



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Influencia de factores de vulnerabilidad en daños en edificios
durante sismos en Ecuador**

AUTOR:

Ponce Zerna, Oliver Bruce

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

TUTOR:

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

Guayaquil, Ecuador

12 de marzo del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Ponce Zerna Oliver Bruce**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR (A)

f. _____

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

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

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

Guayaquil, a los 12 del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Ponce Zerna, Oliver Bruce**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Influencia de Factores de Vulnerabilidad 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 12 del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. _____

Ponce Zerna, Oliver Bruce



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ponce Zerna, Oliver Bruce**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Influencia de Factores de Vulnerabilidad en Daños en Edificios durante Sismos en Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

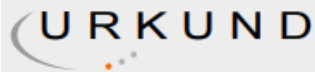
Guayaquil, a los 12 del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR:

f. _____

Ponce Zerna, Oliver Bruce

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: OLIVER PONCE_FINAL.pdf (D97812287)
Submitted: 3/10/2021 9:40:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 5 %

Sources included in the report:

TESIS ING CIVIL KLEBER LOPEZ Final para entrega.docx (D84963027)
TESIS ING PIO ARTEAGA.pdf (D24491310)
ESTUDIO CASO-MARCO MONTESDEOCA FREIRE_final(1).docx (D54123321)
<http://www.drgeorgepc.com/Tsunami1979ColombiaSpan.html>
<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/estudio-de-tsunamis/73-eventos-en-el-ecuador>
https://www.researchgate.net/publication/312089939_Analisis_de_los_edificios_que_colapsaron_en_Portoviejo_durante_el_terremoto_del_16_de_abril_de_2016_Analysis_of_buildings_that_collapsed_of_Portoviejo_during_the_earthquake_of_16_april_2016
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7646/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-194.pdf>
<https://docplayer.es/58030395-Sismos-de-el-salvador-del-2001-roberto-aguiar-falconi.html>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13830/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-307.pdf>

Instances where selected sources appear:

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios por permitirme vivir este momento y que las personas que más amo puedan verme cumplir con uno de mis objetivos de vida.

A mi madre M.Sc. Yolanda Zerna Andrade, por ser un ejemplo a seguir el pilar fundamental en mi desarrollo emocional e intelectual mi guía moral, le agradezco cada palabra de apoyo y ese amor incondicional que me ha dedicado durante toda su vida.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por brindarme su sabiduría y experiencia en sus campos respectivos.

A mi tutor de tesis, el Ing. Alex Villacrés Sánchez, por ser guía en el desarrollo de esta investigación y por ofrecerme todo su apoyo como docente y amigo.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi futura esposa, cada día me acerca más a ti, pronto será nuestro momento, el día y la hora correcta, sin avisar, te espero.

Dedico este trabajo a Némesis Oriana Solís.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Carlos Chon Díaz, M.Sc.

DECANO

f. _____

Ing. Jaime Hernández Barredo, M.Sc

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Jose Andres Barros Cabezas, M. Sc.

OPONENTE

Índice

1. Capítulo I: Introducción	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
2. Capítulo II: Levantamiento de información (Eventos sísmicos en la Región Costa del Ecuador más importantes en los últimos 40 años)	5
2.1. Terremoto de 1979 (Esmeraldas)	5
2.1.1. Los efectos del terremoto	6
2.2. Terremoto de 1980 (Guayaquil).....	6
2.2.1. Los efectos del terremoto	6
2.3. Terremoto de 1998 (Bahía de Caraquez)	7
2.3.1. Los efectos del terremoto	7
2.3.2. Geología de la Zona	8
2.4. Terremoto de 2016 (Pedernales).....	10
2.4.1. Los efectos del terremoto	11
2.4.2. Geología de Manta.....	12
2.4.3. Geología de Pedernales.....	13
2.5. Mapas de ondas de corte vs30 de las zonas más afectadas.....	16
3. Capítulo III: Identificación de los Factores de Vulnerabilidad en los edificios afectados por los Sismos.....	19
3.1. Piso débil o blando.	19
3.1.1. Edificaciones colapsadas por presencia de piso débil o blando.	19
3.2. Columna Corta.....	22
3.2.1. Edificaciones colapsadas por presencia de columnas cortas. .	22
3.3. Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales.	26
3.4. Falta de separación entre edificios (adosamientos).....	30
3.4.1. Edificaciones afectadas por Falta de separación entre edificios (adosamientos).....	30
3.5. La falta de redundancia	32
3.5.1. Edificaciones afectadas por la falta de redundancia.....	33
3.6. Los volados de longitud excesiva	35
3.6.1. Edificaciones afectadas por los volados de longitud excesiva.....	35

3.7.	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales.	37
3.7.1.	Calidad de materiales, mano de obra y procesos constructivos..	38
	Análisis general del tipo de materiales utilizados en las edificaciones afectadas.....	38
	Hierro de refuerzo	38
	Cemento Portland	38
	Agregado grueso.....	39
	Agregado fino.....	39
3.7.2.	Incompatibilidad de materiales constructivos.	40
4.	Capítulo IV: Muestra N de edificios afectados.....	42
4.1.	Edificios de la muestra N	42
4.2.	Clasificación por nivel de daño y factores de vulnerabilidad presentes.....	92
4.3.	Análisis Estadístico.....	105
4.3.1.	Recurrencia de los factores de vulnerabilidad en la muestra. ...	105
4.3.2.	Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura	106
4.3.3.	Nivel de daño en edificio que presentan al menos un factor de vulnerabilidad	109
4.3.4.	Nivel de Daño en edificios que no presentaron factor de vulnerabilidad alguno.....	110
4.3.5.	Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad.....	111
5.	Conclusiones y análisis estadístico	123
6.	Bibliografía	125

Índice De Ilustraciones

Ilustración 1 Esquema del registro mareo gráfico de la Estación de Esmeraldas del Tsunami del 12 de diciembre de 1979.	5
Ilustración 2 tabla de Mercalli MM actualizada	8
Ilustración 3 Sismicidad registrada y localizada a partir de los datos de las redes de sismógrafos y acelerógrafos del Instituto geofísico de la Escuela Politécnica Nacional: RENSIG y la RENAC. Las cotas del relieve (Bathymetry) y la profundidad de los sismos (Depth)	11
Ilustración 4 Daño por columna corta registrado en edificaciones de Portoviejo.	12
Ilustración 5 Ejemplos de depósitos sedimentarios en la zona de Manta. secuencias de arenas, limos y sedimentos volcánicos. Fuente: IGM	12
Ilustración 6 Areniscas con restos fósiles, conductos de gusanos y conchas. Fotos en la vía a la Refinería	13
Ilustración 7 Falla inversa ubicada al este del malecón de Pedernales.	14
Ilustración 8 Muestra desplazamiento vertical que generó la estructura, en algunas de las casas ubicadas en esta zona, el desplazamiento vertical es variable, entre 10 a 15 cm. La dirección promedio de la falla es N 20°	14
Ilustración 9 Deformación de la falla se manifiesta con plegamiento de las zonas afectadas.....	15
Ilustración 10 Pliegue en el malecón de Pedernales, dirección del eje de pliegue 23°	15
Ilustración 11 Mapa de ondas de corte Vs30 Manta.	16
Ilustración 12 Mapa de ondas de corte Vs30 Portoviejo.	17
Ilustración 13 Mapa de ondas de corte Vs30 Chone.	17
Ilustración 14 Mapa de ondas de corte Vs30 Bahía de Caráquez.	18
Ilustración 15 Evidencia de pisos blandos en las construcciones. Izquierda Edificio Nautilus. Derecha, Edificio Salango. Fuente: ESPOL	20
Ilustración 16 Edificio Cámara de Comercio de Guayaquil (1998).....	21
Ilustración 17 Efectos del sismo del 18 de agosto de 1980.	21
Ilustración 18 a) Edificio sin colapsos; b) edificio colapsado; d) columna débil; viga fuerte.	23
Ilustración 19 daños en columnas del quinto piso del edificio Mutualista Pichincha.	23
Ilustración 20 Falla por falta de confinamiento en columnas; a) estribos muy separados; b) estribos de 8mm; c) no se aprecia el estribo.....	24
Ilustración 21 daño típico de una columna del edificio Los Corales.....	25
Ilustración 22 daño típico de una columna del edificio Los Corales.....	25
Ilustración 23 Edificio de Magisterio.....	26
Ilustración 24 Irregularidades arquitectónicas. Izquierda: Edificio El Almirante (irregularidad en planta). Derecha: Edificio S/N (irregularidad en elevación.	27
Ilustración 25 Edificio Karina presento fallas en pie y cabeza de columnas	28
Ilustración 26 Edificio Karina presento fallas en pie y cabeza de columnas	28
Ilustración 27 Colapso de las plantas superiores del edificio Mendoza	29
Ilustración 28 Hotel Cabrera Fuente: Google earth.....	30

Ilustración 29 Escombros del Hotel Cabrera después del sismos del 16 de abril del 2016	31
Ilustración 30 Escombros del Hotel Cabrera después del sismo del 16 de abril del 2016	31
Ilustración 31 Edificio IESS Fuente: Google earth	31
Ilustración 32 Colapso del Edificio IESS después del sismo de 2016.....	32
Ilustración 33 Colapso del Edificio IESS después del sismo de 2016.....	32
Ilustración 34 Edificio Palau Fuente: Google earth	33
Ilustración 35 Escombros del Edificio Palau	33
Ilustración 36 Escombros del Edificio Palau	34
Ilustración 37 Clínica Yanqui Fuente: Google earth.....	34
Ilustración 38 Colapso Parcial de la Clínica Yanqui.....	34
Ilustración 39 Escombros de la Clínica Yanqui	35
Ilustración 40 Edificio Fábrica dtp Fuente: Google earth	36
Ilustración 41 Colapso parcial del Edificio Fábrica dtp.....	36
Ilustración 42 Daño estructural en el Edificio Fábrica dtp	36
Ilustración 43 Edificio Fábrica de Muebles Fuente: Google earth	37
Ilustración 44 Daño en los extremos de columnas exteriores del Edificio Fábrica de Muebles	37
Ilustración 45 Rotura de varillas por corrosión en el edificio Calipso.	40
Ilustración 46 Corrosión en el acero de refuerzo en un edificio de la zona turística de Bahía.	39
Ilustración 47 Fallas en la edificación por la incompatibilidad de materiales.	41

Índice De Tablas

Tabla 1 Escala de intensidad Mercalli modificada I MM de 1902	7
Tabla 2 Características del suelo de la zona central de Bahía.	9
Tabla 3 Característica de suelo en el hospital de Bahía de Caráquez.....	10
Tabla 4 Secciones de columnas y acero de refuerzo.	28
Tabla 5 Edificios Muestra N	42
Tabla 6 Muestra N de edificios afectados clasificados por nivel de daño y factor de vulnerabilidad presente	92
Tabla 7 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad en la muestra Grupo 1	105
Tabla 8 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad en la muestra Grupo 2	105
Tabla 9 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 1	106
Tabla 10 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 2.....	107
Tabla 11 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura del total de la muestra	108
Tabla 12 Nivel de daño de estructuras con algún factor de vulnerabilidad	109
Tabla 13 Nivel de Daño en edificios que no presentaron factor de vulnerabilidad alguno	110
Tabla 14 Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad Grupo 1	111
Tabla 15 Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad Grupo 2	115
Tabla 16 Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad Muestra Completa	119

Índice De Gráficas

Gráfica 1 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 1	106
Gráfica 2 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 2	107
Gráfica 3 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura del total de la muestra	108
Gráfica 4 Nivel de daño de estructuras con algún factor de vulnerabilidad	109
Gráfica 5 Nivel de Daño en edificios que no presentaron factor de vulnerabilidad alguno	110
Gráfica 6 Relación entre el nivel de daño y piso débil o blando Grupo 1 ...	112
Gráfica 7 Relación entre el nivel de daño y columna corta Grupo 1	112
Gráfica 8 Relación entre el nivel de daño y Falta de separación entre edificios (adosamientos) Grupo 1	113
Gráfica 9 Relación entre el nivel de daño y Los volados de longitud excesiva Grupo 1	113
Gráfica 10 Relación entre el nivel de daño y La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales Grupo 1	114
Gráfica 11 Relación entre el nivel de daño y piso débil o blando Grupo 2.	115
Gráfica 12 Relación entre el nivel de daño y columna corta Grupo 2	116
Gráfica 13 Relación entre el nivel de daño y Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales Grupo 2	116
Gráfica 14 Relación entre el nivel de daño y Falta de separación entre edificios (adosamientos) Grupo 2	117
Gráfica 15 Relación entre el nivel de daño y La falta de redundancia Grupo 2	117
Gráfica 16 Relación entre el nivel de daño y Los volados de longitud excesiva Grupo 2	118
Gráfica 17 Relación entre el nivel de daño y La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales Grupo 2	118
Gráfica 18 Relación entre el nivel de daño y piso débil o blando Muestra Completa	119
Gráfica 19 Relación entre el nivel de daño y columna corta Muestra Completa	120
Gráfica 20 Relación entre el nivel de daño y Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales Muestra Completa.....	120
Gráfica 21 Relación entre el nivel de daño y Falta de separación entre edificios (adosamientos) Muestra Completa	121
Gráfica 22 Relación entre el nivel de daño y La falta de redundancia Muestra Completa	121
Gráfica 23 Relación entre el nivel de daño y Los volados de longitud excesiva Muestra Completa.....	122
Gráfica 24 Relación entre el nivel de daño y La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales Muestra Completa	122

Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo establecer un análisis estadístico de la influencia de los factores de vulnerabilidad tomando en cuenta los más importantes identificados en las construcciones ecuatorianas, estos serían el piso débil o blando, la columna corta, los cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales, la falta de separación entre edificios (adosamientos), la falta de redundancia, los volados de longitud excesiva y la falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales, presentes en las estructuras que sufrieron algún tipo de daño durante los sismos más importantes registrados en la región Costa del Ecuador en los últimos 40 años.

Si bien es cierto que el daño sufrido por las estructuras durante un evento sísmico depende de la intensidad del evento, el tipo de suelo y en general la respuesta estructural del edificio, se ha podido identificar que las estructuras que no presentan estos factores de vulnerabilidad experimentan un daño sustancialmente menor en comparación a los edificios que incluyen dichos factores por esto es necesario realizar un estudio técnico que nos ayude a determinar qué factores de vulnerabilidad son más comunes y cuales en términos estadísticos podrían resultar más peligrosos para la integridad de las estructuras.

Palabras Claves: Factores de vulnerabilidad, piso débil, columna corta, daño estructural, sismos, estructuras.

Abstract

The present degree work aims to establish a statistical analysis of the influence of vulnerability factors taking into account the most important ones identified in Ecuadorian constructions, these would be the weak or soft floor, the short column, the abrupt changes in stiffness in structural elements, the lack of separation between buildings (attached), the lack of redundancy, the overhangs of excessive length and the lack of resistance or incompatibility in the materials, present in the structures that suffered some type of damage during the most important earthquakes recorded in the Costa del Ecuador region in the last 40 years.

Although it is true that the damage suffered by structures during a seismic event depends on the intensity of the event, the type of soil and in general the structural response of the building, it has been possible to identify that structures that do not present these vulnerability factors experience substantially less damage compared to buildings that include said factors, therefore it is necessary to carry out a technical study to help us determine which vulnerability factors are more common and which in statistical terms could be more dangerous for the integrity of the structures.

Key Words: Vulnerability factors, weak floor, short column, structural damage, earthquakes, structures.

1. Capítulo I: Introducción

1.1. Antecedentes

Las exigencias de los contratantes, los diseños visualmente atractivos, las necesidades arquitectónicas, la disposición del terreno e incluso falencias en las etapas de diseño y construcción provocarían en los edificios los nombrados factores de vulnerabilidad, el presente trabajo de titulación tomara en cuenta los más importantes identificados en las construcciones ecuatorianas, estas serían el piso débil o blando, la columna corta, los cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales, la falta de separación entre edificios (adosamientos), la falta de redundancia, los volados de longitud excesiva y la falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales.

Si bien es cierto que el daño sufrido por las estructuras durante un evento sísmico depende del movimiento del suelo, el tipo de suelo y en general la respuesta estructural del edificio, se ha podido identificar que las estructuras que no presentan estos factores de vulnerabilidad experimentan un daño sustancialmente menor en comparación a los edificios que incluyen dichos factores.

1.2. Justificación

Hasta cierto punto esta aseveración de que las estructuras que incluyen estos factores de vulnerabilidad resultan con daños más significativos ha sido observada empíricamente durante los movimientos sísmicos del Ecuador hace falta un estudio técnico que estadísticamente establezca la importancia de los siete factores mencionados en los daños sufridos por los edificios en el Ecuador durante los citados sismos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar los casos en los cuales los edificios de la región Costa del Ecuador han sufrido daños durante los terremotos de en los años 1979(Esmeraldas), 1980 (Guayaquil), 1998 (Bahía de Caráquez) y 2016 (Pedernales) debido a la existencia de los factores de vulnerabilidad ya mencionados.

1.3.2. Objetivos Específicos

Establecer estadísticamente el porcentaje de edificios que sufrieron daño por cada uno de los factores de vulnerabilidad anteriormente definidos. En los casos en que los edificios sufrieron daños por dos o más de los citados factores, se considerará un evento por cada factor. En la muestra se incluirán todos los edificios que sufrieron daños en la región Costa en el Ecuador durante los cuatro sismos citados y sobre los cuales exista información.

Determinar estadísticamente la influencia de los siete factores de vulnerabilidad en estudio con los daños en edificios durante sismos en el Ecuador, comparando los porcentajes de la muestra que correspondan a cada factor con el 100% de los edificios de la muestra.

1.4. Metodología

Se obtendrá una muestra de edificios que sufrieron algún tipo de daño durante los sismos de 1979, 1980, 1998 y 2016 en el Ecuador. 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 periódicas, informes de consultoría y en general, de todo tipo de publicación en físico o en digital que pueda ser validada.

La muestra corresponderá a varios cientos de edificios de todo tipo de material de construcción, sistema estructural y tipo de cimentación y con la finalidad de controlar la influencia del tipo de suelo en el daño experimentado por los edificios, se dividirá la muestra en dos grupos. Un grupo corresponderá a edificios sobre suelos tipo A, B o C de acuerdo a las Normas Ecuatorianas de la Construcción NEC – 2015. Y otro grupo corresponderá a edificios sobre suelos tipo D, E o F, de acuerdo a las mismas normas.

Una vez definido para cada estructura el grupo al que pertenecen según su tipo de suelo se identificará la existencia de cada factor como un evento individual, pudiendo darse el caso de que en una estructura exista dos o más factores de vulnerabilidad de los ya mencionadas no obstante cabe mencionar que se podrá dividir la muestra en grupos según el grado del daño sufrido, el lugar y la fecha del evento sísmico.

Finalmente, se establecerá estadísticamente la proporción de edificios que presenten uno o más de los ya mencionados factores de vulnerabilidad con respecto al número total de edificios del grupo, así como también se determinará la frecuencia observada de cada factor de vulnerabilidad presente en las estructuras de la muestra.

2. Capitulo II: Levantamiento de información (Eventos sísmicos en la Región Costa del Ecuador más importantes en los últimos 40 años)

2.1. Terremoto de 1979 (Esmeraldas)

Un terremoto de magnitud 7.9 en la escala de Richter ocurrió a las 02:59:4.3 hora local (07:59:4.3 UTC) en la zona fronteriza de Ecuador – Colombia. Sus coordenadas fueron 1.6°N y 79.4°W con una profundidad de 33 km. Este sismo produjo un tsunami que ocasionó daños graves en el territorio colombiano. De acuerdo a información de principales diarios de esa época, se conoce que en Ecuador los daños materiales fueron leves y no se produjeron víctimas. (Pararas, G, 2003)

La llegada del tsunami a Tumaco fue después de treinta minutos de ocurrido el sismo. Se observaron olas de gran magnitud durante cuatro horas, y el alcance de las olas fue estimado entre 2 y 6 metros. Los puntos más críticos fueron San Juan de la Costa, totalmente arrasado y Guapi, también destruido. El terremoto se ocasiono debido al desfogue del cumulo de energía ocasionado por el choque entre las placas de Nazca y la Sudamericana. (Chaves,J, 2019).

Revisando los registros de mareas de la ciudad de Esmeraldas, se observó que se presentaron de 3 a 4 olas y que en el momento del sismo y tsunami la marea se encontraba en su nivel más bajo. Los efectos hubiesen sido mucho más graves si el tsunami se hubiera presentado durante la pleamar (es decir cuando la marea ha alcanzado su más alto rango), afectando incluso a las poblaciones costeras ecuatorianas de la Provincia de Esmeraldas. (INOCAR, s.f.)

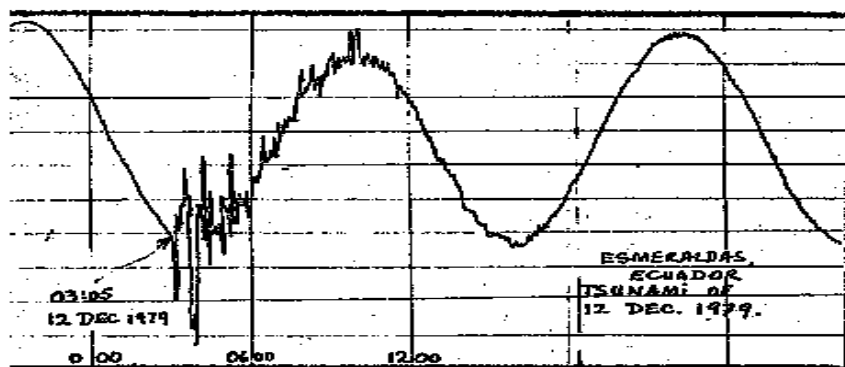


Ilustración 1 Esquema del registro mareo gráfico de la Estación de Esmeraldas del Tsunami del 12/12/ 1979.

Fuente: <http://www.drgeorgepc.com/Tsunami1979ColombiaSpan.html>

El terremoto causó daños ligeros en las ciudades y poblaciones ubicadas al norte del país. En Quito, Ibarra, Tulcán, Esmeraldas y Otavalo, se presentaron interrupciones en el sistema de energía eléctrica, de teléfonos y de agua potable; algunos edificios sufrieron daños en su estructura de poca consideración, en especial en la ciudad de Esmeraldas.

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 era sentido en un área amplia que se extendía de Bogotá al Norte a Quito y a Guayaquil al 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, G, 2003).

2.2. Terremoto de 1980 (Guayaquil)

El epicentro de este sismo se registró en el cantón Nobol a 30 km de Guayaquil, el hecho ocurrió a las 10:08 del 10 de agosto de 1980, tuvo una magnitud de 6.1 en la escala de Richter y VII en la escala de Mercalli.

La ciudad de Guayaquil se caracteriza por tener suelos blandos, rocosos, de transición y zonas con peligro de deslizamiento estas características afectan de manera considerable las estructuras, más aún si se presentara un sismo de magnitud considerable. (Argudo, 2000)

2.2.1. Los efectos del terremoto

Más de 100 casas y edificios quedaron destruidos o con daños, en su mayoría eran viviendas de construcción mixta y edificios de más de 4 pisos los cuales fallaron debido a algún tipo de complejidad arquitectónica, sísmicamente contraindicada: asimetrías en elevación o en planta, pisos débiles, fachadas de vidrio y volados de excesiva longitud. Ningún edificio de hormigón sufrió daños serios, aunque fueron comunes en la zona centro de la ciudad los daños no estructurales: agrietamientos de paredes, fisuras en los elementos estructurales, rotura de vidrios, caída de objetos de decoración, detalles ornamentales y daño de tumbados. (Villacres, A, 2011)

En este terremoto se vio afectado el 8% de planteles educativos, es decir 24 colegios y 34 escuelas del total de planteles educativos los cuales pertenecían a poblaciones cercanas al epicentro. Con estas cifras se determinó que las infraestructuras del sistema educativo son muy frágiles ante movimientos sísmicos, debido a que la intensidad del movimiento fue de VII, esto quiere decir que un sismo de magnitud VIII afectaría gravemente a casi todas las viviendas del sitio, ya que la gran mayoría son viviendas que existen de hace 20 o 40 años de antigüedad, lo que las hace más vulnerables a colapsos.

2.3. Terremoto de 1998 (Bahía de Caraquez)

El martes 4 de agosto de 1998, a las 13h59 hora local (18h59 GMT) se registró un sismo de magnitud $M=7.1$ frente a la costa de Bahía de Caraquez de acuerdo al Instituto Geofísico de la politécnica Nacional. Según la red sísmica del Austro el hipocentro del evento principal se halla a 50km de profundidad y de acuerdo con la universidad de Michigan la profundidad focal es de 27km. De acuerdo a los registros de la red sísmica del austro, la duración efectiva del sismo fue de 111 segundos, tiempo considerable que influye en la respuesta sísmica de las estructuras. (Aguar Roberto, 1998)

2.3.1. Los efectos del terremoto

Los efectos producidos por los terremotos en las estructuras y en las personas, se mide por medio de la Intensidad Sísmica, describiendo de una manera subjetiva el potencial destructivo de los sismos. Existen varias escalas de Intensidad, una de ellas es la denominada “MERCALLI MODIFICADO” el siguiente análisis se realizó con la tabla de Mercalli de 1902 como se muestra en la figura 1. La cual actualmente muestra una actualización, tal como se muestra en la figura 2. (Egred, J)

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.

