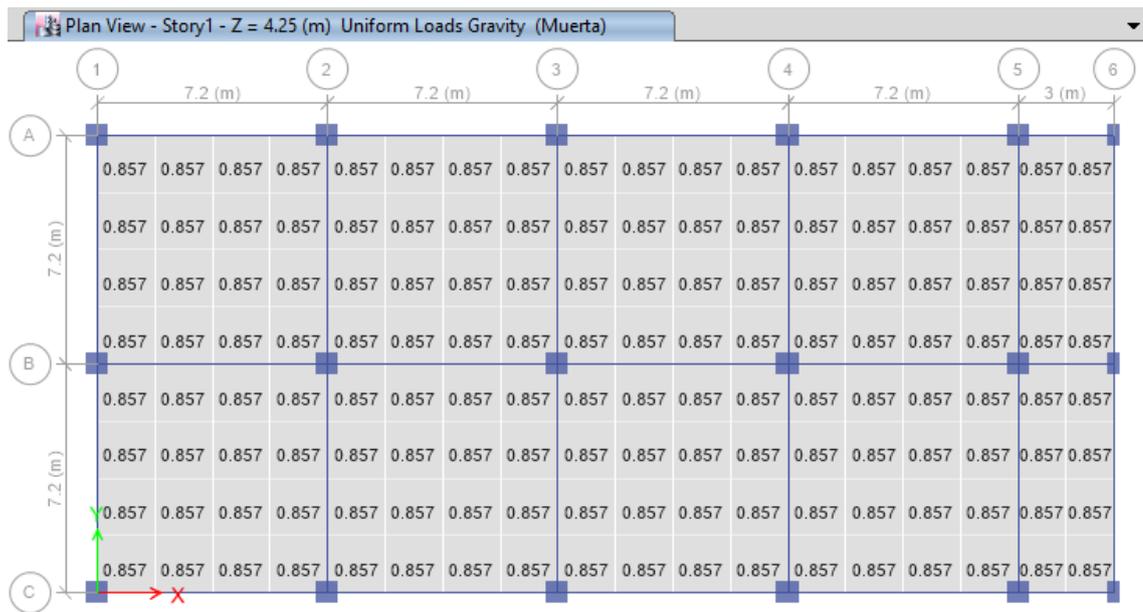


Figura 7 Aplicación de Carga Muerta
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

b. Aplicación de carga viva

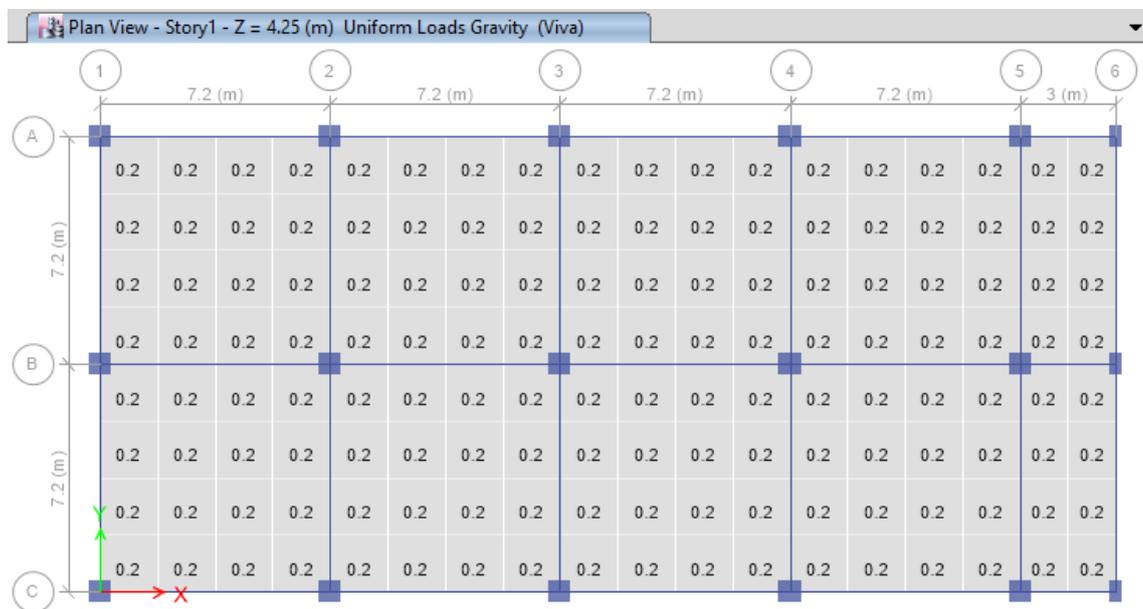


Figura 8 Aplicación de Carga Viva
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

c. Aplicación de cargas sísmicas en sentido X

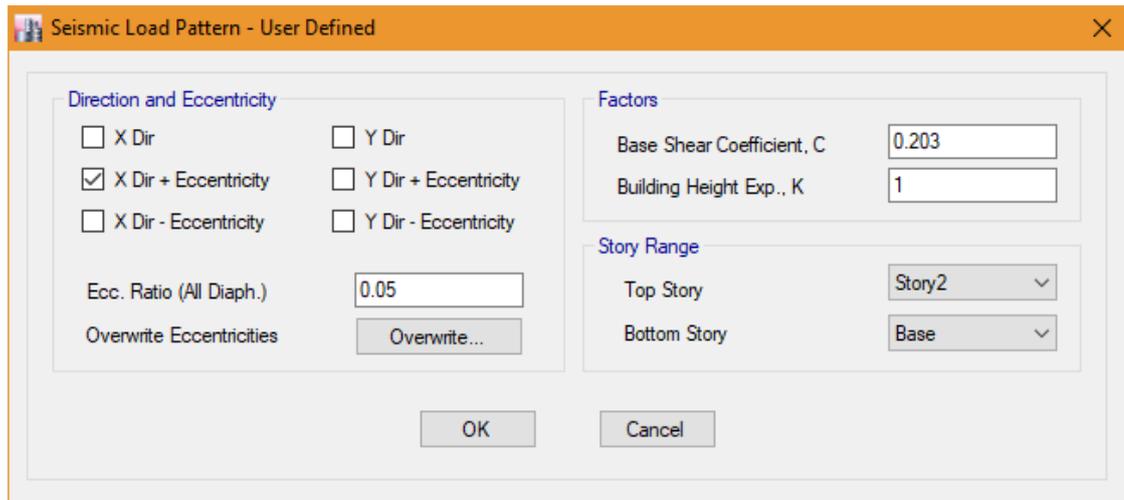


Figura 9 Aplicación de cargas sísmicas en sentido X

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

d. Espectro

A continuación, se muestra el espectro que se generó con los valores anteriores y las fórmulas que indica la norma. (Ver Figura 10)

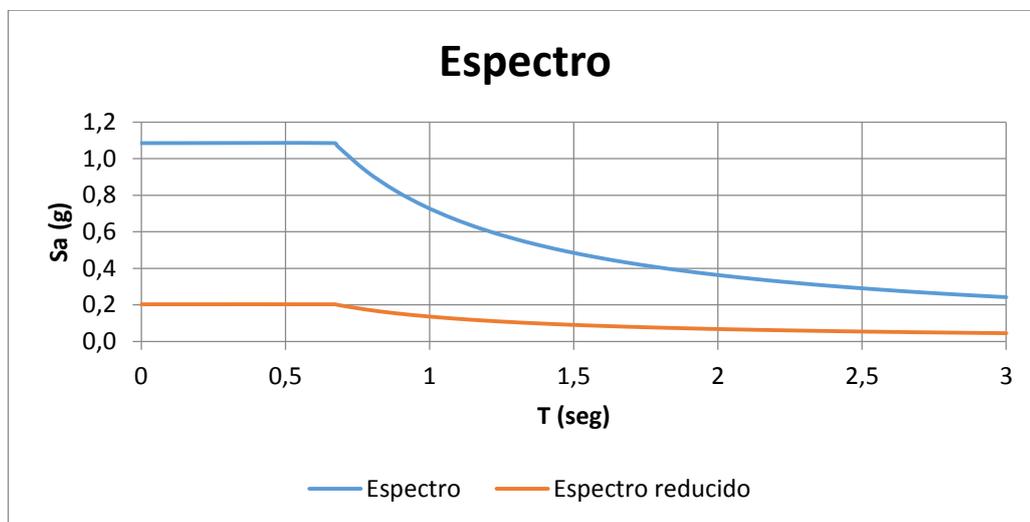


Figura 10 Espectro
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

Se ingresó el espectro correspondiente en el programa, para el análisis.

Como puede verse en la tabla de modos de vibración (Ver figura 15) y en la sección **4.2.1.4.2.** que corresponde al cálculo de cargas laterales, el período fundamental T de la edificación es 0.375 seg. Sobre estas líneas se observa un gráfico del espectro de diseño. El valor límite para la parte horizontal (constante) del mismo es Tc.

$$T_c = 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 0.55 \cdot 1.19 \cdot \frac{1.28}{1.25} = 0.67 \text{ seg}$$

En este caso $T < T_c$, por lo tanto el valor de Sa en el espectro corresponde a

$$S_a = \eta \cdot Z \cdot F_a = 2.48 \cdot 0.35 \cdot 1.25 = 1.09$$

Consecuentemente el coeficiente para el corte basal es:

$$\frac{I \cdot S_a}{R \phi_P \phi_E} = 0.203$$

En este caso este valor es igual al obtenido en la sección **4.2.1.4.2.**

Lo que se muestra a continuación es la introducción del espectro de diseño en el modelo matemático. Son los valores de período en seg, en el eje de las abscisas y el valor de S_a reducido, como fracción de la gravedad, en las ordenadas.

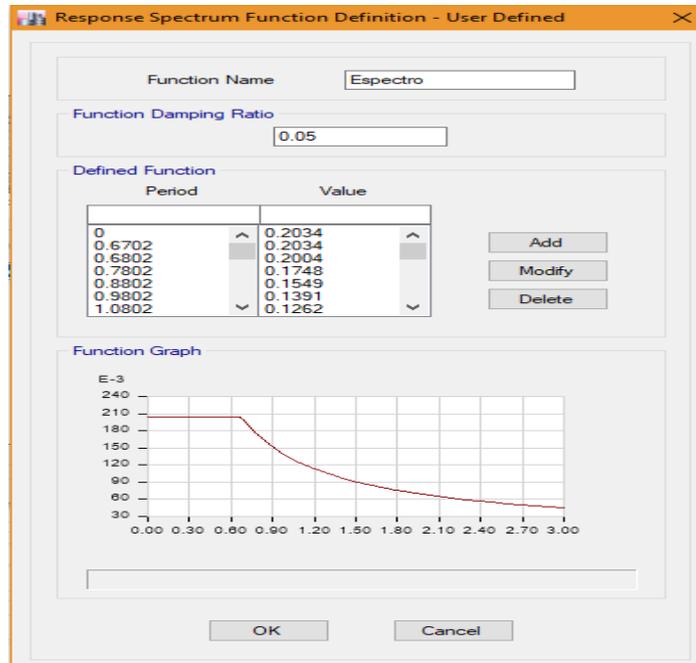


Figura 11 Espectro del diseño en el modelo matemático
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

Se crea luego un caso de carga dinámica para cada sentido del sismo. Para muestra se presenta el caso para sismo dinámico en dirección X con el factor de amplificación que corresponde al valor de la gravedad, ya que en el espectro se introdujo los valores como fracción de la gravedad. Desde luego, se tuvo la precaución de estar trabajando con la longitud en m para que la aceleración esté en m/s^2 . Luego de una iteración, para que el cortante debido al espectro no sea menor al 85% del cortante debido a las cargas estáticas se usó los siguientes coeficientes:

