

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Influencia de la irregularidad en elevación en daños en
edificios durante sismos en Ecuador**

AUTOR:

Lazo Esteves, Cristopher Andrés

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Civil**

TUTOR:

Ing. Villacrés Sánchez, Alex Raúl, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

15 de marzo de 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Lazo Esteves, Christopher Andrés**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Villacrés Sánchez, Alex Raúl, M. Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther, M. Sc.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Lazo Esteves, Cristopher Andrés**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Influencia de la irregularidad en elevación en daños en edificios durante sismos en Ecuador** 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.

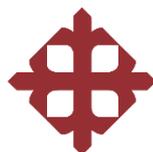
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. _____

Lazo Esteves, Cristopher Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Lazo Esteves, Cristopher Andrés**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Influencia de la irregularidad en elevación en daños en edificios durante sismos en Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR:

f. _____

Lazo Esteves, Cristopher Andrés

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: LAZO_CRISTOPHER_FINAL.pdf (D98557807)
Submitted: 3/16/2021 7:09:00 PM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 4 %

Sources included in the report:

TESIS COMPLETA - DIEGO OSORIO ARROYO.pdf (D33800249)
<https://www.igepn.edu.ec/interactuamos-con-usted/1810-cuatro-anos-despues-del-terremoto-de-pedernales-un-testimonio-sobre-el-peligro-sismico-en-el-ecuador>
<http://www.drgeorgepc.com/Tsunami1979ColombiaSpan.html>
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062019000100066
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13830/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-307.pdf>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13842/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-319.pdf>
<https://docplayer.es/136647949-Facultad-de-ingenieria-carrera-de-ingenieria-civil.html>
<https://docplayer.es/92966806-Universidad-de-guayaquil-trabajo-de-titulacion-ingeniero-civil.html>

Instances where selected sources appear:

22

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a Dios, por haberme dado la fuerza y los dones para poder cumplir una de mis más anheladas metas.

A mis padres, el Ing. Luis Lazo y Marjorie Esteves por ser esa pieza fundamental en mi desarrollo espiritual, por enseñarme a distinguir entre lo bueno y lo malo, y que las grandes recompensas de la vida se ganan con el esfuerzo y el trabajo honesto.

A mis hermanos, Steven, Kevin y Denise, quienes me han demostrado que puedo contar con ellos siempre que los necesite.

A María Paula Ugalde, quien me ha acompañado desde el inicio de mi etapa universitaria, gracias por el amor, la paciencia y esas palabras de apoyo que supiste decirme cada día para impulsarme a seguir adelante.

A mis compañeros y docentes de la Facultad de Ingeniería con los que compartí esta maravillosa etapa, llena de momentos difíciles, pero a la vez felices.

Finalmente, agradezco a mi tutor de tesis, el Ing. Alex Villacrés Sánchez, por su colaboración y apoyo incondicional en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación, fruto de mi esfuerzo y dedicación durante toda mi carrera a las personas que más amo y respeto.

A mis padres que siempre confiaron en mí, a mis hermanos que son mis fuentes de inspiración y a mi compañera de vida porque con ella aprendí lo que es crecer como ser humano.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Carlos Chon Díaz, M. Sc.

DECANO DE LA CARRERA

f. _____

Ing. José Barros Cabezas, M. Sc.

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Jaime Francisco Hernández Barredo, M. Sc.

OPONENTE

ÍNDICE

Capítulo I: Introducción	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance	3
1.5. Metodología	4
Capítulo II: Extracción de información	5
2.1. Terremoto de 1979	6
2.1.1. Los efectos del terremoto.....	8
2.2. Terremoto de 1980	8
2.2.1. Los efectos del terremoto.....	9
2.2.2. Estructuras afectadas.....	12
2.3. Terremoto de 1998	12
2.3.1. Intensidad del sismo en 1998.....	13
2.3.2. Los efectos del terremoto.....	15
2.3.3. Estructuras afectadas.....	16
2.4. Terremoto del 2016	19
2.4.1. Los efectos del terremoto.....	21
2.4.2. Estructuras afectadas.....	22
Capítulo III: Tipos de irregularidades en elevación	26

3.1. Configuración en elevación.....	26
3.2. Coeficiente de configuración estructural en elevación (\emptyset_E).	27
3.3. Descripción de tipos de irregularidades en elevación	29
3.3.1. Piso flexible	30
3.3.2. Distribución de masas en altura	31
3.3.3. Irregularidad geométrica	33
Capítulo IV: Muestra de edificios afectados	35
4.1. Análisis estadístico	66
4.1.1. Grupos por tipo de suelo	66
4.1.2. Afectación en las edificaciones según el tipo de irregularidad. 69	
4.1.3. Afectación en las edificaciones según el tipo de irregularidad por ciudad..	72
Capítulo V: Conclusiones.....	76
Bibliografía	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del Ecuador en el Mundo.	5
Ilustración 2. Representación de sismos a lo largo del tiempo con sus Mw. .	6
Ilustración 3. Esquema del registro mareo gráfico de la Estación de Esmeraldas del Tsunami del 12 de diciembre 1979.	7
Ilustración 4. Edificaciones afectadas durante el terremoto del 18 de Agosto del 1980.	9
Ilustración 5. Daños en edificaciones de la ciudad en terremotos de 1942 a 1980.	11
Ilustración 6. Sismo de 04 de agosto de 1998.	13
Ilustración 7. Más de 200 edificaciones, como la de la gráfica, sufrieron daños en su estructura debido al terremoto ocurrido el 4 de agosto de 1998.	16
Ilustración 8. Evidencia de pisos blandos en las construcciones. Izquierda Edificio Nautilus.	17
Ilustración 9. Irregularidades arquitectónicas. Izquierda: Edificio El Almirante (irregularidad en planta). Derecha: Edificio S/N (irregularidad en elevación)	18
Ilustración 10. Concentración de masas en el edificio Cabo Coral. Izquierda: Piscina en la segunda planta. Derecha: Jacuzzi en la octava planta.	18
Ilustración 11. Esquema del Proceso de Subducción en la Zona del Terremoto de Pedernales.	19
Ilustración 12. Mapa de intensidades ocasionadas por el sismo del 16 de abril.	20
Ilustración 13. Zona de ruptura y réplicas del terremoto del 2016	21
Ilustración 14. Principales afectaciones del sismo de Pedernales	22
Ilustración 15. Antes y después de edificio esquinero con piso flexible ubicado en el centro de Portoviejo	23

Ilustración 16. Losa plana en edificación de dos plantas	24
Ilustración 17. Efecto de punzonamiento	24
Ilustración 18. Coeficientes de irregularidad en elevación.	29
Ilustración 19. Representación del piso flexible.	30
Ilustración 20. Edificio Álava antes del sismo del 16 de abril 2016.	31
Ilustración 21. Irregularidad en distribución de masa.....	32
Ilustración 22. Edificio "Farmacia San Gregorio" antes del sismo 16 de abril 2016.....	33
Ilustración 23. Irregularidad geométrica.....	34
Ilustración 24. Fábrica DTP / Sr. Pedro Ramírez.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de una muestra de 308 edificaciones.....	36
Tabla 2. Análisis de resultados de las irregularidades con suelos tipo A, B y C.	66
Tabla 3. Análisis de resultados de las irregularidades con suelos tipo D, E Y F.....	67
Tabla 4. Análisis de resultados de las irregularidades en elevación en la muestra total según el Grupo 1 y 2.	68
Tabla 5. Análisis de resultados según el tipo de irregularidad.	69
Tabla 6. Análisis según las irregularidades en elevación para el grupo 2....	70
Tabla 7. Análisis de la muestra total por irregularidades en elevación.	71
Tabla 8. Análisis de Irregularidades en elevación vs ciudades según grupo 1.	72
Tabla 9. Análisis de irregularidades en elevación vs ciudades según grupo 1.	73
Tabla 10. Análisis de irregularidades en elevación vs ciudades según la muestra total.	74

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resultados de análisis según los tipos de suelo del Grupo 1.....	66
Gráfica 2. Resultados de análisis según los tipos de suelo del Grupo 2.....	67
Gráfica 3. Resultados de análisis según los tipos de suelo en toda la muestra.	68
Gráfica 4. Resultados del análisis según las irregularidades en elevación vs nivel de daño.....	70
Gráfica 5. Resultados de irregularidades en elevación vs nivel de daño.	71
Gráfica 6. Resultados de irregularidades en elevación vs nivel de daño.	72
Gráfica 7. Resultados de irregularidades en elevación vs ciudades más afectadas en el grupo 1.	73
Gráfica 8. Resultados de irregularidades en elevación vs ciudades más afectadas en el grupo 2.	74
Gráfica 9. Resultados de irregularidades en elevación vs ciudades más afectadas en la muestra total.....	75

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está orientado en determinar los casos en los cuales las edificaciones en la región Costa del Ecuador han sufrido daños durante los terremotos de 1979, 1980, 1998 y 2016 debido a la existencia de las irregularidades en elevación reconocidas por la NEC -2015.

Las irregularidades en elevación reconocidas por la NEC-2015 son: piso flexible, distribución de masa e irregularidad geométrica; las cuales son de importancia para el análisis del comportamiento de edificaciones. Sin embargo, los daños sufridos por lo edificios durante el sismo se deben a varios factores como el movimiento de suelo, tipo de suelo y la respuesta estructural del edificio.

Además, esta investigación establece el análisis estadístico del porcentaje de edificios que sufrieron daños relacionados a cada una de las irregularidades en elevación, dado que durante los sismos presentados en la región Costa del Ecuador, existieron edificaciones que colapsaron por graves daños, tales como piso flexible, irregularidad geométrica o distintas distribuciones de masa en elevación.

Palabras Claves: Sismos, piso flexible, irregularidad en distribución de masa, piso débil, estadístico, irregularidad geométrica.

ABSTRACT

This qualification work is aimed at determining the cases in which buildings in the Coast of Ecuador region have suffered damage during the earthquakes of 1979, 1980, 1998 and 2016 due to the existence of elevation irregularities recognized by the NEC - 2015.

The elevation irregularities recognized by the NEC-2015 are: flexible floor, mass distribution and geometric irregularity; which are of importance for the analysis of the behavior of buildings. However, the damage suffered by buildings during the earthquake is due to several factors such as ground movement, soil type and the structural response of the building.

In addition, this research establishes the statistical analysis of the percentage of buildings that suffered damages related to each of the elevation irregularities, given that during the earthquakes in the Coast of Ecuador region, there were buildings that collapsed due to serious damage, such as flexible floors, geometric irregularity columns or different elevational mass distributions.

Key Words: Earthquake, flexible floor, irregularity in mass distribution, weak floor, statistical, geometric irregularity.

Capítulo I: Introducción

1.1. Antecedentes

Las necesidades arquitectónicas y los defectos de diseño y construcción, introducen en los edificios la denominada irregularidad en elevación. Las irregularidades en elevación reconocidas por las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC-2015 en el Ecuador son: piso flexible, irregularidad en distribución de masa e irregularidad geométrica.

Aunque en el daño sufrido por los edificios durante un terremoto, influyen el movimiento del suelo, el tipo de suelo y la respuesta estructural del edificio, es conocido qué si una estructura no tiene las irregularidades en elevación antes señaladas, el daño que experimentará será menor en comparación a los edificios que incluyen dichas irregularidades.

Lo anterior ha sido observado empíricamente durante los sismos ocurridos en el Ecuador en los años 1979 (Esmeraldas), 1980 (Guayaquil), 1998 (Bahía de Caráquez) y 2016 (Pedernales). Hace falta un estudio técnico que estadísticamente establezca la importancia de las tres irregularidades en elevación mencionadas en los daños sufridos por los edificios en la región Costa del Ecuador durante los citados sismos.

1.2. Justificación

En esta investigación se analizará en qué afecta o cambia los diseños estructurales en las edificaciones ubicadas en la región Costa de Ecuador que han sufrido un sismo significativo, como en los años 1979, 1980, 1998 y 2016. Conociendo que, un sismo es un movimiento o vibración de tierra que llega a causar daños significantes en estructuras. Es así, que al realizar un cálculo estructural para un edificio que soportará un sismo es de suma importancia considerar todos los aspectos técnicos e influyentes. Ahora bien, conocer la influencia que tiene el coeficiente de irregularidad por elevación en el diseño estructural de las edificaciones resulta útil y también interesante, porque es muy probable que la mayoría de las edificaciones que colapsaron o sufrieron

graves daños presenten algún tipo de irregularidad en elevación, tales como piso flexible, irregularidades geométricas y distintas distribuciones de masa en elevación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Determinar los casos en los cuales los edificios en la región Costa del Ecuador han sufrido daños durante los terremotos de 1979, 1980, 1998 y 2016 debido a la existencia de las irregularidades en elevación reconocidas por las Normas NEC-2015.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Establecer estadísticamente el porcentaje de edificios que sufrieron daño por cada una de las irregularidades en elevación anteriormente definidos. En los casos en que los edificios sufrieron daños por dos o más de las citadas irregularidades, se considerará un evento por cada irregularidad. En la muestra se incluirán edificios que sufrieron daños en la región Costa del Ecuador durante los cuatro sismos citados y sobre los cuales exista información.
- Determinar estadísticamente la influencia de las tres irregularidades en elevación en los daños en edificios durante sismos en la región Costa del Ecuador, comparando los porcentajes de la muestra que correspondan a cada irregularidad en elevación con el 100% de los edificios de la muestra.

1.4. Alcance

Fueron evaluados los edificios de la región Costa en el Ecuador que han sufrido daños durante los terremotos de 1979, 1980, 1998 y 2016,

determinando las irregularidades en elevación según las características arquitectónicas y estructurales del edificio, el tipo de suelo según la NEC-15.

Por consiguiente, se analizará en cada edificio si los factores de irregularidad en elevación estuvieron entre los motivos de los daños que afectaron a la estructura.

1.5. Metodología

Se obtendrá una muestra de edificios dañados de la región Costa en el Ecuador durante los sismos de 1979, 1980, 1998 y 2016. Los daños podrán ser de tipo no estructural y de tipo estructural. La información sobre dichos daños se obtendrá de estudios técnicos, reportes técnicos, publicaciones periodísticas, informes de consultoría y en general, de todo tipo de publicación en físico o en digital que pueda ser validada.

Se espera que el tamaño “N” de la muestra corresponda a varios cientos de edificios de todo tipo de material de construcción, sistema estructural y tipo de cimentación.

A fin de controlar la influencia del tipo de suelo en el daño experimentado por los edificios, se dividirá la muestra en dos grupos. El grupo “N1” corresponderá a edificios sobre suelos tipo A, B o C de acuerdo a las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC – 2015. El grupo “N2” corresponderá a edificios sobre suelos tipo D, E o F, de acuerdo a las mismas normas.

Luego, para los edificios de cada grupo se revisará la existencia de las tres irregularidades en elevación del estudio, considerando la existencia de cada irregularidad como un evento individual, pudiendo darse que en un edificio existan dos o más de las citadas irregularidades.

Finalmente, se establecerá la proporción de edificios que presentan uno o más de las citadas irregularidades en elevación con respecto al número total de edificios del grupo. También se determinará la frecuencia observada de cada irregularidad en elevación de los edificios dañados que posean tales irregularidades.

Capítulo II: Extracción de información

Ecuador es un país ubicado en el extremo noroeste de América del Sur. Se asienta directamente sobre el Ecuador y posteriormente se coloca en los hemisferios norte, sur y oeste de la Tierra. Ecuador limita con Colombia al norte, con Perú al sur y al este, y con el Océano Pacífico al oeste. Comparte fronteras marítimas con Costa Rica. Dentro de su territorio, consta el famoso cinturón de fuego del Pacífico, que lo caracteriza como un país sísmico y volcánicamente activo. Desde 1541, se dispone de descripciones de sismos que en casos puntuales causaron catástrofes en el país y lugares cercanos a sus epicentros.



Ilustración 1. Ubicación del Ecuador en el Mundo.

Fuente: (Mapas, 2012)

En el transcurso del tiempo varios sismos se han suscitado tal como en el año de 1979 con una magnitud de 7.9, en el año 1980 con una magnitud de 6.1, en el año 1998 con una magnitud de 7.1 y el más reciente en el 2016 con una magnitud de 7.8 en la escala de Momento Sísmico (Mw). Es esos sismos se observaron daños en las estructuras existentes. Cabe mencionar que entre

los daños producidos en las edificaciones fueron tanto estructurales como no estructurales.

Cada sismo presentó distintos epicentros. Estos eventos afectaron directamente a las ciudades cercanas al epicentro, cada sismo tuvo una magnitud distinta y en cada uno, los testimonios de las personas que vivieron estos momentos demostraron que fueron de una intensidad considerable.

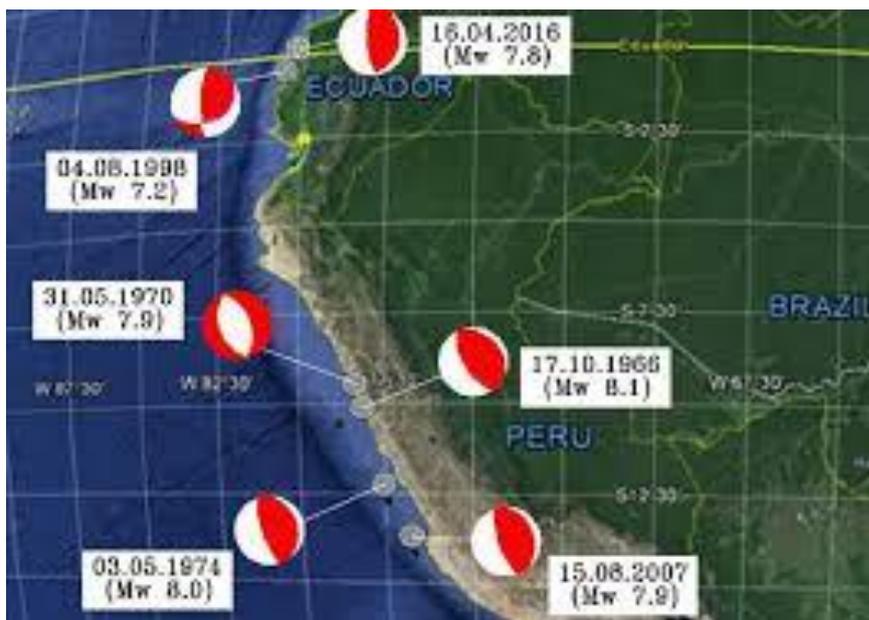


Ilustración 2. Representación de sismos a lo largo del tiempo con sus Mw.

