



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL
CENTRO EDUCATIVO LICENCIADO DIEGO MINUCHE GARRIDO EN
LA CIUDAD DE MACHALA

ZHIMINAYCELA PACHECO LUIS MIGUEL
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL
CENTRO EDUCATIVO LICENCIADO DIEGO MINUCHE
GARRIDO EN LA CIUDAD DE MACHALA

ZHIMINAYCELA PACHECO LUIS MIGUEL
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL CENTRO
EDUCATIVO LICENCIADO DIEGO MINUCHE GARRIDO EN LA CIUDAD DE
MACHALA

ZHIMINAYCELA PACHECO LUIS MIGUEL
INGENIERO CIVIL

ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO

MACHALA, 21 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA
21 de febrero de 2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL CENTRO EDUCATIVO, LICENCIADO DIEGO MINUCHE GARRIDO, EN LA CIUDAD DE MACHALA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



ZÁRATE ENCALADA JOSÉ MARCELO

0701790057

TUTOR – ESPECIALISTA 1



ORDÓÑEZ FERNÁNDEZ JOSÉ LUIS

0703830646

ESPECIALISTA 2



AÑAZCO CAMPOVERDE GILBERT ADRIAN

0704619618

ESPECIALISTA 3

Machala, 21 de febrero del 2020

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL CENTRO EDUCATIVO LICENCIADO DIEGO MINUCHE GARRIDO EN LA CIUDAD DE MACHALA

por Luis Miguel Zhiminaycela Pacheco

Fecha de entrega: 12-feb-2020 11:51a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1256195461

Nombre del archivo: IVO_LICENCIADO_DIEGO_MINUCHE_GARRIDO_EN_LA_CIUADAD_DE_MACHALA.pdf
(292.28K)

Total de palabras: 3534

Total de caracteres: 19005

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ZHIMINAYCELA PACHECO LUIS MIGUEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL CENTRO EDUCATIVO LICENCIADO DIEGO MINUCHE GARRIDO EN LA CIUDAD DE MACHALA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 21 de febrero de 2020



ZHIMINAYCELA PACHECO LUIS MIGUEL
0704069244

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DEL CENTRO EDUCATIVO LICENCIADO DIEGO MINUCHE GARRIDO EN LA CIUDAD DE MACHALA

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

2%

★ Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTO

A:

Mi agradecimiento infinitamente a Dios, por permitir mantenerme con vida para emprender un corto y a la misma vez largo camino de vida académica.

A mi Madre que siempre con dedicación, esmero y total pasión supo brindarme todo el apoyo incondicional que toda madre da a su hijo y se vuelva una persona de bien, a mis hermanos que siempre supieron dar una palabra de aliento y tuvieron un consejo para luchar por todo lo que he anhelado.

De la misma manera quiero agradecer a todos y cada uno de los docentes de la Unidad Académica de Ingeniería Civil que impartieron sus grandes conocimientos para formarme como profesional de la patria, y a cada uno del cuerpo de servidoras de prestigiosa alma mater.

Un agradecimiento especial para mi tutor, el Ing. José Marcelo Zárate Encalada que dedicó tiempo e ideas y fue mi guía para la culminación de mi proyecto, y a cada uno de mis amigos y compañeros.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado para ese ser tan especial, para ese ser que nunca perdió la fe en mí, quien supo levantarme en los peores momentos, abrazarme en los mejores y nunca me ha dejado solo, que desde los inicios de mi vida me ha enseñado que por más difícil que puedan verse las cosas nunca se renuncia, me alentó, me inspiró y me dio siempre las palabras necesarias y las herramientas para batallarle a la vida, esto va para mi madrecita amada “Churrumina” María Rosario Pacheco, para esas personas quienes indirectamente caminaron a mi lado en todo este trayecto y también forman parte de todo esto, mis hermanos, Martha Cecilia, Leonardo Fabio, Lourdes Guadalupe y Delia Maritza, para los pequeños ya no tan pequeños de la casa, que tal vez ahora no entiendan mucho de este logro alcanzado pero con una tierna e inocente sonrisa supieron levantar mi ánimo, me reactivaron, mis sobrinos, Kelly Yaiza, Flavio Sebastián y Dayanna Leonela.

Como no dedicarle este gran logro, a mi amada Lisbeth Nayeli, fue un impulso y una motivación para pelear un poco más, lograr el sueño, con palabras de aliento, hacía ver que tenía todo para seguir, todo para luchar.

Gracias a cada una de las personas que supieron aportar en algo haya sido mucho o poco para lograr la meta, gracias infinitas.

RESUMEN

El objetivo principal del siguiente trabajo investigativo, es hacer un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural de la Escuela Lic. Diego Minuche Garrido en la ciudad de Machala en cuyas instalaciones de la unidad educativa funciona un bloque de aulas de dos plantas (Planta Baja y Planta Alta), tomando como referencia la Norma Ecuatoriana de Construcción, en la cual en el capítulo “NEC –SE –RE (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras)”, que recomienda para dicho análisis el uso del “MANUAL DE CHEQUEO RÁPIDO DE EDIFICIOS PARA POTENCIAL AMENAZA SÍSMICA” planteado por la “Federal Emergency Management Agency” ó más conocida por sus siglas (en inglés) “FEMA P-154”

La metodología por el método “FEMA P-154” es un método cualitativo, que se basa en una inspección visual y la recolección de datos de la edificación. Para la elección del formulario (alto, moderado, baja sismicidad), del método FEMA P- 154 para el análisis de vulnerabilidad sísmica estructural, nos fundamentamos en el Factor Z por zona sísmica, que nos facilita la NEC 2015. En este formulario la vulnerabilidad se la determina mediante un índice o puntuación final “S” la cual es determinada a partir de la puntuación inicial en función al tipo de construcción de los 15 tipos diferentes que se perfilan.

Otros factores importantes a considerar para el análisis de vulnerabilidad sísmica estructural de la edificación de la escuela a analizar son: altura, elevación, irregularidades en planta, el año en la que fue construida la estructura, área de construcción, tipología de suelo en la que está asentada los muros de la edificación, ocupación de suelo. Si el puntaje final “S” que se obtiene en el análisis es menor o igual a dos ($S \leq 2$), se debe considerar una evaluación más detallada.

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, FEMA 154, Amenaza sísmica, Riesgo Sísmico, Método cualitativo, Inspección visual.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to analyze the structural seismic vulnerability of the classroom block of the Diego Minuche Garrido School in the city of Machala, taking reference in the Ecuadorian Construction Standard, in which in the NEC chapter - SE – RE (Seismic Risk, Evaluation, Rehabilitation of Structures), it is recommended to use the Manual “QUICK VISUAL CHECK OF BUILDINGS FOR POTENTIAL THREAT THREAT” proposed by the Federal Emergency Management Agency (FEMA 154).

The methodology by the FEMA 154 method is a qualitative method, which is based on a visual inspection and building data collection. For the choice of the form (high, moderate, low seismicity), of the FEMA 154 method for the analysis of structural seismic vulnerability, we rely on the Z Factor by seismic zone, which is provided by the NEC 2015. In this form the vulnerability is determined by an index or final score "S" which is determined from the initial score based on the type of construction of the 15 different types that are outlined.

Other important factors to consider for the analysis of structural seismic vulnerability such as height, elevation, irregularities in the plant, year of construction, construction area, type of soil, land use. If the final score “S” obtained in the analysis is less than or equal to two ($S \leq 2$), a more detailed evaluation should be considered.

Key Words: Seismic vulnerability, FEMA 154, Seismic threat, Seismic risk, Qualitative method, Visual inspection.

INDICE GENERAL

CUBIERTA.....	I
PORTADA	II
CONTRAPORTADA.....	III
PÁGINA DE ACEPTACIÓN.....	IV
REPORTE DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIAS.....	V
SESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
ÍNDICE GENERAL	XI
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	XII
LISTA DE TABLAS	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Antecedentes:.....	9
1.2. Alcance:	10
1.3. Objetivos:.....	10
1.3.1. Objetivo General:	10
1.3.2. Objetivos Específicos:	10
2. DESARROLLO:.....	11
2.1. Ubicación:	11
2.2. Población estudiantil:	13
3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	14
3.1. Sismo, temblor o terremoto:	14
3.2. Vulnerabilidad:.....	14
3.3. Vulnerabilidad sísmica de edificios	14
3.3.1. Vulnerabilidad no estructural:	15
3.3.2. Vulnerabilidad estructural:.....	15
3.3.3. Caracterización de la respuesta sísmica de estructuras:.....	15
3.4. Metodología:	16
3.5. Método usado FEMA P- 154.	18
3.5.1. Recopilación y verificación de la información	26
3.6. Zona Sísmica:.....	26
3.7. Recolección de datos, análisis y utilización de información:	29
4. CONCLUSIONES.....	43
5. BIBLIOGRAFÍA	44
6. ANEXOS	45

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Localización Geográfica.....	15
Ilustración 2: Coordenadas Geográficas.....	16
Ilustración 3: Población Estudiantil.....	16
Ilustración 4: Matriz de Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de una Edificación.....	21
Ilustración 5: Formulario de recolección de datos de BAJA sismicidad.....	22
Ilustración 6: Formulario de recolección de datos de MODERADA sismicidad.....	23
Ilustración 7: Formulario de recolección de datos de ALTA sismicidad.....	24
Ilustración 8: Tipos de Estructuras Utilizadas en FEMA - 154.....	25
Ilustración 9: Descripción de Tipos de Construcción según FEMA - 154.....	26
Ilustración 10: Zona Sísmica del Ecuador.....	31
Ilustración 11: Valores del factor Z, por zona sísmica.....	32
Ilustración 12: Formulario de recolección de datos de sismicidad moderada.....	32
Ilustración 13: Datos de la estructura.....	33
Ilustración 14: Boceto de la estructura.....	34
Ilustración 15: Ocupación del suelo.....	35
Ilustración 16: Tipologías de suelos.....	36
Ilustración 17: Fallas estructurales en la edificación.....	37
Ilustración 18: Tipo de construcción.....	38
Ilustración 19: Recomendación de otro análisis.....	39
Ilustración 20: Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural de la Esc. Lic. Diego Minuche.....	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas Geográficas.....	13
Tabla 2: Población Estudiantil.....	13
Tabla 3: Tipos de Estructuras Utilizadas en FEMA - 154.....	22
Tabla 4 : Descripción de Tipos de Construcción según FEMA - 154	23
Tabla 5: Valores del factor Z, por zona sísmica	29

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes:

Nuestro país Ecuador, se encuentra situado en la costa oriental del “Océano Pacífico”, al encontrarse situado en ésta posición forma parte del llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico”. Toma ésta denominación debido a que ésta es la región más susceptible de experimentar los efectos de terremotos y erupciones volcánicas. Esto se debe a que se presentan cambios continuos en la superficie del planeta como respuesta a la interacción de las llamadas placas tectónicas. Para el caso del Ecuador, la interacción entre “Placas Sudamericana” y la “Placa de Nazca, generando **“la zona de subducción”** al frente de las costas y algunas zonificaciones tectónicas en el territorio[1].

