UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

Evaluación de tipologías estructurales existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

AUTOR:

Delgado Hernández Danny Fidel

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO CIVIL

TUTOR:

Ing. Ponce Vásquez Guillermo Alfonso, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

09 de febrero de 2024

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 **Delgado Hernández Danny Fidel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil.**

TUTOR

f. _____

Ing. Ponce Vásquez Guillermo Alfonso, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f._____

Ing. Alcívar Bastidas Stefany Esther, M.Sc.

Guayaquil, a los 9 días del mes de febrero del año 2024

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Delgado Hernández Danny Fidel**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: **Evaluación de tipologías estructurales existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas,** 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 9 días del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR

f. _____

Delgado Hernández Danny Fidel

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Delgado Hernández Danny Fidel**

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 estructurales existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

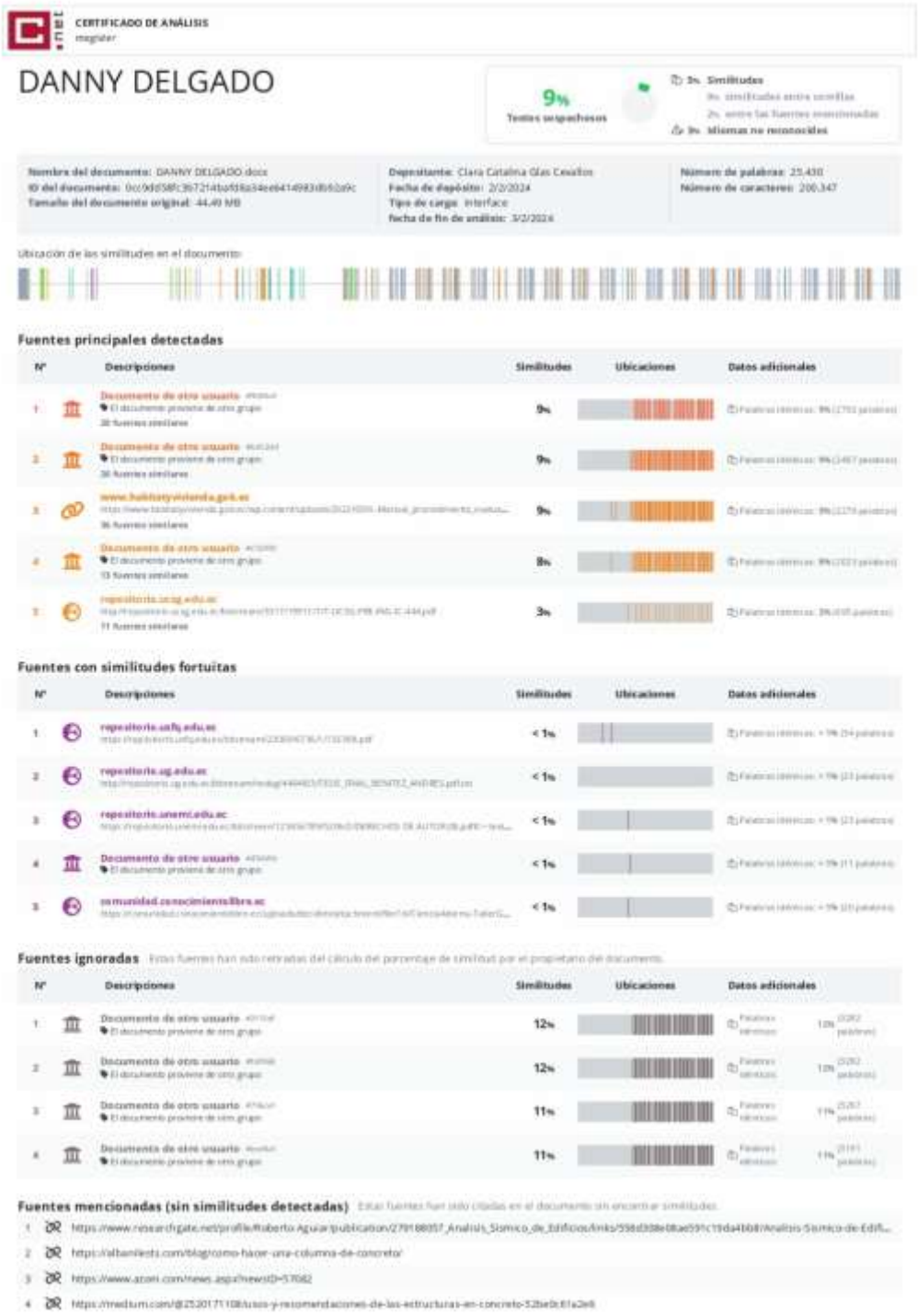
Guayaquil, a los 9 días del mes de febrero del año 2024

EL AUTOR:

f. _____

Delgado Hernández Danny Fidel

REPORTE COMPILATIO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

DANNY DELGADO

9%
Textos sospechosos

3% Similitudes
0% similitudes entre sí mismas
2% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: DANNY DELGADO.docx
ID del documento: 0cc9d658fc367214bd98a34ee641493d8b62a9c
Tamaño del documento original: 44.49 MB

Depositante: Clara Catalina Glas Cevallos
Fecha de depósito: 2/2/2024
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 3/2/2024

Número de palabras: 25.430
Número de caracteres: 200.347

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo · 28 fuentes similares	9%		Palabras idénticas: 9% (2701 palabras)
2	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo · 28 fuentes similares	9%		Palabras idénticas: 9% (2487 palabras)
3	www.habitatyvivienda.gob.ec · 36 fuentes similares	9%		Palabras idénticas: 9% (2279 palabras)
4	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo · 13 fuentes similares	8%		Palabras idénticas: 8% (2021 palabras)
5	repositorio.ucsg.edu.ec · 11 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (818 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uniq.edu.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (54 palabras)
2	repositorio.ug.edu.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
3	repositorio.unemi.edu.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
4	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	comunidad.conocimientolibre.ec	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo	12%		Palabras idénticas: 12% (3282 palabras)
2	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo	12%		Palabras idénticas: 12% (3282 palabras)
3	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo	11%		Palabras idénticas: 11% (2967 palabras)
4	Documento de otro usuario · El documento proviene de otro grupo	11%		Palabras idénticas: 11% (2931 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1. https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Aguiar/publication/279188057_Analisis_Sismico_de_Edificios/links/558d308e08ae59fc19da4b68/Analisis-Sismico-de-Edifi...
2. https://albanilesta.com/blog/como-hacer-una-columna-de-concreto/
3. https://www.azom.com/news.aspx?newsID=57082
4. https://medium.com/@2520171108/usos-y-recomendaciones-de-las-estructuras-en-concreto-52be0c81a2e6

f. _____

Ing. Ponce Vásquez Guillermo Alfonso, M.Sc.

AGRADECIMIENTO

A Dios, *por permitirme cumplir este hermoso sueño, no dejarme caer en ningún momento, guiarme a lo largo de la carrera.*

A mis padres, *Fidel Delgado y Betty Hernández, por ser los artífices de todo esto, porque siempre confiaron en mí, incluso cuando yo no lo hacía. Por sus palabras de aliento, por haber hecho todo lo posible para que no me falte nada. Gracias a mi papá por ser mi héroe y adoración y a mi madre por ser mi fortaleza y mi apoyo para seguir siempre adelante en los momentos más difíciles que pude vivir.*

A mis amigos. *Víctor, Gabriel, Miguel, Pablo, José, Sebastián, Jorge, Fabricio, Colón, Pilla, Joselyne y Naomy, entre otros. Gracias a ellos por haber hecho de la universidad un mejor lugar y haber demostrado que en este lugar también se encuentran excelentes personas a los que puedo llamar amigos.*

A mi enamorada, *Bethzabeth que ha sido la motivación extra para alcanzar esta dichosa victoria, acompañándome en el final del camino, ayudándome, entendiéndome e incluso, desvelándose conmigo a pesar de mis incertidumbres y cansancio.*

A mi tutor, *Ingeniero Guillermo Ponce por haber confiado en mi para este proyecto, ser mi guía y mi equipo en este trabajo de titulación.*

Finalmente, a todas las personas que formaron parte de mi vida durante esta etapa y que también son parte de este logro.

¡Gracias!

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a mis padres y a mis hermanos, por los valores infundados y compartidos a lo largo de mi vida.

A mis amigos que considero hermanos de mi ciudad natal, que siempre estuvieron apoyándome en todo momento y han estado ansiosos porque llegue mi momento.

A cada una de las personas que confiaron en mí y en especial a los que no lo hicieron, esto es para ustedes.

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Von Buchwald De Janon, Federico Guillermo, Ph.D.

DECANO

f. _____

Ing. Yépez Roca, Luis Octavio, M.Sc.

COORDINADOR DEL ÁREA

Firmado electrónicamente por:
JAIME FRANCISCO
HERNANDEZ
BARREDO

f. _____

Ing. Hernández Barredo, Jaime Francisco, M.Sc.

OPONENTE

ÍNDICE

CAPÍTULO I 2

1. INTRODUCCIÓN 2

1.1. Planteamiento del problema..... 2

1.2. Antecedentes 3

1.3. Generalidades..... 4

1.4. Objetivo General 5

1.5. Objetivos Específicos. 5

1.6. Alcance 5

1.7. Justificación 5

CAPÍTULO II 7

2. MARCO TEÓRICO..... 7

2.1. Tipología Estructural 7

2.1.1. Estructura..... 7

2.1.2. Concepto de Tipología Estructural 8

2.2. Fundamentos de la clasificación estructural..... 8

2.2.1. Elementos estructurales..... 9

2.3. Sistema de información geográfica (SIG)..... 15

2.3.1. Componentes de un SIG:..... 16

2.3.2. Funcionalidades y Aplicaciones de los SIG:..... 16

2.3.3. Elementos Clave de los SIG:..... 17

2.3.4. Softwares de Sistemas de Información Geográfica 17

CAPÍTULO III 20

3. Implementación de metodología de observación en campo 20

3.1. Vulnerabilidad sísmica 20

3.1.1. Vulnerabilidad sísmica en el Ecuador 20

3.2. Irregularidades de las edificaciones 21

3.2.1. Irregularidad vertical 21

3.2.2. Irregularidad en planta 26

3.3. Inspecciones sísmicas 29

3.3.1. Planificación 30

3.3.2. Recolección de la información 30

3.3.3. Procedimiento de detección visual rápida parte I 31

CAPITULO IV 47

4. DESARROLLO 47

4.1. Datos de la zona de estudio 47

4.1.1. Zona Antigua y Central 47

CAPÍTULO V 50

5. RESULTADOS 50

5.1. Resultados individuales de estructuras 50

5.2. Análisis de resultados de riesgo del sector 54

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64

6.1. Conclusiones 64

6.2. Recomendaciones 66

7. BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS 67

7.1. Bibliografía 67

7.2. Anexos 70

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vigas conectadas a columna. Tomada de (Azo Materials, 2021). 9

Ilustración 2. columnas en proceso constructivo. Tomada de (Albañiles Trust Service, 2022). 11

Ilustración 3. Estructura con un sistema de pórticos. Tomada de (Bastidas, 2019). 12

Ilustración 4. Los arcos son estructuras muy resistentes que garantizan la funcionalidad de las estructuras y además aportan un sentido de elegancia, belleza y grandiosidad a la arquitectura. Tomada de (Hoy Aragón, 2021). 13

Ilustración 5. Puente peatonal atirantado del estadio de Barcelona Sporting Club, ciudad de Guayaquil – Ecuador. Tomada de (Borja, 2010). 14

Ilustración 6. Muros de hormigón armado para sótano. Tomada de (Tronch, 2022). 14

Ilustración 7. Mapa de peligro sísmico del Ecuador. Tomado de (NEC, 2015). 20

Ilustración 8. Irregularidad vertical geométrica. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).....21

Ilustración 9. Irregularidad vertical por ubicación. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).....21

Ilustración 10. Irregularidad vertical por piso débil. 22

Ilustración 11. Irregularidad vertical por columna corta y columna larga. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 22

Ilustración 12. Comportamiento de un sistema estructural con columna corta. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 23

Ilustración 13. Irregularidad vertical por ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 23

Ilustración 14. Irregularidad vertical por distribución de masa. Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).....24

Ilustración 15. Irregularidad vertical por piso flexible. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 25

Ilustración 16. Irregularidad vertical por adiciones de pisos. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 25

Ilustración 17. Irregularidad en planta por estructuras irregulares por forma. Tomada de (Trujillo, 2020).....26

Ilustración 18. Irregularidad en planta por discontinuidades de sistema de piso. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 27

Ilustración 19. Los centros comerciales adoptan muy a menudo este tipo de formas con discontinuidad de sistema de piso. Tomada de (Concepto, 2023).....27

Ilustración 20. Irregularidad en planta por sistema de ejes estructurales no paralelos. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 28

Ilustración 21. Irregularidad en planta por torsión. Centro de rigidez no es semejante al centro de masa. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 28

Ilustración 22. Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica para edificaciones. Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 33

Ilustración 23. Datos de la edificación. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 34

Ilustración 24. Apartado de ocupación. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 34

Ilustración 25. Apartado de tipo de suelo. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 35

Ilustración 26. Apartado de riesgos geológicos - Adyacencia - Irregularidades y Peligro de caída de exteriores. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 36

Ilustración 27. Estructura de Madera (W1). Tomado de (Diario Crítico, 2022). 37

Ilustración 28. Pórtico de acero laminado. Tomado de (Montajes, Ingeniería & Construcción. MIC S.A.S, 2023). 38

Ilustración 29. Pórtico de acero laminado con diagonales (S2). Tomada de (Salazar, 2015). 38

Ilustración 30. Pórtico de acero laminado en frío (S3). Tomado de (Montajes, Ingeniería & Construcción. MIC S.A.S, 2023). 39

Ilustración 31. Pórtico de acero con muro estructural de hormigón armado (S4). Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 39

Ilustración 32. Pórtico de acero con mampostería de bloque (S5). Tomado de (García, 2018). 40

Ilustración 33. Mampostería sin refuerzo. Tomado de (Vargas, 2019). 40

Ilustración 34. Mampostería reforzada (RM). Tomado de (GC Construcciones, 2017). 41

Ilustración 35. Pórticos de hormigón armado (C1). Tomado de (Engineering, 2015) 41

Ilustración 36. Pórtico de hormigón armado con muro estructural de ascensor. Tomado de (Reyes, 2014). 42

Ilustración 37. Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo (C3). Tomado de (Habitissimo, 2021). 42

Ilustración 38. Hormigón armado prefabricado (PC). Tomado de (Ferrocar, 2022). .43

Ilustración 39. Apartado de código de la construcción. Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020). 43

Ilustración 40. Apartado de tipo de suelo. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 45

Ilustración 41. Puntajes mínimos y puntaje final. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 46

Ilustración 42. Zona Antigua y Central del Cantón Milagro, provincia del Guayas georreferenciada mediante el software QGis. 48

Ilustración 43. Plano Urbano del Cantón Milagro 2023. Tomado de información catastral. 49

Ilustración 44. Manzanas 33 y 34 de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia. 49

Ilustración 45. Formulario FEMA P - 154, usado para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación ubicado en la calle Chile y calle Olmedo, en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia. 50

Ilustración 46. Formulario FEMA P - 154, usado para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación ubicado en la calle Eloy Alfaro y calle 24 de mayo, en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.....51

Ilustración 47. Formulario FEMA P - 154, usado para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación ubicado en la calle Eloy Alfaro y calle 24 de mayo, en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.....52

Ilustración 48. Identificación de tipologías estructurales en el software. Fuente: elaboración propia. 53

Ilustración 49. Edificaciones de alta vulnerabilidad sísmica. 54

Ilustración 50. Inspección en sitio. Realización de examen de detección visual rápida.

Fuente: Elaboración propia. 70

Ilustración 51. Personal de ayuda para el análisis de tipologías estructurales. 71

Ilustración 52. Formato de formulario utilizado para los exámenes de detección visual rápida aplicando la metodología FEMA P - 154. 72

Ilustración 53. Inspección en sitio. Calle 24 de mayo, sector comercial de la Zona Antigua y central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.....73

Ilustración 54. Edificaciones con peligro de golpes con edificios adyacentes. Fuente: Elaboración propia. 74

Ilustración 55. Estructura en las calles Rocafuerte y 24 de mayo con irregularidades verticales de adición de un piso y piso débil en planta baja. Fuente: Elaboración propia.....75

Ilustración 56. Edificio con irregularidad en planta, ejes estructurales no paralelos. Fuente: Elaboración propia. 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipología del sistema estructural usado en formulario de detección visual rápida. Fuente: elaboración propia.....37

Tabla 2. Puntaje mínimo y puntaje final. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad. 46

Tabla 3. Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.....55

Tabla 4. Clasificación de las edificaciones por tipología estructural. 56

Tabla 5. Irregularidades verticales en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. 58

Tabla 6. Irregularidades en planta en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. 59

Tabla 7. Etapas de los años de construcción. 60

Tabla 11. Número de pisos de las edificaciones. 61

Tabla 12. Tipo de uso de las edificaciones. 62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas..... 55

Gráfico 2. Clasificación de Tipologías Estructurales..... 56

Gráfico 3. Irregularidades verticales en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas..... 59

Gráfico 4. Irregularidades en planta en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas..... 60

Gráfico 5. Etapas de los años de construcción. 61

Gráfico 6. Número de pisos de las edificaciones..... 62

Gráfico 7. Tipo de uso de las edificaciones..... 63

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como propósito fundamental la creación de una base de datos dentro de un sistema de información geográfica, orientada a identificar las características estructurales de los edificios ubicados en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Para lograr este objetivo, se empleará una metodología de investigación de campo basada en el formulario FEMA P – 154, el cual consiste en un examen visual rápido para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones existentes en la zona.

El principal resultado esperado es la ubicación de las distintas tipologías estructurales en el software de información geográfica, así como la determinación de la vulnerabilidad sísmica de la mencionada zona. Estos datos serán fundamentales para establecer futuras soluciones destinadas a mitigar el riesgo sísmico en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas, contribuyendo así a la seguridad y bienestar de sus habitantes.

Palabras claves: Tipologías Estructurales, FEMA P – 154, Sistema de Información Geográfica, Vulnerabilidad Sísmica, Observación en Campo, Cantón Milagro.