Fuente: (Roberto Aguiar, 2018)

En este capítulo se presenta información con respecto a los sismos que se han indicado, a su vez la afectación en las edificaciones según la magnitud. También, se detalla información que se ha obtenido a través de investigaciones en diferentes fuentes con el aporte del Ing. Alex Villacrés, siendo las páginas web y testimonios de los moradores las fuentes en donde se ha podido encontrar la mayor parte de información.

2.1. Terremoto de 1979

Un movimiento sísmico con magnitud 7.9 en la escala de Richter ocurrió a las 02:59 a.m., el epicentro se localizó en la frontera entre Ecuador – Colombia,

cuya profundidad fue de 33 km. Posteriormente, se produjo un tsunami el cual afectó un poco más al territorio colombiano. Es así, que, de fuente en periódicos correspondiente al año del siniestro, se puede deducir que en Ecuador la afectación fue leve, y no hubo víctimas registradas. (Pararas, G, 2003)

El Tsunami llegó a Tumaco (sur de Colombia) a los treinta minutos luego de haberse producido el movimiento telúrico. Esta catástrofe presentó olas en el transcurso de 4 horas, las cuales presentaban una altura estimada entre 2 a 6 m. Siendo los lugares más afectados: San Juan de la Costa y Guapi. Debido a la incidencia de la ubicación del Ecuador el motivo pudo ser de un desfogue de energía originado por el impacto entre las placas Nazca y Suramérica.

En los registros observados en Esmeraldas se reflejaron olas de 3 a 4 metros y que durante el sismo y posterior tsunami la marea se encontraba baja. Si el tsunami se hubiese dado durante la pleamar (fin del movimiento creciente de la marea, cuando el agua alcanza su nivel más alto), hubiese sido un escenario mucho más caótico debido a que las afectaciones también hubieran ocurrido en poblaciones cercanas a la costa de la ciudad de Esmeraldas. (INOCAR, s.f.)

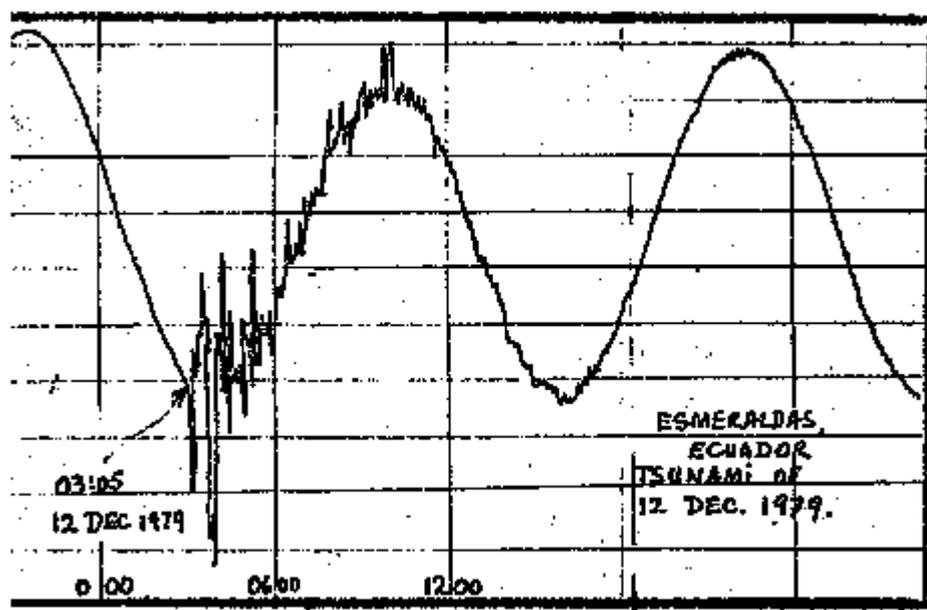


Ilustración 3. Esquema del registro mareográfico de la Estación de Esmeraldas del Tsunami del 12 de diciembre 1979.

Fuente: (Pararas, s.f.)

Los daños del terremoto no fueron tan grandes en poblaciones y ciudades que se encuentra en la parte norte del país. En algunos lugares como Ibarra, Tulcán, Quito, Otavalo y Esmeraldas hubo corte de energía eléctrica, medios electrónicos y agua, los daños en las estructuras de las edificaciones fueron leves.

2.1.1. Los efectos del terremoto

El terremoto del 12 diciembre de 1979 centrado en el estado de Nariño en la esquina del sudoeste de Colombia, confinada al sur por Ecuador y al oeste por el Océano Pacífico. El choque fue sentido en un área amplia que se extendía desde Bogotá al norte de Quito y en Guayaquil hasta el sur. El temblor tenía tres ondas expansivas importantes que según informes duraron a partir de la 2:59 hasta que 3:04, UT local del tiempo (0759 a 0804). (Pararas, s.f.)

2.2. Terremoto de 1980

En el año de 1980, el día 18 de agosto exactamente a las 10:08 horas aconteció un sismo de 6.1 en la Escala de Richter. Habiéndose localizado su epicentro en la ciudad de Nobol, ubicada a 30 kilómetros de la ciudad de Guayaquil. En la Escala Modificada de Mercalli se valoró en VII grados la intensidad en lo correspondiente a toda la ciudad.



Ilustración 4. Edificaciones afectadas durante el terremoto del 18 de Agosto del 1980.

Fuente: (Proyecto RADIUS, 1999)

El sismo registrado fue sentido mayormente en toda el área de la provincia del Guayas, presentándose mayor daño en las estructuras en la ciudad de Guayaquil. En sus alrededores, aunque se indicaron daños, estos fueron leves o mínimos. Principalmente, este terremoto dejó marcada a la ciudad de Guayaquil debido al caos que se ocasionó producto de la hora en que el suceso ocurrió, al ser esta hora de la mañana donde los estudiantes y trabajadores se encontraban en sus labores y en su momento al no existir un plan de respuesta frente a sismos, el desconcierto hizo que se generaran un sinnúmero de problemas, tal como congestión en el tráfico, accidentes de tránsito, y accidentes menores dados por la precipitada respuesta de las personas. (Argudo P. R., 1999)

2.2.1. Los efectos del terremoto

Guayaquil fue la principal ciudad afectada en el terremoto de 1980. En ese año la mayor parte de las edificaciones no eran de gran altura y por lo general eran de construcción mixta. Por esa fecha estas construcciones eran relativamente nuevas, y en su caso los mayores daños fueron no estructurales

presentándose agrietamiento y rotura de paredes a base de ladrillos o bloques, razón por la cual se considera que la madera nueva y de buena calidad con la que estaban hechas aquellas estructuras respondieron de manera favorable durante el sismo. Razón que no se sigue considerando ni sosteniendo igual hoy en día, ya que esta fue una de las mayores enseñanzas que dejó el sismo mencionado, en primer lugar, que las estructuras mixtas no responden igual de favorable que una construcción de pura madera, y en segundo plano que el comportamiento de estas edificaciones mixtas tampoco es igual en su fase de recién construida que habiendo pasado 40 o más años.

Al haberse dado este sismo en horas laborales, conllevó a la suspensión de clases, a la evacuación de todos los estudiantes de los planteles educativos, evacuación de trabajadores de oficinas, que en muchos de los casos quedaron atrapados en los ascensores.

En aquel tiempo, los daños registrados consistieron en fisuras de paredes, roturas de vidrios; los detalles ornamentales y de decoración se fisuraron y otros se cayeron, además de daños en los tumbados. La mayor parte de los edificios que sufrieron estos daños no estructurales, eran edificaciones ubicadas en el centro de la ciudad, y contaban con más de cuatro pisos, en otros casos los daños fueron producidos en edificios con algún tipo de complejidad arquitectónica, que según los expertos estaban sísmicamente contraindicados, entre estos se puede mencionar asimetrías en elevación o en planta, pisos débiles, fachadas o exteriores recubiertas en un gran porcentaje por vidrio, y volados con una longitud muy excesiva. (Argudo P. R., 1999)

A continuación, se presenta una fotografía publicada por El Telégrafo en el año del 2011, donde se muestra una recopilación de los daños en las edificaciones de la ciudad de Guayaquil, el cual recopila dichos daños desde el terremoto de 1942 al terremoto de 1980. (Telégrafo, 2011)

Daños en edificaciones de la ciudad en terremotos

PERÍODO 1942 - 1980

Escala Martinelli (Mide intensidad de terremotos por efectos y daños en estructuras)

- VI** **Sacudida sentida por la zona**
Algunos muebles pesados cambian de sitio y provocan daños leves, en especial en viviendas de material ligero.
- VII** **Daños insignificantes en estructuras fuertes.** son leves o moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables en estructuras pobremente edificadas.
- VIII-** **Daños leves en estructuras fuertes.** Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas. Daño severo en estructuras pobremente construidas.
- VIII+** **Daños medianos en estructuras fuertes.** Son considerables en estructuras ordinarias bien construidas. Daño severo en estructuras pobremente construidas.
- IX** **Daños considerables en estructuras fuertes.** Grandes daños en edificios, con derrumbes parciales. Edificios desplazados fuera de las bases.

Gráfico: El Telégrafo. info@telegrafo.com.ec

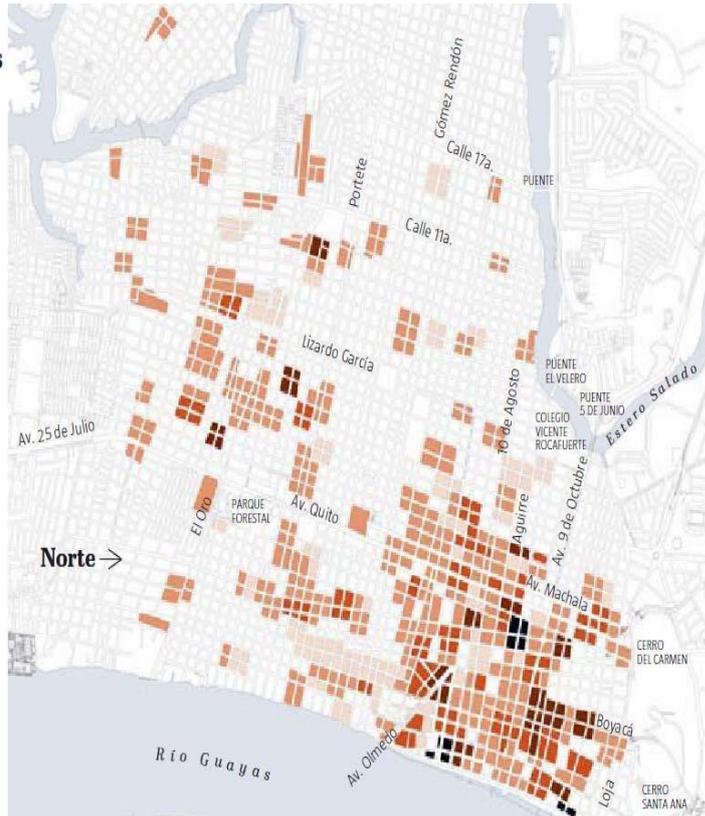


Ilustración 5. Daños en edificaciones de la ciudad en terremotos de 1942 a 1980.

Fuente: (Argudo P. R., 1999)

A pesar, de no haberse generado daños serios en las edificaciones de hormigón armado, se estima que más de 100 casas quedaron con daños, de cuales finalmente 49 debieron ser demolidas, todas estas de construcción mixta con un tiempo de vida entre 20 y 40 años. Llama más la atención, que, en cuanto a planteles educativos construidos de hormigón, varios de estos sufrieron daños, tal fue el caso que 24 colegios y 34 escuelas no pasaron la inspección llevada a cabo una semana después del terremoto, no pudiendo por esa razón reanudar las clases. Este punto llevo a consideración la fragilidad de la infraestructura física existente en la construcción a nivel de educación.

Además del daño ocasionado en las estructuras, hubo 10 muertos y aproximadamente 100 heridos, se definió que el mayor porcentaje de este

número de muertos y heridos graves fue a causa del desplome de las paredes en las casas de construcción mixta.

El sismo de 1980 también ocasionó la suspensión del comercio en el área central de la ciudad, debido a los daños producidos en las estanterías de los locales. Por un lapso de alrededor de tres horas se suspendió el transporte público, los servicios de energía eléctrica y de telefonía, aunque este último servicio en líneas específicas se reactivó pasadas las tres semanas del día del sismo. Además, se suscitó el cierre de algunas calles y avenidas por la caída de varios postes y líneas de energía, a pesar del problema con los postes no se registraron incendios en la zona. Tampoco hubo daños en los acueductos, el sistema de abastecimiento no se encontró afectado, aunque si se dieron ciertos problemas en lo que concierne a agua potable. A pesar de que algunos importantes hospitales de la ciudad se vieron saturados, pudieron redoblar la atención médica y por ende en su momento hubo la atención necesaria. Hoy en día, aunque se considera que los servicios de salud y los servicios básicos fueron pertinentes y buenos en ese momento, no deja de hacerse evidente que con un sismo de 6.1 en la escala de Richter todos estos servicios se vieron llevados al límite de su capacidad. (Argudo P. R., 1999)

2.2.2. Estructuras afectadas

Las estructuras más afectadas fueron en construcciones y edificaciones mixtas. Así mismo, en edificio de hormigón armado sufrieron daños no estructurales.

2.3. Terremoto de 1998

Un martes 4 de agosto de 1998 a las 13h59 se registra un sismo de magnitud 7.1 con epicentro en Bahía de Caráquez de acuerdo al IGM. La red sísmica del Austro marcó el hipocentro a 50 km de profundidad y la duración efectiva del sismo fue de 111 segundos lo cual se refleja en la repuesta sísmica de

estructuras. Según la universidad de Michigan, la profundidad fue de 27 km. (Roberto Aguiar, 2018)

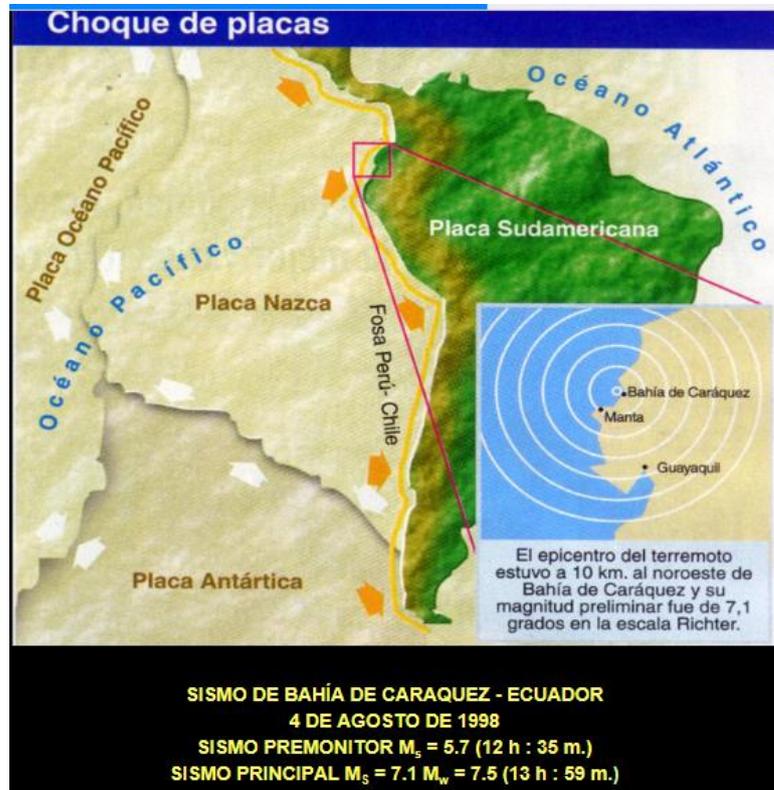


Ilustración 6. Sismo de 04 de agosto de 1998.

Fuente: (Instituto Geofísico, 2020)

2.3.1. Intensidad del sismo en 1998.

Las Intensidad Sísmica describe de manera subjetiva la fuerza e impacto en las personas y en estructuras de la ciudad en donde se encontró el epicentro y también en sectores aledaños. Para medir la intensidad se toma en consideración que existen varias escalas como la de “Mercalli Modificado”. Se realizó una tabla de la escala en el año 1902 que posteriormente sería actualizada.

Tabla 1. Escala de intensidad Mercalli modificada I_{MM} de 1902

I_{MM}	DEFINICION
I	Detectado solo por instrumentos
II	Sentido por personas en reposo
III	Sentido por personas dentro de un edificio
IV	Se siente fuera del edificio
V	Es notado por todos. Los objetos inestables se caen.
VI	Las personas andan con dificultad. Las ventanas y objetos de vidrio se quiebran. Las estructuras con mampostería débil se agrietan
VII	Daños moderados en estructuras bien diseñadas y daños severos en malas construcciones.
VIII	Daños ligeros en estructuras bien diseñadas, considerables en regulares y severos en las mal diseñadas.
IX	Pánico general. Las estructuras con diseño sísmico resistente son seriamente dañadas. Daño en los cimientos.
X	Destrucción grande en edificio bien construido. Grandes deslizamientos del terreno.
XI	Casi nada queda en pie. Fisuras en el piso. Tuberías subterráneas fuera de servicio.
XII	Destrucción casi total. Catástrofe. Grandes masas de roca desplazadas.