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

Ilustración 2 tabla de Mercalli MM actualizada

con estas tablas realizando relaciones empíricas entre la intensidad I_{MM} y la magnitud M se determina que el grado de intensidad es de grado 8, destructivo causando daños considerables en las estructuras.

2.3.2. Geología de la Zona

La zona de influencia de la ciudad de Bahía de Caráquez se encuentra entre las estribaciones de los cerros que bordean la orilla Sur del estuario del río Chone.

Estos cerros de alrededor de 100m de altura están constituidos por rocas limolitas, tobas, agilitas y areniscas blandas, con diversos grados de alteración que se van acentuando de arriba hacia abajo.

La disposición de los estratos es sub - horizontal hacia el talud, hecho que ha propiciado deslizamientos de tipo superficial en forma de escurrimientos del talud. Lo que ha ocasionado que presenten deslizamientos en la zona, debidos al sismo del 4 de agosto de 1998.

El sector de la ciudad de Bahía de Caráquez se encuentra asentada sobre depósitos de la formación Borbón que se presenta con un nivel inferior de areniscas de grano medio a grueso, localmente conglomeráticos en bancos de color amarillento, intercalados con algunos niveles de calcáreos que contienen abundantes microfósiles y su potencia máxima es de 300m.

El sector de Leónidas Plaza en cambio se encuentra sobre terrazas indiferenciadas y depósitos aluviales que cubren las cuencas hidrográficas actuales y están formadas por gravas, arenas y limos con una potencia desconocida. (Aguar Roberto, 1998).

Se analizan dos tipos de suelos, el uno ubicado en la zona central de la ciudad y el otro en el área donde se encontraba ubicado el hospital Miguel H. Alcívar el cual tuvo daños significativos.

En la zona central se toma como referencia para el sondeo un lote de terreno ubicado frente al hotel La Herradura, se identifica que a una profundidad de 10 m, el depósito está constituido por arena fina y floja y que el nivel freático ésta bajo los 2.5m. de profundidad. Los detalles de las características del suelo en la zona central se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Características del suelo de la zona central de Bahía.

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
TIPO DE SUELO	SP (Arena mal graduada)
Módulo de elasticidad estático	940 kg/cm ²
Módulo de elasticidad dinámico	2800 kg/cm ²
Módulo de Corte	9400 kg/cm ²
Velocidad de la onda de corte	216 m/s

N (SPT) medio	6
N	11
Θ	0.6g/cm ²
Módulo de rigidez transversal	369.2 kg/cm ²
Resistencia al corte	0.57 kg/cm ²
Deformación angular	0.1%
Amortiguamiento relativo	15%
Contenido de humedad	4%
Grado de compacidad	0.57
Coefficiente de uniformidad	1.6

Fuente: Aguiar F.

Tabla 3 Característica de suelo en el hospital de Bahía de Caráquez

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
TIPO DE SUELO	CL (Arcilla de baja plasticidad)
Limite liquido	48
Índice de compresión	0.342
humedad	16.54%
D ₁₅	0.015 mm
Coefficiente de uniformidad	3.04

Fuente: Aguiar F.

Una vez indicadas las características del suelo, divididas en dos sectores de análisis de concluye que:

- ✓ No hubo licuefacción de suelos en el Hospital H. Alcívar de Bahía de Caráquez, pero si deformación por compresión.
- ✓ Se puede afirmar que los suelos de la zona central son susceptibles de ser afectadas por licuefacción.

2.4. Terremoto de 2016 (Pedernales)

Este movimiento sísmico se produce por la subducción entre la placa oceánica de Nazca y la Sudamericana a las 18h58 con epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimíes de la provincia de Manabí a una profundidad de 17 km de magnitud y magnitud 7.8 Mw, en la cual Portoviejo fue la ciudad más afectada reportando innumerables edificaciones destruidas con daños estructurales y no estructurales.

A consecuencia de este movimiento, el año 2016 fue de mucha actividad sísmica reportándose 6493 movimientos telúricos a nivel nacional tal como se muestra en la ilustración 3, de magnitudes entre 2 y 7.8 grados causando alarma en la población.

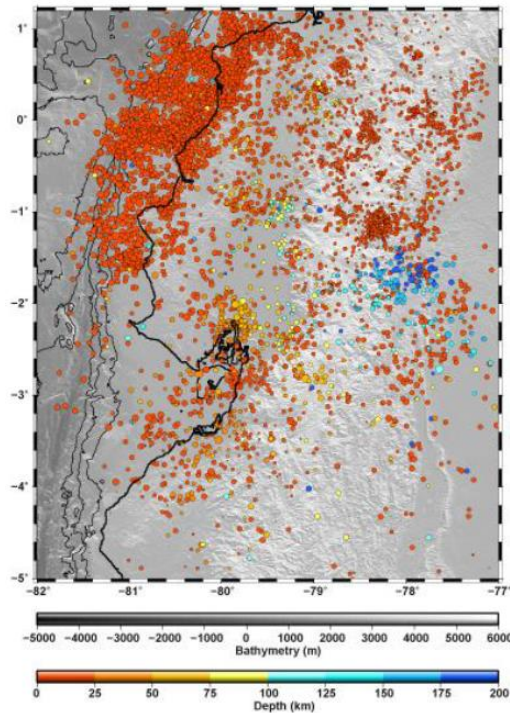


Ilustración 3 Sismicidad registrada y localizada a partir de los datos de las redes de sismógrafos y acelerógrafos del Instituto geofísico de la Escuela Politécnica Nacional: RENSIG y la RENAC. Las cotas del relieve (Bathymetry) y la profundidad de los sismos (Depth)

2.4.1. Los efectos del terremoto

La mayor parte de las construcciones caídas eran edificaciones esquineras, con poca rigidez por las aberturas de ventanas, suelos saturados, con depósitos aluviales o cercanos al margen del río Portoviejo.

El tipo de daño más observado es el de columna corta, este tipo de columnas presentan falla frágil por cortante. Para que las estructuras no colapsen durante un terremoto estas deben ser capaces de absorber y disipar la energía entrante mediante elementos estructurales que tengan ductilidad. (Aguiar & Mieles, 2016).

La capacidad de disipar energía de las columnas cortas es muy baja, razón por la cual las columnas cortas son los elementos que más daño infligen a la construcción. (Aguiar & Mieles, 2016)



Ilustración 4 Daño por columna corta registrado en edificaciones de Portoviejo.

2.4.2. Geología de Manta.

La zona de Manta está asentada sobre depósitos de terrazas marinas que han emergido en el transcurso de miles de años Según el trabajo de Pedoja et al. (2006) se propusieron al menos 5 niveles de terrazas, con una tasa de levantamiento estimada entre 0.3 a 0.5 mm/año, durante los últimos 300.000 años. Sin embargo, estudios recientes sugieren que el número es mayor.

Los materiales más recientes que componen las terrazas marinas son secuencias de arenas, arcillolitas y limolitas. Las secuencias se pueden describir como de origen litoral, se observan en algunos lugares arenas de playa, con presencia de fósiles marinos y suelos (Figura 14).

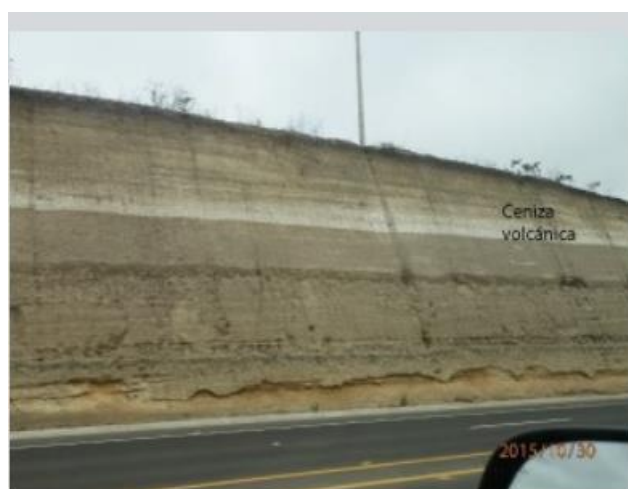


Ilustración 5 Ejemplos de depósitos sedimentarios en la zona de Manta. Secuencias de arenas, limos y sedimentos volcánicos. Fuente: IGM

El basamento formado por basaltos de origen oceánico, que se observan en la entrada a la población de Santa Marianita y en Montecristi, sugiere que estos están bajo todas las secuencias anteriores, la edad estimada de este basamento es Cretácico. No se conoce el espesor de las secuencias más jóvenes que sobrepasen a este basamento. (IGM, 2020)



Ilustración 6 Areniscas con restos fósiles, conductos de gusanos y conchas. Fotos en la vía a la Refinería

Por otro lado, a lo largo del río Manta, se tienen terrazas aluviales formadas principalmente de arenas y limos. (INSTITUTO GEOFISICO, 2020)

2.4.3. Geología de Pedernales

Efectos de licuefacción se observaron principalmente en la zona del malecón de Pedernales, en donde además hubo deformación importante asociada a una falla secundaria que levantó, entre 10 a 18 cm, como se observa en la Ilustración 7. Esta falla seguramente se reactiva con sismos de estas magnitudes y afectó también algunas calles y casas, el mecanismo de ruptura es inverso (Ilustración 8). La falla se la puede seguir por al menos 1 km. En el malecón se observó plegamiento a lo largo de la acera y en la calle. Los sifones se levantaron unos 10 cm aproximadamente, por efecto de licuefacción



Ilustración 7 Falla inversa ubicada al este del malecón de Pedernales.



Ilustración 8 Muestra desplazamiento vertical que generó la estructura, en algunas de las casas ubicadas en esta zona, el desplazamiento vertical es variable, entre 10 a 15 cm. La dirección promedio de la falla es N 20°



Figura 2c



Ilustración 9 Deformación de la falla se manifiesta con plegamiento de las zonas afectadas

Las construcciones de los restaurantes ubicados al lado occidental de la calzada se desplazaron sobre la vereda estos algunos centímetros. En esta, se presentó expulsión de arena. En las siguientes figuras se muestran ejemplos de estas deformaciones.



Ilustración 10 Pliegue en el malecón de Pedernales, dirección del eje de pliegue 23°

2.5. Mapas de ondas de corte vs30 de las zonas más afectadas

Los siguientes mapas fueron utilizados para determinar el tipo de suelo en el cual estaban asentadas las estructuras colapsadas en los diferentes movimientos telúricos analizados en este informe. Dichos gráficos muestran el valor de corte Vs30 lo cual nos facilita identificar el tipo de suelo según las normativas vigentes (NEC-SE-DS)

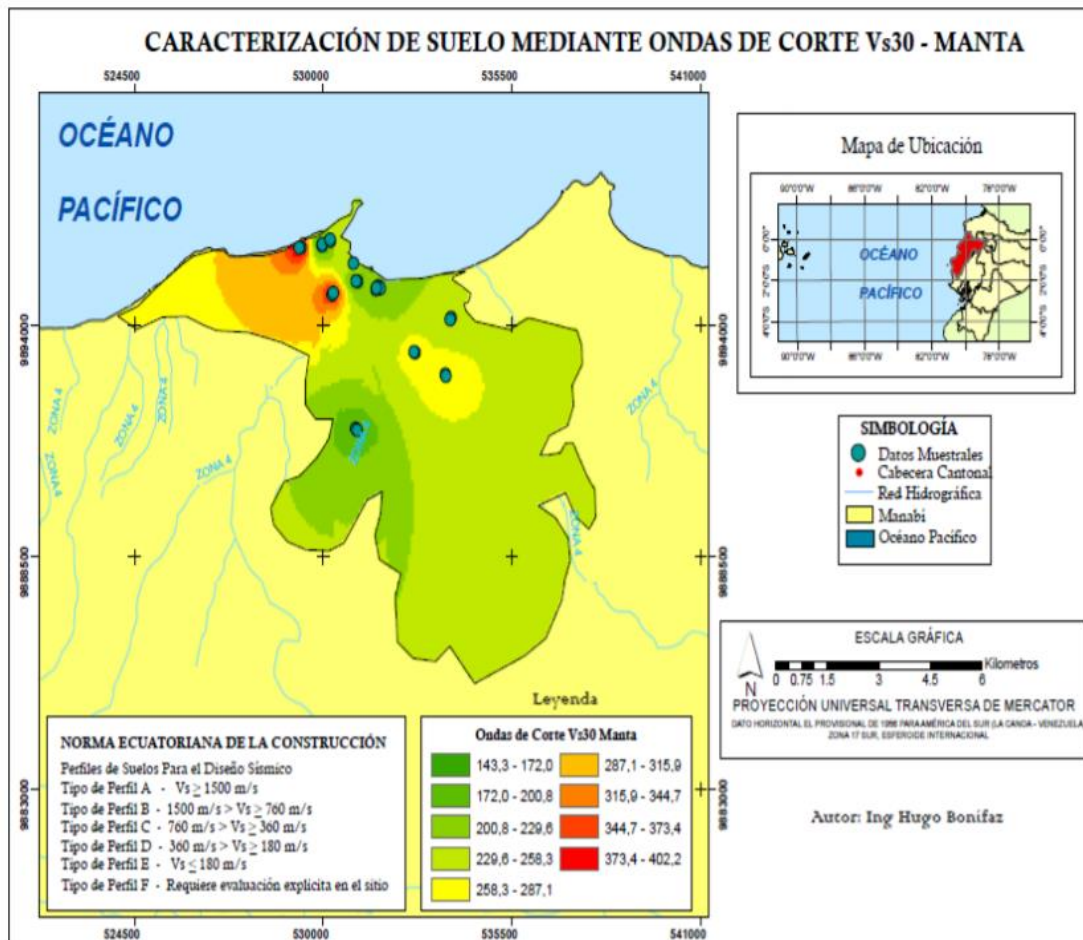


Ilustración 11 Mapa de ondas de corte Vs30 Manta.

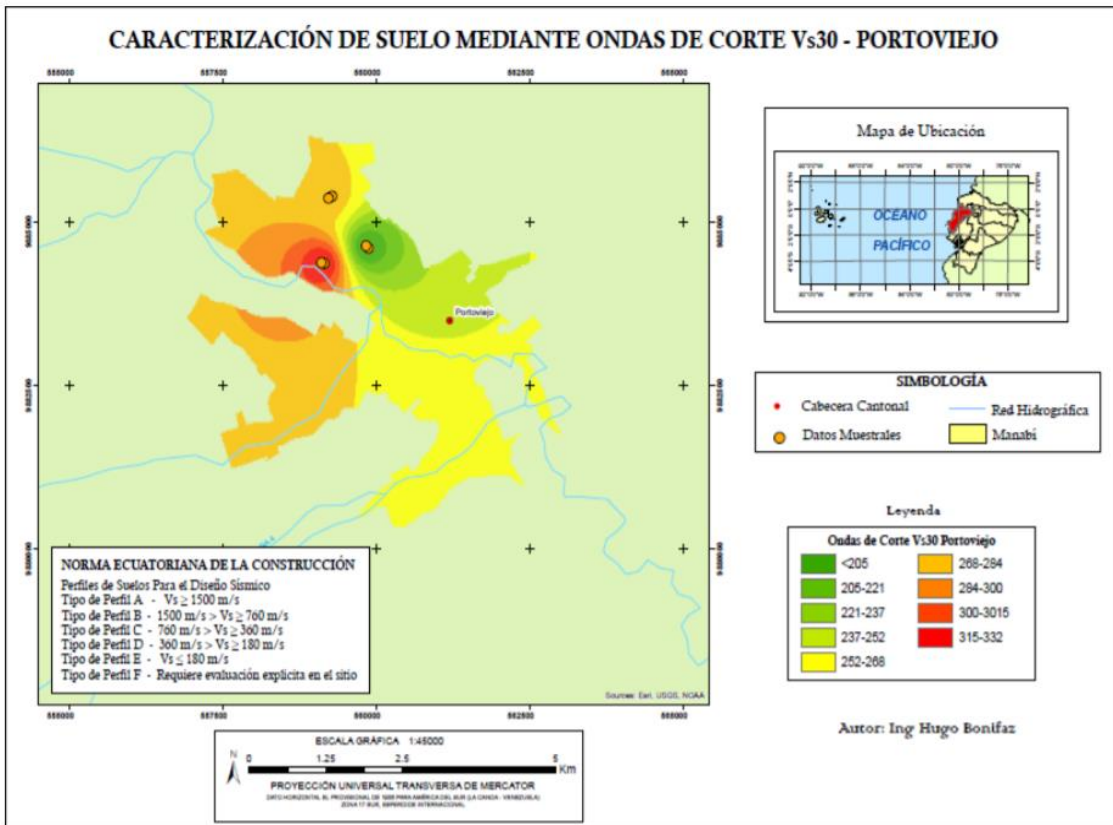


Ilustración 12 Mapa de ondas de corte V_s30 Portoviejo.

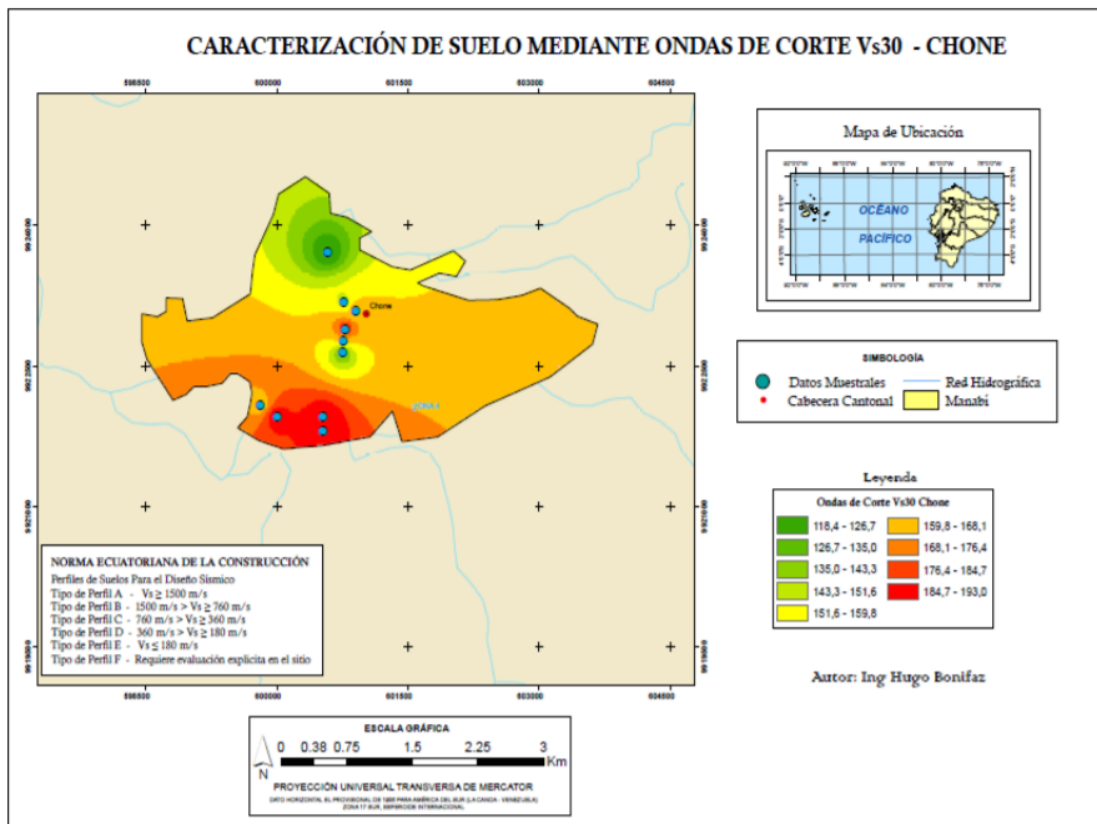


Ilustración 13 Mapa de ondas de corte V_s30 Chone.

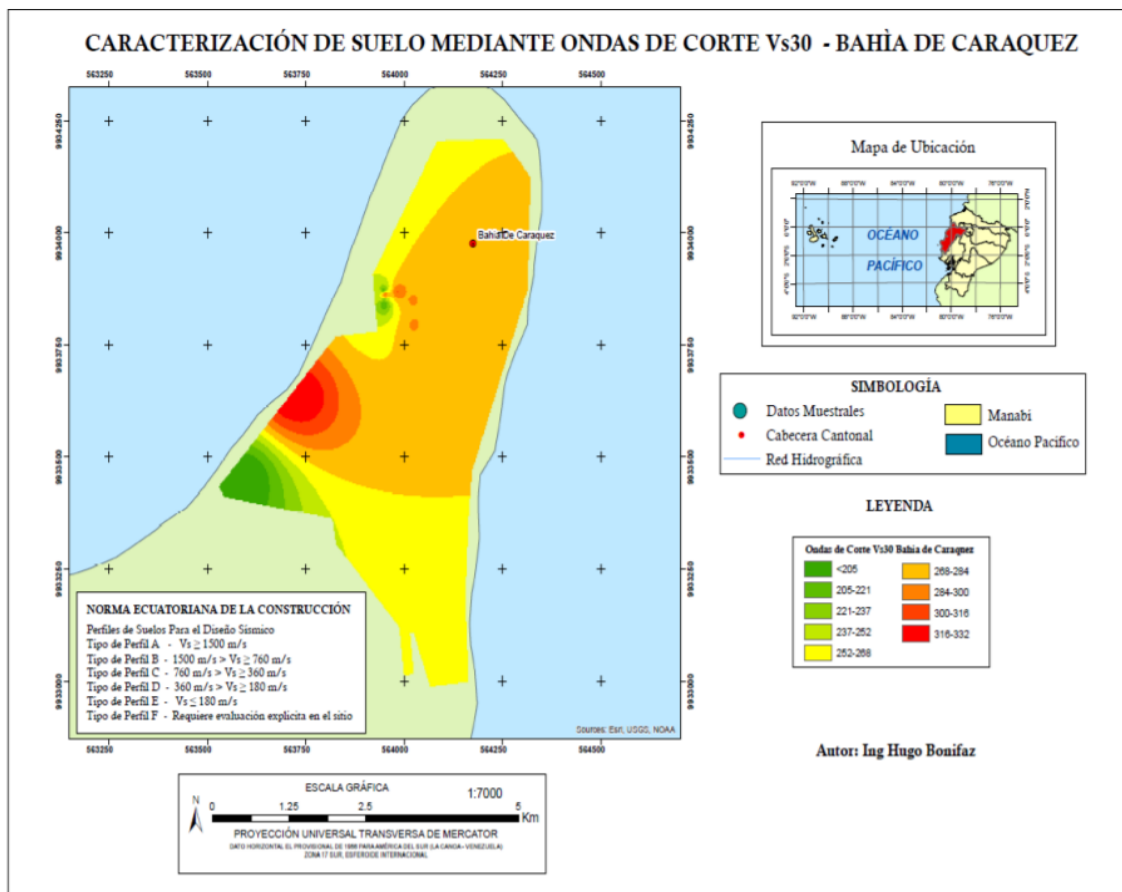


Ilustración 14 Mapa de ondas de corte Vs30 Bahía de Caraquez.

Según el análisis realizado se determina lo siguiente:

Manta: los valores de Vs30 van desde 143m/s hasta 402.2 m/s lo cual da un perfil sísmico de suelo (predominante) tipo D con zonas de perfil E que coincide con el área de Tarqui.

Portoviejo: Los valores de Vs30 van desde 205m/s hasta 332m/s lo cual nos da un perfil sísmico del suelo (predominante) tipo D, existiendo zonas de perfil tipo D y E en el área del aeropuerto.

Bahía de Caraquez: Los valores de Vs30 van desde 205m/s hasta 332m/s lo cual nos da un perfil sísmico del suelo (predominante) tipo D, existiendo zonas de perfil sísmico tipo E al sur occidente de la ciudad.

Chone: Los valores de Vs30 van desde 118m/s hasta 193m/s lo cual nos da un perfil sísmico del suelo (predominante) tipo E, existiendo zonas con perfil sísmico tipo D al sur de la ciudad. (Bonifaz, Hugo; Haro, Juan, 2017)

3. Capítulo III: Identificación de los Factores de Vulnerabilidad en los edificios afectados por los Sismos.

De la muestra de los edificios afectados se identificará la presencia de los factores de vulnerabilidad más comunes en las construcciones del Ecuador dejando claro que un edificio puede tener más de un factor de vulnerabilidad que ocasione los daños ya sean leves, moderados severos o que hayan propiciado el colapso total o parcial de la estructura, con la finalidad de reconocer estos factores de vulnerabilidad se detallará algunas de las estructuras de la muestra para la comprensión de los mismos.

3.1. Piso débil o blando.

Este factor de vulnerabilidad se da cuando la rigidez y/o resistencia de una de las plantas es diferente a la de los pisos subsecuentes provocando comportamientos no deseados en una estructura.

3.1.1. Edificaciones colapsadas por presencia de piso débil o blando.

Este problema se encontró en la mayoría de construcciones de la ciudad de Bahía de Caráquez. En los edificios altos, principalmente en aquellos de departamentos, se ubican los estacionamientos en la planta baja y en el siguiente nivel se encuentra una planta de piscinas, dejando amplios espacios en los entrepisos. Los pisos superiores, sin embargo, están todos cubiertos de mampostería confinada, rigidizando a la estructura. En otros casos la estética del edificio predomina sobre el aspecto estructural, siendo las paredes continuas en elevación, un piso presenta una discontinuidad produciendo en primer lugar un concentrador de esfuerzos en esa zona y después un cambio de rigidez en el edificio. La figura 14 muestra dos casos comunes, no solo en las edificaciones de la costa sino del país en general.

