

2021

Escenarios de riesgo por sismo en las edificaciones de los barrios de Egipto, Centro Administrativo, Las Aguas: localidad La Candelaria

Johan Andres Muñoz Rodriguez
Universidad de La Salle, Bogotá

Luis Felipe Sorza Bohorquez
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil



Part of the [Civil Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Muñoz Rodriguez, J. A., & Sorza Bohorquez, L. F. (2021). Escenarios de riesgo por sismo en las edificaciones de los barrios de Egipto, Centro Administrativo, Las Aguas: localidad La Candelaria. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/905

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Civil by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**ESCENARIOS DE RIESGO POR SISMO EN LAS EDIFICACIONES DE LOS BARRIOS
EGIPTO, CENTRO ADMINISTRATIVO, LAS AGUAS: LOCALIDAD LA
CANDELARIA.**

**JOHAN ANDRES MUÑOZ RODRIGUEZ
LUIS FELIPE SORZA BOHORQUEZ**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA D.C.
2021**

Escenarios de riesgo por sismo en las edificaciones de los barrios Egipto, Centro Administrativo, Las Aguas.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero civil

**Director temático
Ing. Álvaro Enrique Rodríguez Páez**

**Universidad de La Salle
Facultad de ingeniería
Programa de ingeniería civil
Bogotá D.C.
2021**

Agradecimientos

Agradecemos la Universidad De La Salle y a toda la facultad de Ingeniería Civil, al director Álvaro Enrique Páez Rodríguez ingeniero civil, por su apoyo durante el desarrollo del proyecto por compartir su experiencia, conocimiento y motivación, el cual nos orientó en el proyecto que realizamos.

Agradecemos a los todos docentes de la Facultad de Ingeniería Civil que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo nos motivaron a desarrollarnos como personas y profesionales.

Dedicatoria

Expreso mi gratitud a Dios, quien me bendice y es mi fuente de fortaleza para superar y afrontar las diferentes circunstancias por las he pasado a lo largo de mi carrera profesional, a mis padres María Victoria Rodríguez y Carlos Muñoz , quienes siempre han sido un apoyo incondicional en este proceso que un día decidí emprender, de igual manera mis agradecimientos a la Universidad De La Salle y a toda la facultad de Ingeniería Civil, a mis profesores en especial a al Ing. Álvaro Enrique Rodríguez Páez quien con la enseñanza de su valioso conocimientos hizo que pudiera realizar este proyecto siendo un guía incondicional, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo y amistad.

Johan Andrés Muñoz Rodríguez

Dedicatoria

Agradezco a Dios por llenarme de sabiduría y fuerza para permitirme llegar hasta este punto de mi vida profesional, a mis padres por el esfuerzo tan grande que siempre han hecho por darme la oportunidad de estudiar y al ingeniero Álvaro Enrique Rodríguez Páez por otorgarme el honor de ser mi tutor y acompañarme en todo este proceso de investigación. Agradezco a todos los profesores y compañeros de estudio que me acompañaron en las diferentes clases y circunstancias, y los conocimientos que me aportaron como compañeros y como personas.

Luis Felipe Sorza Bohorquez.

Tabla de contenido

Introducción	15
Resumen del proyecto.....	17
Descripción del problema	18
Planteamiento del problema.....	18
Formulación del problema	18
Delimitación y justificación del proyecto	19
Objetivos	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos	20
Marco de referencia	21
Estado del arte.....	21
Antecedentes internacionales.....	21
Antecedentes nacionales	23
Marco teórico	26
¿Qué son los sismos?	26
Sismos en Colombia.	26
Amenaza sísmica en Bogotá.	28
Estimaciones de daño por sismo en Bogotá: riesgo sísmico.....	29
Reducción del riesgo sísmico.....	30
Características de los desastres.	30