Figura 2: Tabla de Mercalli MM actualizada

Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general.
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

El grado de intensidad se determina realizando una relación empírica entre el I_{MM} y la magnitud (M) utilizando las tablas mencionadas anteriormente, es así que se determina que la intensidad del sismo de 1998 fue de grado 8, es decir, con daños considerables en las estructuras.

2.3.2. Los efectos del terremoto

Según la información provista por el Ing. Alex Villacrés, quien es profesor en la carrera de ingeniería civil de la UCSG, existió un informe descriptivo de los daños en edificaciones en la ciudad de Bahía de Caráquez, cercana al epicentro del sismo del 4 de agosto de 1998. El mencionado informe es un aporte muy importante para el presente tema de investigación, debido a que gracias al mismo se puede conocer el estado de distintas edificaciones que experimentaron el sismo en cuestión.

Según un artículo del universo (Barreto, 2003) es decir 5 años después del terremoto mencionado aún la reconstrucción de la ciudad no se encontraba listo en su totalidad, así mismo socialmente las secuelas ya se comenzaron a evidenciar. Sin embargo, varios de los edificios que fueron afectados por el sismo ya lucen renovados como son: condominios en el norte de la urbe, hospital Miguel H. Alcívar, El museo del Banco Central, el edificio Pacifitel. Así mismo, los moradores a pesar de la pérdida económica fueron realizando las

reparaciones respectivas de sus hogares, a pesar del tiempo transcurrido “todavía a diario se recogen escombros de casas que se siguen reparando de a poco”, (Aguirre, 2017). Por otro lado, hacen énfasis en la falta de reparación del sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial que ya se encontraba en malas condiciones incluso antes del sismo.



ARCHIVO / EL UNIVERSO

Ilustración 7. Más de 200 edificaciones, como la de la gráfica, sufrieron daños en su estructura debido al terremoto ocurrido el 4 de agosto de 1998.

Fuente: (Barreto, 2003)

2.3.3. Estructuras afectadas

Se manifiesta que en el sismo mencionado se encontró afectaciones relacionadas a flexibilidad en la estructura y a pisos blandos en los edificios ubicados en Bahía de Caráquez. Esto debido a que se encuentran diferentes cargas de masas en los pisos y la distribución arquitectónica cambia.



Ilustración 8. Evidencia de pisos blandos en las construcciones. Izquierda Edificio Nautilus.

Fuente: (Armas, 2009)

Como se puede apreciar a pesar de tener luz con distancias consideradas no se aprecian la presencia de vigas descolgadas, y esto ocasiona una flexibilidad significativa en la estructura, es posible determinar lo argumentado basándose en la percepción de los daños aparentes en la mampostería.

Así mismo, en estructuras que tienen menor número de pisos y que manifiestan portales hacia la calle, los cuales son utilizados en la mayoría de los casos para comercios y mejorando la estética tiene vanos grandes provocando que se generen balcones que son apoyados sobre columnas esbeltas.



Ilustración 9. Irregularidades arquitectónicas. Izquierda: Edificio El Almirante (irregularidad en planta). Derecha: Edificio S/N (irregularidad en elevación)

Fuente: (Armas, 2009)

También, se puede apreciar que en edificios más altos los efectos del sismo son más dañinos, siendo las irregularidades en elevación y en planta el motivo más significativo ya que esto conlleva a afectar el comportamiento dinámico de la estructura teniendo efectos de torsión, provocando que la estructura falle por cortante.



Ilustración 10. Concentración de masas en el edificio Cabo Coral. Izquierda: Piscina en la segunda planta. Derecha: Jacuzzi en la octava planta.

Fuente: (Armas, 2009)

Por otro lado, existe cambio de masas por pisos siendo más común en edificios de departamentos debido a que cuentan con piscinas, cisternas, entre otras particularidades que generan la singularidad en masas afectando directamente al cortante basal por piso.

2.4. Terremoto del 2016

Como resultado del proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca con la placa continental Sudamericana se produjo el sismo registrado el 16 de abril del 2016 en Ecuador. Este sismo ocurrió un día sábado a las 18h57 con epicentro en Muisne en el noroccidente de la Costa del país, a una profundidad de 17 km.

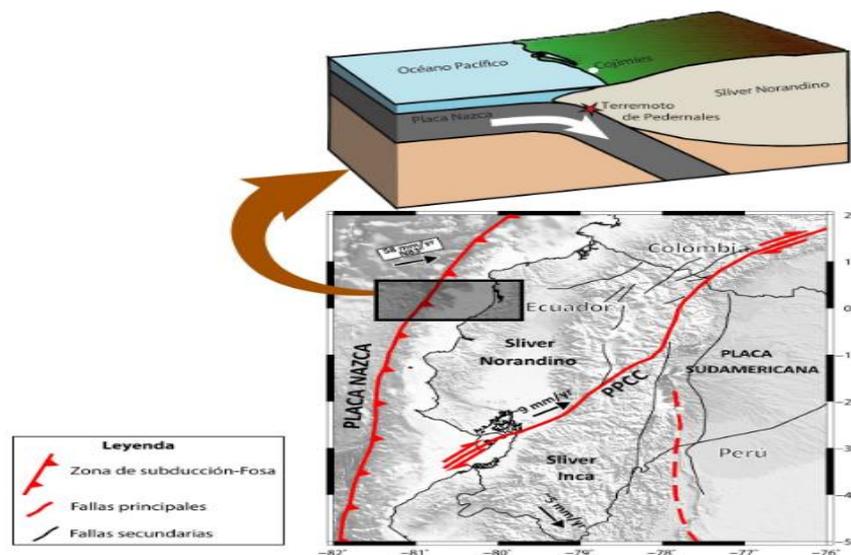


Ilustración 11. Esquema del Proceso de Subducción en la Zona del Terremoto de Pedernales

Fuente: (Geofísico, 2020)

El terremoto de Pedernales, como es conocido este terremoto, alcanzó una magnitud de momento M_w 7.8 y se registró una intensidad máxima de IX según la Escala Macro sísmica Europea EMS-98 en Pedernales y Chamanga. En cambio, en zonas delimitadas de Manta y Portoviejo la intensidad fue de VIII. En Guayaquil se tuvo una de VII EMS, y de manera general en la Sierra ecuatoriana se tiene un registro de una intensidad de IV. Además, este sismo

fue sentido también en zonas muy distantes, tal como Bogotá en Colombia y Cajamarca en Perú. (Gestión de Riesgos, 2016)

A continuación, se muestra una ilustración de un levantamiento de información de intensidades realizado por el Instituto Geofísico de la EPN.

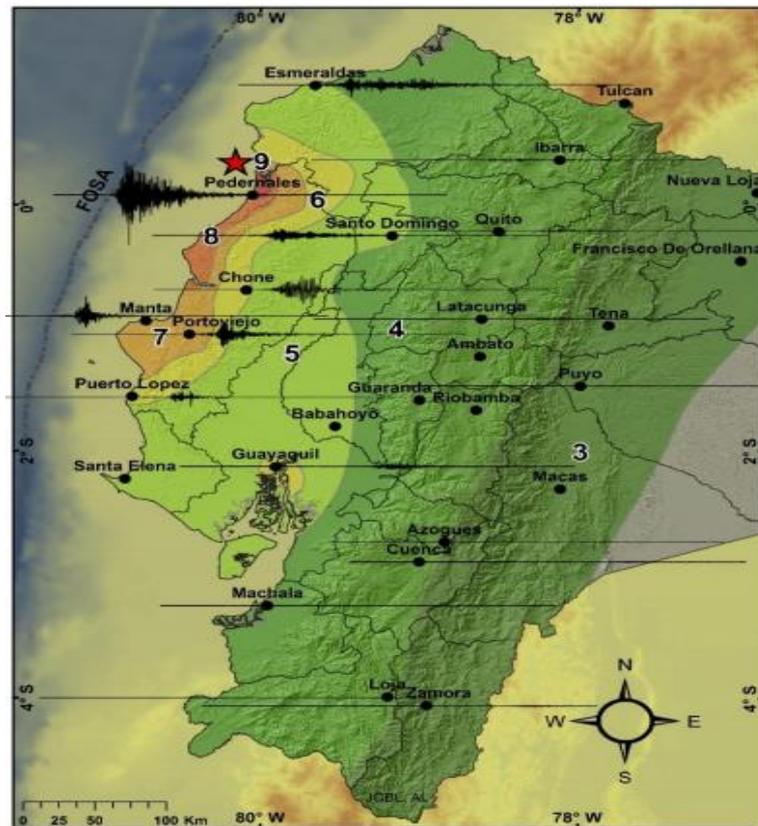


Ilustración 12. Mapa de intensidades ocasionadas por el sismo del 16 de abril.

Fuente: (Gestión de Riesgos, 2016)

La ruptura de este terremoto se generó a 17 km de profundidad, alcanzó una superficie de alrededor de 110 km en dirección longitudinal desde el norte en Punta Calera hasta el sur por Cabo Pasado, y alrededor de 40km en dirección perpendicular a la fosa, y se calculó un desplazamiento de 7 metros.

Luego de ocurrido este sismo, se presentaron miles de réplicas de importante magnitud, y hasta finales del 2017 se habían contabilizado un total de 3500 réplicas. Dentro de este registro se tiene que la mayoría de estos eventos se dieron en la zona de la ruptura, pero también, al sur y al norte de la misma, tanto en Manta e Isla de Plata como en Esmeraldas. En la siguiente ilustración

se identifican la zona de ruptura del sismo, el terremoto ocurrido y las réplicas ocurridas más importantes. (Geofísico, 2020)

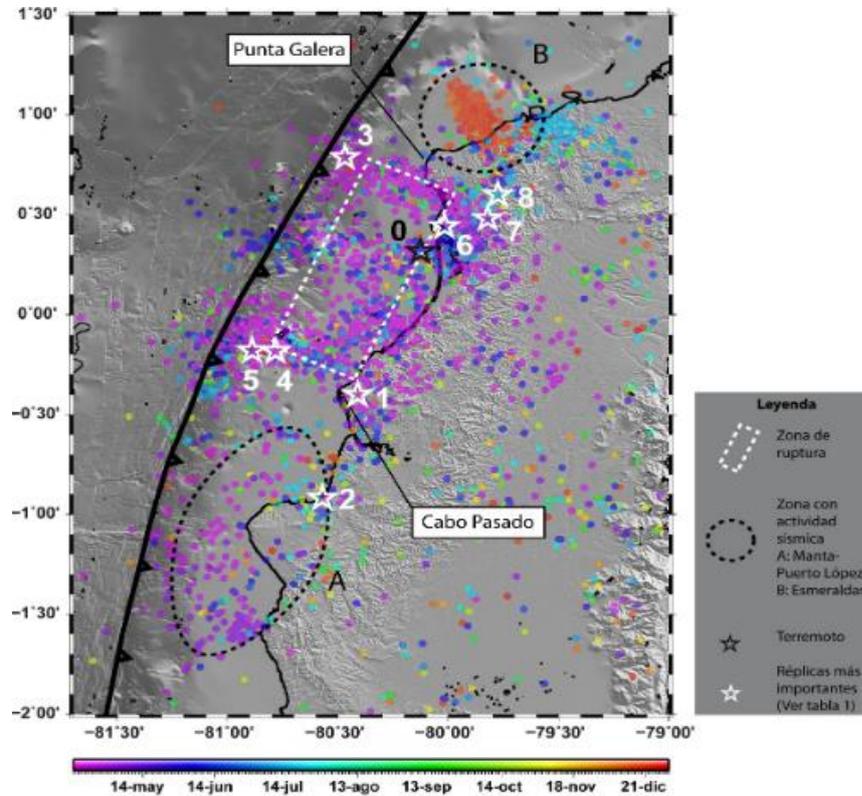


Ilustración 13. Zona de ruptura y réplicas del terremoto del 2016

Fuente: (Geofísico, 2020)

2.4.1. Los efectos del terremoto

De manera general, a causa del sismo ocurrido el 16 de abril, se tuvo la paralización de los trabajos en la Refinería de Esmeraldas por un alto grado de probabilidad de incendio. Además, la mayoría de las provincias tuvieron cortes de energía eléctrica y de telefonía. En Manta la torre de control del aeropuerto se cayó. En Portoviejo a más de todos los edificios colapsados se dio el colapso y la destrucción del edificio del IESS. En Santo Domingo se produjo un incendio que pudo ser controlado gracias a la intervención del cuerpo de bomberos. En la provincia del Guayas ocurrieron varios hechos a causa del sismo, entre ellos, en la ciudad de Guayaquil se tuvo el colapso del paso a desnivel en la Av. De Las Américas, varios daños estructurales en

centros comerciales ubicados en el norte; en Samborondón ocurrió el colapso de una iglesia y un accidente en Village Plaza que dejó como resultado un herido. En la provincia de El Oro se produjo el colapso de una torre de energía lo que ocasionó la falta de energía eléctrica en varias zonas de la ciudad. En Tungurahua y Píllaro se reportaron deslizamientos de gran magnitud que obstaculizaron las vías.

A consecuencia del mismo, se registraron 663 personas fallecidas siendo 649 personas pertenecientes a la provincia de Manabí, 12 personas desaparecidas de las cuales 3 eran de Portoviejo, 4859 personas heridas y otras afectaciones, 113 personas vivas rescatadas y 28775 personas albergadas. A continuación, se muestra una ilustración con los datos correspondientes:

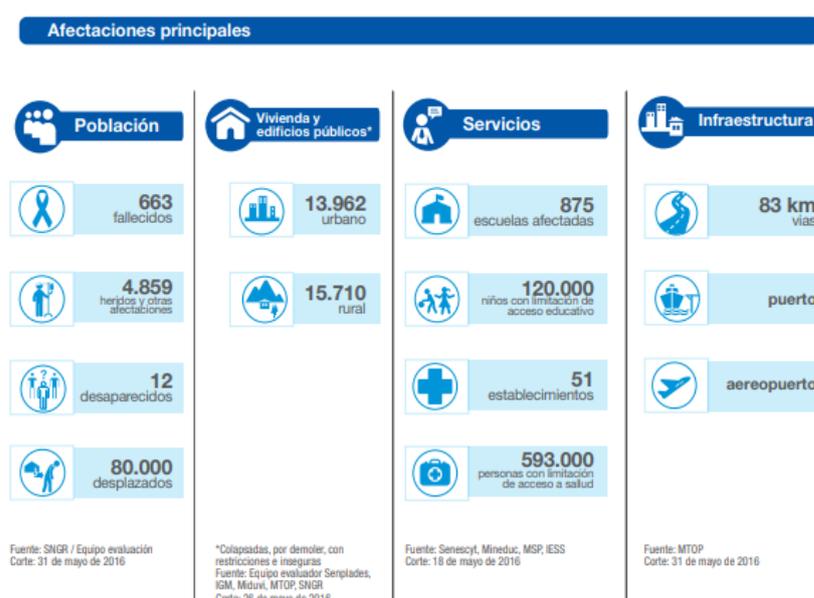


Ilustración 14. Principales afectaciones del sismo de Pedernales

Fuente: (INEC, 2017)

2.4.2. Estructuras afectadas

Dentro de las estructuras afectadas por el sismo, se encontró que la mayoría de los colapsos producidos fueron a causa de pisos blandos, además de edificaciones esquineras que también resultaron con graves daños.



Ilustración 15. Antes y después de edificio esquinero con piso flexible ubicado en el centro de Portoviejo

Fuente: (Quinde & Reinoso, 2016)

Entre la lista de edificaciones destruidas se tienen varias cadenas de hoteles, centros comerciales, hospitales, escuelas, viviendas de dos o más pisos, entre otros. A más de problemas en los diseños estructurales, se tiene como unas principales razones de los daños, las malas prácticas constructivas, además de la falta de diseños estructurales para la implementación de nuevos pisos en los edificios existentes.

Según el MIDUVI, este evento produjo el colapso de 7.000 edificaciones y se consideran más de 30.000 con afectaciones. Se tiene además el registro de que las edificaciones que más sufrieron daños fueron las de mediana altura debido a la profundidad superficial.

La existente de losas planas, fue otra de las razones que se presentó entre las causas de los colapsos de las estructuras, logrando este sistema que las columnas produzcan punzonamiento de la placa atravesando así la losa, y terminando en el desplome de estas columnas. Además, se tienen daños no estructurales debido a las afectaciones en las columnas, resultando en una estructura débil con baja resistencia a carga lateral. (Aguirre, 2017)



Ilustración 16. Losa plana en edificación de dos plantas

Fuente: (Aguirre, 2017)



Ilustración 17. Efecto de punzonamiento

Fuente: (Aguirre, 2017)

Los efectos de columnas cortas también fueron otras de las razones de los daños en los edificios. Tal es el caso de varios edificios en Portoviejo. La licuefacción también estuvo presente, y en la provincia de Manabí tuvo una extensión de aproximadamente 200km N-S y 100km E-W, como se presentó

en la ciudad de Manta, el Puerto, el cual sufrió severos daños debido a la licuefacción. El golpeteo de edificios fue otra causa de daños graves en columnas. Entre todos los daños estructurales también se dieron una infinidad de daños no estructurales en muchas edificaciones de las diferentes provincias afectadas por el terremoto de Muisne del 2016.

Capítulo III: Tipos de irregularidades en elevación

La intención de que existan coeficientes para la configuración estructural es condenar el diseño cuando las estructuras demuestran que existen irregularidades en ellas, estas pueden presentarse en planta tanto como en elevación. Éstas, provocan un comportamiento inusual durante el transcurso de un sismo. Es así, que se recomienda evitar que existan irregularidades tanto en planta como en elevación dentro de una estructura.

Sin embargo, en este proyecto previo a la obtención del título de ingeniero civil, nos concentraremos exclusivamente en las irregularidades en elevación establecidas por la NEC-15.