Load Case Data

General

Load Case Name: Espectro X Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Espectro	9.8067

Info Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Figura 12 Espectro en X
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

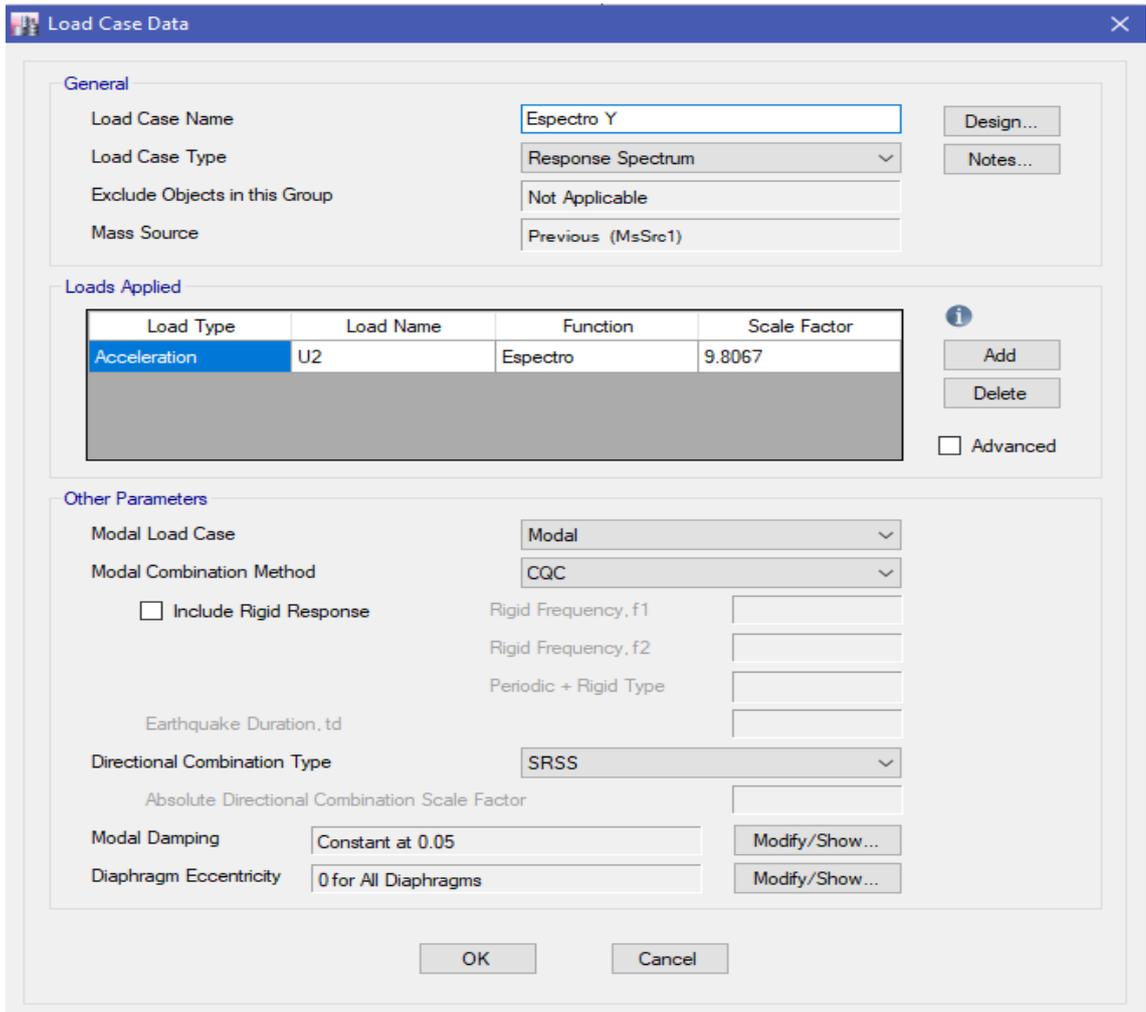


Figura 13 Espectro en Y
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story1	Sx	Bottom	0	-200.6798	0	1444.8945	0	-1340.4319
Story1	Sy	Bottom	0	0	-200.6798	-3224.0892	1340.4319	0
Story1	Espectro X Max	Bottom	0	179.5444	0	1292.7197	0	1192.3698
Story1	Espectro Y Max	Bottom	0	0	173.5351	2587.9372	1159.1362	0

Figura 14 Espectro en el modelo matemático
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

Se ha tomado los resultados en planta baja porque ahí es el mayor valor de cortante. Si se hace la relación entre los cortantes dinámico y estático (200.68 en ambas direcciones ortogonales, dividido entre 179.54 y 173.53) la relación es mayor al 85%. Cumpliendo así la condición antes mencionada.

4.2.1.6. Modos de vibración

Se muestran a continuación, doce modos de vibración. Como se puede observar, se tiene un alto porcentaje de participación de masa en traslación para los dos primeros modos.

En el doceavo modo se llega a una participación de las masas de 100%. Esto es resultado de que la estructura es bastante regular en planta.

Modal Participating Mass Ratios															
1 de 12 Reload Apply															
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
▶	Modal	1	0.375	0	0.8564	0	0	0.8564	0	0.203	0	0.0202	0.203	0	0.0202
	Modal	2	0.359	0.8914	0	0	0.8914	0.8564	0	0	0.1902	0	0.203	0.1902	0.0202
	Modal	3	0.315	0	0.0212	0	0.8914	0.8776	0	0.0043	0	0.8625	0.2073	0.1902	0.8828
	Modal	4	0.122	0	0.1213	0	0.8914	0.9989	0	0.7836	0	0.0016	0.9909	0.1902	0.8843
	Modal	5	0.122	0.1086	0	0	1	0.9989	0	0	0.8097	0	0.9909	0.9999	0.8843
	Modal	6	0.105	0	0.0008	0	1	0.9997	0	0.0078	0	0.1156	0.9987	0.9999	0.9999
	Modal	7	0.05	0	0.0002	0	1	0.9999	0	0.0008	0	2.326E-06	0.9994	0.9999	0.9999
	Modal	8	0.043	0	4.275E-05	0	1	1	0	0.0005	0	2.381E-06	1	0.9999	0.9999
	Modal	9	0.033	2.21E-06	0	0	1	1	0	0	2.563E-06	0	1	0.9999	0.9999
	Modal	10	0.031	0	0	0	1	1	0	1.105E-06	0	0.0001	1	0.9999	1
	Modal	11	0.028	6.212E-07	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0.9999	1
	Modal	12	0.027	0	0	0	1	1	0	0	0	2.706E-06	1	0.9999	1

Figura 15 Modos de Vibración
 Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autores: Acurio y Zaruma
 Diseño: Aguilar Israel

4.2.1.7. Geometría de la edificación

La siguiente imagen muestra la estructura modelada.

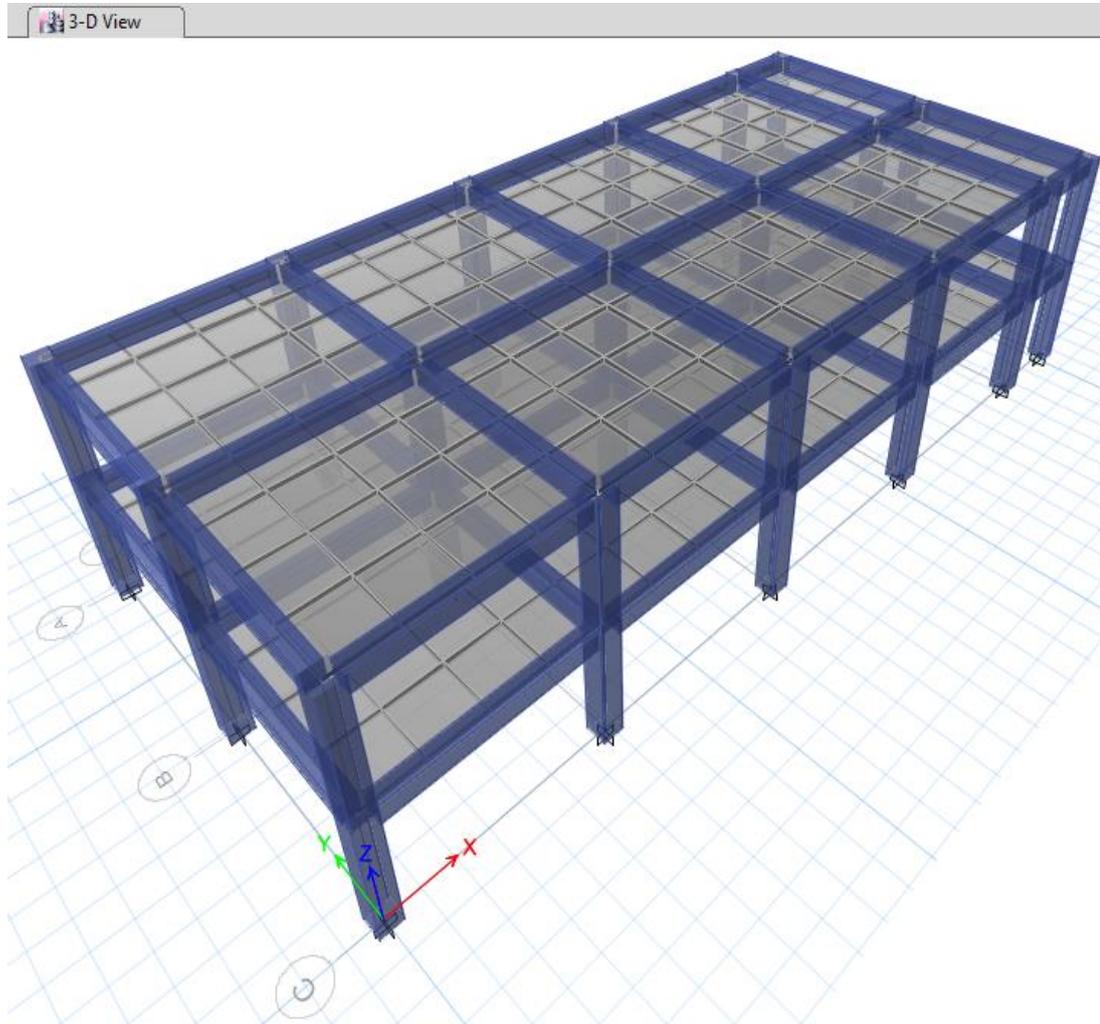
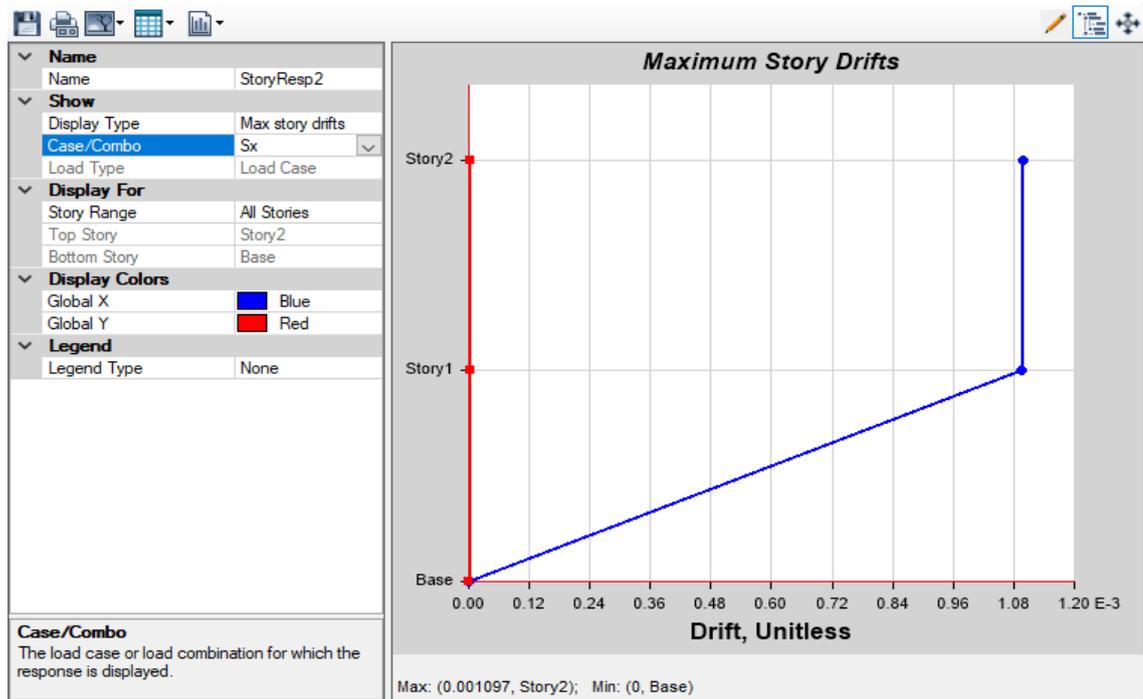


