



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE TIPOLOGÍAS EXISTENTES EN EL CENTRO
– NORTE DE GUAYAQUIL, EN LA ZONA QUE COMPRENDE
LAS PARROQUIAS SUCRE, 9 DE OCTUBRE, CDLA.
FERROVIARIA Y BELLAVISTA**

AUTOR:

PABLO FRANCISCO SANDOYA LARA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

ING. GUILLERMO ALFONSO PONCE VASQUEZ

Guayaquil, Ecuador

11 de MARZO del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**.

TUTOR (A)

f. _____
ING. GUILLERMO ALFONSO PONCE VASQUEZ

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
ING. STEFANY ESTHER ALCIVAR BASTIDAS

Guayaquil, a los 11 del mes de MARZO del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **EVALUACIÓN DE TIPOLOGÍAS EXISTENTES EN EL CENTRO – NORTE DE GUAYAQUIL, EN LA ZONA QUE COMPRENDE LAS PARROQUIAS SUCRE, 9 DE OCTUBRE, CDLA. FERROVIARIA Y BELLAVISTA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 11 del mes de MARZO del año 2022

EL AUTOR

f. _____
SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **EVALUACIÓN DE TIPOLOGÍAS EXISTENTES EN EL CENTRO – NORTE DE GUAYAQUIL, EN LA ZONA QUE COMPRENDE LAS PARROQUIAS SUCRE, 9 DE OCTUBRE, CDLA. FERROVIARIA Y BELLAVISTA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 11 del mes de MARZO del año 2022

EL AUTOR:

f. _____
SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO

Document Information

Analyzed document	PABLO_SANDOYA_FINAL.pdf (D128513578)
Submitted	2022-02-21T23:51:00.0000000
Submitted by	Clara Glas
Submitter email	ciasglas@hotmail.com
Similarity	6%
Analysis address	ciara.glas.ucsg@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	MALDONADO_GUAMAN_ROBERTO_MAUROICIO_TT2.docx Document MALDONADO_GUAMAN_ROBERTO_MAUROICIO_TT2.docx (D127961767)	 6
SA	20190123 Albarracín Augusto.pdf Document 20190123 Albarracín Augusto.pdf (D47159515)	 9
SA	tesis final urkund .pdf Document tesis final urkund .pdf (D118805324)	 8
SA	Tesis Anthony - Corregida (Faltan los anexos).docx Document Tesis Anthony - Corregida (Faltan los anexos).docx (D112744922)	 5
SA	Tesis Anthony Teran.docx Document Tesis Anthony Teran.docx (D112322679)	 3
W	URL: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bmfcim385c/doc/bmfcim385c.pdf Fetched: 2021-11-12T04:05:32.2470000	 4

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecido con nuestro creador ya que si no fuera por el nada de eso fuera posible y de serlo, nada tendría sentido.

A mi madre Gloria, a mis hermanos Ricardo, José, Abraham, a mi familia, que siempre creyeron en mi aun cuando yo dejé de hacerlo, que con su presión me han ayudado a llegar a donde he llegado.

Un agradecimiento especial a mi novia, María Belén, por su apoyo incondicional, por su constante apoyo, sé que pudo llegar a ser desgastante pero como siempre dices todo sacrificio tiene sus frutos y este logro sé que es tanto tuyo como mío.

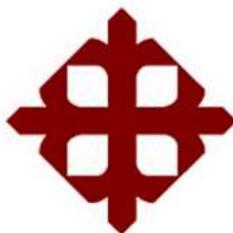
A mis amigos de la carrera que guardan un lugar muy especial en mi corazón, que con sus formas de ser hicieron todo más llevadero, que sin darse cuenta se convirtieron en tutores y guías dentro de estos años

Y, por último, pero igual de importante a mis docentes, por su pasión, por su compromiso y sus enseñanzas, hoy me llevo un poco de ellos y eso me definirá como el gran profesional que busco ser.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a alguien que terrenalmente ya no me acompaña, a alguien a quien ciertamente se lo debía y que hoy, aunque tarde, irremediablemente tarde lo he cumplido. Padre esto es por ti, un tributo a tus enseñanzas, a tus guías, a tus consejos, se cuánto lo deseabas incluso llegué a pensar que más que yo.

No puedo dejar atrás a mi madre, esto también es por ti, que nunca dudaste, que siempre viste en mi algo que fui incapaz, que viste luz donde yo solo veía oscuridad, que has sido para mis hermanos y para mí un apoyo incondicional.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

f. _____

ING. GUILLERMO A. PONCE VASQUEZ, MSc.
TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. STEFANY E. ALCIVAR BASTIDAS, MSc.
DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

ING. JOSÉ A. BARROS CABEZAS, MSc.
COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

ING. JAIME F. HERNANDEZ BARREDO, MSc.
OPONENTE

ÍNDICE

1. CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ALCANCE	4
CAPÍTULO 1	5
1. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	5
CAPÍTULO 2	9
2 IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE OBSERVACIÓN EN CAMPO	9
2.1 INSPECCIONES SÍSMICAS	9
2.1.1 Planificación	10
CAPÍTULO 3	25
3 CREACIÓN DE MAPA MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	25
3.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	25
3.2 GENERACIÓN CARTOGRÁFICA SIG	27
CAPITULO 4	31
4. CURVAS DE FRAGILIDAD	31

4.1	NIVELES DE DAÑO	32
4.2.1	MÉTODOS BASADOS EN OBERVACIONES DE CAMPO	34
4.2.2	MÉTODOS EXPERIMENTALES.....	34
4.2.3	MÉTODOS OBTENIDOS POR LA OPINIÓN DE EXPERTOS	35
4.2.4	MÉTODOS ANALÍTICOS.....	36
4.2.5	MÉTODOS PROBABILÍSTICOS.....	37
4.3	ASOCIACIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD	37
4.3.1	COMPARACIÓN CON METODOLOGÍA HAZUS.....	40
4.3.2	DETERMINACIÓN DE DAÑO EN ESTRUCTURAS	41
4.3.3	DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES	42
CAPÍTULO 5.....		46
5	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
6	CONCLUSIONES	63
6.1	RECOMENDACIONES.....	64

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Sistema de muros estructurales	5
Ilustración 2 Sistema de losa aligerada unidireccional.....	6
Ilustración 3 Sistema compuesto; pórtico de Hormigón Armado.....	7
Ilustración 4 Uso de arcos de hormigón armado para la construcción de puentes	8
Ilustración 5 Zonificación Sísmica del Ecuador.....	10
Ilustración 6 Clasificación de principales tipologías estructurales.....	12
Ilustración 7 Índice de peligro estructural.....	12
Ilustración 8 Sistema Estructural: Madera (W1).....	13
Ilustración 9 Sistema Estructural: Mampostería sin refuerzo (URM).....	13
Ilustración 10 Sistema Estructural: Mampostería reforzada (RM).....	14
Ilustración 11 Sistema Estructural: Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón (MX)	14
Ilustración 12 Sistema Estructural: Pórticos de hormigón armado.....	15
Ilustración 13 Sistema Estructural: Combinado dual de pórticos de hormigón armado y muros estructurales.....	15
Ilustración 14 Sistema Estructural: Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo.....	16
Ilustración 15 Sistema Estructural: Hormigón armado Prefabricado (PC) ...	16
Ilustración 16 Sistema Estructural: Pórtico acero laminado	16
Ilustración 17 Sistema Estructural: Pórtico de acero laminado con diagonales	17
Ilustración 18 Sistema Estructural: Pórtico de acero doblado en frío.....	17

Ilustración 19 Sistema Estructural: Pórtico de acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	18
Ilustración 20 Sistema Estructural: Pórticos de acero con paredes de mampostería.....	18
Ilustración 21 Criterio de evaluación para altura de edificación	19
Ilustración 22 Criterio de evaluación para irregularidades en la edificación.	19
Ilustración 23 Irregularidades geométricas	19
Ilustración 24 Irregularidades por ubicación	19
Ilustración 25 Irregularidad por piso débil	20
Ilustración 26 Irregularidades por columna corta o débil.....	20
Ilustración 27 Irregularidad por eje vertical discontinuo	20
Ilustración 28 Irregularidades por distribución de masa.....	21
Ilustración 29 Irregularidades de piso flexible	21
Ilustración 30 Irregularidades por adiciones	21
Ilustración 31 Irregularidades en forma de planta	22
Ilustración 32 Irregularidades por discontinuidades de piso	22
Ilustración 33 Irregularidades por ejes no paralelos.....	22
Ilustración 34 Irregularidades por Torsión.....	23
Ilustración 35 Irregularidad por adiciones	23
Ilustración 36 Clasificaciones de suelo	24
Ilustración 37 Grados de vulnerabilidad sísmica.....	24
Ilustración 38 Geoportal del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad de Guayaquil.....	27
Ilustración 39 Capa general catastral de la ciudad de Guayaquil	28

Ilustración 40 Capa correspondiente a la ciudadela Bellavista	28
Ilustración 41 Capa correspondiente a la Ciudadela Ferroviaria con su respectiva delimitación catastral	29
Ilustración 42 Capa correspondiente a la Parroquia 9 de octubre con su respectiva delimitación catastral	29
Ilustración 43 Capa correspondiente a la Parroquia Sucre con su respectiva delimitación catastral	30
Ilustración 44 Curvas de fragilidad generadas por Yamaguchi y Yamazaki	34
Ilustración 45 Curvas de Fragilidad obtenidas por Chong y Soong	35
Ilustración 46 Generación de curvas de fragilidad a partir de la opinión de expertos, Anagnost (1995).....	36
Ilustración 47 Curvas de fragilidad obtenidas por métodos probabilísticos..	37
Ilustración 48 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 1 piso..	38
Ilustración 49 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 2 pisos	38
Ilustración 50 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 3 pisos	39
Ilustración 51 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 4 pisos	39
Ilustración 52 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 5 pisos	40
Ilustración 53 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 6 pisos	40
Ilustración 54 Proceso para la estimación de daños en estructuras propuesto por Hazus	41
Ilustración 55 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 1 piso	43
Ilustración 56 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 2 pisos	44

Ilustración 57 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 3 pisos	44
Ilustración 58 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 4 pisos	44
Ilustración 59 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 5 pisos	45
Ilustración 60 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 6 pisos	45
Ilustración 61 Grado de vulnerabilidad de las edificaciones de la parroquia Sucre	47
Ilustración 62 Curvas de Fragilidad para estructuras de 4 a 7 pisos.....	50
Ilustración 63 Grado de vulnerabilidad edificaciones Parroquia 9 de octubre	51
Ilustración 64 Curvas de Fragilidad para estructuras de 4 a 7 pisos.....	54
Ilustración 65 Grado de vulnerabilidad para edificaciones Ciudadela Bellavista	55
Ilustración 66 Curvas de Fragilidad para estructuras de 1 a 3 pisos.....	58
Ilustración 67 Grado de vulnerabilidad para edificaciones Ciudadela Bellavista	59
Ilustración 68 Curvas de Fragilidad para estructuras de 1 a 3 pisos.....	62

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la creación de una base de datos digital mediante la utilización de sistemas de información geográfico tras la recolección de información de un trabajo de campo en el cual se levantó información relevante sobre las edificaciones, esta nos permitirá conocer e identificar las diferentes características estructurales de las edificaciones que se encuentran en los sectores a intervenir en la ciudad de Guayaquil, se realizará una clasificación según sus tipologías estructurales y registrando la vulnerabilidad que estos presenten ante eventos sísmicos por medio de la relación con curvas de fragilidad ya existentes propuestas por autores nacionales bajo la influencia de normativas extranjeras, una relación que nos permita entender que tan vulnerables o que tan expuestas pueden estar nuestras edificaciones, pensando en futuras soluciones tanto a corto como a largo plazo que permitan mitigar esta problemática para un Guayaquil con construcciones más seguras y duraderas.

Palabras Claves: Tipologías Estructurales, Curvas de Fragilidad, Sistemas de Información Geográfico, Inspección Visual, HAZUS, Riesgo Sísmico.

(ABSTRACT)

The objective of this degree work is to create a digital database using geographic information systems after the collection of information from a field work in which relevant information about the buildings was collected, this will allow us to know and identify their different structural features. the buildings that are in the sectors to be intervened in the city of Guayaquil, a classification will be made according to their structural typologies and registering the vulnerability that they present before seismic events through the relationship with the fragility curves and there are proposals of authors under the influence of foreign regulations, a relationship that allows us to understand how vulnerable or how exposed our buildings may be, thinking of future solutions both in the short and long term that allow mitigating this problem for a Guayaquil with safer buildings and durable.

Keywords: Structural Typologies, Fragility Curves, Geographic Information Systems, Visual Inspection, HAZUS, Risk

INTRODUCCIÓN

Las edificaciones en Ecuador son en su gran mayoría construcciones que no cuentan con diseños apropiados peor aún que tomen en cuenta riesgos sísmicos a pesar de existir una normativa vigente para diseños sismorresistentes.

Estudios arrojan que aproximadamente el 80% de las edificaciones a nivel nacional no cuentan con un debido diseño sísmico, motivo por el cual se puede llegar a presumir que ante un evento sísmico el desempeño será bastante bajo, a pesar de que existe un pequeño grupo el cual cuenta con diseños sismorresistentes nada garantiza que hayan existido malas prácticas al momento de su construcción o no se hayan seguido las indicaciones de los diseños originales, motivo por el cual es necesario conocer el desempeño de estas edificaciones ante sismos.

El dinamismo comercial existente en la ciudad de Guayaquil desde su época colonial ha sido atractivo para quienes buscan progreso y prosperidad lo cual ha contribuido a un crecimiento tanto económico como urbano.

Para el siglo XVIII, Guayaquil tenía una población estimada en 5000 habitantes, el crecimiento de la ciudad ha sido tal que para 2018 la ciudad contaba con aproximadamente 2'613.975 habitantes, esto quiere decir que la ciudad en temas poblacionales ha crecido más de 500 veces el número de habitantes que tenía en la época de la colonia. Para suplir las necesidades en temas habitacionales la ciudad ha crecido de manera descontrolada, no solo en temas de ordenamiento territorial sino también en la falta de criterio técnico para la construcción de edificaciones, esto último crítico al tomar en cuenta que la ciudad está dentro de una zona altamente sísmica, por lo cual para precautelar la vida e integridad de los habitantes es importante contar con estructuras que cumplan con parámetros suficientes para un correcto desempeño sísmico.

Realizar evaluaciones de edificaciones usando métodos analíticos requiere de una gran inversión, tomando en cuenta las limitaciones no solo económicas sino de tiempo, realizar este tipo de estudios es prácticamente imposible por lo cual se busca la implementación de sistemas rápidos y de bajo costo.

A nivel nacional son pocas las metodologías existentes que permiten una evaluación rápida sobre la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, una de ellas la propone la NEC con la Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras. Esta

metodología prioriza la inspección visual y las va calificando, dependiendo de su nivel de riesgo, desde bajo hasta muy alto.

Internacionalmente existen metodologías de inspección visual muy desarrolladas y entidades que encaminan sus estudios a estos métodos como es el caso de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA por sus siglas en inglés), con su primera edición del Informe FEMA, “Detección Visual Rápida de Edificaciones de Posibles Riesgos Sísmicos: Manual”, aquí se describe procedimientos de detección visual a través de sistemas de calificación que toma en cuenta diferentes parámetros.

En este trabajo presentaremos de forma detallada las tipologías de las estructuras más importantes que se encuentran dentro de nuestra área de investigación, creando herramientas que serán de utilidad para futuros análisis.

ANTECEDENTES

La ciudad de Guayaquil ha crecido de manera considerable en los últimos años, haciendo necesaria la construcción de edificaciones para uso residencial y comercial. Sin embargo, este crecimiento no ha estado acompañado de una base de datos que permita conocer como este crecimiento en infraestructura se ha dado y, por consiguiente, no se conoce como sería su comportamiento o afectación en caso de presentarse eventos sísmicos de mediana y gran intensidad. Ante este vacío, se hace necesario levantar esa información que permita posteriormente evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear un mapa en un sistema de información geográfica que permita conocer las características estructurales de las edificaciones del sector.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Clasificar las principales tipologías estructurales que se encuentran en el sector
- Ubicar en GIS las diferentes tipologías encontradas

ALCANCE

Se levantarán fichas estructurales del sector evaluando cuales son las tipologías características. Se asignarán curvas de fragilidad dependiendo de las tipologías encontradas en el sector.

Se ingresará toda la información en un sistema de información geográfico

Se relacionará los resultados obtenidos con curvas de fragilidad existentes que se asemejen a las necesidades de las edificaciones levantadas

CAPÍTULO 1

1. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Conglomerado de conocimientos en diferentes tipos de estructuras, en relación directa con los materiales a utilizarse.

En construcción la tipología clasifica las edificaciones por medio de sus materiales empleados o la manera en la cual estos se emplean, al hablar de tipologías estructurales es la forma en la cual estos están constituidos tomando en cuenta la calidad de los elementos, su vida útil y la seguridad que brindan

La clasificación tipológica estructural es la siguiente:

- Elementos Estructurales
 - Superficiales
 - Muros: Función principal de soportar caras, trabaja a compresión o flexión compuesta.

Aunque su clasificación principal depende de su uso también se los cataloga por la su composición



Ilustración 1 Sistema de muros estructurales

- Elementos Forjados

- Unidireccionales: Elementos diseñados para resistir cargas superficiales y transmitir dichas cargas a los elementos sobre los cuales descansa.

Como su nombre lo indica transmiten cargas en una sola dirección, son elementos sometidos a esfuerzos flectores y cortantes

- Bidireccionales: Elementos diseñados para resistir cargas superficiales y brindar rigidez a la planta contra acciones horizontales.

Como su nombre lo indica transmiten las cargas de manera bidireccional con elementos resistentes en las dos direcciones, de igual forma que los elementos unidireccionales trabajan a flexión y cortante en dos direcciones.

Existen en elementos macizos y aligerados



Ilustración 2 Sistema de losa aligerada unidireccional

- Lineales

- Vigas: Elementos cuya principal función es la de resistir cargas que actúan de manera perpendicular a su eje, elementos que trabajan

normalmente a flexión y sometidos a esfuerzos tanto de momento flector como de corte.

Su clasificación depende de su función, de su sección y del material del cual estén constituidas

- Columnas: O también conocidos como pilares son elementos sometidos principalmente a esfuerzos de compresión o a flexión compuesta, trabajan muy poco en cortante.

Su clasificación principalmente depende del material con el cual sean elaborados y de esto también depende su sección

- Pórticos: Formados por la interacción de vigas y columnas, las primeras se apoyan sobre las columnas lo cual les permite distribuir y transmitir las cargas.

Dependiendo de tipo de unión que exista entre las vigas y las columnas será el tipo de transmisión de carga ya que de ser vigas articuladas solo existirá transmisión de carga vertical y de ser rígida la transmisión puede ser de carga vertical y momento



Ilustración 3 Sistema compuesto; pórtico de Hormigón Armado

- Arcos: Soporta principalmente cargas verticales y trabaja generalmente a compresión, la cual puede ser simple o compuesta y aunque suelen ser sometidos a momentos flectores son de menor importancia en comparación a los esfuerzos axiales



Ilustración 4 Uso de arcos de hormigón armado para la construcción de puentes

- Cables: Su función principal consiste en unir estructuras ya sea entre ellas o a la superficie, elementos que trabajan siempre a tracción
- Sistemas Estructurales
 - Losas de manera unidireccional sobre pórticos: O también conocidos como pórticos planos, transmiten sus cargas a las vigas las cuales se encargan de transmitirlo a la cimentación
 - Losa unidireccional sobre pórticos: O también conocidos como pórticos espaciales, pueden ser pórticos en dos direcciones
 - Losa unidireccional sobre arcos: Predominantemente de forma curva, con elementos resistentes rectos
 - Losa bidireccional sobre pilares: Por la forma que tiene sea maciza o aligerada, transmite su carga directamente a las columnas omitiendo la necesidad de vigas
 - Losa bidireccional sobre muros: La carga es transmitida de manera bidireccional sobre los muros en los cuales se apoya

Estructuras Especiales: Como pueden ser las láminas de cubierta, mallas de barras o estructuras tensadas

CAPÍTULO 2

2 IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE OBSERVACIÓN EN CAMPO

La construcción de curvas de fragilidad depende de manera directa del análisis estructural de las edificaciones por medio de su comparación con curvas de capacidad con las curvas de demanda que el movimiento impone a la estructura estudiada para realizar esta evaluación se implementará un método desarrollado en Estados Unidos conocido como el Programa Hazus, que evalúa vulnerabilidades sísmicas utilizando el Método de Espectro Capacidad para diferentes tipologías

2.1 INSPECCIONES SÍSMICAS

En nuestro país se ha implementado un sistema de evaluación visual de peligro sísmico basado en FEMA 154, desarrollado para evaluar construcciones existentes y clasificarlas dentro de tres categorías, como edificios de baja vulnerabilidad en cuanto a temas de daño y de seguridad de quienes lo ocupen frente a los sismos, edificaciones de vulnerabilidad media, que estarían dentro de ciertos parámetros aceptables y edificaciones de vulnerabilidad alta, para los cuales se recomienda realizar estudios más detallados y se recomienda encargarlo a un ingeniero experto en diseño estructural

En la guía práctica propuesta por la NEC-15, es empleado un procedimiento clasificando a las estructuras en tres categorías:

- Edificios con baja vulnerabilidad sísmica
- Edificios con media vulnerabilidad sísmica
- Edificios con alta vulnerabilidad sísmica

Se recuerda que el Ecuador en su gran mayoría de territorio está dentro de una zona altamente sísmica, donde por ejemplo la ciudad de Guayaquil podría sufrir grandes daños frente a un evento sísmico, adicionalmente es importante recordar que dentro del área estudiada existen edificaciones esenciales las cuales no podrían parar sus actividades, peor aún luego de un terremoto