La historia del Ecuador presenta ya varios eventos sísmicos de varias magnitudes, unos más destructivos que otros y en éstos últimos se encuentran el terremoto de 1949 en Ambato, el terremoto sucedido en Esmeraldas en el año de 1979, en el año de 1987 el “Reventador”, Macas en el año de 1995, en el año de 1998 se dio en Bahía de Caraquez y el ultimo evento destructivo y considerado entre los más fuertes tuvo epicentro en Manabí en el año de 2016. Todos estos eventos sísmicos dejaron grandes secuelas en los corazones de los ecuatorianos, además de pérdidas materiales y de personas [1].

Por tal motivo, es necesario realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural en las edificaciones existentes en general, y contrastándolas con la normativas vigentes, “NEC–SE-RE 2015 (Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras)”.

Para el presente trabajo investigativo se ha considerado la edificación de la Escuela de Educación Básica Lic. Diego Minuche Garrido de la ciudad de Machala, en las avenida Circunvalación Norte entre Quito Edgar Córdova Polo y Quito, comprende en su estructura con un bloque de aulas de dos plantas (Planta Baja y Planta Alta), dicha edificación fue construida en el año de 2002, considerándose una estructura ya con varios años de vida útil y por tal motivo es necesario someterla a un estudio y/o análisis de vulnerabilidad sísmica para comprobar en qué estado se encuentra, ya que alberga 536 estudiantes en el presente período.

1.2. Alcance:

El presente trabajo pretende determinar mediante un análisis, el estado de la estructura de una de las unidades educativas de las muchas que existen en la ciudad de Machala, darle algo más de importancia a este estudio ya que en su gran parte, las edificaciones son construidas hace varios años atrás y no se contaba con normativas sísmo resistentes para las construcciones de éstas, poniendo en riesgo la vida a muchas personas.

Para dichos estudios nos basamos en la normativas vigentes “NEC–SE-RE 2015 (Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras)”, ACI 318S–14 (Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural), Rapid Visual Screaming of Building for Potencial Seisnais Hazard (Federal Emergency Management o FEMA P -154 -3ed), viendo éste último como uno de los métodos más factibles para realizar la evaluación.

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo General:

Mediante el método FEMA P -154 realizar un análisis minucioso y valorar la vulnerabilidad sísmica estructural del establecimiento educativo y dar las recomendaciones adecuadas basándonos en las normas actualizadas.

1.3.2. Objetivos Específicos:

Desarrollamos los siguientes objetivos:

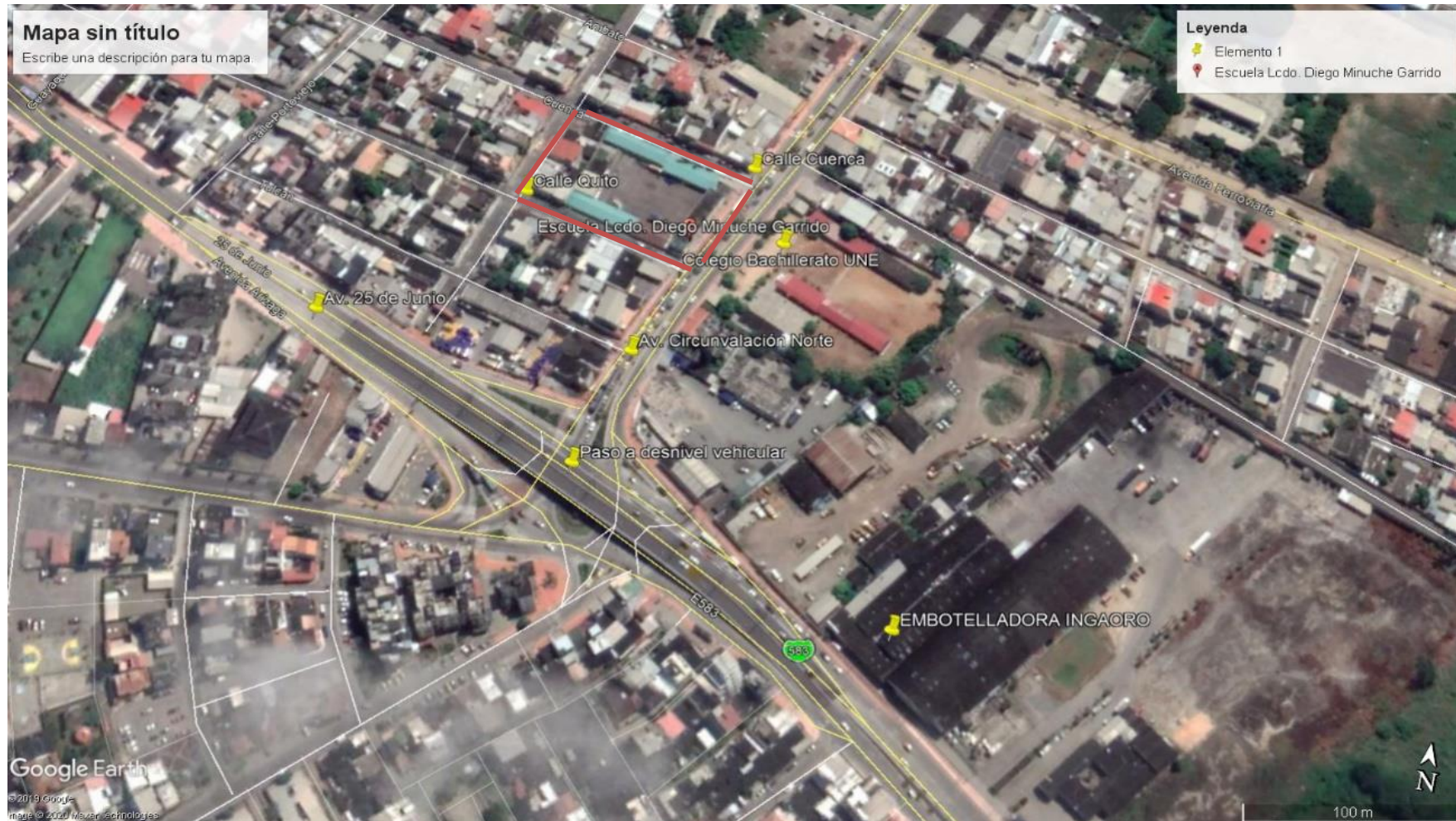
- Identificar la estructura que (unidad educativa) en el cual realizaremos nuestro análisis.
- Verificar visualmente en qué condiciones se encuentra la estructura.
- Recopilar toda la información necesaria, para que con la metodología que usamos (FEMA P -154), su margen de error sea mínimo.

2. DESARROLLO:

2.1. Ubicación:

El bloque de aulas de la institución que será causa del análisis se encuentra ubicada en la provincia de El Oro, ciudad de Machala en la Av. Circunvalación Norte, entre las calles Quito y Cuenca, frente al colegio de bachillerato UNE (Ilustración 1).

Ilustración 1. Localización Geográfica



Fuente: Google Earth Pro.

El bloque de aulas de la unidad educativa Lic. Diego Minuche Garrido presenta la ubicación geográfica siguiente tabla 1:

Tabla 1: Coordenadas Geográficas.

Cuadrante	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	617046.49 m	9638713.32
2	617110.85 m	9638698.53
3	617129.13 m	9638135.64
4	617060.97 m	9638760.07

Fuente: Google Earth Pro.

2.2. Población estudiantil:

De acuerdo con los datos estadísticos de la Escuela Lic. Diego Minuche Garrido, la población que maneja actualmente la institución, es la siguiente tabla 2:

Tabla 2: Población Estudiantil

Inicial	66
1ero a 7mo	448
Administrativo	22
TOTAL	536

Fuente: Rectorado Esc. Lic. Diego Minuche Garrido

3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

3.1. Sismo, temblor o terremoto:

Son uno de los principales agravantes y amenazas naturales menos predecibles y de mayor impacto y daño para las estructuras y vidas humanas, y en los últimos tiempos están en ascenso a nivel global. Toda la geografía del planeta es azotada con cierta frecuencia y con diferentes grados de severidad por algún tipo de desastre, debido a que no existe método alguno para prever el instante en el que se originan [2] [3].

Un terremoto, seísmo, sismo o temblor, es considerado un movimiento de vibración o vibratorio efectuando en la capa de suelo por efecto de la liberación de energía hacia el interior de la Tierra que modifica el estado de reposo relativo de los cuerpos que se apoyan directamente sobre él. Ésta energía es transmitida en forma de ondas hacia la superficie que se direccionan en todos los sentidos. El foco o también llamado epicentro, es el punto donde se origina el temblor y debe tener una distancia máxima a 700 Km hacia el interior de la Tierra [4].

3.2. Vulnerabilidad:

La vulnerabilidad es un término que se le puede adaptar conceptos con múltiples significados, que se aplican a los ámbitos: físico, social, económica, educativa y técnica: desde la posibilidad de un humano de ser herido hasta la posible intromisión en un sistema informático. Puede ser, la característica de un humano o animal para defenderse ante un posible evento destructivo o dañino [5].

En terminologías de ingeniería “la vulnerabilidad sísmica” es la predisposición según las características de la estructura a que sus componentes estructurales y no estructurales sean susceptibles de sufrir algún tipo de daño y en la funcionalidad de los mismos ante un evento sísmico [6].