Edificio Nautilos y Edificio Salamango (1998)

Un punto que debe ser tomado en consideración en los edificios altos, es la ausencia de vigas descolgadas



Ilustración 15 Evidencia de pisos blandos en las construcciones. Izquierda Edificio Nautilus. Derecha, Edificio Salango. Fuente: ESPOL

Esta práctica, común en el medio, conlleva a la flexibilidad excesiva de la estructura, lo cual se comprueba en las derivas de piso obtenidas para algunos edificios analizados y visualmente se deduce la presencia de este fenómeno por los daños ocurridos en la mampostería (Singaucho J, 2009)

En las estructuras de menor altura (viviendas), se observa el mismo problema: la planta baja presenta portales a la calle, generando grandes balcones soportados sobre columnas esbeltas. Se observan casos particulares, en los cuales, el piso inferior es utilizado para comercios por lo que existen grandes vanos entre soportes de piso.

Cámara de Comercio de Guayaquil. (1980)

En una inspección realizada el 19 de septiembre de 1998, se evaluaron los daños que se presentaron en este edificio durante el sismo de 1980, en la cual se observaron las siguientes características:

- ✓ Edificio de hormigón.
- ✓ Sistema estructural. Pórticos c>v
- ✓ Luces en sentido 1: 2.8m
- ✓ Luces en sentido 2: 2.6 m
- ✓ Irregularidad vertical: ninguna.
- ✓ Irregularidad en planta: grande
- ✓ Piso suave: planta baja

Esta estructura es muy vulnerable a daños de tipo no estructural (arquitectónico e instalaciones) presentando daños menores en sus acabados y destrucción parcial de paredes. Presenta factores de riesgo debido a su esbeltez en la dirección de norte-sur y su planta irregular. (Argudo, 2000)



Ilustración 16 Edificio Cámara de Comercio de Guayaquil (1998)

Los daños en los edificios de hormigón se concentraron sobre todo en las parroquias Rocafuerte, Olmedo y de 9 de octubre, que eran de 1980 las parroquias donde había la mayor densidad de esas construcciones.



Ilustración 17 Efectos del sismo del 18 de agosto de 1980.

Fuente: El Universo, archivo IIFIUC-Proyecto RADIUS

3.2. Columna Corta.

Uno de los principios básicos a la hora de diseñar es que ante un evento sísmico deben de formarse rotulas plásticas en los lugares deseados que las vigas tenga un comportamiento plásticas antes que las columnas y cumplir con una condición de columna fuerte-viga débil sin embargo es común en el Ecuador que no se siga este principio llegando a provocar la columna corta.

Este factor de vulnerabilidad se presenta en estructuras que no permiten que las columnas tengan un desplazamiento adecuado debido a elementos no estructurales que reducen la luz libre de una columna y provocan cambios bruscos de sección y a su vez cambios en la trasmisión de esfuerzos.

3.2.1. Edificaciones colapsadas por presencia de columnas cortas.

Dentro de la zona de Portoviejo alrededor de 40 edificios colapsaron durante el terremoto, esto sin contar las edificaciones que no se desplomaron pero que presentaron daños considerables por ende las tuvieron que desplomar. A continuación, se detallan algunas de las edificaciones más afectadas durante el terremoto.

Edificio mutualista Pichincha (2016)

- ✓ Edificio de 9 pisos con más de 15 años de ser construido
- ✓ Presento fallas en las zonas de traslape, con espaciamientos muy grandes.
- ✓ Vigas de gran peralte en una luz de 12m libres las cuales cumplen con el concepto de columnas débiles, en la figura 19 se pueden observar los daños ocurridos por este tipo de falla.
- ✓ Según estudios realizados se evidencio que los últimos tres pisos fueron edificados de manera arbitraria sin previos permisos o cálculos para esta estructura, lo que ocasiono un colapso de pisos intermedios.
- ✓ Se evidencio el uso de estribos de 8mm de diámetro con espaciamiento excesivo, en algunos casos se utilizó hierro liso.

Esta edificación fallo por existencia de columna débil-viga fuerte.



Ilustración 18 a) Edificio sin colapsas; b) edificio colapsado; d) columna débil; viga fuerte.

Fuente: Ing. Roberto Aguiar y Ing. Jordy Mieles



Ilustración 19 daños en columnas del quinto piso del edificio Mutualista Pichincha.



Ilustración 20 Falla por falta de confinamiento en columnas; a) estribos muy separados; b) estribos de 8mm; c) no se aprecia el estribo.

Edificio Los Corales. (1998)

Este edificio constaba de 5 pisos, el daño se concentró exclusivamente en todas las columnas de la planta baja, los cuatro pisos superiores no presentaron ningún daño en estructura. Esta edificación no tenía vigas descolgadas y en promedio la dimensión de las columnas era de 35 cm de lado, lo que hizo de esta una estructura muy flexible.

Las columnas de la planta baja presentaron daños en cabeza y pie de columna como se muestra en la ilustración 21 y 22. Nótese que existe una armadura longitudinal considerable pero el refuerzo transversal es insuficiente de solo 8mm de diámetro. Evidentemente no cumple con la armadura mínima requerida por confinamiento la cual le habría brindado mayor ductilidad a la sección.

La denominada falla de columna corta se presenta en las columnas perimetrales en donde por razones arquitectónicas al lado de la columna existían ventanas cuya altura era menor a la cuarta parte de la altura del piso, lo que permitió que fueran muy vulnerables estos elementos.



Ilustración 21 daño típico de una columna del edificio Los Corales



En el estado que se encuentran las columnas de este edificio no es recomendable repararla o colocar refuerzos, ya que se considera sumamente

Ilustración 22 daño típico de una columna del edificio Los Corales

peligroso debido a que todas las columnas de la planta baja disiparon toda la energía que eran capaces de disipar. Es muy probable que en caso de que vuelva a suceder un evento sísmico el daño se concentre en el piso superior (segundo piso).

Edificio Cooperativa del Magisterio Manabita (2016)

- ✓ Edificio intermedio que constaba de 5 pisos de hormigón estructural desde hace más de 25 años de su construcción.
- ✓ Con vigas de cimentación en ambos sentidos.
- ✓ El primer piso de la estructura tenía una altura de 5 m y las superiores 3m, esta condición se realiza por ordenanzas municipales mismas que hacen que la estructura falle por tener piso blando. Considerando que casi todos los edificios de estas características en el primer piso poseen portones grandes que hacen más blanda a la estructura.
- ✓ El colapso se produjo por efecto P- Δ y la sobrecarga en la fachada por motivos arquitectónicos.
- ✓ Al colapsar este edificio destruyó una casa vecina de 3 pisos. En la siguiente figura se observa el estado en que quedó la estructura luego del sismo.



Ilustración 23 Edificio de Magisterio

Fuente: Ing. Roberto Aguiar y Ing. Jordy Mieles

3.3. Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales.

Este factor de vulnerabilidad predomina cuando por motivos arquitectónicos o estéticos los elementos estructurales sufren cambios de rigidez ya sea por cambios bruscos en sus dimensiones, irregularidades en planta o en elevación

que de manera global perjudican el comportamiento dinámico de una estructura haciéndola frágil ante efectos de torsión y corte.

Edificaciones afectadas por cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales.

Este problema predomina, casi exhaustivamente en las edificaciones altas y, es justamente en ellas donde los efectos son más perjudiciales. La singularidad de las formas tanto en planta como en elevación (figura 7) hace que el comportamiento dinámico de la estructura se vea perjudicado por efectos como la torsión, lo cual conduce a fallas frágiles por cortante, en los miembros.

La punta Norte de la ciudad constituye la muestra que revela una excesiva preocupación por el aspecto estético frente a las recomendaciones de los códigos de construcción. Por el contrario, los edificios bajos y viviendas del sector central presentan una relativa regularidad espacial; sin embargo, se observan otras deficiencias, las cuales demuestran la falla de criterio y muchas veces falta de sentido común en la construcción.



Ilustración 24 Irregularidades arquitectónicas. Izquierda: Edificio El Almirante (irregularidad en planta). Derecha: Edificio S/N (irregularidad en elevación).

Edificio Karina (1998)

Este edificio está formado por dos sectores, el primer sector de cuatro pisos y el segundo de cinco, en este caso la estructura presento fallas en el pie y cabeza de las columnas de los dos primeros pisos.

El edificio Karina es una estructura sumamente flexible al contar con secciones de columnas de 25x35 en la planta baja, las cuales van disminuyendo en los pisos superiores. A este problema se le agrega que las columnas tienen

gran cantidad de refuerzo longitudinal como se refleja en la tabla 4, lo que causó que al realizar el traslape de las secciones en el segundo piso el nudo inferior de esta planta quedara con 30 \varnothing 16mm en una sección pequeña, dejando muy poco espacio para colocar el hormigón y por ende este no llegó hasta el núcleo de las columnas.

Tabla 4 Secciones de columnas y acero de refuerzo.

Piso	Sección de columnas	Acero de refuerzo
1	35x35	16 \varnothing 16 mm
2	35x30	14 \varnothing 16mm



Ilustración 25 Edificio Karina presento fallas en pie y cabeza de columnas



Ilustración 26 Edificio Karina presento fallas en pie y cabeza de columnas

Edificio Mendoza. (1998)

Este edificio forma parte del grupo de estructuras con plantas irregulares. A simple vista se puede observar una estructura cuadrada, pero internamente se observa que tiene una forma de L sin ninguna junta de construcción. En el piso cuatro y cinco se presentan cambios bruscos de rigidez lo cual provoco el colapso de estos. El tercer piso al tener un mayor número de líneas resistente tiene una mayor rigidez que los dos últimos pisos, pero este cambio de rigidez es muy brusco de tal forma que el corrimiento lateral de estos pisos es mucho mayor que el corrimiento lateral de los pisos inferiores.

Por otra parte, en los pisos superiores existían elementos horizontales (vigas) muy esbeltas las cuales no estaban ancladas a las columnas, por esta razón se viraron. También se encontraron grandes luces con voladizos sujetas sobre 2 columnas las cuales no soportaron la carga por lo que colapsaron.



Ilustración 27 Colapso de las plantas superiores del edificio Mendoza

3.4. Falta de separación entre edificios (adosamientos)

Este factor de vulnerabilidad es muy común en zonas suburbanas y en edificios relativamente antiguos donde la separación de estructuras independientes es muy corta y en algunos casos inexistentes (adosamientos) lo que provocaría colapsos en eventos sísmicos debido al golpeteo entre edificios.

3.4.1. Edificaciones afectadas por Falta de separación entre edificios (adosamientos)

Hotel Cabrera (2016)

Este fue un caso de colapso total incluyendo la muerte de su propietario, un ingeniero civil (Raul Alfredo Cabrera Suárez – QEPD) que estaba en el hotel durante la ocurrencia del evento sísmico. El edificio contiguo del lado de la Av. Pedro Gual, que tenía otra altura y otras características también colapsó. (Golpeteo entre edificios, Punzonamiento). En la foto antes del sismo se observa losas planas (sin vigas y columnas de planta baja irregularmente distribuidas. (Landívar, H, 2016)

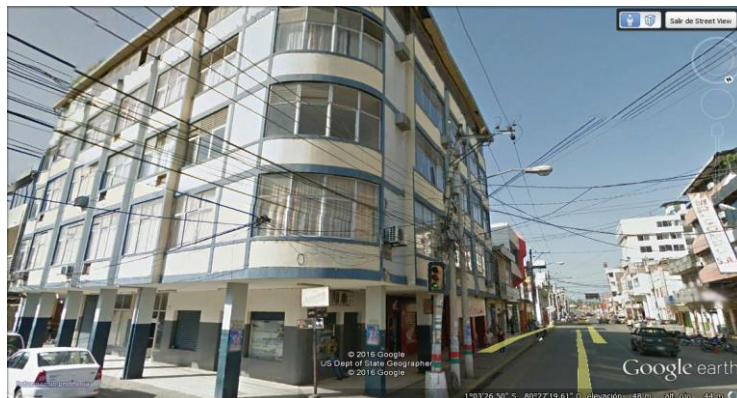


Ilustración 28 Hotel Cabrera Fuente: Google earth



Ilustración 29 Escombros del Hotel Cabrera después del sismos del 16 de abril del 2016



Ilustración 30 Escombros del Hotel Cabrera después del sismo del 16 de abril del 2016

Edificio IESS (2016)

La estructura fue construida inicialmente con 2 pisos menos de los que tenía cuando colapsó. Además de las deficiencias estructurales propias, parece que también influyó en el colapso, el golpeteo con edificios vecinos por falta de separación entre edificios. Se aprecia el efecto pancake. (Landívar, H, 2016)



Ilustración 31 Edificio IESS Fuente: Google earth



Ilustración 32 Colapso del Edificio IESS después del sismo de 2016



Ilustración 33 Colapso del Edificio IESS después del sismo de 2016

3.5. La falta de redundancia

El aumentar la redundancia de elementos estructurales en edificios nos permite tener más opciones al momento de resistir cargas, en otras palabras el factor de vulnerabilidad dado por la falta de redundancia provoca que por la falla de pocos elementos la integridad de un edificio se viera afectado como si de una mesa se tratase que no se mantiene firme si se le quita una de las patas, pero que al aumentar el número de estas podremos tener una estructura más firme y que obtengamos un comportamiento dinámico más adecuado.

3.5.1. Edificaciones afectadas por la falta de redundancia

Edificio Palau (2016)

Este Edificio de 4 pisos en la zona urbana de Portoviejo colapso en su totalidad aparentemente debido a fallas en las columnas exteriores y/o punzonamiento, se puede apreciar en la figura de antes del sismo que la estructura no contaba con columnas en sus esquinas quizás por temas arquitectónicos ocasionando un problema de falta de redundancia y esquina débil.



Ilustración 34 Edificio Palau Fuente: Google earth



Ilustración 35 Escombros del Edificio Palau



Ilustración 36 Escombros del Edificio Palau

Clínica Yanqui (2016)

Un problema similar al Edificio Palau tiene esta estructura de 2 pisos en la que se puede distinguir una configuración geométrica y distribución de columnas inadecuada principalmente en la esquina, provocando una falta de redundancia y esquina débil.



Ilustración 37 Clínica Yanqui Fuente: Google earth



Ilustración 38 Colapso Parcial de la Clínica Yanqui



Ilustración 39 Escombros de la Clínica Yanqui

3.6. Los volados de longitud excesiva

Un factor de vulnerabilidad muy común en construcciones artesanales es decir que no cuentan con la supervisión d un ingeniero, cuando por motivos arquitectónicos o por el hecho de tener un área mayor a la de las plantas inferiores los pisos superiores se hacen con volados con longitudes excesivas, esto puede acarrear problemas en la distribución de masas e inclusive provocar otro factor de vulnerabilidad como lo es el piso blando o débil.

3.6.1. Edificaciones afectadas por los volados de longitud excesiva

Edificio Fábrica dtp (2016)

Estructura de 5 pisos de hormigón armado y paredes de bloques en la que se puede diferenciar Volados demasiado grandes en ambas direcciones, los que concentran una gran masa en la parte superior que provocaron la falla del mismo. (Landívar, H, 2016)



Ilustración 40 Edificio Fábrica dtp Fuente: Google earth



Ilustración 41 Colapso parcial del Edificio Fábrica dtp



Ilustración 42 Daño estructural en el Edificio Fábrica dtp

Edificio Fábrica de Muebles (2016)

Edificio de 4 pisos con mezanine, se logró identificar losas planas sin ninguna viga y volados en ambas direcciones, el edificio aparentemente no sufrió daños estructurales significativos sin embargo se pueden diferenciar los factures de vulnerabilidad de piso débil y volados con longitudes excesivas lo que lo hace una estructura muy vulnerable a daños durante eventos sísmicos.



Ilustración 43 Edificio Fábrica de Muebles Fuente: Google earth



Ilustración 44 Daño en los extremos de columnas exteriores del Edificio Fábrica de Muebles

3.7. La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales.

Este factor de vulnerabilidad que está presente en muchas construcciones antiguas y algunas actuales se debe a que en su mayoría son edificadas sin controles de calidad y sin la presencia de un ingeniero calificado.

3.7.1. Calidad de materiales, mano de obra y procesos constructivos.

Es evidente que la falta de control en los procesos constructivos conlleva a una disposición inadecuada tanto de los elementos estructurales como no estructurales. Por una parte, en varios edificios de hormigón armado, la calidad del hormigón era tan pobre que este pudo ser disgregado sin mucha dificultad. (Varela F, 1998). Por otra, las condiciones de la vivienda popular, construida casi en su totalidad de manera artesanal y sin ninguna dirección técnica, era tan deficiente que indudablemente debía sufrir serios daños.

A pesar de las normativas de cada localidad y de las recomendaciones de los códigos de construcción vigentes, se sigue ignorando requisitos tan elementales y a la vez tan sensibles que terminan siendo factores determinantes en el desempeño de la estructura ante cargas laterales. (Singaicho J, 2009)

Análisis general del tipo de materiales utilizados en las edificaciones afectadas.

Hierro de refuerzo

El hierro de refuerzo empleado en las estructuras de hormigón armado tuvo un comportamiento dúctil durante el terremoto, al grado de que algunas de las estructuras no fallaron exclusivamente por la ductilidad del hierro longitudinal de las columnas, las cuales evitaron que las estructuras fallaran totalmente evitando pérdidas humanas.

Cemento Portland

Al realizar un estudio a las estructuras afectadas se determinó que en varios casos no se utilizó la cantidad de cemento apropiada para el hormigón, probablemente debido a una mala estimación de la granulometría de los agregados, por el empleo de arenas demasiado finas. Este suceso revela una falta de control de calidad del hormigón en algunas edificaciones y de la calidad de la construcción en general.

Agregado grueso

Se utilizó un ripio triturado, este material provino principalmente de las canteras cercanas a la ciudad de Portoviejo, el mismo que si tuvo un comportamiento adecuado.

Agregado fino.

De acuerdo a análisis realizados a la composición de los materiales de los edificios afectados se encontró que en las estructuras antiguas se utilizó arena de cantera proveniente de las canteras cercanas a Portoviejo; a diferencia de las edificaciones más recientes dónde se constató que se había mezclado arena de cantera con arena de mar, aparentemente con el fin de disminuir costos.

En algunos edificios se pudo evidenciar un alto nivel de corrosión del hierro debido al uso de arena de mar y probablemente por la agresividad del ambiente salino. Los errores constructivos que se visualizaron, es decir la falta de recubrimiento del hierro que no pudieron corregir con obras de albañilería (enlucido), fue otra causa de corrosión en el acero de refuerzo. En las siguientes se evidencia la corrosión del hierro en las estructuras.



Ilustración 45 Corrosión en el acero de refuerzo en un edificio de la zona turística de Bahía.

Ilustración 46 Rotura de varillas por corrosión en el edificio Calipso.



3.7.2. Incompatibilidad de materiales constructivos.

Las viviendas de las zonas suburbanas del país padecen seriamente de este problema. La combinación de materiales flexibles como la madera con materiales rígidos y a la vez frágiles como el ladrillo (ilustración 47), hace que el conjunto sea incapaz de resistir fuerzas externas y de distribuir adecuadamente los esfuerzos generados. Como consecuencia, los elementos frágiles serán los que presenten los mayores daños.

Otro caso de materiales incompatibles observado en la figura 4, resulta de enlucir las paredes generalmente de caña de guadua con mortero de cemento; esta práctica condujo al deterioro de la caña y, durante el sismo al desprendimiento del enlucido.

Si analizamos detenidamente, es fácil observar que las provincias de la costa y de la región oriental son las que presentan en mayor cantidad viviendas con estas características. En este sentido, los sectores marginales de las ciudades siempre estarán propensos a sufrir efectos considerables después de un sismo.



Ilustración 47 Fallas en la edificación por la incompatibilidad de materiales.

4. Capítulo IV: Muestra N de edificios afectados.







4.1. Edificios de la muestra N

Muestra conformada por edificios que fueron afectados por los movimientos sísmicos mencionados la tabla contiene el nombre del edificio un registro fotográfico de antes de los daños, el año del sismo en el cual se vio involucrado, la ciudad en la que se ubica la estructura y las características generales del edificio que incluye altura y tipo de construcción, estos edificios fueron objeto de estudio en los trabajos de: Inspección Visual realizada durante el Breve recorrido por las calles de Portoviejo (Landívar, H, 2016), El Proyecto Radius (Argudo, J, 1999), 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 (Batidas, G, 2019), Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril de 2016 en Manta (Tapia, S, 2018), Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril de 2016 en Pedernales. (Elbert, G, 2018) GEER-ATC Earthquake Reconnaissance April 16th 2016, Muisne Ecuador (Nikolaou & Vera Grummauer), Reforzamiento de estructuras afectadas por terremotos (Aguar, R, 2017)

Tabla 5 Edificios Muestra N

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
1	Edificio Alava	 A photograph of a modern, multi-story building with a glass facade, identified as Edificio Alava. The building has a distinctive architectural style with a mix of materials and a prominent corner section.	2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos con volado y un mezanine entre la planta baja y el primer piso.
2	Hotel Cabrera	 A photograph of a multi-story building with a curved facade and balconies, identified as Hotel Cabrera. The building is situated on a street corner and has a classic architectural style.	2016	Portoviejo	Hotel de 5 pisos con columnas irregularmente distribuidas.


No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
3	BIESS		2016	Portoviejo	Edificio público del BIESS con 3 pisos anteriormente utilizado como banco.
4	Edificio Palau		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con locales comerciales en la planta baja.
5	Edificio del IESS		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos originalmente construido con 2 pisos de base y una torre central con 7 pisos.
6	Edif. CHINITO - Comandato		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos de altura la planta baja utilizada como local comercial.
7	ALM. JOHAN - Artefacta		2016	Portoviejo	Edificio privado de 4 pisos muy concurrido por el público por diversos comerciantes informales.
8	Importaciones Selectas		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos en zona de gran movimiento económico y comercial.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
9	Casa junto Coop. Comercio		2016	Portoviejo	Casa de 2 pisos de construcción mixta y posiblemente en mal estado.
10	Hotel Alejandro		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos junto al edificio del Seguro Social que colapso durante el sismo.
11	Almacén San Agustín		2016	Portoviejo	Edificación de 2 pisos con varios comercios en planta baja.
12	CC Municipal		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con mucha afluencia diaria.
13	Almacén Movistar		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos de construcción mixta.
14	Almacén de telas Hidalgo		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos de construcción mixta.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
15	Hotel El Gato		2016	Portoviejo	Hotel de 7 pisos.
16	Ed. Vásquez		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos con una farmacia en planta baja.
17	Edificio Abril		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos junto al edificio Vásquez.
18	Digicom		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos de construcción mixta.
19	Edif frente Super Cap		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos
20	Boutique Escándalo		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con un centro estético en la planta baja.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
21	Casa Esquinera Antigua		2016	Portoviejo	Casa de 2 pisos esquinera de construcción mixta.
22	Edif. Mutualista Pichincha		2016	Portoviejo	Edificio de 10 pisos con mas de 15 años de construcción.
23	Edificio CRONIC		2016	Portoviejo	Varios edificios adosados entre si con una altura de 3 pisos
24	Banco del Pacifico		2016	Portoviejo	Edificio de 6 pisos en el que funcionaba el Banco del Pacifico.
25	Banco Comercial Manabí		2016	Portoviejo	Edificio privado de uso público de 6 pisos.
26	Hotel Ejecutivo		2016	Portoviejo	Edificio de 6 pisos con volado.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
27	Edificio CNT	 A modern, curved building with a blue and white facade, featuring a large circular logo on the upper part of the facade.	2016	Portoviejo	Edificio de la Corporación Nacional de Telefonía, un edificio 3 pisos que fue agrandado.
28	Pasaje Comercial	 A multi-story building with a complex, curved facade and multiple levels of balconies, appearing to be under construction or renovation.	2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con forma de herradura utilizado para el comercio.
29	Edif. Comercial	 A three-story commercial building with a mix of light-colored walls and windows, situated on a street corner.	2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con comercios en la planta baja.
30	Edificio Michelin	 A five-story building with a yellow and white facade, featuring a prominent corner entrance and multiple windows.	2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos con una geometría algo irregular.
31	Edificio Ex CRM	 A five-story building with a light-colored facade and a prominent corner entrance, showing signs of age.	2016	Portoviejo	Estructura de 5 pisos con más de 30 años de construcción.
32	Banco del Pichincha	 A three-story building with a modern, angular facade in white and yellow, located on a street corner.	2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos en el que funcionaba el banco del Pichincha.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
33	Edif Banco la Previsora		2016	Portoviejo	Edificio de 10 pisos no sufrió daños, a la actualidad sigue abierto al público.
34	Contraloría		2016	Portoviejo	Edificio donde funciona la Contraloría General del Estado - Zonal 5 de 4 pisos.
35	Clínica Yanqui		2016	Portoviejo	Un edificio únicamente de 2 pisos, pero con una inadecuada distribución de columnas
36	Edificio Kausman		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos que estaba por terminar su construcción antes del sismo.
37	Edificio Imperial (Farm. Cruz Azul)		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos aparentemente construido de forma artesanal es decir sin la intervención de un ingeniero.
38	Edificio SRI		2016	Portoviejo	Edificio de uso público donde funciona el Servicio de Rentas Internas y tiene una altura de 6 pisos

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
39	Coop. Policía Nacional		2016	Portoviejo	Edificio de uso público de 4 pisos.
40	Palacio de Justicia		2016	Portoviejo	Edificio del Palacio de Justicia de Portoviejo con 12 pisos de altura.
41	Palacio Municipal		2016	Portoviejo	Edificio del Palacio Municipal de 6 pisos de altura.
42	Edif. Cooperativa Magisterio		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos con mas de 25 años de construcción con vigas de cimentación en ambos sentidos.
43	Edif. Casa Ex Diputado Villacrés		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con una inadecuada distribución de columnas.
44	Concesionario Chevrolet		2016	Portoviejo	Concesionario de una sola planta la falla fue del talud.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
45	Colegio Uruguay		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos utilizado como centro educativo.
46	Mi Bankito		2016	Portoviejo	Edificio departamental de 4 pisos con locales comerciales en la planta baja.
47	Asadero El Bellaco		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos que habría sido construido de forma artesanal es decir sin un ingeniero encargado de los cálculos.
48	Sindicato de Choferes		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con diferentes alturas de entre piso, con ventanales que provocaron el efecto de columna corta en el primer piso
49	Hotel Angelical		2016	Portoviejo	Edificio muy concurrido por el público de 5 pisos de alto.
50	Multi-Plaza (Supermaxi)		2016	Portoviejo	Edificio de 2 plantas muy simétrico y muy concurrido por el público en general.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
51	Hotel Ceibo Real		2016	Portoviejo	Hotel de 5 pisos durante el sismo no presento daño estructural.
52	Edificio Notaria Primera		2016	Portoviejo	Edificio de 6 pisos donde se encontraba la Notaria Primera con mezanine lo que ocasionaría el efecto de piso débil.
53	Hotel Emperador		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos con mezanine.
54	Edificio Licorera Nilton Diaz		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con varios locales comerciales en planta baja.
55	Cafetería Jean Pierre		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con pórticos amplios.
56	Edif. Calzado Mariner		2016	Portoviejo	Edificio Esquinero de 5 pisos con más de 30 años de construcción.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
57	Escuela Horacio Hidrovo V.		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con pórticos simétricos.
58	Edif. Mundo de Ofertas		2016	Portoviejo	Edificio de oficinas y comercios de 4 pisos.
59	Edif. frente a Clínica San Antonio		2016	Portoviejo	Edificio de uso publico de 4 pisos de alto.
60	Clínica San Antonio		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos donde funcionaba un centro medico de gran afluencia al público.
61	Comisariato El mayor		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con varios locales comerciales en planta baja.
62	Casa 2 Pisos		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos de construcción mixta.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
63	Edificio junto Placacetro		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos junto al Placacetro que también fue afectado por el sismo.
64	Fábrica dtp		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos de hormigón estructural.
65	Fábrica de Muebles		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con mezanine.
66	ITSUP		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos donde funcionaba un centro de educación.
67	Casa de 3 pisos		2016	Portoviejo	Casa de 3 pisos con balcón aparentemente no sufrió daños estructurales.
68	Cevichería Antony		2016	Portoviejo	Edificio 4 pisos donde funcionaba una picantería durante el sismo falla la columna del extremo derecho.