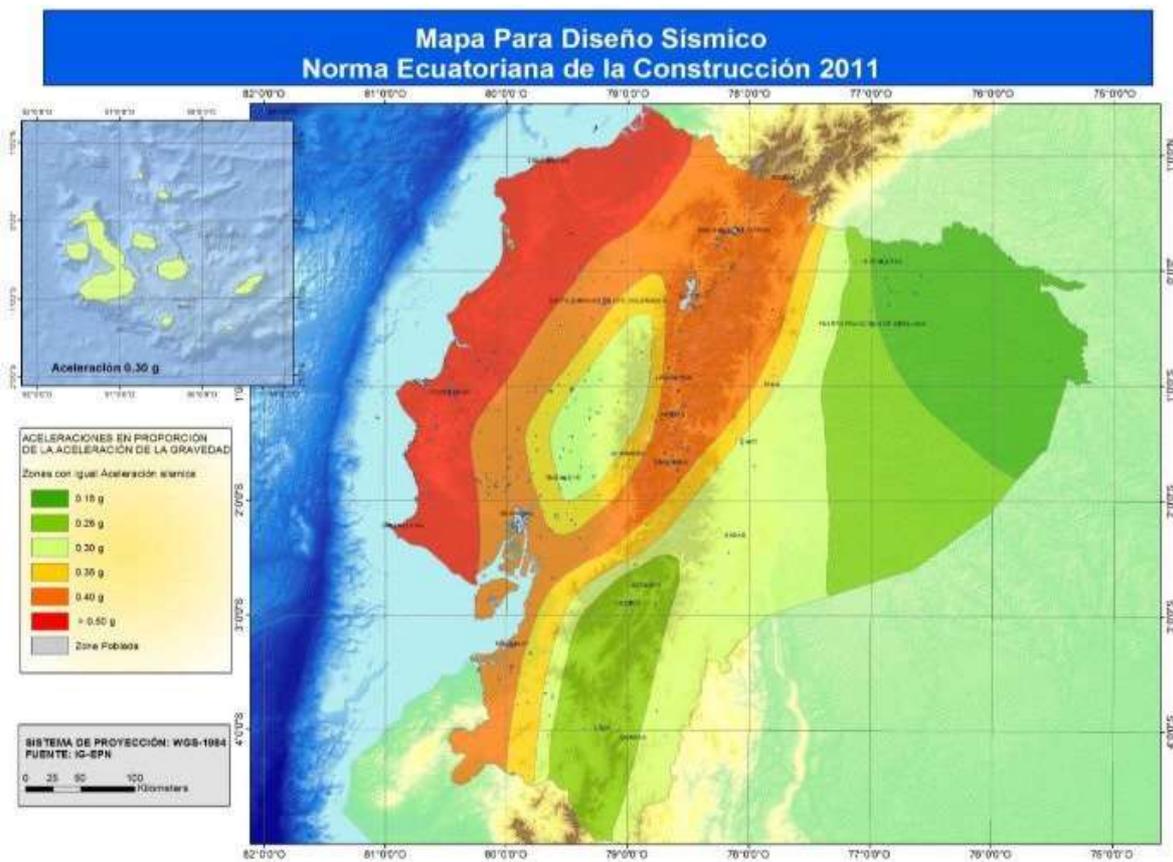


Ilustración 5 Zonificación Sísmica del Ecuador

La evaluación rápida requiere únicamente de una visita a la edificación y llenar un formulario que más adelante se lo detallará, en este existen ciertos parámetros que sirven para su análisis y así poder clasificar al edificio en una de las tres categorías mencionadas anteriormente. La inspección no requiere de ningún tipo de análisis estructural, solamente la identificación del sistema estructural empleado en la edificación y recopilar los datos que pida el formulario, los resultados arrojados, permitirá implementar ciertos programas de mitigación de riesgos y tener un inventario sobre las edificaciones según su uso.

Cabe recalcar que, al ser un procedimiento visual, no requiere un análisis estructural exhaustivo, solo es necesario la identificación del sistema estructural y datos extras para poder completar el formulario

La evaluación se centra en tres actividades que son la planificación, la recolección de información y la interpretación.

2.1.1 Planificación

En esta etapa es necesario reconocer puntos importantes, como el reconocimiento del área de estudio, el estudio y conocimiento del formulario a emplear, la capacitación de

los evaluadores ya que su criterio al momento de inspeccionar las estructuras es importante y las visitas de campo

Recolección de Información

El formulario debe llenarse mientras se realizan las visitas de campo, el formulario está diseñado para llenarse de manera progresiva con el menor desgaste posible por parte del evaluador

Datos de la Edificación

Se encuentra en la parte superior derecha del formulario, en este espacio se documenta la información de la edificación a estudiar, consta de los siguientes datos:

- Dirección
- Nombre de la Edificación
- Sitio de Referencia
- Tipo de uso
- Fecha de Evaluación
- Año de Construcción
- Año de Remodelación
- Área construida
- Número pisos

Datos del Profesional

Se encuentra en la parte superior derecha del formulario debajo de los datos de la edificación, aquí constan los datos de quien realice la recolección de información, Nombres Completos, Cédula de Ciudadanía y registro profesional

Esquema estructural en planta y elevación de la edificación

Área ubicada en la parte superior izquierda del formulario, es necesario la realización de al menos un esquema de la planta y si es posible una gráfica de elevación de la edificación. De igual forma es necesario indicar en el gráfico la dirección del inmueble y las medidas.

Fotografía

Se ubica en la parte superior derecha del formulario debajo de la información profesional, aquí se adjunta una foto del inmueble, de preferencia que sea del acceso principal y que se pueda observar en su totalidad, evitar de ser posible la presencia de objetos que obstruyan la visualización de este.

Identificación sistema estructural

Es de suma importancia que le profesional que realice esta evaluación esté en la plena capacidad de poder identificar el sistema estructural empleado en la edificación de manera visual

En caso de ser imposible la identificación del sistema estructural lo que se recomienda es la eliminación de sistemas poco probables y analizar los sistemas restantes.

Para simplificación de la evaluación se han clasificado los principales sistemas estructurales del territorio ecuatoriano en 13 grupos cada uno representado con un código único que facilite su identificación.

TIPOLOGIA ESTRUCTURAL					
Madera	W1	Pórtico hormigón armado	C1	Pórtico acero laminado	S1
Mamostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. armado con muros	C2	Pórtico acero laminado con diagonales	S2
Mamostería reforzada	RM	Pórtico H. armado con mamostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico acero doblado en frío	S3
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón	MX	H. armado prefabricado		PC	Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigon armado
					Pórtico acero con paredes mamostería

Ilustración 6 Clasificación de principales tipologías estructurales

Cada una de las clasificaciones estructurales tiene un índice que indica el peligro estructural reflejando la probabilidad de daño o la pérdida de edificación, todo esto en base a los índices del FEMA 154 y FEMA 155

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3,00	2,00	2.8	2,00

Ilustración 7 Índice de peligro estructural

Se detalla a continuación los diferentes sistemas estructurales para tener un conocimiento más pleno de los mismo y permitir su posterior identificación:

- Madera (W1): Se considera esta clasificación cuando todos los elementos estructurales (vigas, columnas, armaduras, etc.) son de madera natural o laminadas.

Estructuras ligeras que normalmente no superan los uno o dos pisos



Ilustración 8 Sistema Estructural: Madera (W1)

- Mampostería sin refuerzo (URM): Constituido por muros portantes de ladrillo sin refuerzos de acero



Ilustración 9 Sistema Estructural: Mampostería sin refuerzo (URM)

- Mampostería reforzada (RM): Constituido por muros portantes de ladrillo, reforzado con acero longitudinal y transversal

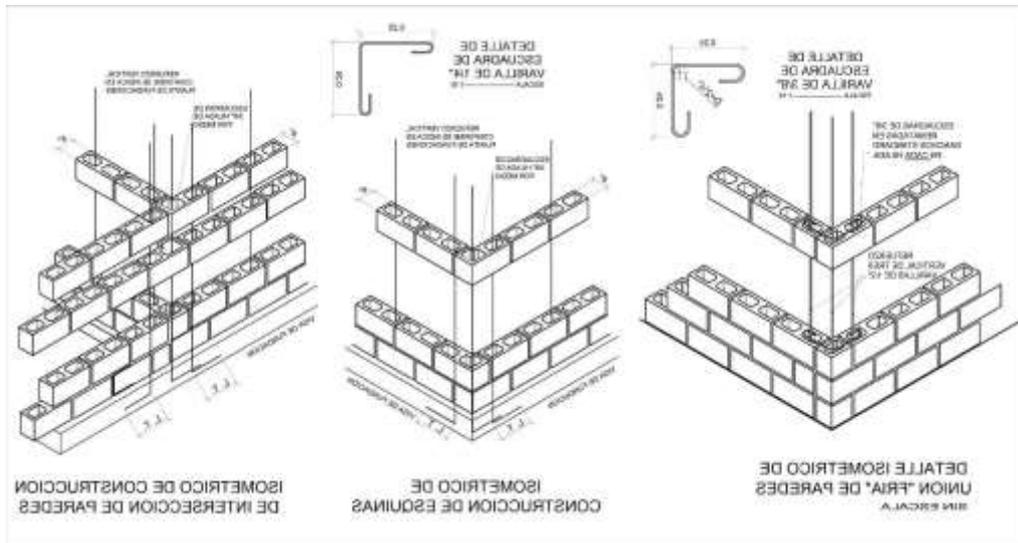


Ilustración 10 Sistema Estructural: Mampostería reforzada (RM)

- Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón (MX): Existe la combinación de diferentes elementos estructurales, esto quiere decir que tiene vigas o columnas de diferentes materiales



Ilustración 11 Sistema Estructural: Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón (MX)

- Pórticos de hormigón armado (C1): Elementos estructurales compuestos por columnas y vigas de hormigón armado



Ilustración 12 Sistema Estructural: Pórticos de hormigón armado

- Pórticos de Hormigón Armado con muros estructurales (C2): Constituido por elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros estructurales que van a todo lo alto de la estructura



Ilustración 13 Sistema Estructural: Combinado dual de pórticos de hormigón armado y muros estructurales

- Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo (C3): Constituidos por pórticos de elementos de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin refuerzo de acero

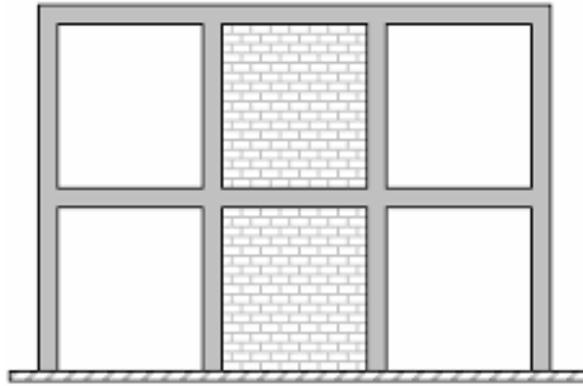


Ilustración 14 Sistema Estructural: Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo

- Hormigón armado prefabricado (PC): Sistema conformado por paneles de hormigón armado o elementos prefabricados como vigas y columnas, ensambladas en obra



Ilustración 15 Sistema Estructural: Hormigón armado Prefabricado (PC)

- Pórtico acero laminado (SI): Constituido por elementos como vigas y columnas elaboradas de perfiles estructurales laminados en caliente o por secciones conformadas por placas laminadas en caliente.



Ilustración 16 Sistema Estructural: Pórtico acero laminado

- Pórtico de acero laminado con diagonales (S2): Sistemas constituidos por pórticos de acero laminado y rigidizadores de acero en todo lo alto de la estructura

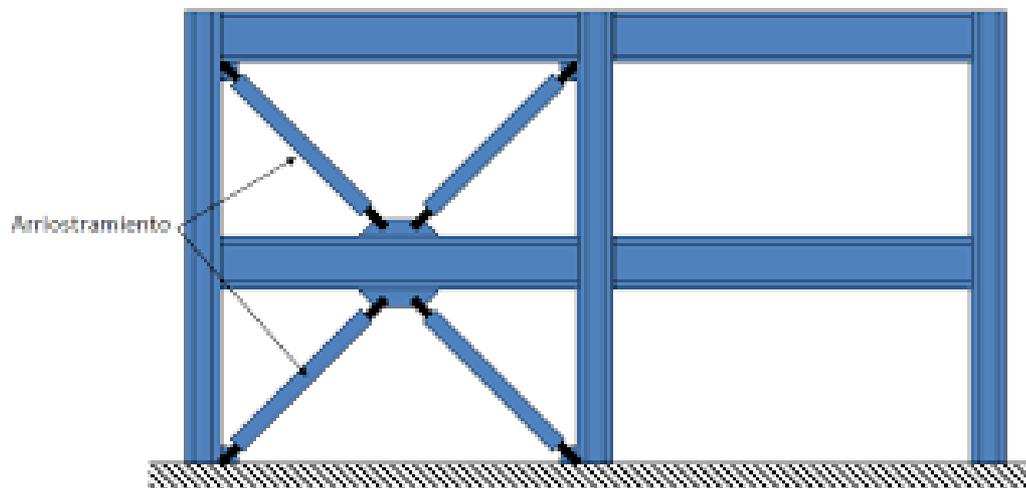


Ilustración 17 Sistema Estructural: Pórtico de acero laminado con diagonales

- Pórtico de acero doblado en frío (S3): Sistemas constituidos por secciones de acero laminado doblado en frío



Ilustración 18 Sistema Estructural: Pórtico de acero doblado en frío

- Pórtico de acero laminado con muros estructurales de hormigón armado (S4): Sistemas constituidos por pórticos de acero laminado y muros de hormigón armado que van en todo lo alto de la edificación, normalmente ubicados en los boquetes de ascensores o en escaleras de emergencia



Ilustración 19 Sistema Estructural: Pórtico de acero laminado con muros estructurales de hormigón armado

- Pórticos de acero con paredes de mampostería (S5): Sistemas constituidos por pórticos de acero laminado en caliente, paredes interiores de mampostería de bloque liviano



Ilustración 20 Sistema Estructural: Pórticos de acero con paredes de mampostería

Modificadores

Conocidos como los factores principales que afectan al rendimiento de las estructuras

Se detalla cada uno de los campos que generan modificación para la evaluación de vulnerabilidad sísmica

- Altura de la edificación

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN
Baja altura (menor 4 pisos)
Mediana altura (4 a 7 pisos)
Gran altura (mayor a 7 pisos)

Ilustración 21 Criterio de evaluación para altura de edificación

- Irregularidades de la edificación

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN
Irregularidad vertical
Irregularidad en planta

Ilustración 22 Criterio de evaluación para irregularidades en la edificación

- Irregularidades verticales

- Irregularidad geométrica: Se presenta cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es 1.3 veces mayor que la del piso adyacente

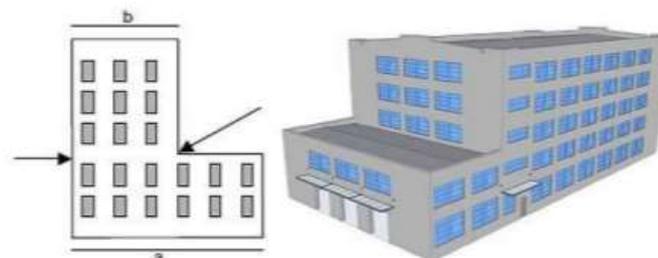


Ilustración 23 Irregularidades geométricas

- Irregularidad por ubicación: Se debe tomar en cuenta si la estructura se encuentra junto a una ladera o a una colina empinada



Ilustración 24 Irregularidades por ubicación

- Irregularidad por piso débil: Dependiendo del cambio drástico de rigidez entre un piso y otro

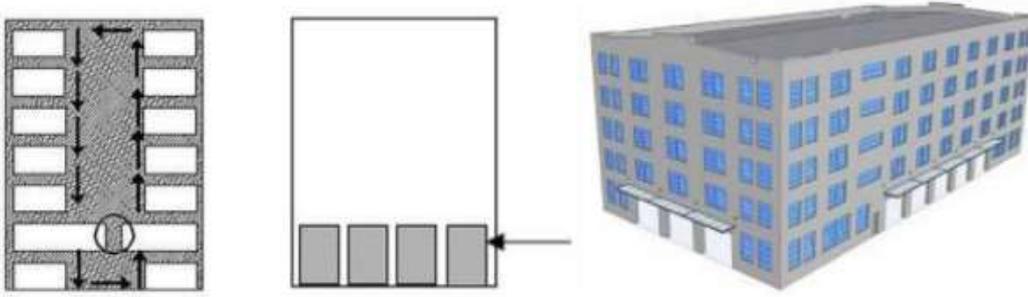


Ilustración 25 Irregularidad por piso débil

- Irregularidad por columna corta o larga: Tomar en cuenta si la edificación presenta columnas muy cortas o largas

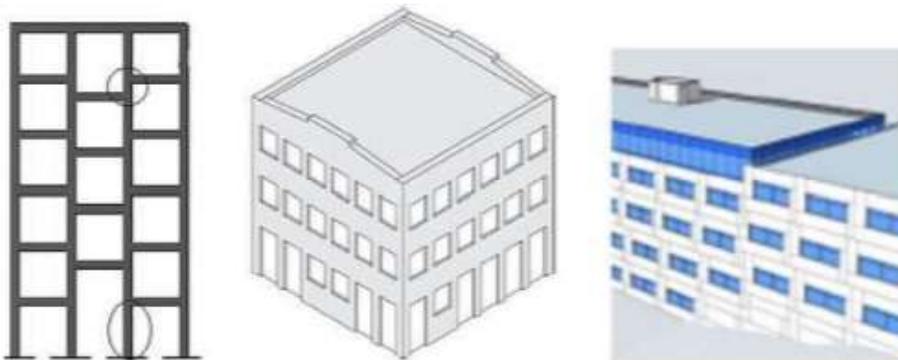


Ilustración 26 Irregularidades por columna corta o débil

- Irregularidad por ejes verticales discontinuos: Se toma en cuenta si existe discontinuidades en los desplazamientos de las alineaciones verticales con respecto a las horizontales

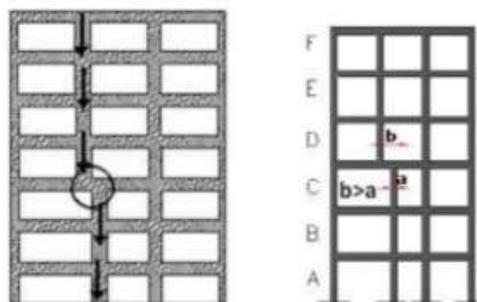


Ilustración 27 Irregularidad por eje vertical discontinuo

- Irregularidad por distribución de masa: Tomar en cuenta cuando la masa de cualquier piso resulta 1.5 veces mayor que la de los pisos adyacentes, exceptuando el de cubierta

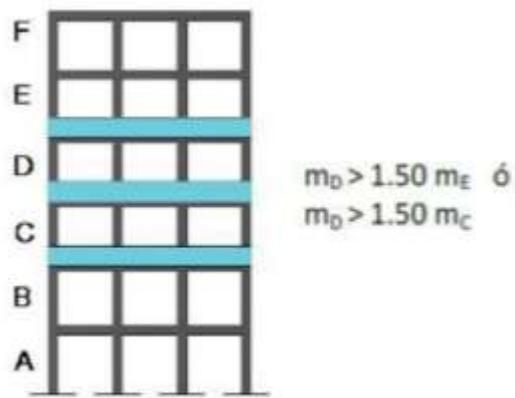


Ilustración 28 Irregularidades por distribución de masa

- Irregularidad por piso flexible: Depende de la rigidez lateral, si está en un piso es menor que el 70% de la rigidez del piso superior o menos del 80% de la rigidez promedio

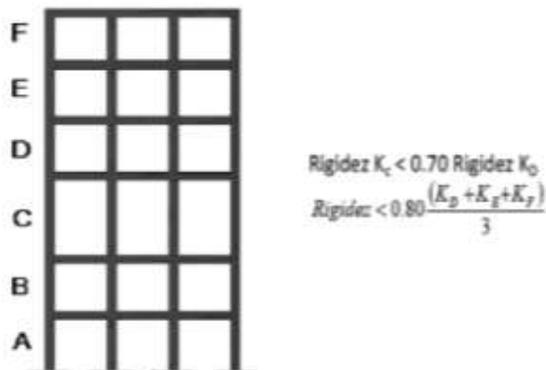


Ilustración 29 Irregularidades de piso flexible

- Irregularidad por adiconamiento: Cuando en las estructuras existan adiciones fuera de su diseño original, independiente del número de pisos que se adiconen



Ilustración 30 Irregularidades por adicones

- Irregularidades en planta

- Irregularidad por forma: Cuando la planta de la estructura presente formas irregulares sin juntas de construcción

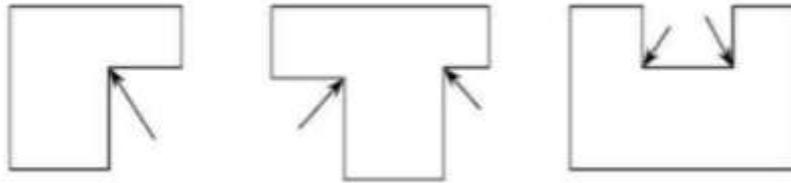


Ilustración 31 Irregularidades en forma de planta

- Irregularidad por discontinuidades de piso: Tomar en cuenta cuando las irregularidades son significativas, esto quiere decir áreas huecas mayores al 50% del área total de la planta

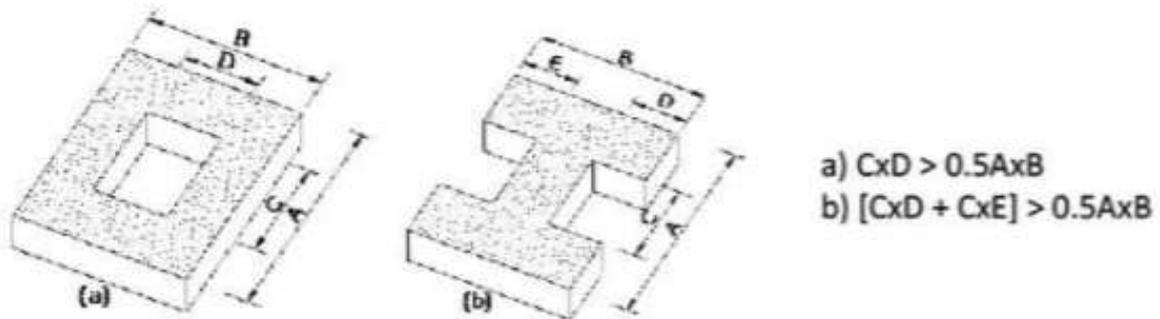


Ilustración 32 Irregularidades por discontinuidades de piso

- Irregularidad por Ejes estructurales no paralelos: Tomar en cuenta cuando los ejes estructurales no sean simétricos