Efectos de los desastres.....	31
Vulnerabilidad.....	32
Vulnerabilidad sísmica.....	33
Estimación del peligro para el caso de sismo.	33
Técnicas de recolección de datos.....	34
Escala sismológica.....	34
Los efectos de un terremoto según su magnitud en la escala de Richter.....	35
Coefficiente de importancia.	38
Clase de construcción y edificación.....	39
Tipología de la construcción.....	40
Factores que inciden en el avalúo de las construcciones o edificaciones.	40
Curvas de fragilidad.....	41
Marco conceptual.....	43
Accidente.....	43
Alerta.....	43
Amenaza.....	43
Emergencia.....	43
Incidente o evento.....	44
Mapa.....	44
Medidas de seguridad.....	44

Mitigación.....	44
Plan de emergencia.....	44
Planes de contingencia.....	44
Planificar.....	44
Prevención.....	45
Punto de encuentro.....	45
Recurso.....	45
Sistema de alarma.....	45
Vulnerabilidad.....	45
Zona de impacto.....	45
Marco legal.....	46
Marco contextual.....	48
Localización.....	48
Económicos.....	49
Sociales.....	50
Demografía.....	51
Factores climáticos.....	52
Hidrografía.....	52
Vegetación y fauna.....	54
Morfología.....	54

Geología y suelos de la localidad de la candelaria.	55
La falla de Bogotá.	56
Marco metodológico.	57
Metodología propuesta por HAZUS.	57
Metodologías curvas de fragilidad de Villar-Vega.	58
Metodología.	60
Fases del proceso investigativo.	60
Fase 1: Identificación.	60
Fase 2: Conocimiento.	60
Fase 3: Categorización.	60
Fase 4: Análisis.	60
Fase 5: Informe final.	61
Análisis de los resultados.	62
Daño estimado de las estructuras barrio Centro Administrativo.	66
Sismo 5.0.	66
Sismo 6.0.	68
Sismo 7.0.	69
Sismo 8.0.	71
Daño estimado de las estructuras barrio Las Aguas.	72
Sismo 5.0.	72
Sismo 6.0.	74

Sismo 7.0.....	75
Sismo 8.0.....	77
Daño estimado de las estructuras barrio Egipto.....	78
Sismo 5.0.....	78
Sismo 6.0.....	80
Sismo 7.0.....	81
Sismo 8.0.....	83
Análisis de daño por sistema estructural.....	84
Conclusiones.....	91
Recomendaciones.....	93
Cibergrafía.....	94
Anexo A clasificación de las estructuras del área de interés por medio de reconocimiento visual	
Anexo B tablas de escenarios de daños en las estructuras, por eventos sísmicos, obtenidas con el software de código abierto (OpenQuake).	
Apéndice C mapas de escenario de daños sísmicos.	
Apéndice D documento tecnico manual de calificacion de las construcciones.	
Apéndice E guía de la utilización del software de código abierto (OpenQuake).	

Lista de figuras

Figura 1. Principales sistemas de fallas geológicas activas en Colombia.	27
Figura 2. Amplificación de las ondas sísmicas debido al tipo de suelo y cambios en la topografía.	28
Figura 3. Reducción del riesgo sísmico.	30
Figura 4. Mapa de localización, falla de Bogotá.	57
Figura 5. Fases del proceso investigativo.	61
Figura 6. Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MR/H:3, para mampostería reforzada.	63
Figura 7. Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MUR+ADO/H:1, para mampostería no reforzada.	64
Figura 8. Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-LFM/H:1/DNO, para concreto reforzado.	65
Figura 9. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 5,0.	67
Figura 10. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 5,0.	67
Figura 11. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 6,0.	68
Figura 12. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 6,0.	69
Figura 13. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 7,0.	70
Figura 14. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 7,0.	70
Figura 15. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 8,0.	71
Figura 16. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 8,0.	72