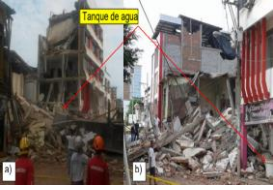


No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
69	Edificio Imprenta Cevallos		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con farmacia en la planta baja.
70	Casas de 2 pisos		2016	Portoviejo	2 Casas de 2 pisos adosadas de construcción mixta, ambos edificios sufrieron daños severos.
71	Catedral de Portoviejo		2016	Portoviejo	Catedral aparentemente solo sufrió daños de mampostería.
72	Edificio en el Centro (UNE)		2016	Portoviejo	Edificio de uso público de 3 pisos aparentemente no sufrió ningún daño estructural
73	Farmacias San Gregorio		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos en las que no se colocó columnas esquineras por razones estéticas lo que provocó esquinas débiles.
74	Farmacia Cruz Azul		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con farmacia en planta baja y mezanine.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
75	Farmacias Comunitarias		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con una distribución de columnas muy irregular provocando cambios abruptos de rigidez.
76	Edificio Pañalera López		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos con farmacia.
77	Imprenta y Papelería Wilmar		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos en el se conjugan varios factores de vulnerabilidad que ocasionaron un daño catastrófico.
78	Edificio PC MAN		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con una distribución de columnas muy irregular en el se conjugan varios factores de vulnerabilidad.
79	Cincuentazo		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos de construcción mixta.
80	Edificio El Pillín		2016	Portoviejo	Edificio de 6 pisos esquinero falla por torsión.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
81	Casa frente a Cuerpo de Bomberos		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos esquinero de construcción mixta muy antiguo.
82	Casa antigua		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos esquinero de construcción mixta.
83	Casa parque cementerio		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos.
84	Bazar Norita		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos de alto en el se conjugan varios factores de vulnerabilidad que provocaron el colapso.
85	Terminal Aéreo de Manabí		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos terminal aéreo con mucha afluencia de público.
86	Casa junto a almacén JAHER		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos de construcción mixta junto al almacén JAHER.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
87	Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos donde funciona una institución educativa aparentemente solo sufrió daños leves en su mampostería.
88	Edificio Distribuidora Nazly		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos aparentemente no sufrió daño estructural.
89	Bomberos de Portoviejo		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos donde funcionaba la estación de bomberos este tipo de edificio como hospitales escuelas entre otros no deberían de fallar.
90	Farmacia Comercio		2016	Portoviejo	Edificio de 6 pisos con mezanine y farmacia en la planta baja.
91	Edificio Familia Macías y Bonilla		2016	Portoviejo	Vivienda familiar de 4 pisos se puede distinguir losas planas e irregularidades en la distribución de las columnas de la planta baja.
92	Florería Esmeraldas		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos presenta una distribución de columnas algo irregular.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
93	Paseo Shopping		2016	Portoviejo	Gran estructura de 2 plantas aparentemente solo tuvo daños de mampostería.
94	Edificio Ex Farmacia Barcia		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos de construcción mixta y gran antigüedad.
95	Edificio Dinamo		2016	Portoviejo	Edificio de 5 aparentemente solo sufrió daños en su mampostería.
96	Edificio junto al SRI		2016	Portoviejo	Edificio de 6 pisos se encontraba en proceso de construcción durante el sismo aparentemente no sufrió daños estructurales.
97	Almacenes La Norma		2016	Portoviejo	Construcción mixta de una sola planta en la que se encontraban varios puestos de comerciantes informales.
98	Patio de máquinas CPM		2016	Portoviejo	Patio con un gran muro perimetral donde se encontraban diferentes maquinarias no presento daños estructurales.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
99	Almacén Edita		2016	Portoviejo	Edificio de 2 pisos de construcción mixta además de vetusta.
100	Banco de Fomento		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos se evaluó por ser de gran afluencia al público sin embargo no se presenta ningún tipo de daño y sigue siendo útil hasta hoy.
101	Gobernación de Manabí		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos y columnas robusta aparentemente no sufrió daños visibles.
102	Edificio Capitán Santana		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con mas de 30 años.
103	Edificio Almacén de Repuestos		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos ubicado en 9 de Octubre y Rocafuerte.
104	Edificio de Sr. Mario Loor		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos esquinero.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
105	Edificio Servipagos	 A multi-story building with a sign that says "Distribuidor" and "Vel". It appears to be in good condition.	2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos con mezanine.
106	Hospital del IESS	 A large, multi-story hospital building that has been severely damaged, with significant structural failure and debris on the ground.	2016	Manta	Edificio Hospital de IESS de 5 pisos
107	Edificio Taller y tapicería	 A two-story building that has been heavily damaged, with the upper floor partially collapsed and debris scattered around.	2016	Manta	Edificio de 2 pisos de construcción mixta
108	Edificio	 A three-story building with significant structural damage, including exposed beams and missing sections of the facade.	2016	Manta	Edificio de 3 pisos construcción mixta.
109	Hotel Camaleón	 A six-story building that has been severely damaged, with the exterior walls largely missing, exposing the internal structure.	2016	Canoa	Edificio de 6 pisos que funcionaba como hotel los muros exteriores colapsaron evidenciando irregularidades de elevación.
110	Edificio departamental	 A four-story building with significant damage to its exterior walls and structural elements, particularly around the windows and corners.	2016	Manta	Edificio departamental de 4 pisos aparentemente las columnas fallaron por falta de confinamiento.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
111	Edificio Residencial		2016	Manta	Edificio Residencial de 3 pisos, el primer piso colapsa por efecto de columna corta.
112	Edificio "Bienvenidos a Portoviejo"		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos con terraza techada el 2do piso colapsa por efecto de columna corta.
113	Edificio Comercial		2016	Manta	Edificación de 2 plantas con terraza.
114	Edificio Cedepa		2016	Manta	Edificio de 2 plantas con mezanine donde funcionaba un local de repuestos.
115	Edificio Aeropuerto de Bahía "Los Perales"		2016	Bahía	2 edificios independientes de 2 pisos durante el sismo se dio el golpeteo entre edificios ocasionando daños
116	Edificio Clínica de Ojos		2016	Portoviejo	Centro Oftalmológico de 5 pisos durante el sismo sufrió daños por golpeteo entre edificios.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
117	Hotel Las Gaviotas	 A four-story hotel building with a blue and white facade, featuring balconies and a modern architectural style.	2016	Manta	Hotel de 4 pisos de alto.
118	Casa Residencial	 A three-story residential building with a light-colored facade and balconies, showing signs of minor damage.	2016	Manta	Casa de tres pisos durante el sismo se acento más de 30 cm, pero no presenta daño estructural.
119	Conjunto de casas Residenciales	 A narrow alleyway between residential buildings, showing significant ground settlement and debris on the ground.	2016	Manta	Conjunto de casas que a pesar de evidenciar adosamiento la falla se da en el suelo y provoca asentamientos.
120	Estructura Residencial	 A residential structure that has been severely damaged, with the roof and upper floors partially collapsed.	2016	Pedernales	Estructura residencial de 3 pisos.
121	Edificio en pedernales	 A yellow building that has tilted significantly due to ground settlement, with its columns and beams visible.	2016	Pedernales	Edificio en pedernales las columnas tienen bisagras en ambos lados
122	Estructura pedernales	 A two-story building that has collapsed, with its concrete slabs and beams exposed and broken.	2016	Pedernales	Edificio de dos pisos evidencia losas planas sin vigas.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
123	Unidad Educativa "Linus Pauling"		2016	Manta	Un edificio compuesto por 5 edificios de hormigón armado adosados todos a la misma altura
124	Edificio Residencial		2016	Pedernales	Edificio de 2 plantas solo sufrió daño en los cristales de la fachada.
125	Edificio Residencial Típico.		2016	Manta	Edificio Residencial típico con comercio en planta baja con voladizo de mas de 5 pies.
126	Edificio Residencial Típico.		1016	Manta	Edificio Residencial típico con comercio en planta baja con voladizo de mas de 5 pies.
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
128	Edificio Residencial Pedernales		2016	Pedernales	Edificio residencial de 4 pisos en Pedernales con primer piso comercial.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
129	Residencia de un piso		2016	Canoa	Residencia de 1 planta de construcción artesanal (madera)
130	Edificio Comercial		2016	Portoviejo	Edificio comercial de 7 pisos de hormigón armado los pisos intermedios colapsaron, falla de piso débil.
131	Hostal "la Elegancia"		2016	Pedernales	Edificio de 4 pisos junto a una escuela, colapso por completo.
132	Unidad Educativa Salesiana San José		2016	Manta	Edificio donde funcionaba una institución educativa con más de sesenta años de antigüedad.
133	Hospital Rodríguez Zambrano		2016	Manta	Estructura conformada por varios edificios de entre 3 hasta 7 pisos.
134	Hospital Miguel H. Alcívar		2016	Manta	Estructura de 4 pisos que fue abandonada totalmente después del sismo debido a elementos no estructurales que quedaron a la deriva.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
135	Edificio La Fragata		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 10 pisos de hormigón armado.
136	Edificio Jalil		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 7 pisos la estructura fue reforzada después del sismo de 1998.
137	Edificio El Almirante		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 9 pisos de hormigón armado con pórticos en ambas direcciones.
138	Edificio CNT		1998	Bahía de Caráquez	Edificio de 3 pisos de Hormigón armado de pórticos especiales y vigas descolgadas.
139	Edificio Venus Loor		2016	Pedernales	Edificio de 6 pisos con terraza y sótano.
140	Edificio Lider Vera		2016	Pedernales	Edificio de 4 plantas con cubierta metálica.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
141	Edificio Julio Willians		2016	Pedernales	Edificio de 4 pisos con terraza con cubierta de zinc y estructura de madera sobre columnas de hormigón.
142	Edificio Last Mar		2016	Pedernales	Edificio de 4 plantas, pent-house y terraza.
143	GAD de Pedernales		2016	Pedernales	Edificio de 4 pisos con mezanine.
144	Edificio Yam Yam		2016	Pedernales	Edificio de 6 plantas inicialmente la 5 planta era una terraza, pero aumentaron una planta de departamentos.
145	Edificio Juana Wacha		2016	Pedernales	Edificio de 3 pisos y una cubierta de losa de hormigón.
146	Edificio UPC		2016	Pedernales	Estructura de hormigón armado con un sistema estructural compuesto de columnas cuadradas

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
147	Edificio Miranda Bachón	 A multi-story building under construction, showing a concrete frame with some masonry work on the lower levels.	2016	Pedernales	Estructura de 3 pisos de Hormigón armado.
148	Hotel Chávez inn	 A modern, multi-story hotel building with a sign that reads 'HOTEL CHAVEZ INN' and 'Anuncio Chavez Inn' at the bottom.	2016	Manta	Estructura de 6 pisos de Hormigón armado.
149	Edificio Nerea	 A modern, multi-story apartment building with a white facade and blue accents.	2016	Manta	Edificio de 8 pisos
150	Edificio Samborondón Plaza	 A multi-story building with a blue facade, showing signs of damage and construction activity, with yellow caution tape in the foreground.	2016	Samborondón	Edificio de 6 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
151	Edificio Millenium	 A modern, multi-story apartment building with a white facade and green accents, surrounded by palm trees.	2016	Samborondón	Edificio de 6 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
152	Edificio Casas del Rio	 A modern, multi-story apartment building with a white facade and blue accents.	2016	Samborondón	Edificio de 6 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
153	Iglesia María Auxiliadora		2016	Samboorondón	Edificio de 1 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
154	Hotel Ceibo Dorado		2016	Portoviejo	Edificio de 7 pisos Esquinero de hormigón armado y paredes de bloques.
155	Mercado Central		2016	Manta	Edificio de 2 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
156	Cuartel Model		2016	Guayaquil	Edificio de 4 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
157	Corporación Nacional de Electricidad		2016	Manta	Edificación esquinera de 10 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
158	Edificios multifamiliar de la ciudadela Los Olivos		2016	Portoviejo	Edificio de 4 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.







No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
159	Edificios multifamiliar de la ciudadela Los Tamarindos		2016	Portoviejo	Edificio de 5 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
160	Clínica Santa Margarita		2016	Portoviejo	Estructura conformada por 2 bloques de 6 pisos de hormigón armado y paredes de bloques.
161	Facultad de Informática de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.		2016	Manta	Edificio de 3 pisos de hormigón armado con alta afluencia al público.
162	Edificio Municipal		2016	Manta	Edificio de 3 pisos de hormigón armado con alta afluencia al público.
163	Defensoría Pública		2016	Portoviejo	Edificio de 3 pisos de hormigón armado con alta afluencia al público.
164	Edificio UVC		2016	Manta	Estructura conformada por 3 bloques de 3 pisos y dos de 7 pisos de construcción mixta hormigón y acero.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
165	Museo Centro Cultural de Manta		2016	Manta	Edificio de 6 pisos con sótano donde funciona el Museo Centro Cultural de Manta.
166	Corporación Aduanera CAE		2016	Manta	Edificio de 3 piso de alta afluencia al público.
167	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT		2016	Manta	Edificio de 3 pisos donde funciona la Corporación Nacional de Telecomunicaciones
168	Hospital Rodríguez Zambrano		2016	Manta	Estructura conformada por 3 bloques, edificios adosados entre si.
169	Bloques Multifamiliares de Los Olivos		2016	Portoviejo	Estructura de 4 pisos conformado por varios bloques departamentales.
170	Edificio de la Senagua		2016	Portoviejo	Estructura de 4 pisos habitacionales con balcón y terraza cubierta.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
171	Cafetería Jean Pierre		2016	Portoviejo	Estructura de 4 pisos donde funciona la cafetería Jean Pierre de gran afluencia al Público
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.
173	Edificio Cámara de Comercio de Guayaquil		1989	Guayaquil	Edificio de hormigón de 7 pisos de alto con pórticos en 2 sentidos.
174	Edificio Calipso		1998	Bahía de Caráquez	El edificio Calipso constaba de 6 pisos y estaba soportado por 9 columnas
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.
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.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
177	Edificio Mendoza		1998	Bahía de Caráquez	Edificio de 5 pisos de altura con volados en los pisos superiores, plantas irregulares se observa una estructura cuadrada sin embargo internamente tiene forma de L sin ninguna junta de construcción.
178	Edificio Nautilos		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 8 pisos con piscina en planta baja dejando amplio espacio de entrepisos.
179	Edificio Salango		2016	Bahía de Caráquez	Edificio de 8 pisos con piscina en planta baja dejando amplio espacio de entrepisos.
180	Edificio S/N		2016	Bahía de Caráquez	Vivienda de la zona suburbana de la ciudad de construcción mixta combinación de materiales flexibles como la madera con materiales rígidos y a la vez frágiles como el ladrillo.
181	Edificio 3 pisos		2016	Bahía de Caráquez	Vivienda de la zona suburbana de la ciudad de construcción mixta combinación de materiales flexibles como la madera con materiales rígidos y a la vez frágiles como el ladrillo.
182	Edificio de 2 plantas sobre Medardo Angel Silva y Segovia		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas de construcción mixta.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
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)
184	Edificio Gustavo Ledesma		2016	Guayaquil	Edificación mixta de 3 pisos de alto los elementos estructurales estaban en mal estado antes del sismo
185	Edificio en Alfredo Valenzuela y Alcedo		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta vigas de madera y en mal estado
186	Edificio en Babahoyo y Pablo Ledesma		2016	Guayaquil	Construcción vetusta de 2 pisos, se distingue un estado de abandono.
187	Edificio en Ayacucho y rumichaca		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos adosado a construcciones vecinas, de construcción mixta.
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.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
189	Edificio abandonado en Noguchi y Calicuchima		2016	Guayaquil	Edificio abandonado de 4 pisos de construcción mixta presenta paredes fisuradas y balcón desprendido.
190	Edificio en Lizardo Garcia		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de construcción mixta, la estructura está muy apollillada y en condición deplorable incluso antes del sismo.
191	Edificio en Victor Hugo Briones		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta vigas de madera y en mal estado.
192	Edificio con anexo taller de Radiadores.		2016	Guayaquil	Estructura de 2 pisos adosada a construcciones vecinas, en mal estado antes del sismo.
193	Vivienda en huancavilca y babahoyo		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos presenta una estructura de madera muy apollillada.
194	Vivienda en Ayacucho y Babahoyo.		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de construcción mixta en estado deplorable.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
195	Edificio Pedro Pablo Gomez	 A two-story building with a mix of brick and concrete, showing signs of damage and decay.	2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas de construcción mixta vigas y pisos de madera.
196	Estructura abandonada en Pedro Pablo Gomez Y babahoyo	 A two-story structure in a state of abandonment, with a blue door and a motorcycle parked in front.	2016	Guayaquil	Estructura de 2 pisos adosada a construcciones vecinas en estado de abandono.
197	Edificio Balzar y Maldonado	 A two-story white building with a facade in poor condition, showing signs of neglect.	2016	Guayaquil	Estructura de 2 niveles con fachada en muy mal estado.
198	Vivienda en Venezuela y Garcia Moreno.	 A single-story house with a yellow car parked in front, showing signs of damage.	2016	Guayaquil	Estructura de una sola planta la cubierta colapso durante el sismo.
199	Vivienda en P. P. Gomez y Santa Elena	 A two-story building with a brick facade, showing significant structural damage and collapse of the upper floor.	2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de construcción mixta, colapsaron la planta superior las paredes y la cubierta.
200	Edificio en Esmeraldas y Colombia	 A two-story building with a yellow facade, showing signs of damage and decay.	2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de construcción mixta, principalmente de madera

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
201	Edificio en Gral. Gomez y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta vigas de madera y paredes de ladrillo.
202	Edificio G. Moreno Y G. Goyena		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de 2 pisos las paredes y cubierta en mal estado.
203	Edificio en Portete		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta y adosado a edificios vecinos actualmente abandonada y en pésimo estado.
204	Vivienda abandonada en el Oro y Tulcan		2016	Guayaquil	Edificación mixta, pilares de planta alta en mal estado
205	Edificio en Portete y la 20ava		2016	Guayaquil	Edificio de 3 plantas de construcción mixta en pésimas condiciones.
206	Estructura en Tungurahua y C. Destruge		2016	Guayaquil	Construcción mixta en estado vetusto se agrietaron paredes de fachada.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
207	Edificio sobre la Av. Del Ejercito		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de construcción mixto.
208	Vivienda Nicolas Mestanza y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos en estado vetusto de construcción mixta.
209	Vivienda Nicolas Mestanza y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas la 2da planta colapsa durante el sismo.
210	Edificio abandonado en Gallegos y G. Goyena		2016	Guayaquil	Estructura abandonada de 2 plantas de construcción mixta con volado.
211	San Martín 4915 y la 25va		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas de estado vetusto.
212	Letamendi 5212 y la 26ava		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de una planta presento grietas en paredes después del sismo.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
213	Vivienda en Argentina y Carchi		2016	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de construcción mixta pisos y vigas de madera.
214	Vivienda en Argentina y Esmeraldas		2016	Guayaquil	Edificación de 2 pisos de construcción mixta pisos y vigas de madera.
215	Edificio en Samborondon y Av. 28		2016	Guayaquil	Pared frontal presenta fisuras y además tiene una loseta puede colapsar en cualquier momento
216	Vivienda G. Goyena 2922		2016	Guayaquil	Edificación de 2 plantas adosada a casas vecinas, paredes de caña.
217	1°transveral 28 S-O y Colombia		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos consta mixta fachada frontal presenta fisuras
218	Edificio en Jose de Antepará y Fco. Segura.		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con mezanine de construcción mixta.






No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
219	Vivienda en Cuenca y Lorenzo de Garaicoa		2016	Guayaquil	Estructura de 2 niveles en mal estado.
220	Edificio en Manabi y Garcia Moreno		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos con desprendimiento de en la fachada.
221	Edificio Ayacucho y Rumichaca		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con vigas de madera adosada a construcciones vecinas.
222	Edificio Patrimonio Cultural		2016	Guayaquil	Edificio de 5 pisos de construcción mixta vigas de madera se puede observar posible esquina débil.
223	Edificio San Martín		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta las paredes colapsaron.
224	Edificio Rumichaca y Piedrahita		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos adosado a edificios vecinos.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
225	Vivienda esquinera		2016	Guayaquil	Vivienda esquinera de 2 pisos de construcción mixta en estado vetusto.
226	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Vivienda de una planta abandonada de construcción mixta.
227	Edificio en Quito Letamendi		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con paredes en mal estado.
228	Vivienda Francisco Segura y Tungurahua		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas fachada de planta alta en mal estado.
229	Vivienda Francisco Segura y Lizardo Garcia		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con pórticos de grandes luces y vigas de madera.
230	Torre anexa a edificios distribuidora de repuestos		2016	Guayaquil	Edificio de 4 pisos de construcción mixta pisos y vigas de madera.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
231	Anxo Ubicado en Av. Del Ejercito y Venezuela		2016	Guayaquil	Anexo de 2 plantas de estructura mixta.
232	Anexo en Av. del Ejercito entre Fco. Segura y O Connors		2016	Guayaquil	Anexo frontal de construcción mixta presenta fisuras.
233	Vivienda Argentina y Tulcan		2016	Guayaquil	Edificación de una planta presenta estructura de madera muy apollillada puede colapsar pared.
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
235	Edificio Ballen		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas, construcción mixta, deterioro de alerón de cubierta,
236	Edificio en La 24 entre Portete y Argentina		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta presenta estructura de madera apollillada.