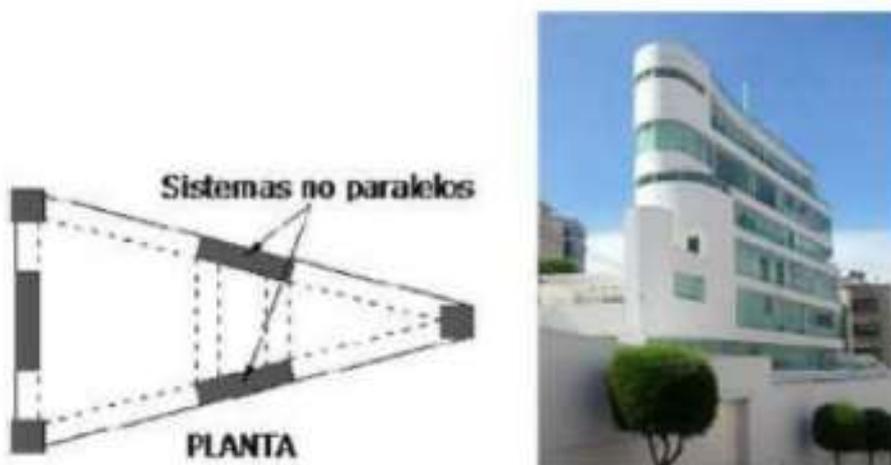


Ilustración 33 Irregularidades por ejes no paralelos

- Irregularidad por Torsión: Tomar en cuenta cuando el centro de masa no coincide con su centro de rigidez

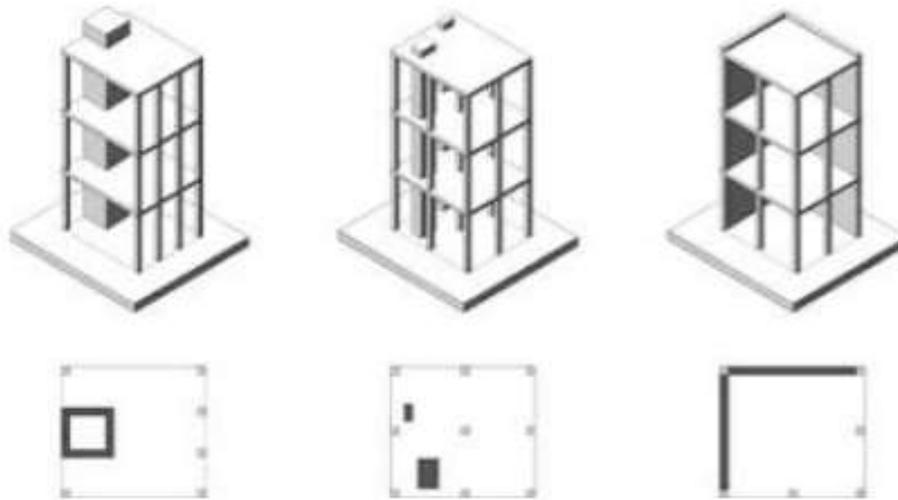


Ilustración 34 Irregularidades por Torsión

- Irregularidad por Adiciones: Se toma en cuenta cuando existen adiciones en planta a los planos originales sin respetar juntas constructivas



Ilustración 35 Irregularidad por adiciones

- Tipo de suelo

El factor modificador de suelo se presenta con tres tipos de suelo, que son suelo tipo C, D y E, si bien es cierto que la NEC 2015 presenta 6 tipos de suelo, se asume que las estructuras cimentadas en suelos tipo A y B no se ven afectadas de manera significativa frente a un evento telúrico.

De igual forma no hay medidor para las estructuras que se encuentran en suelos tipo F ya que no es posible realizar una evaluación rápida por las condiciones

TIPO DE SUELO
Tipo de suelo C
Tipo de suelo D
Tipo de suelo E

Ilustración 36 Clasificaciones de suelo

- Suelo Tipo C: Suelos mayormente densos o conformador por rocas blandas
- Suelo Tipo D: Suelos de perfiles rígidos
- Suelos Tipo E: Velocidad de onda cortante menores a 180m/s, conformador por perfiles de arcillas blandas

Puntajes Finales S

Una vez revisados todos los parámetros se prosigue al cálculo de puntaje final de la edificación que se determina sumando o restando los valores de los modificadores.

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
$S < 2.0$	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
$2.0 > S > 2.5$	Media vulnerabilidad
$S > 2.5$	Baja vulnerabilidad

Ilustración 37 Grados de vulnerabilidad sísmica

Si el valor de S fuera mayor a 2.5 se considera que la estructura presenta una vulnerabilidad sísmica baja, si el valor se encuentra entre 2 y 2.5 se considera que la edificación tiene una vulnerabilidad sísmica media, finalmente si el valor es menor a 2, se considera que la estructura tiene una vulnerabilidad alta y es recomendable una evaluación especial por parte de un experto en diseño

Observaciones

Esta última parte está para registrar cualquier información adicional que el evaluador considere ingresar, quizás condiciones poco usuales que presente la edificación que se considere para detallar

CAPÍTULO 3

3 CREACIÓN DE MAPA MEDIANTE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El uso de nuevos sistemas y tecnologías permite comprender ciertos temas de una mejor manera, teniendo esto en cuenta el uso de sistemas de información geográfico mejora de manera significativa el manejo y entendimiento de información georreferenciada

3.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Un sistema de información geográfico no es más que un marco que permite la gestión y análisis de información, método que integra diversos tipos de datos, realizando análisis espaciales y permitiendo una organización de información, obedeciendo patrones, creando relaciones, ayudando a un entendimiento más inteligente.

Una definición simplificada encasilla a un Sistema de Información Geográfica como una herramienta que permite trabajar con información que esté georreferenciada, esto quiere decir, información que goza de una posición geográfica, esto nos permite realizar una serie de operaciones como son:

- Leer, editar, almacenar o gestionar de manera general datos espaciales
- Realizar análisis simples o complejos de los datos, ya sean análisis sobre componentes espaciales como puede ser la localización de un elemento, o sobre componentes temáticos teniendo en cuenta el valor o el elemento en sí.
- Permitir generar resultados a base de la información ingresada, como mapas, gráficos, informes, etc.

En otras palabras, un sistema de información geográfica no es más que un sistema de información construido para trabajar con datos referenciados.

Dentro de un SIG encontramos un sinnúmero de subsistemas, todos estos con funciones específicas, dentro de estos existen tres categorías principales

- Sistema de Datos: Es la recopilación o la salida de datos para su posterior gestión dentro del SIG.

- Sistema de visualización: Permite la creación de cartografías, o generación de mapas a partir de los datos ingresados
- Sistema de Análisis: La salida de lo anterior mencionado, aquí se encuentran los procesos o los métodos para el análisis de los datos geográficos

Cualquier sistema debe tener como mínimo estos tres parámetros para poder considerarse que es un sistema útil.

Dentro de un SIG, aparte de los tres subsistemas, existen componentes considerados “básicos” que son los siguientes

- Datos: Es el arranque de los Sistemas de Información Geográfica, de estos depende la producción de información o la generación de las cartografías.
- Software: En la actualidad existen mucho software SIG que son herramientas para el tratamiento de información entre los más conocidos tenemos los siguientes:
 - ArcGIS: Señalado como el software referencial de los Sistemas de Información Geográfica, con más de 30 años en el mercado, ofrece un sin número de presentaciones, ya sea como aplicación de escritorio, en servidores o trabajando en la nube.
 - QGIS: Es un Sistema de Información Geográfica de código abierto, disponible en diferentes plataformas, disponible de manera oficial desde el 2008, más básico que su símil ArcGIS, permite manejar formatos raster y vectoriales.
 - GvSIG: Software de Sistema de Información Geográfica de licencia libre, permite acceder a información ya sea rasterizada o vectorial, la diferencia con QGIS es que cuenta con la implementación de servicios OGC.
- Hardware: Para manejar estos tipos de sistemas es importante contar con un buen ordenador, normalmente son programas que demandan mucho rendimiento para la realización de análisis
- Parte Humana: Es importante contar con personal cualificado para el manejo de estos programas, es necesario tener el perfil para el correcto ingreso e interpretación de información ya sea como técnico o analista o como programadores

- Procesos: El manejo de procesos adecuados es importante para una correcta implementación de Sistemas de Información Geográfico,

3.2 GENERACIÓN CARTOGRÁFICA SIG

Uno de los puntos importantes del presente trabajo es la generación de un mapa dentro del cual podamos identificar los parámetros más importantes de las estructuras, el proceso para la generación de los mapas es la siguiente:

- Selección de Programa: Por la facilidad del software se ha optado por la utilización de ArcGIS ya que es el SIG más completo y con la interfaz más amigable
- Obtención de información Inicial: Un mapa se puede iniciar desde cero mediante el ingreso bruto de información el cual de manera posterior permitirá la generación de mapas preliminares los cuales se irán progresivamente llenando de información, o se puede partir de información ya existente la que normalmente se la puede conseguir en la red, para nuestro caso parte de esta información se la puede obtener de recursos digitales los cuales son de uno público y se los puede encontrar en los geoportales de la M.I.M. de Guayaquil, esto nos permite importar información de la red al GIS.



Ilustración 38 Geoportal del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad de Guayaquil

Introducción de Información al Programa: La información normalmente se la encuentra en la forma de capas, lo cual nos permite su rápida introducción a nuestro software, por lo cual optamos por una cartografía base en primer lugar para saber en qué tipo de suelo estamos trabajando y segundo una capa de infraestructura para conocer las edificaciones las cuales están en nuestra área de intervención. Es importante respetar el orden de ingreso de las capas ya que es necesaria una buena superposición de capas para un correcto entendimiento de lo que se va a realizar.

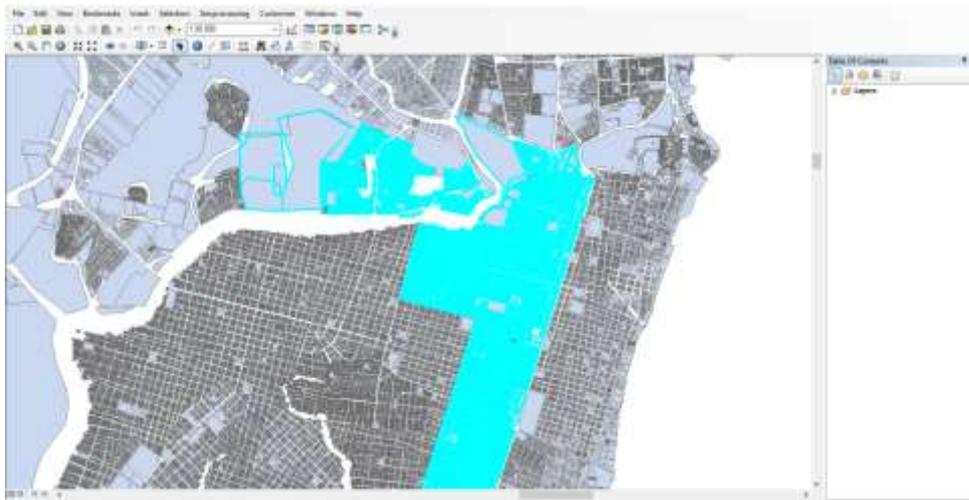


Ilustración 39 Capa general catastral de la ciudad de Guayaquil

- Creación de capas específicas: Ya que al extraer los archivos se importa todo el caso urbano de Guayaquil es necesario la creación de las capas con las cuales se va a trabajar, para el caso de este trabajo se crearon cuatro capas principales.

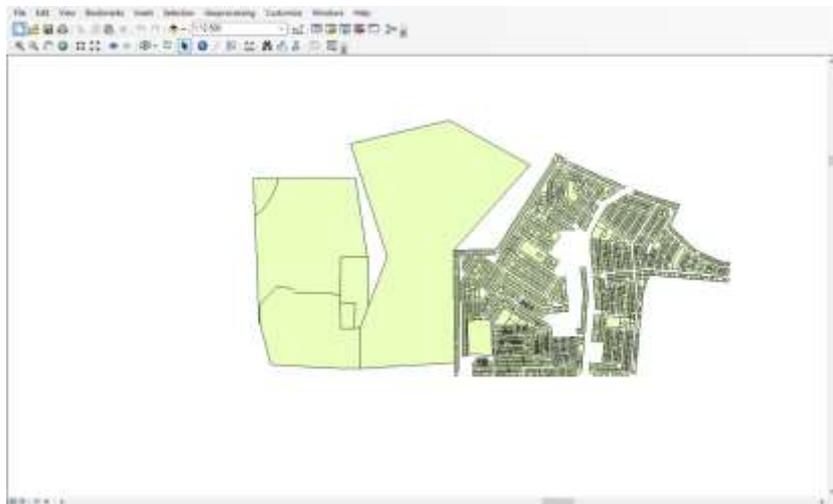


Ilustración 40 Capa correspondiente a la ciudadela Bellavista

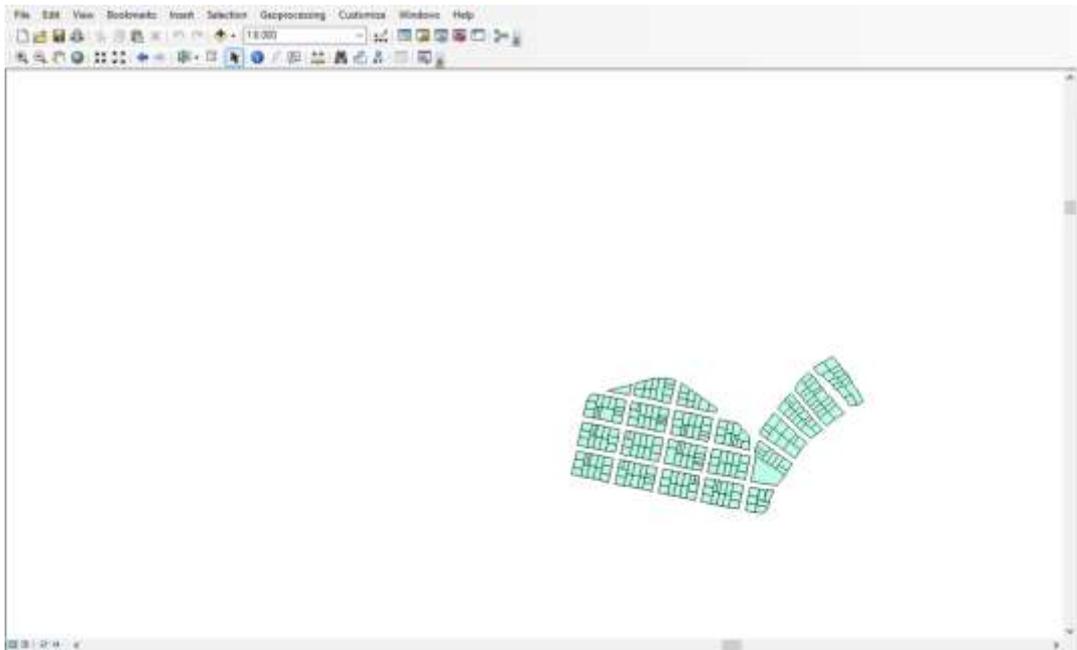


Ilustración 41 Capa correspondiente a la Ciudadela Ferroviaria con su respectiva delimitación catastral

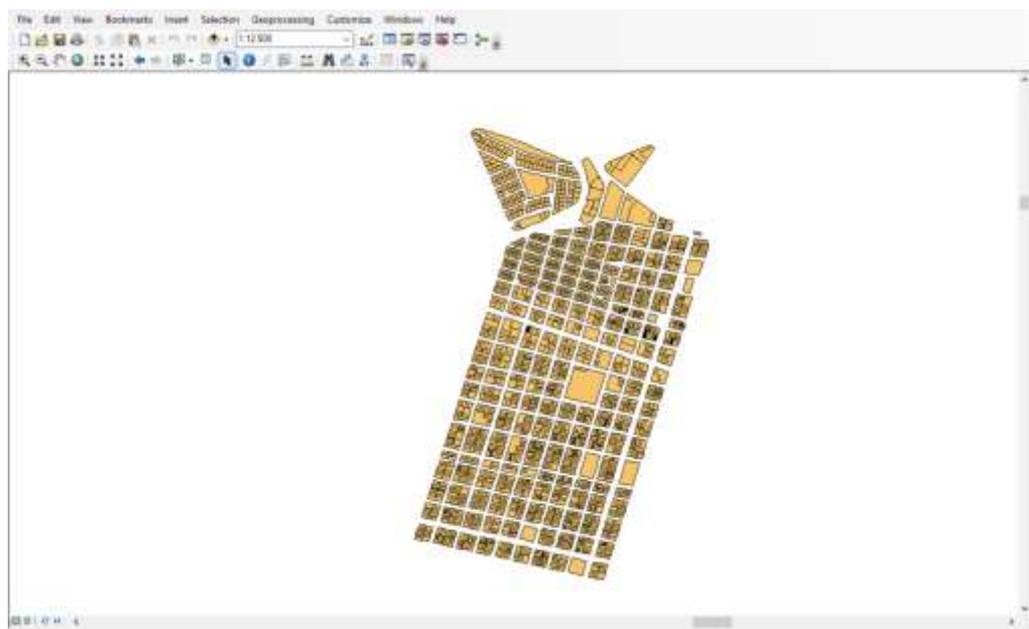


Ilustración 42 Capa correspondiente a la Parroquia 9 de octubre con su respectiva delimitación catastral

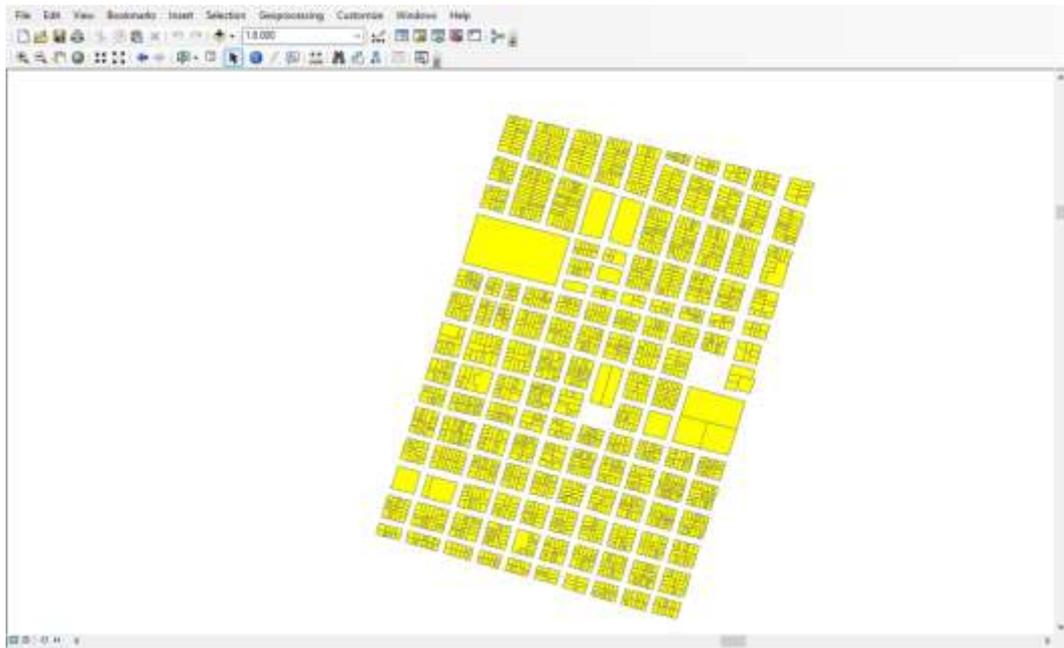


Ilustración 43 Capa correspondiente a la Parroquia Sucre con su respectiva delimitación catastral

- Asignación de atributos: Una vez creadas las capas específicas es necesaria la información levantada de las estructuras, dentro de esta información consta lo siguiente:
 - Código catastral de la edificación lo cual será muy útil para su identificación
 - Área de construcción, se puede utilizar la generada por el programa
 - Ubicación, al ser un mapa georreferenciado permite conocer la ubicación exacta de la edificación
 - Uso, es importante definir que uso se le da a la estructura entre comercial, vivienda o de uso público

A partir de este punto es necesario el ingreso adicional de los datos obtenidos en campo que serán necesarios para nuestra identificación posterior.

CAPITULO 4

4. CURVAS DE FRAGILIDAD

Debemos entender a la vulnerabilidad como aquel factor que mide el riesgo al cual esté expuesto un sistema, al ser tomada en cuenta previo a un evento natural, este determinará la gravedad de los daños que dicho fenómeno ocasiona.

La evaluación de una estructura de Hormigón Armado depende de muchos factores, entre los que destacan su resistencia, la rigidez, su nivel de desempeño, etc., esto necesita alguna manera para relacionarse y es aquí cuando entra en juego las curvas de fragilidad ya que estas proyectan la probabilidad de respuesta de las estructuras determinando su estado límite, para ser más claros representa de manera probabilística la vulnerabilidad de una estructura. (Bonett Díaz, Ricardo León 2003)

En la generación de estas curvas es de gran importancia la comprensión de los mecanismos de respuesta que tengan las estructuras ante los estados de demanda sísmica, ya que no actúan de la misma manera ante eventos sísmicos de diferente duración o intensidad (Bobadilla, 2005)

Dichas curvas son muy útiles para un gran número de estudios como pueden ser:

- El poder evaluar el riesgo sísmico de diferentes sistemas estructurales
- Realizar análisis de respuesta sísmica tanto de sistemas estructurales como no estructurales
- Poder identificar los mejores diseños y comprobar estrategias de remodelación más eficientes
- Determinar los márgenes de seguridad de las estructuras ante diferentes eventos sísmicos

Aunque la obtención de las curvas de fragilidad lleva a un mismo fin existen diversos métodos para poder obtenerlas entre los que más destacan los siguientes:

- Métodos basados en observaciones de campo
- Métodos experimentales
- Métodos basados en la opinión de expertos
- Métodos analíticos

4.1 NIVELES DE DAÑO

Aunque normalmente la eficiencia de una edificación se mide por su seguridad prestada a las vidas humanas, muchas veces estos criterios no son suficientes para asegurar el óptimo funcionamiento de una estructura posterior a un evento telúrico por lo cual se ha optado por utilizar la distorsión de piso para poder estimar el daño esperado.