3.1. Configuración en elevación

Con el afán de cuidar que en las edificaciones no existan concentraciones de esfuerzos considerables en los pisos del edificio, o a su vez, vibraciones en pisos superiores, es indispensable que exista una igualdad en la geometría de los elementos estructurales tales como: columnas, distribución de paredes de corte, lo que logrará de cierta manera disminuir situaciones en la estructura que por lo general son: el cambio brusco de altura de entre pisos, y cambio en la concentración de masas en los diferentes niveles.

Por lo general, se considera que una edificación es regular siempre y cuando las siguientes condiciones sean verdaderas:

- Que la geometría a lo alto del edificio se mantenga igual y que no exista escalones de tramo ni los escalonamientos en las salientes; que la estructura de la edificación y los escalones que existan durante el 15% de altura primeros.
- Que en la relación masa versus la rigidez no tenga transiciones que superen el 15% de los entre pisos adyacentes, (el último nivel no necesita ser verificado).

- Que los elementos estructurales de una edificación se encuentren debidamente alineados.
- Que no exista por ninguna circunstancia interrupciones en los elementos estructurales verticales.

3.2. Coeficiente de configuración estructural en elevación (\emptyset_E).

Según (*NEC-15, 2015*), el coeficiente \emptyset_E se estimará a partir del análisis de las características de regularidad e irregularidad en elevación de la estructura. Se utilizará la expresión:

$$\emptyset_E = \emptyset_{EA} \times \emptyset_{EB}$$

Dónde:

\emptyset_E : Coeficiente de regularidad en elevación

\emptyset_{EA} : Mínimo valor \emptyset_{Ei} de cada piso i de la estructura, en el caso de irregularidades tipo 1; \emptyset_{Ei} en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 1

\emptyset_{EB} : Mínimo valor \emptyset_{Ei} de cada piso i de la estructura, en el caso de irregularidades tipo 1; \emptyset_{Ei} en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 2 y/o 3

\emptyset_{Ei} : Coeficiente de configuración en elevación.

Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritos en las Tabla 13 y Tabla 14 de la NEC 2015, en ninguno de sus niveles, $\emptyset_E = 1$ y se le considerará como regular en elevación.

Si $\Delta_{Mi} < 1.30 * \Delta_{Mi+1}$ puede considerarse que no existen irregularidades de los tipos 1, 2, o 3.

Dónde:

Δ_{Mi} : Deriva máxima de cualquier piso

Δ_{Mi+1} : Deriva máxima del piso superior

Adicionalmente, para estructuras tipo pórtico especial sismo resistente con muros estructurales (sistemas duales), que cumplan con la definición de la sección 1.2, se considerará:

$$\emptyset_E=1$$

Dónde:

\emptyset_E : Coeficiente de regularidad en elevación.

3.3. Descripción de tipos de irregularidades en elevación

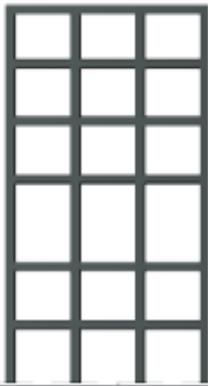
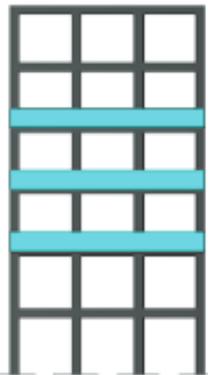
<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_c < 0.70$ Rigidez K_D Rigidez $< 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p>Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p>Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Ilustración 18. Coeficientes de irregularidad en elevación.

Fuente: (NEC-15, 2015)

3.3.1. Piso flexible

Esto se da siempre cuando existe algún cambio considerable y brusco en la rigidez de pisos consecutivos, esto se da por distintas razones tales como la diferencia de altura entre pisos e interrupción en los elementos estructurales en dirección vertical, siendo por lo general el mayor de los motivos la mampostería. Desde la NEC del año 2011 se considera que un piso blando es relevante si la rigidez lateral es en un 70% menor a la superior, también puede ser inferior al 80% como resultado del promedio de la rigidez de los tres pisos superiores.

Esta irregularidad se ve presente por lo general en edificios donde los primeros pisos se los va a considerar como parqueadero o en su defecto almacenes, por ejemplo, cuando se observa que la mampostería es mínima a comparación de la de los otros pisos o en su defecto, no existe mampostería; cuando esto sucede lo más probable es que los elementos estructurales del primer piso como son las columnas fallan.

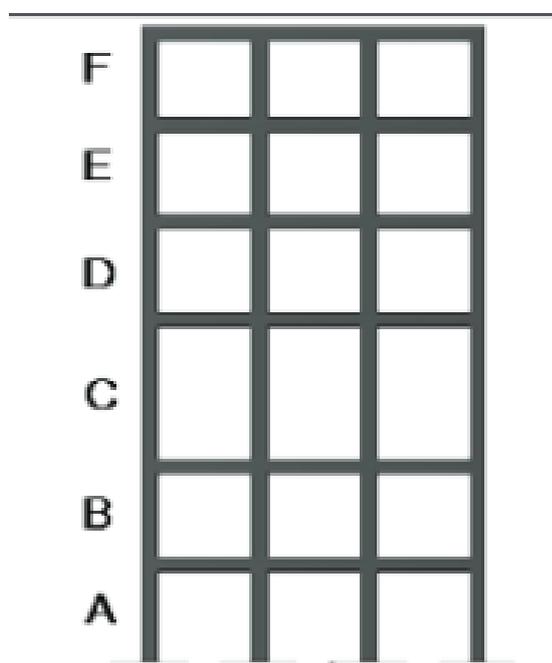


Ilustración 19. Representación del piso flexible.

Fuente: (NEC-15, 2015)

En el “Edificio Álava”, ubicado en la ciudad de Portoviejo muy probablemente por sus características observables como es el mezanine que se considera como la irregularidad en la diferencia de alturas entre los pisos, afecta directamente a la estructura considerándolo piso flexible; por lo tanto, se tenía que haber penalizado y tomar en consideración las irregularidades.



Ilustración 20. Edificio Álava antes del sismo del 16 de abril 2016.

3.3.2. Distribución de masas en altura

Esto se debe a que la distribución de masas en altura es irregular de acuerdo al piso de la edificación (irregularidad en las masas); esto debido a que, pueden existir elementos distintos como mobiliario en diferentes cantidades y características lo cual hace que cada nivel se convierta en una masa distinta a los pisos sucesores. Esto resulta ser mucho más crítico para la estructura, cuando la diferencia de masas entre los pisos es muy grande, por consiguiente, las aceleraciones de respuesta sísmica también se vuelven mayores provocando una mayor fuerza y la probabilidad de que exista un volcamiento es directamente proporcional.

Para que una estructura sea considerada irregular, se debe verificar que la masa de un piso sea 1.5 veces mayor a la masa de uno de los pisos en la parte superior.

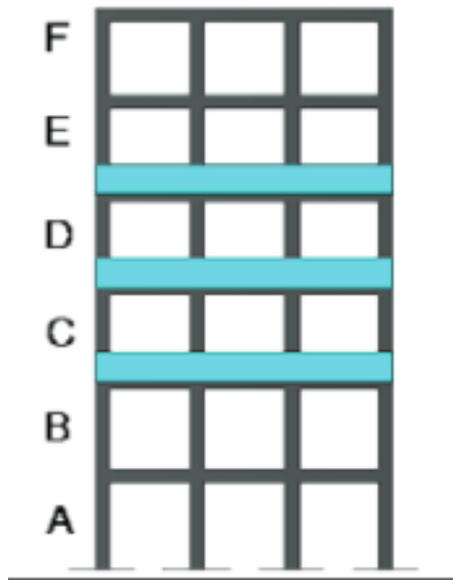


Ilustración 21. Irregularidad en distribución de masa.

Fuente: (NEC-15, 2015)

El edificio denominado “Farmacia San Gregorio” ubicado en la ciudad de Portoviejo sufrió daños, los cuales se puede asumir que existe un problema de distribución de masas, ya que en planta baja se puede notar que se ocupaba para locales comerciales, mientras que en los siguientes pisos altos se encuentra con una masa muy diferente lo que afecta directamente a la estructura considerándolo como irregularidad en la distribución de masas en altura; por lo tanto, se tenía que haber penalizado y tomar en consideración las irregularidades.



Ilustración 22. Edificio "Farmacia San Gregorio" antes del sismo 16 de abril 2016.

Fuente: (Ing. Hugo Landívar Armendáriz, 2016)

3.3.3. Irregularidad geométrica

Es considerado irregularidad geométrica en sentido vertical, siempre que la forma y dimensión en planta (vista en plano horizontal) sea 30% más que el piso siguiente. En la figura a continuación se puede observar que una de las esquinas en el sentido vertical se encuentra más adentro que las otras. Es así, que sería factible realizar dos estructuras separadas para que se comporten de manera separada y exista desfogue de energía entre ellas.

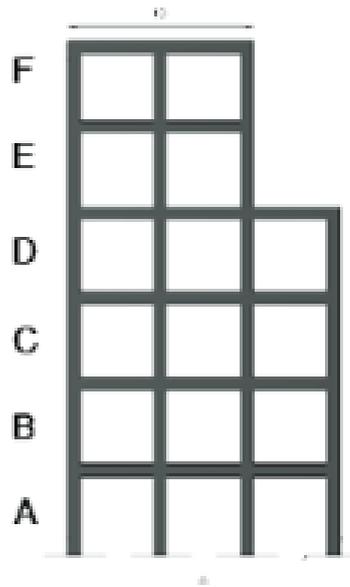


Ilustración 23. Irregularidad geométrica.

Fuente: (NEC-15, 2015)

En el caso de la Fábrica DTP/Pedro Ramírez, como se puede observar, este edificio, el cual se ubica en la ciudad de Portoviejo, en las dos plantas inferiores el área o distribución horizontal es mucho menos que el de los dos pisos altos, por lo tanto, se puede asumir casi que al 100 por ciento que existe una irregularidad geométrica, la cual afectó en gran cantidad a la estructura después del terremoto del 16 de abril del 2016.



Ilustración 24. Fábrica DTP / Sr. Pedro Ramírez

Fuente: (Ing. Hugo Landívar Armendáriz, 2016)

Capítulo IV: Muestra de edificios afectados

Tomando en consideración la incidencia de las irregularidades en elevación en los distintos sectores de la región Costa del país, se procede a realizar una tabulación de una muestra de 308 edificaciones, las cuales fueron obtenidas por medio de fuentes como: Resultado de Inspección visual realizada durante el breve recorrido por las calles de Portoviejo (Ing. Hugo Landívar Armendáriz, 2016), Proyecto RADIUS (Argudo P. R., 1999), Revisión del comportamiento durante el sismo del 16 de abril de 2016 de edificios de hormigón armado afectados por el sismo del 18 de agosto de 1980 (Bastidas, 2019), Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Portoviejo (Lindao, 2018), Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Pedernales (Tapia, 2018), Estudio de los métodos de rehabilitación usados en edificios afectados por el sismo del 16 de abril de 2016 en el Ecuador (Loaiza, 2018). Es realizada, para plasmar y de manera más sintetizada poder determinar estadísticamente algunas de las premisas consideradas en este estudio.

A continuación, se presenta una tabla descriptiva de las edificaciones que quedaron afectadas a partir de los sismos más relevantes durante los últimos 42 años en la región Costa en el Ecuador. La tabla a continuación, describe a cada edificio de la muestra por su nombre y foto, en la tercera columna de la tabla que se encuentra posterior, indica el año del sismo con el que se caracterizó por sus distintas fallas por irregularidad en elevación; a su vez, se describe brevemente algunas de las características notables de la edificación; posteriormente, se indica el tipo de suelo en donde se encontraban o en algunos casos se siguen asentando las estructuras. Luego, se clasifica las edificaciones según el nivel de daño, esto sería si fueron: sin daños, leve, moderado, severo y colapso. Finalmente, se clasifica por el tipo de falla, siendo estas: piso flexible, distribución de masa, irregularidad geométrica.

Con la simbología “x” en color negro, se procede a identificar las edificaciones según el nivel de daño de cada una; mientras que, en color rojo se identifican los tipos de irregularidades en elevación que influyeron en las edificaciones.

Tabla 1. Matriz de una muestra de 308 edificaciones.

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
1	Edificio Alava		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 7 pisos con volado y mezanine, de estructura de HA.	E		x				x		
2	Hotel Cabrera		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con columnas irregularmente distribuidas.	E					x			
3	BIESS		2016	Portoviejo	Edificación pública de 3 pisos, donde anteriormente funcionaba Filanbanco.	E				x				
4	Edificio Palau		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos de estructura de HA. Locales comerciales en planta baja.	E					x			
5	Edificio del IESS		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 7 pisos con mezanine, de estructura de HA. Fue cambiando el uso con cargas de oficinas públicas. Antigüedad más de 20 años.	E					x	x		
6	Edificio Chinito - Comandato		2016	Portoviejo	Edificación de 7 pisos de estructura de HA, con local comercial en planta baja.	E					x			
7	Almacén Johan - Artefacta		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos con mezanine, de estructura de HA. Frecuentemente movimiento de comerciantes informales.	E				x				
8	Importaciones Selectas		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos de estructura de HA. Comerciantes informales trabajan en la acera y calle.	E			x					
9	Casa junto Coop. Comercio		2016	Portoviejo	Vivienda medianera de 2 pisos de estructura mixta, no habitable. Al parecer se encontraba en mal estado.	E					x			
10	Hotel Alejandro		2016	Portoviejo	Edificación de 7 pisos de estructura de HA, colindante con el Seguro Social, el cuál colapsó.	E					x			

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
11	Almacén San Agustín		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 2 pisos de estructura mixta, con locales comerciales en el primer piso.	E					x	✗		
12	Centro Comercial Municipal		2016	Portoviejo	Edificación que abarca una manzana con base de dos pisos y sobresale torre central con 7 pisos. Estructura de HA. Antigüedad más de 40 años.	E					x			
13	Almacén Movistar		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura mixta, con local comercial en planta baja.	E					x			
14	Almacén de telas Hidalgo		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura mixta, con varios locales comerciales en planta baja.	E					x			
15	Hotel El Gato		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 7 pisos con mezanine, de estructura de HA. Antigüedad más de 20 años.	E					x	✗		
16	Edificio Vásquez		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 7 pisos con mezanine de estructura mixta. Local comercial de farmacia en planta baja.	E					x	✗		
17	Edificio Abril		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 7 pisos con mezanine, de estructura de HA, colindante al edificio Vásquez.	E					x	✗		
18	Digicom		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 2 pisos de estructura mixta, con locales comerciales en planta baja.	E					x			
19	Edificio frente Super Cap		2016	Portoviejo	Edificación de 5 pisos e incluye mezanine, de estructura de HA, con local comercial en primer piso.	E					x	✗		
20	Boutique Escándalo		2016	Portoviejo	Edificación de 3 pisos con local comercial en planta baja.	E					x			

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
21	Casa Antigua		2016	Portoviejo	Vivienda esquinera de 2 pisos de estructura mixta.	E					x			
22	Edificio Mutualista Pichincha		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 10 pisos con mezanine de estructura de HA. Los 3 últimos pisos fueron incrementados. Antigüedad más de 15 años.	E					x	x		
23	Edificio CRONIC y otros		2016	Portoviejo	Edificaciones adosadas de estructura mixta, una de ellas ya se encontraba vetusta con 3 metros de ancho.	E					x			
24	Banco del Pacifico		2016	Portoviejo	Edificación pública esquinera de 6 pisos de estructura de HA. Presenta daños estructurales.	E				x				
25	Banco Comercial Manabí		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos con mezanine, de estructura de HA. Presenta daños estructurales.	E				x				
26	Hotel Ejecutivo		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 6 pisos con mezanine y volado, de estructura HA.	E	x							
27	Edificio CNT		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de la Corporación Nacional de Telefonía. Se realizaron aumentos y en la parte norte ocurrió el colapso.	E					x	x		
28	Pasaje Comercial		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos de estructura de HA. Uso comercial en su totalidad. Tiene forma de herradura.	E	x							
29	Edificio Comercial		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 3 pisos, de estructura mixta, con locales comerciales en la planta baja.	E					x			
30	Edificio Michelin		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine. Geometría algo irregular.	E			x					x

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
31	Edificio Ex CRM		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine, de estructura mixta. Antigüedad más de 30 años.	E					x	x		
32	Banco del Pichincha		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura de HA, en el cuál funcionaba el banco del Pichincha.	E		x						
33	Edificio Banco la Previsora		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 10 pisos, de estructura de HA. No sufrió daños, actualmente sigue sirviendo al público.	E	x							
34	Contraloría		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos de estructura de HA, donde funciona la Contraloría General del Estado - Zonal 5.	E			x					
35	Clínica Yanqui		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 2 pisos con una inadecuada distribución de columnas.	E					x			
36	Edificio Kausman		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos de estructura de HA, la cuál se encontraba en proceso constructivo.	E		x				x		
37	Edificio Imperial (Farm. Cruz Azul)		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos aparentemente sin la intervención de un ingeniero.	E					x			
38	Edificio SRI		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos de estructura HA, donde funciona el Servicio de Rentas Internas.	E		x						
39	Coop. Policía Nacional		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos, de uso público.	E			x					
40	Palacio de Justicia		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 12 pisos del Palacio de Justicia de Portoviejo de uso público.	E		x						