ABSTRACT

The main purpose of this research project is to create a database within a geographic information system (GIS) aimed at identifying the structural characteristics of buildings located in the Zona Antigua y central of Milagro canton, Guayas province. To achieve this goal, a field research methodology based on the FEMA P-154 form will be employed, which consists of a rapid visual examination to assess the seismic vulnerability of buildings.

The main expected result is the location of different structural typologies in the geographic information software, as well as the determination of the seismic vulnerability of the mentioned area. This data will be crucial for establishing future solutions aimed at mitigating seismic risk in the Zona Antigua y Central of Milagro canton, thus contributing to the safety and well-being of its inhabitants.

Keywords: Structural Typologies, FEMA P-154, Geographic Information Systems, Seismic Vulnerability, Field Observation, Milagro Canton.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La elaboración de edificaciones en Ecuador, lamentablemente en su gran mayoría no cuentan con diseños adecuados frente a eventos de vulnerabilidad sísmica, la mayoría de las edificaciones se han construido antes de que exista un código e incluso se siguen construyendo edificaciones sin considerar el código actual (NEC) la cual fue actualizada en el año 2015 y adicional, se realiza una mala práctica constructiva (Chávez, 2016).

La elaboración de evaluaciones para todas las edificaciones de una zona determinada requiere una gran inversión de tiempo para la elaboración de evaluaciones de todas las edificaciones de una región, utilizando un método sísmico apropiado y profundo. Frente a limitaciones de tiempo se complica la implementación de una evaluación exhaustiva sísmica de ese tipo, optando un método de evaluación que sea más rápido y de bajo costo. Bajo la idea de saber identificar cada una de las edificaciones que se encuentren vulnerables o deficientes, surge la necesidad de elaborar un panorama apropiado del estado de éstas. Se requiere tener con el conocimiento suficiente para identificar cuales tendrían una respuesta sísmica aceptable y cuáles no.

Al aplicar el método FEMA P-154 en las edificaciones existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas, se podrá identificar posibles causas de vulnerabilidad de las edificaciones en el contexto teórico del método, evaluando la viabilidad de la implementación del método, con la finalidad de cumplir con la metodología, realizando un estudio sistemático y ordenado propuesto por el método

FEMA P-154. Con una inspección exhaustiva de campo a cada uno de los bloques analizando el formato de registro de datos.

1.2. Antecedentes

Ecuador se encuentra en una región altamente propensa a sismos, lo que implica que los diseñadores estructurales deben enfocarse principalmente en el diseño sísmico al construir edificios. Es fundamental generar conciencia de que los terremotos en sí no causan víctimas mortales, sino más bien son las estructuras mal diseñadas las que representan un peligro (Aguiar, 2008).

El terremoto del 16 de abril de 2016 tuvo como víctimas mortales a 671 personas, estimó los costos de reconstrucción en $ 3,344 mil millones y tuvo 4,511 réplicas (Lara, Aguirre, & Gallegos , 2018). Pero sobre todo se lamenta hasta hoy el terrible impacto social que esto produjo y las secuelas que deja en el ámbito económico nacional. Existieron daños materiales extensos, incluyendo el colapso de edificaciones. Este terremoto sirvió como una llamada de atención sobre la importancia de la preparación y la construcción de estructuras resistentes para hacer frente a futuros eventos sísmicos

En base al trabajo de titulación de Pablo Sandoya aplicando el método FEMA P-154 (Sandoya, 2022), en un análisis realizado en la en la zona que comprende las parroquias Sucre, 9 de octubre, Cdla. Ferroviaria y Bellavista, en la ciudad de Guayaquil, concluye en que se necesita mejorar los controles al momento de levantar edificaciones por parte de profesionales, ya que el conocimiento empírico de personas no profesionales en el ámbito constructivo puede afectar el desempeño de las estructuras. Asimismo, indica que en las zonas céntricas se evidencian vulnerabilidades sísmicas altas por la falta de criterio en el proceso constructivo de las estructuras.

Bajo esas conclusiones, se cree en la importancia de realizar esta investigación sobre la vulnerabilidad sísmica y obtener una base de datos en la cual tengamos características estructurales de las edificaciones existentes en la Zona Antigua y Central.

1.3. Generalidades

En el campo de la ingeniería y la arquitectura, el estudio y la evaluación de tipologías estructurales existentes juegan un papel fundamental para el desarrollo y la mejora de las edificaciones.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta que combina datos geográficos (información espacial) con tecnología informática para capturar, almacenar, administrar, analizar y presentar información geográfica de manera visual. Estos sistemas permiten entender y tomar decisiones basadas en la relación entre la geografía y los datos asociados.

La utilización del método FEMA P-154 desarrollado por la Agencia Federal para el manejo de Emergencias (FEMA) permitirá realizar un examen visual rápido en las estructuras existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas considerando aspectos como la tipología estructural, el tipo de suelo, distintas irregularidades que puedan existir.

La importancia de esta investigación radica en su contribución a la seguridad y mitigación del riesgo sísmico en la zona de estudio. Al evaluar las tipologías estructurales existentes utilizando el método FEMA P-154, se identificarán las fortalezas y las debilidades de las construcciones, así como las posibles áreas de mejora y las acciones correctivas necesarias.

1.4. Objetivo General

Crear una base de datos en un sistema de información geográfica que permita conocer las características estructurales de las edificaciones existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

1.5. Objetivos Específicos.

- Conocer la vulnerabilidad de las edificaciones existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas, aplicando la metodología FEMA P-154.
- Ubicar en el software de sistema de información geográfica las diferentes tipologías estructurales existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

1.6. Alcance

Se realizará la creación de una base de datos en un sistema de información geográfica para clasificar las distintas características estructurales de la zona de estudio.

Se procederá a realizar una inspección visual y rápida en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas para evaluar las tipologías estructurales y se usará el método FEMA P-154, el cual se centra en el análisis de vulnerabilidad sísmica.

Se tendrán clasificadas las tipologías estructurales que existen en la zona de estudio y así tener identificadas las estructuras según su tipología estructural y su vulnerabilidad.

1.7. Justificación

La investigación presente mostrará diferentes razones y criterios que se considerará de suma relevancia para su desarrollo.

El presente análisis de estudio es importante ya que se ha recopilado variedad información bibliográfica y de campo permitiendo desarrollar progresivamente la creación de una base de datos y el estudio de la vulnerabilidad de las edificaciones existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

Es importante realizar una base de datos porque se tendrá la información de la zona ya clasificada y ordenada, asimismo, el conocimiento de la vulnerabilidad sísmica de una zona determinada es fundamental para posibles cálculos de mitigación de riesgos o planes de prevención.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Tipología Estructural

2.1.1. Estructura

Es lo que se refiere a un sistema que es organizado y además compuesto por elementos interconectados que son resistentes y suministran estabilidad a una construcción. En el ámbito ingenieril y arquitectónico, las estructuras se diseñan para soportar cargas que pueden ser estáticas (por ejemplo, el peso propio de la estructura) o las cargas dinámicas (como fuerzas externas como sismos, vientos o cargas aplicadas).

Las estructuras pueden ser de diversos tipos y formas, desde simples y pequeñas, como una mesa o una silla, hasta complejas y de gran escala, como un puente o un gran edificio. Estas pueden estar compuestas de diferentes materiales como el acero, hormigón, madera o materiales compuestas. Se diseñan para cumplir con requisitos de resistencia, durabilidad, estabilidad y funcionalidad los cuales son específicos para cada proyecto.

Las estructuras se estudian y analizan en términos de su comportamiento bajo diferentes cargas y se emplean principios de la mecánica estructural y la ingeniería para garantizar que sean seguras y cumplan con los estándares de diseño aplicables. El diseño estructural busca optimizar la eficiencia y la economía de la estructura, asegurando que sea capaz de resistir las fuerzas y deformaciones a las que será sometida durante su vida útil.

2.1.2. Concepto de Tipología Estructural

Es la categorización de las estructuras según su forma, configuración y comportamiento estructural. Se basa en identificar y agrupar las estructuras en función de características comunes, como el tipo de sistema estructural, la disposición de los elementos, la forma de resistir las cargas y las estrategias constructivas utilizadas.

La tipología estructural nos ayuda a comprender y analizar las diferentes soluciones y enfoques utilizados en el diseño y construcción de estructuras. Proporciona un marco de referencia para identificar y estudiar las características distintivas de cada tipo de estructura, lo que permite comparar su desempeño, ventajas y limitaciones.

2.2. Fundamentos de la clasificación estructural

Es la categorización de las estructuras según diferentes criterios y características. Se pueden clasificar por:

- Por tipo de carga: se pueden clasificar por el tipo de carga que deben resistir, como la carga gravitacional (gravedad), carga lateral (viento o sismo) o carga dinámica (por ejemplo, movimiento de maquinaria).
- Por sistema estructural: se basa en el tipo de sistema estructural utilizado en la construcción de la estructura.
- Clasificación por material: se clasifican según el tipo de material utilizado en su construcción, como el acero, hormigón armado, madera, aluminio, etc.
- Por forma: se basan en la forma o configuración de la estructura como lineales (puentes y torres), estructuras curvas (cúpulas y bóvedas), estructuras planas (losas y muros), entre otros.

- Por función: en ocasiones las estructuras se clasifican según su función o uso específico, como estructuras residenciales, industriales, estructuras de transporte y estructuras de almacenamiento.

2.2.1. Elementos estructurales

Se clasifican en superficiales, forjados, lineales

- Lineales:
  - Vigas: este elemento tiene de función principal resistir cargas actuantes de forma perpendicular a su mismo eje. Son elementos que la mayoría de los casos trabajan a flexión y son sometidos a momentos flectores y de corte. Los tipos de vigas dependen del funcionamiento, de cómo está constituida la sección y del material con el que se las fabricó.

Ilustración 1. Vigas conectadas a columna. Tomada de (Azo Materials, 2021).

- Columnas: básicamente lo que hace la columna es soportar cargas verticales y transferirlas hacia los elementos de la cimentación. Son fundamentales en la estabilidad y resistencia de las estructuras, ya que, proporcionan el soporte vertical necesario para resistir las cargas gravitacionales y fuerzas laterales, como las generadas por el viento o los sismos. Pueden estar construidas de diferentes materiales y tiene una forma alargada con secciones transversales diversas. En el diseño y la construcción de columnas, se consideran varios aspectos importantes. La resistencia es una de ellas y se dimensiona el tamaño y la cantidad de armadura, en el caso de columnas de hormigón armado, para resistir tensiones y deformaciones. La estabilidad es otro factor clave para evitar el pandeo, la cual es una falla en la columna que se deforma lateralmente bajo las cargas de compresión. Se utilizan refuerzos como estribos o placas para incrementar estabilidad. La durabilidad también es esencial en los diseños de columnas, esta más depende de la calidad de los materiales elegidos para la construcción y de la protección de la columna para evitar factores ambientales como la corrosión y la degradación.

Ilustración 2. columnas en proceso constructivo. Tomada de (Albañiles Trust Service, 2022).

- Pórticos: son sistemas estructurales compuestos por columnas y vigas que distribuyen verticales y horizontales en una estructura. Ofrecen resistencia y estabilidad al soportar cargas verticales y transferir cargas horizontales. Existen diferentes tipos de pórticos según las necesidades de diseño. Son flexibles, fáciles de construir y se adaptan a diferentes formas arquitectónicas. En su diseño se considera la resistencia de columnas y vigas, estabilidad ante cargas horizontales, conexión entre elementos y la capacidad sísmica, asegurando la seguridad y la integridad estructural.

Ilustración 3. Estructura con un sistema de pórticos. Tomada de (Bastidas, 2019).

- Arcos: son elementos estructurales curvos utilizados para soportar y distribuir las cargas. Pueden construirse con diferentes materiales y se caracterizan por su resistencia y capacidad para construir estructuras grandes. Existen varios tipos de arcos con aplicaciones específicas. En su diseño se consideran la geometría, el material, las cargas y las fuerzas generadas. Los arcos son elementos icónicos en la arquitectura por su belleza, pero también por su resistencia. Su diseño y construcción requieren un análisis detallado y conocimientos en mecánica estructural para garantizar su funcionalidad y durabilidad.

Ilustración 4. Los arcos son estructuras muy resistentes que garantizan la funcionalidad de las estructuras y además aportan un sentido de elegancia, belleza y grandiosidad a la arquitectura. Tomada de (Hoy Aragón, 2021).

- Cables o tirantes: elementos estructurales resistentes a fuerzas de tracción en una estructura y transmitirlas a los puntos de apoyo. Son fabricados con materiales resistentes a la tracción como el acero o materiales compuestos. Se utilizan en diversas aplicaciones como puentes colgantes, estructuras de membrana tensada y sistemas de cables en edificios altos. Se deben de tener en cuenta factores como la geometría del sistema de cables, las tensiones admisibles del material y las fuerzas de pretensado o postensado. Además, es fundamental la instalación y el anclaje de los cables para garantizar la efectividad y la seguridad estructural.

Ilustración 5. Puente peatonal atirantado del estadio de Barcelona Sporting Club, ciudad de Guayaquil – Ecuador. Tomada de (Borja, 2010).

- Superficiales:
  - Muros portantes: elementos rígidos que absorben la mayor parte de fuerzas de corte en los sismos. Aparte de resistir cargas sísmicas, resisten también las de gravedad.

Ilustración 6. Muros de hormigón armado para sótano. Tomada de (Tronch, 2022).

- Losas: es un elemento estructural horizontal, plano y rígido. Se utilizan para crear superficies planas en diferentes niveles de un edificio, pisos o cubiertas. Proporcionan resistencia estructural y distribuye las cargas de manera uniforme a los elementos de soporte (vigas, columnas, muros, etc.). Existen diversos tipos de losas y su elección depende de factores como el diseño, las cargas aplicadas y los materiales disponibles. Requieren análisis estructurales detallados y tiene que cumplir estándares para asegurar su resistencia, estabilidad y durabilidad.
    - Losas unidireccionales: trasmiten cargas en una sola dirección, determinada por nervios y viguetas presentes en la estructura.
    - Losas bidireccionales: transmiten las cargas en dos direcciones. Estos elementos contienen nervios o viguetas en ambas direcciones, formando una especie de rejilla. Trabajan a flexión en ambas direcciones y en ocasiones están sujetos a esfuerzos axiales.

2.3. Sistema de información geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta integral que permite capturar, almacenar, analizar y presentar datos geográficos de manera visual. Estos sistemas combinan información espacial y atributiva para ayudar en la toma de decisiones y el análisis de patrones y relaciones geográficas. Aquí tienes una visión más

detallada sobre los componentes, aplicaciones y elementos clave de los SIG:

2.3.1. Componentes de un SIG:

- *Datos Geográficos:* Estos son la base del SIG. Pueden incluir mapas digitales, imágenes satelitales, fotografías aéreas, datos topográficos, entre otros.
- *Datos Atributivos:* Son datos no espaciales que se asocian a ubicaciones geográficas. Pueden ser números, fechas, texto u otros tipos de información.
- *Software SIG:* Las aplicaciones de software, como ArcGIS, QGIS y otros, permiten la creación, gestión, análisis y visualización de datos geográficos.
- *Hardware:* Los sistemas informáticos y dispositivos como computadoras, servidores, dispositivos móviles y GPS son esenciales para operar un SIG.

2.3.2. Funcionalidades y Aplicaciones de los SIG:

- *Visualización:* Los SIG permiten crear mapas interactivos y visualizar datos geográficos de manera clara y comprensible.
- *Análisis Espacial:* Ayudan a identificar patrones, relaciones y tendencias en los datos, permitiendo la toma de decisiones informadas.
- *Geoprocesamiento:* Permite realizar operaciones matemáticas y estadísticas en datos geográficos, como superponer capas o calcular distancias.
- *Modelado y Simulación:* Los SIG pueden simular escenarios futuros y evaluar sus consecuencias en el entorno geográfico.
- *Edición y Captura de Datos:* Los datos pueden ser editados, actualizados

o capturados en campo usando dispositivos móviles o GPS.

- *Compartir y Colaborar:* Los SIG permiten compartir mapas y datos a través de la web, facilitando la colaboración y el acceso remoto.

2.3.3. Elementos Clave de los SIG:

- *Capas:* Los datos en un SIG se organizan en capas temáticas, que pueden incluir información sobre carreteras, ríos, ciudades, etc.
- *Georreferenciación:* El proceso de asignar coordenadas geográficas a datos, permitiendo ubicarlos en un mapa.
- *Metadatos:* Información que describe los datos, como su origen, precisión y atributos, para garantizar su correcta interpretación.
- *Topología:* Define las relaciones espaciales entre elementos, como contigüidad, conectividad y vecindad.
- *Proyecciones:* Dado que la Tierra es tridimensional y los mapas son bidimensionales, se utilizan proyecciones para representar la superficie terrestre en un plano.
- *Interoperabilidad:* La capacidad de los SIG para compartir datos y trabajar con diferentes formatos y sistemas.

Los SIG se aplican en diversas áreas, como planificación urbana, medio ambiente, agricultura, gestión de recursos naturales, transporte, seguridad, salud, y más. Son herramientas esenciales para comprender el mundo geográfico que nos rodea y tomar decisiones informadas basadas en información espacial.

2.3.4. Softwares de Sistemas de Información Geográfica

- *ArcGIS:* Desarrollado por Esri, ArcGIS es uno de los softwares SIG más

populares y completos. Ofrece una amplia gama de herramientas para la creación, análisis y visualización de datos geográficos.

- *QGIS:* Quantum GIS es un software SIG de código abierto. Es potente y versátil, y cuenta con una comunidad activa de desarrolladores que contribuyen con nuevas características y mejoras.
- *GRASS GIS:* Otra opción de código abierto, GRASS GIS es conocido por su robustez y su énfasis en el análisis y modelado geoespacial.
- *MapInfo Professional:* Desarrollado por Pitney Bowes, MapInfo Professional es un software SIG propietario utilizado para análisis y visualización de datos geográficos.
- *Google Earth Pro:* Aunque no es un software SIG en el sentido tradicional, Google Earth Pro permite visualizar y explorar datos geográficos en un formato intuitivo y fácil de usar.
- *Global Mapper:* Es un software versátil que combina funcionalidades SIG con herramientas de procesamiento de datos y análisis en 3D.
- *SAGA GIS:* Otra opción de código abierto, SAGA GIS se destaca por su enfoque en el análisis de terreno y modelado geoespacial.
- *Whitebox GAT:* Es un software SIG de código abierto enfocado en el análisis geomorfológico y análisis espacial en general.
- *GeoDa:* Diseñado para el análisis de datos espaciales y la exploración de patrones geográficos, es ampliamente utilizado en la estadística espacial.
- *FME:* Aunque es más conocido por la transformación de datos, FME también se utiliza como plataforma para procesar y analizar datos

geoespaciales.