La determinación de los límites de daño considera diferentes factores como son el modo de fallo, las características de los sismos o las especificaciones estructurales. Se ha encasillado los niveles de daño en las siguientes categorías: Estructura sin daño, estructura con daños reparables, estructuras con daños irreparables y estructuras con daño crítico o severo. A un estado sin daño se lo define como aquella estructura la cual no presenta daños observables, las estructuras con daños reparables son aquellas que presentan pequeños daños como fisuras que son fácilmente reparables, las estructuras con daño moderado, son aquellas que presentan fisuras generadas por esfuerzos de corte o de momento en los pórticos, estructuras con daño irreparable son en las que se presenta una cedencia considerable del acero y el daño crítico o severo es aquel en el que existe un colapso total o parcial de las estructuras.

Aunque se sabe que las tres características que definen el comportamiento de una estructura son la rigidez, la resistencia y la capacidad de deformación, es complicado determinar la característica dominante, por lo que es importante evitar las demandas conflictivas que existan y encontrar entre ellas un punto de equilibrio. (Ghoborah et al 2004)

Tabla 1 Porcentaje de Drift para estructuras de hormigón armado

State of Damage	Ductile MRF	Nonductile MRF	MRF with Infills	Ductile Walls	Squat Walls
No Damage	< 0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.1
Repairable Damage	0.4 < 1.0	0.2 < 0.5	0.2 < 0.4	0.4 < 0.8	0.2 < 0.4
a) Light					
b) Moderate					

State of Damage	Ductile MRF	Nonductile MRF	MRF with Infills	Ductile Walls	Squat Walls
Irreparable Damage (>yield point)	> 1.0	> 0.5	> 0.4	> 0.8	> 0.4
Severe Damage- Life safe- Partial Collapse	1.8	0.8	0.7	1.5	0.7
Collapse	> 3.0	> 1.0	> 0.8	> 2.5	> 0.8

Tabla 2 Criterios utilizados para la determinación de desempeño de estructuras

Daño →	Menor	Reparable	Irreparable	Severo	Extremo
Desempeño	Agrietamiento	Fluencia de acero	Inicio de Mecanismo	Mecanismo Global	Degradación notable de resistencia
Descripción de los daños	Grietas ligeramente visibles	Grietas	Grietas abiertas y pérdida de recubrimiento	Grietas muy anchas y mayor pérdida de recubrimiento	Deformaciones permanentes visibles
Índice de daño	0.05	0.14	0.40	0.60	Mayor de 0.60
Cuantificación de desempeño	Grietas menores de 0.3 mm.	Grietas menores de 1 mm.	Grietas entre 1 y 2 mm.	Grietas mayores de 2 mm.	Grietas anchas y profundas. Dilatación de los elementos
Drift de piso	0.005	0.011	0.023	0.046	> 0.060
Drift global	0.003	0.008	0.018	0.040	>0.049

4.2.1 MÉTODOS BASADOS EN OBSERVACIONES DE CAMPO

Estos métodos son de gran utilidad para la generación de curvas, de igual manera son útiles para la calibración de métodos analíticos o de ensayos en laboratorios.

La aplicación de este método clasifica a las estructuras según su tipología estructural y principales características geométricas, como son la altura total, área de construcción, número de niveles, discontinuidades geométricas, etc., como el uso y el grado de importancia de estas estructuras.

Es usual para la aplicación de este método la implementación de formularios compuestos por varias preguntas, las cuales es recomendable la participación de expertos.

Los métodos basados en observación se deben utilizar únicamente para evaluar de manera general el comportamiento de estructuras de una misma tipología y no para análisis de estructuras particulares.

Uno de los ejemplos más actuales de la obtención de curvas de fragilidad por observación son las generadas por Yamaguchi y Yamazaki (2000) para edificaciones en Japón

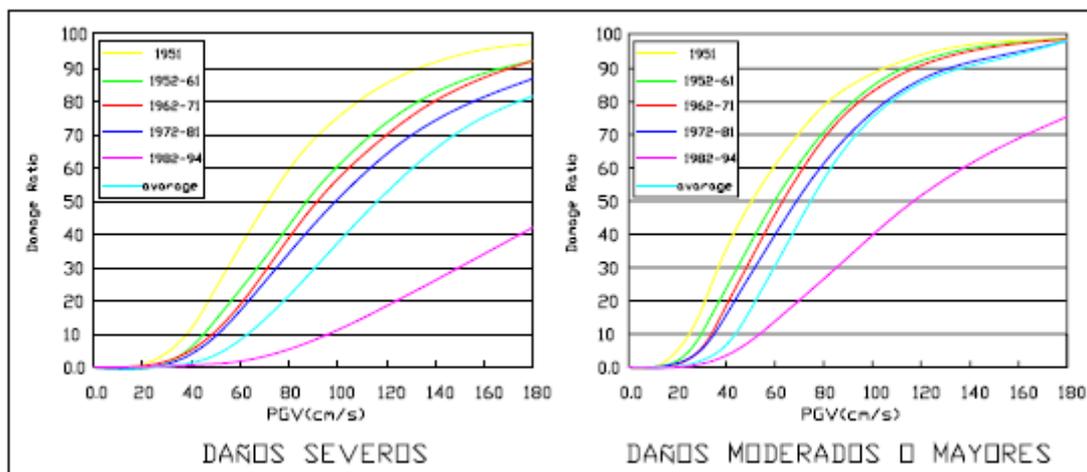


Ilustración 44 Curvas de fragilidad generadas por Yamaguchi y Yamazaki

4.2.2 MÉTODOS EXPERIMENTALES

Así como para la generación de curvas de fragilidad por observación, se pueden obtener a partir de ensayos en laboratorio. Aquí, se debe determinar de manera preliminar los rangos de intensidades y los tipos de estructuras a analizar. Estos tipos

de ensayo son sumamente caros por ende el número de observaciones está limitado por la cantidad de pruebas que se puedan realizar

Para realizar este tipo de ensayo se requiere de ciertas simplificaciones ya que solo de esta manera se podría representar correctamente el comportamiento de las estructuras, aunque igual debe intentarse de que estas simplificaciones no afecten de manera directa la respuesta que se espera de la estructura y así lograr que los resultados obtenidos sean representativos con respecto al comportamiento de la edificación. (Bobadilla, 2005)

Uno de los últimos ejemplos más actuales sobre la obtención de estas curvas fueron las generadas por Chong y Soong (2000)

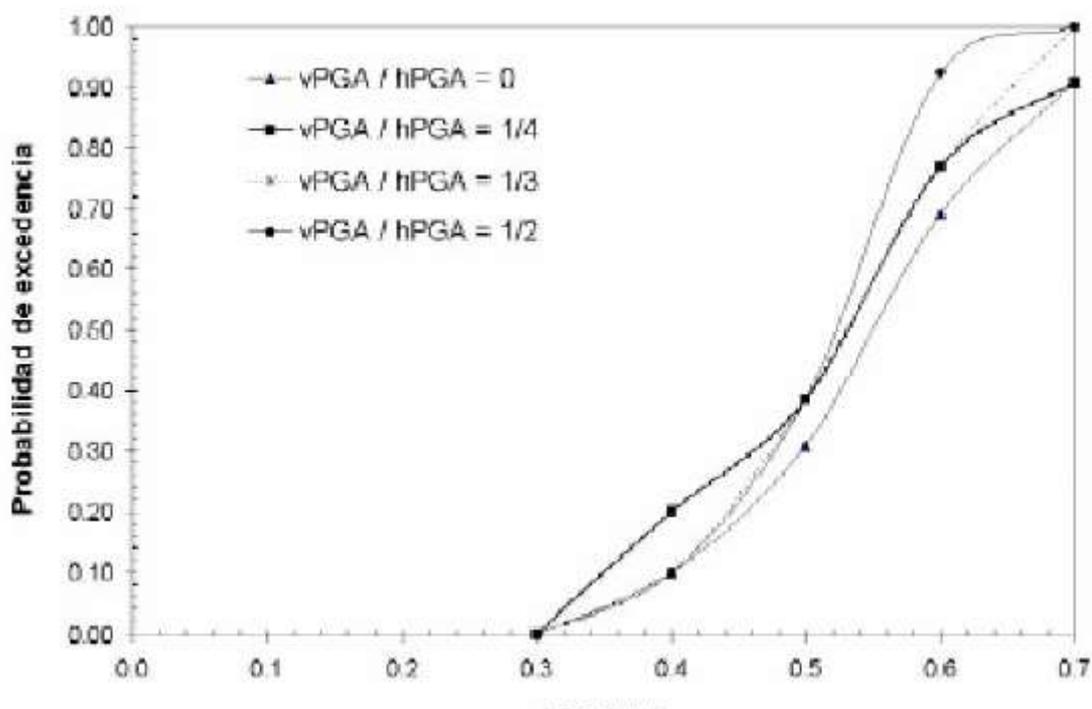


Ilustración 45 Curvas de Fragilidad obtenidas por Chong y Soong

4.2.3 MÉTODOS OBTENIDOS POR LA OPINIÓN DE EXPERTOS

Una manera comúnmente utilizada para la obtención de curvas de fragilidad es a partir del análisis de expertos, de los diseños o de las patologías estructurales, en una serie de preguntas que guardan relación con el comportamiento de las estructuras.

A partir de los comportamientos obtenidos se pueden calcular parámetros que cuantifican el daño, que es directamente proporcional a la intensidad sísmica del movimiento, ya calculado este valor se clasifica las estructuras pertenecientes a un mismo grupo ajustándose a funciones de distribución de probabilidad. Las curvas de fragilidad resultan de graficar las probabilidades dependiendo de los valores de intensidad sísmica.

Un ejemplo de la generación de curvas de fragilidad por el método de opinión de expertos es el realizado por Anagnost et al, (1995), en el cual transformaron matrices de probabilidad de daño en curvas de fragilidad para más de 40 clases diferentes de edificaciones.

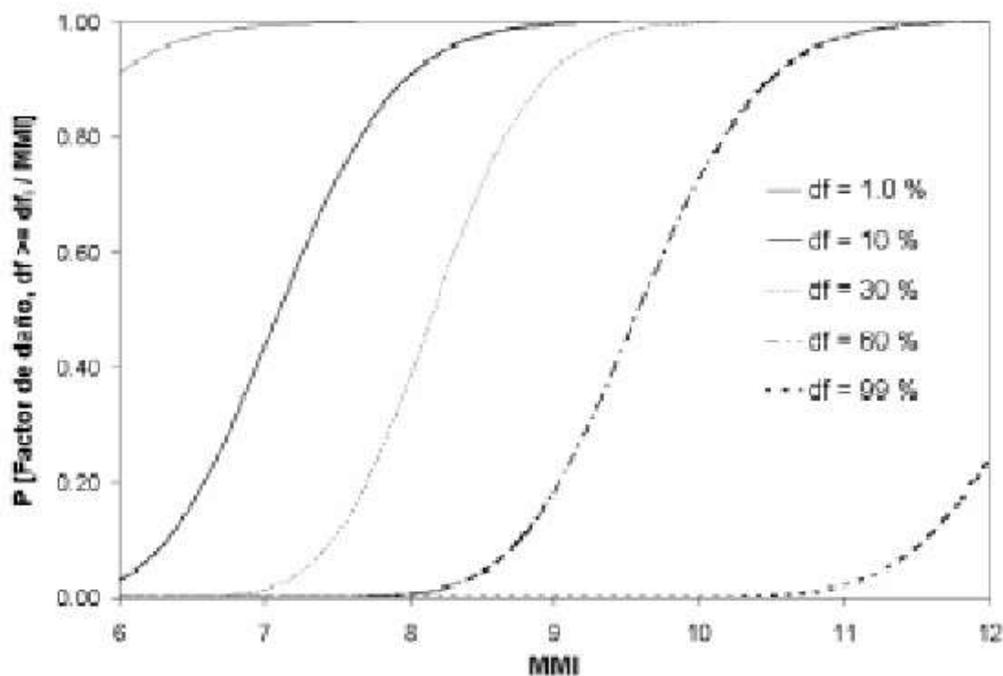


Ilustración 46 Generación de curvas de fragilidad a partir de la opinión de expertos, Anagnost (1995)

4.2.4 MÉTODOS ANALÍTICOS

Para la aplicación de estos métodos se utilizan análisis numéricos y son métodos muy útiles cuando no se puede disponer de información útil de las edificaciones, ya sean estas visuales o de resultados obtenidos de ensayos. De igual forma es útil para análisis de vulnerabilidad para estructuras particulares.

Los resultados generados por estos métodos son normalmente muy particulares para los modelos y acción sísmica que representan por lo cual si se lo busca emplear otros casos es necesario guardar la mayor similitud posible.

Entre las grandes ventajas que presenta este método es su uso para estudios de prevención y la atención de desastres, ya que pueden ser utilizados para reducir la vulnerabilidad.

4.2.5 MÉTODOS PROBABILÍSTICOS

La experiencia nos indica que estos métodos deben utilizarse para proporcionar bases a mejorar de diseños sismorresistentes en estructuras y poder así establecer condiciones de las metodologías para poder evaluar daños

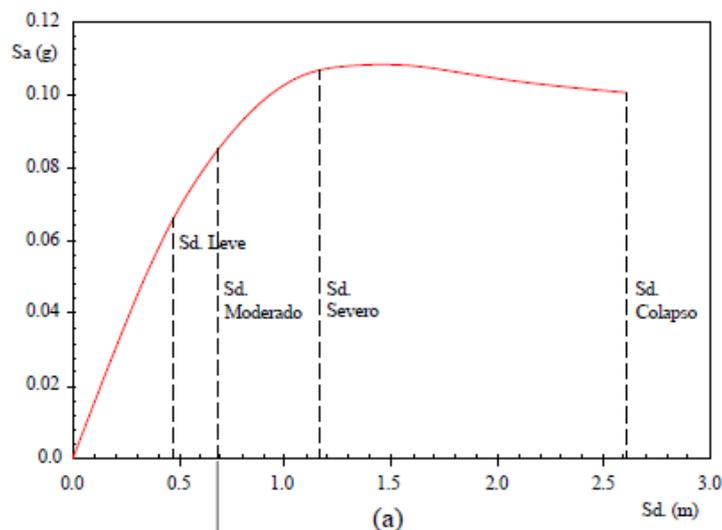


Ilustración 47 Curvas de fragilidad obtenidas por métodos probabilísticos

4.3 ASOCIACIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD

Al no contar con información suficiente de curvas de fragilidad para estructuras en la ciudad de Guayaquil lo recomendable es asociar la respuesta de las estructuras con curvas de fragilidad existentes, para esto se ha optado en hacer base en las curvas de fragilidad propuestas por Aguiar y Bobadilla para estructuras de hormigón armado de hasta 6 pisos, que si revisamos nuestros datos consolidados nos podemos dar cuenta que más del 90% de las estructuras analizadas se encuentran dentro de esta categoría.

Como se mencionó anteriormente, las curvas de fragilidad se pueden obtener para las distorsiones máximas de piso, o desplazamientos topes.

Se considera a las curvas de fragilidad como gráficas en las cuales interactúa en el eje de las abscisas el parámetro estructural y en el eje de las ordenadas las probabilidades que existan de excedencia.