No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
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.
238	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos construcción mixta los elementos estructura madera en mal estado
239	Anexo Taller Lubricación		2016	Guayaquil	Anexo en muy mal estado.
240	Estructura de madera y zinc		2016	Guayaquil	Estructura de madera y zinc en mal estado.
241	Edificio en Portete		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera
242	Edificio en Colombia y Carchi		2016	Guayaquil	Anexo frontal en mal estado.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
243	Vivienda Gral. Gomez y Tulcan		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta en pésimo estado
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.
245	Vivienda Mixta En Fco. Segura		2016	Guayaquil	Edificación de dos pisos construcción mixta
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
247	Vivienda en Vacas Galindo		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta parte frontal desprendiéndose en deterioro.
248	Vivienda en Gral. Gómez		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta en pésimo estado debe ser demolida

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
249	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de construcción mixta.
250	Vivienda en Machala y Jose de San Martín		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta con planta irregular.
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.
252	Edificio vetusto		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera apollillada
253	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Estructura de 2 pisos planta baja en muy mal estado, peligro de colapso.
254	Vivienda en los suburbios		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera apollillada

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
255	Edificio de Jose de Antepara		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera
256	Edificio en Colombia y Carchi		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta posee estructura de madera
257	Edificio departamental		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos con fisuras en pared de la fachada
258	Anexo a 2 viviendas		2016	Guayaquil	Anexo adosado a dos viviendas
259	Edificio Gral. Gomez		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de construcción mixta con pisos y vigas de madera.
260	Edificio Taller y tapicería		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos con irregularidades en planta.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
261	Edificio en Colombia y Jose de Antepara		2016	Guayaquil	Edificio de construcción mixta de 2 pisos con volados en una dirección.
262	Edificio departamental esquinero		2016	Guayaquil	Edificación de dos plantas de construcción mixta con volados en ambas direcciones.
263	Vivienda Alcedo 1408		2016	Guayaquil	Vivienda de 2 pisos en estado vetusto.
264	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos anexo posterior colapso.
265	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos anexo posterior colapso.
266	Vivienda abandonada		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos con paredes de caña.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
267	Vivienda de 2 pisos con anexo		2016	Guayaquil	Vivienda de 2 pisos con anexo.
268	Vivienda en Brasil #4715 y Carlos Estarellas		2016	Guayaquil	Estructura de 1 piso de estructura mixta, paredes de caña con enlucido de cemento.
269	Vivienda en García Moreno y García Goyena		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos construcción mixta, paredes y cubierta en mal estado con riesgo de colapsar.
270	Vivienda en José Mascote y O Connors		2016	Guayaquil	Edificio de una planta de construcción mixta con vigas de madera en mal estado
271	Vivienda en José Mascote #4958 y Josefina Barba		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos, de construcción mixta, vigas y pisos de madera
272	Vivienda en Nicolas Mestanza entre Mascote y Av. Del Ejercito		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de estructura mixta, adosado a viviendas vecinas.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
273	Vivienda en Nicolas Mestanza y Machala		2016	Guayaquil	Edificio de dos pisos de estructura mixta.
274	Vivienda en Jose de Antepará y Fco. Segura		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta, en estado vetusto.
275	Vivienda en Esmeraldas #4618 y N. Gonzalez		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos, de estructura mixta la fachada presenta fisuras.
276	Vivienda en Argentina entre la 20 y la 21 calle.		2016	Guayaquil	Inmueble abandonado, su pared frontal se encontraba en mal estado antes del sismo.
277	Vivienda en Lorenzo de Garaicoa entre Julián Coronel y Piedrahita		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos, de construcción mixta presenta deterioro de cubierta y propagación de grietas.
278	Vivienda en Padre Solano entre Garaicoa y Pedro Moncayo		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de estructura mixta, en estado de vetustez.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
279	Vivienda en Babahoyo #2611 y El Oro		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de estructura mixta, con anexo de casa de hormigón.
280	Vivienda entre 1era transversal y callejon Salinas		2016	Guayaquil	Edificio esquinero de 2 pisos de estructura mixta, presenta cierto grado de vetustez.
281	Vivienda en la 14 y Portete		2016	Guayaquil	Edificio de 2 plantas de construcción mixta en estado vetusto.
282	Vivienda en Aguirre entre Pedro Moncayo y 6 de Marzo		2016	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de estructura mixta, presenta daño severo en las paredes laterales.
283	Vivienda en la 15 y Maldonado		2016	Guayaquil	Estructura de una planta, de estructura mixta, presenta mal estado y fisuras en el exterior.
284	Vivienda en Maldonado y Balzar		2016	Guayaquil	Edificio de 2 pisos, de construcción mixta. Presenta daños en la fachada.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
285	Vivienda en Rumichaca y Brasil		2016	Guayaquil	Edificio de un 1 de construcción mixta, el cual presenta daños en la estructura y fisuras en la fachada.
286	Ex - Edificio IETEL		1980	Guayaquil	Edificio de 5 pisos donde funcionaba IETEL entidad que regulaba las redes telefónicas de estructura de hormigón armado.
287	Ex - Edificio Junavi		1980	Guayaquil	Edificio de 5 pisos de estructura de hormigón aramdo con gran afluencia de público
288	Colegio Nacional Guayaquil		1980	Guayaquil	Edificio de 2 pisos, de construcción mixta que funciona como centro educativo.
289	Colegio Dante Alighieri		1980	Guayaquil	Edificio de 4 pisos de construcción mixta que funciona como centro educativo.
290	Colegio República del Ecuador		1980	Guayaquil	Edificio de 5 pisos de construcción mixta que funciona como centro educativo.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
291	Colegio La Providencia		1980	Guayaquil	Edificación de 3 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación.
292	Colegio Benjamín Carrión		1980	Guayaquil	Edificio de 3 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación (escuela).
293	Hospital de Guayaquil o del Suburbio		1980	Guayaquil	Edificio de 7 pisos de estructura de hormigón armado, de uso hospitalario.
294	Colegio Ariel		1980	Guayaquil	Edificio de 4 pisos de construcción mixta, uso de centro de educación.
295	Ex-cuartel de Bomberos		1980	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta antiguamente cuartel de Bomberos
296	Edificio Fénix		1980	Guayaquil	Edificio de 9 pisos de construcción mixta, de uso como compañía de seguros.

No.	Nombre del Edificio	Foto	Año del Sismo	Ubicación (Ciudad)	Características generales del edificio
297	Museo Municipal		1980	Guayaquil	Edificio de 2 pisos de construcción mixta, uso de museo.

4.2. Clasificación por nivel de daño y factores de vulnerabilidad presentes

Los edificios de la muestra N serán clasificados por el nivel de daño tomando en cuenta el siguiente criterio Sin daños (No presenta daños de ningún tipo), Daño leve (Presenta daño mínimo en mampostería No presenta daño estructural), Daño moderado (Presenta daño considerable en mampostería y propagación de fisuras, Daño estructural mínimo), Daño severo (Presenta daño considerable en mampostería y propagación de fisuras, Daño estructural considerable), Daño Catastrófico (La estructura tiene un colapso parcial o total), adicionalmente se identificara si posean o no los mencionados factores de vulnerabilidad.

Tabla 6 Muestra N de edificios afectados clasificados por nivel de daño y factor de vulnerabilidad presente

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
1	Edificio Alava	2016	Portoviejo	E		x				x						
2	Hotel Cabrera	2016	Portoviejo	E					x	x			x			
3	BIESS	2016	Portoviejo	E				x				x	x			
4	Edificio Palau	2016	Portoviejo	E					x	x				x		
5	Edificio del IESS	2016	Portoviejo	E					x	x		x				
6	Edif. CHINITO - Comandato	2016	Portoviejo	E					x		x		x			

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
7	ALM. JOHAN - Artefacta	2016	Portoviejo	E				x		x			x			
8	Importaciones Selectas	2016	Portoviejo	E			x			x			x			
9	Casa junto Coop. Comercio	2016	Portoviejo	E					x							x
10	Hotel Alejandro	2016	Portoviejo	E					x	x			x			
11	Almacén San Agustín	2016	Portoviejo	E					x	x						x
12	CC Municipal	2016	Portoviejo	E				x		x						
13	Almacén Movistar	2016	Portoviejo	E					x	x			x			x
14	Almacén de telas Hidalgo	2016	Portoviejo	E					x	x						x
15	Hotel El Gato	2016	Portoviejo	E					x	x	x		x			
16	Ed. Vásquez	2016	Portoviejo	E					x	x			x			
17	Edificio Abril	2016	Portoviejo	E					x	x	x		x			
18	Digicom	2016	Portoviejo	E					x							x
19	Edif frente Super Cap	2016	Portoviejo	E					x	x	x					
20	Boutique Escándalo	2016	Portoviejo	E					x				x			
21	Casa Esquinera Antigua	2016	Portoviejo	E					x	x						x
22	Edif. Mutualista Pichincha	2016	Portoviejo	E					x	x	x					x
23	Edificio CRONIC	2016	Portoviejo	E				x					x			x
24	Banco del Pacifico	2016	Portoviejo	E				x		x	x	x				
25	Banco Comercial Manabí	2016	Portoviejo	E			x			x	x					
26	Hotel Ejecutivo	2016	Portoviejo	E		x				x						
27	Edificio CNT	2016	Portoviejo	E					x	x		x				
28	Pasaje Comercial	2016	Portoviejo	E		x						x				
29	Edif. Comercial	2016	Portoviejo	E					x			x			x	
30	Edificio Michelin	2016	Portoviejo	E			x			x		x				
31	Edificio Ex CRM	2016	Portoviejo	E					x		x	x				
32	Banco del Pichincha	2016	Portoviejo	E		x										
33	Edif Banco la Previsora	2016	Portoviejo	E	x											
34	Contraloría	2016	Portoviejo	E			x			x		x				
35	Clínica Yanqui	2016	Portoviejo	E					x			x		x		
36	Edificio Kausman	2016	Portoviejo	E		x										
37	Edificio Imperial (Farm. Cruz Azul)	2016	Portoviejo	E					x	x						

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
38	Edificio SRI	2016	Portoviejo	E		x										
39	Coop. Policía Nacional	2016	Portoviejo	E			x									
40	Palacio de Justicia	2016	Portoviejo	E		x										
41	Palacio Municipal	2016	Portoviejo	E			x			x		x				
42	Edif. Cooperativa Magisterio	2016	Portoviejo	E					x	x						
43	Edif. Casa Ex Diputado Villacrés	2016	Portoviejo	E					x		x	x				
44	Concesionario Chevrolet	2016	Portoviejo	E				x								
45	Colegio Uruguay	2016	Portoviejo	E		x				x						
46	Mi Bankito	2016	Portoviejo	E				x		x						
47	Asadero El Bellaco	2016	Portoviejo	E					x							x
48	Sindicato de Choferes	2016	Portoviejo	E					x		x					
49	Hotel Angelical	2016	Portoviejo	E		x				x						
50	Multi-Plaza (Supermaxi)	2016	Portoviejo	E		x										
51	Hotel Ceibo Real	2016	Portoviejo	E		x										
52	Edificio Notaria Primera	2016	Portoviejo	E			x			x		x				
53	Hotel Emperador	2016	Portoviejo	E			x			x						
54	Edificio Licorera Nilton Diaz	2016	Portoviejo	E				x							x	
55	Cafetería Jean Pierre	2016	Portoviejo	E				x				x			x	
56	Edif. Calzado Mariner	2016	Portoviejo	E				x			x					
57	Escuela Horacio Hidrovo V.	2016	Portoviejo	E		x										
58	Edif. Mundo de Ofertas	2016	Portoviejo	E			x			x						
59	Edif. frente a Clínica San Antonio	2016	Portoviejo	E				x				x				
60	Clínica San Antonio	2016	Portoviejo	E				x		x		x				
61	Comisariato El mayor	2016	Portoviejo	E			x			x					x	
62	Casa 2 Pisos	2016	Portoviejo	E					x	x						x
63	Edificio junto Placacentro	2016	Portoviejo	E					x		x					
64	Fábrica dtp	2016	Portoviejo	E					x	x					x	
65	Fábrica de Muebles	2016	Portoviejo	E			x			x					x	
66	ITSUP	2016	Portoviejo	E			x									
67	Casa de 3 pisos	2016	Portoviejo	E			x								x	
68	Cevichería Antony	2016	Portoviejo	E				x			x					

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
69	Edificio Imprenta Cevallos	2016	Portoviejo	E				x			x					
70	Casas de 2 pisos	2016	Portoviejo	E				x					x			x
71	Catedral de Portoviejo	2016	Portoviejo	E		x										
72	Edificio en el Centro (UNE)	2016	Portoviejo	E		x										
73	Farmacias San Gregorio	2016	Portoviejo	E					x						x	x
74	Farmacia Cruz Azul	2016	Portoviejo	E			x			x						
75	Farmacias Comunitarias	2016	Portoviejo	E					x			x				
76	Edificio Pañalera López	2016	Portoviejo	E					x	x	x					
77	Imprenta y Papelería Wilmar	2016	Portoviejo	E					x	x	x				x	
78	Edificio PC MAN	2016	Portoviejo	E					x	x	x	x				
79	Cincuentazo	2016	Portoviejo	E			x									x
80	Edificio El Pillín	2016	Portoviejo	E					x			x				
81	Casa frente a Cuerpo de Bomberos	2016	Portoviejo	E					x							x
82	Casa antigua	2016	Portoviejo	E					x							x
83	Casa parque cementerio	2016	Portoviejo	E					x	x	x	x				
84	Bazar Norita	2016	Portoviejo	E					x	x	x	x				x
85	Terminal Aéreo de Manabí	2016	Portoviejo	E			x								x	
86	Casa junto a almacén JAHER	2016	Portoviejo	E				X								X
87	Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús	2016	Portoviejo	E		X										
88	Edificio Distribuidora Nazly	2016	Portoviejo	E		x						x				
89	Bomberos de Portoviejo	2016	Portoviejo	E			x			x						
90	Farmacia Comercio	2016	Portoviejo	E					x	x						
91	Edificio Familia Macías y Bonilla	2016	Portoviejo	E					x	x		x				
92	Florería Esmeraldas	2016	Portoviejo	E			x					x				
93	Paseo Shopping	2016	Portoviejo	E		x										
94	Edificio Ex Farmacia Barcia	2016	Portoviejo	E					x	x						x
95	Edificio Dinamo	2016	Portoviejo	E		x				x						
96	Edificio junto al SRI	2016	Portoviejo	E		x										

Muestra de edificios					Nivel de Daño				Factores de Vulnerabilidad							
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
97	Almacenes La Norma	2016	Portoviejo	E					x							x
98	Patio de maquinas CPM	2016	Portoviejo	E		x										
99	Almacén Edita	2016	Portoviejo	E					x							x
100	Banco de Fomento	2016	Portoviejo	E	x											
101	Gobernación de Manabí	2016	Portoviejo	E		x										
102	Edificio Capitán Santana	2016	Portoviejo	E					x	x		x				
103	Edificio Almacén de Repuestos	2016	Portoviejo	E					x		x					
104	Edificio de Sr. Mario Loor	2016	Portoviejo	E				x		x						
105	Edificio Servipagos	2016	Portoviejo	E					x	x		x				
106	Hospital del IESS	2016	Manta	E			x				x					
107	Edificio Taller y tapicería	2016	Manta	E				x		x						x
108	Edificio	2016	Manta	E				x								x
109	Hotel Camaleón	2016	Canoa	E			x			x		x				x
110	Edificio departamental	2016	Manta	E				x			x					
111	Edificio Residencial	2016	Manta	E					x		x					
112	Edificio "Bienvenidos a Portoviejo"	2016	Portoviejo	E					x		x					
113	Edificio Comercial	2016	Manta	E				x			x					
114	Edificio Cedepa	2016	Manta	E				x			x				x	
115	Edificio Aeropuerto de Bahía "Los Perales"	2016	Bahía	F		x							x			
116	Edificio Clínica de Ojos	2016	Portoviejo	E		x							x			
117	Hotel Las Gaviotas	2016	Manta	E				x		x	x					
118	Casa Residencial	2016	Manta	E			x									
119	Conjunto de casas Residenciales	2016	Manta	E			x						x			
120	Estructura Residencial	2016	Pedernales	E					x	x						
121	Edificio en pedernales	2016	Pedernales	E					x	x					x	
122	Estructura pedernales	2016	Pedernales	E					x	x						
123	Unidad Educativa "Linus Pauling"	2016	Manta	E					X	x			x			
124	Edificio Residencial	2016	Pedernales	E		x										
125	Edificio Residencial Típico.	2016	Manta	E					x			x			x	
126	Edificio Residencial Típico.	2016	Manta	E					x			x			x	

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
127	Edificio Residencial Típico.	2016	Manta	E				x				x				
128	Edificio Residencial Pedernales	2016	Pedernales	E					x	x						
129	Residencia de un piso	2016	Canoa	E				x								x
130	Edificio Comercial	2016	Portoviejo	E					x	x						
131	Hostal "la Elegancia"	2016	Pedernales	E					x	x						
132	Unidad Educativa Salesiana San José	2016	Manta	E					x	x	x					
133	Hospital Rodríguez Zambrano	2016	Manta	E			x									
134	Hospital Miguel H. Alcívar	2016	Manta	E			x				x					
135	Edificio La Fragata	2016	Bahía de Caráquez	D				x		x						x
136	Edificio Jalil	2016	Bahía de Caráquez	D			x									x
137	Edificio El Almirante	2016	Bahía de Caráquez	D				x		x						x
138	Edificio CNT	1998	Bahía de Caráquez	D			x			x	x					
139	Edificio Venus Loor	2016	Pedernales	D					x	x						
140	Edificio Lider Vera	2016	Pedernales	D					x	x						x
141	Edificio Julio Willians	2016	Pedernales	D					x	x						x
142	Edificio Last Mar	2016	Pedernales	D					x		x					
143	GAD de Pedernales	2016	Pedernales	D					x	x		x				
144	Edificio Yam Yam	2016	Pedernales	D					x	x						
145	Edificio Juana Wacha	2016	Pedernales	D					x		x					
146	Edificio UPC	2016	Pedernales	D					x		x					x
147	Edificio Miranda Bachón	2016	Pedernales	D				x				x				
148	Hotel Chávez inn	2016	Manta	F					x	x						
149	Edificio Nerea	2016	Manta	C					x	x	x					
150	Edificio Samborondón Plaza	2016	Samborondón	D				x		x						
151	Edificio Millenium	2016	Samborondón	D			x			x						
152	Edificio Casas del Rio	2016	Samborondón	D			x									
153	Iglesia María Auxiliadora	2016	Samborondón	D			x									
154	Hotel Ceibo Dorado	2016	Portoviejo	E		x					x			x		
155	Mercado Central	2016	Manta	E		x				x						
156	Cuartel Model	2016	Guayaquil	D		x					x					

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
157	Corporación Nacional de Electricidad	2016	Manta	E		x						x				
158	Edificios multifamiliar de la ciudadela Los Olivos	2016	Portoviejo	E		x										
159	Edificios multifamiliar de la ciudadela Los Tamarindos	2016	Portoviejo	E			x			x						x
160	Clínica Santa Margarita	2016	Portoviejo	E			x			x						
161	Facultad de Informática de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.	2016	Manta	E		x						x				
162	Edificio Municipal	2016	Manta	E		x									x	
163	Defensoría Pública	2016	Portoviejo	E		x				x						
164	Edificio UVC	2016	Manta	C				x			x					
165	Museo Centro Cultural de Manta	2016	Manta	C		x										
166	Corporación Aduanera CAE	2016	Manta	C		x					x					
167	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT	2016	Manta	C		x										
168	Hospital Rodríguez Zambrano	2016	Manta	C		x					x					
169	Bloques Multifamiliares de Los Olivos	2016	Portoviejo	D			x			x	x					
170	Edificio de la Senagua	2016	Portoviejo	E			x				x					
171	Cafetería Jean Pierre	2016	Portoviejo	D		x					x					
172	Clínica Santa Margarita	2016	Portoviejo	E			x			x						
173	Edificio Cámara de Comercio de Guayaquil	1989	Guayaquil	D					x	x						
174	Edificio Calipso	1998	Bahía de Caráquez	F					x	x		x				
175	Edificio Corales	1998	Bahía de Caráquez	F				x			x					
176	Edificio Karina	1998	Bahía de Caráquez	F			x				x					
177	Edificio Mendoza	1998	Bahía de Caráquez	F					x			x			x	
178	Edificio Nautilus	2016	Bahía de Caráquez	F			x			x						
179	Edificio Salango	2016	Bahía de Caráquez	F			x			x						

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
180	Edificio S/N	2016	Bahía de Caráquez	F			x									x
181	Edificio 3 pisos	2016	Bahía de Caráquez	F			x									x
182	Edificio de 2 plantas sobre Medardo Angel Silva y Segovia	2016	Guayaquil	D		x										x
183	Edificio en Víctor Hugo Briones y Alcedo	2016	Guayaquil	D			x									x
184	Edificio Gustavo Ledesma	2016	Guayaquil	D			x			x						x
185	Edificio en Alfredo Valenzuela y Alcedo	2016	Guayaquil	D			x									x
186	Edificio en Babahoyo y Pablo Ledesma	2016	Guayaquil	D			x									x
187	Edificio en Ayacucho y rumichaca	2016	Guayaquil	D			x					x	x			x
188	Vivienda en Pio Montufar y Huancavilca	2016	Guayaquil	D			x									x
189	Edificio abandonado en Noguchi y Calicuchima	2016	Guayaquil	D			x			x						x
190	Edificio en Lizardo García	2016	Guayaquil	D			x									x
191	Edificio en Víctor Hugo Briones	2016	Guayaquil	D			x			x		x			x	
192	Edificio con anexo taller de Radiadores.	2016	Guayaquil	D			x						x			x
193	Vivienda en huancavilca y Babahoyo	2016	Guayaquil	D				x								x
194	Vivienda en Ayacucho y Babahoyo.	2016	Guayaquil	D			x									x
195	Edificio Pedro Pablo Gómez	2016	Guayaquil	D			x			x						x
196	Estructura abandonada en Pedro Pablo Gómez Y Babahoyo	2016	Guayaquil	D			x						x			x
197	Edificio Balzar y Maldonado	2016	Guayaquil	D			x									x
198	Vivienda en Venezuela y García Moreno.	2016	Guayaquil	D			x									x
199	Vivienda en P. P. Gómez y Santa Elena	2016	Guayaquil	D					x	x						
200	Edificio en Esmeraldas y Colombia	2016	Guayaquil	D		x										x

Muestra de edificios					Nivel de Daño				Factores de Vulnerabilidad							
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
201	Edificio en Gral. Gómez y Machala	2016	Guayaquil	D		x						x				x
202	Edificio G. Moreno Y G. Goyena	2016	Guayaquil	D				x		x		x				x
203	Edificio en Portete	2016	Guayaquil	D				x					x			x
204	Vivienda abandonada en el Oro y Tulcán	2016	Guayaquil	D			x									x
205	Edificio en Portete y la 20ava	2016	Guayaquil	D			x			x		x				x
206	Estructura en Tungurahua y C. Destruye	2016	Guayaquil	D			x									x
207	Edificio sobre la Av. Del Ejercito	2016	Guayaquil	D				x								x
208	Vivienda Nicolás Mestanza y Machala	2016	Guayaquil	D			x						x			x
209	Vivienda Nicolás Mestanza y Machala	2016	Guayaquil	D				x		x			x			x
210	Edificio abandonado en Gallegos y G. Goyena	2016	Guayaquil	D			x								x	
211	San Martín 4915 y la 25va	2016	Guayaquil	D			x								x	x
212	Letamendi 5212 y la 26ava	2016	Guayaquil	D		x										x
213	Vivienda en Argentina y Carchi	2016	Guayaquil	D		x						x				x
214	Vivienda en Argentina y Esmeraldas	2016	Guayaquil	D		x						x				x
215	Edificio en Samborondón y Av. 28	2016	Guayaquil	D			x			x			x			
216	Vivienda G. Goyena 2922	2016	Guayaquil	D			x						x			x
217	1ª transversal 28 S-O y Colombia	2016	Guayaquil	D		x						x				x
218	Edificio en José de Antepara y Fco. Segura.	2016	Guayaquil	D			x								x	
219	Vivienda en Cuenca y Lorenzo de Garaicoa	2016	Guayaquil	D			x			x			x			
220	Edificio en Manabí y García Moreno	2016	Guayaquil	D			x			x						
221	Edificio Ayacucho y Rumichaca	2016	Guayaquil	D			x						x			x
222	Edificio Patrimonio Cultural	2016	Guayaquil	D			x			x				x		
223	Edificio San Martín	2016	Guayaquil	D		x				x						

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
224	Edificio Rumichaca y Piedrahita	2016	Guayaquil	D		x							x			
225	Vivienda esquinera	2016	Guayaquil	D		x										x
226	Vivienda abandonada	2016	Guayaquil	D		x										x
227	Edificio en Quito Letamendi	2016	Guayaquil	D			x			x						x
228	Vivienda Francisco Segura y Tungurahua	2016	Guayaquil	D		x										x
229	Vivienda Francisco Segura y Lizardo García	2016	Guayaquil	D		x									x	
230	Torre anexa a edificios distribuidora de repuestos	2016	Guayaquil	D			x					x				x
231	Anexo Ubicado en Av. Del Ejercito y Venezuela	2016	Guayaquil	D		x										x
232	Anexo en Av. del Ejercito entre Fco. Segura y O Connors	2016	Guayaquil	D		x							x			x
233	Vivienda Argentina y Tulcán	2016	Guayaquil	D			x									x
234	Vivienda Balzar entre Portete y Argentina	2016	Guayaquil	D				x					x			x
235	Edificio Ballen	2016	Guayaquil	D				x			x					
236	Edificio en La 24 entre Portete y Argentina	2016	Guayaquil	D			x			x			x			x
237	Edificio Francisco de marcos	2016	Guayaquil	D		x										x
238	Vivienda en los suburbios	2016	Guayaquil	D			x						x			x
239	Anexo Taller Lubricación	2016	Guayaquil	D			x									x
240	Estructura de madera y zinc	2016	Guayaquil	D			x									x
241	Edificio en Portete	2016	Guayaquil	C		x										x
242	Edificio en Colombia y Carchi	2016	Guayaquil	C			x						x			
243	Vivienda Gral. Gómez y Tulcán	2016	Guayaquil	C			x			x					x	
244	Edificio en Esmeraldas y Colombia	2016	Guayaquil	C			x			x					x	x
245	Vivienda Mixta En Fco. Segura	2016	Guayaquil	C		x										x
246	Vivienda en Fco. Segura esquina	2016	Guayaquil	C		x										x