3.3. Vulnerabilidad sísmica de edificios

Cuando la Tierra sufre un evento vibratorio producido por un sismo, se ponen a prueba los componentes estructurales de las edificaciones de una manera crítica.

Durante el lapso de vibración de la Tierra las ondas liberadas súbitamente son transmitidas hacia los cimientos de las estructuras provocando que estos se pasen de un estado de reposo en que se encontraba a soportando las cargas gravitacionales

verticales, generándose en estas cargas dinámicas que se efectúan en todas las direcciones.

Las estructuras de una sola planta, vibran en un solo sentido. Por ésta razón es necesario realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural a las edificaciones en general y así tomar las decisiones respectivas para evitar pérdidas humanas ante un evento sísmico [7].

3.3.1. Vulnerabilidad no estructural:

Durante algunos eventos sísmicos suscitados en el Ecuador, se ha observado que la mayoría de las estructuras tuvieron un adecuado comportamiento sísmico estructural, pero no siempre existe un adecuado comportamiento de los sistemas no estructurales. Una estructura civil se considera sísmicamente segura cuando ante un terremoto similar al considerado de diseño no se presentan deterioro en la estructura que puedan ocasionar el colapso, ni a los contenidos de la edificación (apéndices, instalaciones y equipo, entre otros). Desafortunadamente, en el diseño sismoresistente estructural, no es muy considerada en los elementos no estructurales y, si se toma en cuenta la seguridad de las personas expuestas a un posible colapso de estos elementos o el costo de mantenimiento o reparación [3].

La vulnerabilidad no estructural, consiste en que tan susceptible es una estructura al presentar daños en los elementos al ocurrir un sismo, ya que en el peor de los casos puede quedar sin funcionamiento debido a los daños no estructurales, ya sean estos por el colapso de elementos, elementos equipacionales de trabajo, etc.,

3.3.2. Vulnerabilidad estructural:

La vulnerabilidad estructural debido a un movimiento vibratorio o sísmico, se refiere a que tan susceptible es la edificación ante posibles daños en algunas partes del sistema de su estructura que le permiten mantenerse aún en pie en un evento sísmico.

Los métodos a aplicar para la evaluación pueden ser mediante recolección de datos e información básica para estudio de su vulnerabilidad. La clasificación básica de estas metodologías las diferencia en analíticas y cualitativas [8].

3.3.3. Caracterización de la respuesta sísmica de estructuras:

Los procedimientos de normativas de diseño sísmico hacen realce en la definición de la “resistencia lateral” de la estructura por lo que las otras demandas exigidas, pasan a

segundo plano. En varios eventos sísmicos a nivel mundial se ha visualizado que las estructuras alcanzan “la resistencia lateral” a partir de su estado inelástico. Si ésta fuese medida en función del desplazamiento lateral de la estructura o también en las llamadas “distorsiones globales” (coeficiente del desplazamiento de azotea y altura del edificio) o del entrepiso (en esta investigación se emplea la distorsión global), es deseable que las demandas de distorsiones sean menores que su capacidad. Algunas otras características favorables en una estructura como: regularidad, el cual es un factor relevante para aumentar ésta capacidad, y que puede ser fácilmente controlado por el ingeniero constructor.. Cuando este detalle es deficiente eventualmente podría llevar al colapso de la estructura, incluso con modos de falla frágil. [9].

3.4. Metodología:

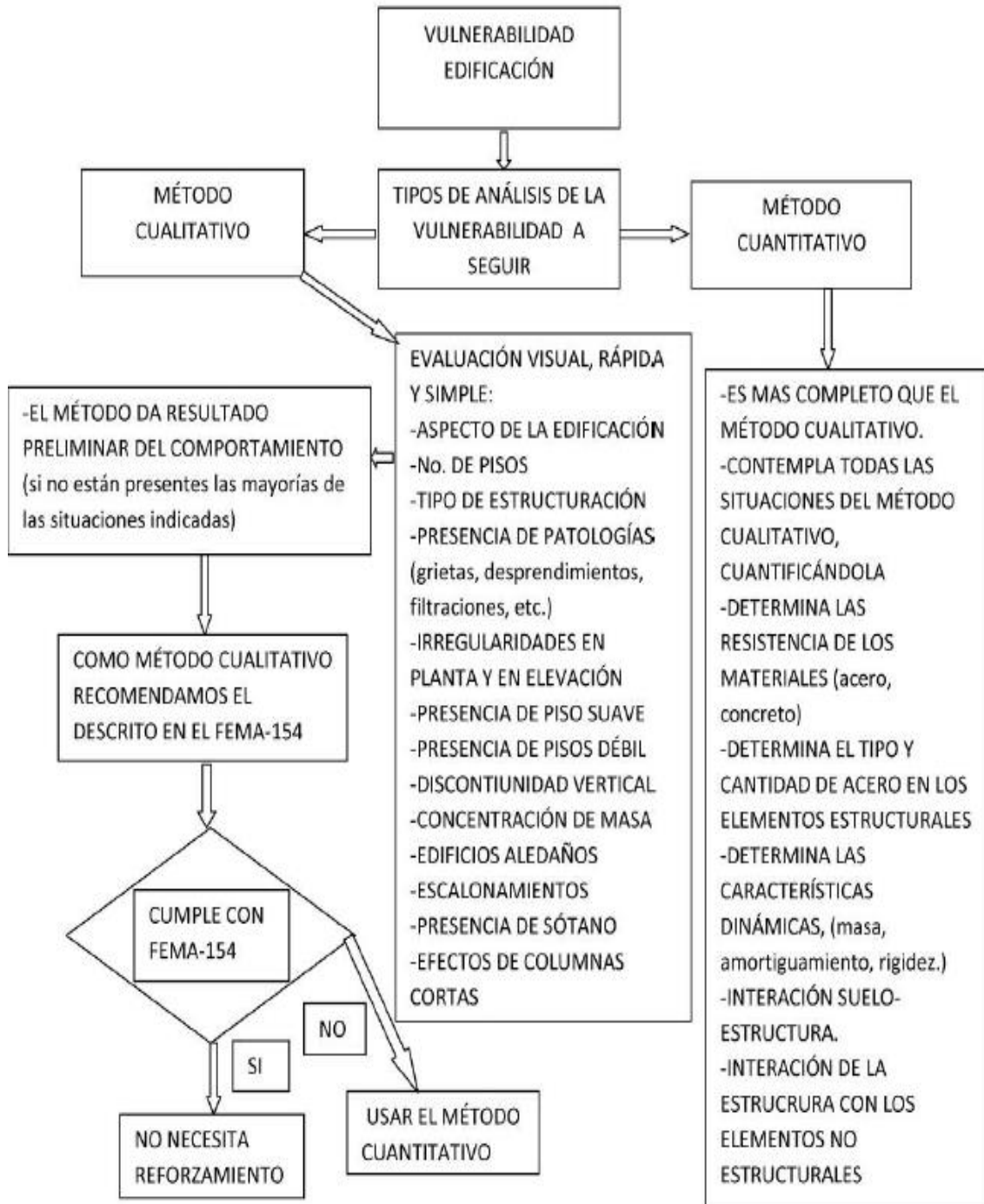
Como parte de la recopilación de información sobre desastres, a nivel del mundo se han hecho estudios e investigaciones en los cuales se han ideado metodologías y procedimientos dirigidos al “comportamiento de las estructuras ante algún evento sísmico de magnitud moderada y fuertes.

Entre estos métodos para vulnerabilidad sísmica estructural, se utiliza mediante visualización el cual permite un factor de vulnerabilidad en la estructura. [10].

La revisión de metodologías muestra que tanto los métodos cuantitativos y cualitativos hacen referencia a edificaciones individuales, no a conjuntos de edificaciones como se detalla en la Fig. 2. Para hacer evaluaciones en conjunto es factible el análisis estadístico de los resultados de las evaluaciones individuales de las estructuras. Para el caso de análisis cuantitativos detallados la opción estadística se complica dado el esfuerzo que implica hacer un modelo matemático individual [8].

Adicionalmente a esto, cada institución puede contener más de una edificación, multiplicándose así el número de modelos a realizar. Los métodos cualitativos se adaptan mejor a la opción estadística, pero su nivel de confiabilidad puede presentar variaciones frente a casos individuales [8].

Ilustración 2: Matriz de Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de una Edificación



Fuente: Referencia de cita No. 6

3.5. Método usado FEMA P- 154.

El modo de análisis de vulnerabilidad sísmica estructural usado en Estados Unidos es mediante el “Federal Emergency Management Agency (FEMA)”, “(Agencia Federal de Manejo de Emergencias)”, conocido como “FEMA P- 154”, es un método de análisis cualitativo rápido visual, que permite determinar si una estructura necesita reforzamiento de la edificación, mediante un índice. Si en dicho análisis cualitativo el índice es menor o igual a un factor dos (≤ 2) se deberá realizar un método más detallado que conllevaría al análisis de la edificación en primera instancia lineal, en el mejor de los casos un análisis no lineal. Si el índice del análisis es mayor que un factor dos (> 2), no necesita reforzamiento de la estructura. El Manual dispone al índice dos (2) como máximo límite el cual significa que la edificación tiene una probabilidad de 1 a 100 de que colapse [11].

Para el inicio del análisis de vulnerabilidad sísmica estructural que se le dará a la estructura de la escuela Lic. Diego Minuche Garrido, determinamos qué formulario aplicaría para éste análisis, ya que en el FEMA 154 constan tres formularios para alta, moderada y baja sismicidad (Ilustración 3, 4 y 5). En nuestro caso la edificación a analizar su vulnerabilidad sísmica estructural se ubica en zona de alta actividad sísmica, por ésta razón aplicaría el formulario Data Collection Form, HIGH Seismicity (Formulario de recolección de datos de alta sismicidad).