Figura 16 Geometría de la Edificación
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

4.2.1.8. Derivas de piso

Derivas máximas para sismo en dirección X



Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X _m	Y _m	Z _m
Story2	Sx	X	0.001097	1	0	0	8.5
Story1	Sx	X	0.001095	17	31.8	7.2	4.25

Figura 17 Derivas máximas para sismo en dirección X

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

De acuerdo a la NEC, el límite de deriva se calcula según la ecuación:

$$\Delta_M = 0.75 \cdot R \cdot \Delta_E$$

En el caso de esta estructura: $\Delta_M = 0.02$ por ser estructura de hormigón armado. R se muestra en la sección 4.4.1.4.2. de esta memoria de cálculo.

$$\Delta_E = \frac{0.02}{0.75 \cdot 8} = 0.003333$$

Derivas máximas para sismo en dirección Y

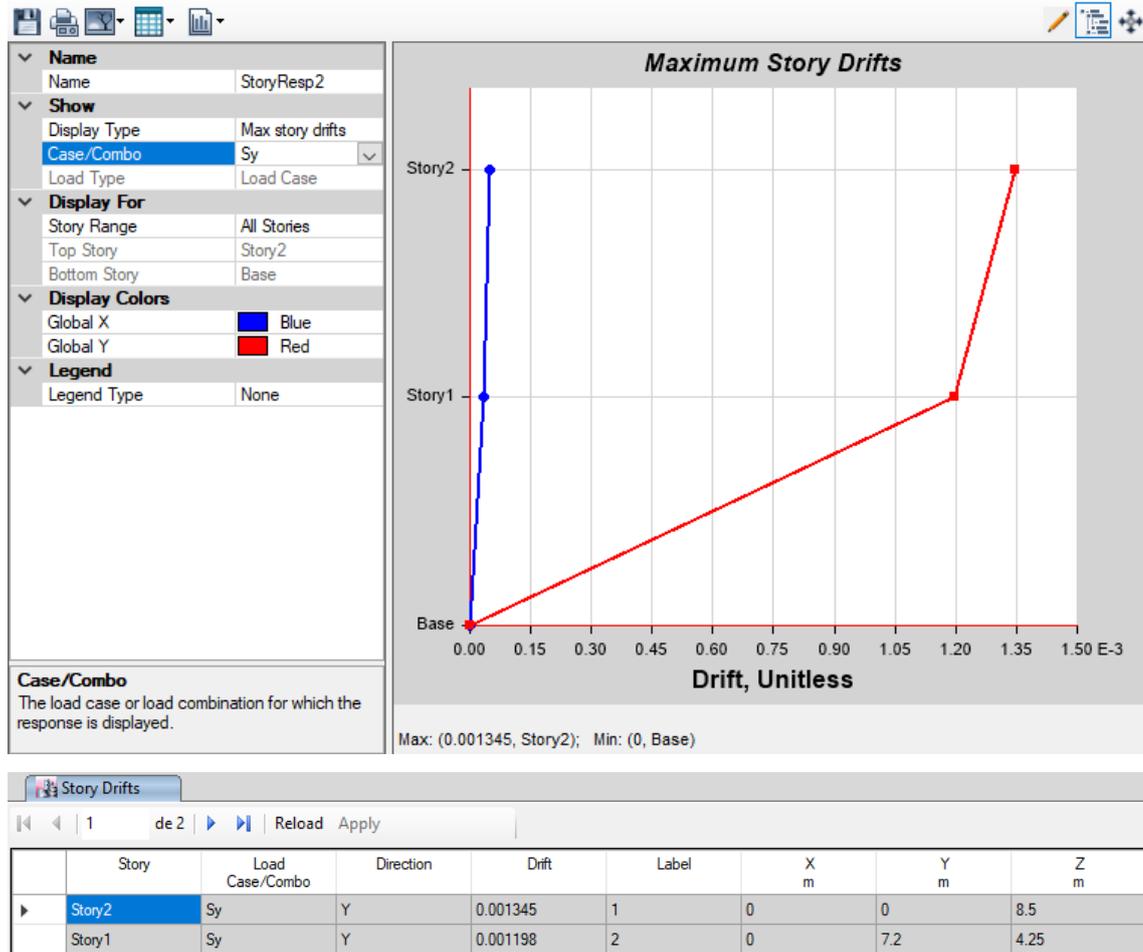


Figura 18 Derivas máximas para sismo en dirección Y

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

En las tablas de derivas que preceden a este párrafo, puede observarse que aquellas están dentro del rango permitido por la norma.

4.2.1.9. Estructura deformada

Vista tridimensional de la estructura deformada por cargas de servicio

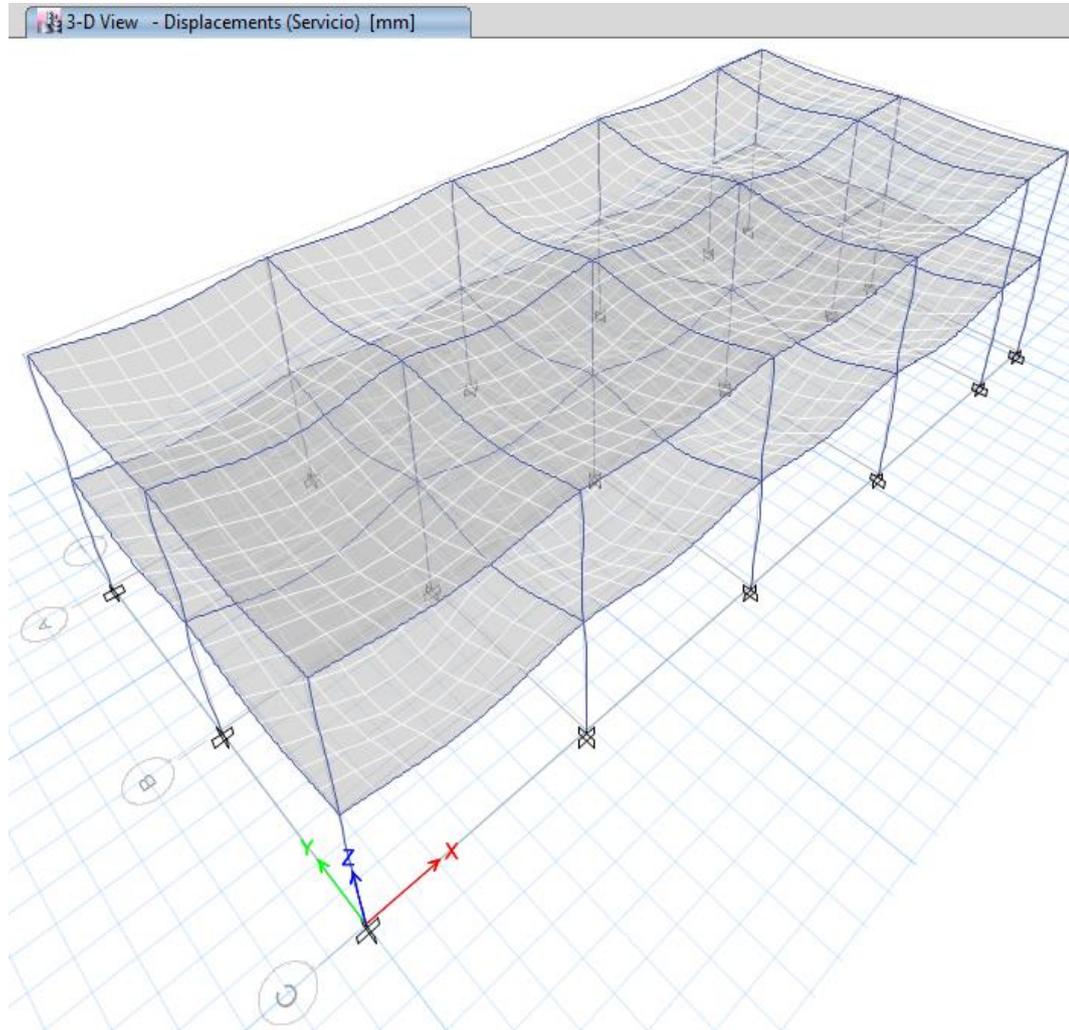


Figura 19 Estructura Deformada
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma
Diseño: Aguilar Israel

Estructura deformada por sismo para un pórtico en dirección X (eje B)

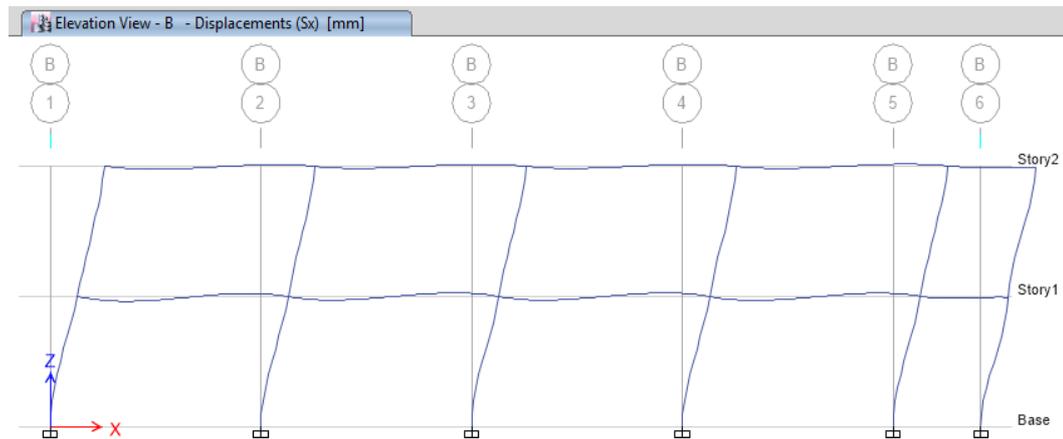


Figura 20 Estructura Deformada por sismo para un pórtico en dirección X (eje B)

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

Estructura deformada por sismo para un pórtico en dirección Y (eje 3)