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
247	Vivienda en Vacas Galindo	2016	Guayaquil	C		x									x	x
248	Vivienda en Gral. Gómez	2016	Guayaquil	C		x							x			
249	Vivienda en los suburbios	2016	Guayaquil	D			x									x
250	Vivienda en Machala y José de San Martín	2016	Guayaquil	C			x								x	
251	Edificio en Colombia y José de Antepara	2016	Guayaquil	C			x									x
252	Edificio vetusto	2016	Guayaquil	D			x									x
253	Vivienda en los suburbios	2016	Guayaquil	C			x									x
254	Vivienda en los suburbios	2016	Guayaquil	C			x									x
255	Edificio de José de Antepara	2016	Guayaquil	C					x	x						x
256	Edificio en Colombia y Carchi	2016	Guayaquil	D			x			x					x	
257	Edificio departamental	2016	Guayaquil	C			x									x
258	Anexo a 2 viviendas	2016	Guayaquil	C			x						x			
259	Edificio Gral. Gómez	2016	Guayaquil	D			x									x
260	Edificio Taller y tapicería	2016	Guayaquil	D			x				x					
261	Edificio en Colombia y José de Antepara	2016	Guayaquil	C			x			x					x	x
262	Edificio departamental esquinero	2016	Guayaquil	D			x								x	x
263	Vivienda Alcedo 1408	2016	Guayaquil	C		x										x
264	Vivienda abandonada	2016	Guayaquil	C			x									x
265	Vivienda abandonada	2016	Guayaquil	C		x										x
266	Vivienda abandonada	2016	Guayaquil	C		x										x
267	Vivienda de 2 pisos con anexo	2016	Guayaquil	C		x				x						
268	Vivienda en Brasil #4715 y Carlos Estarellas	2016	Guayaquil	C			x									x
269	Vivienda en García Moreno y García Goyena	2016	Guayaquil	C				x								x
270	Vivienda en José Mascote y O Connors	2016	Guayaquil	C				x								x
271	Vivienda en José Mascote #4958 y Josefina Barba	2016	Guayaquil	C			x									x

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
272	Vivienda en Nicolás Mestanza entre Mascote y Av. Del Ejercito	2016	Guayaquil	C				x								x
273	Vivienda en Nicolás Mestanza y Machala	2016	Guayaquil	C				x							x	x
274	Vivienda en José de Antepara y Fco. Segura	2016	Guayaquil	C				x					x			x
275	Vivienda en Esmeraldas #4618 y N. González	2016	Guayaquil	C			x					x				x
276	Vivienda en Argentina entre la 20 y la 21 calle.	2016	Guayaquil	C				x		x						x
277	Vivienda en Lorenzo de Garaicoa entre Julián coronel y Piedrahita	2016	Guayaquil	C			x									x
278	Vivienda en Padre Solano entre Garaicoa y Pedro Moncayo	2016	Guayaquil	C				x								x
279	Vivienda en Babahoyo #2611 y El Oro	2016	Guayaquil	C			x						x			
280	Vivienda entre 1era transversal y callejón Salinas	2016	Guayaquil	C			x									
281	Vivienda en la 14 y Portete	2016	Guayaquil	C			x									x
282	Vivienda en Aguirre entre Pedro Moncayo y 6 de Marzo	2016	Guayaquil	C				x								
283	Vivienda en la 15 y Maldonado	2016	Guayaquil	C			x									x
284	Vivienda en Maldonado y Balzar	2016	Guayaquil	C			x									x
285	Vivienda en Rumichaca y Brasil	2016	Guayaquil	C			x									x
286	Ex - Edificio IETEL	1980	Guayaquil	D		x										
287	Ex - Edificio Junavi	1980	Guayaquil	D	x											
288	Colegio Nacional Guayaquil	1980	Guayaquil	D		x										
289	Colegio Dante Alighieri	1980	Guayaquil	D	x											
290	Colegio República del Ecuador	1980	Guayaquil	D		x						x				
291	Colegio La Providencia	1980	Guayaquil	D		x										

Muestra de edificios					Nivel de Daño					Factores de Vulnerabilidad						
No.	Nombre del Edificio	Año del Sismo	Ciudad	Tipo de Suelo	Sin daños	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo	Daño Catastrófico (Colapso)	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
292	Colegio Benjamín Carrión	1980	Guayaquil	D	x					x						
293	Hospital de Guayaquil o del Suburbio	1980	Guayaquil	D	x											
294	Colegio Ariel	1980	Guayaquil	D		x									x	
295	Ex-cuartel de Bomberos	1980	Guayaquil	D		x										
296	Edificio Fénix	1980	Guayaquil	D		x				x						
297	Museo Municipal	1980	Guayaquil	D		x										x

4.3. Análisis Estadístico

La muestra de la tabla anterior se dividió en 2 grupos según su tipo de suelo grupo 1 (A, B, C) y grupo 2 (D, E, F) y se hizo el siguiente análisis estadístico y se hizo un análisis estadístico con respecto a la totalidad de la muestra.

4.3.1. Recurrencia de los factores de vulnerabilidad en la muestra.

Estos datos se dieron tomando cada factor de vulnerabilidad como un evento por estructura es decir si una estructura tenía 2 o más factores de vulnerabilidad serian tomados en cuenta como 2 o más eventos por estructura.

Tabla 7 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad en la muestra Grupo 1

Grupo 1	No. De eventos	Porcentaje de recurrencia
Piso débil o blando	7	1,81%
Columna corta	4	1,03%
Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	1	0,26%
Falta de separación entre edificios (adosamientos)	5	1,29%
La falta de redundancia	0	0,00%
Los volados de longitud excesiva	6	1,55%
La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales	30	7,75%

Tabla 8 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad en la muestra Grupo 2

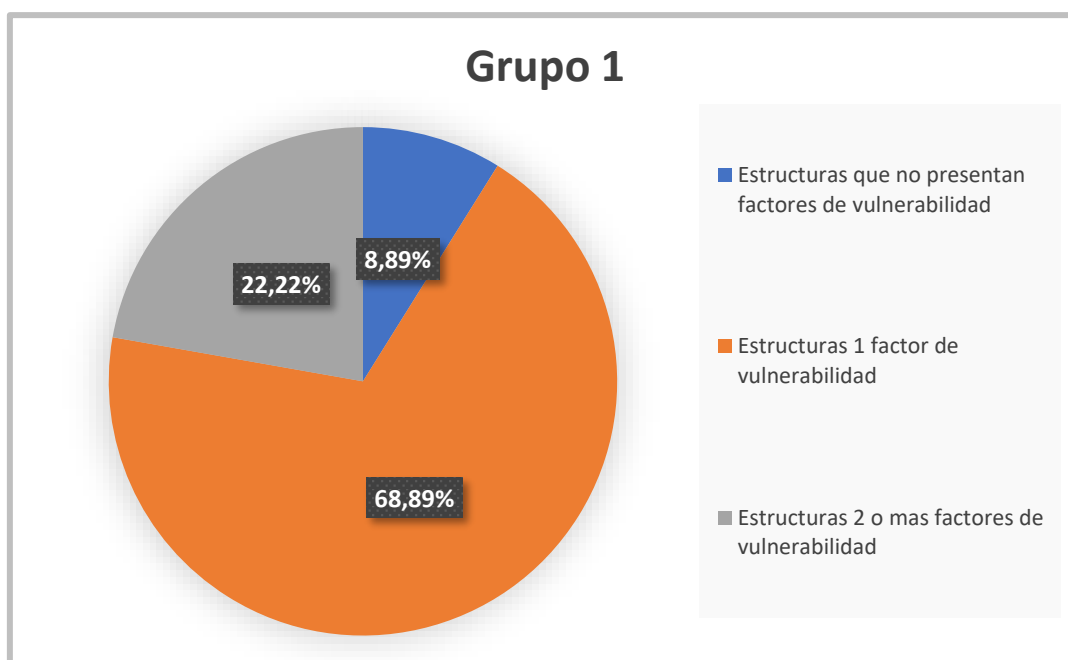
Grupo 2	No. De eventos	Porcentaje de recurrencia
Piso débil o blando	101	26,10%
Columna corta	42	10,85%
Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	46	11,89%
Falta de separación entre edificios (adosamientos)	32	8,27%
La falta de redundancia	4	1,03%
Los volados de longitud excesiva	24	6,20%
La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales	85	21,96%

4.3.2. Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura

Estos datos se dieron tomando en cuenta la cantidad de factores de vulnerabilidad que presenta una misma estructura con respecto al número de estructuras correspondiente al grupo 1 al grupo 2 y a la totalidad de la muestra.

Tabla 9 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 1

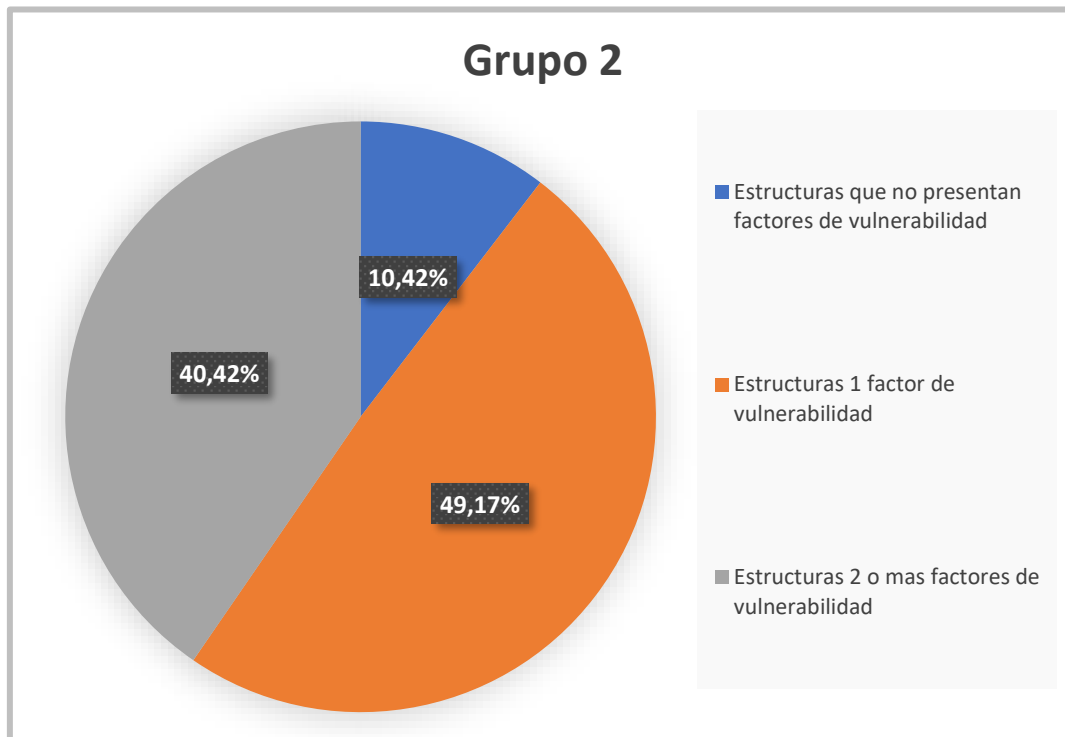
Grupo 1	No. de eventos	Porcentaje de recurrencia
Estructuras que no presentan factores de vulnerabilidad	4	8,89%
Estructuras 1 factor de vulnerabilidad	31	68,89%
Estructuras 2 o más factores de vulnerabilidad	10	22,22%



Gráfica 1 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 1

Tabla 10 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 2

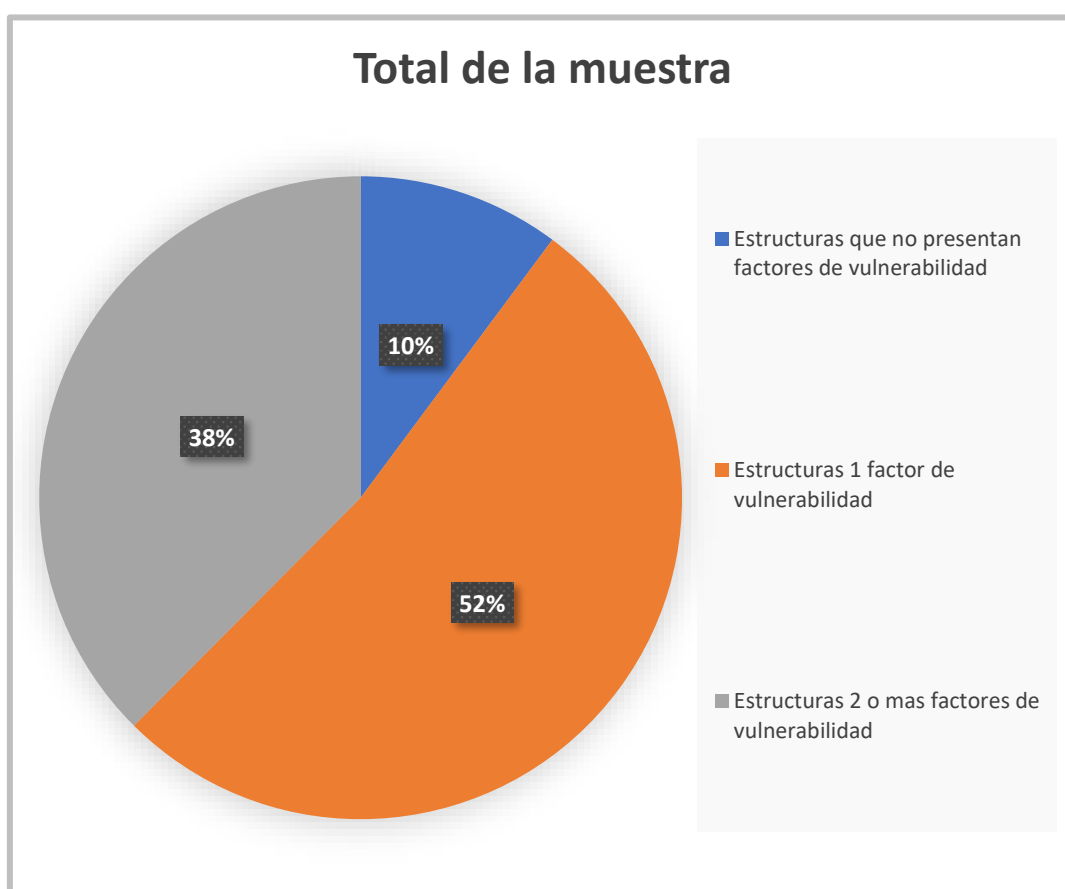
Grupo 2	No. de eventos	Porcentaje de recurrencia
Estructuras que no presentan factores de vulnerabilidad	25	9,92%
Estructuras 1 factor de vulnerabilidad	118	46,83%
Estructuras 2 o más factores de vulnerabilidad	97	38,49%
Total de Estructuras	252	100,00%



Gráfica 2 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura Grupo 2

Tabla 11 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura del total de la muestra

	No. de eventos	Porcentaje de recurrencia
Total de la muestra		
Estructuras que no presentan factores de vulnerabilidad	29	9,76%
Estructuras 1 factor de vulnerabilidad	149	50,17%
Estructuras 2 o mas factores de vulnerabilidad	107	36,03%
Total de Estructuras	297	100,00%



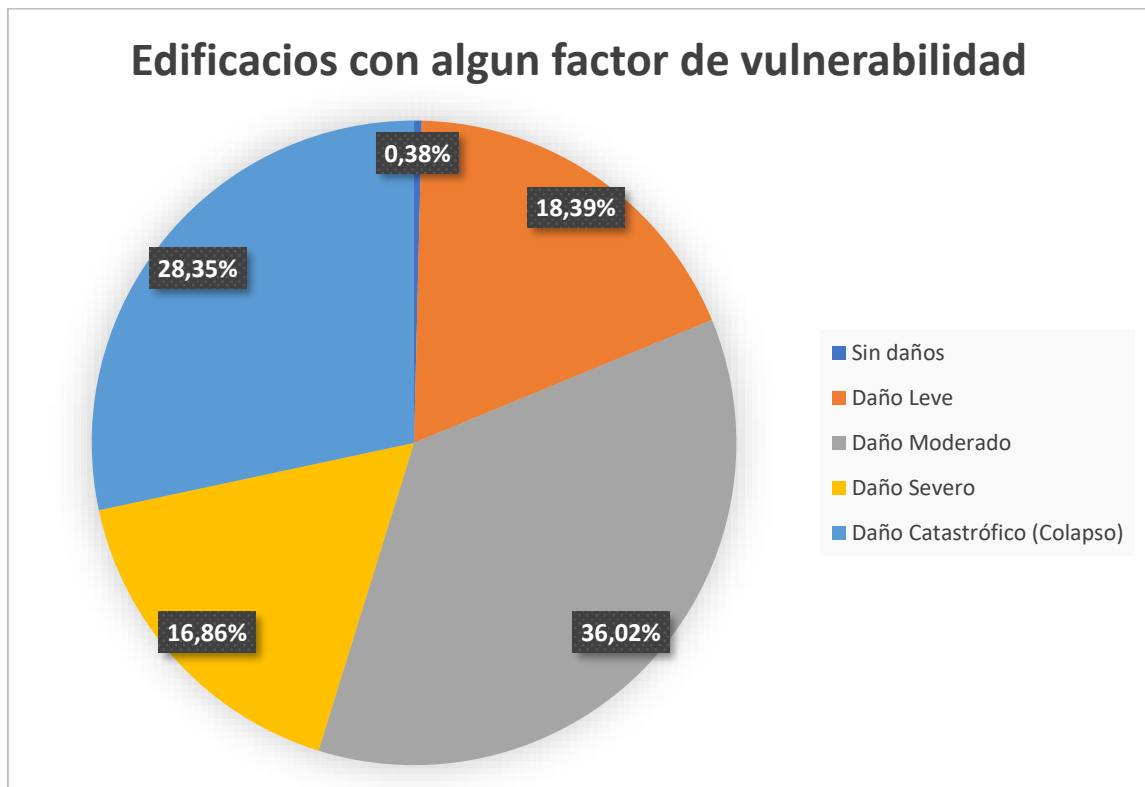
Gráfica 3 Recurrencia de los factores de vulnerabilidad por estructura del total de la muestra

4.3.3. Nivel de daño en edificio que presentan al menos un factor de vulnerabilidad

Se determinó que de la muestra dada al menos 261 es decir el 87% de las estructuras analizadas presentaron algún factor de vulnerabilidad.

Tabla 12 Nivel de daño de estructuras con algún factor de vulnerabilidad

Nivel de Daños	No de edificios	Porcentaje
Sin daños	1	0,38%
Daño Leve	48	18,39%
Daño Moderado	94	36,02%
Daño Severo	44	16,86%
Daño Catastrófico (Colapso)	74	28,35%



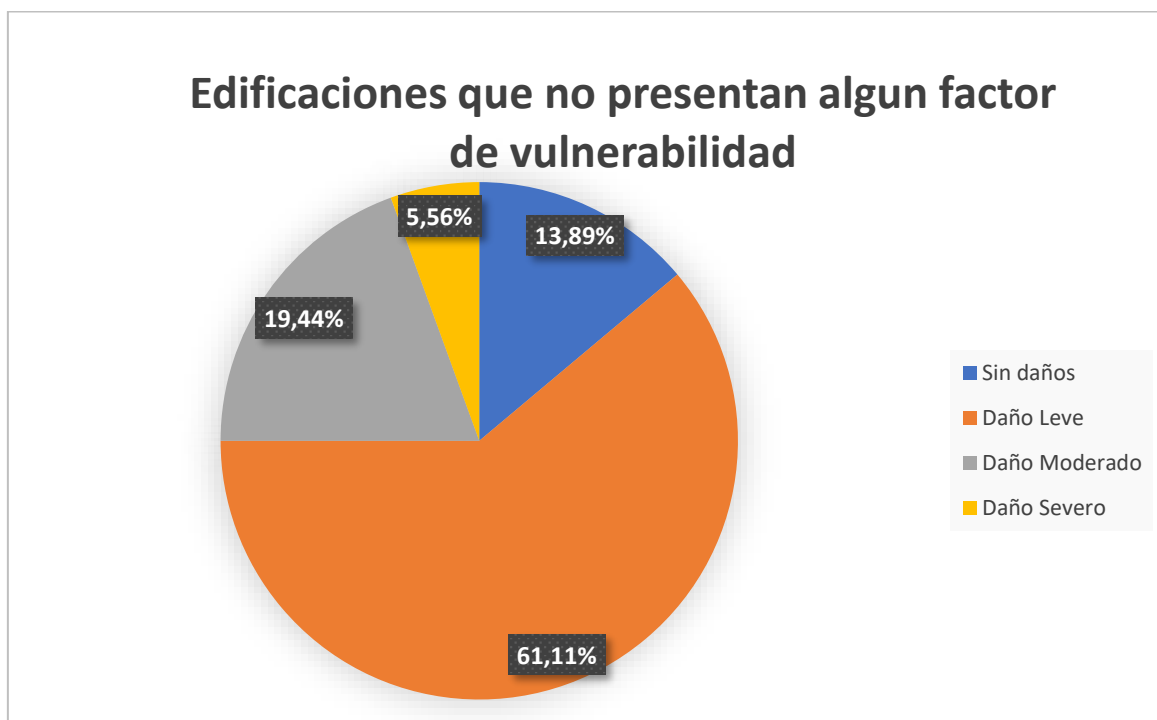
Gráfica 4 Nivel de daño de estructuras con algún factor de vulnerabilidad

4.3.4. Nivel de Daño en edificios que no presentaron factor de vulnerabilidad alguno

Se determino que de la muestra dada 36 estructuras no presentan ningún factor de vulnerabilidad y que de ellas ninguna presenta un daño catastrófico (colapso), así mismo se realizó un análisis del nivel de daño que presentaron estas estructuras.

Tabla 13 Nivel de Daño en edificios que no presentaron factor de vulnerabilidad alguno

Nivel de Daños	No de edificios	Porcentaje
Sin daños	5	13,89%
Daño Leve	22	61,11%
Daño Moderado	7	19,44%
Daño Severo	2	5,56%
Daño Catastrófico (Colapso)	0	0,00%



Gráfica 5 Nivel de Daño en edificios que no presentaron factor de vulnerabilidad alguno

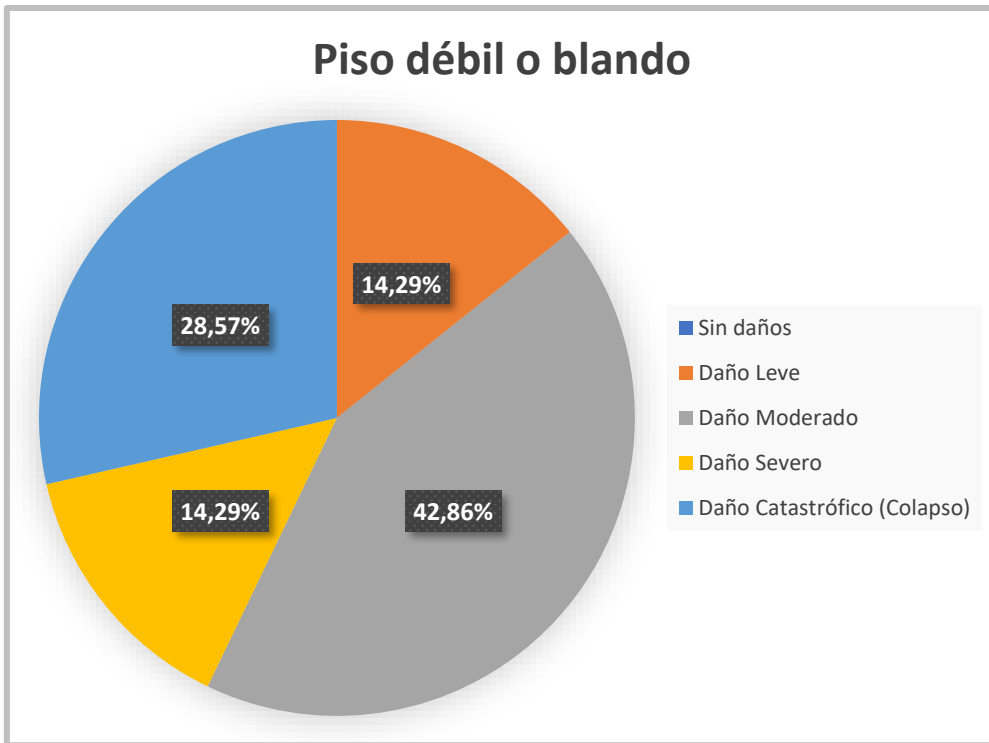
4.3.5. Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad

Estos datos se dieron relacionando el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad con la finalidad de determinar qué factores de vulnerabilidad son más recurrentes en colapsos parciales totales o daños severos en una estructura.