Cada uno de estos softwares tiene sus propias características y ventajas, por lo que la elección dependerá de las necesidades y preferencias específicas del usuario.

2.3.4.1. QGIS

Software que consta de un conjunto de aplicaciones con las cuales se pueden crear desde base de datos, mapas, incluso consultar datos geoespaciales. El programa Quantum GIS es gratuito y permite manejar formatos como el ráster y vectoriales, así como bases de datos (Universidad Veracruzana, 2013).

CAPÍTULO III

3. Implementación de metodología de observación en campo

3.1. Vulnerabilidad sísmica

La peligrosidad sísmica se refiere a la probabilidad de que ocurran movimientos del suelo con ciertos parámetros, como aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad, dentro de un período de tiempo específico y en una región determinada. En otras palabras, el estudio de peligrosidad sísmica busca obtener una caracterización precisa de los niveles de movimiento del suelo que una estructura en particular deberá resistir, en la medida de lo posible.

La vulnerabilidad, como parte integral del riesgo, puede ser identificada antes de un desastre, lo cual destaca la importancia de realizar inversiones adecuadas en medidas de mitigación para reducirla.

3.1.1. Vulnerabilidad sísmica en el Ecuador

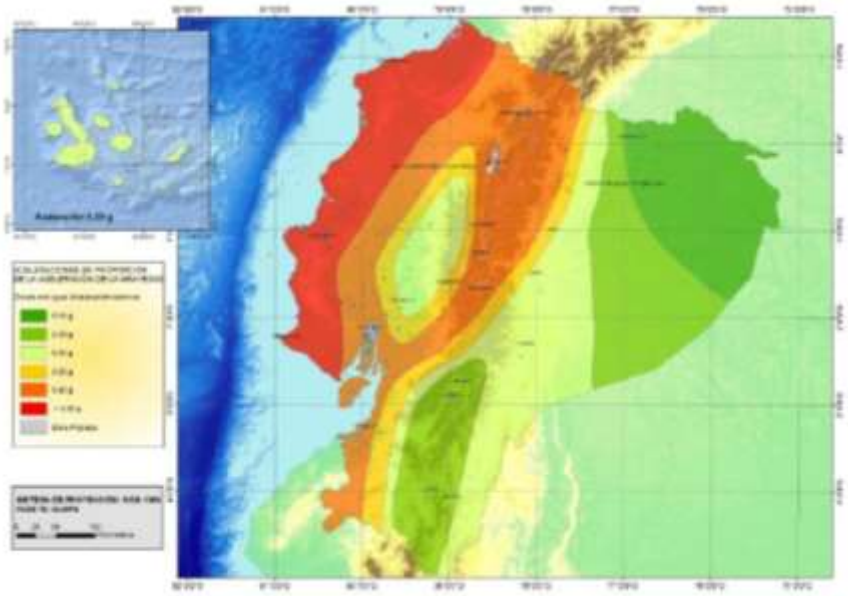


Ilustración 7. Mapa de peligro sísmico del Ecuador. Tomado de (NEC, 2015).

3.2. Irregularidades de las edificaciones

3.2.1. Irregularidad vertical

3.2.1.1. Irregularidad geométrica

Se considera que una edificación es irregular en planta cuando la dimensión del sistema resistente en un piso es más de 1.3 veces mayor que la misma dimensión en un piso adyacente. Esta definición no se aplica a los altillos que constan de un solo piso (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

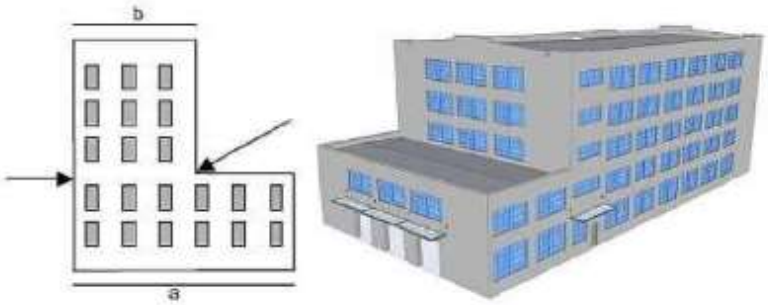


Ilustración 8. Irregularidad vertical geométrica. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.1.2. Irregularidad por ubicación

En el caso de que la edificación esté ubicada en una zona con una pendiente pronunciada y a lo largo de la pronunciada pendiente haya al menos un piso de altura (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

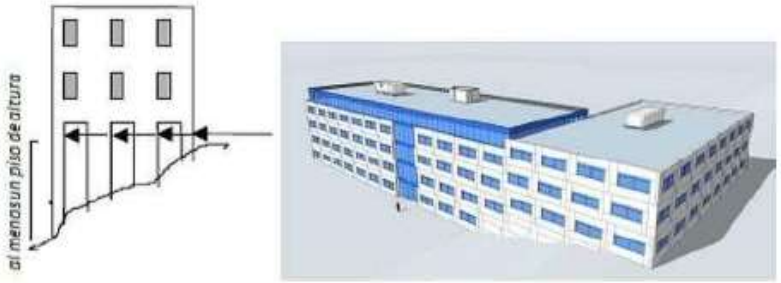


Ilustración 9. Irregularidad vertical por ubicación. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.1.3. Piso débil

Es cuando la rigidez de uno de los pisos es dramáticamente menor que gran parte de los demás niveles edificados. Que exista menos mampostería portante o con muros estructurales.

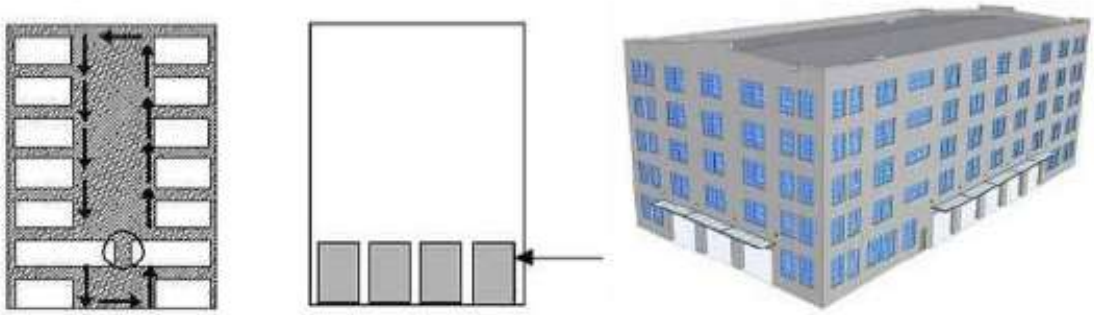


Ilustración 10. Irregularidad vertical por piso débil.

3.2.1.4. Columna corta o larga

Se considera columna corta cuando su longitud es menor que su longitud crítica, lo que implica que su capacidad de carga está principalmente determinada por su resistencia a la compresión. En contraste, una columna se considera larga cuando su longitud supera su longitud crítica, lo que conlleva una mayor influencia de las cargas laterales y una reducción en su capacidad de carga debido a la inestabilidad.

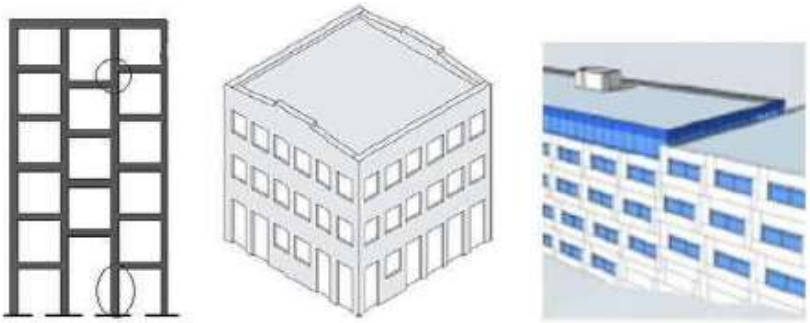


Ilustración 11. Irregularidad vertical por columna corta y columna larga. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

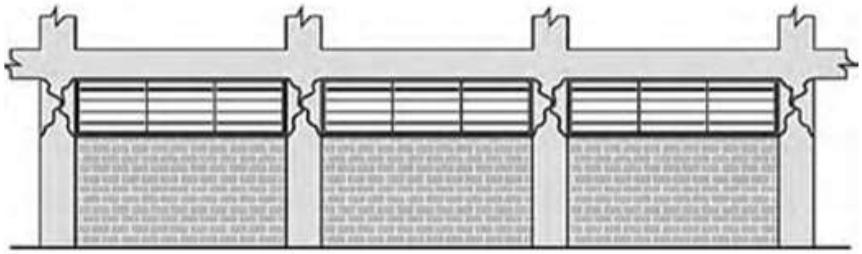


Ilustración 12. Comportamiento de un sistema estructural con columna corta. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.1.5. Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas

La irregularidad en la estructura de una edificación se presenta cuando hay desplazamientos en la alineación de elementos verticales que superan la dimensión horizontal de dichos elementos.

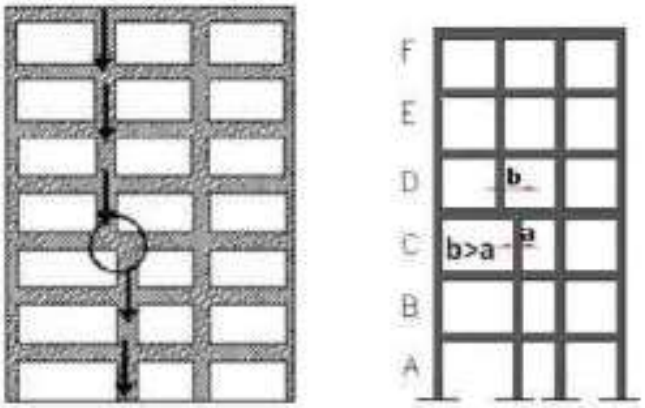


Ilustración 13. Irregularidad vertical por ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.1.6. Distribución de masa

La estructura de una edificación se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es superior a 1.5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, a excepción del piso de cubierta, que debe ser más ligero que el piso inferior.

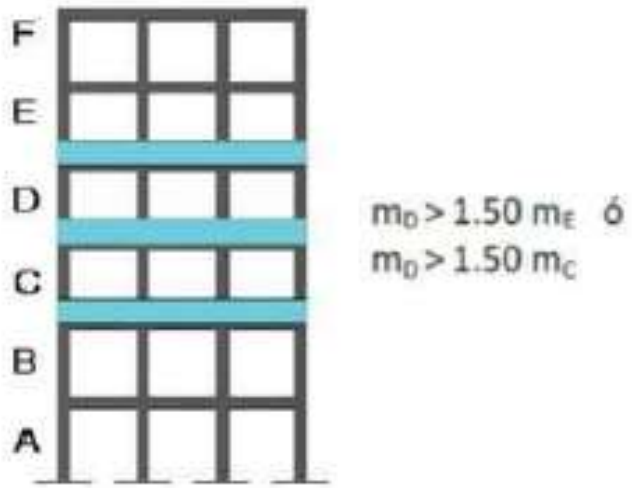
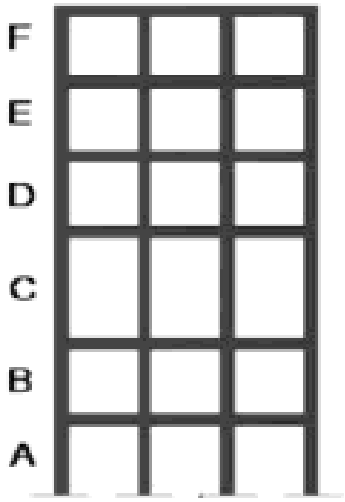


Ilustración 14. Irregularidad vertical por distribución de masa. Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.1.7. Piso flexible

Se produce cuando hay diferencias significativas en la rigidez y capacidad de deformación entre los pisos de una estructura, lo que resulta en un comportamiento desigual ante cargas y movimientos sísmicos. Esta irregularidad puede comprometer la distribución de fuerzas y tensiones, aumentando el riesgo de daños y afectando la estabilidad de la estructura. Es crucial considerar y abordar esta irregularidad durante el diseño y construcción para asegurar la seguridad y resistencia de la edificación ante eventos sísmicos.



$$\text{Rigidez } K_c < 0.70 \text{ Rigidez } K_D$$

$$Rigidez < 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$$

Ilustración 15. Irregularidad vertical por piso flexible. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.1.8. Adiciones

Es cuando se realizan agregados de uno o más pisos que no estaban previstos en el diseño original. Estas adiciones, que están fuera del alcance inicial, pueden causar desequilibrios en la distribución de cargas y fuerzas dentro de la estructura. Esto puede comprometer la estabilidad y la resistencia de la edificación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

Ilustración 16. Irregularidad vertical por adiciones de pisos. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.2. Irregularidad en planta

3.2.2.1. Forma

Cuando la estructura posee una forma de L, T, I, U, E o forma de cruz, sin juntas de construcción es cuando se vuelve irregular.

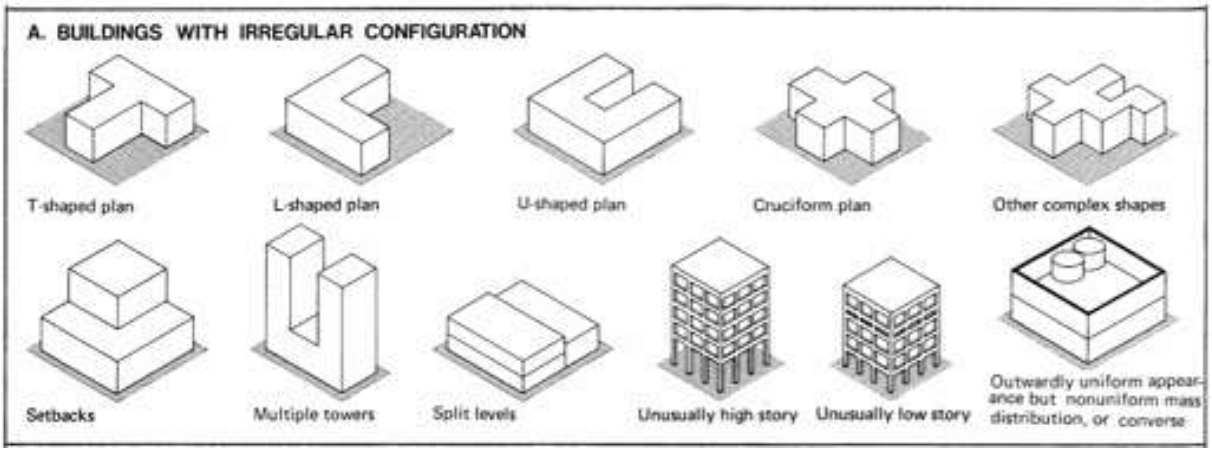


Ilustración 17. Irregularidad en planta por estructuras irregulares por forma. Tomada de (Trujillo, 2020).

3.2.2.2. Discontinuidades en el sistema de piso

Cuando el sistema de piso presenta discontinuidades notables o diferencias significativas en su rigidez. Estas irregularidades se deben a la presencia de aberturas, salientes o huecos que representan más del 50% del área total del piso. Estas discontinuidades afectan la distribución de cargas y fuerzas en la estructura, lo que puede comprometer su estabilidad y resistencia. Es importante reconocer y abordar adecuadamente estas irregularidades durante el diseño y la construcción de la edificación, tomando medidas para asegurar una distribución equilibrada de las cargas y minimizar los riesgos asociados (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

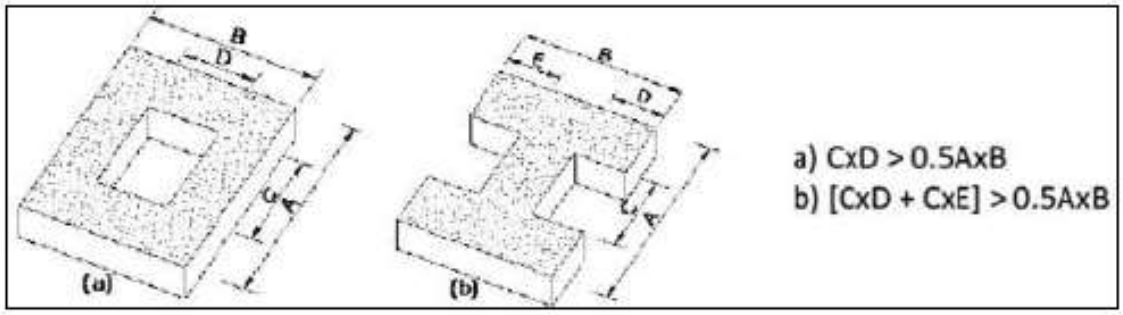


Ilustración 18. Irregularidad en planta por discontinuidades de sistema de piso. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

Ilustración 19. Los centros comerciales adoptan muy a menudo este tipo de formas con discontinuidad de sistema de piso. Tomada de (Concepto, 2023).

3.2.2.3. Ejes estructurales no paralelos

Cuando los ejes estructurales no se alinean paralela o simétricamente con los ejes ortogonales principales de la estructura.

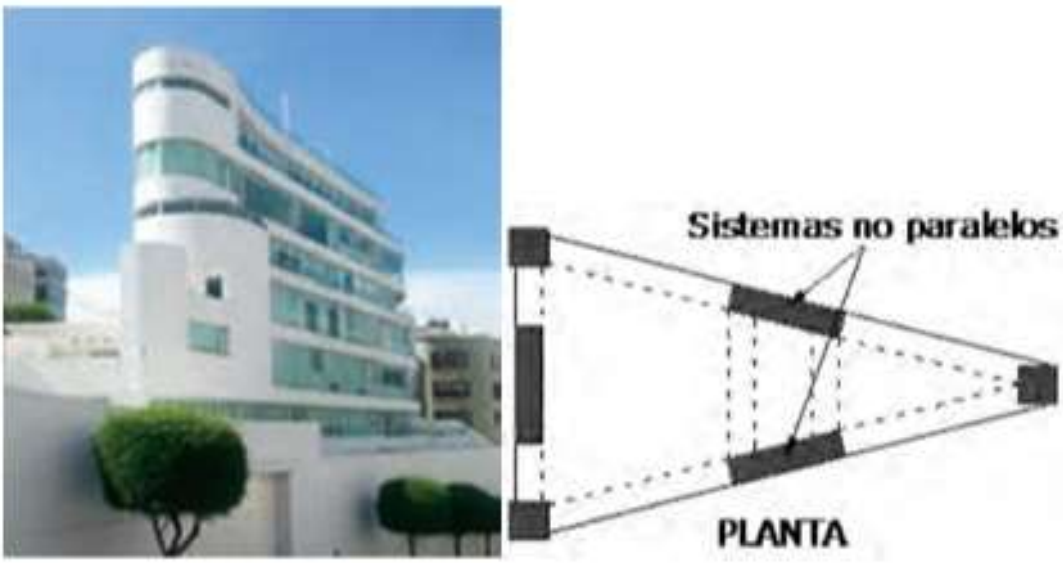


Ilustración 20. Irregularidad en planta por sistema de ejes estructurales no paralelos. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.2.2.4. Torsión

Es cuando el centro de la rigidez de un sistema de estructura no es semejante al centro de masa.