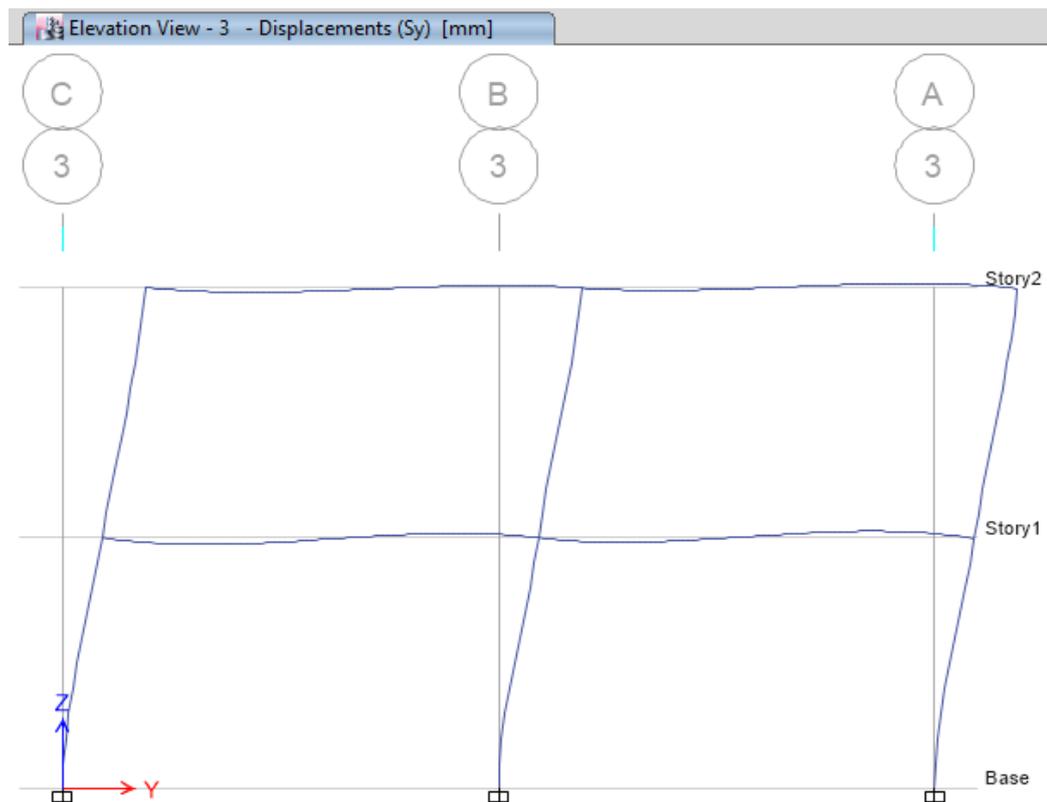


Figura 21 Estructura Deformada por sismo para un pórtico en dirección Y (eje 3)

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

Diseño: Aguilar Israel

4.3. Resultado del Objetivo 3

4.3.1. Comparación de los resultados obtenidos del modelamiento con el software ETABS versus CYPECAD.

En este objetivo se realizó el modelamiento de la estructura con la utilización del software CYPECAD para con los resultados obtenidos realizar una comparación con los que se obtuvo con el software ETABS.

1. SISMO

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

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

1.1. 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

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

Φ_P : 1.00

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

Φ_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: 8.50 M

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Edificaciones esenciales y/o peligrosas

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis:

Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

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

Vigas primarias frente a la acción sísmica: 0.5

Vigas secundarias frente a la acción sísmica: 0.01

Forjados primarios frente a la acción sísmica: 0.5

Forjados secundarios frente a la acción sísmica: 0.01

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Proyección en planta de la obra

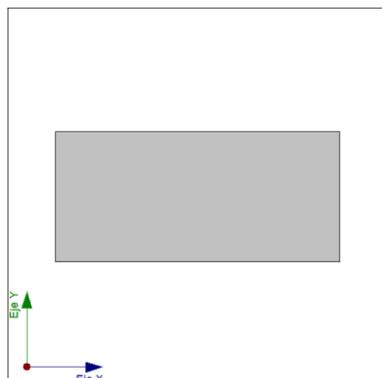
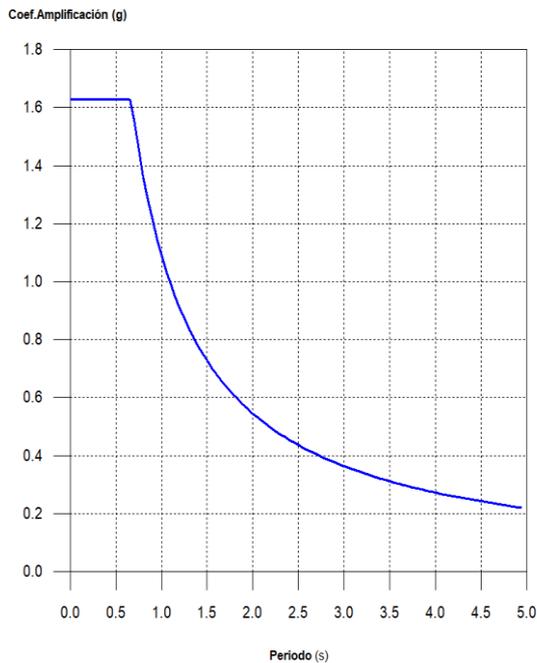


Figura 22 Direcciones de análisis.
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

1.2. Espectro de cálculo

1.2.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.627 g.

Figura 23 Espectro elástico de aceleraciones
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

NEC-SE-DS 2014 (3.3.1)

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

η : Relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)

η : 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: 1.25

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

F_d: 1.28

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

F_s: 1.19

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

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

I: Factor de importancia (NEC-SE-DS 2014, Tabla 6) **I:** 1.50

Importancia de la obra (NEC-SE-DS 2014, 4.1): Edificaciones esenciales y/o peligrosas

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:** 0.67 S

1.2.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ($R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E$) 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

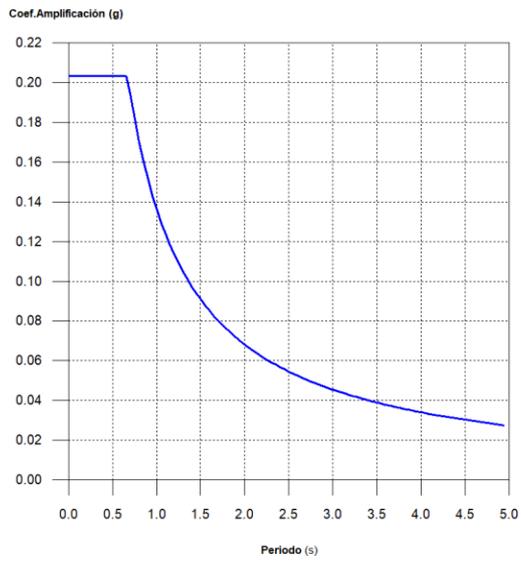
R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16) **R_Y:** 8.00

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

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

NEC-SE-DS 2014 (6.3.2)

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y

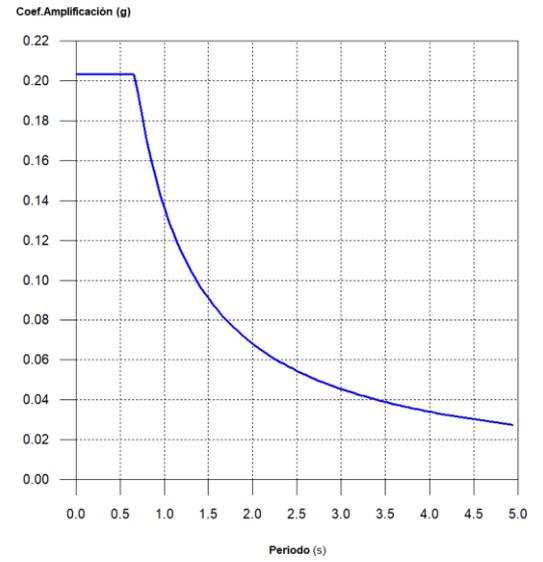


Figura 24 Espectros de diseño en X, Y.
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

1.3. Coeficientes de participación

Tabla 9 *Coeficientes de participación*

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
							R = 8	R = 8
Modo 1	0.387	0.0002	0.4271	0.9042	0 %	80.43 %	A = 1.996 m/s ² D = 7.5685 mm	A = 1.996 m/s ² D = 7.5685 mm
							R = 8	R = 8
Modo 2	0.361	1	0.0007	0.0001	84.23 %	0 %	A = 1.996 m/s ² D = 6.57446 mm	A = 1.996 m/s ² D = 6.57446 mm
							R = 8	R = 8
Modo 3	0.325	0.0067	0.0181	0.9998	0 %	3.11 %	A = 1.996 m/s ² D = 5.34507 mm	A = 1.996 m/s ² D = 5.34507 mm
							R = 8	R = 8
Modo 4	0.109	0.0001	0.6124	0.7906	0 %	16.27 %	A = 1.996 m/s ² D = 0.6007 mm	A = 1.996 m/s ² D = 0.6007 mm
							R = 8	R = 8
Modo 5	0.110	1	0.0002	0.0014	15.77 %	0 %	A = 1.996 m/s ² D = 0.60932 mm	A = 1.996 m/s ² D = 0.60932 mm
Total					100 %	99.81 %		

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

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

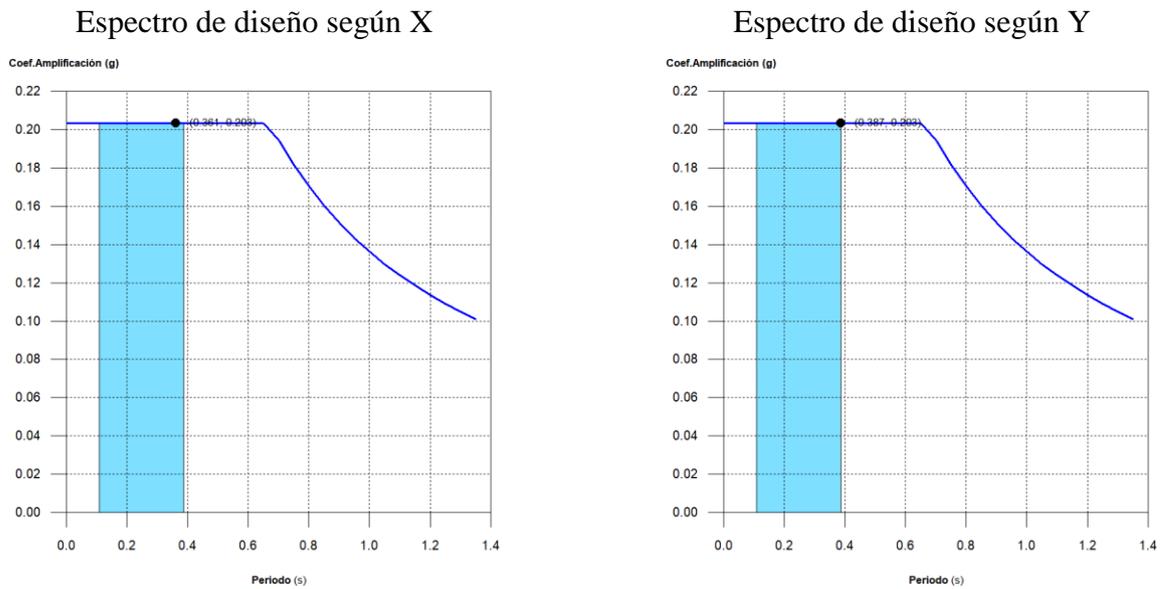


Figura 25 Representación de periodos modales
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

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 10 *Rango de periodos por modos estudiados.*

Hipótesis Sismo X1			Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis	T	A	Hipótesis	T	A
modal	(s)	(g)	modal	(s)	(g)
Modo 2	0.361	0.203	Modo 1	0.387	0.203

Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

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

Tabla 11 Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e_x (m)	e_y (m)
Losa N+8.50m	(16.09, 7.20)	(16.35, 7.20)	-0.25	0.00
Losa N+4.25m	(16.03, 7.20)	(16.35, 7.20)	-0.31	0.00

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

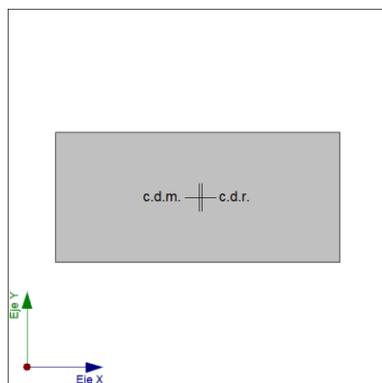
c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