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
41	Palacio Municipal		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos del Palacio Municipal.	E		x						
42	Edificio Cooperativa Magisterio		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 6 pisos con mezanine de estructura HA, paredes de bloques. Fachadas cargadas en exceso.	E					x			
43	Edificio Casa Ex Diputado Villacres		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con una inadecuada distribución de columnas.	E					x	x		
44	Concesionario Chevrolet		2016	Portoviejo	Concesionario de una sola planta la falla fue del talud.	E			x					
45	Colegio Uruguay		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos de uso como centro educativo.	E	x							
46	Mi Bankito		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con locales comerciales en la planta baja.	E			x			x		
47	Asadero El Bellaco		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos aparentemente construido sin la contribución de un ingeniero encargado de los cálculos.	E					x			
48	Sindicato de Choferes		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos con diferentes alturas de entre piso, ventanales que provocaron efecto de columna corta en primer piso.	E					x	x		
49	Hotel Angelical		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine, frecuentemente concurrido por el público.	E	x							
50	Multi-Plaza (Supermaxi)		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos, simétrico y concurrido por el público en general.	E	x							

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño				Tipo de Falla			
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
51	Hotel Ceibo Real		2016	Portoviejo	Edificación de 5 pisos durante el sismo no presento daño estructural.	E		x						
52	Edificio Notaria Primera		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos con mezanine, donde se encontraba la Notaria Primera.	E			x			x		
53	Hotel Emperador		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine.	E			x			x		
54	Edificio Licorera Nilton Díaz		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con varios locales comerciales en planta baja.	E				x		x		
55	Cafetería Jean Pierre		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con porticos amplios.	D				x		x		
56	Edificio Calzado Mariner		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine, de estructura mixta. Tanque de agua sobre losa de cubierta. Antigüedad más de 30 años.	E					x	x		
57	Escuela Horacio Hidrovo V.		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos de uso público, con pórticos simétricos.	E		x						
58	Edificio Mundo de Ofertas		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos de uso comercial con oficinas.	E			x					
59	Edificio frente a Clínica San Antonio		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos de uso público.	E				x				
60	Clínica San Antonio		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 4 pisos de estructura de HA. Cambio de rigidez de pisos superiores (losas aliviadas de hormigón a steel deck).	E					x			

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño				Tipo de Falla			
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
61	Comisariato El mayor		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con varios locales comerciales en planta baja.	E			x					
62	Casa de dos Pisos		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 2 pisos de estructura mixta.	E					x			
63	Edificio Junto Placacento		2016	Portoviejo	Edificación de 3 pisos que colinda con la Placacento, el cuál a su vez fue afectado por el sismo.	E					x			
64	Fábrica DTP / Sr. Pedro Ramírez		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con mezanine, de estructura HA. Volados superiores a 3 metros. Antigüedad más de 30 años.	E				x		x		x
65	Fábrica de Muebles		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con mezanine y locales comerciales en planta baja.	E			x					
66	ITSUP		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 4 pisos de estructura de HA, de uso institucional.	E			x					
67	Casa de tres pisos		2016	Portoviejo	Vivienda de 3 pisos con balcón aparentemente no sufrió daños estructurales.	E		x				x		
68	Cevichería Antony		2016	Portoviejo	Edificación 4 pisos con mezanine y local comercial en planta bajadonde. Daño estructural en las columnas del extremo derecho.	E				x		x		
69	Edificio Imprenta Cevallos		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos de estructura mixta, con local comercial de farmacia en planta baja.	E				x		x		
70	Casa de dos pisos		2016	Portoviejo	Viviendas adosadas de 2 pisos de estructura mixta, los cuales sufrieron daños severos.	E					x			

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño				Tipo de Falla			
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
71	Catedral de Portoviejo		2016	Portoviejo	Catedral de una planta frecuentemente visitada, al parecer solo sufrió daños en mampostería.	E		x						
72	Edificio en el Centro (UNE)		2016	Portoviejo	Edificación de 3 pisos, el cuál es un edificio de uso público.	E		x						
73	Farmacias San Gregorio		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con mezanine, de estructura de HA. Antigüedad más de 30 años.	E					x		x	
74	Farmacia Cruz Azul		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos con mezanine, estructura de HA, paredes de bloques.	E			x					
75	Farmacias Comunitarias		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos, de estructura mixta. Irregular distribución y sección transversal de sus columnas.	E					x			
76	Edificio Pañalera López		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 4 pisos de estructura mixta, con local comercial en planta baja.	E					x			
77	Imprenta y Papelería Wilma		2016	Portoviejo	Edificación de 3 pisos de estructura mixta, falla de las columnas en planta baja.	E					x		x	
78	Edificio PC MAN		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos con locales comerciales en planta baja y una irregular distribución de columnas.	E					x		x	
79	Cincuentazo		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos de estructura mixta con local comercial en planta baja.	E			x					
80	Edificio El Pillín		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos con mezanine, de estructura de HA. Antigüedad más de 25 años.	E					x		x	

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
81	Casa frente a Cuerpo de Bomberos		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura mixta, más de 30 años de antigüedad.	E					x			
82	Casa antigua		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos de estructura mixta con local comercial en planta baja.	E					x			
83	Casa parque cementerio		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos con falla en columnas de planta baja.	E					x			
84	Bazar Norita		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura mixta, con local comercial en planta baja.	E					x			
85	Terminal Aéreo de Manabi		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos de uso público como terminal aéreo.	E		x						
86	Casa junto a almacén JAHER		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 2 pisos de estructura mixta, con locales comerciales en planta baja.	E				x				
87	Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús		2016	Portoviejo	Edificación institucional educativa de 4 pisos de estructura mixta, al parecer solo tuvo daños en mampostería.	E	x							
88	Edificio Distribuidora Nazly		2016	Portoviejo	Edificación de 7 pisos con mezanine, al parecer no tiene daños estructurales.	E	x							
89	Bomberos de Portoviejo		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine de la estación de bomberos, el cuál no debería fallar por ser esencial.	E			x			x		
90	Farmacia Comercio		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 6 pisos con mezanine, estructura de HA. Tenía columnas esbeltas en el primer nivel. Antigüedad más de 30 años.	E					x		x	

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
91	Edificio Familia Macías y Bonilla		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos de estructura mixta, se observan losas planas e irregularidades en distribución de columnas en planta baja.	E					x	x		
92	Florería Esmeraldas		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos con mezanine, con local comercial en planta baja. Presenta daños en mampostería.	E			x					
93	Paseo Shopping		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos, al parecer solo presentó daños en mampostería. Frecuente uso público.	E		x						
94	Edificio Ex Farmacia Barcia		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura mixta, con locales comerciales en planta baja. Muchos años de antigüedad.	E					x	x		
95	Edificio Dinamo		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 5 pisos de estructura de HA, solo presenta daños en mampostería.	E		x						
96	Edificio junto al SRI		2016	Portoviejo	Edificación que se encontraba en proceso constructivo con 6 niveles incluido mezanine, de estructura de HA. Existen daños en paredes.	E		x				x		
97	Almacenes La Norma		2016	Portoviejo	Edificación de 1 piso de estructura mixta, frecuente uso de comerciantes informales. Muchos años de antigüedad.	E					x			
98	Patio de maquinas CPM		2016	Portoviejo	Patio de máquinas, donde al parecer el muro de cerramiento sufrió daños no estructurales.	E		x						
99	Almacén Edita		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos en estado de vetustez de estructura mixta con local comercial en planta baja.	E					x			
100	Banco de Fomento		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura de HA, frecuente uso público, el cuál no sufrió daños.	E	x							

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
101	Gobernación de Manabí		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos, columnas de grandes secciones, al parecer no sufrió daños y al momento sigue siendo útil.	E		x						
102	Edificio Capitán Santana		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 3 pisos de estructura de HA. Cimentación directa sobre vigas de cimentación. Fachadas con carga por motivos decorativos.	E					x	x		
103	Edificio Almacén de Respuesto		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos con mezanine, de estructura de HA, paredes de bloques. Antigüedad más de 30 años.	E					x			
104	Edificio Sr. Mario Loo		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 4 pisos de estructura de HA, paredes de bloques y cubierta de losa. Cimentación de plintos aislado.	E				x				
105	Edificio Servipago		2016	Portoviejo	Edificación medianera de 5 pisos con mezanine de estructura de HA, paredes de bloques y cubierta de losa. Antigüedad más de 30 años.	E					x	x		
106	Hospital del IESS		2016	Manta	Edificio Hospital de IESS de 5 pisos.	F			x					
107	Edificio Taller y tapicería		2016	Manta	Edificio de 2 pisos de construcción mixta.	E				x				
108	Edificio		2016	Manta	Edificio de 3 pisos construcción mixta.	E				x				
109	Hotel Camaleón		2016	Canoa	Edificio de 6 pisos que funcionaba como hotel los muros exteriores colapsaron evidenciando irregularidades de elevación.	E			x					x
110	Edificio departamental		2016	Manta	Edificio departamental de 4 pisos aparentemente las columnas fallaron por falta de confinamiento.	E					x			

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
111	Edificio Residencial		2016	Manta	Edificio Residencial de 3 pisos, el primer piso colapsa por efecto de columnas cortas.	E					x	x		
112	Edificio "Bienvenidos a Portoviejo"		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con terraza techada el 2do piso colapsa por efecto de columna corta.	E					x			
113	Edificio Comercial		2016	Manta	Edificación de 2 plantas con terraza.	E				x				
114	Edificio Cedepa		2016	Manta	Edificio de 2 plantas con mezzanine donde funcionaba un local de repuestos.	E				x		x		
115	Edificio Aeropuerto de Bahía "Los Perales"		2016	Bahía de Caráquez	2 Edificios independientes de 2 pisos durante el sismo se dio el golpeo entre edificios ocasionando daños.	F		x						
116	Edificio Clínica de Ojos		2016	Portoviejo	Centro Oftalmológico de 5 pisos durante el sismo sufrió daños por golpeo entre edificios.	E		x						
117	Hotel Las Gaviotas		2016	Manta	Edificación de 4 pisos de estructura de HA.	E				x				
118	Casa Residencial		2016	Manta	Casa de tres pisos durante el sismo se acentó más de 30 cm pero no presenta daño estructural.	E			x					
119	Conjunto de casas Residenciales		2016	Manta	Conjunto de casas que a pesar de enviduar adosamiento la falla se da en el suelo y provoca asentamientos.	E			x					
120	Estructura Residencial		2016	Pedernales	Estructura residencial de 3 pisos.	D					x	x		

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
121	Edificio en pedernales		2016	Pedernales	Edificio en pedernales la columnas tienen bisagras en ambos lados.	D					x			
122	Estructura pedernales		2016	Pedernales	Edificio de dos pisos evidencia losas planas sin vigas.	D					x			
123	Unidad Educativa "Linus Pauling"		2016	Manta	Un edificio compuesto por 5 edificios de hormigón armado adosados todos a la misma altura.	E					x			
124	Edificio Residencial		2016	Pedernales	Edificio de 2 plantas solo sufrió daño en los cristales de la fachada.	D	x							
125	Edificio Residencial Típico.		2016	Manta	Edificio Residencial típico con comercio en planta baja con voladizo de mas de 5 pies.	E					x			
126	Edificio Residencial Típico.		2016	Manta	Edificio Residencial típico con comercio en planta baja con voladizo de mas de 5 pies.	E					x			x
127	Edificio Residencial Típico.		2016	Manta	Edificio Residencial típico originalmente de 2 pisos se puede diferenciar que los demás pisos fueron agregados provocando comportamientos no deseados.	E			x				x	
128	Edificio Residencial Pedernales		2016	Pedernales	Edificio residencial de 4 pisos en Pedernales con primer piso comercial.	D					x			
129	Residencia de un piso		2016	Canoa	Residencia de 1 planta de construcción artesanal (madera).	E				x				
130	Edificio Comercial		2016	Portoviejo	Edificio comercial de 7 pisos de hormigón armado los pisos intermedios colapsaron.	E					x	x		

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
131	Hostal "la Elegancia"		2016	Pedernales	Edificio de 4 pisos junto a una escuela, colapso por completo.	D					x	x		x
132	Unidad Educativa Salesiana San Jose		2016	Manta	Edificio donde funcionaba una institución educativa con mas de sesenta años de antigüedad.	F					x			
133	Hospital Rodriguez Zambrano		2016	Manta	Estructura conformada por varios edificios de entre 3 hasta 7 pisos.	E			x					
134	Hospital Miguel H. Alcivar		2016	Manta	Estructura de 4 pisos que fue abandonada totalmente despues del sismo debido a elementos no estructurales que quedaron a la deriva.	E			x					
135	Edificio La Fragata		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 10 pisos de hormigón armado.	D				x				
136	Edificio Jalil		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 7 pisos la estructura fue reforzada despues del sismo de 1998.	D			x					
137	Edificio El Almirante		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 9 pisos de hormigón armado con pórticos en ambas direcciones.	D				x				
138	Edificio CNT		1998	Bahía de Caráquez	Edificio de 3 pisos de Hormigón armado de pórticos especiales y vigas descolgadas.	D			x					
139	Edificio Venus Loor		2016	Pedernales	Edificio de 6 pisos con terraza y sotano.	D					x			
140	Edificio Lider Vera		2016	Pedernales	Edificio de 4 plantas con cubierta metálica.	D					x	x		

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
141	Edificio Julio Willians		2016	Pedernales	Edificio de 4 pisos con terraza con cubierta de zinc y estructura de madera sobre columnas de hormigón.	D					x	x		
142	Edificio Last Mar		2016	Pedernales	Edificio de 4 plantas, penthouse y terraza.	D					x		x	
143	GAD de Pedernales		2016	Pedernales	Edificio de 4 pisos con mezzanine.	D					x			
144	Edificio Yam Yam		2016	Pedernales	Edificio de 6 plantas inicialmente la 5 planta era una terraza pero aumentaron una planta de departamentos.	D					x		x	
145	Edificio Juana Wacha		2016	Pedernales	Edificio de 3 pisos y una cubierta de losa de hormigón.	D					x			x
146	Edificio UPC		2016	Pedernales	Estructura de hormigón armado con un sistema estructural compuesto de columnas cuadradas	D					x			
147	Edificio Miranda Bachón		2016	Pedernales	Estructura de 3 pisos de Hormigón armado.	D				x		x		
148	Hotel Chavez Inn		2016	Manta	Edificación de 6 pisos con mezzanine, de estructura de HA. No sufrió daños estructurales.	F				x		x		
149	Edificio Nerea		2016	Manta	Edificación de 8 pisos de estructura de HA, con una altura de 27 m. No presentó daños estructurales severo.	C				x				
150	Edificio Samborondón Plaza		2016	Samborondón	Edificación de 6 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería.	D					x			

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
151	Edificio Millenium		2016	Samborondón	Edificación de 6 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería.	D		x						
152	Edificio Casas del Rio		2016	Samborondón	Edificación de 6 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería.	D		x						
153	Iglesia María Auxiliadora		2016	Samborondón	Edificación de 1 piso de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería, columnas y losas.	D		x						
154	Hotel Ceibo Dorado		2016	Portoviejo	Edificación esquinera de 7 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en columnas y mampostería.	E	x							
155	Mercado Central		2016	Manta	Edificación de 2 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería.	E	x							
156	Cuartel Model		2016	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería.	D	x							
157	Corporación Nacional de Electricidad		2016	Manta	Edificación esquinera de 10 pisos de estructura de HA. Sufrió daños en componentes no estructurales y un leve daño en sus componentes estructurales.	E	x							
158	Edificios multifamiliar de la ciudadela Los Olivos		2016	Portoviejo	Edificación de 4 pisos de estructura de HA. Sufrió gran daño en componentes no estructurales y un leve daño en sus componentes estructurales.	D	x							
159	Edificios multifamiliar de la ciudadela Los Tamarindos		2016	Portoviejo	Edificación de 5 pisos de estructura de HA. Sufrió gran daño en componentes no estructurales y un leve daño en sus componentes estructurales.	E		x						
160	Clínica Santa Margarita		2016	Portoviejo	Edificación de 6 pisos de estructura de HA, donde se observan daños mínimos en mampostería.	E		x						