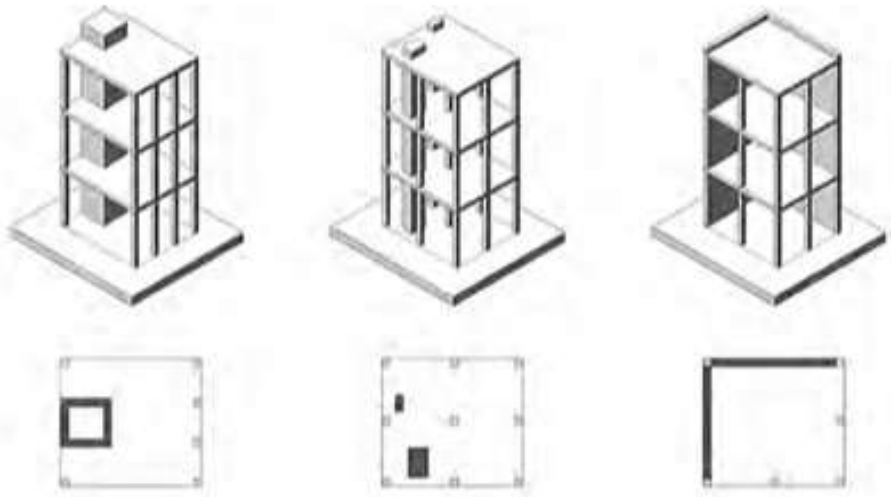


Ilustración 21. Irregularidad en planta por torsión. Centro de rigidez no es semejante al centro de masa. Tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción indica que en el caso de edificaciones que se sustentan en muros estructurales, resulta crucial que en el diseño se incluyan muros ubicados en dos direcciones ortogonales o cercanas a la ortogonalidad, y que la longitud de dichos muros en ambas direcciones sea lo más equitativamente posible (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.3. Inspecciones sísmicas

En nuestro país, se ha implementado un sistema de evaluación visual del peligro sísmico basado en el estándar FEMA P-154. Este sistema tiene como objetivo evaluar las construcciones existentes y clasificarlas en tres categorías. La primera categoría incluye edificios con baja vulnerabilidad, lo que significa que tienen un bajo riesgo de sufrir daños y brindan seguridad a sus ocupantes durante los sismos. La segunda categoría abarca construcciones con vulnerabilidad media, las cuales se encuentran dentro de ciertos parámetros aceptables. Por último, la tercera categoría engloba edificaciones con alta vulnerabilidad, para las cuales se recomienda realizar estudios más detallados a cargo de un ingeniero experto en diseño estructural.

La guía práctica propuesta por la NEC-15 utiliza un procedimiento similar para clasificar las estructuras en tres categorías: edificios con baja vulnerabilidad sísmica, edificios con media vulnerabilidad sísmica y edificios con alta vulnerabilidad sísmica.

El procedimiento RVS o Detección Visual Rápida, para proporcionar una herramienta de detección para evaluar edificios existentes aproximadamente de 15 a 30 minutos. Se trata de una revisión visual del edificio, por lo que tenemos que hacer un estudio del edificio en el sitio. Caminar a sus alrededores y por dentro en caso de tener acceso al mismo.

Este procedimiento tiene como objetivo separar a los edificios en buen estado o poco vulnerables, para centrarnos en las edificaciones potencialmente vulnerables, esto, tiene como finalidad, ahorrar tiempo y hacer un estudio más profundo a estas estructuras. También nos sirve para llevar un inventario de los edificios de determinada zona. Tiene algunas limitaciones como:

- Algunos edificios peligrosos pueden no ser identificados.
- Algunos edificios adecuados se los podría identificar como peligrosos.
- La precisión de los resultados va a depender de la experiencia del observador y la minuciosidad de las actividades previas a la clasificación.

3.3.1. Planificación

Se tienen que definir metas y objetivos, definir el alcance y la planificación del trabajo en campo.

3.3.2. Recolección de la información

- Definir metas y objetivos.
- Seleccionar los evaluadores.
- Definir el alcance y el presupuesto.
- Planificar el trabajo en campo.
- Definir el entrenamiento o capacitación de aquellas personas que se encargarán de las inspecciones en sitio.
- Adquirir datos previos de las construcciones del campo.
- Seleccionar y modificar formulario de recogida de datos.
- Realizar una selección de datos de campo.
- Realizar comprobaciones dentro de las edificaciones en caso de tener

acceso.

- Comprobar la calidad de los datos de la observación.
- Análisis de resultados disponibles para la toma de decisiones.

3.3.3. Procedimiento de detección visual rápida parte I

3.3.3.1. Planificación previa al campo

- Definir proyecto y capacitar al personal.
- Determinar la región sísmica.
- Determinar fechas de adaptación del código sísmico.
- Determinar los datos de tipo de suelo.

3.3.3.2. Proyección de campo

En la sección del formulario se define el nivel de sismicidad, que indica el nivel de actividad sísmica de la región en la que se encuentra el edificio. Luego, se recopila información sobre el edificio mismo, como dirección, coordenadas geográficas, parámetros de movimiento del suelo y detalles sobre su diseño y ocupación.

Se enumeran 17 tipos de edificios y se les asigna una puntuación básica en función de su capacidad para resistir el movimiento sísmico de una región de alta sismicidad.

La sección final del formulario es un resumen de la evaluación, donde se registran acciones requeridas y se resumen los resultados de la evaluación. También se capturan otros peligros relacionados con el edificio que no se puntúan, pero que son importantes de tener en cuenta, como la posibilidad de licuefacción del suelo.

Para determinar el riesgo sísmico, el primer paso es determinar la sismicidad de la región donde se encuentra el edificio. Estos mapas muestran diferentes niveles de

sismicidad en diferentes áreas del país.

Una vez que se obtienen los valores de movimiento del suelo, se comparan con una tabla en el documento P-154 para determinar el nivel de sismicidad. La tabla clasifica la sismicidad en cinco categorías: baja, moderada, moderadamente alta, alta y muy alta.

Además de la sismicidad, las fechas de adopción del código de construcción son importantes para modificar la puntuación básica. Si el edificio se construyó antes de que se adoptaran las disposiciones sísmicas en el código, se aplica un factor de modificación negativo. Por otro lado, si el edificio se construyó de acuerdo con las últimas disposiciones sísmicas del código, se aplica un factor de modificación positivo.

3.3.3.3. Formulario del procedimiento de detección visual rápida

En esta parte consiste en llenar los formularios de recopilación de datos en el sitio. Si es una inspección visual, debería tomar de entre 15 y 30 minutos, en caso de ser posible acceder al interior de la edificación, se realizará una recopilación de datos sobre el interior. Se recomienda que el trabajo en el campo se realice en grupos de dos personas y ser lo más detallistas posibles.

El formulario de recolección de datos de Nivel 1 es utilizado para documentar información relevante sobre los edificios durante el proceso de evaluación sísmica. El formulario FEMA P – 154 fue creado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias para detectar posibles riesgos sísmicos.

A continuación, se presenta un resumen detallado de las secciones del formulario:

CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154

Nivel 1
Muy alta sismicidad

100	FOTOGRAFIA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE	101	DATOS EDIFICACION		
		102	Nombre de la Edificación:		
		103	Dirección:		
		104	Sitio de referencia:	105	Código Postal
		106	Tipo de uso:		
		107	Latitud:	108	Longitud:
		107A	Zona: 107B Norte:	108A	Este:
		109	Sp.	110	S1:
		111	DATOS DEL PROFESIONAL		
		112	Nombre del evaluador:		
		113	Cédula del evaluador	115	Fecha
		114	Registro SENESCYT	116	Hora:
		117	DATOS CONSTRUCCION		
		118	Numero de Pisos:		
		119	Sobre el Suelo	120	Bajo el Suelo
		121	Año de construcción:	122	Area de Construcción
		123	Código Año:	124	Año(s) Remodelación:
		124	Adiones: Ninguna [ ] SI [ ]	125	Número de Predio
				126	Clave Catastral

200	OCUPACION:						
201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia		
202	Industria		Oficina		Educación		
203	Utilidad		Almacén		Residencial #		
203A	Histórico		Albergue		Público		

204	TIPO DE SUELO:												
204A	A		B		C		D		E		F		DNK
204B	Roca Dura		Roca Debil		Suelo Denso		Suelo Duro		Suelo Blando		Suelo Pobre		Si DNK, Asumir F
204C													

205	RIESGOS GEOLOGICOS						
206	Licuefacción:		Deslizamiento:		Ruptura de Superficie:		
206A	SI		SI		SI		
206B	NO		NO		NO		
206C	DNK		DNK		DNK		

207 Adyacencia

207A [ ] Golpes 207B [ ] Peligro de caída del Edificio Adyacente

208 Irregularidades:

208A [ ] Elevación (Tipo/severidad)

208B [ ] Planta (Tipo)

209 Peligro de Caída Exteriores

209A		Chimeneas sin soporte lateral	209D		Apéndices
209B		Reves. Pesado o de chapa de madera pesada	209E		Parapetos
209C		Otros			

210 COMENTARIOS

[ ] Dibujos o comentarios en una página aparte

PLANTA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

300 TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1		309	Pórtico Hormigón Armado	C1
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A		310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un area de piso mayor a 500m2	W2		311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
304	Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1		312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1
305	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2		313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frio	S3		314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4		315	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rigidos	RM2
308	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5		316	Edificios de Mampostería no reforzada	URM
				317	Vivienda prefabricada	MH

400 PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

401	PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RS/CM)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TilT)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
402	PUNTAJE BÁSICO	2,1	1,9	1,8	1,5	1,40	1,6	1,4	1,2	1	1,2	0,9	1,1	1	1,1	1,1	0,9	1.1
403	IRREGULARIDADES																	
403A	Irregularidad vertical Grave,VL1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	NA
403B	Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
404C	Irregularidad en planta, PL1	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
405	CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	0
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1,9	1,9	2	1	1,1	1,1	1,5	NA	1,4	1,7	NA	1,5	1,7	1,6	1,6	NA	0,5
406	SUELO																	
406A	Suelo Tipo A o B	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
406B	Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C	Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,1
406D	Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	NA	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	NA	-0,1	-0,2	-0,2	0	NA
407	Puntaje Mínimo	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1
408	PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN																	

500 GRADO DE REVISIÓN

501 Exterior:
[ ] Parcial [ ] Todos los Lados [ ] Aereo

502 Interior:
[ ] Ninguno [ ] Visible [ ] Completo

503 Planos revisados: [ ] Si [ ] No

504 Fuente del Tipo de suelo:

505 Fuente del Peligro Geológico:

506 Personas de Contacto:

Celular:

Correo:

600 OTROS RIESGOS:

Hay peligro que amerite una evaluación estructural detallada?

601 [ ] Golpeo Potencial (a menor que SL2>limite, si es conocido)

602 [ ] Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos

603 [ ] Riesgo geológico o tipo de Suelo F

604 [ ] Daño significativo/deterioro del sistema estructural

700 ACCIÓN REQUERIDA:

Requiere evaluación estructural detallada?

701 [ ] El tipo de edificación FEMA desconocido o otro edificio

702 [ ] El puntaje menor que el límite

703 [ ] El otros peligros presentes

704 [ ] NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)

705 [ ] Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

706 [ ] No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

707 [ ] No, no se identifican peligros no estructurales

708 [ ] DNK= no conoce

Cuando los datos no puedan ser verificados, el inspector deberá anotarlo siguiente rio: DET=Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 OBSERVACIONES:

FIRMA RESPONSABLE EVALUACION

Referencia del formulario: FEMA P 154 (2013), Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Fabi Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral
SHEP-MIDUVI

Ilustración 22. Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad sísmica para edificaciones. Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.3.3.4. Componentes del formulario

- Esquina superior derecha del formulario: Esta sección se utiliza para registrar la ubicación del edificio, el nombre del evaluador y la fecha de evaluación.

101	DATOS EDIFICACION					
102	Nombre de la Edificación:					
103	Dirección:					
104	Sitio de referencia:				105	Código Postal
106	Tipo de uso:					
107	Latitud:				108	Longitud:
107A	Zona:		107B	Norte:	108A	Este:
109	Ss:				110	S1:

Ilustración 23. Datos de la edificación. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

- Edad del edificio: Esta información es importante para evaluar el riesgo sísmico. En la etapa de planificación previa al trabajo de campo, se recomienda obtener esta información de bases de datos, ya que puede ser difícil de determinar al estar frente al edificio.
- Ocupación del edificio: Aquí se selecciona la categoría de ocupación del edificio, como asamblea, comercial, servicios de emergencia, industrial, oficina, escuela, servicios públicos y residencial. La categoría "residencial" incluye hoteles, moteles, casas y apartamentos. Las instalaciones de asamblea pública son aquellas en las que se espera la presencia de 300 o más personas, como teatros o iglesias. Esta información es relevante para priorizar los edificios que albergan a más personas en caso de un terremoto.

200	OCUPACION:					
201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia	
202	Industria		Oficina		Educación	
203	Utilidad		Alamacén		Residencial #	
203A	Histórico		Albergue		Público	

Ilustración 24. Apartado de ocupación. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

- Casillas de verificación adicionales: Se proporcionan casillas de verificación para indicar si el edificio es un refugio histórico o una instalación gubernamental. Los refugios son especialmente importantes, ya que deben funcionar adecuadamente después de un terremoto.
- Tipo de suelo: En la parte inferior del formulario, se debe indicar el tipo de suelo en el que se encuentra el edificio. Si esta información no se ha recopilado durante la planificación previa al trabajo de campo, se debe marcar la opción "DNK" (no se sabe), lo que resultará en una puntuación de "D" para el tipo de suelo.

204	TIPO DE SUELO:													
204A		A		B		C		D		E		F		DNK
204B	Roca Dura		Roca Débil		Suelo Denso		Suelo Duro		Suelo Blando		Suelo Pobre		Si DNK,	
204C														

Ilustración 25. Apartado de tipo de suelo. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

- Peligros geológicos: Esta sección permite anotar la presencia de riesgos geológicos como licuefacción, deslizamientos de tierra y ruptura superficial de fallas. Idealmente, esta información se habrá obtenido durante la planificación previa al trabajo de campo utilizando mapas del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos).
- Edificios adyacentes: Si se han observado edificios cercanos al edificio evaluado, se puede registrar esta información. Se pueden consultar las pautas en FEMA P-154 para determinar si la proximidad y altura de los edificios adyacentes representan una preocupación.
- Peligros de caída exteriores: Aquí se pueden indicar los peligros de caída más comunes que se observen en el exterior del edificio, como chimeneas

frágiles, antepechos, revestimientos pesados, apéndices, entre otros. Aunque estos elementos no afectan directamente la puntuación final, sí influyen en el rendimiento del edificio.

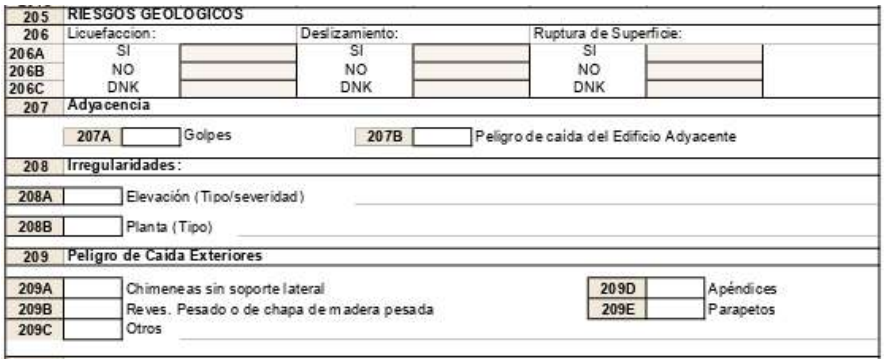

205 RIESGOS GEOLOGICOS
206 Licuefaccion: | Deslizamiento: | Ruptura de Superficie:
206A SI | SI | SI
206B NO | NO | NO
206C DNK | DNK | DNK
207 Adyacencia
207A Golpes
207B Peligro de caida del Edificio Adyacente
208 Irregularidades:
208A Elevación (Tipo/severidad)
208B Planta (Tipo)
209 Peligro de Caida Exteriores
209A Chimeneas sin soporte lateral
209B Reves. Pesado o de chapa de madera pesada
209C Otros
209D Apéndices
209E Parapetos

Ilustración 26. Apartado de riesgos geológicos - Adyacencia - Irregularidades y Peligro de caída de exteriores. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

3.3.3.5. Tipología del sistema estructural

Los 17 tipos de sistema estructural para el estudio FEMA P-154 son los siguientes:

Tipología del Sistema Estructural	
W1	Pórticos de madera livianos, viviendas multifamiliares de uno a dos pisos.
W1A	Pórticos de madera livianos, múltiples unidades, múltiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300 m^2.
W2	Pórticos de madera para edificios comerciales e industriales con un área de piso mayor a 500 m^2.
S1	Pórtico acero laminado (pórtico resistente a momento).
S2	Pórtico acero laminado con diagonales.
S3	Pórtico acero liviano o conformado en frío.
S4	Pórtico acero laminado con muros estructurales hormigón.
S5	Pórtico acero con paredes de mampostería de bloque.
C1	Pórtico hormigón armado.

C2	Pórtico hormigón armado con muros de corte.
C3	Pórtico hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo.
PC1	Losas prefabricadas de hormigón.
PC2	Pórtico de hormigón armado prefabricados.
RM1	Edificios de mampostería reforzada con diagramas flexibles.
RM2	Edificios de mampostería reforzada con diagramas rígidos.
URM	Edificios de mampostería no reforzada.
MH	Vivienda prefabricada.