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

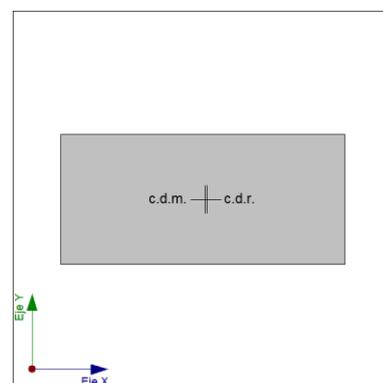
e_x : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

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



Losa N+4.25m



Losa N+8.50m

Figura 26 Representación de periodos modales

Fuente: trabajo de campo, 2018

Autores: Acurio y Zaruma

1.5. Corrección por cortante basal

1.5.1. 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 12 *Cortante dinámico*

Hipótesis sísmica (X)	Hipótesis modal	V_X (t)	$V_{d,X}$ (t)
Sismo X1	Modo 1	0.0001	
	Modo 2	156.5201	
	Modo 3	0.0013	159.3934
	Modo 4	0.0000	
	Modo 5	29.3117	

Hipótesis sísmica (Y)	Hipótesis modal	V_Y (t)	$V_{d,Y}$ (t)
Sismo Y1	Modo 1	149.6164	
	Modo 2	0.0001	
	Modo 3	5.7864	154.2889
	Modo 4	30.2603	
	Modo 5	0.0000	

Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

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

$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

1.5.2. 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) $V_{s,x} : 185.3072 \text{ T}$

$S_{a,x}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (X) $S_{a,x}(T_a) : 0.203 \text{ G}$

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a) $T_{a,x} : 0.38 \text{ S}$

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

h : Altura del edificio $H : 8.50 \text{ m}$

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.2) $V_{s,y} : 185.3072 \text{ T}$

$S_{a,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y) $S_{a,y}(T_a) : 0.203 \text{ G}$

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a) $T_{a,y} : 0.38 \text{ S}$

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

h: Altura del edificio **H** : 8.50 m

W: Peso sísmico total de la estructura **W** : 910.8803 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 13 *Peso sísmico.*

Planta	w _i (t)
Losa N+8.50m	356.2589
Losa N+4.25m	554.6213
W=Σw_i	910.8803

1.5.3. Verificación de la condición de cortante basal

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

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

NEC-SE-DS 2014 (6.2.2b)

Tabla 14 Verificación cortante basal.

Hipótesis sísmica	Condición de cortante basal mínimo		Factor de modificación
Sismo X1	$V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$	159.3934 t \geq 148.2458 t	N.P.
Sismo Y1	$V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$	154.2889 t \geq 148.2458 t	N.P.

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

$V_{s,x}$: Cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

$V_{s,y}$: Cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica

N.P.: No procede

1.6. Cortante sísmico combinado por planta

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

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

1.6.1. Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

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

Tabla 15 *Hipótesis sísmica X1*

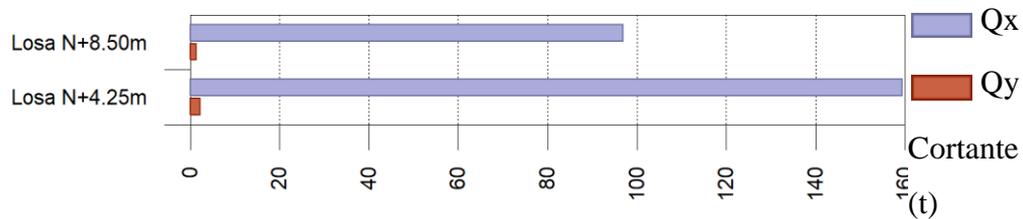
Planta	Q _X	F _{eq,X}	Q _Y	F _{eq,Y}
	(t)	(t)	(t)	(t)
Losa N+8.50m	96.8403	96.8403	1.3412	1.3412
Losa N+4.25m	159.3934	80.6765	2.2150	0.8743

Tabla 16 *Hipótesis sísmica Sismo Y1*

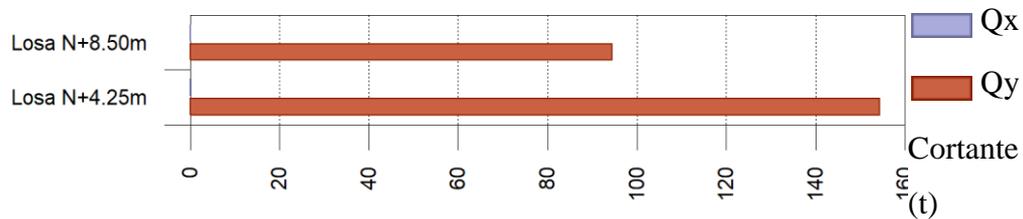
Planta	Q _X	F _{eq,X}	Q _Y	F _{eq,Y}
	(t)	(t)	(t)	(t)
Losa N+8.50m	0.1100	0.1100	94.4484	94.4484
Losa N+4.25m	0.1819	0.0754	154.2889	78.9824

Cortantes sísmicos máximos por planta

Hipótesis sísmica: Sismo X1

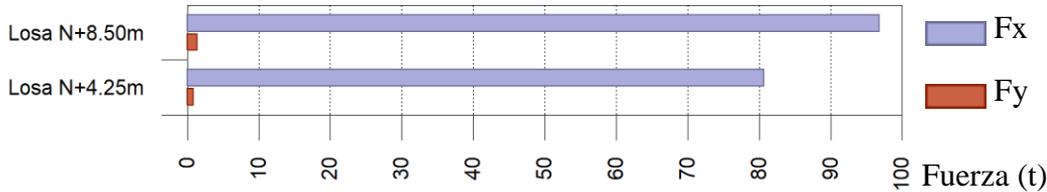


Hipótesis sísmica: Sismo Y1



Fuerzas sísmicas equivalentes por planta

Hipótesis sísmica: Sismo X1



Hipótesis sísmica: Sismo Y1

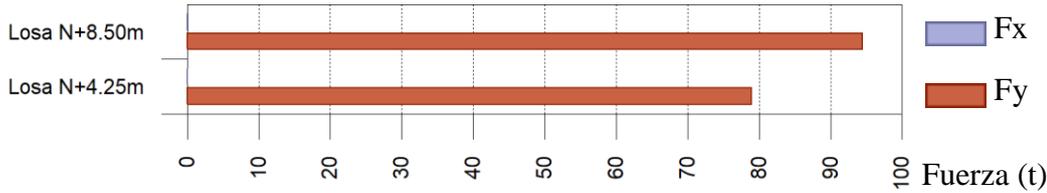


Figura 27 Fuerzas Sísmicas equivalentes por planta.
Fuente: trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

1.7. Distorsiones 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.

Tabla 17 *Situaciones persistentes o transitorias.*

Situaciones persistentes o transitorias									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C2	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C3	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							

Situaciones persistentes o transitorias									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C4	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C5	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C6	Losa N+8.50m	8.15	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.90	3.90	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.15	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C7	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C8	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C9	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C10	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C11	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C12	Losa N+8.50m	8.15	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.90	3.90	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.15	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C13	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C14	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C15	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G

Situaciones persistentes o transitorias									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C16	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C17	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0002	----	G	0.0000	----	G
C18	Losa N+8.50m	8.15	4.25	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Losa N+4.25m	3.90	3.90	0.0001	----	G	0.0000	----	G
	Fundación	0.00							
	Total		8.15	0.0002	----	G	0.0000	----	G

Tabla 18 Situaciones sísmicas

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0448	h / 95	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0317	h / 125	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0763	h / 108	----
C2	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0394	h / 108	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0280	h / 142	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0672	h / 123	----
C3	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0343	h / 124	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0244	h / 162	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0585	h / 141	----
C4	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0308	h / 138	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0221	h / 179	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0527	h / 156	----
C5	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0276	h / 154	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0199	h / 199	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0474	h / 173	----
C6	Losa N+8.50m	8.15	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0265	h / 161	----
	Losa N+4.25m	3.90	3.90	0.0223	h / 175	----	0.0192	h / 204	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.15	0.0523	h / 156	----	0.0455	h / 180	----
C7	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0297	h / 144	----	0.0448	h / 95	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0219	h / 181	----	0.0317	h / 125	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0514	h / 160	----	0.0763	h / 108	----

Situaciones sísmicas ⁽¹⁾									
Columna	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C8	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0297	h / 144	----	0.0394	h / 108	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0219	h / 181	----	0.0280	h / 142	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0514	h / 160	----	0.0672	h / 123	----
C9	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0297	h / 144	----	0.0343	h / 124	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0219	h / 181	----	0.0244	h / 162	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0514	h / 160	----	0.0585	h / 141	----
C10	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0297	h / 144	----	0.0308	h / 138	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0219	h / 181	----	0.0221	h / 179	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0514	h / 160	----	0.0527	h / 156	----
C11	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0297	h / 144	----	0.0276	h / 154	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0219	h / 181	----	0.0199	h / 199	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0514	h / 160	----	0.0474	h / 173	----
C12	Losa N+8.50m	8.15	4.25	0.0297	h / 144	----	0.0265	h / 161	----
	Losa N+4.25m	3.90	3.90	0.0219	h / 179	----	0.0192	h / 204	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.15	0.0514	h / 159	----	0.0455	h / 180	----
C13	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0448	h / 95	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0317	h / 125	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0763	h / 108	----
C14	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0394	h / 108	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0280	h / 142	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0672	h / 123	----
C15	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0343	h / 124	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0244	h / 162	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0585	h / 141	----
C16	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0308	h / 138	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0221	h / 179	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0527	h / 156	----
C17	Losa N+8.50m	8.20	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0276	h / 154	----
	Losa N+4.25m	3.95	3.95	0.0223	h / 178	----	0.0199	h / 199	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.20	0.0523	h / 157	----	0.0474	h / 173	----
C18	Losa N+8.50m	8.15	4.25	0.0302	h / 141	----	0.0265	h / 161	----
	Losa N+4.25m	3.90	3.90	0.0223	h / 175	----	0.0192	h / 204	----
	Fundación	0.00							
	Total		8.15	0.0523	h / 156	----	0.0455	h / 180	----

Notas:

⁽¹⁾ Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.

4.4. Resultados del Objetivo 4

4.4.1. Plan de Reducción de Riesgos del Edificio del Hospital Básico IESS de la ciudad de Guaranda.

4.4.1.1. Descripción de la edificación

a. Ubicación Geográfica

El Hospital Básico del IESS está ubicado en la parroquia Ángel Polibio Chávez del Cantón Guaranda, de la provincia Bolívar, en las calles Augusto Chávez s/n y vía Ambato



Figura 28 Ubicación del Hospital Básico del IESS
Fuente: imagen satelital google Earth pro

b. Reseña Histórica

De principio se creó como dispensario tipo C de salud en 1939, posteriormente mediante resolución CI 056 de 2000-01—28 clasificado como Centro de Atención Ambulatoria. Con fecha 2005-11-07 el consejo directivo re categoriza el Centro a “Hospital Nivel 1” y a partir de junio del 2007 entra en funcionamiento como Hospital con los servicios de Consulta Externa, Emergencia 24 horas, Hospitalización, Quirófano, sala de Partos y servicios complementarios.

c. Personal del Hospital

El personal que labora en el Hospital Básico del IESS son 181 personas.