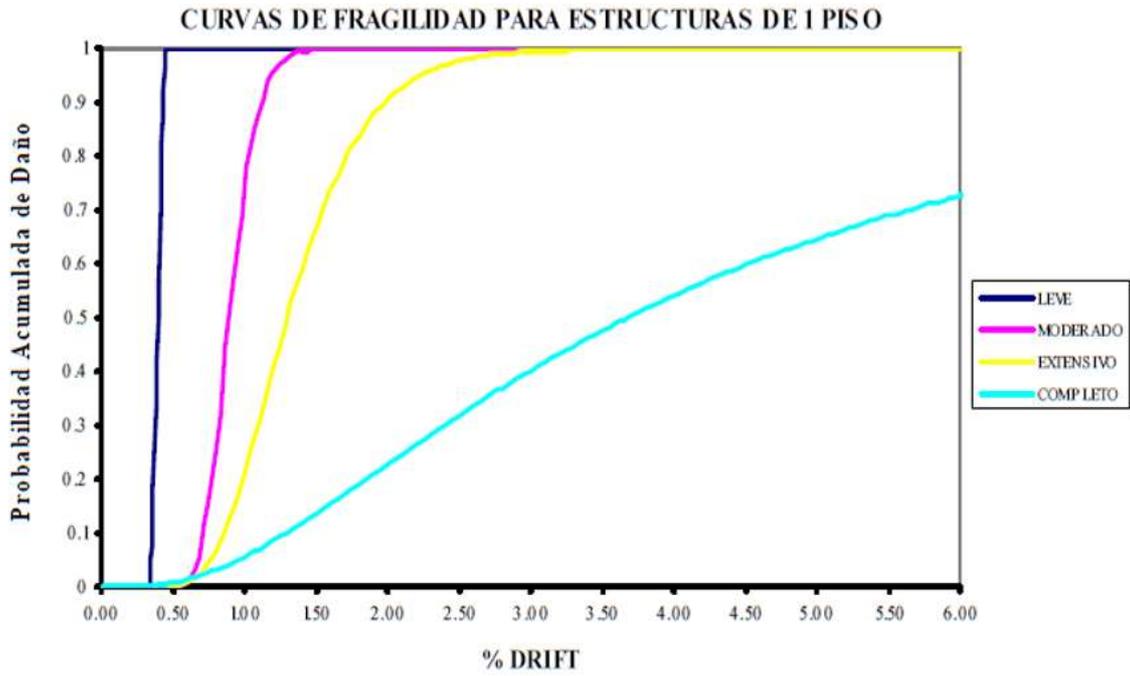


Ilustración 48 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 1 piso

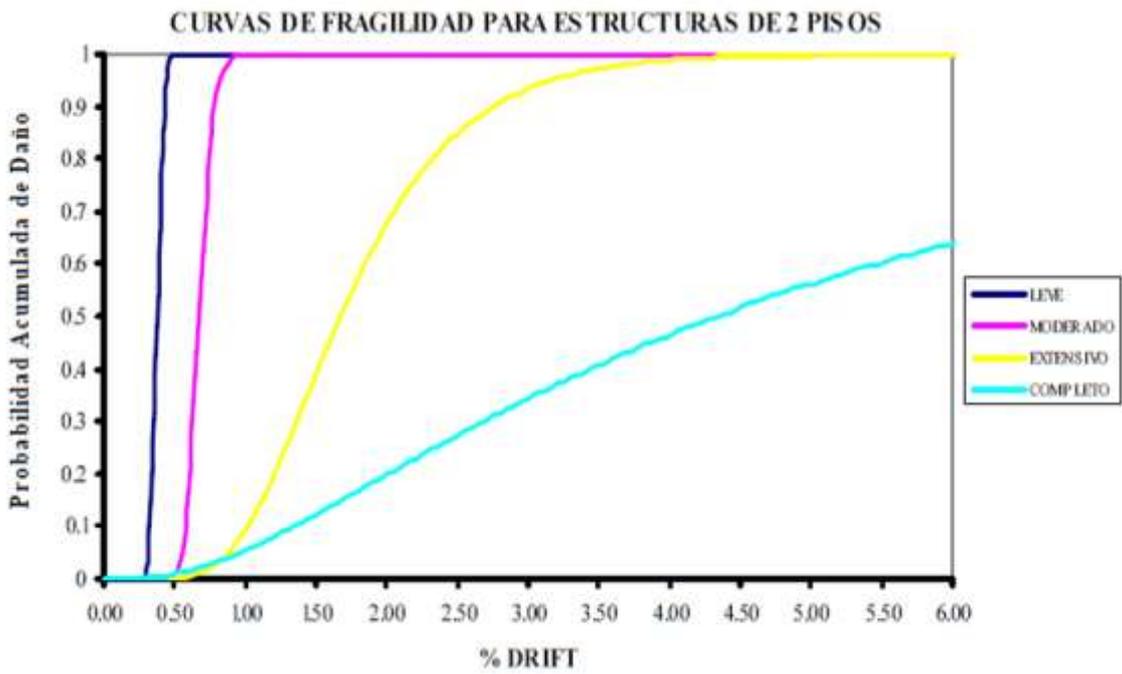


Ilustración 49 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 2 pisos

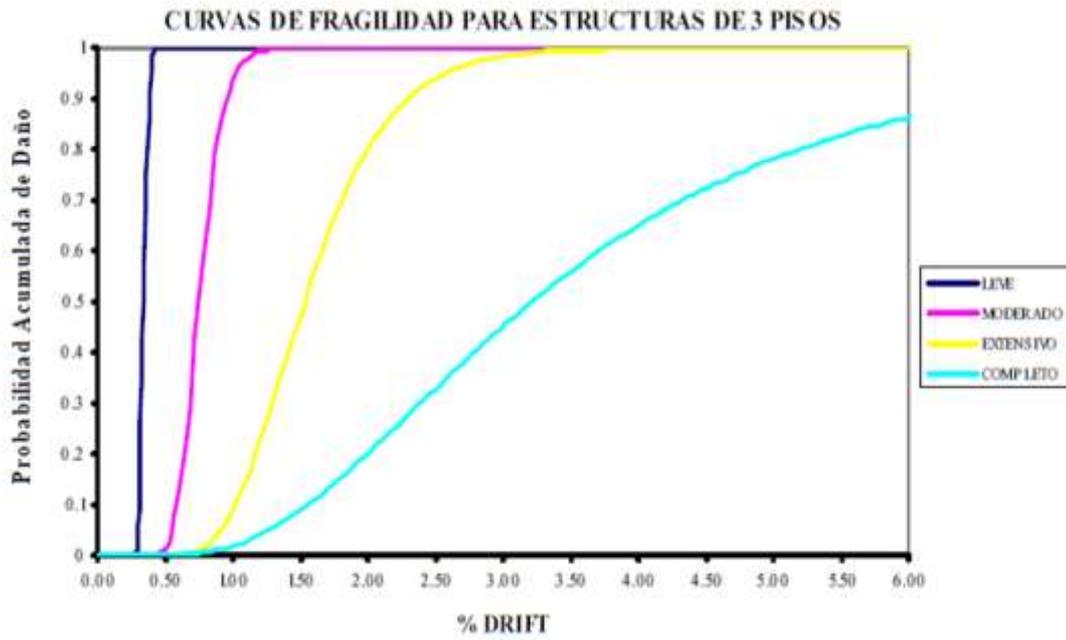


Ilustración 50 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 3 pisos

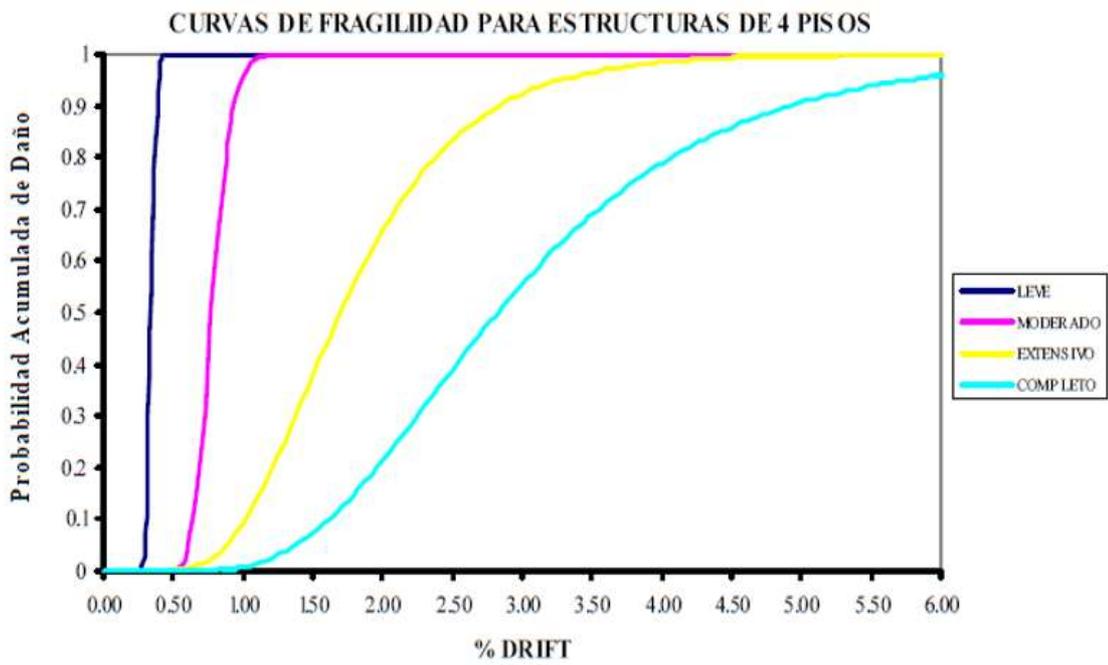


Ilustración 51 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 4 pisos

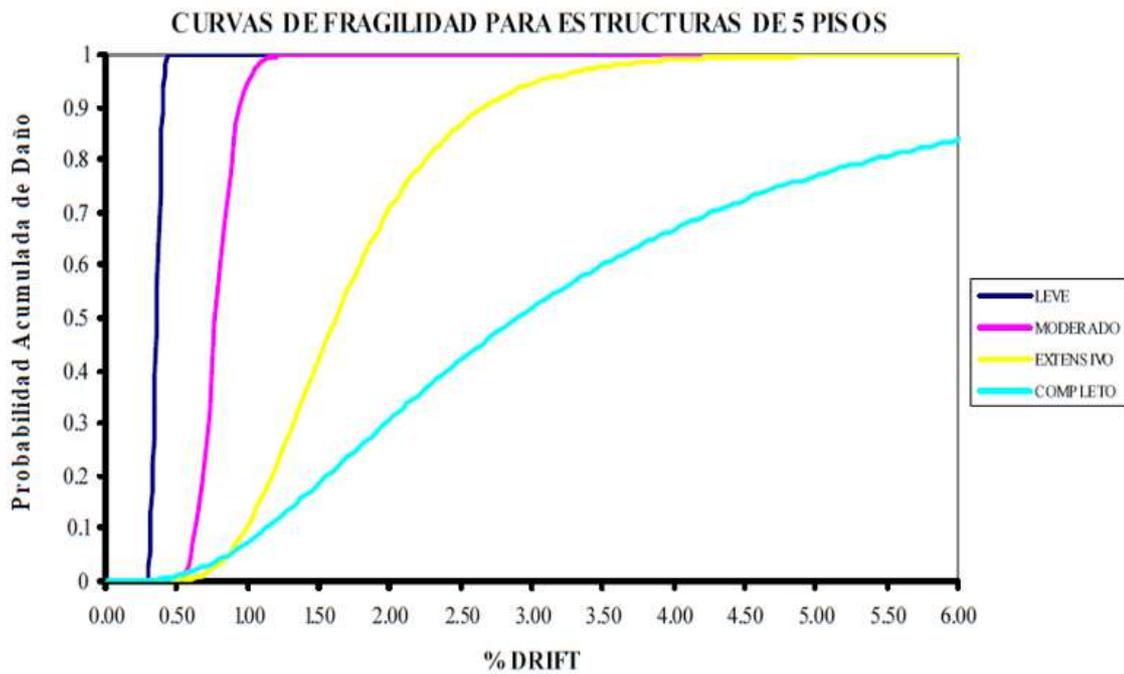


Ilustración 52 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 5 pisos

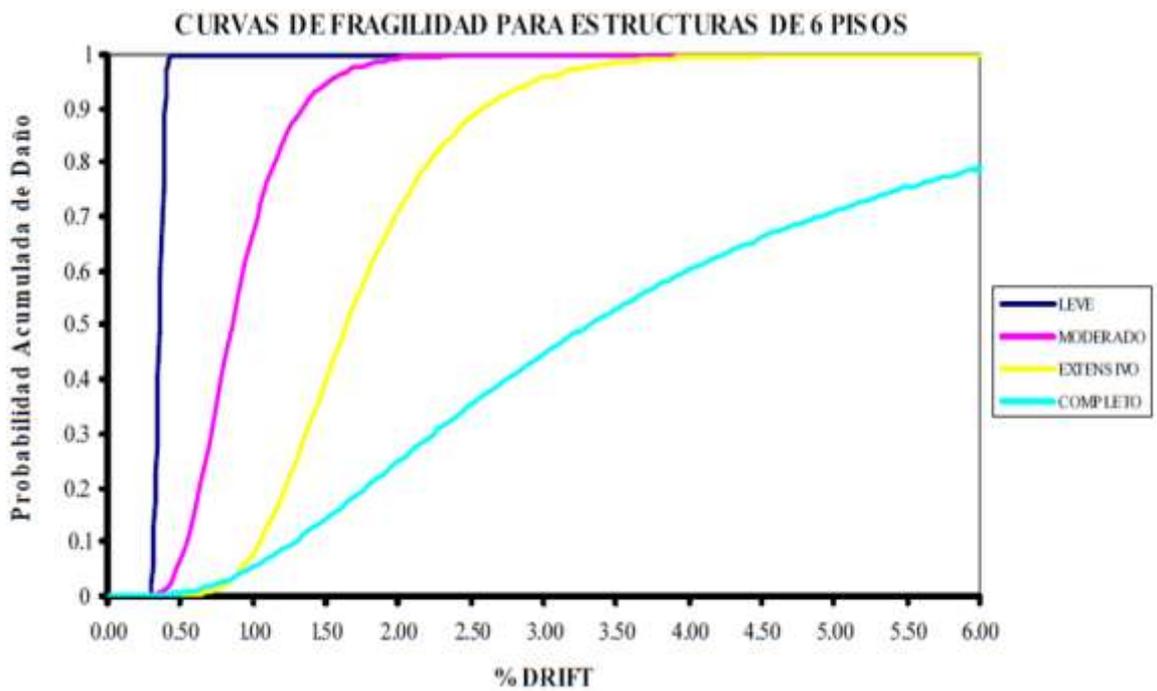


Ilustración 53 Curvas de fragilidad propuestas para estructuras de 6 pisos

4.3.1 COMPARACIÓN CON METODOLOGÍA HAZUS

Para tener una idea de lo que se está presentando es necesario la comparación con un método estandarizado para ellos lo compararemos con la implementación de la metodología Hazus.

4.3.2 DETERMINACIÓN DE DAÑO EN ESTRUCTURAS

Hazus normalmente trabaja en función de desplazamiento lateral de las estructuras, esto permite generar curvas de fragilidad tanto para el daño estructural como para el no estructural por Drift.

Para este método no se recomienda establecer un solo valor de daño sino un umbral de daño que se define por límites tanto inferiores como superiores y contando con un valor medio.

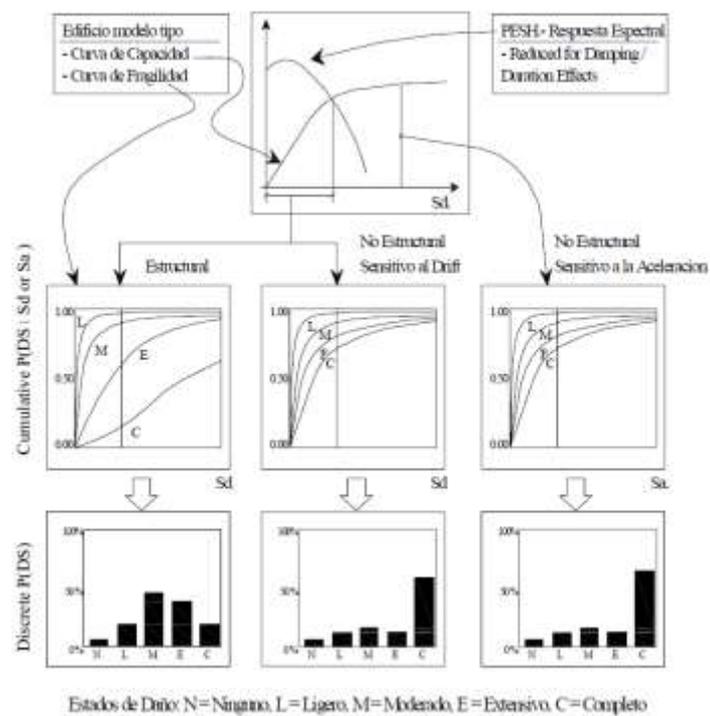


Ilustración 54 Proceso para la estimación de daños en estructuras propuesto por Hazus

Para la generación de curvas de fragilidad Hazus tiene como consideración lo siguiente, en el eje de las abscisas considera el desplazamiento espectral o también conocido como la aceleración espectral, siendo así las curvas generadas representarían la probabilidad de alcanzar un rango definido de daño para cierto nivel de desplazamiento o aceleración espectral.

Cómo ya se mencionó las curvas de fragilidad evalúan el daño en forma de probabilidad, pero igual es necesario tomar en cuenta que para la correcta elaboración de estas curvas se necesita una base de datos sólida de las estructuras y es en este punto donde entra nuestra comparación ya que HAZUS propone 36 tipologías estructurales, las cuales en nuestra investigación las hemos reducido a las más representativas.

Se describen a continuación las 36 tipologías estructurales propuestas por Hazus

Tabla 3 Tipologías estructurales propuestas por Hazus

No.	Nivel	Descripción	ALTURA			
			RANGO		TÍPICAMENTE	
			ELEVACION	PISOS	PISOS	PIES
1	W1	Pared, Luz del Marco (≤ 5000 p2)		1-2	1	14
2	W2	Pared, Comercial e Industrial (>5000 p2)		TODOS	2	24
3	S1L	Marco de acero resistente a momento	BAJA	1-3	2	24
4	S1M		MEDIA	4-7	5	60
5	S1H		ALTA	8+	13	156
6	S2L	Marco atirantado de acero	BAJA	1-3	2	24
7	S2M		MEDIA	4-7	5	60
8	S2H		ALTA	8+	13	156
9	S3	Marco de acero		TODOS	1	15
10	S4L	Marco de acero con paredes de corte de concreto	BAJA	1-3	2	24
11	S4M		MEDIA	4-7	5	60
12	S4H		ALTA	8+	13	156
13	S5L	Marco de acero con paredes internas de mampostería no reforzada	BAJA	1-3	2	24
14	S5M		MEDIA	4-7	5	60
15	S5H		ALTA	8+	13	156
16	C1L	Marcos de concreto resistente a momento	BAJA	1-3	2	20
17	C1M		MEDIA	4-7	5	50
18	C1H		ALTA	8+	12	120
19	C2L	Paredes de corte de concreto	BAJA	1-3	2	20
20	C2M		MEDIA	4-7	5	50
21	C2H		ALTA	8+	12	120
22	C3L	Marco de concreto con paredes internas de mampostería no reforzada	BAJA	1-3	2	20
23	C3M		MEDIA	4-7	5	50
24	C3H		ALTA	8+	12	120
25	PC1	Paredes de concreto pre-fabrica.		TODOS	1	15
26	PC2L	Marco de concreto pre-fábrica. con paredes de corte de hormigón armado	BAJA	1-3	2	20
27	PC2M		MEDIA	4-7	5	50
28	PC2H		ALTA	8+	12	120
29	RM1L	Estruc. con mampostería reforzada y con diafragmas.	BAJA	1-3	2	20
30	RM1M		MEDIA	4+	5	50
31	RM2L	Estruc. con mampostería reforzada y con diafragmas de concreto-Prefabricado	BAJA	1-3	2	20
32	RM2M		MEDIA	4-7	5	50
33	RM2H		ALTA	8+	12	120
34	URML	Mampostería no reforzada	BAJA	1-2	1	15
35	URMM		MEDIA	3+	3	35
36	MH	Casas Móviles		TODOS	1	10

4.3.3 DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

De igual forma Hazus genera una clasificación de estructuras típicas en las cuales elabora análisis que engloba las pérdidas económicas como los daños

Tabla 4 Relación de Drift

Nivel de diseño Sísmico	Tipo de Edificio	Relaciones de Deriva en el umbral de Daño Estructural			
		LIGERO	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
ALTO	W1/W2 C1L, S2L RM1L/RM2L, PC1/PC2L	0.004	0.012	0.040	0.100
		0.005	0.010	0.030	0.080
		0.004	0.008	0.024	0.070
MODERADO	W1/W2 C1L, S2L RM1L/RM2L, PC1/PC2L	0.004	0.010	0.031	0.075
		0.005	0.009	0.023	0.060
		0.004	0.007	0.019	0.053
BAJO	W1/W2 C1L, S2L RM1L/RM2L, PC1/PC2L URML,C3L,S5L	0.004	0.010	0.031	0.075
		0.005	0.008	0.031	0.050
		0.004	0.006	0.016	0.044
		0.003	0.006	0.015	0.035
PRE-CÓDIGO	W1/W2 C1L, S2L RM1L/RM2L, PC1/PC2L URML,C3L,S5L	0.003	0.008	0.025	0.060
		0.004	0.006	0.016	0.040
		0.003	0.005	0.013	0.035
		0.002	0.005	0.012	0.028

Bajo los mismos criterios presentados en el inicio del capítulo Hazus engloba la relación de daño y deriva de piso en las mismas cuatro categorías; Daño estructural ligero, daño estructural moderado, daño estructural extensivo, daño estructural completo.

Para Hazus poder generar sus curvas hace uso de funciones de distribución normal del logaritmo natural del desplazamiento espectral, proceso similar al aplicado por Bobadilla para su generación de curvas.

Se presentan a continuación y de igual forma que en el subcapítulo anterior, las curvas de fragilidad para estructuras de hasta 6 pisos