Tabla 1. Tipología del sistema estructural usado en formulario de detección visual rápida. Fuente: elaboración propia.

3.3.3.5.1. Pórticos de madera livianos, vivienda multifamiliares de uno a dos pisos (W1)

Estructura conformada por elementos estructurales de madera. Es muy común que fallen en las uniones. Tienen uno o dos pisos como máximo y de peso ligero.

Ilustración 27. Estructura de Madera (W1). Tomado de (Diario Crítico, 2022).

3.3.3.5.2. Pórtico de acero laminado (S1)

Se constituye principalmente con vigas y columnas elaboradas de perfiles

estructurales que son laminados en altas temperaturas (en caliente) o se conforman por placas que asimismo son laminadas en altas temperatura.

Ilustración 28. Pórtico de acero laminado. Tomado de (Montajes, Ingeniería & Construcción. MIC S.A.S, 2023).

3.3.3.5.3. Pórtico de acero laminado con diagonales (S2)

Es un pórtico de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras de acero.

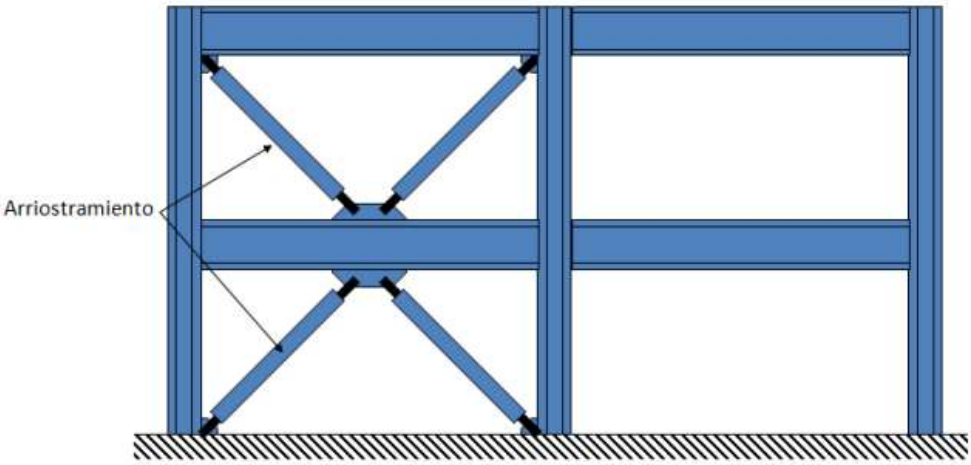


Ilustración 29. Pórtico de acero laminado con diagonales (S2). Tomada de (Salazar, 2015).

3.3.3.5.4. Pórtico de acero laminado en frío (S3)

Pórtico de acero laminado en bajas temperaturas.

Ilustración 30. Pórtico de acero laminado en frío (S3). Tomado de (Montajes, Ingeniería & Construcción. MIC S.A.S, 2023).

3.3.3.5.5. Pórtico de acero laminado con muros estructurales de hormigón (S4)

Cuando tenemos el cajón de un ascensor o unas gradas.

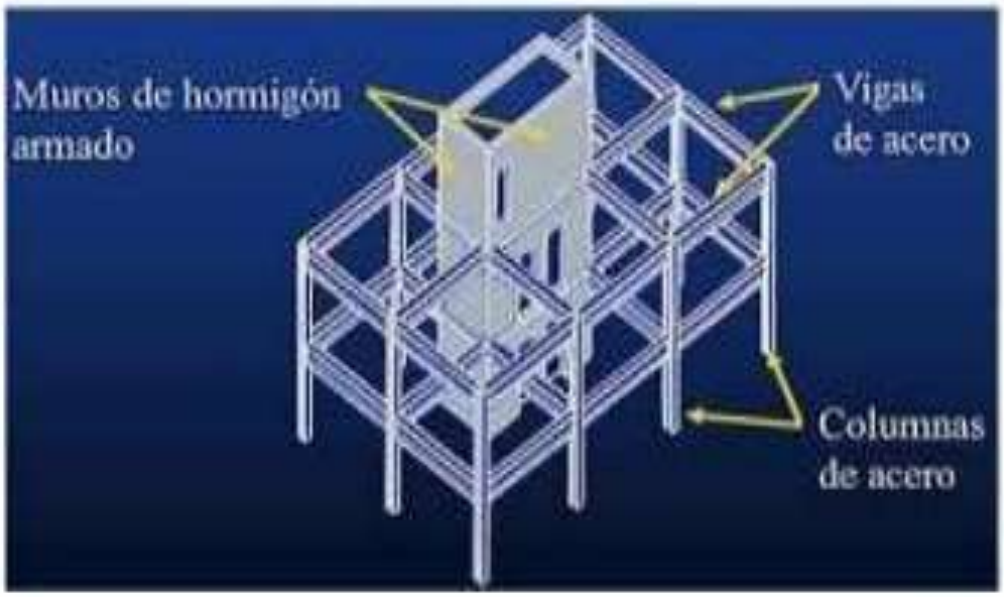


Ilustración 31. Pórtico de acero con muro estructural de hormigón armado (S4). Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.3.3.5.6. Pórtico de acero con mampostería de bloque (S5)

Estructura con paredes de bloques de mampostería.

Ilustración 32. Pórtico de acero con mampostería de bloque (S5). Tomado de (García, 2018).

3.3.3.5.7. Mampostería sin refuerzo (URM)

Paredes que no poseen el refuerzo que les da las varillas de acero.

Ilustración 33. Mampostería sin refuerzo. Tomado de (Vargas, 2019).

3.3.3.5.8. Mampostería reforzada (RM)

Paredes poseen refuerzo de varillas de acero.

Ilustración 34. Mampostería reforzada (RM). Tomado de (GC Construcciones, 2017).

3.3.3.5.9. Pórticos de hormigón armado (C1)

Es una estructura con pórticos simples de hormigón armado.

Ilustración 35. Pórticos de hormigón armado (C1). Tomado de (Engineering, 2015)

3.3.3.5.10. Pórticos de hormigón armado con muros estructurales (C2)

Sistema estructural que utiliza vigas, columnas de hormigón armado y muros estructurales para soportar cargas laterales.

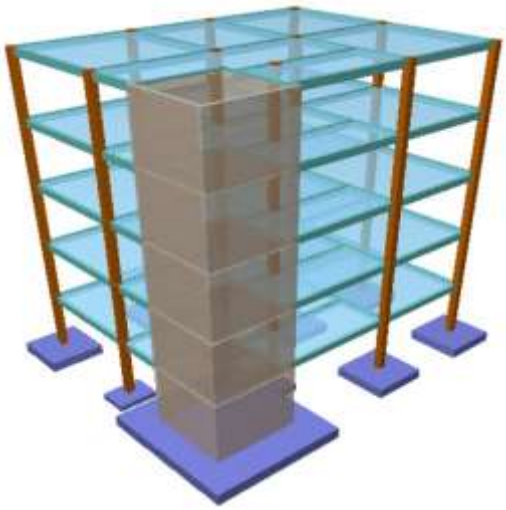


Ilustración 36. Pórtico de hormigón armado con muro estructural de ascensor. Tomado de (Reyes, 2014).

3.3.3.5.11. Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo (C3)

Estructura formada por elementos estructurales como vigas y columnas de hormigón y muros de mampostería sin varillas de acero.

Ilustración 37. Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo (C3). Tomado de

(Habitissimo, 2021).

3.3.3.5.12. Hormigón armado Prefabricado (PC)

Estructuras de hormigón armado prefabricadas. Los elementos estructurales están ensamblados y conectados. Las malas conexiones pueden fallar.

Ilustración 38. Hormigón armado prefabricado (PC). Tomado de (Ferrocar, 2022).

3.3.3.6. Código de la construcción

En este apartado se define el código de construcción. es importante saber el año en que fue construida la edificación para conocer el año del código de la construcción.

405	CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN						
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-1.1	-1	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1

Ilustración 39. Apartado de código de la construcción. Tomado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

Se definen tres edades:

- ***Etapa pre-código (construido antes de 2001) o auto construcción:*** este modificador se lo utiliza cuando las construcciones son construidas antes del año 2001. En el año 2001 se creó la primera zonificación sísmica en el Ecuador. O cuando el edificio muestre señales que se la construyó sin la supervisión de un profesional (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).
- ***Construido en etapa de transición (entre 2001 y 2015):*** se utiliza este modificador de puntaje cuando la edificación se haya construida entre los años 2001 y 2015 (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).
- ***Post código moderno (construido a partir de 2015:*** se utiliza este modificado cuando una edificación se construyó después del 2015, año de referencia del código actual vigente (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2020).

3.3.3.7. Tipo de suelo

- Para este apartado, los suelos tipo A y B no se consideran que vayan a ser afectadas ante un evento sísmico.
- Para un suelo tipo D no se aplica ningún modificador de puntaje.
- Para los suelos tipo F no existe modificador de puntuación, ya que se considera que una edificación con suelo tipo F no se puede examinar eficazmente.

SUELO				
Suelo Tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4
Suelo Tipo D	0	0	0	0
Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2
Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6

Ilustración 40. Apartado de tipo de suelo. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

Tipo de suelo C: perfiles de suelos densos o rocas blandas, la velocidad de onda de corte del suelo entre 360 y 760 m/s (360 m/s > Vs ≥ 180 m/s) o que cumplan con cualquiera de los siguientes criterios:

- Promedio de numero de golpes de penetración estándar mayor o igual a 50 (N ≥ 50).
- Resistencia al cortante no drenado menor a 50 kPa (Su ≥ 100).

Tipo de suelo D: perfiles de suelos rígidos, con velocidad de onda de corte de suelo mayores o iguales a 180 m/s pero menores que 360 m/s (360 m/s > Vs ≥ 180 m/s) o con suelos que cumplan con cualquiera de las siguientes condiciones:

- Ensayos de penetración estándar mayores o iguales pero menores que 50 (50 > N ≥ 15).
- Resistencia de corte no drenado donde sea mayor o igual a 50 kPa pero menor a 100 kPa (100 kPa > Su ≥ 50 kPa).

Tipo de suelo E: perfiles con velocidad de onda de corte del suelo menores a 180 m/s (Vs < 180 m/s) o perfiles que contienen un espesor total H mayor a 3 metros de arcillas blandas con índice de plasticidad mayor a 20 (IP > 20), contenido de agua mayor o igual al 40% (w ≥ 40%) y resistencia al corte no drenado menor a 50 kPa (Su < 50 kPa).

3.3.3.8. Puntaje Mínimo y Puntaje Final

Cada tipología estructural tiene un puntaje inicial y un puntaje mínimo. El puntaje final deberá ser comparado con los valores iniciales y mínimos. De este puntaje dependerá la consideración de la edificación. Al puntaje inicial se le restarán los modificadores de puntuación en el caso de tenerlos.

300	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL						
301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1		309	Pórtico Hormigón Armado	C1	X
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A		310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2	
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industricales con un area de piso mayor a 500m2	W2		311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3	
304	Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1		312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1	
305	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2		313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2	
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frio	S3		314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1	
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4		315	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rigidos	RM2	
308	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5		316	Edificios de Mampostería no reforzada	URM	
				317	Vivienda prefabricada	MH	

400	PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1																	
		TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
401	PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM ING)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
402	PUNTAJE BÁSICO	3.6	3.2	2.9	2.1	2.00	2.6	2	1.7	1.5	2	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1	15
403	IRREGULARIDADES																	
403A	Irregularidad vertical Grave,VL1	-1.2	-1.2	-1.2	-1	-1	-1.1	-1	-0.8	-0.9	-1	-0.7	-1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
403B	Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
404C	Irregularidad en planta, PL1	-1.1	-1	-1	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
405	CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-1.1	-1	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.1
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
406	SUELO																	
406A	Suelo Tipo A o B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
406B	Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C	Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0	0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
406D	Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
407	Puntaje Mínimo	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1
408	PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN									0.6								

Ilustración 41. Puntajes mínimos y puntaje final. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

PUNTAJE FINAL	CONSIDERACIÓN	SELECCIÓN
NIVEL 1 SL1 < Smin	Alta Vulnerabildad, requiere evaluación especial	
NIVEL 1 SL1 = Smin	Mediana Vulnerabilidad	
NIVEL 1 SL1 > Smin	Baja Vulnerabilidad	

Tabla 2. Puntaje mínimo y puntaje final. Tomado del formulario Nivel 1 de Alta Sismicidad.

CAPITULO IV

4. DESARROLLO

4.1. Datos de la zona de estudio

El cantón Milagro provincia del Guayas, limita al norte con los cantones Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan) y Simón Bolívar; por el sur limita con los cantones Yaguachi y Marcelino Maridueña; al este con Simón Bolívar y Naranjito y al oeste con el cantón Yaguachi. Por el lindero sur tiene un límite establecido naturalmente por el Río Chimbo, que separa a Milagro de los cantones Yaguachi y Marcelino Maridueña

Según el Departamento de Ordenamiento Territorial del cantón Milagro (Gobierno Autónomo Descentralizado de Milagro, 2014), en un estudio realizado en el 2014, la superficie del cantón es de 405,64 km^2 (4'156.400 Ha).

4.1.1. Zona Antigua y Central

Cuenta con una superficie de 0,58 Km^2 (58,43 Ha). La Zona Antigua y Central corresponde a la cabecera cantonal, la cual tiene como característica ser un suelo urbano consolidado donde su principal uso de suelo es el comercial de servicios, seguido del residencial y donde se prohíbe la presencia de industrias (Gobierno Autónomo Descentralizado de Milagro, 2014). La zona de estudio le pertenece a la zona 001, sector 002 según la nomenclatura catastral municipal de los predios asentados en la Zona Antigua y Central.

Se pudo verificar en sitio que en la zona de estudio existen estructuras denotan antigüedad, asimismo, existen estructuras obsoletas que actualmente lucen abandonadas. La Zona Antigua y Central se encuentra delimitada por el norte con la calle Guayaquil y calle Carlos Chiriguaya, al sur con el Río Milagro, al este con la calle Vargas

Torres y calle Eloy Alfaro y al oeste con la calle Roberto Astudillo y lotes particulares.

Se desarrolló una base de datos en el software QGis que nos permitió conocer las características estructurales de las edificaciones existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Entre las características tendremos: número de pisos, tipología estructural, materiales de construcción, edad de la edificación, entre otras.

Se utilizó el programa QGis y se procedió a georreferenciar la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

Ilustración 42. Zona Antigua y Central del Cantón Milagro, provincia del Guayas georreferenciada mediante el software QGis.

Se ordenaron los códigos catastrales a cada uno de los predios en base al Plano Urbano del Cantón Milagro.

Ilustración 43. Plano Urbano del Cantón Milagro 2023. Tomado de información catastral.

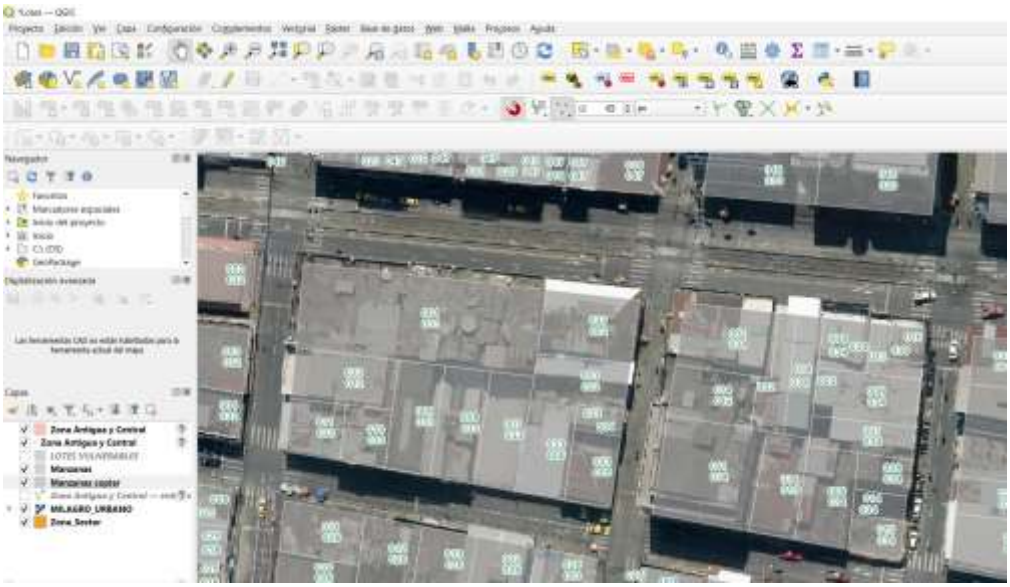


Ilustración 44. Manzanas 33 y 34 de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a realizar visitas en el área de estudio para levantar información de las estructuras y realizado el examen de detección visual rápido utilizando la metodología FEMA P – 154, se identificaron las diferentes tipologías estructurales en el software. El examen de detección visual rápida con el formulario FEMA P – 154.