Tabla 19 *Listado Personal - Hospital Básico Guaranda*

Hombres	Mujeres	Personas con capacidades especiales
46	130	5

Fuente: Recursos Humanos HB.IESS

Autores: Acurio y Zaruma

4.4.1.2. ANÁLISIS DE RIESGOS

4.4.1.2.1. Análisis de Amenazas

a. Sismos

Con respecto a los sismos la información que dispone nuestro país está sustentada en mayor parte al registro de sismos históricos.

La amenaza sísmica es compleja y para el presente estudio se ha tomado como referencia el documento de la NEC (Normas Ecuatorianas de la Construcción) que hacen referencia del peligro sísmico de un diseño sísmico resistente.

Nuestro país cuenta con seis zonas sísmicas caracterizadas por el factor Z de acuerdo a la tabla y al mapa que se detalla a continuación.

Tabla 20 Zonas Sísmicas caracterizadas por el Factor Z

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: NEC – SE- DS

Autores: Acurio y Zaruma

De acuerdo al mapa de zonas sísmicas en función al valor del factor Z (ver Anexo C), a nivel cantonal el país se encuentra en una zona de alta sismicidad, lo que significa riesgo alto, ya que para el cantón Guaranda el valor del factor Z asignado es 0.35.

b. Incendio

Para identificar el riesgo de incendios en el edificio del Hospital Básico del IESS, se utilizó la matriz del método Meseri, donde se determinó en base a los diferentes

parámetros establecidos en el método, que la edificación tiene nivel de riesgo medio.

Nombre de la Empresa:		Hospital Basico del IESS		Fecha:		Área:	
Persona que realiza evaluación:		Acurio y Zaruma					
Concepto		Coefficiente	Puntos		Concepto	Coefficiente	Puntos
Factores X: PROPIOS A LA INSTALACIÓN							
CONSTRUCCION							
Nº de pisos	Altura						
1 o 2	menor de 6m	3	2	13	DESTRUCTIBILIDAD		
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		Por calor			
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Baja	10	10	
10 o más	más de 28m	0		Media	5		
			Alta	0			
Superficie mayor sector incendios				14	Por humo		
de 0 a 500 m2		5	5	Baja	10	10	
de 501 a 1500 m2		4		Media	5		
de 1501 a 2500 m2		3		Alta	0		
de 2501 a 3500 m2		2		15	Por corrosión		
de 3501 a 4500 m2		1	10	Baja	10		
más de 4500 m2		0		Media	5		
				Alta	0		
Resistencia al Fuego				16	Por Agua		

Resistente al fuego (hormigón)		10	10
No combustibel (metálica)		5	
Combustible (madera)		0	
Falsos Techos			
Sin falsos techos		5	0
Con falsos techos incombustibles		3	
Con falsos techos combustibles		0	
FACTORES DE SITUACIÓN			
Distancia de los Bomberos			
menor de 5 km	5 min.	10	10
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6	
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2	
más de 25 km	25 min.	0	
Accesibilidad de edificios			
Buena		5	5
Media		3	
Mala		1	
Muy mala		0	
PROCESOS			

Baja	10	5	
Media	5		
Alta	0		
17	PROPAGABILIDAD		
Vertical			
Baja	5	0	
Media	3		
Alta	0		
18	Horizontal		
Baja	5	0	
Media	3		
Alta	0		
SUBTOTAL (X)		94	
Factores Y - DE PROTECCIÓN			
FACTORES DE PROTECCIÓN			
Concepto	SV	CV	Puntos
Extintores portátiles (EXT)	1	2	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	
Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	
Detección automática (DTE)	0	4	

Peligro de activación			
Bajo	10	5	
Medio	5		
Alto	0		
Carga Térmica			
Bajo	10	5	
Medio	5		
Alto	0		
Combustibilidad			
Bajo	5	3	
Medio	3		
Alto	0		
Orden y Limpieza			
Alto	10	10	
Medio	5		
Bajo	0		
Almacenamiento en Altura			

Rociadores automáticos (ROC)	5	8	
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	
SUBTOTAL (Y)		2	
Factor B: BRIGADA INTERNA DE INCENDIO			
BRIGADAS INTERNAS			
Si existe brigada / personal preparado	1	0	
No existe brigada / personal preparado	0		
$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + 1(BCI)$			
P	4,03		
Nivel de Riesgo	Riesgo Medio		

menor de 2 m.	3	2
entre 2 y 4 m.	2	
más de 6 m.	0	
FACTOR DE CONCENTRACIÓN		
Factor de concentración \$/m2		
menor de 500	3	2
entre 500 y 1500	2	
más de 1500	0	

OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo
8,1 a 10	Riesgo muy leve
6,1 a 8	Riesgo Leve
4,1 a 6	Riesgo Medio
2,1 a 4	Riesgo Grave
0 a 2	Riesgo muy Grave

4.4.1.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

a. Vulnerabilidad Física

Para determinar el nivel de la vulnerabilidad física del edificio del Hospital Básico del IESS, se elaboró una matriz de evaluación de vulnerabilidades en la misma que se obtuvo como resultado un Riesgo Bajo.

HOSPITAL BÁSICO DEL IESS					
Variables	Indicadores considerados	Rango por amenaza		Total	Nivel de Vulnerabilidad
		Sismos	Incendio		
Sistema Estructural	Estructura hormigón armado	1	2	1,5	Riesgo bajo
Tipo del material de paredes	ladrillo	1	1	1	riesgo bajo
Tipo de cubierta	Losa	1	2	1,5	riesgo bajo
Sistema de entresijos	Columnas y losas	1	2	1,5	riesgo bajo
Número de pisos	2	1	2	1,5	riesgo bajo
Año de construcción	entre 1988 y 2006	2	2	2	riesgo medio
Estado de conservación	Bueno	1	1	1	Riesgo bajo
Características del suelo bajo edificación	Relleno, cienego	3	1	2	riesgo medio
Topografía del suelo	Bajo nivel de calzada	2	2	2	riesgo medio

Forma de la construcción	Regular	1	1	1	riesgo bajo
TOTAL		1	2	1,5	Riesgo bajo

Fuente: Metodología PNUD

Autoras: Acurio y Zaruma

b. Vulnerabilidad Social

Para determinar la vulnerabilidad social se tomaron en consideración ciertas variables, y así mismo se realizó la ponderación en cada una de ellas según las amenazas. En donde se obtuvo como resultado un riesgo medio.

Variables	Indicadores considerados	Rango por amenaza	Total	Nivel de Vulnerabilidad
		Sismos		
Nivel de organización	Personal organizado	2	2	riesgo medio
Participación de los trabajadores en actividades del hospital	Participación total	2	2	riesgo medio
Grado de relación entre las autoridades y los trabajadores	Grado de relación	2	2	riesgo medio
Tipo de relación entre los trabajadores	Integración	2	2	riesgo medio
TOTAL		2	2	Riesgo Medio

Fuente: Metodología PNUD

Autoras: Acurio y Zaruma

c. Vulnerabilidad Cultural

Para determinar la vulnerabilidad social se tomaron en consideración ciertas variables, y así mismo se realizó la ponderación en cada una de ellas, según las amenazas y se obtuvo un resultado de riesgo alto.

Variables	Indicadores considerados	Rango por amenaza	Total	Nivel de vulnerabilidad
		Sismos		
Conocimiento sobre Gestión de Riesgos	Limitado conocimiento de los trabajadores sobre temas de GR	3	3	riesgo alto
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Escaso conocimiento sobre ocurrencia de desastres	3	3	riesgo alto
Empoderamiento de las autoridades sobre temas de Gestión de Riesgo	Desinterés de las autoridades sobre temas de GR	2	3	riesgo alto
Saber responder frente a la ocurrencia de un desastre	Poca respuesta del personal que labora en el Hospital	3	3	riesgo alto
TOTAL		3	3	Riesgo Alto

Fuente: Metodología Mendoza y Guaranda, 2017
Autores: Acurio y Zaruma

4.4.1.4. REDUCCIÓN DEL RIESGO

La etapa de reducción de riesgos busca minimizar vulnerabilidades y riesgos en la edificación del Hospital Básico del IESS, para evitar mediante la prevención o limitar mediante la mitigación y la preparación el impacto adverso de amenazas, dentro del amplio contexto de desarrollo sostenible. (Mendoza y Guaranda, 2017).

Tabla 21 *Conformación del Comité Institucional de Gestión de Riesgos*

Comité Institucional de Gestión de Riesgos y Coordinadores de Brigadas	
Directora	Ab. Víctor Bolívar Arregui
Coordinador General	Lic. Jenny Verdezoto
Coordinador de Prevención y Mitigación	Mario Geovani Hinojosa Poma
Coordinador de la Preparación y Respuesta	Daniel José Quishpe Lara

Fuente: Trabajo de campo, 2018
Autores: Acurio y Zaruma

El comité institucional de Gestión de riesgos lidera las acciones que se realicen en todos sus componentes, desde la identificación de análisis de las amenazas y vulnerabilidades del entorno, acciones en prevención y mitigación, preparación y respuesta, recuperación y transferencia del riesgo.

A continuación en la tabla 22 se puede observar a los miembros de las brigadas

Tabla 22 *Conformación de Brigadas*

Brigada	Integrantes
	Mario Geovani Hinojosa Poma
Prevención y Mitigación	Natalia Daicy Guzmán Borja
	Marlene Gabriela López Chacha

	Alba Karolina Mendoza Aguiar
	Rosa Delia Miguez Monar
	Moisés Aníbal Moncayo Pilataxi
	Alex Jamil Montenegro Palacios
	María Norma Llumiguano Zaruma
	Diana del Carmen Llanos Ortega
	Carlos Rafael Tierra Cevallos
	Daniel José Quishpe Lara
	Lilia Pastora Pupo Artilles
	Piedad María Rea Quillumba
	Silvana Marisol Rivera Piñalosa
	Edwin Ramón Rodríguez Lucero
Preparación y Respuesta	Karina Alexandra Ruiz Albán
	Mónica Cecilia Salazar García
	Jenny Maribel Sánchez Huilca
	Héctor Mauricio Velasco Santamaría
	Rene Alexander Bracho Irausquin

Fuente: trabajo de campo 2018
 Autores: Acurio y Zaruma

4.4.1.5. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

En base a las vulnerabilidades identificadas se determina las acciones que puede contribuir a reducir las, mediante la prevención y mitigación.

Tabla 23 *Plan de acción en prevención y mitigación*

Vulnerabilidad Física		
(estructural y no estructural)	Acción a realizar	Responsable
Fisuras en las paredes	Dar un revestimiento, mantenimiento adecuado.	Ing. Alex Montenegro
Vulnerabilidad Social		
Poco interés por parte de los trabajadores del hospital básico del IESS en temática de Gestión de Riesgo.	Capacitar a todo el personal que labora en la Institución para dar a conocer la importancia que tiene la Gestión de Riesgo a nivel mundial y sobre todo en la parte Institucional.	Técnico. Andrea Chimbo
Escaso grado de participación de los trabajadores en las diferentes actividades relacionadas a la Gestión de Riesgo.	Fortalecer el conocimiento que tienen sobre las bases de Gestión de Riesgos en los trabajadores a través de la participación e integración en brigadas de respuesta y de igual forma en la colaboración para realizar simulacros.	
Vulnerabilidad Cultural		
Escaso conocimiento sobre temas de Gestión de Riesgos	Fomentar interés en temas de la Gestión de riesgos.	Técnico. Andrea Chimbo

Insuficiente capacidad de respuesta frente a un evento adverso a presentarse.	Realizar y practicar simulacros y capacitaciones continuas para ir fortaleciendo su capacidad de respuesta frente a ellos.
---	--

Fuente: trabajo de campo 2018
 Autoras: Acurio y Zaruma

4.4.1.6. MANEJO DE EVENTOS ADVERSOS

a. Preparación

Establecer medidas que contribuyen a asegurar una actuación oportuna y eficaz frente a la presencia de cualquier evento adverso.