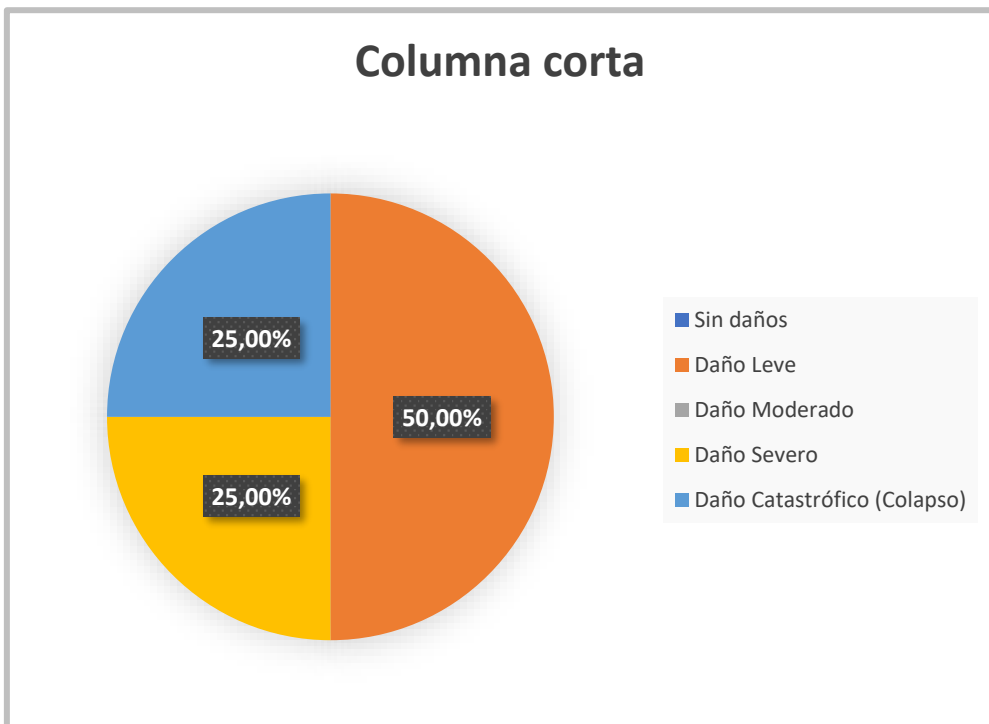
Grupo 1

Tabla 14 Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad Grupo 1

Grupo 1							
Grupo 1	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios (adosamientos)	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
Sin daños	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Daño Leve	14,29%	50,00%	0,00%	20,00%	0,00%	16,67%	23,33%
Daño Moderado	42,86%	0,00%	100,00%	60,00%	0,00%	66,67%	50,00%
Daño Severo	14,29%	25,00%	0,00%	20,00%	0,00%	16,67%	23,33%
Daño Catastrófico (Colapso)	28,57%	25,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,33%

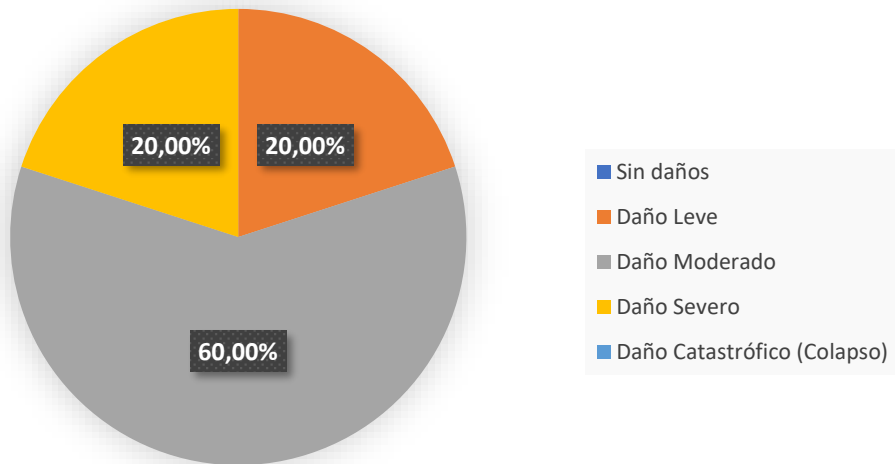


Gráfica 6 Relación entre el nivel de daño y piso débil o blando Grupo 1



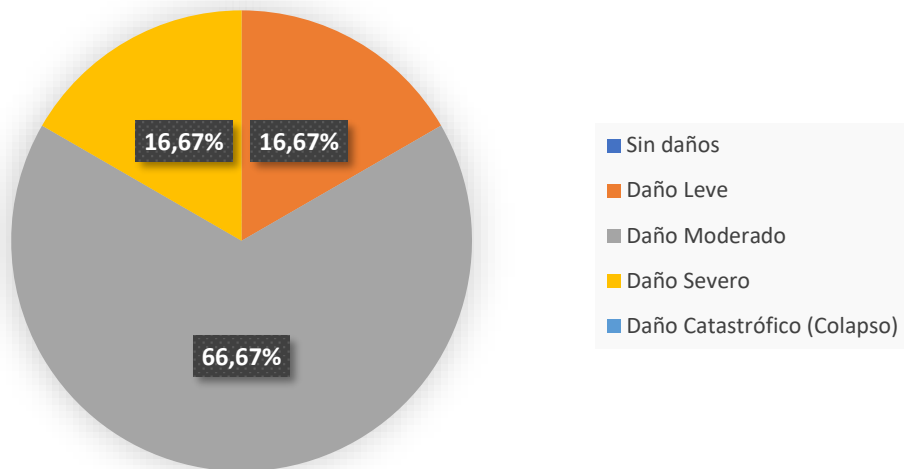
Gráfica 7 Relación entre el nivel de daño y columna corta Grupo 1

Falta de separación entre edificios (adosamientos)



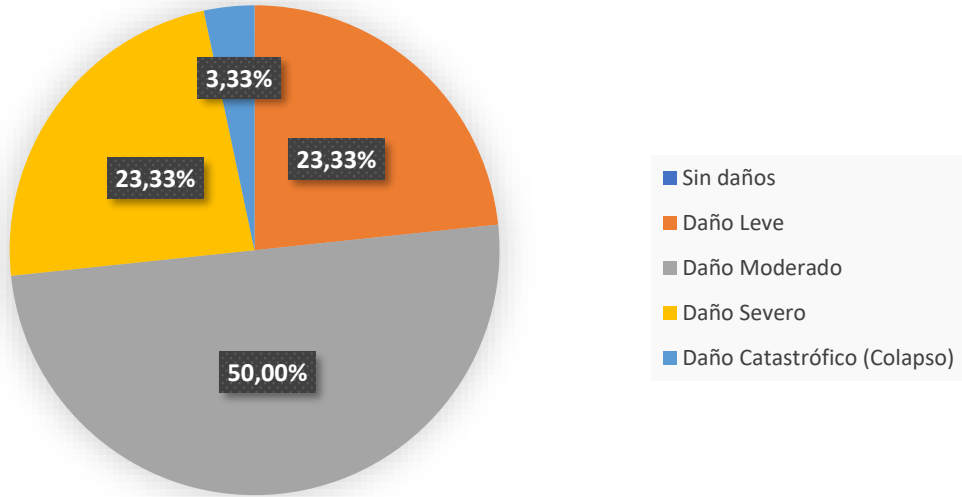
Gráfica 8 Relación entre el nivel de daño y Falta de separación entre edificios (adosamientos) Grupo 1

Los volados de longitud excesiva



Gráfica 9 Relación entre el nivel de daño y Los volados de longitud excesiva Grupo 1

La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales

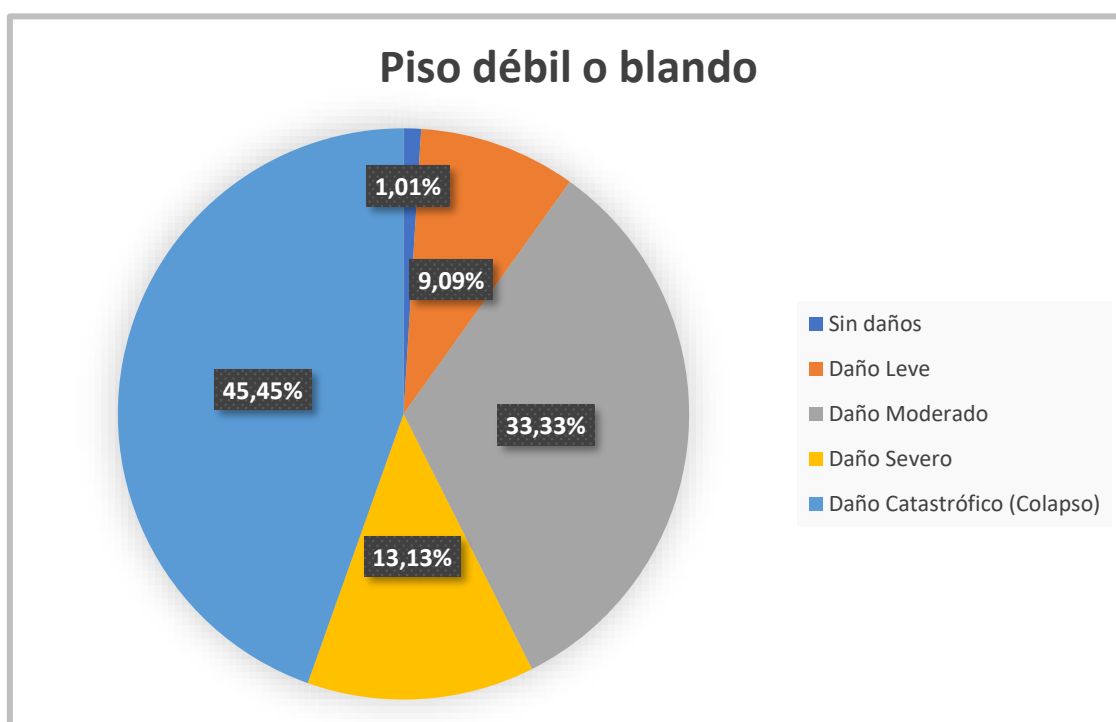


Gráfica 10 Relación entre el nivel de daño y La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales Grupo 1

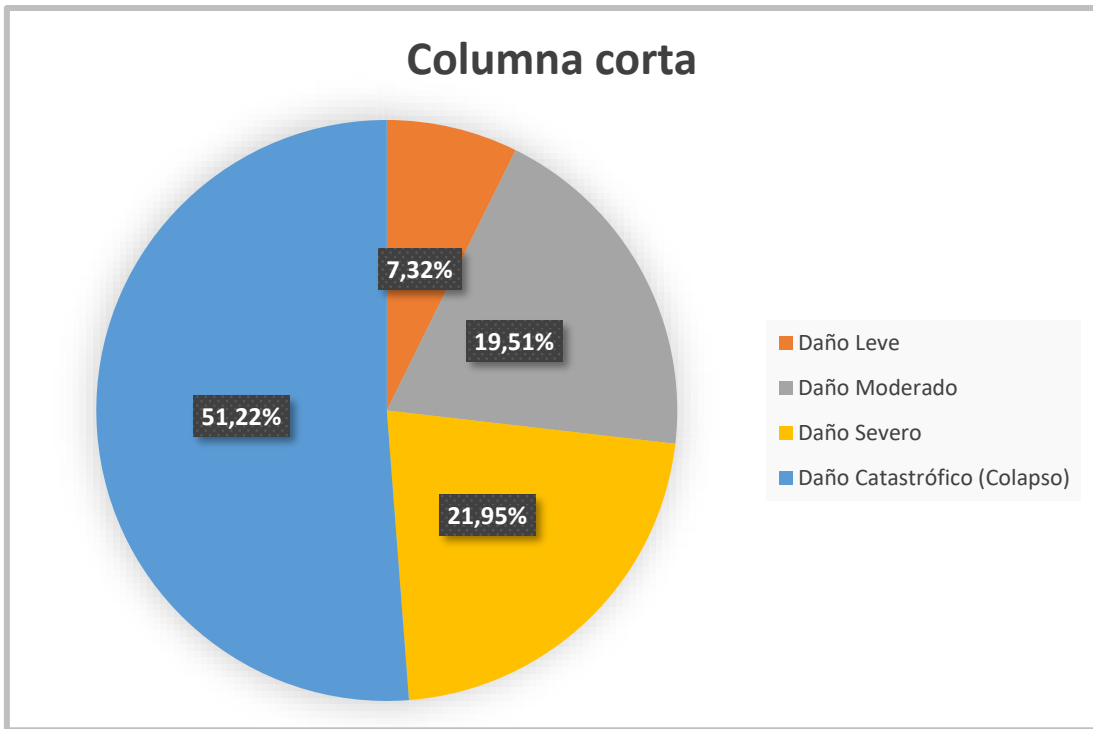
Grupo 2

Tabla 15 Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad Grupo 2

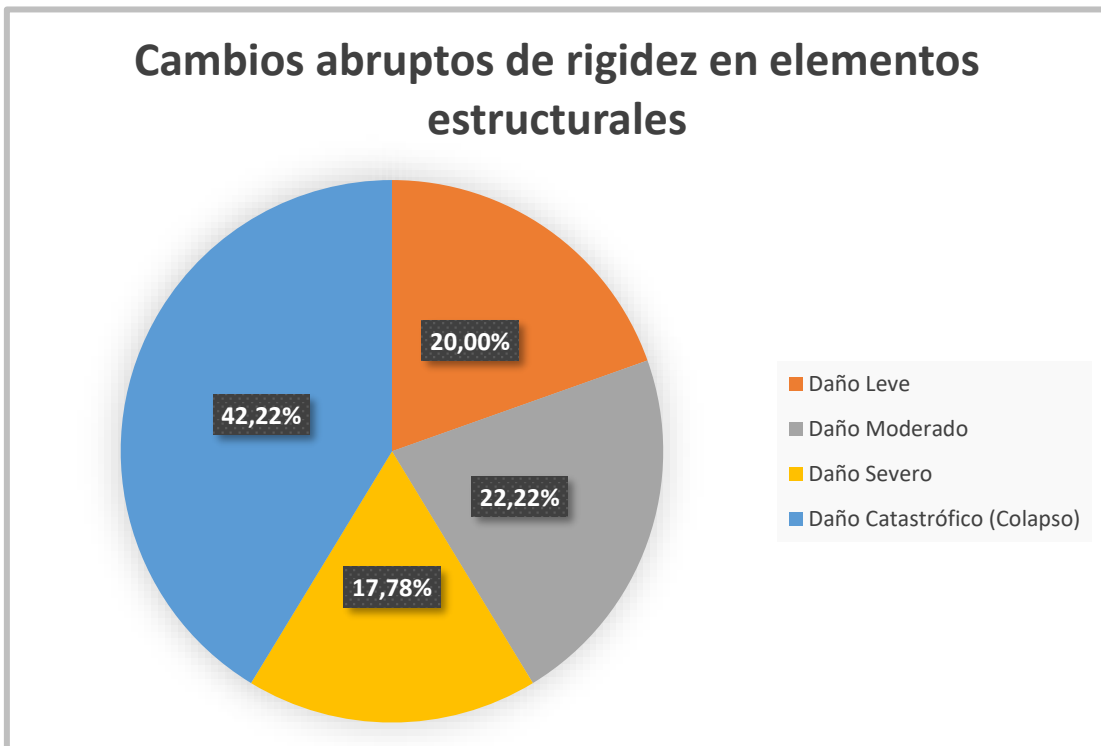
Grupo 2							
	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios (adosamientos)	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
Sin daños	1,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Daño Leve	9,09%	7,32%	20,00%	12,50%	25,00%	13,04%	16,67%
Daño Moderado	33,33%	19,51%	22,22%	37,50%	25,00%	43,48%	45,24%
Daño Severo	13,13%	21,95%	17,78%	21,88%	0,00%	13,04%	16,67%
Daño Catastrófico (Colapso)	45,45%	51,22%	42,22%	28,13%	50,00%	34,78%	22,62%



Gráfica 11 Relación entre el nivel de daño y piso débil o blando Grupo 2

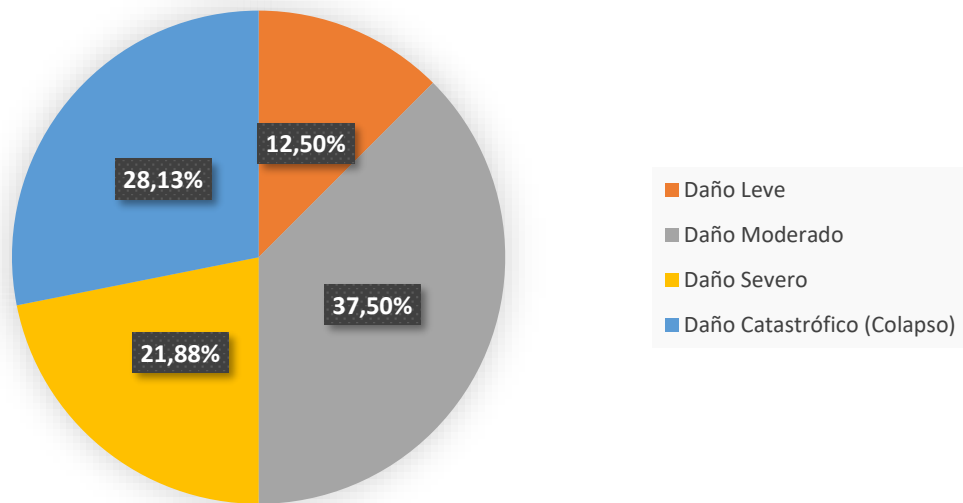


Gráfica 12 Relación entre el nivel de daño y columna corta Grupo 2



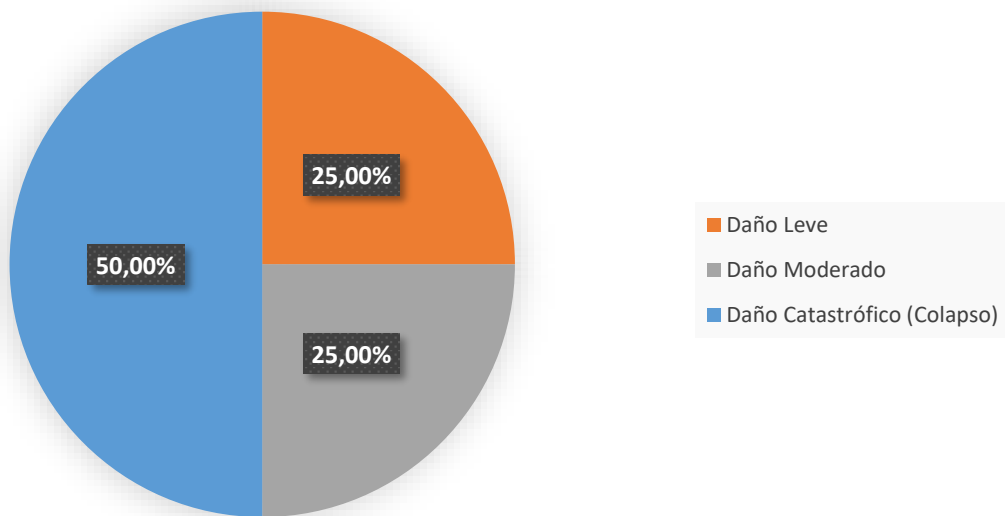
Gráfica 13 Relación entre el nivel de daño y Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales Grupo 2

Falta de separación entre edificios (adosamientos)



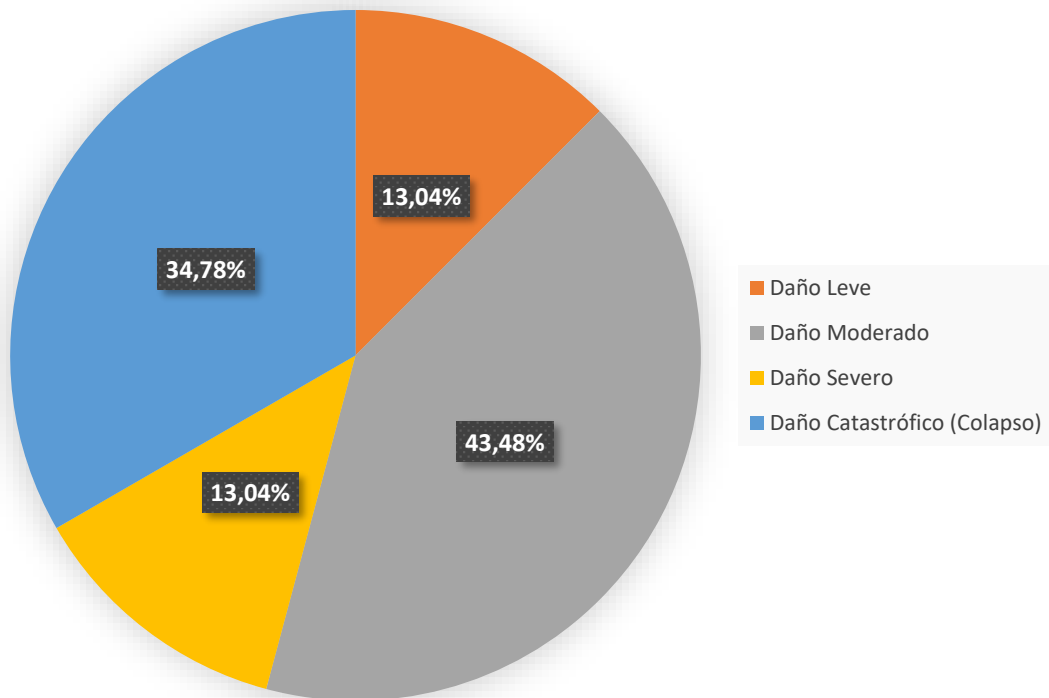
Gráfica 14 Relación entre el nivel de daño y Falta de separación entre edificios (adosamientos) Grupo 2

La falta de redundancia



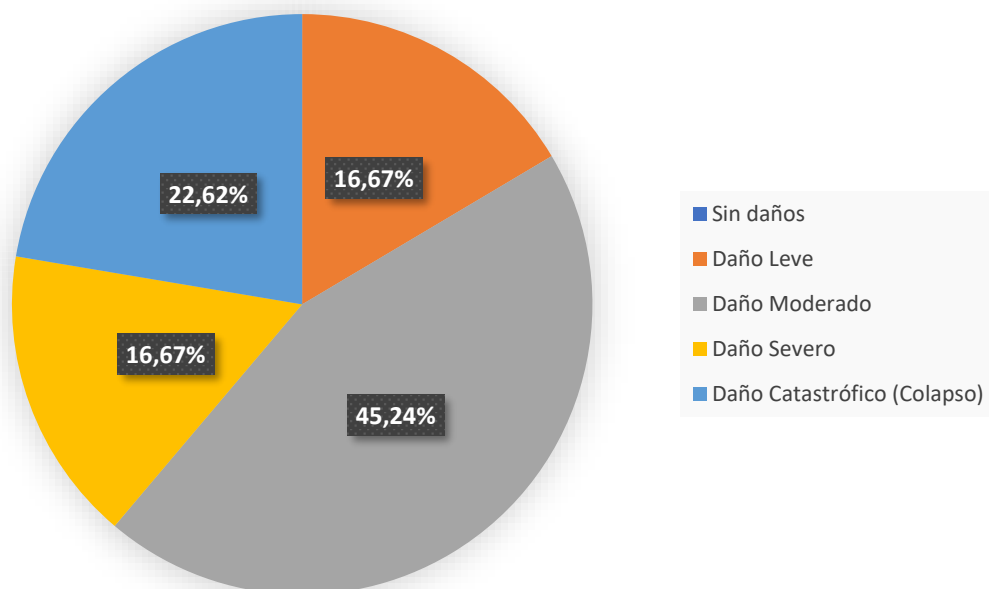
Gráfica 15 Relación entre el nivel de daño y La falta de redundancia Grupo 2

Los volados de longitud excesiva



Gráfica 16 Relación entre el nivel de daño y Los volados de longitud excesiva Grupo 2