Figura 17. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 5,0.	73
Figura 18. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 5,0.	73
Figura 19. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 6,0.	74
Figura 20. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 6,0.	75
Figura 21. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 7,0.	76
Figura 22. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 7,0.	76
Figura 23. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 8,0.	77
Figura 24. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 8,0.	78
Figura 25. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 5,0.	79
Figura 26. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 5,0... ..	79
Figura 27. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 6,0.	80
Figura 28. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 6,0... ..	81
Figura 29. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 7,0.	82
Figura 30. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 7,0... ..	82
Figura 31. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 8,0.	83
Figura 32. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 8,0... ..	84
Figura 33. Fragilidad de las estructuras de mampostería con adobe ante un sismo de magnitud 8,0.....	85

Figura 34. Fragilidad de las estructuras con concreto reforzado ante un sismo de magnitud 8,0.	85
Figura 35. Estructura de mampostería estructural con material adobe.....	86
Figura 36. Estructura de concreto reforzado de 31 niveles.....	87
Figura 37. Afectaciones barrio Las Aguas.....	88
Figura 38. Afectaciones barrio Centro Administrativo.	89
Figura 39. Afectaciones barrio Egipto.....	89

Lista de tablas

Tabla 1. Sismos con daños intermedios y severos en Bogotá.....	24
Tabla 2. Vulnerabilidad global.....	32
Tabla 3. Escala de intensidad de grados.	35
Tabla 4. Coeficiente de importancia.	39
Tabla 5. Clase de construcción y edificación.....	39
Tabla 6. Tipología de construcción.....	40
Tabla 7. Factores que inciden en el avalúo de las construcciones o edificaciones.	41
Tabla 8. Resumen de normatividad sobre análisis de la estimación de daños.....	46
Tabla 9. Datos Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MR/H:3.	64
Tabla 10. Datos Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MUR+AD/H:3.	65
Tabla 11. Datos Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-LFM/H:1/DNO.	66

Introducción

Los barrios Centro administrativo (carrera 10-carrera 3 -calle 11- calle 6c), Las Aguas (carrera 3-carrera 5E- Calle 12D- Carrera 1E) y Egipto (Carrera 1-carrera 5A ESTE – calle 1- calle 9), se ubican en la localidad de La Candelaria, fundada por Gonzalo Jiménez de Quesada el 6 de agosto 1538, ubicado al borde nororiental de esta, en el cual desarrollaremos un análisis del escenario de daño en las estructuras por los eventos sísmicos, comprendiendo un área de 100 manzanas.

Esta zona, está conformada por estructuras o edificaciones clasificadas como residenciales, comerciales, dotacionales o lotes sin construcción. Haciendo una comparación acerca de la metodología de construcción, así como sus materiales con respecto a la época en las que fueron construidas muchas de las estructuras y la actual, se encuentran muchas diferencias, las cuales deben tener importancia con respecto a la seguridad y mantenimiento de estas.

Haciendo una relación con la ingeniería civil, se puede notar que muchas de estas edificaciones, no cuentan con las recomendaciones de la primera norma sismo resistente Colombiana NSR del año 83, y al ser un sitio histórico actualmente en la ciudad de Bogotá, no se ha podido realizar algún tipo de intervención adecuada a las estructuras que conforman esta localidad.

OpenQuake es un programa de código abierto, el cual analiza las estructuras de acuerdo con su vulnerabilidad, exposición, fragilidad, haciendo simulaciones que nos arroje el porcentaje de daño que tendrán cada una de estas, dependiendo la magnitud del sismo y el tipo de material con el cual están construidas. Una vez realizados estas simulaciones se puede analizar y determinar

métodos o implementaciones correspondientes para tratar de mitigar la vulnerabilidad que representa cada estructura.