Tabla 24 *Plan de acción en preparación.*

Acción a realizar	Responsable
Capacitar a todo el personal, Medico, administrativo, de mantenimiento y limpieza en temas de Gestión de Riesgo.	
Capacitar a las brigadas en el tema de primeros auxilios	
Capacitar a las brigadas en tema de prevención y manejo de incendios	Técnico Andrea Chimbo
Capacitar a las brigadas en tema de búsqueda, rescate y evacuación.	
Capacitar a las brigadas en tema de orden y seguridad.	
Designar Responsabilidades al Comité Institucional de Gestión Riesgos y a las respectivas brigadas	

Señalizar los puntos de encuentro en el Hospital
Básico del IESS

Lic. Jenny Verdezoto (
Coordinadora del
Comité)

Elaboración de Simulacros

Técnico Andrea Chimbo

Fuente: trabajo de campo 2018
Autoras: Acurio y Zaruma

Tabla 25 *Puntos de encuentro identificados.*

Descripción puntos de encuentro	Quienes lo ocupan
Terraza Mantenimiento	Oficina Mantenimiento
	Bodegas
	Dietética
	administrativos
	Emergencias
Parqueadero	Rehabilitación
	Consulta externa
	Farmacia
	Estadística
Ingreso Principal	Laboratorio
	Consulta externa
	Administrativos

Fuente: trabajo de campo, 2018
 Autoras: Acurio y Zaruma

b. Sistemas de Alerta Temprano

Es importante que la edificación del hospital básico del IESS tenga un sistema de vigilancia y monitoreo de las amenazas que pueden afectar a la persona y a los pacientes en general, de esta manera adopte medidas para reducir los efectos de los peligros.

Tabla 26 *Plan de acción de vigilancia y monitoreo de los SAT.*

Acción a realizar		Responsable	
Monitorear o dar seguimiento a la información dada por las autoridades correspondientes.		Mario Hinojosa Poma	
MECANISMOS EXISTENTES PARA LA ALARMA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA			
AMENAZA	TIPO DE ALARMA	DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE ALARMA	RESPONSABLE
Sismo	Megáfonos	Toque continuo en 3 momentos	Ab. Víctor Arregui
Incendio	Sirena	Toque continuo, alarma automática por los detectores del humo	Quien identifique el incendio y se encuentre cerca a la sirena

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

4.4.1.7. RESPUESTA

Acciones y procedimientos que se van a desarrollar durante la ocurrencia de una emergencia o desastre, con el objetivo de minimizar los efectos adversos ante los trabajadores y pacientes.

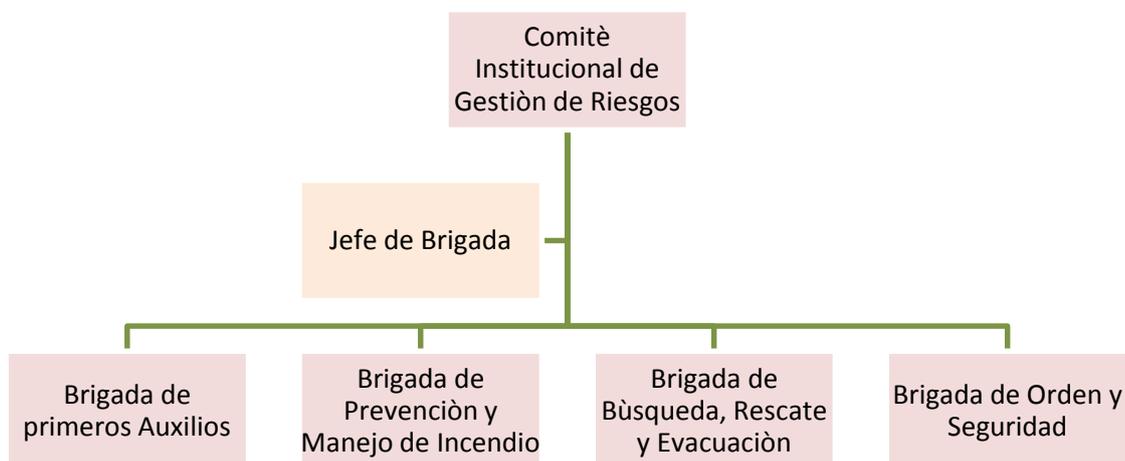


Figura 29 Organigrama de respuesta
Autores: Acurio y Zaruma

a. Integrantes de brigada de respuesta.

Tabla 27 Brigada de Prevención y Manejo de Incendios

Nombres de los miembros de la brigada	Función	Responsabilidades permanentes
Coordinador: Mario Hinojosa	Combatir el incendio en su inicio hasta donde sea posible, utilizando los medios disponibles.	Solicitar la capacitación e instrucción en el combate contra incendios, para el personal integrante del Hospital.
Titular 1: Natalia Guzmán	Apoyar indirectamente las acciones que realice	Revisar constantemente las instalaciones eléctricas.
Apoyo: Carlos Tierra		Disponer el equipo mínimo indispensable para combatir

el Cuerpo de Bomberos de Guaranda.	incendios, adecuadamente, periódicamente, así como vigilar la fecha de su caducidad.	ubicarlos, revisarlos
Coordinar las actividades con las otras Unidades.	Realizar inspecciones periódicas en el interior y exterior del Hospital para detectar riesgos y amenazas.	

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

Tabla 28 *Brigada de Primeros Auxilios.*

Nombres de los miembros de la brigada	Función	Responsabilidades permanentes
Coordinador: Moisés Moncayo	Proporcionar Primeros Auxilios al personal que lo necesite, hasta que llegue la ayuda necesaria.	Solicitar la capacitación para el personal de la Unidad de Primeros Auxilios.
Titular 1: Alex Montenegro	Priorizar la atención a las personas más afectadas.	Conocer debidamente la zona de seguridad y establecer el sitio a donde llegarán los heridos.
Apoyo: Marlene López	Coordinar las actividades con las otras Unidades en caso que lo necesiten. Verificar novedades de personal y material de la Unidad.	Coordinar estrechamente con las otras Unidades.

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

Tabla 29 *Brigada de Búsqueda Rescate y Evacuación*

Nombres de los miembros de la brigada	Función	Responsabilidades permanentes
Coordinador: Daniel Quishpe	Realizar la evacuación del personal del Hospital si la situación lo permite, realizar la búsqueda y rescate de: personas, documentos calificados, equipos, etc.	Solicitar la capacitación e instrucción al personal integrante de la Unidad, en técnicas para ser aplicadas en la Evacuación, Búsqueda y Rescate de las personas.
Titular 1: Lilia Pupo	Realizar las actividades en coordinación con las otras Unidades.	Disponer el equipo mínimo indispensable para las actividades de evacuación, búsqueda y rescate.
Apoyo: Piedad Rea	En caso de emergencia, permitir el acceso a la Unidad únicamente del personal autorizado y debidamente identificado.	Señalización de vías de evacuación hacia la zona de seguridad.
	Ayudar en la evacuación del personal y usuarios que se encuentran en el Hospital.	Identificar el lugar exacto donde deben llegar los heridos, enfermos y extraviados que serán evacuados.

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

Tabla 30 *Brigada de orden y seguridad*

Nombres de los miembros de la brigada	Función	Responsabilidades permanentes
Coordinador: Rene Bracho	Retirar a los curiosos que constituyen, con frecuencia, el mayor problema para atender a	Solicitar la capacitación e instrucción en orden y seguridad para el personal integrante de la Brigada.
Titular 1: Héctor Velasco	un herido.	Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad, en el Hospital.
Apoyo: Karina Ruiz	Ayudar a mantener el orden, y prevenir los saqueos en el Hospital.	Prevenir e identificar nuevos riesgos en el Hospital.
		Proteger los bienes del Hospital (implementar medidas de seguridad).

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

b. Recursos de Respuesta

Tabla 31 *Recursos del Hospital*

Recurso	Estado: Bueno
Botiquín de primeros auxilios	X
Extintor contra incendios	X
Camillas	X

Megáfonos	X
Planta eléctrica	X
Sala de enfermería	X
Cartillas con número de emergencia	X
Señalética	X
Sistemas de alarma	X
Mascarillas	X
Lámparas, linternas	X

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

Tabla 32 *Recursos Institucionales Externos*

Recurso	Nombre de la Institución	Teléfono	Contacto
Instituciones de Salud	Hospital Alfredo Noboa Montenegro	032- 980230	Ing. Héctor Martínez
Unidad Cuerpo de Bomberos	Cuerpo de Bomberos Municipal Guaranda	032-980104	Mayor Miguel Rojas
Policía Nacional	Comando de la Policía Nacional sub zona #2 Bolívar	032-982449	Coronel Edgar Correa
Secretaria de Gestión de Riesgos	Secretaria de Gestión de Riesgos Bolívar	032-982901	Ing. Rubén Cherrez

Fuente. Trabajo de campo 2018
Autores: Acurio y Zaruma

4.4.1.8. RECUPERACION

Son las decisiones y medidas que se toman después de un desastre con vistas a restablecer o mejorar las condiciones del edificio del hospital básico del IESS.

a. Rehabilitación

Consiste en restablecer en corto plazo las condiciones normales, mediante la reparación de los servicios sociales básicos y continuar con el proceso en un lugar alternativo en el caso que la infraestructura se encuentra afectada.

El Hospital Básico del IESS por ser una estructura esencial es el último en colapsar ya que debe permanecer operativo luego de un terremoto para atender cualquier tipo de emergencia; por ello el Hospital del IESS no tiene ningún otro lugar alternativo para su funcionamiento en su totalidad, pero en caso de sufrir algún tipo de daño no estructural, el Hospital Básico del IESS como medida alternativa realizara campamentos hospitalarios para atender a su población.

b. Reconstrucción

Es el proceso de restablecimiento que realizaremos a mediano y largo plazo, de las condiciones físicas, sociales y económicas, para alcanzar un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del desastre.

4.4.1.9. TRANSFERENCIA DEL RIESGO

Es necesario trasladar formal o informalmente las consecuencias financieras del riesgo, sea cual sea el evento, en este caso el Hospital Básico del IESS si cuenta con un seguro que ayude a la recuperación.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los datos arquitectónicos tomados de la edificación deben ser tomados con los elementos de medición, lo más exactos posibles, es decir, que los resultados del modelamiento de la estructura dependerán de cuan cuidadosos seamos en la toma de resultados, los cuales deben ser contrastados con los archivos (planos respectivos).
- No existe la incompatibilidad de materiales pues toda la estructura es de hormigón armado.
- Al modelar la estructura constatamos que las secciones de los elementos estructurales son adecuadas para condiciones de serviciabilidad y resistencia, y la torsión no predomina en ninguno de los dos primeros modos de vibración de la estructura, lo cual implica que se tendrá un comportamiento dúctil ante un sismo, por lo cual las derivas máximas de la edificación están dentro de los límites permitidos por las Normas Ecuatorianas de Construcción, sin superar el valor equivalente de 1/50, o sea que en un evento sísmico fuerte, se puede garantizar que existirá daños en elementos no estructurales de la edificación.
- En las mamposterías, se ha podido constatar que se encuentran unidas a las columnas, lo que significa que forman parte de la estructura, y su comportamiento ante el sismo, va a determinar una afectación denominada patología por columna corta.
- En la comparación de los resultados obtenidos en el modelamiento de la estructura con los programas CYPECAD y ETABS pudimos constatar que los resultados generados por estos programas son similares y se comprobó que la estructura será capaz de resistir el sismo de diseño que corresponde a la zona en la que está ubicada.
- La realización del plan de reducción de riesgos, aportará al fortalecimiento de las capacidades de respuesta frente a diversos eventos que susciten dentro

de la institución a su vez constituirá como una herramienta útil hacia un desarrollo sostenible y sustentable.