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
161	Facultad de Informática de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.		2016	Manta	Edificación de 3 pisos de estructura de HA. Sufrió daños en mampostería.	E		x						
162	Edificio Municipal		2016	Manta	Edificación de 3 pisos de estructura de HA. Sufrió daños en la mampostería, columnas y vigas.	E		x						
163	Defensoría Pública		2016	Portoviejo	Edificación de 3 pisos de estructura de HA, paredes de bloques. Sufrió daños en la mampostería.	E		x						
164	Edificio UVC		2016	Manta	Estructura conformada por 3 bloques de 3 pisos y dos de 7 pisos de construcción mixta hormigón y acero.	C				x				
165	Museo Centro Cultural de Manta		2016	Manta	Edificio de 6 pisos con sótano donde funciona el Museo Centro Cultural de Manta.	C		x						
166	Corporación Aduanera CAE		2016	Manta	Edificio de 3 piso de alta afluencia al público.	C		x						
167	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT		2016	Manta	Edificio de 3 pisos donde funciona la Corporación Nacional de Telecomunicaciones	C		x						
168	Hospital Rodríguez Zambrano		2016	Manta	Estructura conformada por 3 bloques, edificios adosados entre sí.	C		x						
169	Bloques Multifamiliares de Los Olivos		2016	Portoviejo	Estructura de 4 pisos conformado por varios bloques departamentales.	D			x					
170	Edificio de la Senagua		2016	Portoviejo	Estructura de 4 pisos habitacionales con balcón y terraza cubierta.	E			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
171	Cafetería Jean Pierre		2016	Portoviejo	Estructura de 4 pisos donde funciona la cafetería Jean Pierre de gran afluencia al Público	D		x						
172	Clínica Santa Margarita		2016	Portoviejo	Estructura conformada por dos edificios de 6 pisos conectados por un puente que hace de paso elevado sobre la calle.	E			x					
173	Edificio Cámara de Comercio de Guayaquil		1979	Guayaquil	Edificio de hormigón de 7 pisos de alto con pórticos en 2 sentidos.	D					x			
174	Edificio Calipso		1998	Bahía de Caráquez	El edificio Calipso constaba de 6 pisos y estaba soportado por 9 columnas	F					x			
175	Edificio Corales		1998	Bahía de Caráquez	El edificio constaba de 5 pisos con columnas de 35 cm de lado por lo que era una estructura flexible.	F				x				
176	Edificio Karina		1998	Bahía de Caráquez	Este edificio está formado por dos sectores, el primer sector de 4 pisos y el segundo de 5.	F			x					✘
177	Edificio Mendoza		1998	Bahía de Caráquez	Edificio de 5 pisos con volados en los pisos superiores, plantas irregulares, internamente tiene forma de L sin ninguna juta de construcción.	F					x			✘
178	Edificio Nautilus		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 8 pisos con piscina en planta baja dejando amplio espacio de entrepisos.	F			x				✘	
179	Edificio Salango		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 8 pisos con piscina en planta baja dejando amplio espacio de entrepisos.	F			x				✘	
180	Edificio S/N		2016	Bahía de Caráquez	Vivienda de construcción mixta combinación de materiales flexibles como la madera con materiales rígidos y a la vez frágiles como el ladrillo.	F			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
181	Edificio 3 pisos		2016	Bahía de Caráquez	Vivienda de construcción mixta combinación de materiales flexibles como la madera con materiales rígidos y a la vez frágiles como el ladrillo.	F		x				x		
182	Edificio de 2 plantas sobre Medardo Angel Silva y Segovia		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas de construcción mixta.	D	x							
183	Edificio en Victor Hugo Briones y Alcedo		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de construcción mixta y vigas de madera (deterioro notable en vigas).	D		x				x		
184	Edificio Gustavo Ledesma		2016	Guayaquil	Edificación mixta de 3 pisos de alto los elementos estructurales estaban en mal estado antes del sismo	D		x						
185	Edificio en Alfredo Valenzuela y Alcedo		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta vigas de madera y en mal estado	D		x						
186	Edificio en Babahoyo y Pablo Ledesma		2016	Guayaquil	Construcción vetusta de 2 pisos, se distingue un estado de abandono.	D		x						
187	Edificio en Ayacucho y rumichaca		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos adosado a construcciones vecinas, de construcción mixta.	D		x						
188	Vivienda en Pio montufar y Huancavilca		2016	Guayaquil	Vivienda de 4 plantas de construcción mixta se distinguen pisos y vigas de madera en muy mal estado.	D		x						
189	Edificio abandonado en Noguchi y Calicuchima		2016	Guayaquil	Edificio abandonado de 4 pisos de construcción mixta presenta paredes fisuradas y balcón desprendido.	D		x						
190	Edificio en Lizardo García		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de estructura mixta, la estructura esta muy apollillada y en condición deplorable incluso antes del sismo.	D		x						

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
191	Edificio en Victor Hugo Briones		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta vigas de madera y en mal estado.	D		x						
192	Edificio con anexo taller de Radiadores.		2016	Guayaquil	Estructura de 2 pisos adosada a construcciones vecinas, en mal estado antes del sismo.	D			x					
193	Vivienda en huancavilca y babahoyo		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos presenta una estructura de madera muy apollillada.	D				x				
194	Vivienda en Ayacucho y Babahoyo.		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de construcción mixta en estado deplorable.	D			x					
195	Edificio Pedro Pablo Gomez		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas de construcción mixta vigas y pisos de madera.	D			x					
196	Estructura abandonada en Pedro Pablo Gomez Y babahoyo		2016	Guayaquil	Estructura de 2 pisos adosada a construcciones vecinas en estado de abandono.	D			x					
197	Edificio Balzar y Maldonado		2016	Guayaquil	Estructura de 2 niveles con fachada en muy mal estado.	D			x			x		
198	Vivienda en Venezuela y García Moreno.		2016	Guayaquil	Estructura de una sola planta la cubierta colapso durante el sismo.	D			x					
199	Vivienda en P. P. Gomez y Santa Elena		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de construcción mixta, colapsaron la planta superior las paredes y la cubierta.	D					x			
200	Edificio en Esmeraldas y Colombia		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de construcción mixta, principalmente de madera	D	x							

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
201	Edificio en Gral. Gomez y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta vigas de madera y paredes de ladrillo.	D		x						x
202	Edificio G. Moreno Y G. Goyena		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de 2 pisos las paredes y cubierta en mal estado.	D				x		x		
203	Edificio en Portete		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta y adosado a edificios vecinos actualmente abandonada y en pésimo estado.	D				x				
204	Vivienda abandonada en el Oro y Tulcan		2016	Guayaquil	Edificación mixta, pilares de planta alta en mal estado	D			x					
205	Edificio en Portete y la 20ava		2016	Guayaquil	Edificio de 3 plantas de construcción mixta en pésimas condiciones.	D			x			x		
206	Estructura en Tungurahua y C. Destruye		2016	Guayaquil	Construcción mixta en estado vetusto se agrietaron paredes de fachada.	D			x					
207	Edificio sobre la Av. Del Ejercito		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de construcción mixto.	D				x				
208	Vivienda Nicolas Mestanza y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos en estado vetusto de construcción mixta.	D			x					
209	Vivienda Nicolas Mestanza y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas la 2da planta colapsa durante el sismo.	D				x		x		
210	Edificio abandonado en Gallegos y G. Goyena		2016	Guayaquil	Estructura abandonada de 2 plantas de construcción mixta con volado.	D			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
211	San Martín 4915 y la 25va		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas de estado vetusto.	D		x						
212	Letamendi 5212 y la 26ava		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de una planta presento grietas en paredes después del sismo.	D	x							
213	Vivienda en Argentina y Carchi		2016	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de construcción mixta pisos y vigas de madera.	D	x							x
214	Vivienda en Argentina y Esmeraldas		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de construcción mixta pisos y vigas de madera.	D	x							x
215	Edificio en Samborondon y Av. 28		2016	Guayaquil	Pared frontal presenta fisuras y además tiene una loseta puede colapsar en cualquier momento	D		x						
216	Vivienda G. Goyena 2922		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas adosada a casas vecinas, paredes de caña.	D		x						
217	1ª transversal 28 S-O y Colombia		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos consta mixta fachada frontal presenta fisuras	D	x							
218	Edificio en Jose de Antepara y Fco. Segura.		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con mezanine de construcción mixta.	D		x						
219	Vivienda en Cuenca y Lorenzo de Garaicoa		2016	Guayaquil	Estructura de 2 niveles en mal estado.	D		x						
220	Edificio en Manabi y Garcia Moreno		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos con desprendimiento de en la fachada.	D		x				x		

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
221	Edificio Ayacucho y Rumichaca		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con vigas de madera adosada a construcciones vecinas.	D		x						
222	Edificio Patrimonio Cultural		2016	Guayaquil	Edificio de 5 pisos de construcción mixta vigas de madera se puede observar posible esquina débil.	D			x			x		
223	Edificio San Martín		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta las paredes colapsaron.	D		x				x		
224	Edificio Rumichaca y Piedrahita		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos adosado a edificios vecinos.	D		x						
225	Vivienda esquinera		2016	Guayaquil	Vivienda esquinera de 2 pisos de construcción mixta en estado vetusto.	D		x						
226	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Vivienda de una planta abandonada de construcción mixta.	D		x						
227	Edificio en Quito Letamendi		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con paredes en mal estado.	D			x			x		
228	Vivienda Francisco Segura y Tungurahua		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas fachada de planta alta en mal estado.	D		x						
229	Vivienda Francisco Segura y Lizardo García		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con pórticos de grandes luces y vigas de madera.	D		x						
230	Torre anexa a edificios distribuidora de repuestos		2016	Guayaquil	Edificio de 4 pisos de construcción mixta pisos y vigas de madera.	D			x			x		

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
231	Anexo Ubicado en Av. Del Ejercito y Vnezuela		2016	Guayaquil	Anexo de 2 plantas de estructura mixta.	D		x						
232	Anexo en Av. del Ejercito entre Fco. Segura y O Connors		2016	Guayaquil	Anexo frontal de construcción mixta presenta fisuras.	D		x						
233	Vivienda Argentina y Tulcan		2016	Guayaquil	Edificación de una planta presenta estructura de madera muy apollillada puede colapsar pared.	D			x					
234	Vivienda Balzar entre Portete y Argentina		2016	Guayaquil	Edificación de construcción mixta de dos plantas en pésimas condiciones. Posee viga de madera en soportal fracturada	D				x				
235	Edificio Ballen		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas, construcción mixta, deterioro de alerón de cubierta.	D				x				
236	Edificio en La 24 entre Portete y Argentina		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta presenta estructura de madera apollillada.	D			x			x		
237	Edificio Francisco de marcos		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos esquinero de construcción mixta fachada presenta fisuras y desprendimiento de la capa de enlucido.	D		x						
238	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos construcción mixta los elementos estructura madera en mal estado	D			x					
239	Anexo Taller Lubricación		2016	Guayaquil	Anexo en muy mal estado.	D			x					
240	Estructura de madera y zinc		2016	Guayaquil	Estructura de madera y zinc en mal estado.	D			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
241	Edificio en Portete		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera.	C		x						
242	Edificio en Colombia y Carchi		2016	Guayaquil	Anexo frontal en mal estado.	C			x					
243	Vivienda Gral. Gomez y Tulcan		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta en pésimo estado.	C			x			x		x
244	Edificio en Esmeraldas y Colombia		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de 3 pisos presenta un altísimo grado de vetustez en pilares y vigas paredes han colapsado y otras están por caer.	C			x			x		
245	Vivienda Mixta En Fco. Segura		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos construcción mixta	C		x						
246	Vivienda en Fco. Segura esquina		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta en pésimo estado debe ser demolida. Además, se encuentra deshabitada	C		x						
247	Vivienda en Vacas Galindo		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta parte frontal desprendiéndose en deterioro.	C		x						
248	Vivienda en Gral. Gómez		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta en pésimo estado debe ser demolida. Además, se encuentra deshabitada.	C		x						
249	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de construcción mixta.	D			x					
250	Vivienda en Machala y Jose de San Martin		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta con planta irregular.	C			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
251	Edificio en Colombia y Jose de Antepara		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de 3 pisos con paredes y cubierta en mal estado en planta alta con riesgo de colapsar.	C			x					
252	Edificio vetusto		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera apollillada.	D			x					
253	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Estructura de 2 pisos planta baja en muy mal estado, peligro de colapso.	C			x					
254	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera apollillada	C			x					
255	Edificio de Jose de Antepara		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera.	C					x	x		
256	Edificio en Colombia y Carchi		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera.	D			x			x		
257	Edificio departamental		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos con fisuras en pared de la fachada.	C			x					
258	Anexo a 2 viviendas		2016	Guayaquil	Anexo adosado a dos viviendas.	C			x					
259	Edificio Gral. Gomez		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de construcción mixta con pisos y vigas de madera.	D			x					
260	Edificio Taller y tapicería		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos con irregularidades en planta.	D			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
261	Edificio en Colombia y Jose de Antepara		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de 2 pisos con volados en una dirección.	C			x			x		
262	Edificio departamental esquinero		2016	Guayaquil	Edificación de dos plantas de construcción mixta con volados en ambas direcciones.	D			x			x		
263	Vivienda Alcedo 1408		2016	Guayaquil	Vivienda de 2 pisos en estado vetusto.	C		x						
264	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos anexo posterior colapso.	C			x					
265	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos anexo posterior colapso.	C		x						
266	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con paredes de caña.	C		x						
267	Vivienda de 2 pisos con anexo		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos con anexo.	C		x				x		
268	Vivienda en Brasil #4715 y Carlos Estarellas		2016	Guayaquil	Edificación, de un piso de estructura mixta, cañas presentan un estado grave.	C			x					
269	Vivienda en García Moreno y García Goyena		2016	Guayaquil	Edificació de construcción mixta, paredes y cubierta en mal estado con riesgo de colapsar.	C				x				
270	Vivienda en José Mascote y O Connors		2016	Guayaquil	Edificación de una planta de construcción mixta. Presenta estructura de madera en mal estado.	C				x				

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
271	Vivienda en José Mascote #4958 y Josefina Barba		2016	Guayaquil	Edificación de dos plantas, de construcción mixta, en muy mal estado.	C			x					
272	Vivienda en Nicolas Mestanza entre Mascote y Av. Del Ejercito		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos de estructura mixta, en mal estado.	C				x				
273	Vivienda en Nicolas Mestanza y Machala		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos de estructura mixta, en mal estado.	C				x				
274	Vivienda en Jose de Antepara y Fco. Segura		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos de construcción mixta, se presenta en mal estado.	C				x				
275	Vivienda en Esmeraldas #4618 y N. Gonzalez		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos, de estructura mixta. Presenta fachada en mal estado	C			x					
276	Vivienda en Argentina entre la 20 y la 21 calle.		2016	Guayaquil	Inmueble fue demolido tiempo atrás, pero su pared frontal se encuentra en malas condiciones.	C				x				
277	Vivienda en Lorenzo de Garaicoa entre Julián Coronel y Piedrahita		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos, de construcción mixta, deterioro de cubierta y segmento posterior del inmueble.	C			x					x
278	Vivienda en Padre Solano entre Garaicoa y Pedro Moncayo		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de estructura mixta, avanzado deterioro general.	C				x		x		
279	Vivienda en Babahoyo #2611 y El Oro		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos de estructura mixta, con anexo de casa de hormigón en mal estado.	C			x					x
280	Vivienda entre 1era transversal y callejon Salinas		2016	Guayaquil	Edificación esquinera de estructura mixta, de dos pisos. Se presenta en malas condiciones.	C			x					x
281	Vivienda en la 14 y Portete		2016	Guayaquil	Edificación de construcción mixta de dos plantas en pésimas condiciones.	C			x			x		
282	Vivienda en Aguirre entre Pedro Moncayo y 6 de Marzo		2016	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de estructura mixta, deterioro de pared lateral a nivel de planta alta.	C				x		x		
283	Vivienda en la 15 y Maldonado		2016	Guayaquil	Edificación de un piso, de estructura mixta, presenta mal estado en el exterior.	C			x					
284	Vivienda en Maldonado y Balzar		2016	Guayaquil	Edificación de 4 niveles, de construcción mixta. Presenta daños en la fachada.	C			x					
285	Vivienda en Rumichaca y Brasil		2016	Guayaquil	Edificación de un piso de construcción mixta, el cual presenta daños en la estructura y fisuras en la fachada.	C			x					

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
286	Ex - Edificio IETEL		1980	Guayaquil	Edificación de 5 pisos de estructura de hormigón armado, entidad que regulaba las redes telefónicas del Ecuador.	D		x						
287	Ex - Edificio Junavi		1980	Guayaquil	Edificación de 5 pisos de estructura de hormigón armado, de uso público.	D		x						
288	Colegio Nacional Guayaquil		1980	Guayaquil	Edificación de dos pisos, de estructura mixta, uso de centro de educación.	D		x						
289	Colegio Dante Alighieri		1980	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación.	D		x						
290	Colegio República del Ecuador		1980	Guayaquil	Edificación de 5 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación.	D		x						
291	Colegio La Providencia		1980	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación.	D		x						
292	Colegio Benjamín Carrión		1980	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación (escuela).	D		x						
293	Hospital de Guayaquil o del Suburbio		1980	Guayaquil	Edificación de 7 pisos de estructura de hormigón armado, de uso hospitalario.	D		x						
294	Colegio Ariel		1980	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación.	D		x						
295	Ex-cuartel de Bomberos		1980	Guayaquil	Edificación de dos pisos de construcción mixta, uso de cuartel de bomberos.	D		x						

No.	Muestra Edificaciones						Nivel de Daño					Tipo de Falla		
	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ciudad	Características generales del edificio	Tipo de Suelo	Sin daños	Leve	Moderado	Severo	Colapso	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
296	Edificio Fénix		1980	Guayaquil	Edificación de 9 pisos de construcción mixta, de uso como compañía de seguros.	D		x						
297	Museo Municipal		1980	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de hormigón armado, uso de museo.	D		x						
298	Colegio de los Sagrados Corazones		1980	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de hormigón armado, uso de centro de educación.	D	x							
299	Colegio La Inmaculada		1980	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de hormigón armado, uso de centro de educación.	D	x							
300	Academia Benedict		1980	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de hormigón armado, uso de centro de educación.	D	x							
301	Colegio Adolfo H. Simonds		1980	Guayaquil	Edificación esquinera de 3 pisos de estructura de hormigón armado, uso de centro de educación.	D		x						
302	Colegio Santa María Gorety		1980	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de estructura de hormigón armado, uso de centro de educación.	D		x						
303	Colegio López Domínguez		1980	Guayaquil	Edificación de 4 pisos de estructura de hormigón armado, uso de centro de educación.	D		x						
304	Instituto superior 25 de Julio		1980	Guayaquil	Edificación de 5 pisos de estructura de hormigón armado, uso de centro de educación.	D		x				x		
305	Hospital Valenzuela		1980	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de hormigón armado, uso de centro de emergencia.	D		x				x		
306	Basílica Menor de la Merced		1980	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de hormigón armado, uso de templo espiritual.	D		x				x		
307	Iglesia Evangélica		1980	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de hormigón armado, uso de templo espiritual.	D		x				x		
308	Ex - edificio Matriz de Filanbanco		1980	Guayaquil	Edificación esquinera de 17 pisos, de hormigón armado, anteriormente uso de banco, ahora de función administrativa como Registro Civil.	D		x				x		

4.1. Análisis estadístico

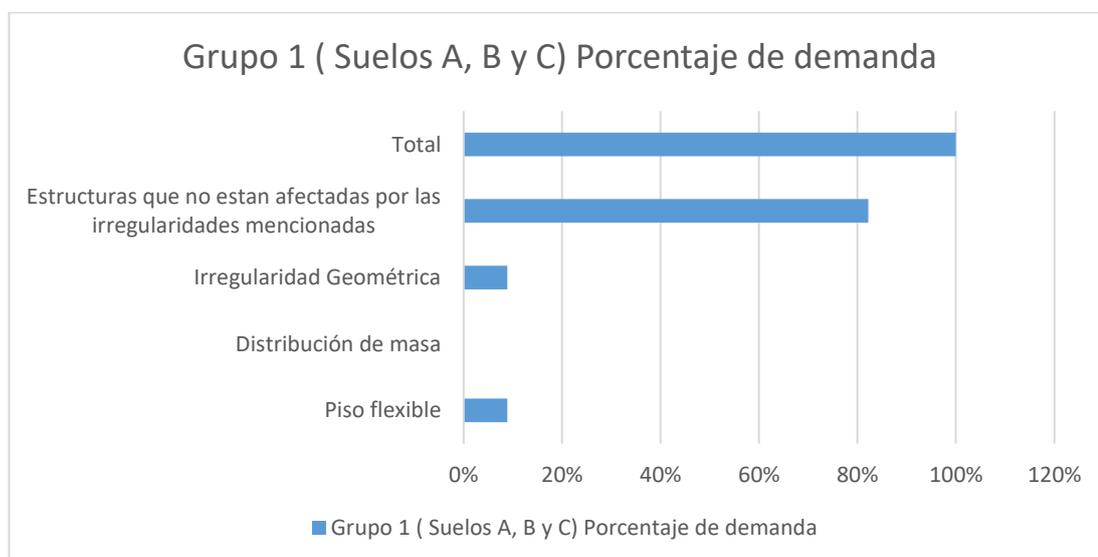
Con la cantidad de edificaciones se procedió a analizar de la siguiente manera:

4.1.1. Grupos por tipo de suelo

Se analizan los resultados de la muestra clasificándolo en 2 grupos de tipo de suelo (Grupo 1, siendo suelos tipo A, B y C y Grupo 2, siendo los D, E y F). A su vez, se muestran los resultados según las irregularidades.