El trabajo de recolección de datos, análisis y evaluación de daños o riesgo sísmicos de los Barrio Centro administrativo, Las Aguas y Egipto, pretende establecer la vulnerabilidad física ante la amenaza de un predio y/o manzana indicativa que son ocasionados por los fenómenos naturales que producen efectos negativos sobre la comunidad del sector, forzando desplazamientos a otros sectores de la ciudad o pérdida del patrimonio histórico de la ciudad, razón por la cual se busca que este estudio sirva para dar solución a las tres etapas de gestión del riesgo, las cuales son el conocimiento, la reducción y el manejo, con eso se puede tomar decisiones frente a los planes de prevención ,mitigación y atención.

Planteada así la cuestión se pretende generar un mapa de escenario de daños sísmicos, el cual ayudará a la comunidad para que estén alertas y preparados ante estos fenómenos, constituyéndose una alerta temprana que dará tranquilidad y mejorará su calidad de vida utilizando este estudio en planes de prevención que se desarrollaran antes de un evento sísmico y así mismo también dando un punto de referencia para crear los planes de contingencia y emergencia.

Resumen del proyecto

El trabajo de cooperación interinstitucional entre la Universidad de la Salle y la alcaldía local de La Candelaria tiene como fundamento, brindar apoyo técnico en la elaboración del informe de Análisis y estimación de daños en riesgos sísmicos en el área de influencia, teniendo como objetivo final estimar la vulnerabilidad física en la cual se encuentra actualmente el área de estudio y determinar los posibles daños a nivel de infraestructura haciendo uso del software OPENQUAKE que permite el cálculo de amenaza y riesgo sísmico a escala global de forma probabilística, con la enorme ventaja de tener un alto grado de detalle en la obtención de las pérdidas de cada edificación por medio de cálculos de estimación de daños según el tipo de material con el cual fue construida cada una de las estructuras.

Con el apoyo de un grupo de estudiantes de último semestre del programa de ingeniería civil, se desarrollará la recolección de datos en situ, caracterización y análisis de la infraestructura y urbanismo del sector teniendo en cuenta variables como año de construcción, altura, tipo de cubierta, sistema constructivo, entre otros.

Con el trabajo anterior se propende dar línea de inicio a la construcción de un informe que involucra los resultados finales de vulnerabilidad de cada una de las estructuras a evaluar en el área interesada, por parte de la alcaldía local y la Universidad de la Salle sede Candelaria.

Descripción del problema

Planteamiento del problema

La localidad de la Candelaria se encuentra en una zona que se caracteriza como patrimonio histórico de la ciudad de Bogotá, como consecuencia, se encuentran pocos documentos o métodos para hacer una intervención correcta de carácter de gestión de riesgo en la zona, por ende, es necesario generar un informe general mediante un mapa de gestión de riesgo evaluando cada una de las amenazas las cuales generan una vulnerabilidad hacia la comunidad.

Formulación del problema

El presente estudio busca realizar un informe mediante un mapa de gestión de riesgo en el cual se evidencien los escenarios de daños en cuanto a riesgo sísmico, que evalúe el impacto físico a nivel de infraestructura que tienen los barrios Las Aguas, Egipto y Centro Administrativo, el cual permita mitigar estos riesgos y pueda ser una base para generar un soporte para realizar una acción preventiva antes de que se presente una amenaza sísmica.

¿Cuenta la localidad de la Candelaria con un mapa de gestión de riesgos por eventos de sismo para desarrollar algún tipo de acción preventiva antes, durante y después de que se presente alguna situación mencionada anteriormente?

Delimitación y justificación del proyecto

Este proyecto se desarrollara con el fin de beneficiar a la comunidad por medio de la elaboración de un informe general mediante un mapa de gestión de riesgo evaluando cada una de las amenazas las cuales generan una vulnerabilidad hacia la comunidad, que sirva para que entidades públicas, de acuerdo a la información final proporcionada por nosotros, puedan generar un conjunto de acciones preventivas del antes, durante y después de un evento de riesgo ocasionado por la naturaleza o que sea de origen antrópico.

Este proyecto tiene un alcance con respecto al sector de la candelaria, haciendo énfasis en los barrios Egipto, Centro administrativo y Las aguas. Teniendo en cuenta que no se efectuaran estudios de vulnerabilidad sísmica.