La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales

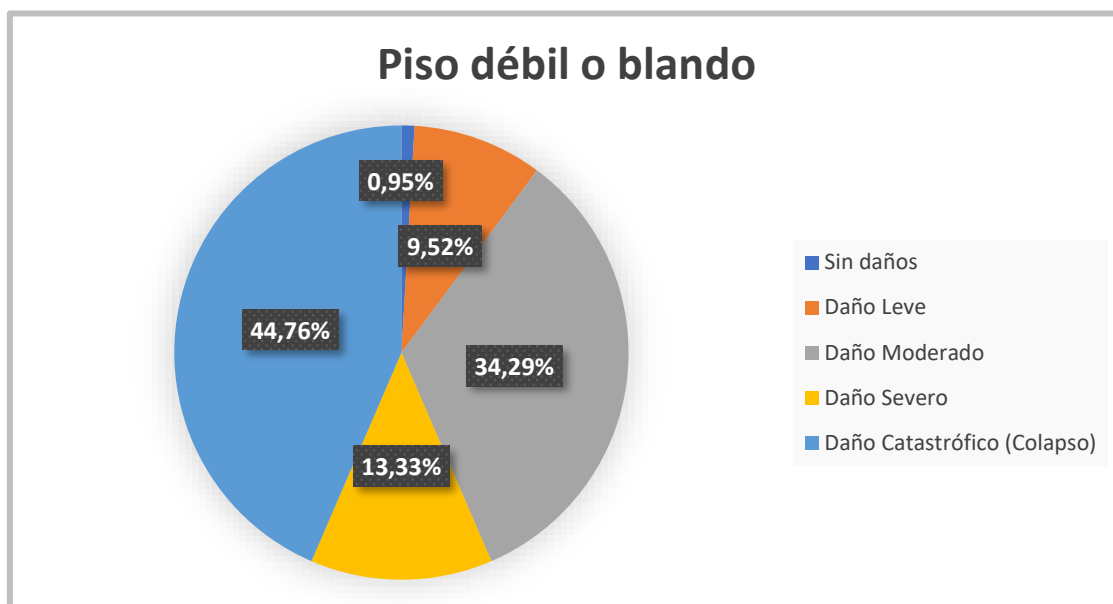


Gráfica 17 Relación entre el nivel de daño y La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales Grupo 2

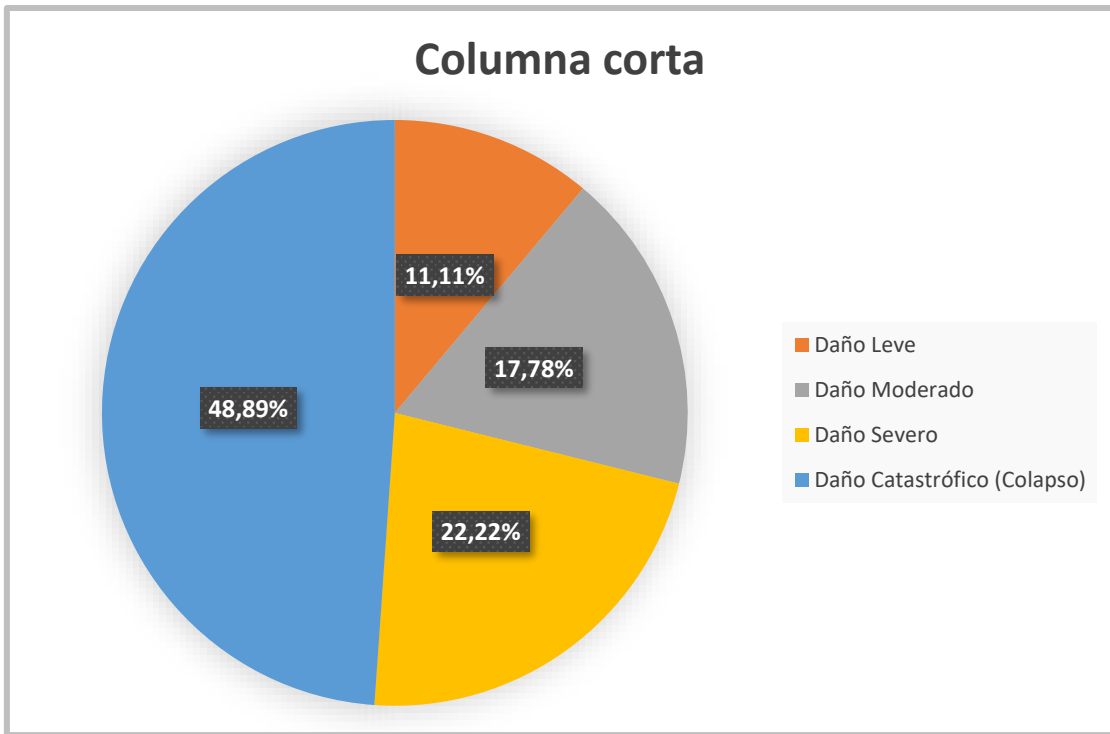
Muestra Completa

Tabla 16 Relación entre el nivel de daño que presenta cada estructura y los factores de vulnerabilidad Muestra Completa

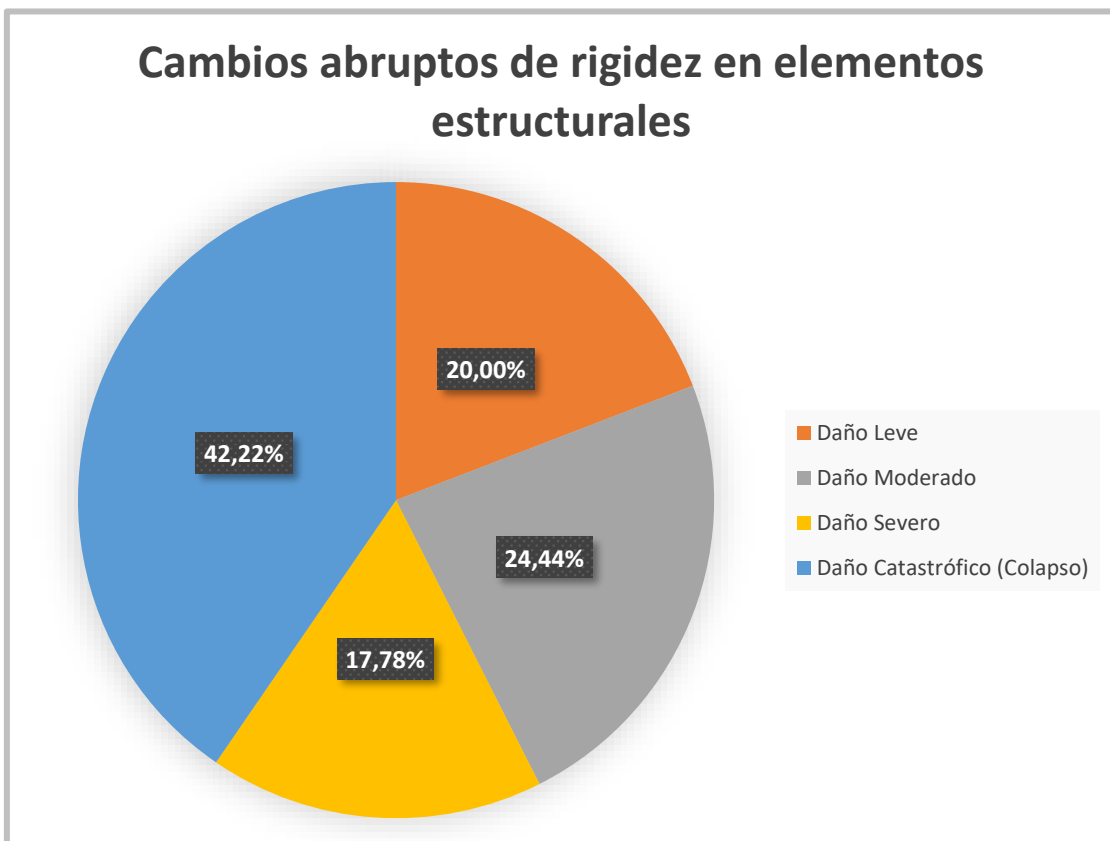
Muestra completa							
	Piso débil o blando	Columna corta	Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales	Falta de separación entre edificios (adosamientos)	La falta de redundancia	Los volados de longitud excesiva	La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales
Sin daños	0,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Daño Leve	9,52%	11,11%	20,00%	14,29%	25,00%	14,29%	21,21%
Daño Moderado	34,29%	17,78%	24,44%	42,86%	25,00%	50,00%	53,54%
Daño Severo	13,33%	22,22%	17,78%	22,86%	0,00%	14,29%	21,21%
Daño Catastrófico (Colapso)	44,76%	48,89%	42,22%	25,71%	50,00%	28,57%	20,20%



Gráfica 18 Relación entre el nivel de daño y piso débil o blando Muestra Completa

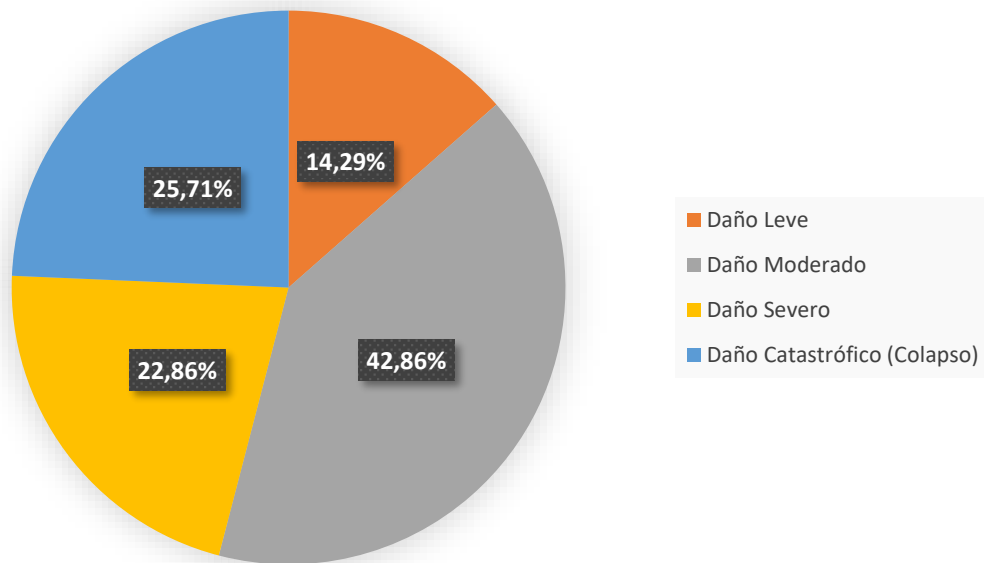


Gráfica 19 Relación entre el nivel de daño y columna corta Muestra Completa



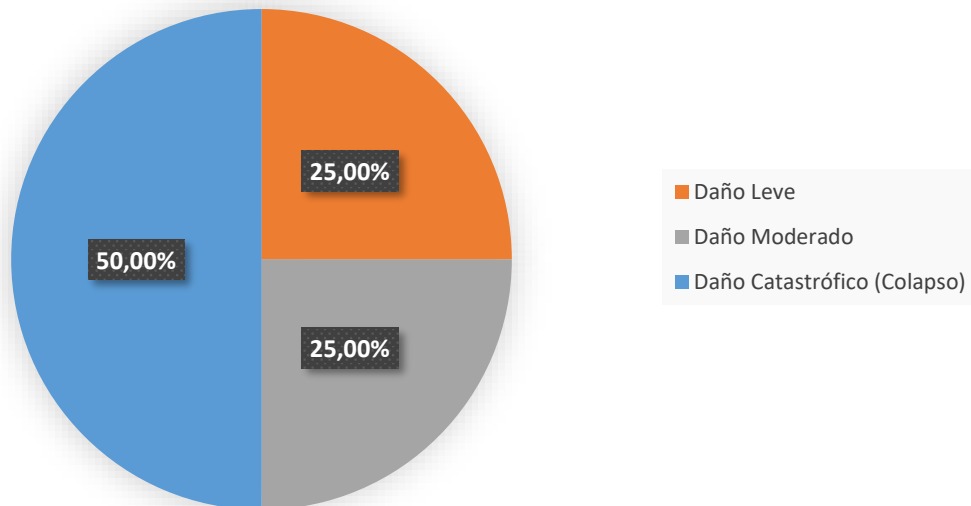
Gráfica 20 Relación entre el nivel de daño y Cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales Muestra Completa

Falta de separación entre edificios (adosamientos)

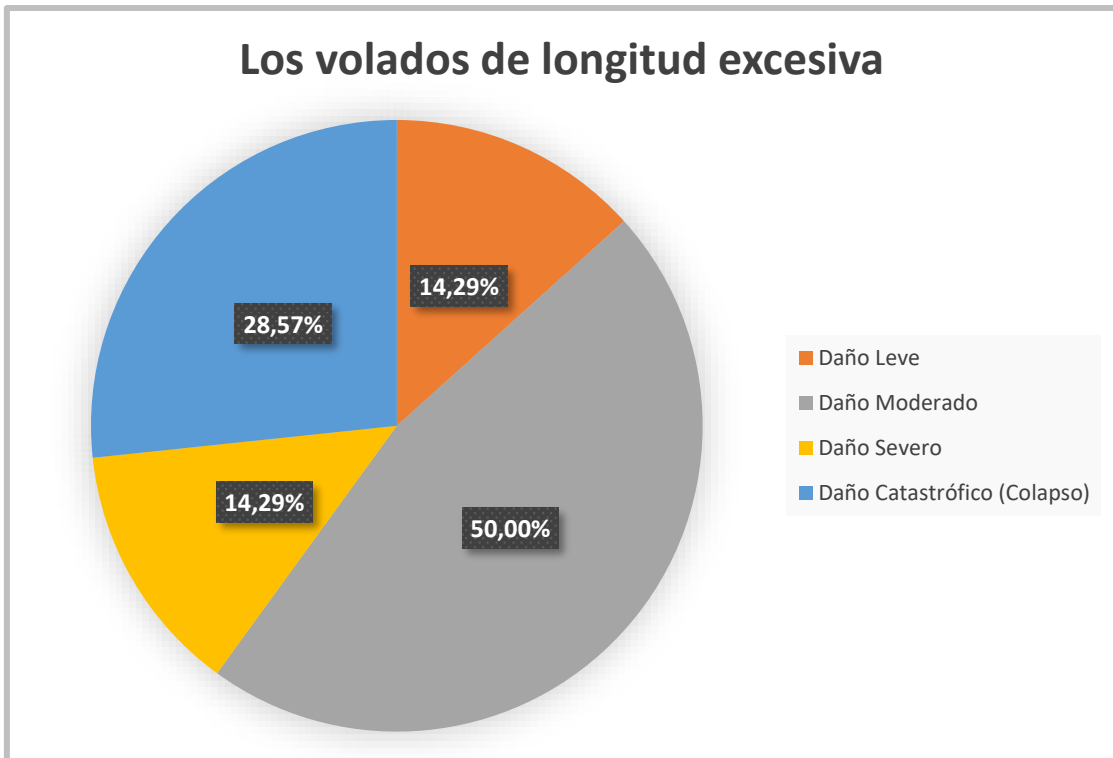


Gráfica 21 Relación entre el nivel de daño y Falta de separación entre edificios (adosamientos) Muestra Completa

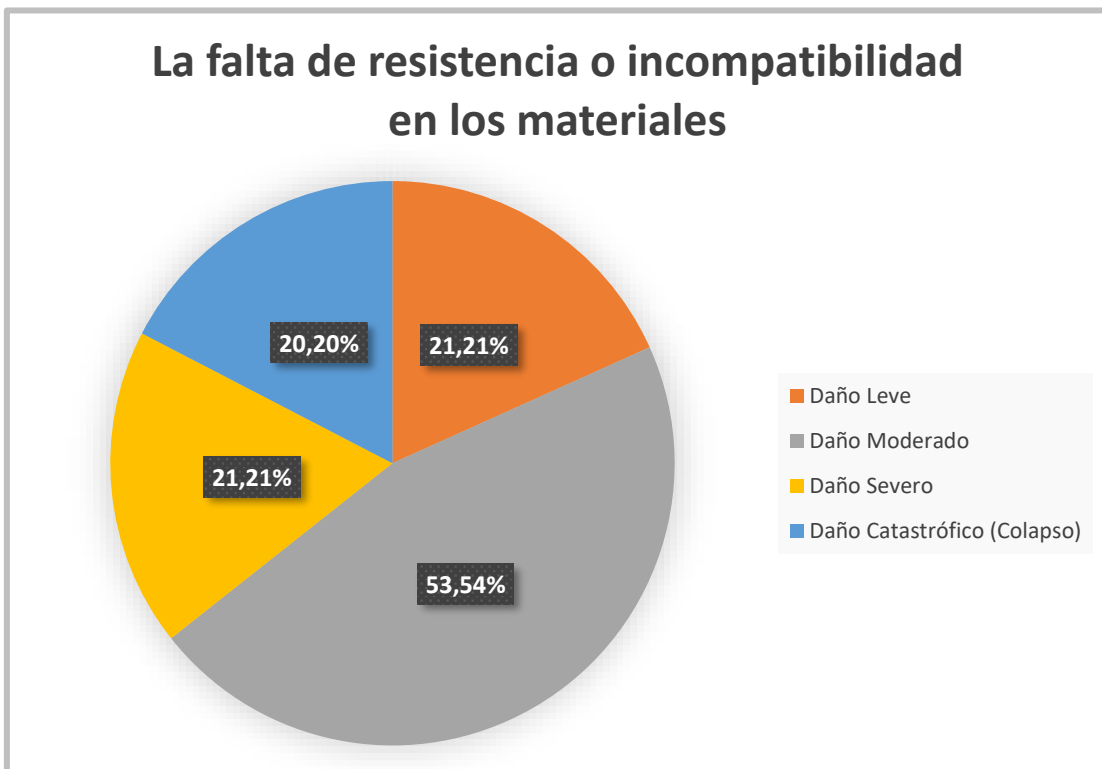
La falta de redundancia



Gráfica 22 Relación entre el nivel de daño y La falta de redundancia Muestra Completa



Gráfica 23 Relación entre el nivel de daño y Los volados de longitud excesiva Muestra Completa



Gráfica 24 Relación entre el nivel de daño y La falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales Muestra Completa

5. Conclusiones y análisis estadístico

Primero al relacionar el nivel de daño con los factores de vulnerabilidad es claro que las estructuras que presentan uno o más factores de vulnerabilidad son más susceptibles a daños severos e incluso a colapsos, que al menos el 50% de las estructuras revisadas que presentan dichos factores poseen algún daño estructural que supondría la demolición de la estructura, cabe mencionar que las estructuras que no presentan factores de vulnerabilidad alguno pero que si tienen un nivel de daño considerable (estructural) tiene que ver con situaciones puntuales en el caso de la Concesionaria Chevrolet en la ciudad de Portoviejo durante el sismo de pedernales del 2016 una falla en el talud lo que ocasionó que la estructura se deslizará y colapsara parcialmente, y en el caso de la vivienda en Guayaquil se sabe que la misma ya estaba en mal estado antes de recibir el sismo.

Se determinó que el factor de vulnerabilidad más recurrente se da por la falta de resistencia de los materiales o la incompatibilidad de los mismos dada por una cultura de construcción artesanal (sin la presencia de un ingeniero) recurrente en el país el segundo factor de vulnerabilidad sería el piso débil o blando que en algunos casos estaría relacionado al factor anterior ya que edificaciones de construcción mixta que son pensadas para tener uno o dos pisos con el pasar del tiempo se le van añadiendo más plantas lo que provocaría cambios de rigidez sumado a que en ocasiones algunas de las losas son de hormigón y otras de madera con vigas de madera.

Se evidencio que los factores de vulnerabilidad más peligrosos para una estructura es decir más recurrentes en estructuras que sufrieron un tipo de colapso o daño estructural serian la columna corta y el piso débil y que ambos factores de vulnerabilidad estaría presentes en una misma estructura como es el caso del Mutualista Pichincha en Portoviejo o el Hotel Las Gaviotas en Manta, estos dos factores evidencian un colapso en casi el 50% de los casos de la muestra.

La falta de redundancia es un factor de vulnerabilidad que en la mayoría de los casos provocaría problemas de esquinas débiles, lo que podría ocasionar que una estructura colapse sobre otra.

La falta de separación en edificios (adosamientos) aunque es muy común en las zonas suburbanas es más alarmante en edificios con una altura importante ya que durante un movimiento sísmico tiende a existir un golpeteo entre edificios y a esto lo podemos relacionar inclusive a problemas de punzonamiento en columnas que podrían provocar que edificios se desplomen uno junto a otro como es el caso del Hotel Cabrera en Portoviejo y un edificio contiguo de distinta altura que también colapso.

Aunque es una práctica muy común en el país que existan volados en plantas superiores con el fin de ganar áreas con respecto a la primera planta con balcones o pisos más grandes solo el 7% de la muestra evidencio volados de longitud excesiva y de este 7% el 70% no presento daño estructural solo una estructura que es el caso de la Fabrica Dtp en Portoviejo colapso principalmente por este factor de vulnerabilidad las otras edificaciones que presentaron algún daño estructural se debió a otros factores de vulnerabilidad presentes.

Se determina que el factor de vulnerabilidad que tiene que ver con los cambios abruptos de rigidez en los elementos estructurales es muy común verlo relacionado con las fallas de piso débil o blando o la denominada columna corta ya que por las mismas razones podemos encontrar dichas vulnerabilidades en las distintas edificaciones.

Es de tomar en cuenta de que este trabajo técnico solo considera edificaciones de la costa ecuatoriana, mismas que fueron afectados por los sismos más importantes en la costa.

6. Bibliografía

- Aguiar & Mieles. (2016). *Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril de 2016*. Portoviejo.
- Aguiar Roberto. (1998). *El sismo de Bahía de Caraquez: Información sísmológica*.
- Aguiar, R. (2017). Conferencia dictada en el IGM de Quito. *Reforzamiento de estructuras afectadas por terremoto del 16 A*.
- Argudo, J. (1999). *Proyecto RADIUS*. UCSG.
- Argudo, J. (2000). *Reporte final a la secretaria del IDNDR de las naciones unidas. vol 1*. Guayaquil.
- Batidas, 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*. UCSG.
- Bonifaz, Hugo; Haro, Juan. (2017). *Tipos de perfil de suelo para diseño sísmico en Manta, Portoviejo, Chone y Bahía de Caraquez ciudades afectadas por el sismo del 16 de Abril del 2016*. Quito.
- Chaves, J. (11 de Diciembre de 2019). *Aquel 12 de Diciembre de 1979, a las 3 de la mañana*. *Diario El Espectador*.
- Egred, J. (s.f.). *Historia y desarrollo de las escalas de intensidad sísmica*.
- Elbert, G. (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados*. UCSG.
- IGM. (2020). *Frecuencia de resonancia de los suelos de Manta*. Manta.
- INOCAR. (s.f.). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Obtenido de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/estudio-de-tsunamis/73-eventos-en-el-ecuador#:~:text=Las%20olas%20originadas%20ocasionaron%20da%C3%B1os,una%20profundidad%20de%2033%20km>.
- INSTITUTO GEOFISICO. (2020). *INSTITUTO GEOFISICO-EPN*.
- Landívar, H. (2016). *Resultado de la Inspección Visual realizada durante el breve recorrido por las calles de Portoviejo en Abril 19 -2016*. Portoviejo.
- Nikolaou, S., & Vera Grummauer, X. (s.f.). *GEER-ATC Earthquake Reconnaissance April 16th 2016, Muisne Ecuador*. WSP, UCSG.

- Pararas, G. (2003). *the tsunami page*. Obtenido de <http://www.drgeorgepc.com/Tsunami1979ColombiaSpan.html>
- Singaucho J. (2009). *Mapa de maximas intensidades sismicas del Ecuador*. Quito.
- Tapia, S. (2018). *Estudio de las causas de demolición de edificios afectados por el sismo del 16 de abril de 2016 en Manta* . UCSG.
- Varela F. (1998). *El sismo de Bahía*.
- Villacres, A. (2011). *Evaluacion del peligro sismico de Guayaquil definicion del sismo adoptado para el escenario sismico RADIUS y evaluacion de peligros colaterales*. Guayaquil.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ponce Zerna Oliver Bruce**, con C.C: # **0930517396** autor del trabajo de titulación: **Influencia de Factores de Vulnerabilidad 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, **12 de Marzo** de **2021**

f. _____

Nombre: **Ponce Zerna, Oliver Bruce**

C.C: **0930517396**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Influencia de Factores de Vulnerabilidad en Daños en Edificios durante Sismos en Ecuador		
AUTOR(ES)	Oliver Bruce Ponce Zerna		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Alex Raúl Villacrés Sánchez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	12 de marzo de 2021	No. DE PÁGINAS:	126
ÁREAS TEMÁTICAS:	Estructuras, Sísmica, Materiales		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Factores de vulnerabilidad, piso débil, columna Corta, daño estructural, sismos, estructuras.		
<p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente trabajo de titulación tiene como objetivo establecer un análisis estadístico de la influencia de los factores de vulnerabilidad tomando en cuenta los más importantes identificados en las construcciones ecuatorianas, estos serían el piso débil o blando, la columna corta, los cambios abruptos de rigidez en elementos estructurales, la falta de separación entre edificios (adosamientos), la falta de redundancia, los volados de longitud excesiva y la falta de resistencia o incompatibilidad en los materiales, presentes en las estructuras que sufrieron algún tipo de daño durante los sismos más importantes registrados en la región Costa del Ecuador en los últimos 40 años.</p> <p>Si bien es cierto que el daño sufrido por las estructuras durante un evento sísmico depende de la intensidad del evento, el tipo de suelo y en general la respuesta estructural del edificio, se ha podido identificar que las estructuras que no presentan estos factores de vulnerabilidad experimentan un daño sustancialmente menor en comparación a los edificios que incluyen dichos factores por esto es necesario realizar un estudio técnico que nos ayude a determinar qué factores de vulnerabilidad son más comunes y cuales en términos estadísticos podrían resultar más peligrosos para la integridad de las estructuras.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593-981216217	E-mail: oliver.ponce@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4-6024368		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			