Tabla 2. Análisis de resultados de las irregularidades con suelos tipo A, B y C.

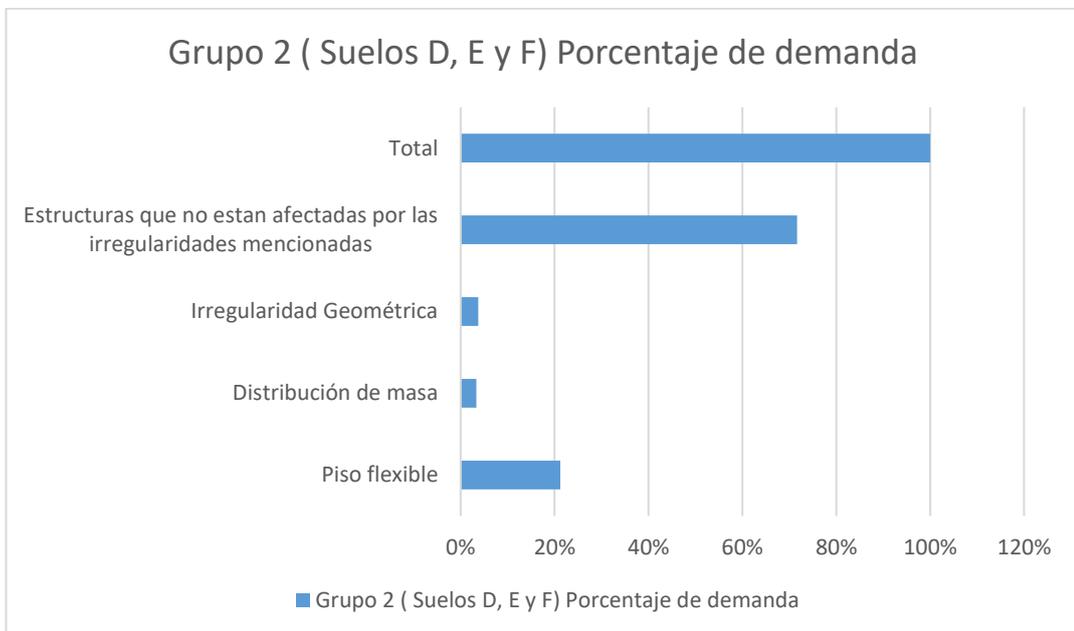
Grupo 1 (Suelos A, B y C)		
Irregularidades	Casos	Porcentaje de demanda
Piso flexible	4	8,9%
Distribución de masa	0	0%
Irregularidad geométrica	4	8,9%
Estructuras que no están afectadas por las irregularidades mencionadas	37	82,2%
Total	45	100%



Gráfica 1. Resultados de análisis según los tipos de suelo del Grupo 1.

Tabla 3. Análisis de resultados de las irregularidades con suelos tipo D, E Y F.

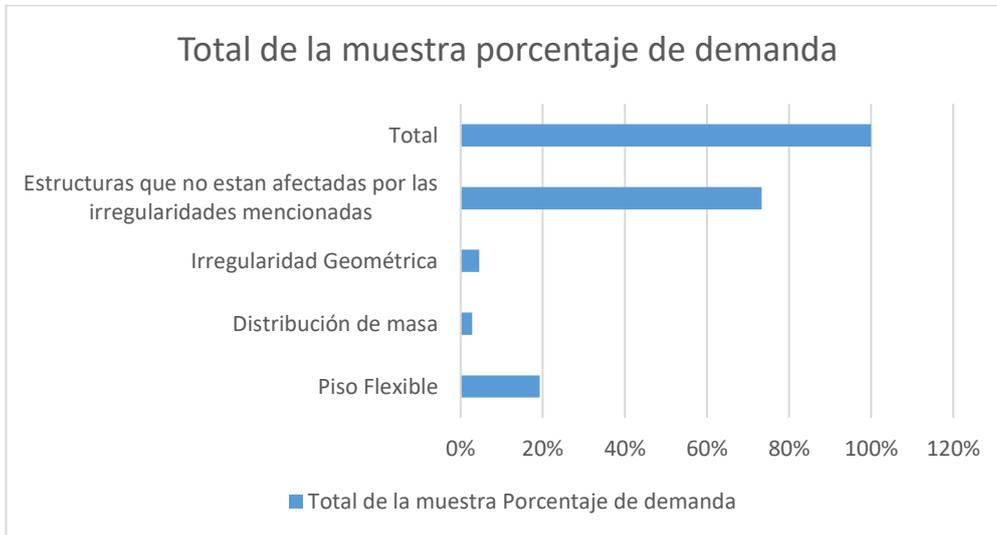
Grupo 2 (Suelos D, E y F)		
Irregularidades	Casos	Porcentaje de demanda
Piso flexible	56	21,3%
Distribución de masa	8	3%
Irregularidad geométrica	9	3,4%
Estructuras que no están afectadas por las irregularidades mencionadas	190	72,2%
Total	263	100%



Gráfica 2. Resultados de análisis según los tipos de suelo del Grupo 2.

Tabla 4. Análisis de resultados de las irregularidades en elevación en la muestra total según el Grupo 1 y 2.

Grupo 1 y 2: Muestra Total		
Irregularidades	Casos	Porcentaje de demanda
Piso flexible	60	19,5%
Distribución de masa	8	2,6%
Irregularidad geométrica	13	4,2%
Estructuras que no están afectadas por las irregularidades mencionadas	227	73,7%
Total	308	100%



Gráfica 3. Resultados de análisis según los tipos de suelo en toda la muestra.

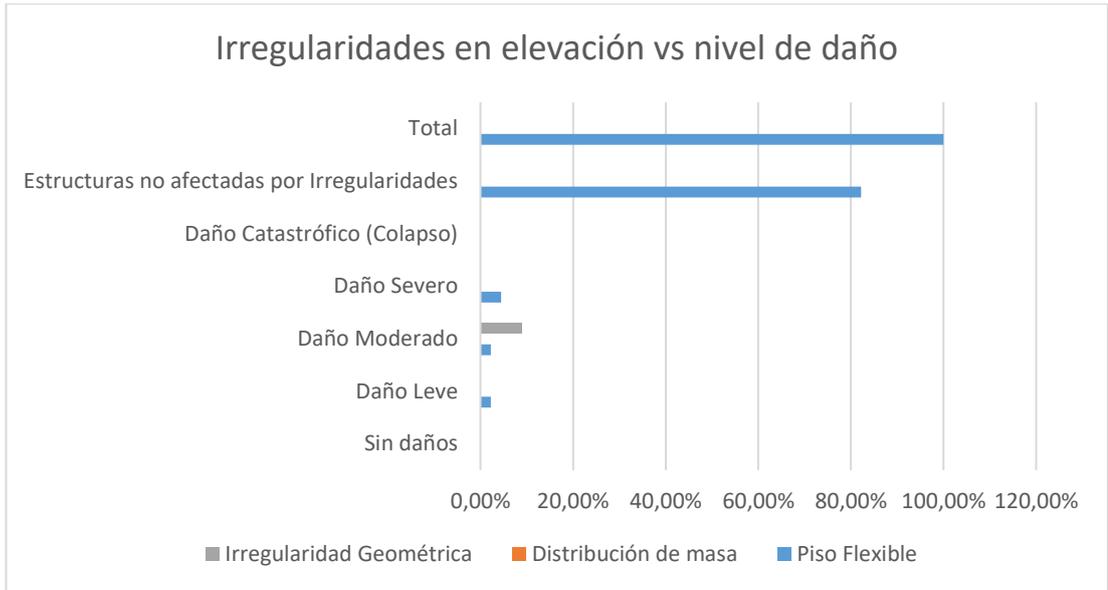
4.1.2. Afectación en las edificaciones según el tipo de irregularidad.

Se analizan los resultados de la muestra clasificándolo en 2 grupos de tipo de suelo (Grupo 1, siendo suelos tipo A, B y C y Grupo 2, siendo los D, E y F). A su vez, se muestran los resultados según las irregularidades.

Tabla 5. Análisis de resultados según el tipo de irregularidad.

Grupo 1 (Suelos A, B y C)			
Irregularidades en elevación vs Nivel de daño	Piso Flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
Sin daños	0	0	0
Daño Leve	1	0	0
Daño Moderado	1	0	4
Daño Severo	2	0	0
Daño Catastrófico (Colapso)	0	0	0
Sub Total	4	0	4
Estructuras no afectadas por Irregularidades	37		
Total	45		

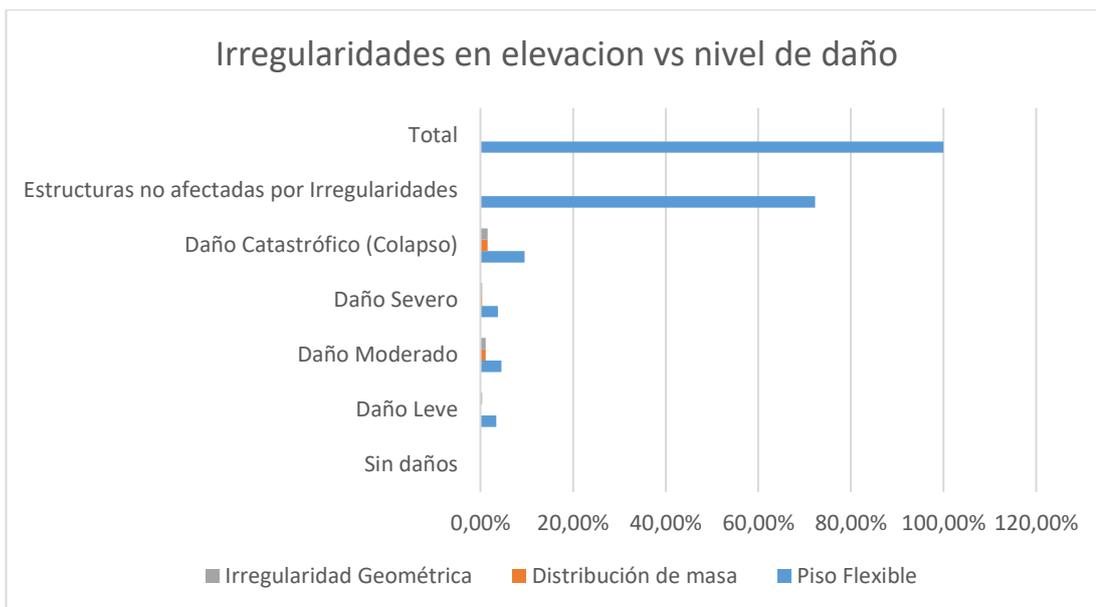
PORCENTAJES			
Irregularidades en elevación vs Nivel de daño	Piso Flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
Sin daños	0,00%	0,00%	0,00%
Daño Leve	2,22%	0,00%	0,00%
Daño Moderado	2,22%	0,00%	8,89%
Daño Severo	4,44%	0,00%	0,00%
Daño Catastrófico (Colapso)	0,00%	0,00%	0,00%
Sub Total	8,89%	0,00%	8,89%
Estructuras no afectadas por Irregularidades	82,22%		
Total	100%		



Gráfica 4. Resultados del análisis según las irregularidades en elevación vs nivel de daño.

Tabla 6. Análisis según las irregularidades en elevación para el grupo 2.

Grupo 2 (Suelos D, E y F)				PORCENTAJES			
Irregularidades en elevación vs Nivel de daño	Piso Flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica	Irregularidades en elevación vs Nivel de daño	Piso Flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
Sin daños	0	0	0	Sin daños	0,00%	0,00%	0,00%
Daño Leve	9	0	1	Daño Leve	3,42%	0,00%	0,38%
Daño Moderado	12	3	3	Daño Moderado	4,56%	1,14%	1,14%
Daño Severo	10	1	1	Daño Severo	3,80%	0,38%	0,38%
Daño Catastrófico (Colapso)	25	4	4	Daño Catastrófico (Colapso)	9,51%	1,52%	1,52%
Sub Total	56	8	9	Sub Total	21,29%	3,04%	3,42%
Estructuras no afectadas por Irregularidades	190			Estructuras no afectadas por Irregularidades	72,24%		
Total	263			Total	100%		

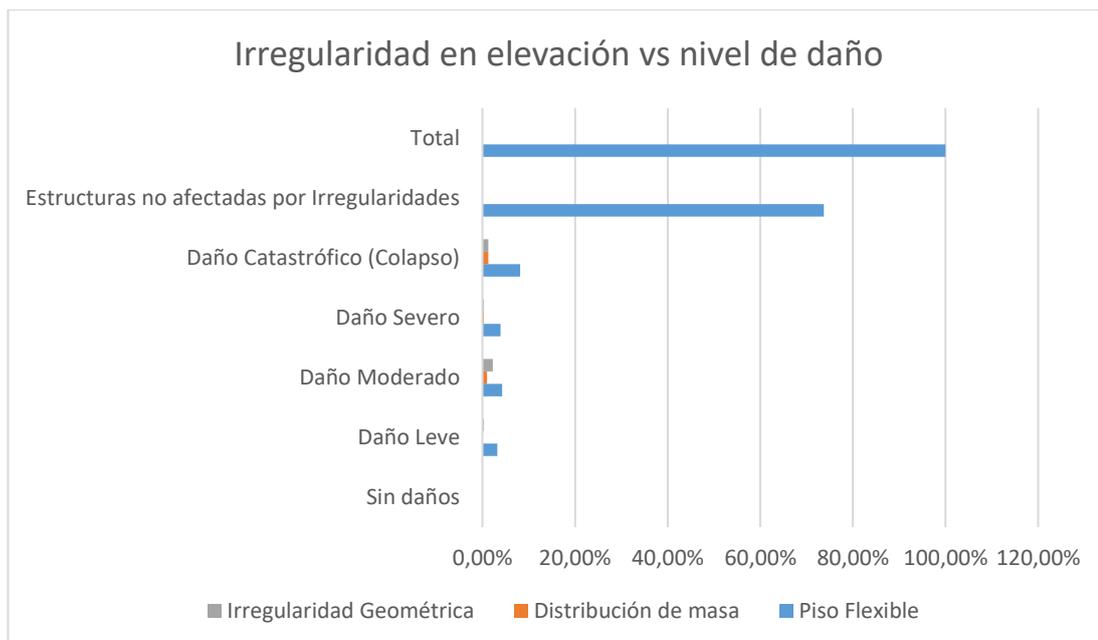


Gráfica 5. Resultados de irregularidades en elevación vs nivel de daño.

Tabla 7. Análisis de la muestra total por irregularidades en elevación.