5.2. Recomendaciones

- Para un mejor análisis del comportamiento sísmico de la estructura, se debe contar con datos de resistencia de los diferentes elementos estructurales, es decir que debido a la falta de información de estos, se deben aplicar métodos aproximados no destructivos como el esclerómetro o muestras directas que serán ensayadas en el laboratorio para verificar su valor de resistencia.
- Para futuros estudios se sugiere la modelación de toda la estructura que conforman los diferentes bloques y subsuelos que actualmente cuenta el Hospital. Esto permitirá de manera más real establecer si el comportamiento sísmico de la edificación cumple con lo que la norma exige.
- En cuanto a determinar el estado actual de vulnerabilidad de la estructura, es imprescindible que sigamos los pasos previos, es decir establecer el sistema estructural adoptado, información sobre los síntomas y patologías estructurales para determinar los posibles problemas y obviamente sus causas. Se recomienda ser muy estricto y disciplinado en las secuencias y manejo de la información, sin perder de vista la remediación estructural si fuera el caso.
- Implementar el Plan de Reducción de Riesgos en el Hospital Básico del IESS, y socializarlo con el personal, para que este se empodere de la importancia de la Gestión de Riesgo dentro de su institución y salvaguardar su seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). *Constitucion 2008*. Quito, Ecuador.
- Crisafulli y Villafañe. (2002).
- Diaz. (2003). *Metodologia para el Analisis de la Vulnerabilidad Sismica*.
- Dolce. (1994). *Metodologia de Investigacion*.
- El - Telegrafo. (Julio de 2016). Ecuador atraviesa por al menos 10 fallas geologicas. pág. 1.
- El-Comercio. (Agosto de 2014). Los sismos en el Ecuador. pág. 1.
- Elnashai, A. S., y Di Sarno. (2008). *Fundamentals of Earthquake Engineering*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Flores Cordova, Rudy Armando. (2004). Terremotos. *Tesis Ingeniero Civil*. Guatemala.
- Garcia, G. O. (2012). *Evaluación de la Vulnerabilidad Funcional ante eventos adversos*.
- INEC. (2010).
- Jimenez, C. J. (Febrero de 2014). CALIBRACIÓN DE UMBRALES DE DAÑO SÍSMICO PARA EL ANÁLISIS DE FRAGILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (“PUSH-OVER”). Catalunya.
- Mendoza y Guaranda. (2017). Estudio de la Vulnerabilidad Estructural ante sismos. Chimbo.
- Moreta. (Agosto de 2015). evaluacion estructural mediante el FEMA 154 del NEC.
- NEC. (2015). Normas Ecuatorianas de Construcccion. Quito.

- Ordoñez, G. G. (2012). *Estudio de la Vulnerabilidad Funcional ante eventos adversos*.
- Paula. (2013). *perfil territorial Pallatanga*. Obtenido de <http://repositorio.cedia.org.ec>
- Paz-Tiguilla. (2012).
PDOT Cantón Guaranda. (s.f.). Guaranda.
- Perfil Territorial y Analisis de la Vulnerabilidad*. (s.f.).
- Pilamunga Benitez. (2016).
- PUCE. (2013). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
- Romero, A. N. (2016). Evaluacion de la Vulnerabilida Sismica para la ciudad de Azogues. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Sandi. (1986). *Vulnerabilidad Sismica*.
- SEMPLADES. (2010).
- Singh. (1995). Understanding the Structure of Consumers' Satisfaction Evaluations of Service Delivery.
- UNICEF. (2010).
- Peña, F y J M Meza (2008). "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de torres de campanario de iglesias coloniales en México", I Congreso Iberoamericano sobre Construcciones Históricas y Estructuras de Mampostería, Bucaramanga, Colombia, pp. 278-286.
- Wilches-Chaux, Gustavo (1993), —La vulnerabilidad global, Los desastres no son naturales, Andrew Maskrey (Comp.), Bogotá, D.C., La Red/ITDG
- Aguilar, R. (1994). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificios*. Barcelona.
- Arnold, C., & Reitherman, R. (1994). *Configuración y Diseño Sísmico de Edificios*. México: Limusa.

Barbat, A. (2013). Estados del Conocimiento sobre Metodologías de Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificios.

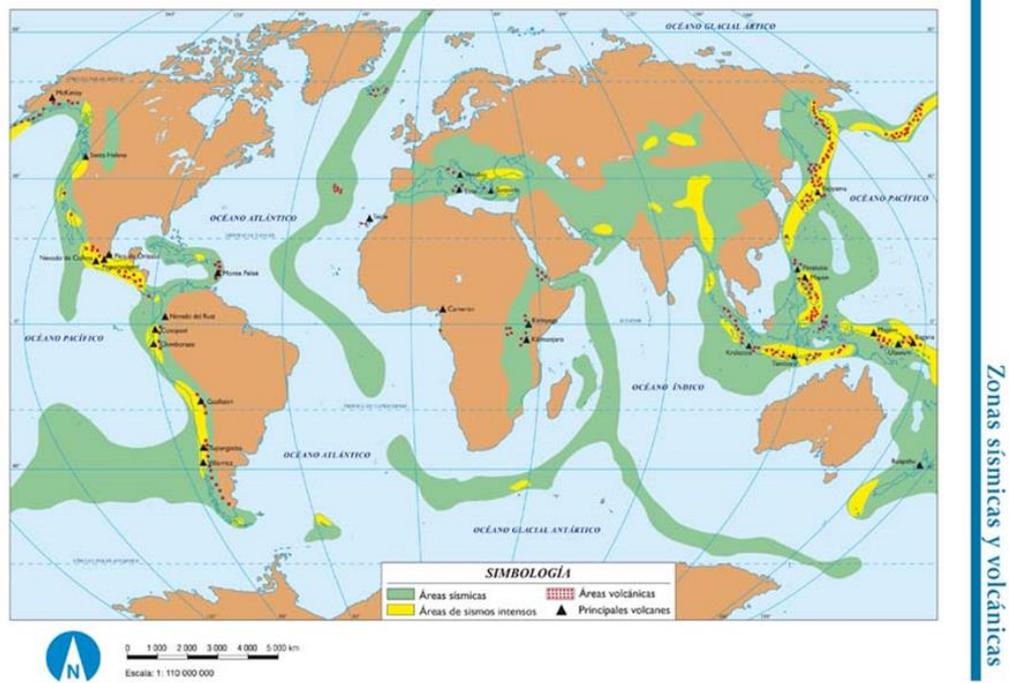
Rodríguez, Diana y Edgar Martínez: Evaluación estructural y estudio de vulnerabilidad sísmica para el edificio principal de la UPTC seccional Chiquinquirá. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2003.

Villate, Fabián y Julián Guerrero: Etapa preliminar para el estudio de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural del edificio de la Sección Integrada del Colegio de Boyacá. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2003.

Cabezas Almeida, J. D. (2016). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del Edificio de Comunicación Social de la Universidad Central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE-2015). Quito.

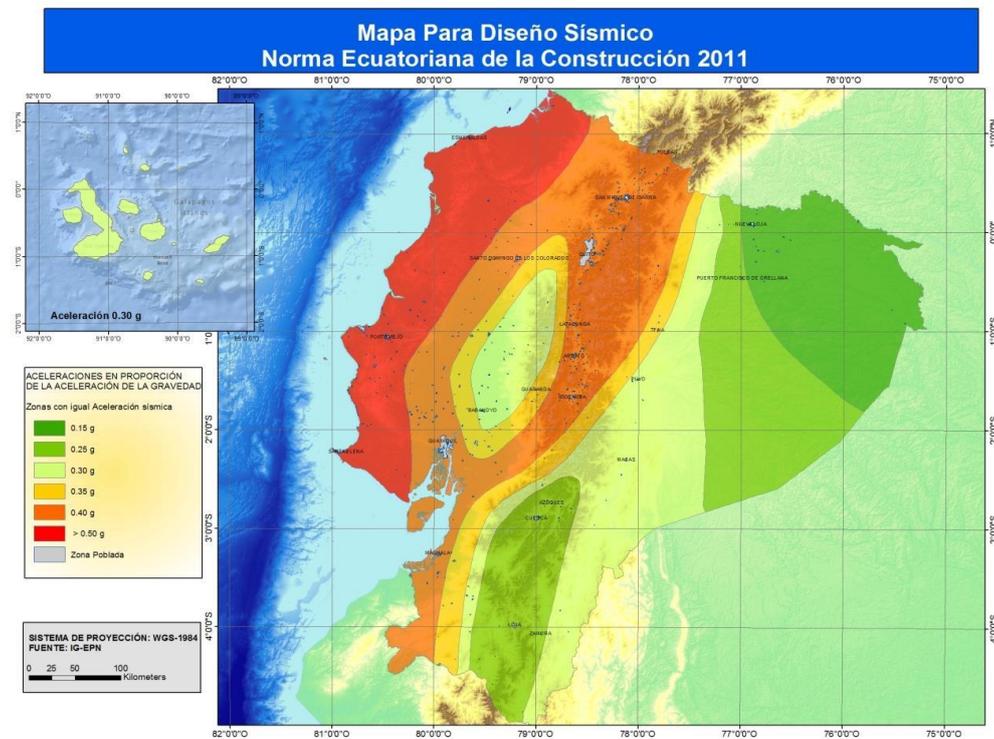
ANEXOS

ANEXO B Mapa de Zonas Sísmicas



Fuente: NEC, 2015

ANEXO C Mapa de Zonas Sísmicas en Función al Valor del Factor Z



Fuente: NEC, 2015

ANEXO D Datos de Identificación del Área de Estudio

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO					
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO				DATOS DE LOCALIZACIÓN	
Denominación	Hospital Básico del IESS	Provincia	Bolivar	Cantón	Guaranda
Representante Legal	Abogado Victor Arregui	Parroquia	Angel Polibio Chavez	Calle Principal	Vía Ambato
Registro N°		Intersección	Augusto Chávez		
Coordenadas	X	Y	EPOCA DE CONSTRUCCIÓN		AREA DEL INMUEBLE
	722605.69	9825021.40	SIGLO	AÑO	1200 m2
			XX	entre 1988 y 2006	
			SERVICIOS BÁSICOS		
		Agua y Alcantarillado	Energía eléctrica, teléfono, internet	Otros	
TIPOLOGIA Y USOS					
ARQUITECTURA	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	USO	REGIMEN DE PROPIEDAD	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Moderna	Salud	Hospital	Brindar Salud a la ciudadanía	Hospitalario	Bueno
DESCRIPCIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
PAREDES	PATIO	PUERTAS DE ACCESO	GRADAS	N° PISOS	CUBIERTA
Hormigón	3	2	3	2	Loza Hormigón Armado

ANEXO E Cronograma de Actividades

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

ANEXO F Presupuesto del Proyecto de Investigación

PRESUPUESTO GENERAL			
TEMA: MODELAMIENTO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL EDIFICIO DEL HOSPITAL BASICO IESS DE LA CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA BOLIVAR.			
CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR
1	Diseño del Modelamiento de la estructura	\$ 700,00	\$ 700,00
32	Movilización Caluma/ Guaranda	\$ 3,00	\$ 96,00
1	Levantamiento Planimétrico	\$ 50,00	\$ 50,00
780	Impresiones borradores para correcciones y sustentado	\$ 0,10	\$ 78,00
6	Anillados	\$ 1,10	\$ 6,60
3	Empastados	\$ 20,00	\$ 60,00
4	CD	\$ 2,50	\$ 10,00
TOTAL			\$ 1000,60

Fotografía 2 Identificación del bloque para efecto de estudio del Hospital Básico del IESS.



Fotografía 3 Levantamiento de Información estructural en el Hospital Básico del IESS.