En dicho formulario contempla descripciones que presenta la edificación como nombre de la edificación, uso al cual está presentando, ubicación de la estructura a analizar, número de losas, año que fue construida la edificación, área de la construcción, un espacio donde se brinda un esquema las irregularidades que pueden existir en planta y elevación, cantidad de personas que lo ocupan, el tipo de suelo, tipo de elementos no estructurales, y además 15 tipos de construcciones descritas cada una de ellas en la tabla 3, 4

Las 15 tipologías de construcciones utilizadas por la “FEMA P- 154” se presentan con sus respectivos índices básicos de acuerdo al riesgo sísmico dependiendo de la zona (baja, moderada y alta sismicidad), acompañado de un espacio en el formulario donde se describen los “factores de ajuste del índice básico” por las características siguientes: La altura media es de 4 a 7 niveles o pisos, gran altura mayores o iguales a 8 niveles (≥ 8 niveles), irregularidades en elevación, irregularidades en planta, descripción por el año de construcción después de la normativa vigente. Este formulario está diseñado para los Estados Unidos.. [11], [12]

Ilustración 3: Formulario de recolección de datos de BAJA sismicidad

FORMULARIO SUMINISTRADO POR EL FEMA - P 154															
BOCETO				Dirección: Código Postal: Otros identificadores: No. Historia: Pantallazo: Fecha: Área Total de Pisos: Nombre de Edificio: Uso: Año de Construcción:											
				FOTOGRAFÍA											
OCUPACIÓN DEL SUELO				TIPO						PELIGRO DE CAÍDA					
REUNIONES	GOBIERNO	OFICINA	No. Personas		A	B	C	D	E	F					
COMERCIAL	HISTÓRICO	RESIDENCIAL	0 - 10	11 -100	PIEDRA	ROCA	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO	NO	PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO	
EMERGENCIA	INDUSTRIAL	ESCUELA	101 -1000	1000+	DURA	PROM.	DENSO	RÍGIDO	SUAVE	POBRE	REFORZADO				
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRS)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 MRF	C2 SW	C3 URM INF	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM1 (FO)	RM2 (PC)	URM
PUNTUACIÓN BÁSICA	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
BAJA ALT. (MENOR 4 PISOS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIANA ALT. (4 - 7 PISOS)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6
GRAN ALTURA (> 7 PISOS)	-4.0	N/A	1.0	1.0	N/A	1.0	1.2	1.0	0.0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0.0	N/A
IRREGULARIDAD VERTICAL	-0.8	-3.0	-2.0	-0.2	N/A	-2.0	-0.2	-1.5	-0.2	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
IRREGULARIDAD EN PLANTA	N/A	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
CÓDIGO PREVIO	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CÓD. NUEV. (A PARTIR DE 200)	0.0	0.2	0.4	0.6	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4
TIPO "C" DE SUELO	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
TIPO "D" DE SUELO	-1.0	-0.8	-1.4	-0.6	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8
TIPO "E" DE SUELO	-1.8	-2.0	-2.0	-1.2	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4
MARCADOR FINAL, S															
COMENTARIOS:												EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA			
												SI	NO		
BR= MARCO ARRIOSTRADO					MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO					SW= PARED CORTANTE					
FD= DIAGRAMA FLEXIBLE					RC = CONCRETO REFORZADO					TU= VOLCAR					
LM= METAL LIGERO					RD= DIAFRAGMA RÍGIDO					URM INF= RELLENO MAMPOSTERIA SIN REF.					

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154)

Ilustración 4: Formulario de recolección de datos de MODERADA sismicidad.

FORMULARIO SUMINISTRADO POR EL FEMA - P 154															
BOCETO				Dirección: Código Postal: Otros identificadores: No. Historia: Pantallazo: Fecha: Area Total de Pisos: Nombre de Edificio: Uso: Año de Construcción:											
				FOTOGRAFÍA											
OCUPACIÓN DEL SUELO				TIPO								PELIGRO DE CAÍDA			
MONTAJE	GOBIERNO	OFICINA	No. Personas		A	B	C	D	E	F					
COMERCIAL	HISTÓRICO	RESIDENCIAL	0 - 10	11 -100	PIEDRA	ROCA	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO	NO				
SERVICIOS	INDUSTRIAL	ESCUELA	101 -1000	1000+	DURA	PROM.	DENSO	RÍGIDO	SUAVE	POBRE	REFORZADO	PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO	
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 MRS	C2 SW	C3 URM INF	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM1 (FO)	RM2 (PC)	URM
PUNTUACIÓN BASICA	5.2	4.8	3.63	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
BAJA ALTURA (< 4 piso)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MED. ALT. (4 - 7 PISOS)	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	N/A	0.4	0.4	0.4	-0.4
RASCACIELOS (>7 PISOS)	N/A	N/A	1.4	1.4	N/A	1.4	0.8	0.5	0.5	0.4	N/A	0.6	N/A	0.6	N/A
IRREGULARIDAD VERTICAL	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
PLAN IRREGULAR	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
PRE-CÓDIGO	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-1.0	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
POST-INDICE DE REFERENCIA	1.6	1.6	1.4	1.4	N/A	1.2	N/A	1.2	1.2	N/A	1.8	N/A	2.0	1.8	N/A
TIPO "C" DE SUELO	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
TIPO "D" DE SUELO	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
TIPO "E" DE SUELO	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
MARCADOR FINAL, S															
COMENTARIOS:												EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA			
												SI		NO	

MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO
 BR= MARCO ARRIOSTRADO
 LM= METAL LIGERO

MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO
 RC = CONCRETO REFORZADO
 RD= DIAFRAGMA RÍGIDO

SW= PARED CORTANTE
 TU= LEVANTARSE
 URM INF= RELLENO MAMPOSTERIA SIN REF.

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154)

Ilustración 5: Formulario de recolección de datos de ALTA sismicidad.

ALTA SISMICIDAD

FORMULARIO SUMINISTRADO POR EL FEMA - P 154																
				DIRECCIÓN: CÓDIGO POSTAL: OTRAS REFERENCIAS: NÚMERO DE PISOS AÑO DE CONSTRUCCIÓN: ÁREA DE PISO (m2): NOMBRE DEL EDIFICIO: USO: FECHA:												
				FOTOGRAFÍA												
OCUPACIÓN DEL SUELO				TIPO									PELIGRO DE CAÍDA			
CENTRO REUNIONES	GOBIERNO	OFICINA	No. Personas	A	B	C	D	E	F							
COMERCIAL	HISTÓRICO	RESIDENCIAL	0 - 10	PIEDRA	ROCA	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO	NO	PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO			
SERVICIOS	INDUSTRIAL	ESCUELA	101 -1000	DURA	PROM.	DENSO	RÍGIDO	SUAVE	POBRE	REFORZADO						
			11 -100													
			1000+													
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 MRS	C2 SW	C3 URM INF	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM (FO)	RM2 (PC)	URM	
PUNTUACIÓN BASICA	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8	
BAJA ALTURA (<4 piso)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
MED. ALT. (4 - 7 PISOS)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0	
RASCACIELOS (>7 PISOS)	N/A	N/A	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A	
IRREGULARIDAD VERTICAL	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
PLAN IRREGULAR	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
PRE-CÓDIGO	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2	
POST-ÍNDICE DE REFERENCIA	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A	
TIPO "C" DE SUELO	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
TIPO "D" DE SUELO	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
TIPO "E" DE SUELO	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8	
MARCADOR FINAL, S																
COMENTARIOS:													EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA			
													SI	NO		

MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO
 BR= MARCO ARRIOSTRADO
 LM= METAL LIGERO

MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO
 RC= CONCRETO REFORZADO
 RD= DIAFRAGMA RÍGIDO

SW= PARED CORTANTE
 TU= LEVANTARSE
 URM INF= RELLENO MAMPOSTERIA SIN REF.

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154)






Tabla 3: Tipos de Estructuras Utilizadas en FEMA P- 154



W1	Edificios con estructura de madera ligera residenciales y comerciales menores o iguales a 5.000 pies cuadrados
W2	Edificios ligeros con estructura de madera más grande de 5.000 pies cuadrados
S1	Edificios con estructura de acero resistentes a momento
S2	Edificios con estructura de acero arriostrados
S3	Edificios de metal ligero
S4	Edificios marco de acero con muros de corte de hormigón colado in situ
S5	Edificios con estructura de acero con paredes de mampostería no reforzada de relleno
C1	Edificios de estructura de hormigón resistentes a momento
C2	Edificios de pared de hormigón resistente a corte
C3	Edificios con estructura de hormigón con paredes de mampostería de relleno no reforzada
PC1	Edificio hormigón prefabricado.
PC2	Edificio con estructura de hormigón armado prefabricado.
RM1	Edificios de mampostería reforzada con suelo flexible y diafragmas de techo
RM2	Edificios de mampostería reforzada con suelo rígido y diafragmas de techo
URM	Edificios de pared de apoyo de mampostería no reforzada

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154)

Tabla 4 :Descripción de Tipos de Construcción según FEMA P- 154

Edificio Identificador	Fotografía	Puntuación Básica Estructural	Características y Rendimiento
W1		<p>H= 4,4 M= 5,2 L= 7,4</p>	<p>La mayoría de los materiales de acabado exteriores comunes son el revestimiento de metal, o estudio.</p>
W2		<p>H= 3,8 M= 4,8 L= 6,0</p>	<p>Se trata de grandes edificios de apartamentos, edificios comerciales o industriales.</p>
S1		<p>H= 2,8 M= 3,6 L= 4,6</p>	<p>Estructuras de acero resistentes a momentos.</p>
S2		<p>H= 2,8 M= 3,6 L= 4,8</p>	<p>Marcos arriostrados se utilizan a veces para edificios largos y estrechos debido a su rigidez.</p>
S3		<p>H= 3,2 M= 3,8 L= 4,6</p>	<p>En el interior de la mayoría de estos edificios no tienen acabados interiores y su esqueleto estructural se puede ver fácilmente.</p>

Edificio Identificador	Fotografía	Puntuación Básica Estructural	Características y Rendimiento
S4		<p>H= 2,8 M= 3,6 L= 4,8</p>	<p>Las cargas laterales son resistidas por muros de corte, que generalmente rodean los núcleos de ascensores y escaleras.</p>
S5		<p>H= 2,0 M= 3,6 L= 5,0</p>	<p>Columnas de acero son relativamente delgadas y pueden estar ocultos en las paredes.</p>
C1		<p>H= 2,8 M= 3,6 L= 4,8</p>	<p>Todos los marcos de hormigón expuestas están reforzadas de hormigón</p>
C2		<p>H= 1,6 M= 3,2 L= 4,4</p>	<p>Edificios con muro de concreto generalmente se echaron en el lugar, y muestran signos típicos de hormigón in situ.</p>
C3		<p>H= 3,2 M= 3,8 L= 4,6</p>	<p>Columnas y vigas de hormigón pueden ser espesor de pared completa y pueden ser expuestos para su visualización en su visualización en los laterales.</p>