Grupo 1 y 2: Muestra Total			
Irregularidades en elevación vs Nivel de daño	Piso Flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
Sin daños	0	0	0
Daño Leve	10	0	1
Daño Moderado	13	3	7
Daño Severo	12	1	1
Daño Catastrófico (Colapso)	25	4	4
Sub Total	60	8	13
Estructuras no afectadas por Irregularidades	227		
Total	308		

PORCENTAJES TOTAL			
Irregularidades en elevación vs Nivel de daño	Piso Flexible	Distribución de masa	Irregularidad Geométrica
Sin daños	0,00%	0,00%	0,00%
Daño Leve	3,25%	0,00%	0,32%
Daño Moderado	4,22%	0,97%	2,27%
Daño Severo	3,90%	0,32%	0,32%
Daño Catastrófico (Colapso)	8,12%	1,30%	1,30%
Sub Total	19,48%	2,60%	4,22%
Estructuras no afectadas por Irregularidades	73,70%		
Total	100%		



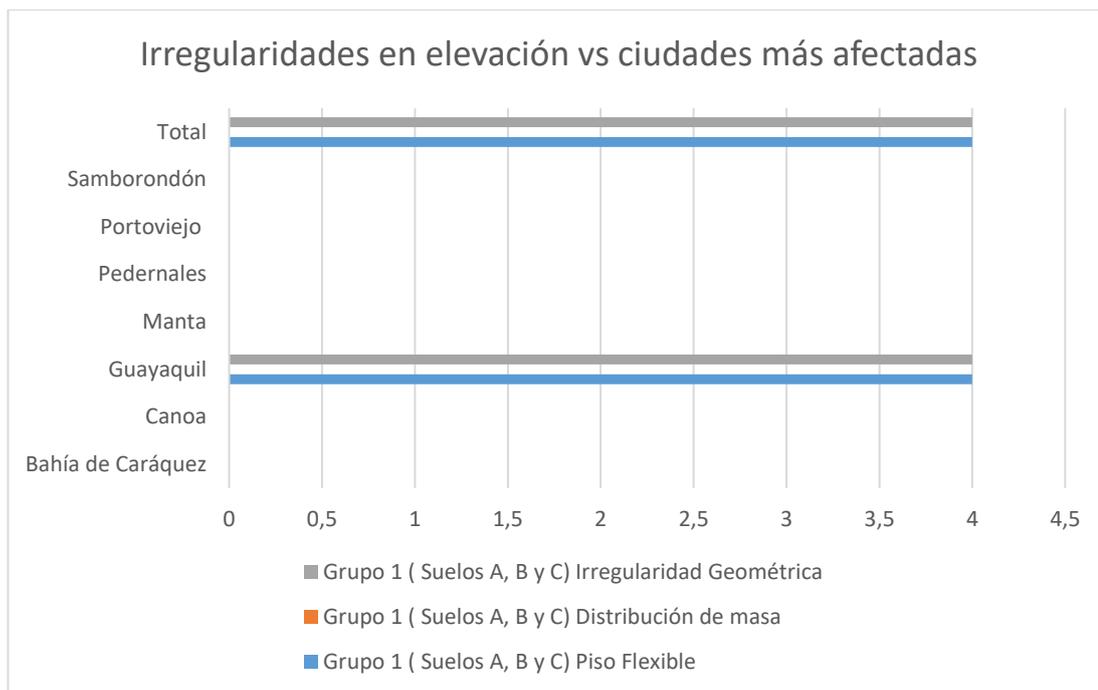
Gráfica 6. Resultados de irregularidades en elevación vs nivel de daño.

4.1.3. Afectación en las edificaciones según el tipo de irregularidad por ciudad.

Se analizan los resultados de la muestra clasificándolo en 2 grupos de tipo de suelo (Grupo 1, siendo suelos tipo A, B y C y Grupo 2, siendo los D, E y F). A su vez, se muestran los resultados según las irregularidades.

Tabla 8. Análisis de Irregularidades en elevación vs ciudades según grupo 1.

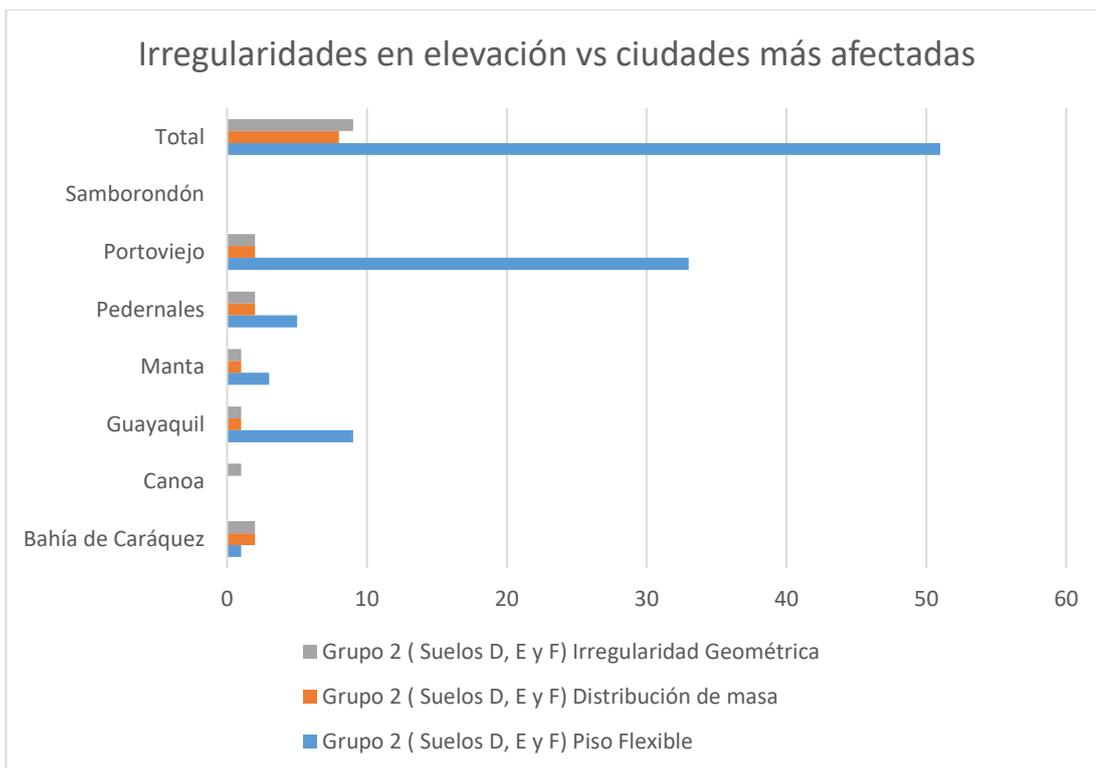
Grupo 1 (Suelos A, B y C)			
Irregularidades en elevación vs ciudades afectadas	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad geométrica
Bahía de Caráquez	0	0	0
Canoa	0	0	0
Guayaquil	4	0	4
Manta	0	0	0
Pedernales	0	0	0
Portoviejo	0	0	0
Samborondón	0	0	0
Sub Total	4	0	4
Estructuras no afectadas por irregularidades	37		
Total	45		



Gráfica 7. Resultados de irregularidades en elevación vs ciudades más afectadas en el grupo 1.

Tabla 9. Análisis de irregularidades en elevación vs ciudades según grupo 1.

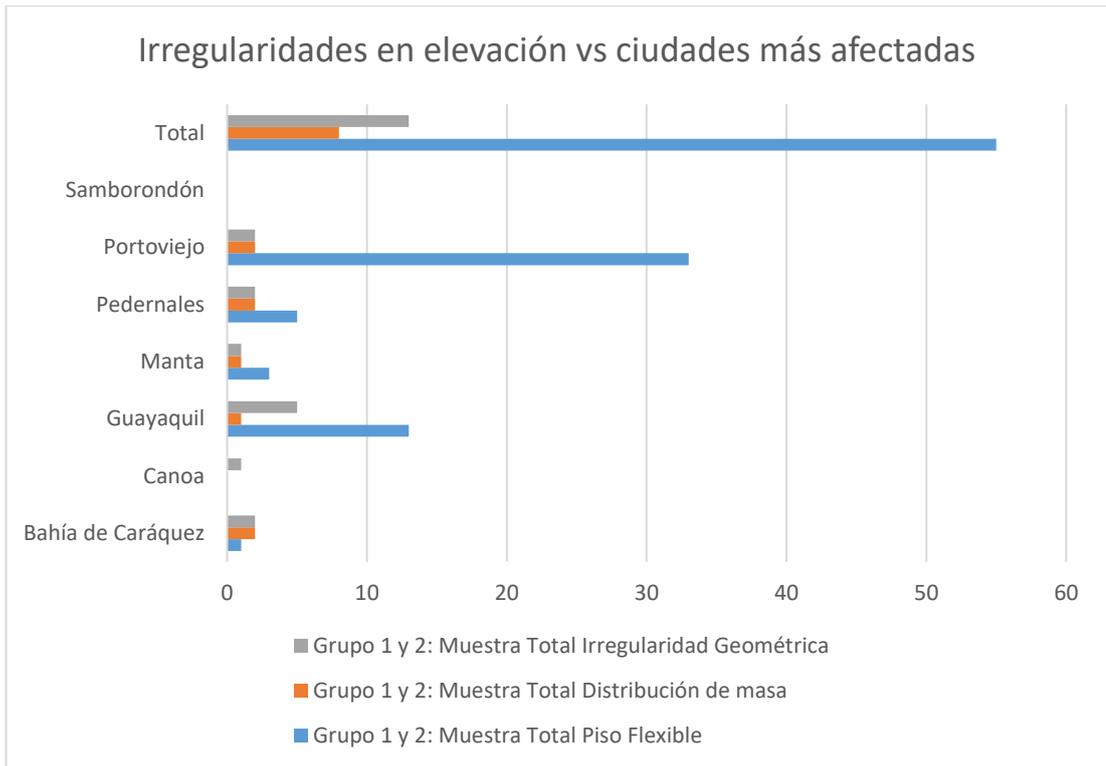
Grupo 2 (Suelos D, E y F)			
Irregularidades en elevación vs ciudades afectadas	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad geométrica
Bahía de Caráquez	1	2	2
Canoa	0	0	1
Guayaquil	14	1	1
Manta	3	1	1
Pedernales	5	2	2
Portoviejo	33	2	2
Samborondón	0	0	0
Total	56	8	9
Estructuras no afectadas por irregularidades	190		
Total	263		



Gráfica 8. Resultados de irregularidades en elevación vs ciudades más afectadas en el grupo 2.

Tabla 10. Análisis de irregularidades en elevación vs ciudades según la Muestra Total.

Grupo 1 y 2: Muestra Total			
Irregularidades en elevación vs ciudades afectadas	Piso flexible	Distribución de masa	Irregularidad geométrica
Bahía de Caráquez	1	2	2
Canoa	0	0	1
Guayaquil	18	1	5
Manta	3	1	1
Pedernales	5	2	2
Portoviejo	33	2	2
Samborondón	0	0	0
Total	60	8	13
Estructuras no afectadas por irregularidades	227		
Total	308		



Gráfica 9. Resultados de irregularidades en elevación vs ciudades más afectadas en la muestra total.

Capítulo V: Conclusiones

En base al levantamiento de información, se obtuvo dos grupos los cuales fueron clasificados por el tipo de suelo. Se dividen en, grupo 1 (A, B y C), grupo 2 (D, E y F), es así, que se propuso diferentes hipótesis para cada grupo determinando las estadísticas más recurrentes. Estas hipótesis se clasifican por, comparación entre irregularidades en elevación y su tipo de suelo; irregularidades en elevación y el nivel de daño que afectaron a las edificaciones, por último, las irregularidades en elevación y las ciudades con mayores daños.

Cabe indicar que la mayoría de las estructuras en el Ecuador, sufren fallas por piso flexible. Con respecto a la muestra realizada de ambos grupos, que consiste en 308 edificaciones, se puede decir que aproximadamente un 20%, es decir 60 de ellas, fallan por la irregularidad antes mencionada. Mientras que, por irregularidad geométrica se obtuvo un total de 13 casos, equivalente a un 4,2%. Luego, el que consiguió el menor porcentaje, fue por distribución de masa con un 2,6%, es decir un total de 8 edificaciones.

Evidentemente, las estructuras más perjudicadas fueron durante el sismo en Pedernales el 16 de abril del 2016, en donde, más de un 15% de la muestra tuvieron daños entre severos y catastróficos, de los cuales una gran parte tuvieron que ser demolidos mediante análisis e inspecciones realizadas por funcionarios públicos e ingenieros aptos para el caso. Es importante acotar que, en la muestra de ambos grupos, por falla de tipo flexible, hubo un 3,25% de edificaciones que sufrieron daños leves, 4,22% por daños moderado, 3,90% por daños severos y un 8,12% por daños catastróficos. De igual manera, se determinó los porcentajes con respecto a las fallas por distribución de masa, con un 0,97% por daños moderado, 0,32% por daños severos y 1,30% por daños catastróficos. Por último, en referencia a las fallas por irregularidad geométrica, se estableció un 0,32% por daños leves, 2,27% por daños moderados, 0,32% por daños severos y finalmente un 1,30% por daños catastróficos.

Así mismo, se realizó un análisis con relación a las ciudades que fueron más afectadas por los tipos de fallas de irregularidades en elevación; en donde, se identificó que estas fueron tanto Guayaquil como Portoviejo. Notablemente, Portoviejo lideró en las fallas por piso flexible con 33 casos; mientras que en Guayaquil acontecieron 18 de estos casos. Con respecto a distribución de masa, hubo una equivalencia de 2 casos en las ciudades de Bahía de Caráquez, Pedernales y Portoviejo. Se puede señalar que Guayaquil, fue la ciudad con más recurrencia por irregularidad geométrica con un total de 5 casos.

Bibliografía

- Aguirre, C. (1 de septiembre de 2017). *ANÁLISIS DE CASOS Y DISEÑOS DE GUIA PRE POST EVENTOS SÍSMICOS*. Obtenido de Análisis de casos: <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/132398.pdf>
- Argudo, P. R. (1999). Guayaquil.
- Armas, J. C. (2009). *Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Ecuador. Criterios Estructurales para Mejorar la Estimación de Intensidades*. Quito.
- Barreto, K. (04 de Agosto de 2003). El Universo. *Bahía no olvida el terremoto de 1998*.
- Bastidas, G. (2019). *Revisión del comportamiento durante el sismo del 16 de abril de 2016 de edificios de hormigón armado afectados por el sismo del 18 de agosto de 1980*. Guayaquil.
- Cabezas, M. G. (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Portoviejo*. Guayaquil.
- Comercio, E. (1980). Sismo de 1980.
- Geofísico, I. (2020). *Instituto Geofísico*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/>
- Gestión de Riesgos, S. (Mayo de 2016). *Informe de Situación No. 65 Terremoto 7.8° - Pedernales*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-n%C2%B065-especial-16-05-20161.pdf>
- INEC, I. N. (13 de abril de 2017). *Reconstruyendo las cifras luego del Sismo*. Obtenido de Memorias: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/Memorias%2013%20abr%202017.pdf>

- Ing. Hugo Landívar Armendáriz, M. F. (2016). *Resultado de la Inspección visual realizada durante el breve recorrido por las calles de Portoviejo en abril 19-2016*. Guayaquil.
- Instituto Geofísico, E. (Jueves de abril de 2020). *Cuatro años después del terremoto de Pedernales*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/interactuamos-con-usted/1810-cuatro-anos-despues-del-terremoto-de-pedernales-un-testimonio-sobre-el-peligro-sismico-en-el-ecuador>
- Lindao, G. (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Portoviejo*. Guayaquil.
- Loaiza, J. (2018). *ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE REHABILITACIÓN USADOS EN EDIFICIOS AFECTADOS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DE 2016 EN EL ECUADOR*. Guayaquil.
- Loor, S. T. (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Manta*. Guayaquil.
- Mapas. (2012). *ECUADOR en EL MUNDO*. Obtenido de <http://mapasdecostarica.blogspot.com>
- NEC-15. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
- Pararas, G. (s.f.). *The Tsunami Page*. Obtenido de <http://www.drgeorgepc.com/Tsunami1979ColombiaSpan.html>
- Pesantez, G. G. (2017). *Revisión del comportamiento durante el sismo del 16 de abril de 2016 de edificios en hormigón armado afectados por el sismo del 18 de agosto de 1980*. Guayaquil.
- Pesántez, G. G. (2019). *Revisión del comportamiento durante el sismo del 16 de abril de 2016 de edificios en hormigón armado afectados por el sismo del 18 de agosto de 1980*. Guayaquil.
- Proyecto RADIUS, A. (1999). *El Universo*. El Universo. Obtenido de Edificios afectados durante Terremoto el 18 de Agosto del 1980:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062019000100066

Quinde, P., & Reinoso, E. (19 de abril de 2016). *ERNtérate* . Obtenido de Sismo en Ecuador, 16 de abril de 2016: https://www.ern.com.mx/boletines/Danios_SismoEcuador_160416.pdf

Roberto Aguiar, A. R.-M. (2018). *Determination of Spectros and Earthquakes for the Design of Quinindé Hospital With Seismic Isolators*.

Tapia, S. (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril del 2016 en Pedernales*.

Telégrafo, E. (2011).



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Lazo Esteves, Cristopher Andrés**, con C.C: # **0918971722** autor del trabajo de titulación: **Influencia de la irregularidad en elevación en daños en edificios durante sismos en Ecuador** 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, **15 de Marzo de 2021**

f. _____

Nombre: **Lazo Esteves, Cristopher Andrés**

C.C: **0918971722**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Influencia de la irregularidad en elevación en daños en edificios durante sismos en Ecuador		
AUTOR:	Christopher Andrés Lazo Esteves		
REVISOR/TUTOR:	Alex Raúl Villacrés Sánchez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de Marzo de 2021	No. PÁGINAS:	DE 80
ÁREAS TEMÁTICAS:	Estructuras		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sismos, piso flexible, irregularidad en distribución de masa, piso débil, estadístico, irregularidad geométrica.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente trabajo de titulación está orientado en determinar los casos en los cuales las edificaciones en la región Costa del Ecuador han sufrido daños durante los terremotos de 1979, 1980, 1998 y 2016 debido a la existencia de las irregularidades en elevación reconocidas por la NEC -2015. Las irregularidades en elevación reconocidas por la NEC-2015 son: piso flexible, distribución de masa e irregularidad geométrica; las cuales son de importancia para el análisis del comportamiento de edificaciones. Sin embargo, los daños sufridos por lo edificios durante el sismo se deben a varios factores como el movimiento de suelo, tipo de suelo y la respuesta estructural del edificio. Además, esta investigación establece el análisis estadístico del porcentaje de edificios que sufrieron daños relacionados a cada una de las irregularidades en elevación, dado que durante los sismos presentados en la región Costa del Ecuador, existieron edificaciones que colapsaron por graves daños, tales como piso flexible, irregularidad geométrica o distintas distribuciones de masa en elevación.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593984161158	E-mail: christopher.lazo@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Glass Cevallos		
	Teléfono: +593-4-2206956		
	E-mail: clara.glass@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):			