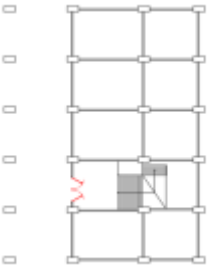
CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

5.1. Resultados individuales de estructuras

FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — Nivel 1 Alta Sismicidad

100 FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE



ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

101	**DATOS EDIFICACIÓN**
102	**Nombre de la Edificación**: Edificio AGRIPAC
103	**Dirección**: Av. Chile y calle Olmedo (Milagro).
104	**Sitio de referencia:** Zona Antigua y Central
106	**Tipo de uso:** Comercial y Residencial
111	**DATOS DEL PROFESIONAL**
112	**Nombre del evaluador:** Danny Fidel Delgado Hernández
113	**Cédula del evaluador:** 0925098758
117	**DATOS CONSTRUCCIÓN**
118	**Número de pisos: 4**
119	**Sobre el suelo:** 4
121	**Año de construcción:**
123	**Código año:** Pre - Código
124	**Adiciones:** Ninguna [X] / Si [ ]
200	**OCUPACIÓN**

201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia		
202	Industria		Oficina		Educación		
203	Utilidad		Almacén	X	Residencial #	X	
203A	Histórico		Albergue		Público		

204	**TIPO DE SUELO**													
204A		A		B		C		D		E		F	X	DNK
204B	Roca		Roca		Suelo		Suelo		Suelo		Suelo		Si DNK	
204C	Dura		Débil		Denso		Duro		Blando		Pobre		Asumir tipo D	

205	**RIESGOS GEOLÓGICOS**							
206	**Licuefacción:**		**Deslizamiento:**		**Ruptura de superficie:**			
206A	SI		SI	X	SI			
206B	NO		NO		NO			
206C	DNK	X	DNK		DNK	X		
207	**ADYACENCIA**							
	207A		Golpes	207B		Peligro de caída del edificio adyacente		
208	**IRREGULARIDADES:**							
208A	**Elevación (Tipo/severidad):** Piso Débil							
208B	**Planta (Tipo):** -							
209	**PELIGRO DE CAÍDA EXTERIORES**							
209A			Chimeneas sin soporte lateral	209D		Apéndices		
209B			Revés. Pesado o de chapa de madera pesada	209E		Parapetos		
209C			**Otros:**					
210	**COMENTARIOS**							

300	**TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL:** Pórtico de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3)
400	**PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1**

401	PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																	
		W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
402	**PUNTAJE BÁSICO**	3,6	3,2	2,9	2,1	2	2,6	2	1,7	1,5	2	1,3	1,6	1,4	1,7	1,7	1	1,5
403	**IRREGULARIDADES**																	
403A	Irregularidad vertical grave. VL1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,0	-1,1	-1,0	-0,8	-0,9	-1,0	-0,7	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,7	NA
403B	Irregularidad vertical moderada. VL1	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	NA
404C	Irregularidad en planta.PL1	-1,1	-1,0	-1,0	-0,8	-0,7	-0,9	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,5	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4	NA
405	**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**																	
405A	Pre-código moderno (construído antes de 2001) o auto construcción	-1,1	-1,0	-0,9	-0,6	-0,6	-0,8	-0,6	0,2	-0,4	-0,7	-0,1	-0,5	-0,3	-0,5	-0,5	0,0	-0,1
405B	Construído en etapa de trancisión (desde 2001 pero antes de 2015)	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
405C	Post código moderno (construído a partir de 2015)	1,6	1,9	2,2	1,4	1,4	1,1	1,9	NA	1,9	2,1	NA	2,0	2,4	2,1	2,1	0,0	1,2
406	**SUELO**																	
406B	Suelo tipo D	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
407	**Punjate Mínimo**	1,1	0,9	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1,0
408	**PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1>SMIN**											0,8						

500 GRADO DE REVISIÓN

501 **Exterior:** Parcial [ ] Todos los lados [X] Aéreo [ ]

502 **Interior:** Ninguno [ ] Visible [X] Completo [ ]

503 Planos revisados: Si [ ] No [X]

600 OTROS RIESGOS — **Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?**

601	[ ]	Golpeo potencial (a menor que SL2>límite, si es conocido).
602	[ ]	Riesgo de caída de edificios adyacentes mas altos.
603	[ ]	Riesgo geológico o tipo de suelo F.
604	[ ]	Daño significativo (deterioro del sistema estructural).

700 ACCIÓN REQUERIDA — **Requiere evaluación estructural detallada?**

701	[ ]	Tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio.
702	[ ]	Puntaje menor que el límite
703	[ ]	Otros peligros presentes
704	[X]	NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una X)

705	[ ]	Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
706	[ ]	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
707	[ ]	No, no se identifican peligros no estructurales
708	[X]	DNK= No se conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST= Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 **OBSERVACIONES:**

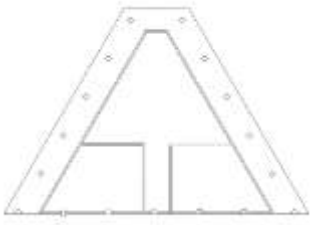
SL1 > Smin (puntaje final es mayor al puntaje mínimo**)** por lo que indica que el edificio tiene una Baja Vulnerabilidad según examen de detección visual rápida

FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN

Ilustración 45. Formulario FEMA P - 154, usado para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación ubicado en la calle Chile y calle Olmedo, en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — **Nivel 1 Alta Sismicidad**

100 FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE



ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

101	**DATOS EDIFICACIÓN**
102	**Nombre de la Edificación**:
103	**Dirección**: Calle Eloy Alfaro y calle 24 de mayo
104	**Sitio de referencia:** Zona Antigua y Central
106	**Tipo de uso:** Colegio
111	**DATOS DEL PROFESIONAL**
112	**Nombre del evaluador:** Danny Fidel Delgado Hernández
113	**Cédula del evaluador:** 0925098758
117	**DATOS CONSTRUCCIÓN**
118	**Número de pisos: 3**
119	**Sobre el suelo:** 3
121	**Año de construcción: Años 90**
123	**Código año:** Pre - código
124	**Adiciones:** Ninguna [ ] Si [X]
200	**OCUPACIÓN**

201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia		
202	Industria		Oficina		Educación	X	
203	Utilidad		Almacén		Residencial #		
203A	Histórico		Albergue		Público		

204	**TIPO DE SUELO**													
204A		A		B		C		D		E		F	X	DNK
204B	Roca		Roca		Suelo		Suelo		Suelo		Suelo		Si DNK	
204C	Dura		Débil		Denso		Duro		Blando		Pobre		Asumir tipo D	

205	**RIESGOS GEOLÓGICOS**							
206	**Licuefacción:**			**Deslizamiento:**			**Ruptura de superficie:**	
206A	SI			SI			SI	
206B	NO			NO	X		NO	
206C	DNK	X		DNK			DNK	X

207	**ADYACENCIA**				
207A		Golpes	207B		Peligro de caída del edificio adyacente

208	**IRREGULARIDADES:**
208A	**Elevación (Tipo/severidad):** Piso Flexible
208B	**Planta (Tipo):** Ejes estructurales no paralelos
209	**PELIGRO DE CAÍDA EXTERIORES**
209A	[ ] Chimeneas sin soporte lateral — 209D [ ] Apéndices
209B	[ ] Revés. Pesado o de chapa de madera pesada — 209E [ ] Parapetos
209C	[ ] **Otros:**
210	**COMENTARIOS**

300 **TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL:** Pórtico de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo **(C3)**

400 PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

401	PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
		W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
402	**PUNTAJE BÁSICO**	**3,6**	**3,2**	**2,9**	**2,1**	**2**	**2,6**	**2**	**1,7**	**1,5**	**2**	**1,3**	**1,6**	**1,4**	**1,7**	**1,7**	**1**	**1,5**
403	**IRREGULARIDADES**																	
403A	Irregularidad vertical grave. VL1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,0	-1,1	-1,0	-0,8	-0,9	-1,0	-0,7	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,7	NA
403B	Irregularidad vertical moderada. VL1	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	NA
404C	Irregularidad en planta.PL1	-1,1	-1,0	-1,0	-0,8	-0,7	-0,9	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,5	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4	NA
405	**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**																	
405A	Pre-código moderno (construído antes de 2001) o auto construcción	-1,1	-1,0	-0,9	-0,6	-0,6	-0,8	-0,6	0,2	-0,4	-0,7	-0,1	-0,5	-0,3	-0,5	-0,5	0,0	-0,1
405B	Construído en etapa de trancisión (desde 2001 pero antes de 2015)	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
405C	Post código moderno (construído a partir de 2015)	1,6	1,9	2,2	1,4	1,4	1,1	1,9	NA	1,9	2,1	NA	2,0	2,4	2,1	2,1	0,0	1,2
406	**SUELO**																	
406B	Suelo tipo D	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
407	**Punjate Mínimo**	**1,1**	**0,9**	**0,7**	**0,5**	**0,5**	**0,6**	**0,5**	**0,5**	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**0,2**	**0,2**	**0,3**	**0,3**	**0,2**	**1,0**
408	**PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1>SMIN**											0,0						

500 GRADO DE REVISIÓN

501 **Exterior:**

Parcial [X] Todos los lados [ ] Aéreo [ ]

502 **Interior:**

Ninguno [ ] Visible [X] Completo [ ]

503 Planos revisados: Si [ ] No [X]

600 OTROS RIESGOS

Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

601 [ ] Golpeo potencial (a menor que SL2>límite, si es conocido).

602 [ ] Riesgo de caída de edificios adyacentes mas altos.

603 [ ] Riesgo geológico o tipo de suelo F.

604 [ ] Daño significativo (deterioro del sistema estructural).

700 ACCIÓN REQUERIDA

Requiere evaluación estructural detallada?

701 [ ] Tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio.

702 [X] Puntaje menor que el límite

703 [ ] Otros peligros presentes

704 [ ] NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una X)

705 [ ] Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

706 [ ] No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

707 [ ] No, no se identifican peligros no estructurales

708 [X] DNK= No se conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST= Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 **OBSERVACIONES:**

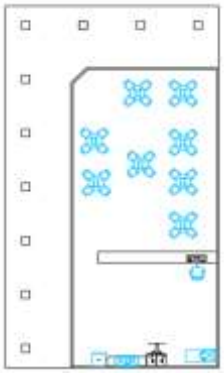
SL1< Smin (Puntaje final es menor al puntaje mínimo) por lo tanto se considera un edificio con Alta Vulnerabilidad Sísmica según el formulario de detección visual rápida.

FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN

Ilustración 46. Formulario FEMA P - 154, usado para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación ubicado en la calle Eloy Alfaro y calle 24 de mayo, en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — **Nivel 1 Alta Sismicidad**

100 FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE



ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

101 DATOS EDIFICACIÓN

102 **Nombre de la Edificación**:
103 **Dirección**: Calle Eloy Alfaro y calle 24 de mayo
104 **Sitio de referencia:** Zona Antigua y Central
106 **Tipo de uso:** Colegio

111 DATOS DEL PROFESIONAL

112 **Nombre del evaluador:** Danny Fidel Delgado Hernández
113 **Cédula del evaluador:** 0925098758

117 DATOS CONSTRUCCIÓN

118 **Número de pisos: 4**
119 **Sobre el suelo:** 4
121 **Año de construcción: Años 90**
123 **Código año:** Pre - código
124 **Adiciones:** Ninguna [ ] Si [X]

200 OCUPACIÓN

201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia		
202	Industria		Oficina		Educación	X	
203	Utilidad		Almacén		Residencial #		
203A	Histórico		Albergue		Público		

204 TIPO DE SUELO

204A		A		B		C		D		E		F		X	DNK
204B	Roca		Roca		Suelo		Suelo		Suelo		Suelo		Si DNK		
204C	Dura		Débil		Denso		Duro		Blando		Pobre		Asumir tipo D		

205 RIESGOS GEOLÓGICOS

206	Licuefacción:		Deslizamiento:		Ruptura de superficie:	
206A	SI		SI		SI	
206B	NO		NO	X	NO	
206C	DNK	X	DNK		DNK	X

207 ADYACENCIA

207A [ ] Golpes — 207B [ ] Peligro de caída del edificio adyacente

208 IRREGULARIDADES:

208A **Elevación (Tipo/severidad):** Piso Flexible
208B **Planta (Tipo):** -

209 PELIGRO DE CAÍDA EXTERIORES

209A		Chimeneas sin soporte lateral	209D		Apéndices
209B		Revés. Pesado o de chapa de madera pesada	209E		Parapetos
209C		Otros:			

210 COMENTARIOS

300 **TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL:** Pórtico de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo **(C3)**

400 PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

401	PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
		W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
402	**PUNTAJE BÁSICO**	3,6	3,2	2,9	2,1	2	2,6	2	1,7	1,5	2	1,3	1,6	1,4	1,7	1,7	1	1,5
403	**IRREGULARIDADES**																	
403A	Irregularidad vertical grave. VL1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,0	-1,1	-1,0	-0,8	-0,9	-1,0	-0,7	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,7	NA
403B	Irregularidad vertical moderada. VL1	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	NA
404C	Irregularidad en planta.PL1	-1,1	-1,0	-1,0	-0,8	-0,7	-0,9	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,5	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4	NA
405	**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**																	
405A	Pre-código moderno (construído antes de 2001) o auto construcción	-1,1	-1,0	-0,9	-0,6	-0,6	-0,8	-0,6	0,2	-0,4	-0,7	-0,1	-0,5	-0,3	-0,5	-0,5	0,0	-0,1
405B	Construído en etapa de trancisión (desde 2001 pero antes de 2015)	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
405C	Post código moderno (construído a partir de 2015)	1,6	1,9	2,2	1,4	1,4	1,1	1,9	NA	1,9	2,1	NA	2,0	2,4	2,1	2,1	0,0	1,2
406	**SUELO**																	
406B	Suelo tipo D	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
407	**Punjate Mínimo**	1,1	0,9	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1,0
408	**PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1>SMIN**											0,7						

500 GRADO DE REVISIÓN

501 **Exterior:**
Parcial [X] Todos los lados [ ] Aéreo [ ]

502 **Interior:**
Ninguno [ ] Visible [X] Completo [ ]

503 Planos revisados: Si [ ] No [X]

600 OTROS RIESGOS

Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

601 [ ] Golpeo potencial (a menor que SL2>límite, si es conocido).
602 [ ] Riesgo de caída de edificios adyacentes mas altos.
603 [ ] Riesgo geológico o tipo de suelo F.
604 [ ] Daño significativo (deterioro del sistema estructural).

700 ACCIÓN REQUERIDA

Requiere evaluación estructural detallada?

701 [ ] Tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio.
702 [X] Puntaje menor que el límite
703 [ ] Otros peligros presentes
704 [ ] NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una X)

705 [ ] Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
706 [ ] No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
707 [ ] No, no se identifican peligros no
708 [X] DNK= No se conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST= Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 **OBSERVACIONES:**

SL1 > Smin (puntaje final es mayor al puntaje mínimo) por lo que indica que el edificio tiene una Baja Vulnerabilidad según examen de detección visual rápida

FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN

Ilustración 47. Formulario FEMA P - 154, usado para determinar la vulnerabilidad sísmica de edificación ubicado en la calle Eloy Alfaro y calle 24 de mayo, en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.

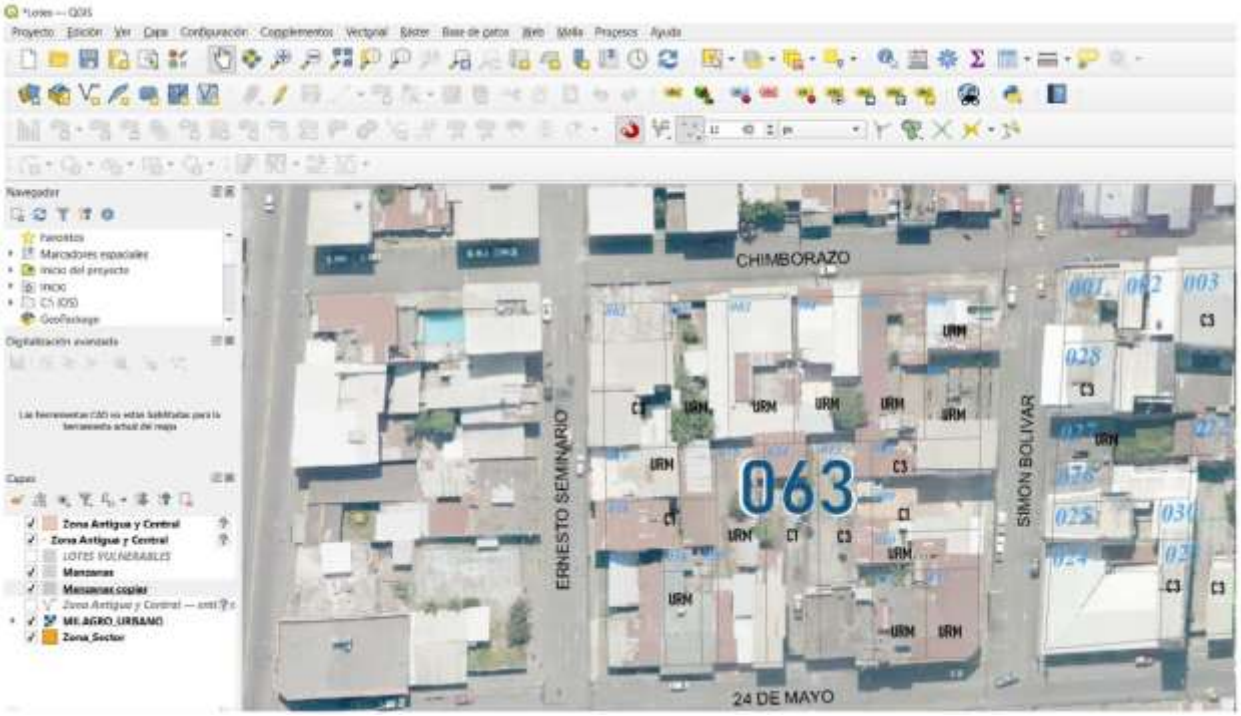


Ilustración 48. Identificación de tipologías estructurales en el software. Fuente: elaboración propia.

También se identificaron las edificaciones altamente vulnerables que determinó a metodología FEMA P-154 con la ayuda del formulario nivel 1 de Alta Sismicidad.

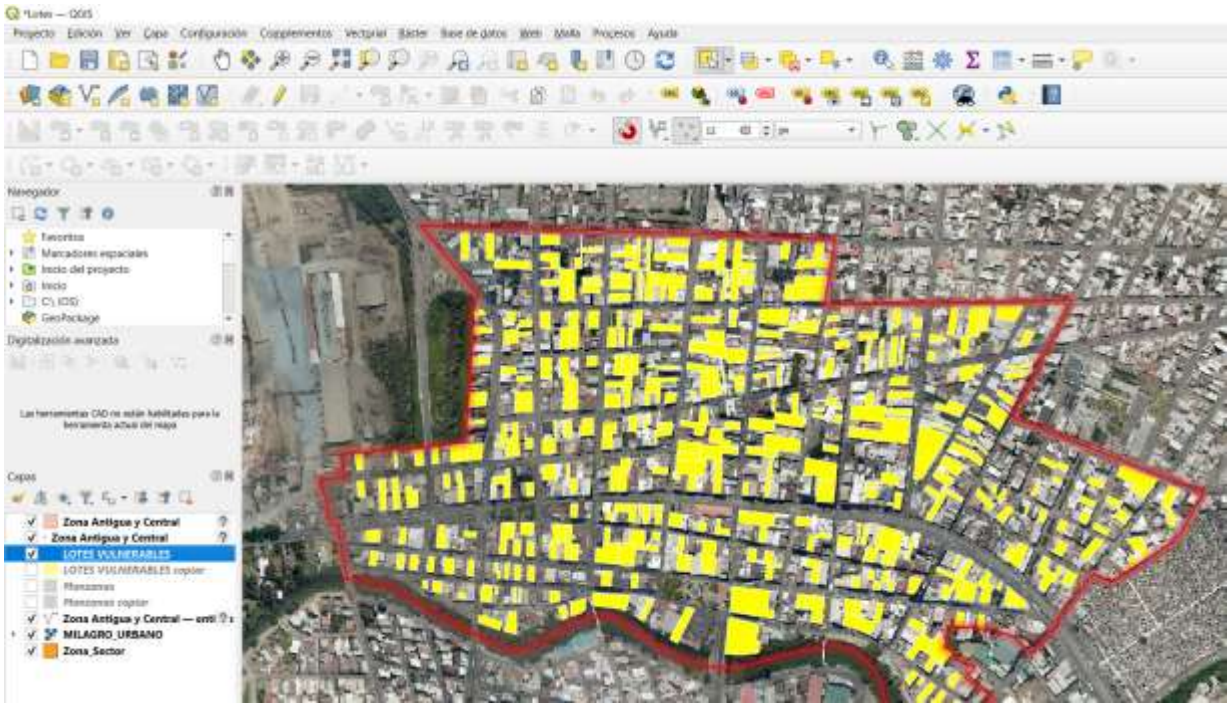


Ilustración 49. Edificaciones de alta vulnerabilidad sísmica.