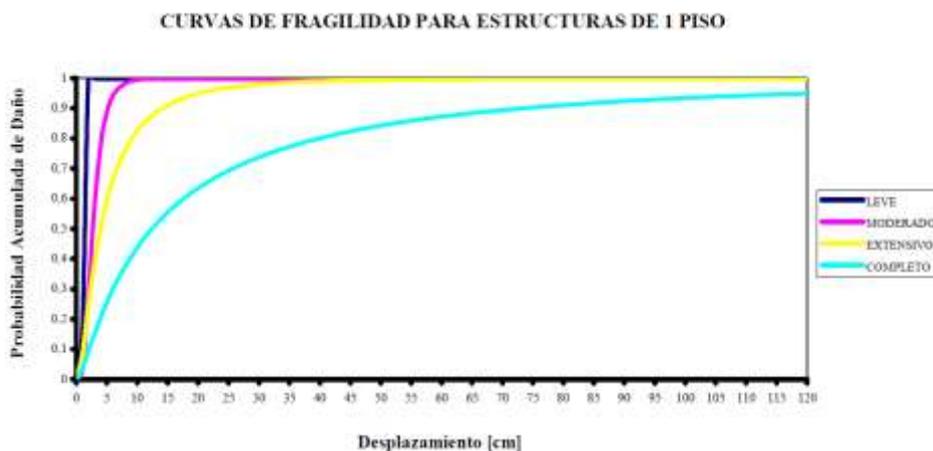


Ilustración 55 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 1 piso

CURVAS DE FRAGILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE 2 PISOS

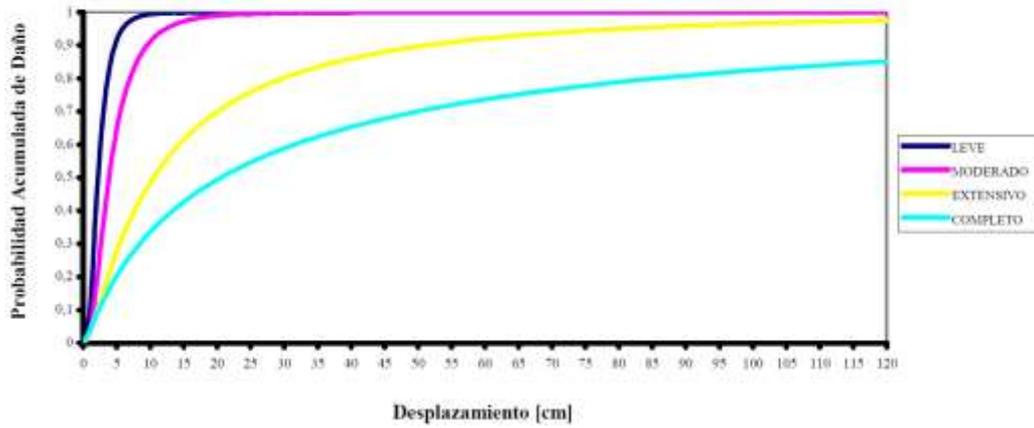


Ilustración 56 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 2 pisos

CURVAS DE FRAGILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE 3 PISOS

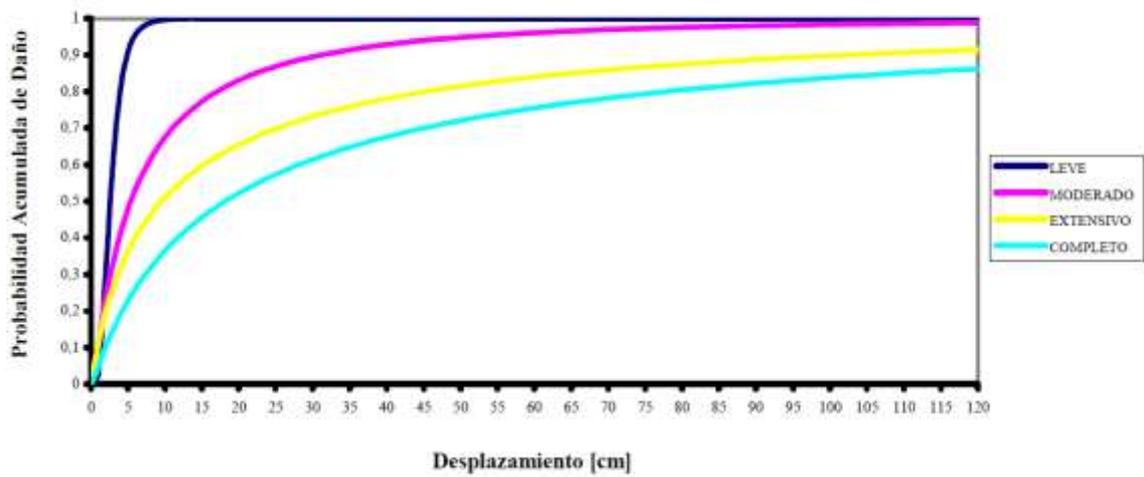


Ilustración 57 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 3 pisos

CURVAS DE FRAGILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE 4 PISOS

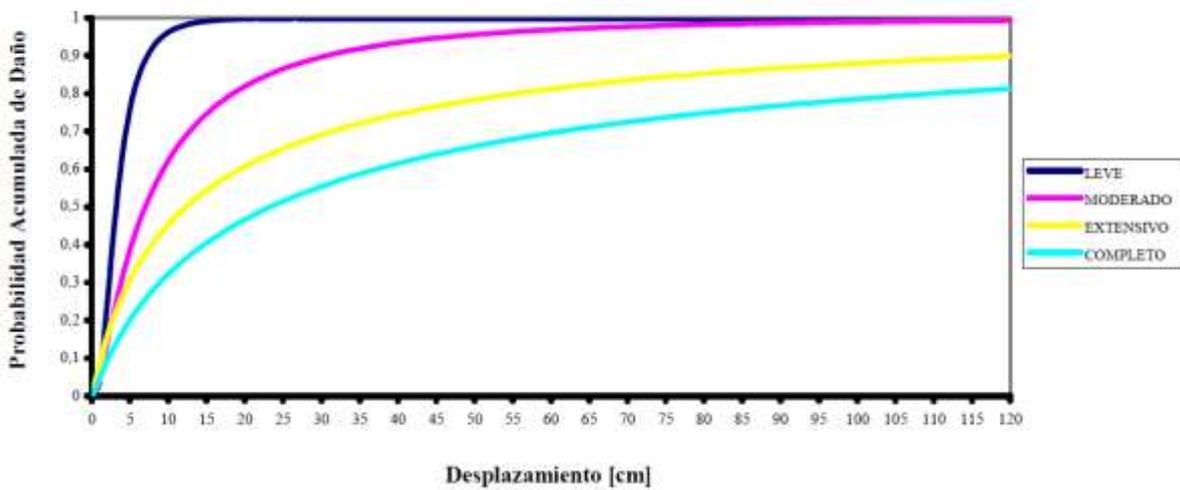


Ilustración 58 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 4 pisos

CURVAS DE FRAGILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE 5 PISOS

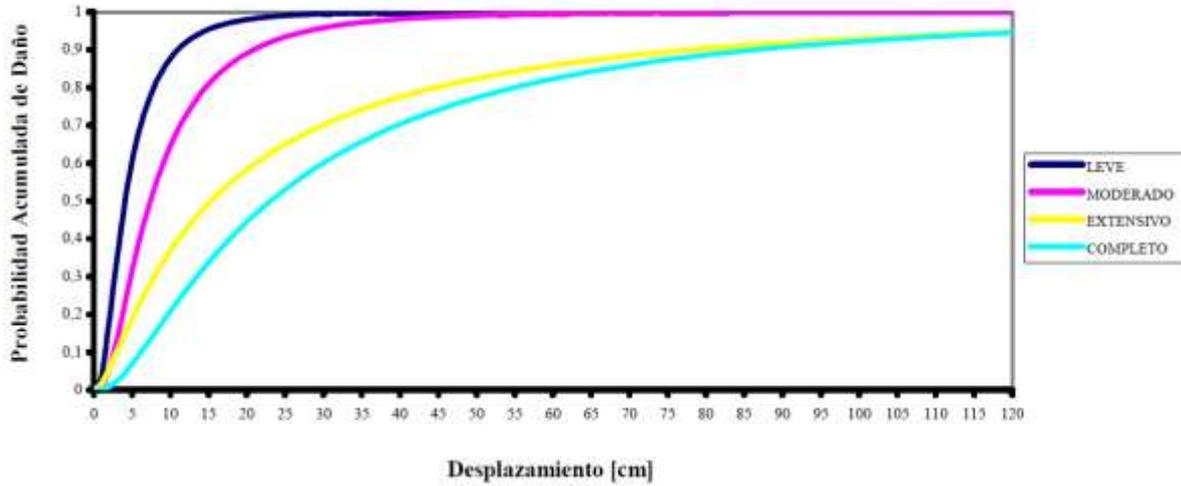


Ilustración 59 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 5 pisos

CURVAS DE FRAGILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE 6 PISOS

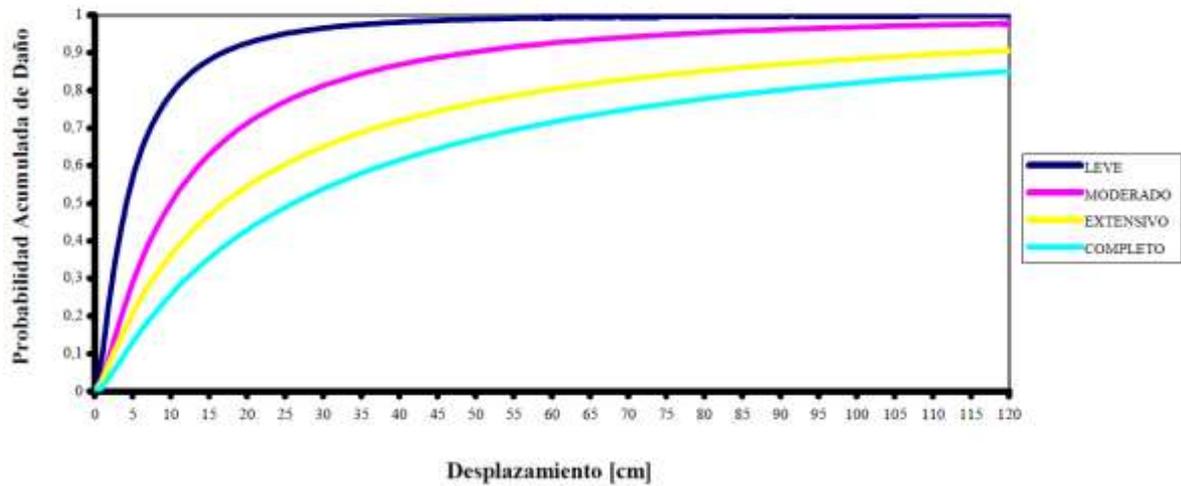


Ilustración 60 Curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 6 pisos

Por la similitud que guardan las curvas generadas por Bobadilla y Hazus se sugiere la utilización de cualquiera para nuestro análisis, si bien es cierto que no se engloba en su totalidad a las estructuras presentes en nuestra área de intervención, dentro de estas curvas generadas se encuentra más del 90% de las edificaciones

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

El análisis de resultado se lo dividirá en cuatro grupos dependiendo de la zona de estudio.

- **PARROQUIA SUCRE**

En la parroquia Sucre se levantó un total de 2301 edificaciones la gran mayoría dedicada a actividades mixtas entre vivienda y comercio, seguida por edificaciones netamente residenciales, edificaciones exclusivas de comercio, que engloba a oficinas, bodegas y locales comerciales y un restante grupo de edificaciones religiosas, educativas y de servicios gubernamentales.

Aproximadamente el 85% de las edificaciones son estructuras de pórticos de hormigón armado por lo cual para su comparación con las curvas de fragilidad se lo considerará como la tipología dominante. Dentro del 15% restante se encuentran edificaciones de construcción mixta, con estructura de madera y mampostería de hormigón y estructuras metálicas, aunque estas últimas en menor número.

Según la caracterización de suelos por la ubicación del área de estudio son arcillosos por lo cual el castigo es alto.

Posterior a la recolección de datos se llegó a la conclusión de que 2241 estructuras tienen un grado de vulnerabilidad alto, representando el 97.40% del total del levantamiento, 14 edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad medio, lo que representa un 0.61% y apenas un 2.00% se encuentra con un grado de vulnerabilidad bajo

Lo que la inspección visual arroja es la necesidad de realizar un levantamiento completo de las edificaciones debido a su alto grado de vulnerabilidad

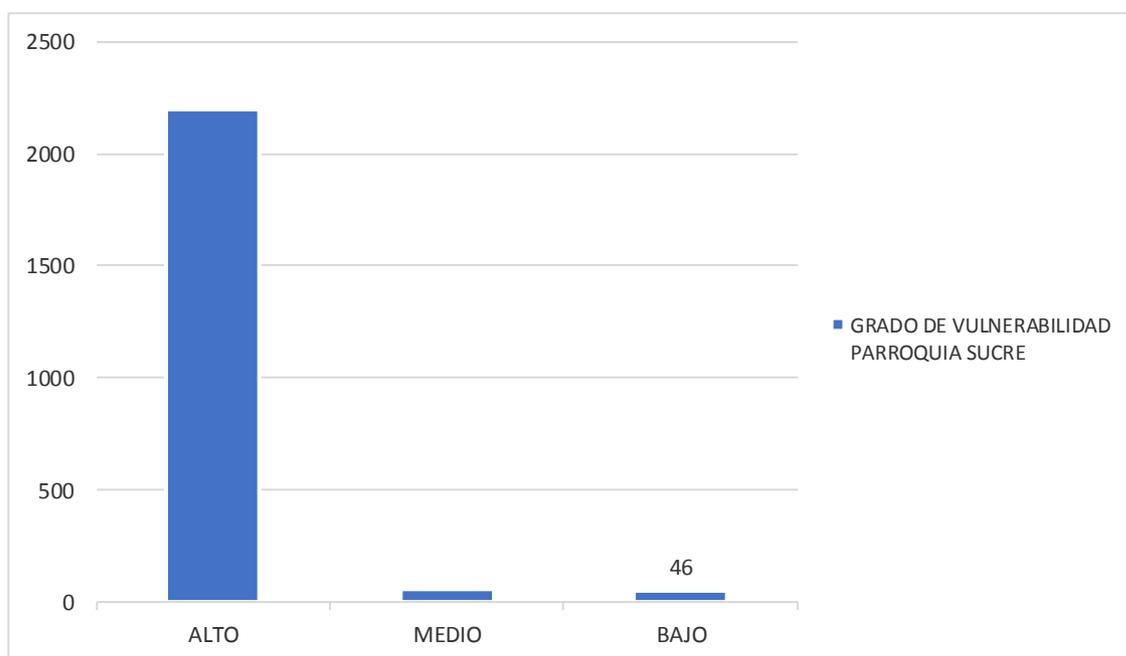


Ilustración 61 Grado de vulnerabilidad de las edificaciones de la parroquia Sucre

Tomando en cuenta la información previamente obtenida de manera general se puede clasificar a las estructuras de la siguiente manera:

- Estructuras con tipologías de hormigón armado
- Edificaciones en promedios de 2 a 5 pisos de altura
- Alta probabilidad de daño tras evento sísmico al 97% de las estructuras

Por las características de las edificaciones se optará por relacionarlas con las curvas de fragilidad propuestas por Hazus para estructuras de 4 a 7 pisos

Tabla 5 Tabla para generación de curvas de fragilidad para estructuras de 4 a 7 pisos

Desplaz.	LEVE	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1,00	0,02801	0,00729	0,00077	0,00010
2,00	0,17861	0,06603	0,00912	0,00132
3,00	0,36638	0,16900	0,02942	0,00475
4,00	0,52771	0,28455	0,06000	0,01073
5,00	0,65110	0,39441	0,09760	0,01912
6,00	0,74175	0,49144	0,13933	0,02964
7,00	0,80757	0,57412	0,18298	0,04192
8,00	0,85537	0,64331	0,22698	0,05562
9,00	0,89028	0,70072	0,27032	0,07045
10,00	0,91598	0,74821	0,31230	0,08614
11,00	0,93507	0,78746	0,35252	0,10246
12,00	0,94939	0,81997	0,39076	0,11922

Desplaz.	LEVE	MODERA DO	EXTENSIV O	COMPLET O
13,00	0,96023	0,84694	0,42690	0,13627
14,00	0,96850	0,86940	0,46093	0,15349
15,00	0,97487	0,88816	0,49287	0,17075
16,00	0,97981	0,90388	0,52279	0,18799
17,00	0,98368	0,91711	0,55079	0,20512
18,00	0,98673	0,92829	0,57696	0,22209
19,00	0,98915	0,93776	0,60141	0,23886
20,00	0,99108	0,94581	0,62424	0,25539
21,00	0,99262	0,95269	0,64556	0,27164
22,00	0,99388	0,95857	0,66548	0,28761
23,00	0,99489	0,96363	0,68408	0,30327
24,00	0,99572	0,96798	0,70147	0,31861
25,00	0,99640	0,97175	0,71773	0,33362
26,00	0,99696	0,97501	0,73293	0,34830
27,00	0,99742	0,97784	0,74717	0,36264
28,00	0,99781	0,98031	0,76049	0,37665
29,00	0,99813	0,98247	0,77298	0,39032
30,00	0,99840	0,98436	0,78468	0,40366
31,00	0,99863	0,98602	0,79567	0,41666
32,00	0,99882	0,98748	0,80597	0,42935
33,00	0,99898	0,98876	0,81566	0,44171
34,00	0,99912	0,98990	0,82476	0,45376
35,00	0,99923	0,99091	0,83332	0,46550
36,00	0,99933	0,99180	0,84137	0,47693
37,00	0,99942	0,99259	0,84896	0,48808
38,00	0,99949	0,99330	0,85610	0,49893
39,00	0,99955	0,99393	0,86284	0,50950
40,00	0,99961	0,99449	0,86920	0,51980
41,00	0,99966	0,99500	0,87520	0,52983
42,00	0,99970	0,99545	0,88087	0,53961
43,00	0,99973	0,99585	0,88623	0,54913
44,00	0,99976	0,99622	0,89130	0,55840
45,00	0,99979	0,99655	0,89609	0,56743
46,00	0,99981	0,99684	0,90063	0,57624
47,00	0,99983	0,99711	0,90493	0,58481
48,00	0,99985	0,99735	0,90900	0,59317
49,00	0,99987	0,99757	0,91286	0,60131
50,00	0,99988	0,99777	0,91653	0,60925
51,00	0,99989	0,99795	0,92001	0,61698
52,00	0,99991	0,99811	0,92331	0,62452
53,00	0,99992	0,99826	0,92645	0,63187
54,00	0,99992	0,99840	0,92943	0,63904
55,00	0,99993	0,99852	0,93227	0,64603
56,00	0,99994	0,99864	0,93497	0,65284
57,00	0,99994	0,99874	0,93754	0,65949
58,00	0,99995	0,99883	0,93999	0,66597
59,00	0,99995	0,99892	0,94232	0,67229
60,00	0,99996	0,99900	0,94454	0,67846
61,00	0,99996	0,99907	0,94666	0,68448
62,00	0,99997	0,99914	0,94868	0,69036
63,00	0,99997	0,99920	0,95061	0,69609
64,00	0,99997	0,99926	0,95246	0,70169
65,00	0,99997	0,99931	0,95421	0,70715
66,00	0,99998	0,99936	0,95590	0,71248
67,00	0,99998	0,99940	0,95750	0,71769
68,00	0,99998	0,99944	0,95904	0,72278
70,00	0,99998	0,99951	0,96191	0,73260
71,00	0,99999	0,99955	0,96326	0,73734

Desplaz.	LEVE	MODERA DO	EXTENSIV O	COMPLET O
72,00	0,99999	0,99958	0,96455	0,74197
73,00	0,99999	0,99960	0,96578	0,74650
74,00	0,99999	0,99963	0,96697	0,75092
75,00	0,99999	0,99965	0,96810	0,75525
76,00	0,99999	0,99967	0,96919	0,75947
77,00	0,99999	0,99970	0,97023	0,76361
78,00	0,99999	0,99971	0,97123	0,76765
79,00	0,99999	0,99973	0,97219	0,77160
80,00	0,99999	0,99975	0,97311	0,77546
81,00	0,99999	0,99976	0,97400	0,77924
82,00	0,99999	0,99978	0,97485	0,78294
83,00	0,99999	0,99979	0,97566	0,78655
84,00	1,00000	0,99980	0,97645	0,79009
85,00	1,00000	0,99982	0,97720	0,79355
86,00	1,00000	0,99983	0,97793	0,79694
87,00	1,00000	0,99984	0,97863	0,80026
88,00	1,00000	0,99985	0,97930	0,80350
89,00	1,00000	0,99985	0,97994	0,80668
90,00	1,00000	0,99986	0,98057	0,80979
91,00	1,00000	0,99987	0,98116	0,81284
92,00	1,00000	0,99988	0,98174	0,81582
93,00	1,00000	0,99988	0,98230	0,81875
94,00	1,00000	0,99989	0,98283	0,82161
95,00	1,00000	0,99990	0,98335	0,82441
96,00	1,00000	0,99990	0,98385	0,82716
97,00	1,00000	0,99991	0,98433	0,82985
98,00	1,00000	0,99991	0,98479	0,83249
99,00	1,00000	0,99992	0,98524	0,83507
100,00	1,00000	0,99992	0,98567	0,83760
101,00	1,00000	0,99993	0,98608	0,84008
102,00	1,00000	0,99993	0,98649	0,84252
103,00	1,00000	0,99993	0,98687	0,84490
104,00	1,00000	0,99994	0,98725	0,84724
105,00	1,00000	0,99994	0,98761	0,84953
106,00	1,00000	0,99994	0,98796	0,85178
107,00	1,00000	0,99995	0,98830	0,85399
108,00	1,00000	0,99995	0,98862	0,85615
109,00	1,00000	0,99995	0,98894	0,85827
110,00	1,00000	0,99995	0,98924	0,86035
111,00	1,00000	0,99996	0,98954	0,86239
112,00	1,00000	0,99996	0,98983	0,86440
113,00	1,00000	0,99996	0,99010	0,86636
114,00	1,00000	0,99996	0,99037	0,86829
115,00	1,00000	0,99996	0,99063	0,87018
116,00	1,00000	0,99997	0,99088	0,87204
117,00	1,00000	0,99997	0,99112	0,87387
118,00	1,00000	0,99997	0,99136	0,87566
119,00	1,00000	0,99997	0,99158	0,87741
120,00	1,00000	0,99997	0,99180	0,87914

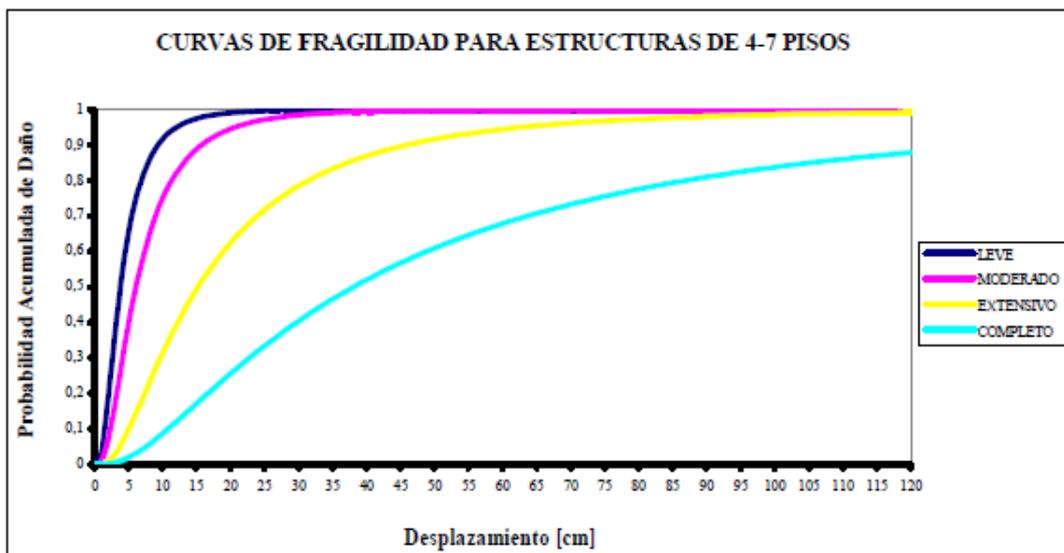


Ilustración 62 Curvas de Fragilidad para estructuras de 4 a 7 pisos

- **PARROQUIA 9 DE OCTUBRE**

En la parroquia Sucre se levantó un total de 2628 edificaciones la gran mayoría dedicada a actividades mixtas entre vivienda y comercio, seguida por edificaciones netamente residenciales, edificaciones exclusivas de comercio, que engloba a oficinas, bodegas y locales comerciales y un restante grupo de edificaciones religiosas, educativas y de servicios gubernamentales.

Aproximadamente el 90% de las edificaciones son estructuras de pórticos de hormigón armado por lo cual para su comparación con las curvas de fragilidad se lo considerará como la tipología dominante. Dentro del 10% restante se encuentran edificaciones de construcción mixta, con estructura de madera y mampostería de hormigón y estructuras metálicas, aunque estas últimas en menor número.

Según la caracterización de suelos por la ubicación del área de estudio son arcillosos por lo cual el castigo es alto.