Edificio Identificador	Fotografía	Puntuación Básica Estructural	Características y Rendimiento
PC1		<p>H= 2,5 M= 3,2 L= 4,4</p>	<p>El techo puede ser un diafragma de madera y vigas de madera laminada o un sistema de cubierta de acero y viguetas en el interior del edificio sobre columnas tubos de acero</p>
PC2		<p>H= 2,4 M= 3,2 L= 4,5</p>	<p>Prefabricados de estructuras de hormigón son, en esencia, el correo y construcción de vigas de hormigón.</p>
RM1		<p>H= 2,8 M= 3,6 L= 4,8</p>	<p>Se requiere una inspección interna para determinar si los diafragmas son flexibles o rígidos.</p>
RM2		<p>H= 2,8 M= 3,4 L= 4,6</p>	<p>Las paredes son ya sea de ladrillo o bloque concreto..</p>
URM		<p>H= 1,8 M= 3,4 L= 4,6</p>	<p>Estos edificios utilizan a menudo débil mortero de cal para unir las unidades de mampostería juntos.</p>

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154)

La NEC–SE-RE 2015 (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación De Estructuras) recomienda la FEMA P-154 para un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural, como un método rápido en nuestro país.

Adicionalmente, la temática de la vulnerabilidad inherente a la estructura también considera:

- La geometría, es decir la asimetría del edificio, la cual aumenta su vulnerabilidad ante un terremoto.
- La distancia entre muros, que calibra, entre otros, la esbeltez de los muros, los desplomes, la ubicación de los vanos, la distancia entre muros transversales para evitar el volteo.
- Los elementos no estructurales, esto es, los accesorios, los elementos verticales y los voladizos que podrían caer en un terremoto [13].

3.5.1. Recopilación y verificación de la información

Se obtuvieron los planos arquitectónicos y estructurales para establecer la configuración original del edificio y se revisaron planos de infraestructura (sanitarios, hidráulicos, eléctricos y de telefonía) para identificar posibles puntos débiles debido al cruce de tuberías grandes o de cajas y ductos a través de elementos estructurales principales. Además, se buscaron memorias de cálculos estructurales, estudios de suelos, ensayos de materiales en el procedimiento de construcción de la estructura, actas de obra y testimonios de las personas que participaron en el diseño, construcción y mantenimiento de la edificación. Se revisaron en el sitio las dimensiones actuales y reales de los elementos del sistema estructural y no estructural, así como el tipo de acabados y de otros elementos que generarían cargas adicionales no contempladas en el diseño original. Con esto se estableció el grado de concordancia entre los planos originales y el producto actual definiendo planos reales de trabajo basados en las medidas y observaciones tomadas. Por otra parte se realizará una inspección visual para identificar anomalías tales como grietas, asentamientos, exposición del refuerzo, deformaciones excesivas y respuesta ante eventos importantes ocurridos con lo que se calificó la calidad del diseño y la construcción original y del estado de mantenimiento y conservación de la estructura.

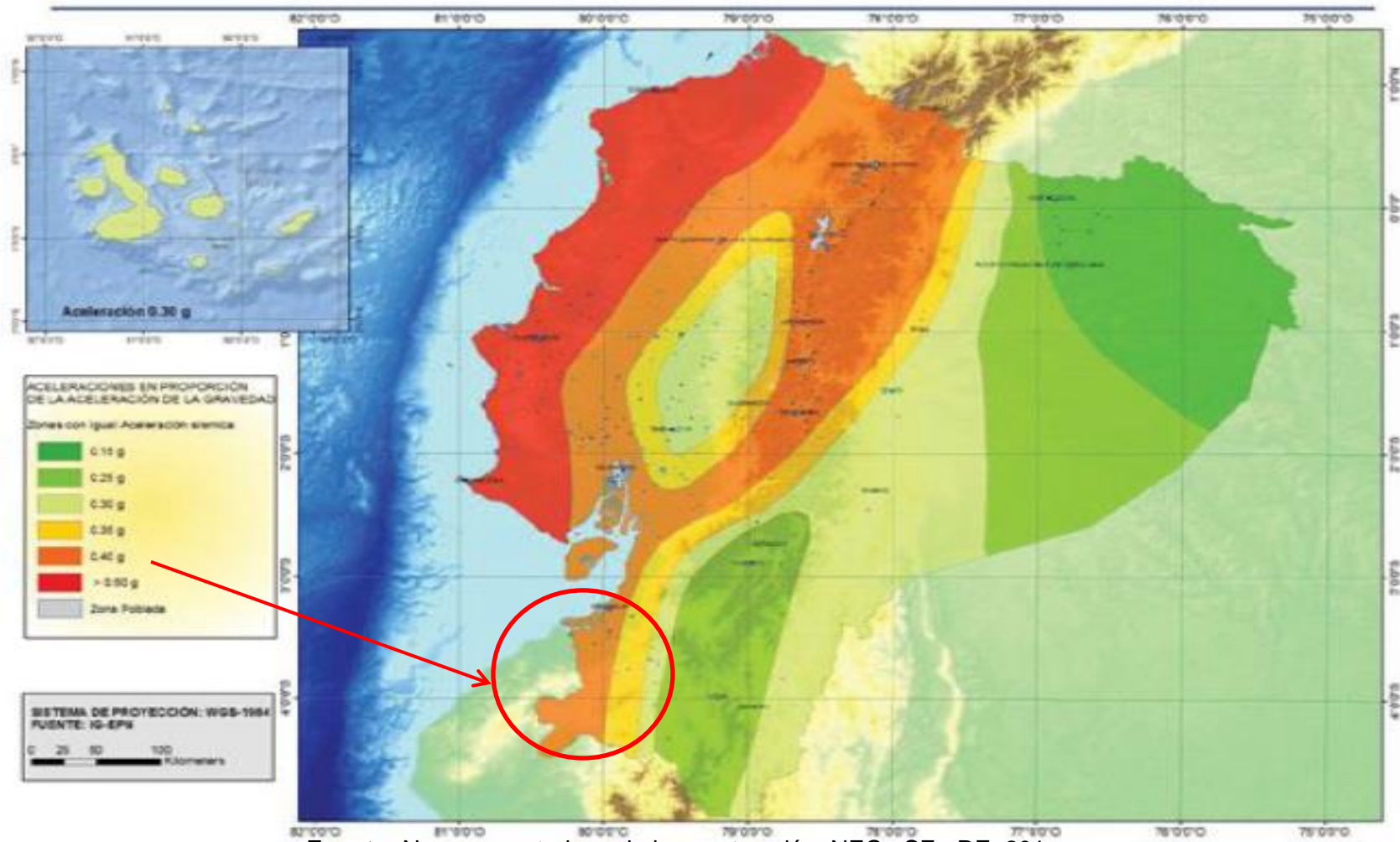
3.6. Zona Sísmica:

Uno de los factores más importante para el análisis de vulnerabilidad sísmica, es el Factor Z que nos permite identificar la actividad sísmica de la respectiva ubicación de la edificación, la NEC -SE –RE 2015, dispone de un mapa (Ilustración 6) sísmico y una tabla 5 para aquello, según “Salinas (2014) el factor desencadenante del mayor daño posible durante un terremoto es la intensidad de la sacudida sísmica del subsuelo” [14].

El método FEMA P-154 maneja diversos tipos de formularios para el análisis de vulnerabilidad sísmica (alto, moderado y bajo), descritos en la ilustración 3, 4 y 5. Las zonas sísmicas del Ecuador definidas en la Ilustración 6 y clasificadas por “Norma Ecuatoriana de Construcción -SE –RE 2015” por un factor de sismicidad “Z” que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad (Tabla 5), considerado en el diseño de edificaciones sismoresistentes.

En este caso nos ubicamos en la zona que pertenece la Provincia de El Oro, identificada como zona de alta actividad sísmica.

Ilustración 6: Zona Sísmica del Ecuador.



Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción; NEC –SE –RE, 201

Tabla 5: Valores del factor Z, por zona sísmica

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción; NEC –SE –RE, 2015

3.7. Recolección de datos, análisis y utilización de información:

Mediante el valor del factor Z, podemos determinar qué tipo de formulario podemos escoger para el proceso de análisis de vulnerabilidad sísmica estructural del edificio. (Tabla 6).

Ilustración 7: Formulario de recolección de datos de sismicidad moderada.

ALTA SISMICIDAD

FORMULARIO SUMINISTRADO POR EL FEMA - P 154															
				DIRECCIÓN: CÓDIGO POSTAL: OTRAS REFERENCIAS: NÚMERO DE PISOS AÑO DE CONSTRUCCIÓN: ÁREA DE PISO (m2): NOMBRE DEL EDIFICIO: USO: FECHA:											
				FOTOGRAFÍA											
OCUPACIÓN DEL SUELO				TIPO						PELIGRO DE CAÍDA					
CENTRO REUNIONES	GOBIERNO	OFICINA	No. Personas		A	B	C	D	E	F					
COMERCIAL	HISTÓRICO	RESIDENCIAL	0 - 10	11 -100	PIEDRA DURA	ROCA PROM.	SUELO DENSO	SUELO RÍGIDO	SUELO SUAVE	SUELO POBRE	NO REFORZADO	PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO	
SERVICIOS	INDUSTRIAL	ESCUELA	101 -1000	1000+											
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 MRS	C2 SW	C3 URM INF	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM (FO)	RM2 (PC)	URM
PUNTUACIÓN BASICA	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
BAJA ALTURA (< 4 piso)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MED. ALT. (4 - 7 PISOS)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0
RASCACIELOS (>7 PISOS)	N/A	N/A	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A
IRREGULARIDAD VERTICAL	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
PLAN IRREGULAR	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
PRE-CÓDIGO	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
POST-INDICE DE REFERENCIA	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A
TIPO "C" DE SUELO	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
TIPO "D" DE SUELO	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
TIPO "E" DE SUELO	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
MARCADOR FINAL, S															
COMENTARIOS:												EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA			
												SI		NO	

MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO
BR= MARCO ARRIOSTRADO
LM= METAL LIGERO

MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO
RC = CONCRETO REFORZADO
RD= DIAFRAGMA RÍGIDO

SW= PARED CORTANTE
TU= LEVANTARSE
URM INF= RELLENO MAMPOSTERIA SIN REF.