5.2. Análisis de resultados de riesgo del sector

Los resultados para el conocimiento del riesgo sísmico se realizó el examen visual rápido utilizando la metodología FEMA P-154, del cual, obtuvimos los siguientes resultados en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Se realizó el análisis de 1885 edificaciones, de las cuales obtuvimos los siguientes resultados:

- De las 1885 edificaciones que se analizaron, el 52,10% presentan una Alta Vulnerabilidad Sísmica, el 11,99% presenta una Mediana Vulnerabilidad Sísmica y un 35,92% que representan una Baja Vulnerabilidad Sísmica.

Consideración	Número	Porcentaje
Alta Vulnerabilidad	982	52,10%

Mediana Vulnerabilidad	226	11,99%
Baja Vulnerabilidad	677	35,92%
Total	**1885**	**100,00%**

Tabla 3. Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

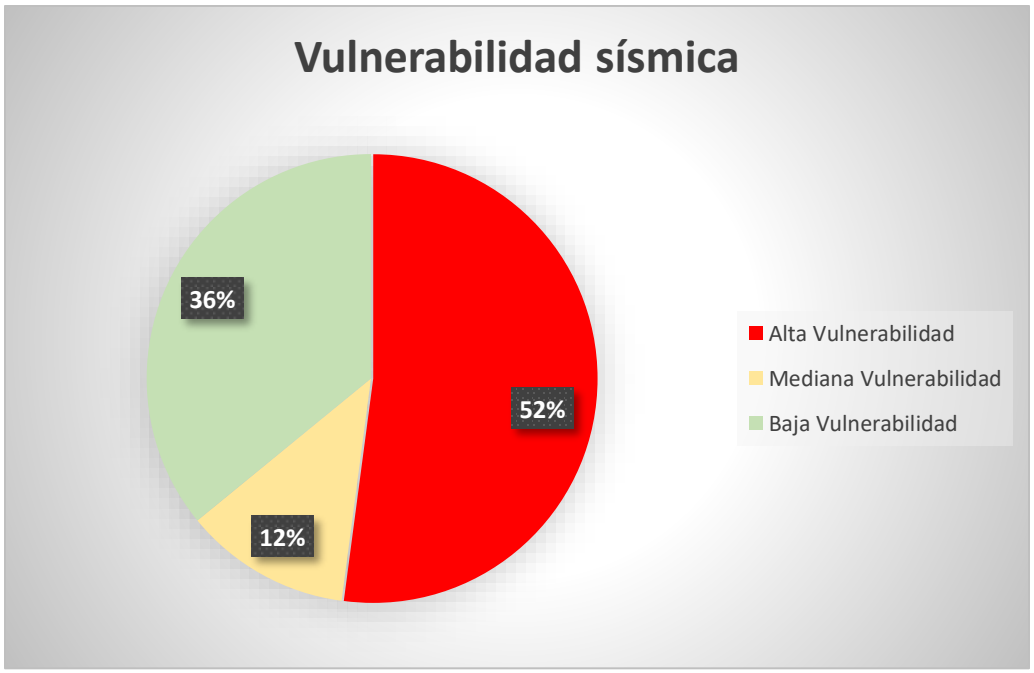


Gráfico 1. Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

- También se analizaron las tipologías estructurales de las 1885 edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Los resultados son los siguientes:

Tipología estructural	Número de edificaciones	Porcentaje
Pórticos de madera livianos (W1)	17	0,90%
Pórtico de acero con mampostería de bloque (S5)	8	0,42%

Pórticos de hormigón armado con muros de corte (C2)	83	4,40%
Pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3)	574	30,45%
Edificios de mampostería no reforzada (URM)	865	45,89%
Otras estructuras no identificadas	338	17,93%
Total de edificaciones	**1885**	**100,00%**

Tabla 4. Clasificación de las edificaciones por tipología estructural.

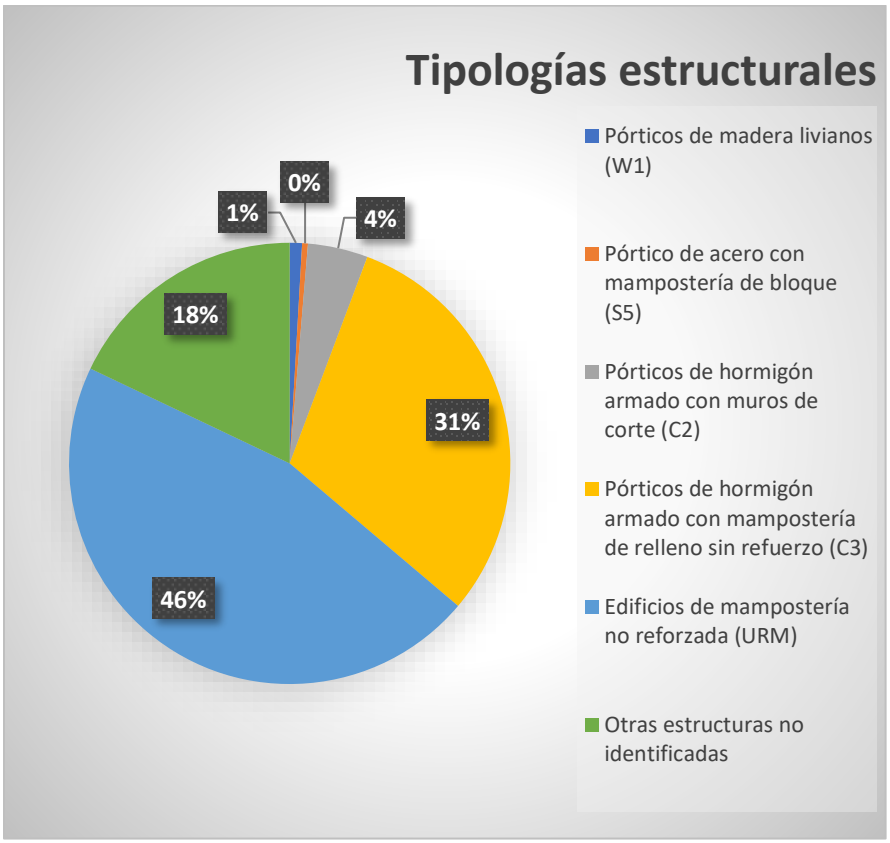


Gráfico 2. Clasificación de Tipologías Estructurales.

Nota: el apartado de *"Otras estructuras no identificadas"* se debe a las dificultades presentadas a la hora de evaluar el tipo de estructuras y el difícil acceso a estas.

Ilustración 50. Antiguas instalaciones del Colegio Velasco Ibarra, ubicado en la Calle Olmedo entre las calles 12 de febrero y Calle Gral. Eloy Alfaro.

Como se puede observar es una estructura mixta entre hormigón armado y madera. Este tipo de estructura no se contempla dentro de las 17 tipologías estructurales del análisis primario con el formulario FEMA P – 154.

Gracias al examen de detección visual rápida mediante la metodología FEMA P – 154, se pudieron obtener más datos estadísticos de la Zona Antigua y Central como, por ejemplo: irregularidades de las edificaciones, el año de construcción, el número de piso

de las edificaciones y el tipo de uso de las edificaciones e la zona.

- Irregularidades verticales:

Irregularidades en elevación		
Irregularidad	**Número**	**Porcentaje**
Ninguna	467	24,77%
Geométrica	35	1,86%
Por ubicación	26	1,38%
Piso débil	623	33,05%
Columna larga	354	18,78%
Columna corta	10	0,53%
Ejes verticales discontinuos	35	1,86%
Adiciones	335	17,77%
Total	1885	100,00%

Tabla 5. Irregularidades verticales en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

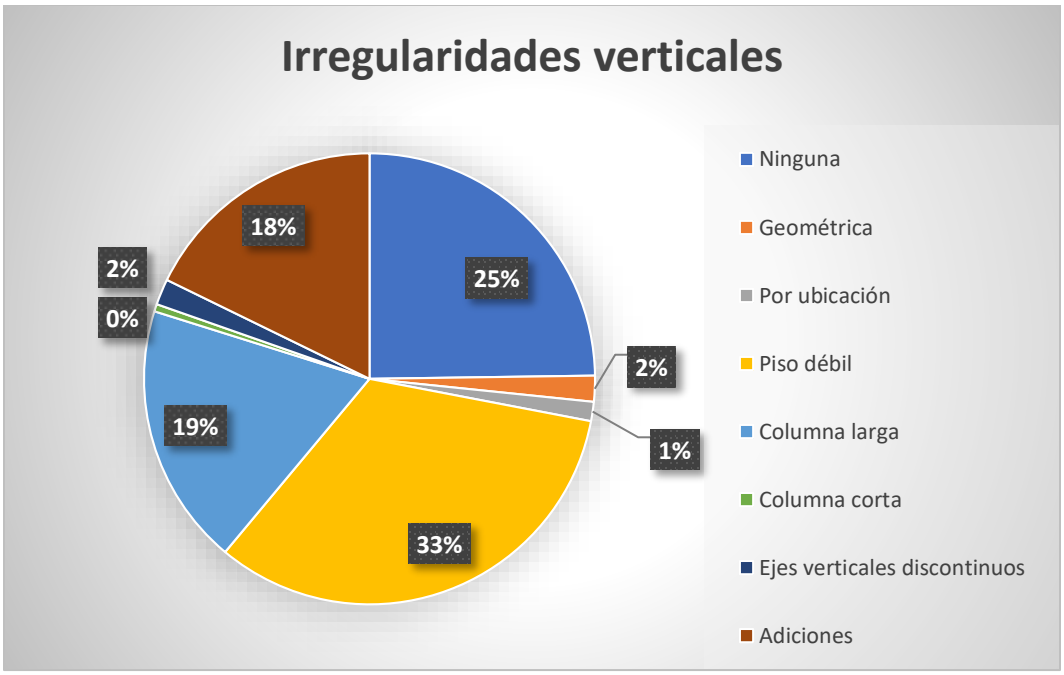


Gráfico 3. Irregularidades verticales en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

- Irregularidades en Planta:

Irregularidad en planta		
Irregularidad	**Número**	**Porcentaje**
Ninguna	1761	93,42%
Forma	34	1,80%
Discontinuidades en el sistema de piso	12	0,64%
Ejes estructurales no paralelos	23	1,22%
Otros	55	2,92%
Total	1885	100,00%

Tabla 6. Irregularidades en planta en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

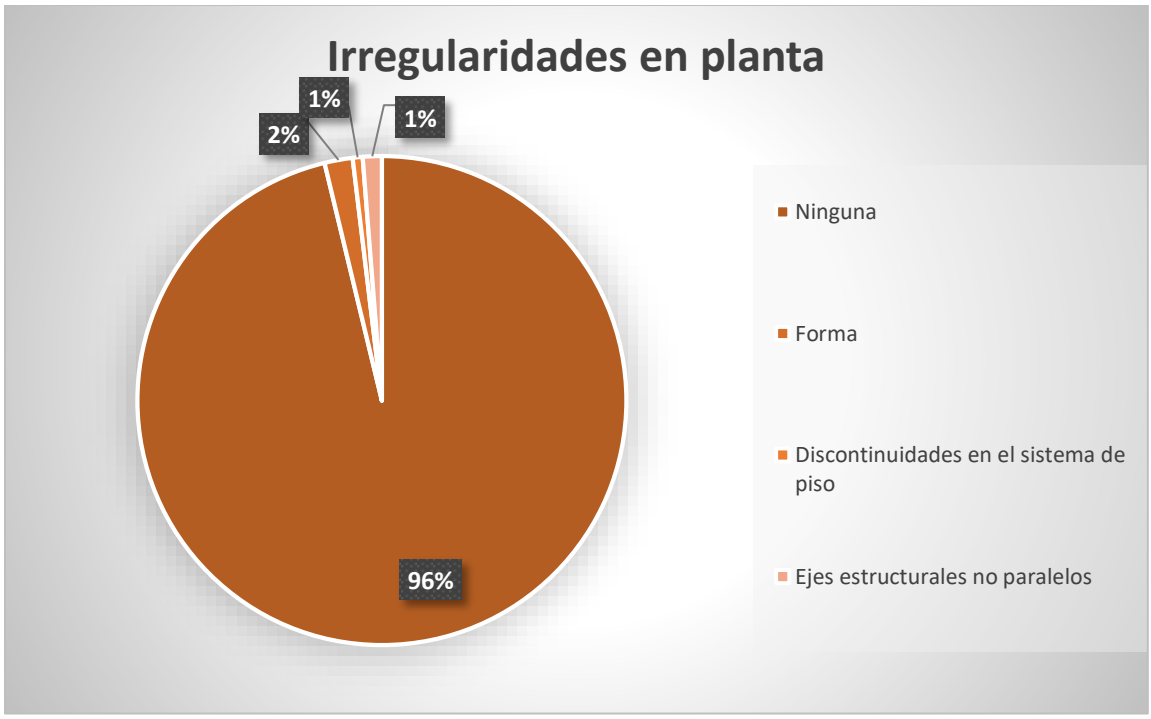


Gráfico 4. Irregularidades en planta en edificaciones de la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.

- Años de construcción:

Años de Construcción		
Etapa	**Número**	**Porcentaje**
Etapa pre-código	1457	77,29%
Etapa de transición	385	20,42%
Post-código moderno	43	2,28%
Total	1885	100,00%

Tabla 7. Etapas de los años de construcción.

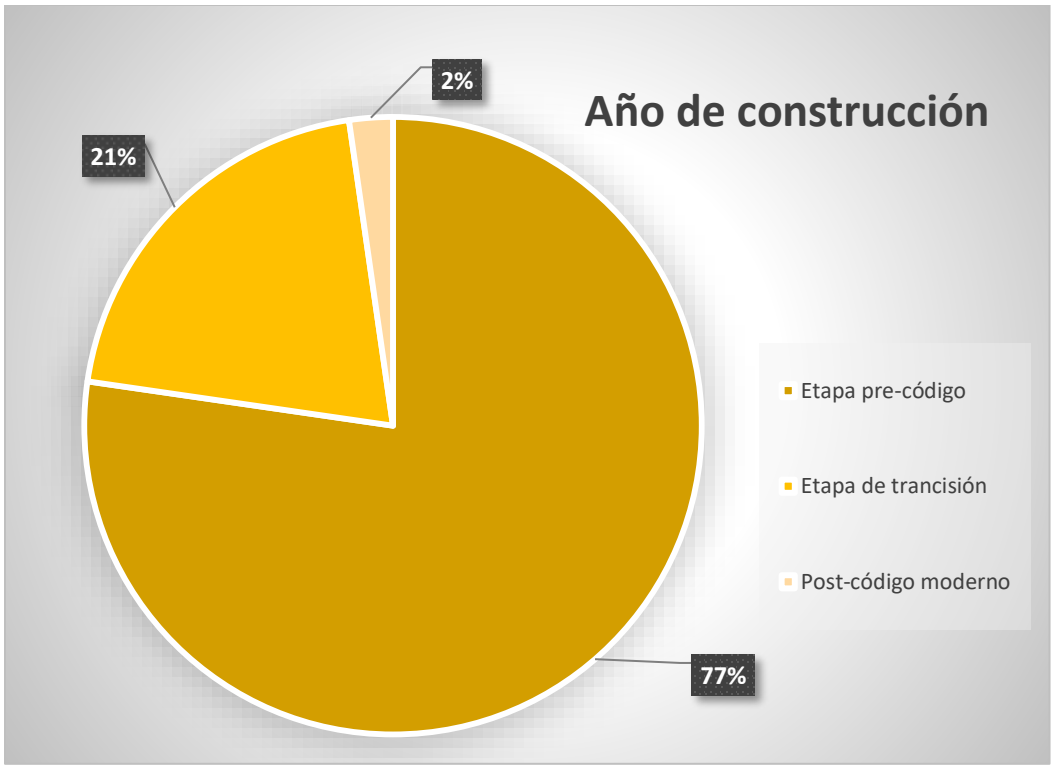


Gráfico 5. Etapas de los años de construcción.

- Número de pisos:

Número de pisos		
No.de pisos	**Número**	**Porcentaje**
De 1-2 pisos	925	49,07%
De 3-4 pisos	645	34,22%
De 4 a 7 pisos	315	16,71%
Total	1885	100,00%

Tabla 8. Número de pisos de las edificaciones.