Posterior a la recolección de datos se llegó a la conclusión de que 2542 estructuras tienen un grado de vulnerabilidad alto, representando el 96.73% del total del levantamiento, 68 edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad medio, lo que representa un 2.59% y apenas un 0.68% se encuentra con un grado de vulnerabilidad bajo

Lo que la inspección visual arroja es la necesidad de realizar un levantamiento completo de las edificaciones debido a su alto grado de vulnerabilidad

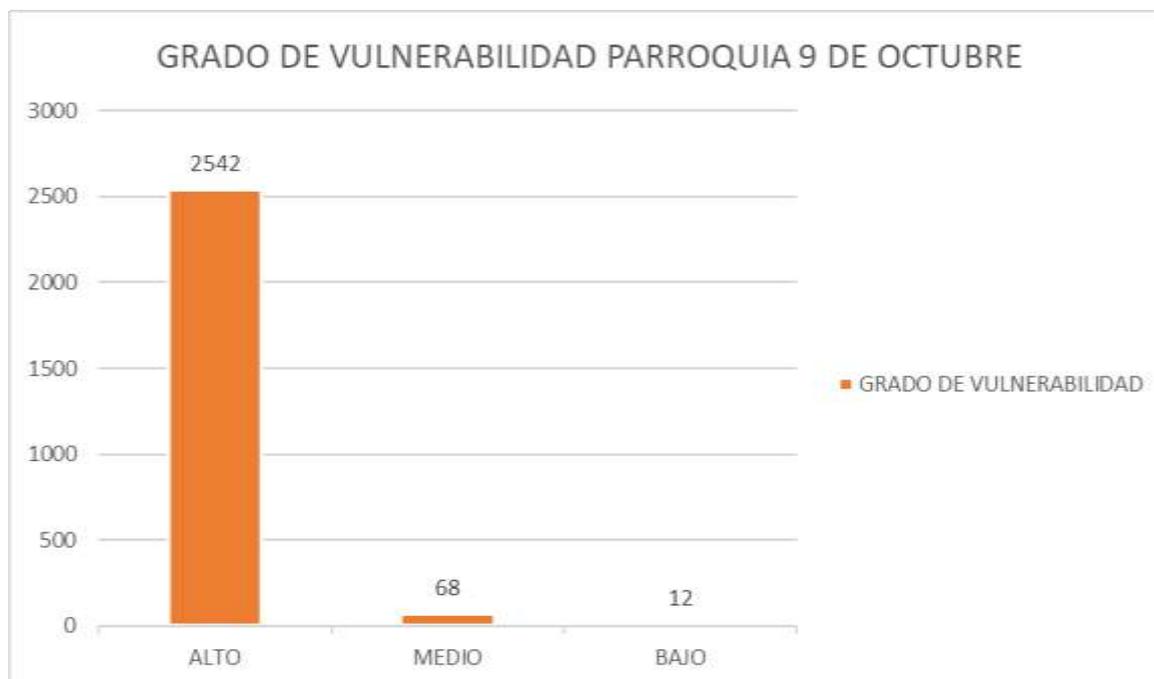


Ilustración 63 Grado de vulnerabilidad edificaciones Parroquia 9 de octubre

De igual forma que en la parroquia sucre, tomando en cuenta la información previamente obtenida de manera general se puede clasificar a las estructuras de la siguiente manera:

- Estructuras con tipologías de hormigón armado
- Edificaciones en promedios de 2 a 5 pisos de altura
- Alta probabilidad de daño tras evento sísmico al 97% de las estructuras

Por las características de las edificaciones se optará por relacionarlas con las curvas de fragilidad propuestas por Hazus para estructuras de 4 a 7 pisos

Desplaz.	LEVE	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1,00	0,02801	0,00729	0,00077	0,00010
2,00	0,17861	0,06603	0,00912	0,00132
3,00	0,36638	0,16900	0,02942	0,00475
4,00	0,52771	0,28455	0,06000	0,01073
5,00	0,65110	0,39441	0,09760	0,01912
6,00	0,74175	0,49144	0,13933	0,02964
7,00	0,80757	0,57412	0,18298	0,04192
8,00	0,85537	0,64331	0,22698	0,05562
9,00	0,89028	0,70072	0,27032	0,07045
10,00	0,91598	0,74821	0,31230	0,08614
11,00	0,93507	0,78746	0,35252	0,10246
12,00	0,94939	0,81997	0,39076	0,11922
13,00	0,96023	0,84694	0,42690	0,13627
14,00	0,96850	0,86940	0,46093	0,15349
15,00	0,97487	0,88816	0,49287	0,17075
16,00	0,97981	0,90388	0,52279	0,18799

Desplaz.	LEVE	MODERA DO	EXTENSIV O	COMPLET O
17,00	0,98368	0,91711	0,55079	0,20512
18,00	0,98673	0,92829	0,57696	0,22209
19,00	0,98915	0,93776	0,60141	0,23886
20,00	0,99108	0,94581	0,62424	0,25539
21,00	0,99262	0,95269	0,64556	0,27164
22,00	0,99388	0,95857	0,66548	0,28761
23,00	0,99489	0,96363	0,68408	0,30327
24,00	0,99572	0,96798	0,70147	0,31861
25,00	0,99640	0,97175	0,71773	0,33362
26,00	0,99696	0,97501	0,73293	0,34830
27,00	0,99742	0,97784	0,74717	0,36264
28,00	0,99781	0,98031	0,76049	0,37665
29,00	0,99813	0,98247	0,77298	0,39032
30,00	0,99840	0,98436	0,78468	0,40366
31,00	0,99863	0,98602	0,79567	0,41666
32,00	0,99882	0,98748	0,80597	0,42935
33,00	0,99898	0,98876	0,81566	0,44171
34,00	0,99912	0,98990	0,82476	0,45376
35,00	0,99923	0,99091	0,83332	0,46550
36,00	0,99933	0,99180	0,84137	0,47693
37,00	0,99942	0,99259	0,84896	0,48808
38,00	0,99949	0,99330	0,85610	0,49893
39,00	0,99955	0,99393	0,86284	0,50950
40,00	0,99961	0,99449	0,86920	0,51980
41,00	0,99966	0,99500	0,87520	0,52983
42,00	0,99970	0,99545	0,88087	0,53961
43,00	0,99973	0,99585	0,88623	0,54913
44,00	0,99976	0,99622	0,89130	0,55840
45,00	0,99979	0,99655	0,89609	0,56743
46,00	0,99981	0,99684	0,90063	0,57624
47,00	0,99983	0,99711	0,90493	0,58481
48,00	0,99985	0,99735	0,90900	0,59317
49,00	0,99987	0,99757	0,91286	0,60131
50,00	0,99988	0,99777	0,91653	0,60925
51,00	0,99989	0,99795	0,92001	0,61698
52,00	0,99991	0,99811	0,92331	0,62452
53,00	0,99992	0,99826	0,92645	0,63187
54,00	0,99992	0,99840	0,92943	0,63904
55,00	0,99993	0,99852	0,93227	0,64603
56,00	0,99994	0,99864	0,93497	0,65284
57,00	0,99994	0,99874	0,93754	0,65949
58,00	0,99995	0,99883	0,93999	0,66597
59,00	0,99995	0,99892	0,94232	0,67229
60,00	0,99996	0,99900	0,94454	0,67846
61,00	0,99996	0,99907	0,94666	0,68448
62,00	0,99997	0,99914	0,94868	0,69036
63,00	0,99997	0,99920	0,95061	0,69609
64,00	0,99997	0,99926	0,95246	0,70169
65,00	0,99997	0,99931	0,95421	0,70715
66,00	0,99998	0,99936	0,95590	0,71248
67,00	0,99998	0,99940	0,95750	0,71769
68,00	0,99998	0,99944	0,95904	0,72278
70,00	0,99998	0,99951	0,96191	0,73260
71,00	0,99999	0,99955	0,96326	0,73734
72,00	0,99999	0,99958	0,96455	0,74197
73,00	0,99999	0,99960	0,96578	0,74650
74,00	0,99999	0,99963	0,96697	0,75092
75,00	0,99999	0,99965	0,96810	0,75525

Desplaz.	LEVE	MODERA DO	EXTENSIV O	COMPLET O
76,00	0,99999	0,99967	0,96919	0,75947
77,00	0,99999	0,99970	0,97023	0,76361
78,00	0,99999	0,99971	0,97123	0,76765
79,00	0,99999	0,99973	0,97219	0,77160
80,00	0,99999	0,99975	0,97311	0,77546
81,00	0,99999	0,99976	0,97400	0,77924
82,00	0,99999	0,99978	0,97485	0,78294
83,00	0,99999	0,99979	0,97566	0,78655
84,00	1,00000	0,99980	0,97645	0,79009
85,00	1,00000	0,99982	0,97720	0,79355
86,00	1,00000	0,99983	0,97793	0,79694
87,00	1,00000	0,99984	0,97863	0,80026
88,00	1,00000	0,99985	0,97930	0,80350
89,00	1,00000	0,99985	0,97994	0,80668
90,00	1,00000	0,99986	0,98057	0,80979
91,00	1,00000	0,99987	0,98116	0,81284
92,00	1,00000	0,99988	0,98174	0,81582
93,00	1,00000	0,99988	0,98230	0,81875
94,00	1,00000	0,99989	0,98283	0,82161
95,00	1,00000	0,99990	0,98335	0,82441
96,00	1,00000	0,99990	0,98385	0,82716
97,00	1,00000	0,99991	0,98433	0,82985
98,00	1,00000	0,99991	0,98479	0,83249
99,00	1,00000	0,99992	0,98524	0,83507
100,00	1,00000	0,99992	0,98567	0,83760
101,00	1,00000	0,99993	0,98608	0,84008
102,00	1,00000	0,99993	0,98649	0,84252
103,00	1,00000	0,99993	0,98687	0,84490
104,00	1,00000	0,99994	0,98725	0,84724
105,00	1,00000	0,99994	0,98761	0,84953
106,00	1,00000	0,99994	0,98796	0,85178
107,00	1,00000	0,99995	0,98830	0,85399
108,00	1,00000	0,99995	0,98862	0,85615
109,00	1,00000	0,99995	0,98894	0,85827
110,00	1,00000	0,99995	0,98924	0,86035
111,00	1,00000	0,99996	0,98954	0,86239
112,00	1,00000	0,99996	0,98983	0,86440
113,00	1,00000	0,99996	0,99010	0,86636
114,00	1,00000	0,99996	0,99037	0,86829
115,00	1,00000	0,99996	0,99063	0,87018
116,00	1,00000	0,99997	0,99088	0,87204
117,00	1,00000	0,99997	0,99112	0,87387
118,00	1,00000	0,99997	0,99136	0,87566
119,00	1,00000	0,99997	0,99158	0,87741
120,00	1,00000	0,99997	0,99180	0,87914

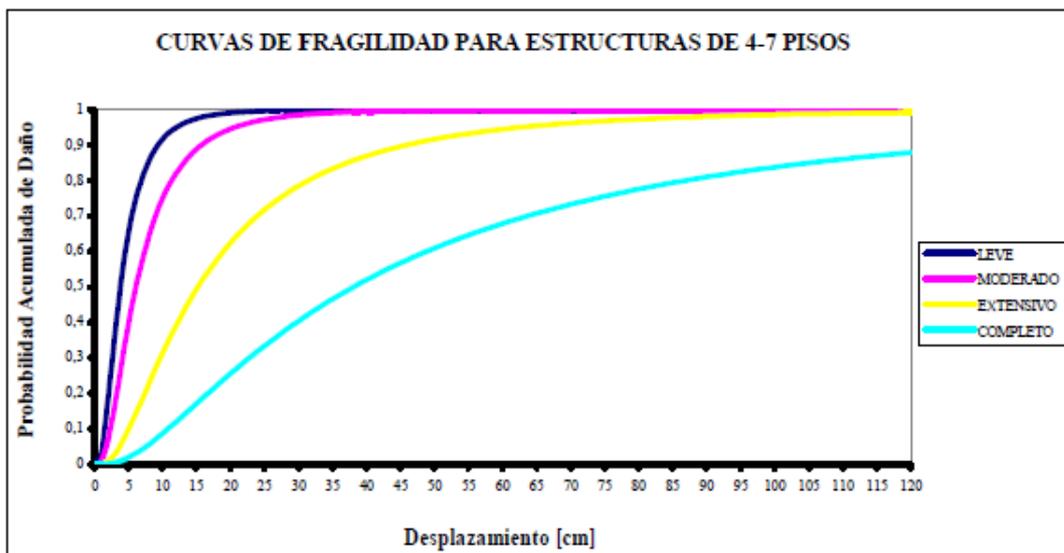


Ilustración 64 Curvas de Fragilidad para estructuras de 4 a 7 pisos

- **CIUDADELA FERROVIARIA**

En la Ciudadela Ferroviaria se levantó un total de 246 edificaciones la gran mayoría dedicada a actividades de vivienda, seguida por edificaciones comerciales, y un restante grupo de edificaciones religiosas y educativas

Aproximadamente el 93% de las edificaciones son estructuras de pórticos de hormigón armado por lo cual para su comparación con las curvas de fragilidad se lo considerará como la tipología dominante. Dentro del 7% restante se encuentran edificaciones de estructuras metálicas.

Según la caracterización de suelos por la ubicación del área de estudio son estratos rocosos por su proximidad con los cerros de bellavista lo cual lejos de ser un castigo es un beneficio para su clasificación.

Posterior a la recolección de datos se llegó a la conclusión de que 141 estructuras tienen un grado de vulnerabilidad bajo, representando el 57.32% del total del levantamiento, 73 edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad medio, lo que representa un 26.67% y apenas un 13.01% se encuentra con un grado de vulnerabilidad bajo

Lo que la inspección visual arroja es la considerable diferencia con las estructuras estudiadas en relación con las Parroquias Sucre y 9 de octubre, muy aparte de los tipos de suelos, son las metodologías aplicadas y la antigüedad de las edificaciones

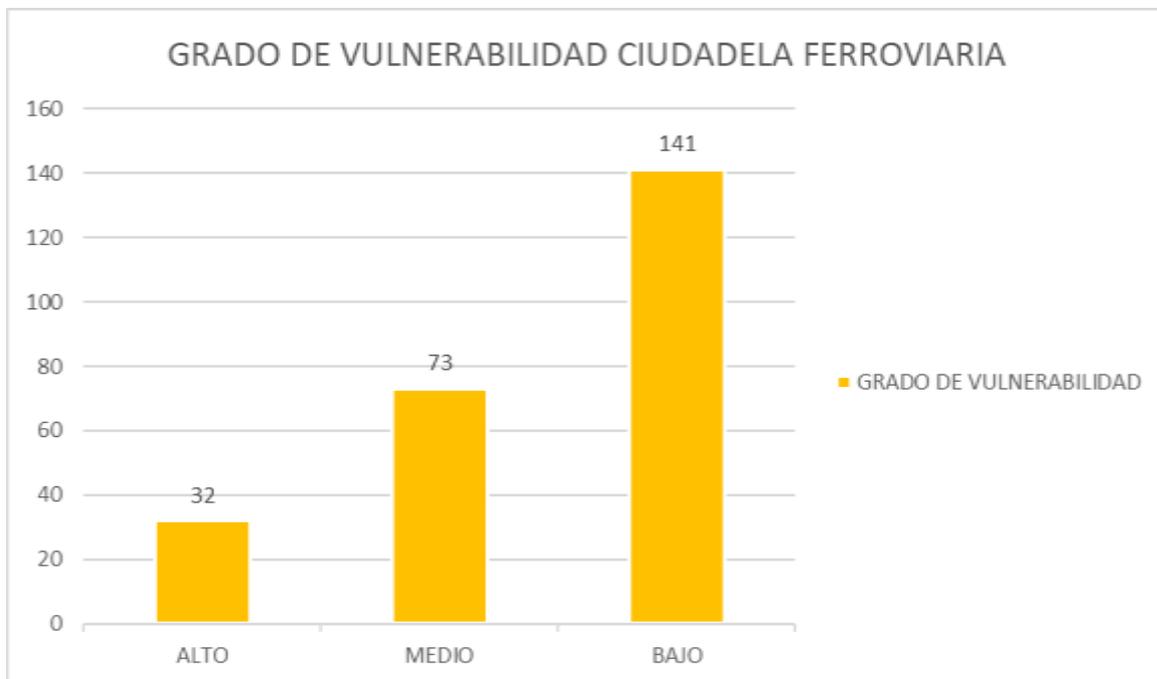


Ilustración 65 Grado de vulnerabilidad para edificaciones Ciudadela Bellavista

De igual forma que en las parroquias anteriores, tomando en cuenta la información previamente obtenida de manera general se puede clasificar a las estructuras de la siguiente manera:

- Estructuras con tipologías de hormigón armado
- Edificaciones en promedios de 2 pisos de altura
- Baja probabilidad de daño tras evento sísmico

Por las características de las edificaciones se optará por relacionarlas con las curvas de fragilidad propuestas por Hazus para estructuras de 1 a 3 pisos

Tabla 6 Tabla para generación de curvas de fragilidad propuesta por Hazus para estructuras de 1 a 3 pisos

Desplaz.	LEVE	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1,00	0,27101	0,00340	0,00097	
2,00	0,53601	0,26474	0,02639	0,00793
3,00	0,69145	0,41822	0,06861	0,02218
4,00	0,78539	0,53713	0,12168	0,04219
5,00	0,84517	0,62766	0,17913	0,06617
6,00	0,88495	0,69692	0,23697	0,09269
7,00	0,91242	0,75053	0,29294	0,12065
8,00	0,93198	0,79253	0,34589	0,14927
9,00	0,94626	0,82586	0,39528	0,17802
10,00	0,95693	0,85261	0,44097	0,20650
11,00	0,96503	0,87430	0,48301	0,23446

Desplaz.	LEVE	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
12,00	0,97130	0,89207	0,52156	0,26170
13,00	0,97621	0,90675	0,55686	0,28813
14,00	0,98011	0,91897	0,58915	0,31367
15,00	0,98323	0,92923	0,61868	0,33828
16,00	0,98577	0,93789	0,64569	0,36194
17,00	0,98784	0,94525	0,67042	0,38467
18,00	0,98955	0,95154	0,69308	0,40646
19,00	0,99097	0,95694	0,71385	0,42735
20,00	0,99216	0,96161	0,73292	0,44736
21,00	0,99316	0,96566	0,75044	0,46652
22,00	0,99401	0,96919	0,76656	0,48486
23,00	0,99473	0,97227	0,78141	0,50241
24,00	0,99534	0,97498	0,79510	0,51922
25,00	0,99587	0,97737	0,80774	0,53530
26,00	0,99633	0,97947	0,81942	0,55070
27,00	0,99673	0,98134	0,83024	0,56545
28,00	0,99708	0,98301	0,84026	0,57958
29,00	0,99738	0,98449	0,84955	0,59311
30,00	0,99764	0,98581	0,85818	0,60608
31,00	0,99787	0,98700	0,86620	0,61852
32,00	0,99808	0,98807	0,87366	0,63044
33,00	0,99826	0,98903	0,88062	0,64188
34,00	0,99842	0,98990	0,88710	0,65286
35,00	0,99857	0,99068	0,89315	0,66339
36,00	0,99869	0,99139	0,89880	0,67351
37,00	0,99881	0,99204	0,90409	0,68323
38,00	0,99891	0,99262	0,90903	0,69258
39,00	0,99900	0,99316	0,91367	0,70156
40,00	0,99908	0,99364	0,91801	0,71019
41,00	0,99916	0,99409	0,92209	0,71850
42,00	0,99923	0,99450	0,92592	0,72650
43,00	0,99929	0,99487	0,92951	0,73420
44,00	0,99934	0,99522	0,93290	0,74161
45,00	0,99939	0,99553	0,93608	0,74875
46,00	0,99944	0,99582	0,93908	0,75563
47,00	0,99948	0,99609	0,94191	0,76227
48,00	0,99952	0,99634	0,94458	0,76867
49,00	0,99955	0,99657	0,94709	0,77484
50,00	0,99958	0,99678	0,94947	0,78080
51,00	0,99961	0,99697	0,95172	0,78655
52,00	0,99964	0,99715	0,95385	0,79210
53,00	0,99966	0,99732	0,95586	0,79746
54,00	0,99969	0,99748	0,95776	0,80264
55,00	0,99971	0,99762	0,95956	0,80765
56,00	0,99973	0,99776	0,96128	0,81249
57,00	0,99974	0,99789	0,96290	0,81717
58,00	0,99976	0,99800	0,96444	0,82169
59,00	0,99978	0,99811	0,96590	0,82607
60,00	0,99979	0,99822	0,96729	0,83031
61,00	0,99980	0,99831	0,96861	0,83442
62,00	0,99981	0,99840	0,96986	0,83839
63,00	0,99983	0,99849	0,97106	0,84224
64,00	0,99984	0,99856	0,97219	0,84597
65,00	0,99984	0,99864	0,97328	0,84958
66,00	0,99985	0,99871	0,97431	0,85309
67,00	0,99986	0,99877	0,97529	0,85648
68,00	0,99987	0,99883	0,97623	0,85978
69,00	0,99988	0,99889	0,97712	0,86297
70,00	0,99988	0,99895	0,97798	0,86607
71,00	0,99989	0,99900	0,97879	0,86908
72,00	0,99990	0,99905	0,97957	0,87200

Desplaz.	LEVE	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
73,00	0,99990	0,99909	0,98031	0,87484
74,00	0,99991	0,99913	0,98102	0,87759
75,00	0,99991	0,99917	0,98170	0,88027
76,00	0,99992	0,99921	0,98235	0,88287
77,00	0,99992	0,99925	0,98298	0,88539
78,00	0,99992	0,99928	0,98357	0,88785
79,00	0,99993	0,99931	0,98414	0,89024
80,00	0,99993	0,99934	0,98469	0,89256
81,00	0,99994	0,99937	0,98521	0,89481
82,00	0,99994	0,99940	0,98572	0,89701
83,00	0,99994	0,99943	0,98620	0,89914
84,00	0,99994	0,99945	0,98666	0,90122
85,00	0,99995	0,99948	0,98710	0,90324
86,00	0,99995	0,99950	0,98753	0,90521
87,00	0,99995	0,99952	0,98794	0,90713
88,00	0,99995	0,99954	0,98833	0,90900
89,00	0,99996	0,99956	0,98871	0,91081
90,00	0,99996	0,99958	0,98907	0,91259
91,00	0,99996	0,99959	0,98942	0,91431
92,00	0,99996	0,99961	0,98976	0,91599
93,00	0,99996	0,99962	0,99008	0,91763
94,00	0,99997	0,99964	0,99039	0,91923
95,00	0,99997	0,99965	0,99069	0,92079
96,00	0,99997	0,99967	0,99097	0,92231
97,00	0,99997	0,99968	0,99125	0,92379
98,00	0,99997	0,99969	0,99152	0,92523
99,00	0,99997	0,99970	0,99177	0,92664
100,00	0,99997	0,99972	0,99202	0,92802
101,00	0,99997	0,99973	0,99226	0,92936
102,00	0,99998	0,99974	0,99249	0,93067
103,00	0,99998	0,99975	0,99271	0,93195
104,00	0,99998	0,99976	0,99293	0,93319
105,00	0,99998	0,99976	0,99313	0,93441
106,00	0,99998	0,99977	0,99333	0,93560
107,00	0,99998	0,99978	0,99352	0,93676
108,00	0,99998	0,99979	0,99371	0,93790
109,00	0,99998	0,99980	0,99389	0,93901
110,00	0,99998	0,99980	0,99406	0,94009
111,00	0,99998	0,99981	0,99423	0,94115
112,00	0,99998	0,99982	0,99439	0,94218
113,00	0,99998	0,99982	0,99455	0,94320
114,00	0,99999	0,99983	0,99470	0,94418
115,00	0,99999	0,99984	0,99484	0,94515
116,00	0,99999	0,99984	0,99499	0,94610
117,00	0,99999	0,99985	0,99512	0,94702
118,00	0,99999	0,99985	0,99525	0,94792
119,00	0,99999	0,99986	0,99538	0,94881
120,00	0,99999	0,99986	0,99551	0,94967

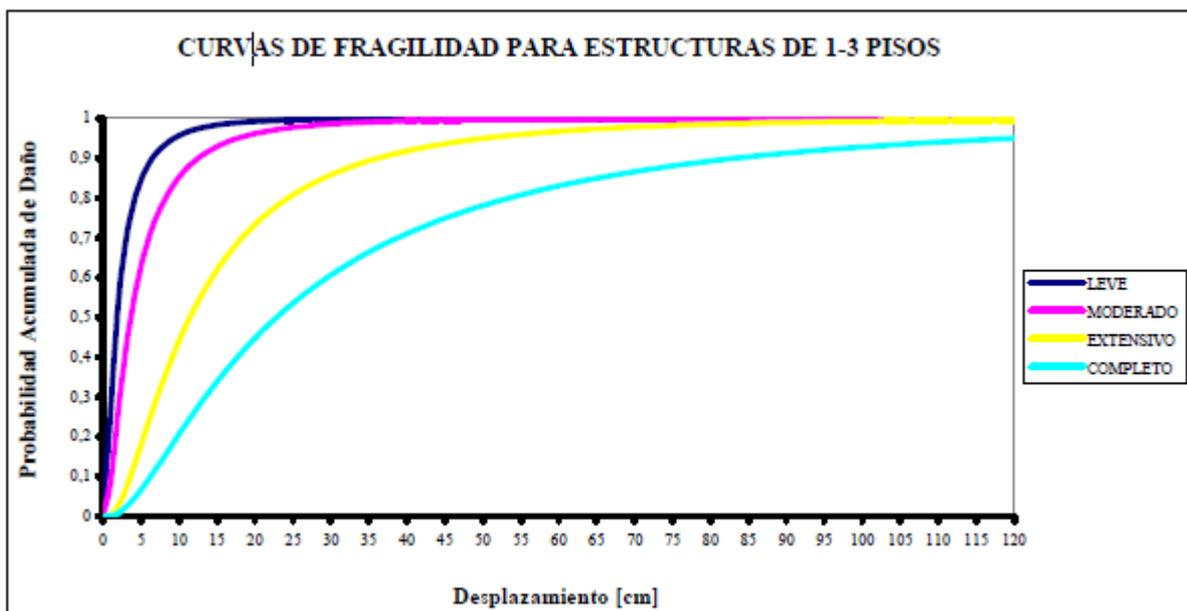


Ilustración 66 Curvas de Fragilidad para estructuras de 1 a 3 pisos

- **CIUDADELA BELLAVISTA**

En la Ciudadela Bellavista se levantó un total de 1441 edificaciones la gran mayoría dedicada a actividades de vivienda, seguida por edificaciones comerciales, y un restante grupo de edificaciones religiosas y educativas

Aproximadamente el 95% de las edificaciones son estructuras de pórticos de hormigón armado por lo cual para su comparación con las curvas de fragilidad se lo considerará como la tipología dominante. Dentro del 5% restante se encuentran edificaciones de estructuras metálicas.