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción; NEC –SE –RE, 2015.

Para empezar nuestro análisis, primero debemos identificar la estructura y darle sus respectivos datos como la dirección, nombre de la estructura, el área, el año que fue construcción, etc. (Ilustración 4).

Ilustración 8: Datos de la estructura.

DIRECCIÓN:
CÓDIGO POSTAL:
OTRAS REFERENCIAS:
NÚMERO DE PISOS
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
ÁREA DE PISO (m2):
NOMBRE DEL EDIFICIO:
USO:
FECHA:

BOCETO

FOTOGRAFIA

DIRECCIÓN: _____
 ZP: _____
 OTRAS REFERENCIAS: _____
 NÚMERO DE PISOS: _____ AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____
 ÁREA DE PISO (M2): _____ FECHA: _____
 NOMBRE DEL EDIFICIO: _____
 USO: _____

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	OCUPACION DEL SUELO				NÚMERO DE PERSONAS				TIPO DE SUELO						GALLAS NO ESTRUCTURALES								
	Comercial	Gv. Domestical	Oficinas	Educación	0-10	11-100	A		B		C		D		E		F		Chimeneas no reforzadas	Parapetos Otros:	Revestimientos		
							Roca Dura	Roca Media	Suelo Duro	Suelo Rgido	Suelo Suave	Suelo Fibre											
	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	
	MF	RF	UF	VF	WF	XF	YF	ZF	AF	BF	CF	DF	EF	FF	GF	HF	IF	JF	KF	LF	MF	NF	
Punto Base	4.0	3.0	2.0	1.0	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0
Baja altura (menor a 4 pisos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	0.2	0.4	NA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	0.0	0.0	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Irregularidad vertical	-2.0	-2.0	-1.0	-1.2	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Código sismo	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Código sismo (a partir del 200)	2.0	2.0	1.0	1.0	NA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Suelo tipo C	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Suelo tipo D	0.0	-0.6	-0.6	-0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Suelo tipo E	0.0	-0.6	-1.2	-1.2	1.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6	-1.2	-0.6
PUNTAJACION FINAL S																							
COMENTARIOS																		Requiere de una evaluación más detallada					
																		SI		NO			
Módulo de resorte momento				Módulo de resorte				Módulo de resorte de refuerzo reforzado				Módulo de resorte flexible				Módulo de resorte							
Módulo de resorte				Módulo de resorte				Módulo de resorte				Módulo de resorte				Módulo de resorte							

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

Seguendo el proceso de llenado del formulario, se agrega un boceto y una foto de la estructura en los respectivos espacios, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 9: Boceto de la estructura.

BOCETO		DIRECCION _____														
		OTRAS REFERENCIAS: _____														
		NUMERO DE PISOS: _____				AÑO DE CONSTRUCCION: _____				_____						
		AREA DE PISO (M ²): _____				FECHA: _____				_____						
		NOMBRE DE EDIFICIO: _____				USO: _____				_____						
FOTOGRAFIA																
OCUPACION DEL SUELO			NUMERO DE PERSONAS				TIPO DE SUELO						SALIDA DE ESTRUCTURABLES			
Centro de reuniones	Civ.	Otros	0-10		11-100		A	B	C	D	E	F	Dimensiones		Revestidos	
Comercial	Comercial	Historicos	101-1000		mas 1000		Roca Dura	Roca Meda	Grieta	Suelo Rollo	Suelo Sare	Suelo Pibre	no reforzados	Forpapas	Otros	Revestidos
Servicios Emergentes	Industrial	Educativos														
PUNTAJACION BASICA A MODIFICADORES Y PUNTAJACION FINAL S																
TIPO DE CONSTRUCCION	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	FC1	FC2	RM	RM2	URM	
			MR F	BR	LN	RC	SW	URMINF	NRF	SW	URMINF	TU	FD	RD		
Puntaje Base	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.4	2.6	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	1.8	1.8	
Baja altura (menor a 4 pisos)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	3.0	
Mediana altura (As 7 pisos)	NA	NA	3.2	3.4	NA	3.4	3.4	3.4	3.4	3.2	NA	3.2	3.4	0.4	3.0	
Alta altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	3.0	3.0	NA	3.0	3.0	3.0	3.0	3.2	NA	3.4	NA	0.0	NA	
Irregularidad vertical	-2.1	-2.0	-1.0	-1.2	NA	-1.0	-1.0	-1.2	-1.3	-1.3	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Irregularidad en planta	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	
Codigos nuevo	3.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	-1.2	-1.3	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2	
Codigos nuevo (a partir del 2003)	2.4	2.4	1.4	1.4	NA	1.6	NA	1.4	2.4	NA	2.4	NA	2.8	2.8	NA	
Suelo tipo C	3.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Suelo tipo D	3.0	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.3	-0.4	-0.3	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
Suelo tipo E	3.0	-0.6	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.6	-1.2	-0.3	-0.3	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.6	
PUNTAJACION FINAL S																
COMENTARIOS														Requiere de una evaluacion mas detallada		

_____														SI		
_____														NO		
MIMINARIO RESISTENTE MOMENTO			RC=concreto reforzado			URMINF=trampas de acero reforzado			RC=concreto flexible			MIMINARIO RESISTENTE MOMENTO				
SUELO AFROZADO			SUELO DE CANTA			TU=levante			RC=concreto rígido			MIMINARIO RESISTENTE MOMENTO				

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

Ilustración 10: Ocupación del suelo.

OCUPACIÓN DEL SUELO					
CENTRO REUNIONES	GOBIERNO	OFICINA	No. Personas		
COMERCIAL	HISTÓRICO	RESIDENCIAL	0 - 10	11 -100	
SERVICIOS	INDUSTRIAL	ESCUELA	101 -1000	1000+	

BOCETO

DIRECCION: _____

ESTADO: _____

Ciudad: _____

OTRAS REFERENCIAS: _____

NUMERO DE PISOS: _____ AÑO DE CONSTRUCCION: _____

AREA DE PISO (M²): _____ FECHA: _____

NOMBRE DE EDIFICIO: _____

USO: _____

FOTOGRAFIA

OCUPACION DEL SUELO			NUMERO DE PERSONAS		TIPO DE SUELO										RALLAS NO ESTRUCTURALES									
Centro de reuniones	Gov.	Otros	0-10	11-100	A	B	C	D	E	F	Diferencia			Parapetos										
Comercial	Comercial	Historicos	101-1000	mas 1000	Roca Dura	Roca Meda	Suelo Duro	Suelo Rqdo	Suelo Suave	Suelo Fibre	no reforzados	Parapetos	Otros:	reforzados										
Servicios Emergentes	Industrial	Educativos			PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJES FINALES																			
					W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	C1	C2	C3	FC1	FC2	RM	RM2	URM				
					NR F	BR	LN	RC	SW	URMINF	NR F	SW	URMINF	SW	URMINF	TU	FD	RD	RD	URM				
Puntaje Base	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8			
Baja altura (men or a 4 pisos)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0			
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	3.2	3.4	NA	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4			
Gran altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	3.6	3.6	NA	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6			
Irregularidad vertical	-2.2	-2.0	-1.0	-1.2	NA	-1.0	-1.0	-1.2	-1.3	-1.3	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0			
Irregularidad en planta	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2			
Codigos de riesgo	3.0	-1.0	-1.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2			
Codigos de riesgo (a partir del 200)	2.4	2.4	1.4	1.4	NA	1.6	NA	1.4	2.4	NA	2.4	NA	2.4	NA	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4			
Suelo tipo C	3.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4			
Suelo tipo D	3.0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6			
Suelo tipo E	3.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2			
PUNTAJES FINALES																								
COMENTARIOS															Requiere de una evaluacion mas detallada									
															SI									
															NO									
Módulo resistente momento					Módulo de torsión					Módulo de inercia de refuerzo reforzado					Módulo de rigidez flexible					Módulo de resistencia				
Módulo de torsión					Módulo de torsión					Módulo de torsión					Módulo de torsión					Módulo de torsión				

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

Debemos conocer como dato, cuál es el tipo de suelo en el que se encuentra la estructura, para ver si es apto o no. En la siguiente ilustración se detalla los tipos de suelos que existen según el formulario de la “FEMA P-154”.

Ilustración 11: Tipologías de suelos

TIPO													
A	B	C	D	E	F								
PIEDRA DURA	ROCA PROM.	SUELO DENSO	SUELO RÍGIDO	SUELO SUAVE	SUELO POBRE								

BOCETO

FOTOGRAFIA

DIRECCION _____ ZP: _____													
OTRAS REFERENCIAS _____													
NUMERO DE PISOS: _____				AÑO DE CONSTRUCCION: _____									
AREA DE PISO (M ²): _____				FECHA: _____									
NOMBRE DE EDIFICIO: _____													
USO: _____													

OCCUPACION DEL SUELO	NUMERO DE PERSONAS								TIPO DE SUELO						SALLAS NO ESTRUCTURABLES		
	Comercial	Gov.	Historicas	Industria	0-10	11-100	101-1000	mas 1000	A Roca Dura	B Roca Medie	C Suelo Denso	D Suelo Rijo	E Suelo Suave	F Suelo Pobre	Clasificación	Parquetes	Revestime
Centro de reuniones																	
Comercial																	
Sevicios Emergentes																	

TIPO DE CONSTRUCCION	PUNTAJACION BASICA MODIFICADORES Y PUNTAJACION FINAL S															
	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	G1	G2	G3	FC1	FC2	RM	RM	URM
Puntaje Basico	4.4	3.8	3.8	3.0	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	1.6	2.4	2.4	2.8	2.8	1.8
Baja altura (men or 24 pisos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mediana altura (As 7 pisos)	NA	NA	0.2	0.4	NA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	NA	0.2	0.4	0.4	0.4	0.0
Gran altura (mayor 27 pisos)	NA	NA	0.0	0.0	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NA	0.4	NA	0.0	0.0	NA
Irregularidad vertical	-2.0	-2.0	-1.0	-1.2	NA	-1.0	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irregularidad en altura	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
Codigo sismo	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8
Codigo sismo (> parte del 200)	2.4	2.4	1.8	1.8	NA	1.8	NA	1.4	2.4	NA	2.4	NA	NA	2.8	2.8	NA
Suelo tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Suelo tipo E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8

PUNTAJACION FINAL S													
COMENTARIOS												Requiere de una evaluacion mas detallada	
												SI	
												NO	

Inmóvil resistente momento	Inmóvil reforzado	URM intransposible reforzado	URM no transposible	URM no transposible
URM tipo 1	URM tipo 2	URM tipo 3	URM tipo 4	URM tipo 5

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA 154).