Objetivos

Objetivo general

Establecer una probabilidad de la estimación de daño por sismo que se presenta en las edificaciones, de los barrios Egipto, Centro administrativo y Las aguas.

Objetivos específicos

Analizar la normatividad vigente que posee la oficina de gestión del riesgo de la localidad de la Candelaria relacionada al conocimiento, reducción y manejo, para establecer el plan de actuación frente a un evento sísmico de gran magnitud e intensidad.

Desarrollar la ficha técnica y caracterización de las edificaciones de los barrios Egipto, La catedral, Centro administrativo y Las aguas, de acuerdo con el uso del suelo, grado de importancia, materiales y procesos construidos.

Evaluar la estimación de daño por sismo de las edificaciones de los barrios Egipto, La catedral, Centro administrativo y Las aguas, frente a un evento sismo de gran magnitud.

Marco de referencia

Estado del arte

Antecedentes internacionales

Se tiene antecedentes internacionales de amenaza sísmica que han causado mayor afectación en América Latina los cuales son:

El de Puerto Ángel en México (30 de septiembre de 1999), de magnitud Richter 7.4, que afectó a 2 municipios dejando 45 víctimas fatales y 9.538 viviendas destruidas. El movimiento sísmico de magnitud 6.9 en la escala Richter, ocurrido en Perú (23 de junio de 2001) que impactó a 20 distritos al sur del país, causando la muerte de 20 personas y la destrucción de 16.634 viviendas. El sismo 7.6 Mw ocurrido al sur-sureste de San Salvador (13 de enero de 2001) que afectó 80 municipios, con un saldo de al menos 904 personas fallecidas y 95.961 viviendas destruidas; la región con mayor afectación fue Santa Tecla donde el sismo desencadenó un deslizamiento de tierra de aproximadamente 150.000 m³ que sepultó 687 casas y a unas 485 personas.

El sismo de magnitud 6.6 Mw ocurrido también en El Salvador un mes después (13 de febrero de 2001), que afectó 24 municipios dejando un saldo de unas 858 personas fallecidas y 34.856 viviendas destruidas. El sismo de 7.9 Mw en Pisco, Perú (15 de agosto de 2007) que ocasionó la pérdida de 575 vidas humanas y la destrucción de 83.116 viviendas en 17 distritos.

El movimiento telúrico de magnitud 8,8 Mw ocurrido el 27 de febrero de 2010 en Chile que provocó un tsunami que dejó 521 personas fallecidas, 2 millones de damnificados y cerca de 500 mil viviendas con daño severo, a pesar de que fue mucho más fuerte que el de Haití, causó menos daños debido a que un mayor número de infraestructuras cumplían con las normas antisísmicas.

En el caso del sismo de magnitud 7.2 grados en la escala de Richter ocurrido en Guatemala el 7 de noviembre de 2012, cuyo epicentro se ubicó a 24 kilómetros de las costas de Champerico, Retalhuleu, dejó al menos de 44 a 139 víctimas fatales, 175 lesionados y 26.010 damnificados; este sismo ocurrió en una falla inversa interplacas en la zona de subducción entre las placas de Cocos y El Caribe. Igualmente vale traer a colación el denominado terremoto de Ecuador del 16 de abril de 2016 con una magnitud igual 7,8 Mw y cuyo epicentro se localizó entre las provincias de Manabí y Esmeraldas, dejando por lo menos 660 fallecidos y más de 28.000 personas en albergues. Más recientemente, el 09 septiembre de 2017 se produjo en México un sismo de magnitud 8.2 en la escala Richter con epicentro en Chiapas, dejó al menos 96 víctimas fatales y unas 110.000 viviendas destruidas. Pocos días después, el 19 septiembre de 2017, ocurría otro sismo en México («El Terremoto de Puebla»), con epicentro a 12 kilómetros al sureste Axochiapan en el estado de Morelos, con magnitud 7.1 en la escala Richter, con un saldo de al menos 331 víctimas fatales, la mayoría en ciudad de México. A pesar de que este segundo sismo fue de menor magnitud provocó mayores daños debido a la naturaleza de las rocas del substrato donde se asienta la ciudad de México (rocas arcillosas de origen lacustre). (Ayala Omaña, Delgadillo Santander, & Ferrer Oropeza, julio-diciembre, 2017, p.260-261)

Antecedentes nacionales

Bogotá ha enfrentado siete terremotos.