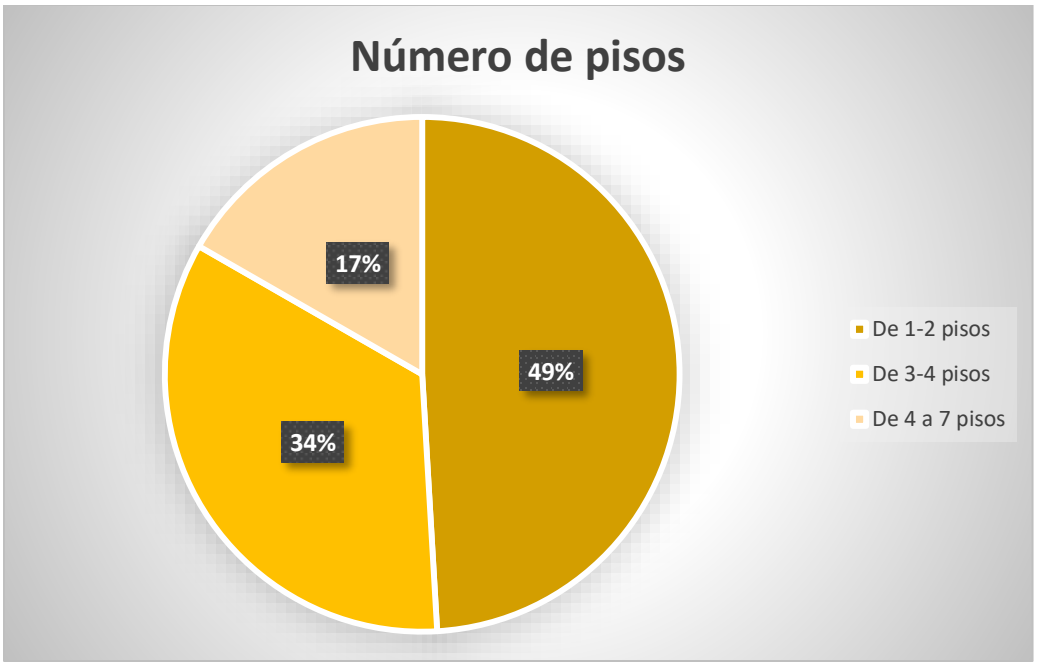


Gráfico 6. Número de pisos de las edificaciones.

- Tipo de uso de las edificaciones:

Tipo de uso de las edificaciones		
Comercial	961	50,98%
Vivienda	725	38,46%
Otro	199	10,56%
Total	**1885**	**100,00%**

Tabla 9. Tipo de uso de las edificaciones.

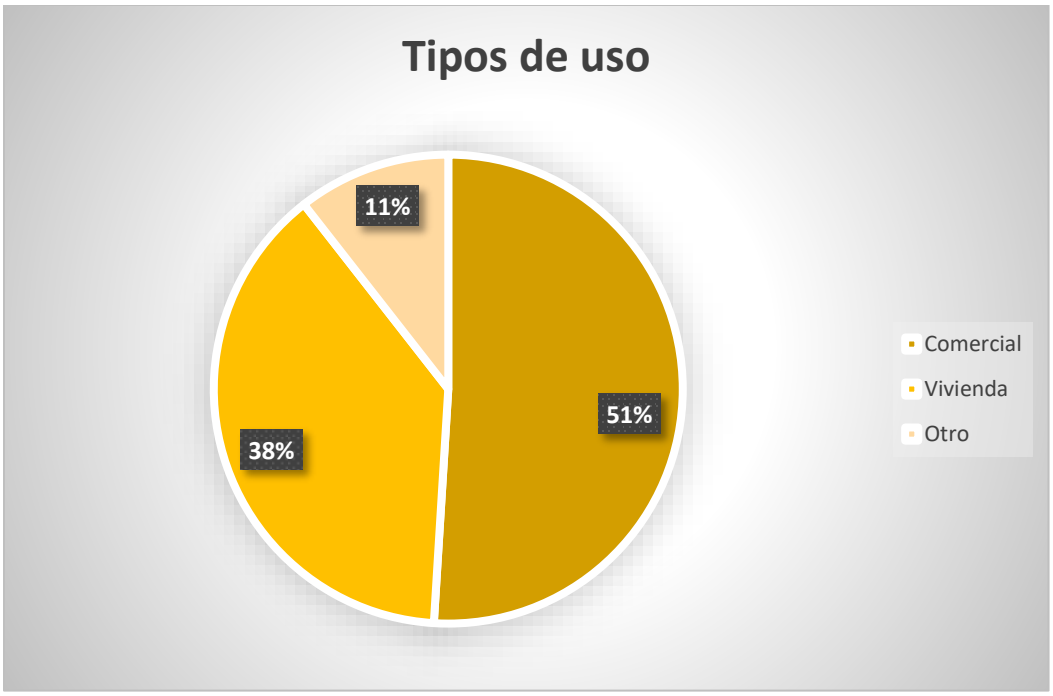


Gráfico 7. Tipo de uso de las edificaciones.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Una vez realizada la base de datos y el examen de detección visual rápida con la metodología FEMA P – 154, se concluye que:

- Al tener la información de las edificaciones en una base de datos se puede mejorar la planificación del desarrollo urbano de una zona determinada, identificando edificaciones que necesiten una intervención para asegurar que tengan un buen estado.
- Al realizar una base datos utilizando la metodología FEMA P – 154, se pueden identificar qué edificaciones podrían ser más vulnerables ante eventos sísmicos y así tomar medidas de mejoramiento o reforzamiento de las estructuras, esto, para disminuir en lo posible consecuencias lamentables.
- La Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas según el examen de detección visual rápida posee un alto porcentaje de vulnerabilidad sísmica.
- La Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas es un área donde la mayoría de las edificaciones fueron construidas con un sistema constructivo artesanal, en su mayoría de hormigón, algunas de madera que fueron remodeladas. La mayoría de estas, construidas antes del 2001 conocida como la etapa “pre-código”, año en que se creó la primera Zonificación Sísmica en Ecuador.
- La Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas posee

edificaciones con diferentes tipologías estructurales, en donde la tipología estructural que prevalece es la de Edificios de Mampostería no reforzada en un 45,89%.

- La mayoría de los modificadores de puntajes en las edificaciones se debe a consecuencias de las deficiencias constructivas, diseños improvisados, ya sea, por recursos limitados o por tradiciones.
- Se hace énfasis en que el examen de detección visual rápida utilizando la metodología FEMA P – 154 es una herramienta útil para identificar edificios que pueden ser vulnerables a daños sísmicos, sin embargo, es importante tener en cuenta que no es un sustituto a una evaluación estructural completa realizada por un profesional calificado.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de bases de datos para llevar un control y un orden en las planificaciones urbanas.
- Se recomienda tomar medidas pertinentes sobre las edificaciones altamente vulnerables sísmicamente para evitar al máximo las pérdidas de vidas humanas y minimizar los daños materiales provocados por eventos sísmicos.
- Debido a que existe una alta vulnerabilidad sísmica en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas, la entidad municipal que entrega los permisos de construcción debe hacer cumplir las ordenanzas municipales y tomar en consideración los criterios de las Normas Ecuatoriana de Construcción, haciendo énfasis en los controles del proceso constructivo.
- Realizar concientización social e informar a la población de los riesgos que representa la construcción informal, asimismo, de las acciones a seguir antes, durante y después de un evento sísmico.
- Finalmente, se recomienda actualizar los formatos del análisis de detección visual rápida y que se añadan parámetros para conseguir resultados óptimos.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía

Aguiar, R. (01 de abril de 2008). *Research Gate.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Aguiar/publication/279188057_Analisis_Sismico_de_Edificios/links/558d308e08ae591c19da4bb8/Analisis-Sismico-de-Edificios.pdf

Albañiles Trust Service. (agosto de 2022). Obtenido de https://albanilests.com/blog/como-hacer-una-columna-de-concreto/

Azo Materials. (25 de octubre de 2021). Obtenido de https://www.azom.com/news.aspx?newsID=57082

Bastidas, L. (18 de febrero de 2019). *Medium*. Obtenido de https://medium.com/@2520171108/usos-y-recomendaciones-de-las-estructuras-en-concreto-52be0c61a2e6

Borja, J. (11 de junio de 2010). *Flickr*. Obtenido de https://www.flickr.com/photos/jxbc/4691560541

Chávez, B. (20 de julio de 2016). *Repositorio Digital Escuela Politecnica Nacional.* Obtenido de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16537

Concepto. (03 de febrero de 2023). Obtenido de https://concepto.de/centro-comercial/

Diario Crítico. (26 de Octubre de 2022). Obtenido de https://www.diariocritico.com/empresas/casas-de-madera-o-de-ladrillo

Engineering, E. S. (08 de junio de 2015). *360 en Concreto.* Obtenido de https://360enconcreto.com/blog/detalle/sistema-portico-estructuras-concreto/

Ferrocar. (21 de mayo de 2022). Obtenido de https://ferrocar.es/portico/

García, M. (25 de julio de 2018). *Certicalia*. Obtenido de https://www.certicalia.com/blog/tipos-de-edificios

GC Construcciones. (junio de 2017). Obtenido de https://gc-construcciones.net/lo-necesitas-saber-mamposteria-reforzada/

Gobierno Autónomo Descentralizado de Milagro. (diciembre de 2014). *Gobierno Autónomo Descentralizado de Milagro.* Obtenido de https://milagro.gob.ec/archivos/pdf/lotaip/literals/4.-Diagnostico-PDOT.pdf

Habitissimo. (21 de diciembre de 2021). Obtenido de https://fotos.habitissimo.cl/foto/albanileria-confinada_456532

Habitissimo. (22 de diciembre de 2021). Obtenido de https://fotos.habitissimo.cl/foto/albanileria-confinada_456532

H-Mendo Carsol Construccion. (2020). Obtenido de https://www.mendoconstruccion.com/forjados-hormigon-toledo.htm

Hoy Aragón. (13 de octubre de 2021). Obtenido de https://hoyaragon.es/cultura-aragon/el-arco-del-triunfo-de-paris-recuerda-a-zaragoza-en-sus-muros/

Lara, L., Aguirre, H., & Gallegos , M. (31 de octubre de 2018). *Scielo Ecuador.* Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-01292018000400037&script=sci_arttext

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (septiembre de 2020). Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2022/03/0.-Manual_procedimiento_evaluacion_edificaciones_MIDUVI.pdf

Montajes, Ingeniería & Construcción. MIC S.A.S. (2023). Obtenido de https://www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-

metalicas/porticos/construccion-de-porticos

Paredes , I., & Pachar , B. (16 de julio de 2019). *Repositorio ESPE.* Obtenido de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/21367

Reyes, E. (25 de octubre de 2014). *Solo Arquitectura*. Obtenido de https://www.soloarquitectura.com/foros/threads/empotramiento-caja-de-ascensor.89460/

Salazar, D. (2015). *Repositorio PUCE.* Obtenido de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11884/Analisis-comparativo-entre-el-comportamiento-de-edificios-con-muros-de-corte-de-placas-de-acero-y.pdf?sequence=4

Tronch, A. (junio de 2022). Obtenido de https://www.pinterest.es/pin/872924340246646343/

Trujillo, S. (19 de mayo de 2020). *Universitat Politècnica de Catalunya.* Obtenido de https://upcommons.upc.edu/handle/2117/192800?show=full

Universidad Veracruzana. (mayo de 2013). *Universidad Veracruzana.* Obtenido de https://www.uv.mx/cuo/files/2013/05/Manual-QGIS-CUOM.pdf

Vargas, C. (enero de 2019). *Maestros a la obra.* Obtenido de https://maestros.com.co/buenas-practicas/mamposteria-confinada-las-buenas-practicas-debe-tener/

7.2. Anexos

Ilustración 51. Inspección en sitio. Realización de examen de detección visual rápida. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 52. Personal de ayuda para el análisis de tipologías estructurales.

FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES			Nivel 1 Alta Sismicidad
100	FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE	101	DATOS EDIFICACIÓN
		102	**Nombre de la Edificación**:
		103	**Dirección**:
		104	**Sitio de referencia:** Zona Antigua y Central
		106	**Tipo de uso:**
		111	DATOS DEL PROFESIONAL
		112	**Nombre del evaluador:** Danny Fidel Delgado Hernández
		113	**Cédula del evaluador:** 0925098758
		117	DATOS CONSTRUCCIÓN
		118	**Número de pisos:**
		119	**Sobre el suelo:**
		120	**Bajo el suelo:**
		121	**Año de construcción:**
		122	**Área de construcción:**
		123	**Código año:**
		124	**Años remodelación:**
		124	**Adiciones:** Ninguna ☐ Si ☐
		125	**Número de predio:** -
		126	**Clave catastral:** 09-10-50-001-002
		200	OCUPACIÓN
		201	Asambleas ☐ Comercial ☐ Servicio de Emergencia ☐
		202	Industria ☐ Oficina ☐ Educación ☐
		203	Utilidad ☐ Almacén ☐ Residencial # ☐
		203A	Histórico ☐ Albergue ☐ Público ☐
		204	TIPO DE SUELO
		204A	☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F ☐ DNK
		204B	Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si DNK
		204C	Dura Débil Denso Duro Blando Pobre Asumir tipo D
		205	RIESGOS GEOLÓGICOS
		206	**Licuefacción:** **Deslizamiento:** **Ruptura de superficie:**
		206A	SI ☐ SI ☐ SI ☐
		206B	NO ☐ NO ☐ NO ☐
		206C	DNK ☐ DNK ☐ DNK ☐
		207	ADYACENCIA
			207A ☐ Golpes 207B ☐ Peligro de caída del edificio adyacente
		208	IRREGULARIDADES:
		208A	**Elevación (Tipo/severidad):**
		208B	**Planta (Tipo):**
		209	PELIGRO DE CAÍDA EXTERIORES
		209A	☐ Chimeneas sin soporte lateral 209D ☐ Apéndices
		209B	☐ Revés. Pesado o de chapa de madera pesada 209E ☐ Parapetos
		209C	☐ **Otros:**
		210	COMENTARIOS
	ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN		
300	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL:		
400	PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1		

401	PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
		W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
402	**PUNTAJE BÁSICO**	**3,6**	**3,2**	**2,9**	**2,1**	**2**	**2,6**	**2**	**1,7**	**1,5**	**2**	**1,3**	**1,6**	**1,4**	**1,7**	**1,7**	**1**	**1,5**
403	**IRREGULARIDADES**																	
403A	Irregularidad vertical grave. VL1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,0	-1,1	-1,0	-0,8	-0,9	-1,0	-0,7	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,7	NA
403B	Irregularidad vertical moderada. VL1	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	NA
404C	Irregularidad en planta.PL1	-1,1	-1,0	-1,0	-0,8	-0,7	-0,9	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,5	-0,7	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4	NA
405	**CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**																	
405A	Pre-código moderno (construído antes de 2001) o auto construcción	-1,1	-1,0	-0,9	-0,6	-0,6	-0,8	-0,6	0,2	-0,4	-0,7	-0,1	-0,5	-0,3	-0,5	-0,5	0,0	-0,1
405B	Construído en etapa de trancisión (desde 2001 pero antes de 2015)	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
405C	Post código moderno (construído a partir de 2015)	1,6	1,9	2,2	1,4	1,4	1,1	1,9	NA	1,9	2,1	NA	2,0	2,4	2,1	2,1	0,0	1,2
406	**SUELO**																	
406B	Suelo tipo D	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
407	**Punjate Mínimo**	**1,1**	**0,9**	**0,7**	**0,5**	**0,5**	**0,6**	**0,5**	**0,5**	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**0,2**	**0,2**	**0,3**	**0,3**	**0,2**	**1,0**
408	**PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1>SMIN**											0,8						

500	GRADO DE REVISIÓN	600	OTROS RIESGOS	700	ACCIÓN REQUERIDA
501	**Exterior:**		**Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?**		**Requiere evaluación estructural detallada?**
	Parcial ☐ Todos los lados ☐ Aéreo ☐	601	☐ Golpeo potencial (a menor que SL2>límite, si es conocido).	701	☐ Tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio.
502	**Interior:**			702	☐ Puntaje menor que el límite
	Ninguno ☐ Visible ☐ Completo ☐			703	☐ Otros peligros presentes
503	Planos revisados: Si ☐ No ☐	602	☐ Riesgo de caída de edificios adyacentes mas altos.	704	☐ NO
504	Fuente del tipo de suelo:				**Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una X)**
505	Fuente del Peligro Geológico:	603	☐ Riesgo geológico o tipo de suelo F.	705	☐ Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
506	Personas de contacto:			706	☐ No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
	Celular:	604	☐ Daño significativo (deterioro del sistema estructural).	707	☐ No, no se identifican peligros no
	Correo:			708	☐ DNK= No se conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST= Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800	OBSERVACIONES:	
		FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN

Ilustración 53. Formato de formulario utilizado para los exámenes de detección visual rápida aplicando la metodología FEMA P - 154.

Ilustración 54. Inspección en sitio. Calle 24 de mayo, sector comercial de la Zona Antigua y central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 55. Edificaciones con peligro de golpes con edificios adyacentes. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 56. Estructura en las calles Rocafuerte y 24 de mayo con irregularidades verticales de adición de un piso y piso débil en planta baja. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 57. Edificio con irregularidad en planta, ejes estructurales no paralelos. Fuente: Elaboración propia.

Presidencia de la República del Ecuador

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes

SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Delgado Hernández Danny Fidel** con C.C: # **0925098758** autor del trabajo de titulación: **Evaluación de tipologías estructurales existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas,** 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, **09 de febrero de 2024**

f. _____

Nombre: **Delgado Hernández Danny Fidel**

C.C: **0925098758**

Presidencia de la República del Ecuador

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes

SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS / TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	**Evaluación de tipologías estructurales existentes en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas.**		
AUTOR(ES)	Danny Fidel Delgado Hernández		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Guillermo Alfonso Ponce Vásquez		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		
FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA		
CARRERA:	INGENIERÍA CIVIL		
TITULO OBTENIDO:	INGENIERO CIVIL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	09 de febrero de 2024	**No. DE PÁGINAS:**	76
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diseño, estructuras y construcción.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Tipologías Estructurales, FEMA P – 154, Sistema de Información Geográfica, Vulnerabilidad Sísmica, Observación en Campo, Cantón Milagro.		

RESUMEN:

El presente proyecto de investigación tiene como propósito fundamental la creación de una base de datos dentro de un sistema de información geográfica, orientada a identificar las características estructurales de los edificios ubicados en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas. Para lograr este objetivo, se empleará una metodología de investigación de campo basada en el formulario FEMA P – 154, el cual consiste en un examen visual rápido para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones existentes en la zona.

El principal resultado esperado es la ubicación de las distintas tipologías estructurales en el software de información geográfica, así como la determinación de la vulnerabilidad sísmica de la mencionada zona. Estos datos serán fundamentales para establecer futuras soluciones destinadas a mitigar el riesgo sísmico en la Zona Antigua y Central del cantón Milagro, provincia del Guayas, contribuyendo así a la seguridad y bienestar de sus habitantes.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** +593-98 971 4245	**E-mail:** danny.delgado@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN(C00RDINADOR DEL PROCESO UTE):	**Nombre:** Clara Catalina Glas Cevallos	
	Teléfono: +593-98 461 6792	
	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):	