Según la caracterización de suelos por la ubicación del área de estudio son estratos rocosos lo cual lejos de ser un castigo es un beneficio para su clasificación.

Posterior a la recolección de datos se llegó a la conclusión de que 1379 estructuras tienen un grado de vulnerabilidad bajo, representando el 95.70% del total del levantamiento y 62 edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad medio, lo que representa apenas un 4.30% y no presenta estructuras con vulnerabilidad baja, aunque sería bueno revisar de manera detenida las estructuras con vulnerabilidad media

Lo que la inspección visual arroja es la considerable diferencia con las estructuras estudiadas en relación con las Parroquias Sucre y 9 de octubre, muy

aparte de los tipos de suelos, son las metodologías aplicadas y la antigüedad de las edificaciones

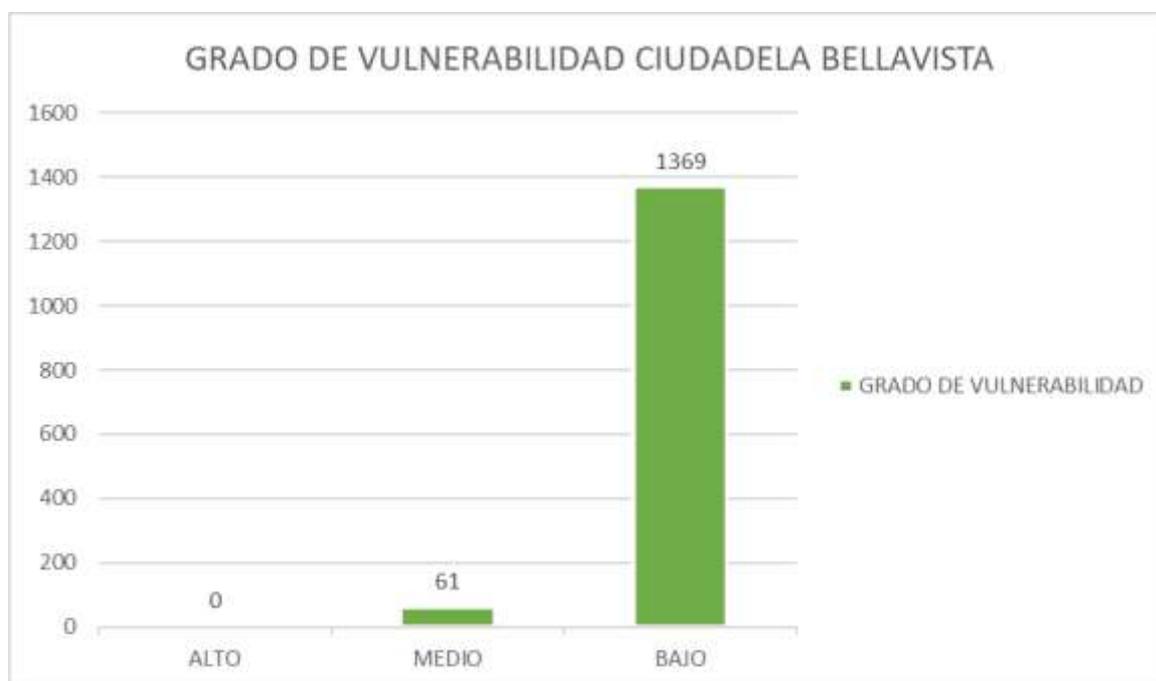


Ilustración 67 Grado de vulnerabilidad para edificaciones Ciudadela Bellavista

De igual forma que en las parroquias anteriores, tomando en cuenta la información previamente obtenida de manera general se puede clasificar a las estructuras de la siguiente manera:

- Estructuras con tipologías de hormigón armado
- Edificaciones en promedios de 2 a 3 pisos de altura
- Baja probabilidad de daño tras evento sísmico

Por las características de las edificaciones se optará por relacionarlas con las curvas de fragilidad propuestas por Hazus para estructuras de 1 a 3 pisos

Tabla 7 Tabla para la generación de curvas de fragilidad para edificaciones de 1 a 3 pisos

Desplaz.	LEVE	MODERADO	EXTENSIVO	COMPLETO
0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1,00	0,02801	0,00729	0,00077	0,00010
2,00	0,17861	0,06603	0,00912	0,00132
3,00	0,36638	0,16900	0,02942	0,00475
4,00	0,52771	0,28455	0,06000	0,01073

Desplaz.	LEVE	MODERA DO	EXTENSIV O	COMPLET O
5,00	0,65110	0,39441	0,09760	0,01912
6,00	0,74175	0,49144	0,13933	0,02964
7,00	0,80757	0,57412	0,18298	0,04192
8,00	0,85537	0,64331	0,22698	0,05562
9,00	0,89028	0,70072	0,27032	0,07045
10,00	0,91598	0,74821	0,31230	0,08614
11,00	0,93507	0,78746	0,35252	0,10246
12,00	0,94939	0,81997	0,39076	0,11922
13,00	0,96023	0,84694	0,42690	0,13627
14,00	0,96850	0,86940	0,46093	0,15349
15,00	0,97487	0,88816	0,49287	0,17075
16,00	0,97981	0,90388	0,52279	0,18799
17,00	0,98368	0,91711	0,55079	0,20512
18,00	0,98673	0,92829	0,57696	0,22209
19,00	0,98915	0,93776	0,60141	0,23886
20,00	0,99108	0,94581	0,62424	0,25539
21,00	0,99262	0,95269	0,64556	0,27164
22,00	0,99388	0,95857	0,66548	0,28761
23,00	0,99489	0,96363	0,68408	0,30327
24,00	0,99572	0,96798	0,70147	0,31861
25,00	0,99640	0,97175	0,71773	0,33362
26,00	0,99696	0,97501	0,73293	0,34830
27,00	0,99742	0,97784	0,74717	0,36264
28,00	0,99781	0,98031	0,76049	0,37665
29,00	0,99813	0,98247	0,77298	0,39032
30,00	0,99840	0,98436	0,78468	0,40366
31,00	0,99863	0,98602	0,79567	0,41666
32,00	0,99882	0,98748	0,80597	0,42935
33,00	0,99898	0,98876	0,81566	0,44171
34,00	0,99912	0,98990	0,82476	0,45376
35,00	0,99923	0,99091	0,83332	0,46550
36,00	0,99933	0,99180	0,84137	0,47693
37,00	0,99942	0,99259	0,84896	0,48808
38,00	0,99949	0,99330	0,85610	0,49893
39,00	0,99955	0,99393	0,86284	0,50950
40,00	0,99961	0,99449	0,86920	0,51980
41,00	0,99966	0,99500	0,87520	0,52983
42,00	0,99970	0,99545	0,88087	0,53961
43,00	0,99973	0,99585	0,88623	0,54913
44,00	0,99976	0,99622	0,89130	0,55840
45,00	0,99979	0,99655	0,89609	0,56743
46,00	0,99981	0,99684	0,90063	0,57624
47,00	0,99983	0,99711	0,90493	0,58481
48,00	0,99985	0,99735	0,90900	0,59317
49,00	0,99987	0,99757	0,91286	0,60131
50,00	0,99988	0,99777	0,91653	0,60925
51,00	0,99989	0,99795	0,92001	0,61698
52,00	0,99991	0,99811	0,92331	0,62452
53,00	0,99992	0,99826	0,92645	0,63187
54,00	0,99992	0,99840	0,92943	0,63904
55,00	0,99993	0,99852	0,93227	0,64603
56,00	0,99994	0,99864	0,93497	0,65284
57,00	0,99994	0,99874	0,93754	0,65949
58,00	0,99995	0,99883	0,93999	0,66597
59,00	0,99995	0,99892	0,94232	0,67229
60,00	0,99996	0,99900	0,94454	0,67846
61,00	0,99996	0,99907	0,94666	0,68448
62,00	0,99997	0,99914	0,94868	0,69036

Desplaz.	LEVE	MODERA DO	EXTENSIV O	COMPLET O
63,00	0,99997	0,99920	0,95061	0,69609
64,00	0,99997	0,99926	0,95246	0,70169
65,00	0,99997	0,99931	0,95421	0,70715
66,00	0,99998	0,99936	0,95590	0,71248
67,00	0,99998	0,99940	0,95750	0,71769
68,00	0,99998	0,99944	0,95904	0,72278
70,00	0,99998	0,99951	0,96191	0,73260
71,00	0,99999	0,99955	0,96326	0,73734
72,00	0,99999	0,99958	0,96455	0,74197
73,00	0,99999	0,99960	0,96578	0,74650
74,00	0,99999	0,99963	0,96697	0,75092
75,00	0,99999	0,99965	0,96810	0,75525
76,00	0,99999	0,99967	0,96919	0,75947
77,00	0,99999	0,99970	0,97023	0,76361
78,00	0,99999	0,99971	0,97123	0,76765
79,00	0,99999	0,99973	0,97219	0,77160
80,00	0,99999	0,99975	0,97311	0,77546
81,00	0,99999	0,99976	0,97400	0,77924
82,00	0,99999	0,99978	0,97485	0,78294
83,00	0,99999	0,99979	0,97566	0,78655
84,00	1,00000	0,99980	0,97645	0,79009
85,00	1,00000	0,99982	0,97720	0,79355
86,00	1,00000	0,99983	0,97793	0,79694
87,00	1,00000	0,99984	0,97863	0,80026
88,00	1,00000	0,99985	0,97930	0,80350
89,00	1,00000	0,99985	0,97994	0,80668
90,00	1,00000	0,99986	0,98057	0,80979
91,00	1,00000	0,99987	0,98116	0,81284
92,00	1,00000	0,99988	0,98174	0,81582
93,00	1,00000	0,99988	0,98230	0,81875
94,00	1,00000	0,99989	0,98283	0,82161
95,00	1,00000	0,99990	0,98335	0,82441
96,00	1,00000	0,99990	0,98385	0,82716
97,00	1,00000	0,99991	0,98433	0,82985
98,00	1,00000	0,99991	0,98479	0,83249
99,00	1,00000	0,99992	0,98524	0,83507
100,00	1,00000	0,99992	0,98567	0,83760
101,00	1,00000	0,99993	0,98608	0,84008
102,00	1,00000	0,99993	0,98649	0,84252
103,00	1,00000	0,99993	0,98687	0,84490
104,00	1,00000	0,99994	0,98725	0,84724
105,00	1,00000	0,99994	0,98761	0,84953
106,00	1,00000	0,99994	0,98796	0,85178
107,00	1,00000	0,99995	0,98830	0,85399
108,00	1,00000	0,99995	0,98862	0,85615
109,00	1,00000	0,99995	0,98894	0,85827
110,00	1,00000	0,99995	0,98924	0,86035
111,00	1,00000	0,99996	0,98954	0,86239
112,00	1,00000	0,99996	0,98983	0,86440
113,00	1,00000	0,99996	0,99010	0,86636
114,00	1,00000	0,99996	0,99037	0,86829
115,00	1,00000	0,99996	0,99063	0,87018
116,00	1,00000	0,99997	0,99088	0,87204
117,00	1,00000	0,99997	0,99112	0,87387
118,00	1,00000	0,99997	0,99136	0,87566
119,00	1,00000	0,99997	0,99158	0,87741
120,00	1,00000	0,99997	0,99180	0,87914

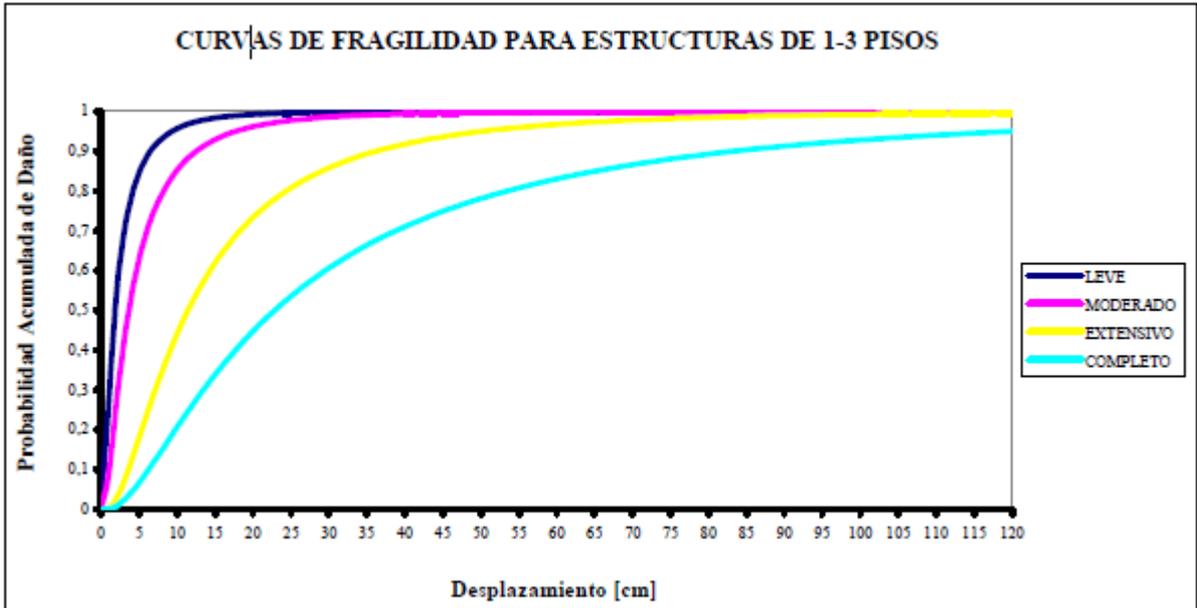


Ilustración 68 Curvas de Fragilidad para estructuras de 1 a 3 pisos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6 CONCLUSIONES

- Luego de analizar los resultados se evidencia la necesidad de un mayor control al momento de levantar edificaciones, la supervisión de un Ingeniero es indispensable, el conocimiento empírico conlleva problemas que a simple vista no se muestran, pero ante eventos que puede afectar la integridad de las estructuras es importante tener en cuenta por el impacto que pueden generar.
- Muchas de las estructuras evaluadas principalmente en la parte céntrica de la ciudad presentan vulnerabilidades sísmicas altas, muy aparte de las condiciones de los suelos donde estas se encuentran radica el problema en el pobre criterio con el cual se han levantado estas estructuras
- La falta de información previa sobre los métodos constructivos utilizados en muchas de las edificaciones dificulta la posibilidad de realizar un análisis exhaustivo sobre su estado.
- En la Ciudadela Bellavista, un factor muy importante a tomar en cuenta en la clasificación de edificaciones es el tipo de suelo en el cual se ubica, ya que al ser un estrato rocoso contribuye a tener un bajo grado de vulnerabilidad
- En zonas céntricas como la Parroquia Sucre y la Parroquia 9 de octubre, el tipo de suelo afecta de manera directa al grado de vulnerabilidad de las estructuras, provocando que muchas de estas tengan altas probabilidades de sufrir daños ante un evento sísmico

6.1 RECOMENDACIONES

- Debido a la alta vulnerabilidad presentada en las estructuras se recomienda realizar estudios más exhaustivos principalmente a edificaciones de primera necesidad como son los hospitales, clínicas, casas de salud, instituciones gubernamentales entre otros
- Se recomienda la constante actualización del formato de análisis visual con la finalidad de conseguir un mejor entendimiento y permita realizar análisis más exactos
- El no tener curvas de nivel propias dificulta el análisis de las estructuras por lo cual es recomienda buscar la manera de generarlas al menos para tipologías más comunes presentes en nuestro medio como son las estructuras de pórticos de hormigón armado o estructuras metálicas

REFERENCIAS

- Aguiar, R. (2005). Evaluación rápida de la deriva máxima de piso para calcular la vulnerabilidad sísmica de estructuras (1ra Edición). A. H. Barbat.
- Aguiar, R. 2002. Análisis Sísmico por Desempeño. Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército. 229p, Quito, Ecuador.
- Aguiar, R. 2004. Sistema de Computación CEINCI3 para Evaluar Daño Sísmico en los Países Bolivarianos. Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército, 302p, Quito, Ecuador.
- Aguiar R., Bobadilla C., (2005), "Curvas de fragilidad para estructuras de H/A de Ecuador menores a siete pisos", Revista Ciencia. Centro de Investigaciones Científicas. Escuela Politécnica del Ejército.
- Boada Campos, G. E. (2021). Curvas de fragilidad para depósitos de relaves abandonados en la zona centro-norte de Chile (ingeniero). Universidad de Chile.
- Bobadilla C., (2005) Curvas de Fragilidad y evaluación rápida de la vulnerabilidad sísmica de estructuras, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil. Escuela Politécnica del Ejército, Quito.
- Bonett, R. 2003. Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios, Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Tesis Doctor en Ingeniería. Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica.
- Martínez Alfaro, J. G. (2012). "caracterización de la vulnerabilidad sísmica utilizando curvas de fragilidad y matrices de probabilidad de daño para algunas tipologías estructurales de hormigón armado. Aplicación a la ciudad de Valdivia, región de los ríos" (ingeniero). Universidad Austral de Chile.
- Mayorga Castro, J. E. (2010). Determinación de curvas de fragilidad de un edificio de marcos de concreto reforzado, para determinadas excitaciones sísmicas (ingeniero). Instituto Politécnico Nacional.
- Park Y., Reinhorn A., and Kunnath S., (1987), IDARC: Inelastic Damage Analysis of Reinforced Concrete Frame-Shear-Wall Structures, Technical Report NCEER-87-0008, State University of New York at Buffalo

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO**, con C.C: # **0930304811** autor/a del trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE TIPOLOGÍAS EXISTENTES EN EL CENTRO – NORTE DE GUAYAQUIL, EN LA ZONA QUE COMPRENDE LAS PARROQUIAS SUCRE, 9 DE OCTUBRE, CDLA. FERROVIARIA Y BELLAVISTA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 11 de **MARZO** de **2022**

f. _____

Nombre: **SANDOYA LARA PABLO FRANCISCO**

C.C: **0930304811**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	EVALUACIÓN DE TIPOLOGÍAS EXISTENTES EN EL CENTRO – NORTE DE GUAYAQUIL, EN LA ZONA QUE COMPRENDE LAS PARROQUIAS SUCRE, 9 DE OCTUBRE, CDLA. FERROVIARIA Y BELLAVISTA		
AUTOR(ES)	PABLO FRANCISCO SANDOYA LARA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	GUILLERMO ALFONSO PONCE VASQUEZ		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA		
CARRERA:	INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO OBTENIDO:	INGENIERO CIVIL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	11 de MARZO de 2022	No. PÁGINAS:	82
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño, estructuras y construcción.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Tipologías Estructurales, Curvas de Fragilidad, Sistemas de Información Geográfico, Inspección Visual, HAZUS, Riesgo Sísmico		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la creación de una base de datos digital mediante la utilización de sistemas de información geográfico tras la recolección de información de un trabajo de campo en el cual se levantó información relevante sobre las edificaciones, esta nos permitirá conocer e identificar las diferentes características estructurales de las edificaciones que se encuentran en los sectores a intervenir en la ciudad de Guayaquil, se realizará una clasificación según sus tipologías estructurales y registrando la vulnerabilidad que estos presenten ante eventos sísmicos por medio de la relación con curvas de fragilidad ya existentes propuestas por autores nacionales bajo la influencia de normativas extranjeras, una relación que nos permita entender que tan vulnerables o que tan expuestas pueden estar nuestras edificaciones, pensando en futuras soluciones tanto a corto como a largo plazo que permitan mitigar esta problemática para un Guayaquil con construcciones más seguras y duraderas.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-985511164	E-mail: pablosandoya@gmail.com pablo.sandoya@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4 -2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			