La Administración Distrital recordó los temblores de grandes proporciones que se han registrado en la capital, el más reciente tuvo lugar en el año de 1967, cuando la ciudad tenía un millón y medio de habitantes.

En ese entonces se registraron 13 muertos, y 100 heridos. Su epicentro fue en el departamento del Huila, razón por la cual no se presentaron más víctimas mortales.

Cinco meses antes, el 4 de septiembre de 1966, un movimiento telúrico con cinco kilómetros de profundidad hizo temblar a la capital. El sismo se presentó en la localidad de Usme, dejando seis personas muertas, 30 personas heridas y 200 casas destruidas.

El tercer caso, fue el del 29 de agosto de 1917. Durante 10 días, desde el 29 de agosto en adelante, una larga serie de temblores y terremotos se presentaron en la ciudad, pero el más fuerte se vivió a las 6:30 de la mañana del viernes 31. Este sismo sacudió a la capital durante 15 segundos.

Un cuarto movimiento se registró a comienzos de milenio, el 31 de enero de 1906. Igualmente, el 17 de junio de 1826 (...) [Bogotá vivió] uno de los remesones más fuertes que se han sentido en la ciudad, (...) varias edificaciones sufrieron daños considerables.

El 16 de noviembre de 1827 ocurrió otro temblor, el cual destruyó varios conventos y casas. El 12 de julio de 1785, se vivió uno de los temblores más largos, dos minutos fueron suficientes para que los ciudadanos quedaran sin aliento.

El sismo más antiguo fue el 18 de octubre 1743, quienes lo vivieron contaron que lo más impresionante fue el ruido que se sintió por debajo de la tierra. (ESPECTADOR, 2009)

Tabla 1. *Sismos con daños intermedios y severos en Bogotá.*

Fecha	Origen	Efectos en Bogotá	Intensidad
1743, octubre 18	Páramo Chingaza	Daños intermedios	VII
1785, julio 12	Páramo Chingaza	Daños severos	VIII
1826, junio 17	Sopó	Daños intermedios	VII
1827, noviembre 16	Timaná (Huila)	Daños severos	VIII
1917, agosto 31	Páramo Sumapz	Daños severos	VIII
1928, noviembre 1	Valle de Tenza	Daños intermedios	VII
1967, febrero 9	Vegalarga (Huila)	Daños intermedios	VI - VII

Fuente: Tomada y adaptada de Baquero, A. E. (Octubre de 2004). Sociedad geografica de colombia academia de ciencias geograficas. Recuperado el 23 de marzo de 2019, de www.sogeocol.edu.co: <https://sogeocol.edu.co/documentos/histosisbta.pdf>

Reconocimiento al esfuerzo de los estudiantes del diplomado de gestión de riesgo.

La Alcaldía Local graduó a 80 candelarios en Gestión del Riesgo, el diplomado en el cual se les enseñó de primeros auxilios, contra incendios, evacuación, entre otros, este buscaba capacitar a la comunidad de La Candelaria en el manejo de una emergencia.

Para la Alcaldía de La Candelaria la población civil es un actor clave para coordinar acciones conjuntas que hagan frente al riesgo, por eso seguiremos trabajando de la mano de la comunidad. (webmasterlocal2, ALCALDÍA LOCAL LA CANDELARIA, 2017)

Recomendaciones para los candelarios por temporada de lluvias.