En el formulario también contamos con un casillero donde se consideran las fallas que tiene la estructura para considerar en el análisis. Ilustración 12.

Ilustración 12: Fallas estructurales en la edificación.

PELIGRO DE CAÍDA														
NO REFORZADO	PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO											

BOCETO

FOTOGRAFIA

DIRECCION _____ ZP: _____														
OTRAS REFERENCIAS: _____														
NUMERO DE PISOS: _____					AÑO DE CONSTRUCCION: _____									
AREA DE PISO (M ²): _____					FECHA: _____									
NOMBRE DE EDIFICIO: _____														
USO: _____														

OCCUPACION DEL SUELO			NUMERO DE PERSONAS		TIPO DE SUELO								FALLAS NO ESTRUCTURALES				
Centro de reuniones	Gov.	Oficinas	0-10	11-100	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Comercial	Comercial	Historicos			Roca	Roca	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Servicios Emergentes	Industrial	Educativos	101-1000	mas 1000	Dura	Meda	Densa	Rigida	Suave	Pobre			Parapetos	Revestimiento			
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJES FINALES																	
TIPO DE CONSTRUCCION	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	G1	G2	G3	PC1	PC2	RM1	RM2	UR1	UR2	
	NRF	BR	LM	RC	SW	URINF	NRF	SW	URINF	TU	FD	RD					
Puntaje Base	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.8	2.8	1.8	1.8	
Baja altura (menor a 4 pisos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	0.2	0.4	NA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	NA	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	0.0	0.0	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	NA	0.4	NA	0.0	NA	NA	
Irregularidad vertical	-2.0	-2.0	-1.0	-1.2	NA	-1.0	-1.0	-1.2	-1.3	-1.3	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Irregularidad en altura	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
Codigo sismo	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.3	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.2	
Codigo sismo (a partir del 2003)	2.8	2.8	1.8	1.8	NA	1.8	NA	1.1	2.1	NA	2.1	NA	2.8	2.8	1.8	NA	
Suelo tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	
Suelo tipo D	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	-0.8	-0.8	
Suelo tipo E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	1.2	1.2	0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.8	-0.8	-0.8	

COMENTARIOS																
Requiere una evaluación más detallada																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">SI</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">NO</td> </tr> </table>															SI	NO
SI	NO															

Módulo resistente momento	Módulo no reforzado	Módulo no reforzado de referencia reforzado	Módulo no reforzado
Módulo reforzado	Módulo de corte	Módulo no reforzado de referencia reforzado	Módulo no reforzado
		Módulo no reforzado de referencia reforzado	Módulo no reforzado
		Módulo no reforzado de referencia reforzado	Módulo no reforzado

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

El formulario describe qué tipo de construcción se realiza el estudio ya que cuenta con 15 tipos de estructuras, y mediante los valores que se dan aquí podremos determinar si la estructura necesita o no un estudio más minucioso, como describe la ilustración 13.

Ilustración 13: Tipo de construcción.

OCUPACIÓN DEL SUELO				TIPO										PELIGRO DE CAÍDA			
ENTRO REUNIONES COMERCIALES SERVICIOS	GOBIERNO HISTÓRICO INDUSTRIAL	OFICINA RESIDENCIAL ESCUELA	No. Personas 0-10 101-1000 1000+	A PIEDRA DURA	B ROCA PROM.	C SUELO DENSO	D SUELO RÍGIDO	E SUELO SUAVE	F SUELO POBRE	NO REFORZADO	ARAPETO	REVESTIMIENTO	OTRO				
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SV)	S5 (URMINF)	C1 (MRS)	C2 (SV)	C3 (URMINF)	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM (FO)	RM2 (PC)	URM		
PUNTAJUE BASICA	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8		
BAJA ALTURA (< 4 piso)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
MED. ALT. (4 - 7 PISOS)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0		
RASCACIELOS (> 7 PISOS)	N/A	N/A	0.6	0.6	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A		
IRREGULARIDAD VERTICAL	**	**	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0		
PLAN IRREGULAR	**	**	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1		
PRE-CÓDIGO	0.0	**	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0		
IST-ÍNDICE DE REFERENC	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A		
TIPO "C" DE SUELO	0.0	**	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0		
TIPO "D" DE SUELO	0.0	**	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-1		

BOCETO

FOTOGRAFIA

DIRECCION _____

CP: _____

OTRAS REFERENCIAS: _____

NUMERO DE PISOS: _____ AÑO DE CONSTRUCCION: _____

AREA DE PISO (M²): _____ FECHA: _____

NOMBRE DE EDIFICIO: _____

USO: _____

OCUPACION DEL SUELO				NUMERO DE PERSONAS		TIPO DE SUELO						RALLAS DE ESTRUCTURALES			
Comercial	Gov.	Oficinas		0-10	11-100	A	B	C	D	E	F	Cilindros	Panopletos	Revestimientos	
Comercial	Comercial	Historicas		101-1000	mes 1000	Roca Dura	Roca Medie	Suelo Denso	Suelo Rojo	Suelo Suave	Suelo Fibre	reforzado	Otros:		
PUNTAJUE BASICA MODIFICADORES Y SITUACION FINAL S															
TIPO DE CONSTRUCCION	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SV)	S5 (URMINF)	C1 (MRS)	C2 (SV)	C3 (URMINF)	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM (FO)	RM2 (PC)	URM
Puntaje Basico	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Baja altura (menor a 4 pisos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	0.6	0.6	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A
Irregularidad vertical	-2.0	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irregularidad en altura	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1
Código previo	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0
Código postvio (a partir del 2003)	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A
Suelo tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0
Suelo tipo D	0.0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-1
Suelo tipo F	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-1

PUNTAJUE FINAL S

COMENTARIOS _____

Requiere de una evaluacion mas detallada

SI NO

MM=marco resistente momento

SM=marco anclado

RC=concreto reforzado

SM=marco de corte

URMINF=interposicion de referencias reforzadas

TU=levante

FO=chapa flexible

NO=chapa rígida

RM=Caja a manufacturada

URM=metal ligero

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

Como parte final del formulario y luego de haber evaluado con toda la respectiva información de la estructura que se recopiló, se hace la recomendación sobre si la estructura necesita o no reforzamiento y su respectivo criterio a cerca de ésta.

Ilustración 14: Recomendación de otro análisis.

COMENTARIOS:		EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA	
		SI	NO

BOCETO		FOTOGRAFIA	
--------	--	------------	--

DIRECCION _____		DIRECCION _____	
OTRAS REFERENCIAS _____		OTRAS REFERENCIAS _____	
NUMERO DE PISOS _____		AÑO DE CONSTRUCCION _____	
AREA DE PISO (M ²) _____		FECHA _____	
NUMERO DE EDIFICIO _____		NUMERO DE EDIFICIO _____	
UBICACION _____		UBICACION _____	

OCUPACION DEL SUELO	NUMERO DE PISOS		TIPO DE SUELO										CATEGORIAS DE ESTRUCTURAS		
			A	B	C	D	E	F	Dimensiones no reforzadas	Fanjetras	Reforzadas				
Comercial	Gov.	Historicos	0-10	11-100	A	B	C	D	E	F	Dimensiones no reforzadas	Fanjetras	Reforzadas		
Comercial	Gov.	Historicos	0-10	11-100	A	B	C	D	E	F	Dimensiones no reforzadas	Fanjetras	Reforzadas		
Sevicios Emergentes	Industrial	Educativos	101-1000	mas 1000	Dura	Medie	Denso	Rojido	Suave	Pulve					

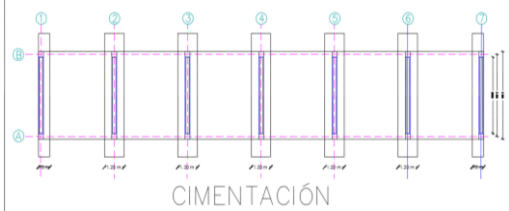
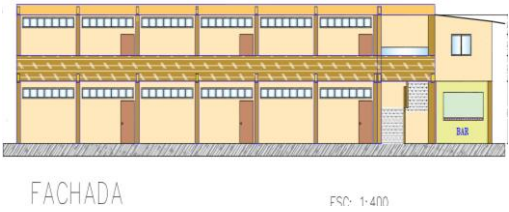

TIPO DE CONSTRUCCION	PUNTAJES BASICOS										MODIFICADORES Y PUNTAJES FINALES				
	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	G1	G2	G3	FC1	FC2	RM	RM2	URM
			NRF	BR	LM	RC	SW	URMINF	NRF	SW	URMINF	TU		FD	BD
Puntaje Base	4.0	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.6	2.6	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Baja altura (men or a 4 pisos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	0.2	0.4	NA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0
Gran altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	0.0	0.0	NA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	N/A	0.4	NA	0.0	NA
Irregularidad vertical	-2.5	-2.0	-1.0	-1.2	NA	-1.0	-1.0	-1.2	-1.3	-1.3	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Irregularidad en altura	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Cod. go. nuevo	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	-1.2	-1.3	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Cod. go. nuevo (a partir del 2003)	2.8	2.8	1.8	1.8	NA	1.8	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	NA	2.8	1.8	NA
Suelo tipo C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Suelo tipo D	0.0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Suelo tipo E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.8	-1.2	-0.4	-0.8	-0.8

COMENTARIOS		Requiere de una evaluación más detallada
		SI
		NO

Materiales resistentes momento	Requiere de reforzamiento de corte	Materiales resistentes momento reforzados	Materiales resistentes momento reforzados
Materiales amortiguados	Materiales de corte	Materiales de torsión	Materiales de torsión

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

Ilustración 15: Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural de la Esc. Lic. Diego Minuche

														ALTA SISMICIDAD			
FORMULARIO SUMINISTRADO POR EL FEMA - P 154																	
 <p>CIMENTACIÓN</p>							<p>DIRECCIÓN: Av. Circunvalación Norte entre Av. Quitoy Cuenca</p> <p>CÓDIGO POSTAL: 593</p> <p>OTRAS REFERENCIAS: Frente al Colegio de Bachillerato UNE</p> <p>NÚMERO DE PISOS: 2 Plantas</p> <p>AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1997</p> <p>ÁREA DE PISO (m2): 364.63 m2</p> <p>NOMBRE DE EDIFICIO: Esc. Lic. Diego Minuche Garrido</p> <p>USO: Unidad Educativa</p> <p>FECHA: Machala, 24 de enero de 2020</p>										
 <p>FACHADA ESC: 1-400</p>																	
OCUPACIÓN DEL SUELO						TIPO						PELIGRO DE CAÍDA					
CENTRO REUNIONES	GOBIERNO	OFICINA	No. Personas		A	B	C	D	E	F	NO REFORZADO		PARAPETOS	REVESTIMIENTO	OTRO		
COMERCIAL	HISTÓRICO	RESIDENCIAL	0 - 10	11 -100	PIEDRA DURA	ROCA PROM.	SUELO DENSO	SUELO RÍGIDO	SUELO SUAVE	SUELO POBRE	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM (FO)	RM2 (PC)	URM		
SERVICIOS	INDUSTRIAL	ESCUELA	101 -1000	1000+	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 MRS	C2 SW	C3 URM INF							
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 URM INF	C1 MRS	C2 SW	C3 URM INF	PC1 (TU)	PC2 (FD)	RM (FO)	RM2 (PC)	URM		
PUNTUACIÓN BÁSICA	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8		
BAJA ALTURA (< 4 piso)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
MED. ALT. (4 - 7 PISOS)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	0.0		
RASCACIELOS (>7 PISOS)	N/A	N/A	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	N/A	0.4	N/A	0.6	N/A		
IRREGULARIDAD VERTICAL	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0		
PLANTA IRREGULAR	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		
PRE-CÓDIGO	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2		
POST-INDICE DE REFERENCIA	2.4	2.4	1.4	1.4	N/A	1.6	N/A	1.4	2.4	N/A	2.4	N/A	2.8	2.6	N/A		
TIPO "C" DE SUELO	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4		
TIPO "D" DE SUELO	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6		
TIPO "E" DE SUELO	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8		
MARCADOR FINAL, S														2.1			
<p>COMENTARIOS: De acuerdo con la información recopilada de la escuela, y basandonos en lo que dice el Método FEMA P-154 la estructura de la Escuela Lic. Diego Minuche Garrido, NO NECESITA REFORZAMIENTO, ya que luego de haber realizado el análisis de vulnerabilidad sísmica no da un marcador final de 2.1 y según lo que nos especifica el método de análisis es que toda estructura con un índice menor a 2 necesita reforzamiento o un análisis más detallado. además a vista sobresaie que la estructura de la escuela cuenta con vigas peraltadas para mavor reforzamiento v seguridad.</p>														<p>EVALUACIÓN DETALLADA REQUERIDA</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>			
MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO			MRF= MARCO RESISTENTE AL MOMENTO			SW= PARED CORTANTE											
BR= MARCO ARRIOSTRADO			RC = CONCRETO REFORZADO			TU= LEVANTARSE											
LM= METAL LIGERO			RD= DIAFRAGMA RÍGIDO			URM INF= RELLENO MAMPOSTERIA SIN REF.											

Fuente: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA P-154).

4. CONCLUSIONES.

- Para el análisis cualitativo visual mediante el método FEMA P-154 el procedimiento a seguir, es manejable ya que uno mismo puede ir recopilando la información básica para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica estructural, en este caso de la Escuela Lic. Diego Minuche Garrido, la cual si contaba con los planos estructurales y arquitectónicos los cuales son los principales elementos ya que nos brinda información detallada de la estructura y nos permite tener mejor visualización de la estructura. La información restante se la obtuvo mediante las autoridades del plantel educativo.
- Al momento de realizar la evaluación, se encontró con algunas anomalías tanto en los planos como en la edificación como por ejemplo, en los planos presentaban acotaciones distintas de un mismo dibujo que no concordaban en la estructura, una extensión de la estructura en la cual funciona las oficinas del plantel que no está representado en el plano, también se presentaron patologías como presencia de tuberías atravesando elementos estructurales.
- Una vez realizado todo el procedimiento del método FEMA 154 recomendado por la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC –SE –RE 2015) en el capítulo (Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras) y de acuerdo con la información recopilada de la escuela Lic. Diego Minuche Garrido, se considera que la estructura NO NECESITA REFORZAMIENTO ya que en el índice final nos da un valor de 2.1 y el mismo método dispone que cualquier estructura analizado por el Método FEMA P-154 que tenga un valor menor o igual a dos necesita una evaluación más detallada.
- Podemos concluir indicacando que algunas de las estructuras de nuestra provincia y del país, son construcciones ya con muchos años de vida útil y en algunos de los casos, construidos sin regirse en alguna norma de construcción, y sería de gran importancia que los docentes y estudiantes de la Unidad Académica de Ingeniería Civil dispongan hacer éste tipo de análisis por el bienestar de la ciudadanía.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Rivadeneira, M. Segovia, A. Alvarado , J. Egred , L. Troncoso, S. Vaca y H. Yepes , «BREVES FUNDAMENTOS SOBRE LOS TERREMOTOS EN EL ECUADOR,» de *Breves Fundamentos sobre los Terremotos en el Ecuador*, Quito, Corporación Editorial Nacional, 2007, pp. 11-12.
- [2] V. Quintana, I. N. A. Duharte-González, Y. Ramírez y E. o. , «CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS EN UNA ZONA SÍSMICA,» *Ciencia en su PC*, vol. 1, n° 4, pp. 86 -96, 2019.
- [3] G. Agiular, E. Reinoso y M. Niño , «COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE FACHADAS PREFABRICADAS DE CONCRETO DEL TIPO "PISO A PISO",» *Ingeniería Sísmica*, n° 98, pp. 77-94, 2018.
- [4] J. De La colina Martínez y H. Ramírez De Alba , «CARACTERÍSTICAS DE LOS SISMOS Y SUS EFECTOS EN LAS CONSTRUCCIONES,» *Ciencia Ergo Sum*, vol. 6, n° 2, 1999.
- [5] R. Flanigan y L. Ferro, «VULNERABILIDAD,» *Revista Laguna*, vol. 30, n° 3, pp. 7-22, 2007.
- [6] G. Fernández , «PROPUESTA METODOLÓGICA: CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD GLOBAL ANTE LA AMENAZA SÍSMICA, EN ESPACIOS REGIONALES, CON EL USO DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS MULTIVARIABLES,» *Terra Nueva Etapa*, n° 54, pp. 127 -163, 2017.
- [7] M. Domínguez Caicedo, «PERIODOS DE VIBRACIÓN DE LAS EDIFICACIONES,» *Revista de Arquitectura*, vol. 8, n° 2, pp. 1 -13, 2014.
- [8] A. G. Mendoza y L. F. Serna Hernandez, «VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INFRAESTRUCTURA ESCOLAR URBANA EN GIRARDOT-CUNDINAMARCA,» *Universidad Piloto de Colombia-Bogotá*, vol. 28, n° 68, pp. 23-31, 2015.
- [9] M. E. Rodríguez, «UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LA PRÁCTICA DE DISEÑO POR SISMO DE ESTRUCTURAS EN MÉXICO,» *Revista de Ingeniería Sísmica*, n° 94, pp. 27- 48, 2016.
- [10] D. Candebat Sánchez y G. Godínez Malgares, «METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DE PUENTES DE HORMIGÓN ARMADO,» *Informes de la Construcción*, vol. 70, n° 549 (e247), pp. 1 - 11, 2018.
- [11] J. D. Benjamín y S. C. Lockart, «METODOLOGÍA PARA LA EVALUCACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y EDIFICACIONES DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE,» *Ciencia y Sociedad*, vol. 36, n° 2, pp. 256-275, 2011.
- [12] A. Marinilli, N. Fernandez, O. A. López y G. D. Coronel, «INSPECCIÓN DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN ÁREAS SÍSMICAS DE VENEZUELA,» *Revista de la Facultad de Ingeniería U. C. V.*, vol. 30, n° 1, pp. 81 - 92, 2015.
- [13] D. A. Díaz Fuentes, «UN METODO SIMPLIFICADO PARA EVALUAR EL RIESGO SÍSMICO Y PRIORIZAR LA ATENCIÓN DE LOS BIENES CULTURALES INMUEBLES: EL CASO DE CHILE,» *Investigación/Research*, n° 15, pp. 46-62, 2017.
- [14] L. F. Caballero-Cornier, T. J. Chuy- Roríguez, F. Calderín-Mestre y Z. Rivera-Álvarez, «ESTIMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SUELO BAJO ACCIÓN SÍSMICA. CASO DE ESTUDIO; EDIFICIO EMCOMED,» *Ciencia en su PC*, vol. 1, n° 1, pp. 68-85, 2019.

6. ANEXOS



Anexo 1: Vista Frontal del bloque de aulas de la Esc. Diego Minuche G.



Anexo 2: Vista Posterior del bloque de aulas de la Esc. Diego Minuche G.



Anexo 3: Visualización de columnas y vigas peraltadas.



Anexo 4: Columna y viga exterior peraltada



Anexo 5: Acceso a escaleras



Anexo 6: Presencia de corrosión en el piso



Anexo 7: Juntas de Construcción



Anexo 5: Entrada de Acceso Escuela Lic. Diego Minuche Garrido.