La localidad 17 por su ubicación en el piedemonte de los cerros orientales, está bajo la influencia de las precipitaciones, sin embargo, a la fecha no se han presentado fenómenos de remoción de masas, colapsos estructurales, ni inundaciones, pero sí fenómenos de encharcamiento. El encharcamiento es cuando el sistema hidráulico que fue diseñado bajo unos promedios de lluvia son superados por aguaceros extraordinarios, lo cual no significa que La Candelaria esté al borde de una emergencia (...).

En días pasados por fuerte precipitación en el Centro Histórico se generó un encharcamiento en el barrio Egipto, esta situación que no pasó a mayores, dejó una familia afectada, ante esta situación la Secretaría de Integración Social y La Alcaldía Local procedió a entregar las ayudas pertinentes, que consisten en un kit de limpieza y desinfección y un kit noche compuesto de una colchoneta, cobijas y almohadas. A la comunidad se le recomienda hacerle mantenimiento a los techos, canales y bajantes. Es importante retirar las basuras y mantener las alcantarillas limpias y ante una emergencia llamar al número único de emergencias 123, en caso de inundación al 116, teléfono del Acueducto, con el fin de que envíen cuadrillas para actuar sobre el hecho.

(webmasterlocal2, ALCALDÍA LOCAL LA CANDELARIA, 2018)

Marco teórico

¿Qué son los sismos?

El planeta está en permanente movimiento desde hace millones de años y su interior se divide en tres capas concéntricas: el núcleo, el manto y la corteza terrestre. La corteza terrestre es la capa más superficial de la Tierra. Es similar a una cáscara sólida que flota sobre el manto.

Dependiendo de su densidad se divide en corteza oceánica y corteza continental. La corteza terrestre está dividida en fragmentos conocidos como placas tectónicas las cuales flotan y se mueven sobre el manto en diferentes direcciones y velocidades. (IDIGER, 2018)

Colombia es un país que se localiza dentro de una de las zonas sísmicas más activas de la Tierra, debido a que en la región convergen las placas tectónicas de Nazca y del Caribe contra la placa Suramericana. La interacción continua entre las placas Nazca y suramericana que se mueven y chocan entre sí, ha producido la formación de montañas, cordilleras y fallas geológicas.

En la costa pacífica colombiana se presenta un proceso de subducción en la cual la placa Nazca se introduce debajo de la placa Suramericana, el material rocoso entra de nuevo en el manto que se encuentra a altas temperaturas, y allí se funde para luego volver a salir a través de los volcanes; como los que se encuentran en la Cordillera Central del territorio colombiano. (IDIGER, 2018)

Sismos en Colombia.

La sismicidad en Colombia está relacionada con la actividad en la zona de subducción del pacífico colombiano y en las fallas geológicas. Una de las zonas con la mayor concentración de

eventos sísmicos en Colombia es el “Nido sísmico de Bucaramanga”, con epicentros ubicados en la zona de la Mesa de Los Santos en el departamento de Santander. (IDIGER, 2018)

Para evaluar la amenaza sísmica es necesario conocer dónde se pueden generar los sismos. El territorio colombiano presenta diferentes niveles de amenaza sísmica (alta, intermedia y baja), determinados por la información sísmica registrada a nivel histórico e instrumental, así como por probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos. En general, el 83% de la población está ubicada en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta. (IDIGER, 2018)



Figura 1. Principales sistemas de fallas geológicas activas en Colombia.
Fuente: IDIGER. (29 de Noviembre de 2018). Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

Amenaza sísmica en Bogotá.

La ciudad de Bogotá está expuesta a la actividad sísmica generada por los diversos sistemas de fallas geológicas activas existentes en el país, en mayor o menor grado en función de la distancia de la capital a estos sistemas, tales como el sistema de Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Falla Guaicáramo, Falla Algeciras), Falla Usme, Honda e Ibagué. (IDIGER, 2018)

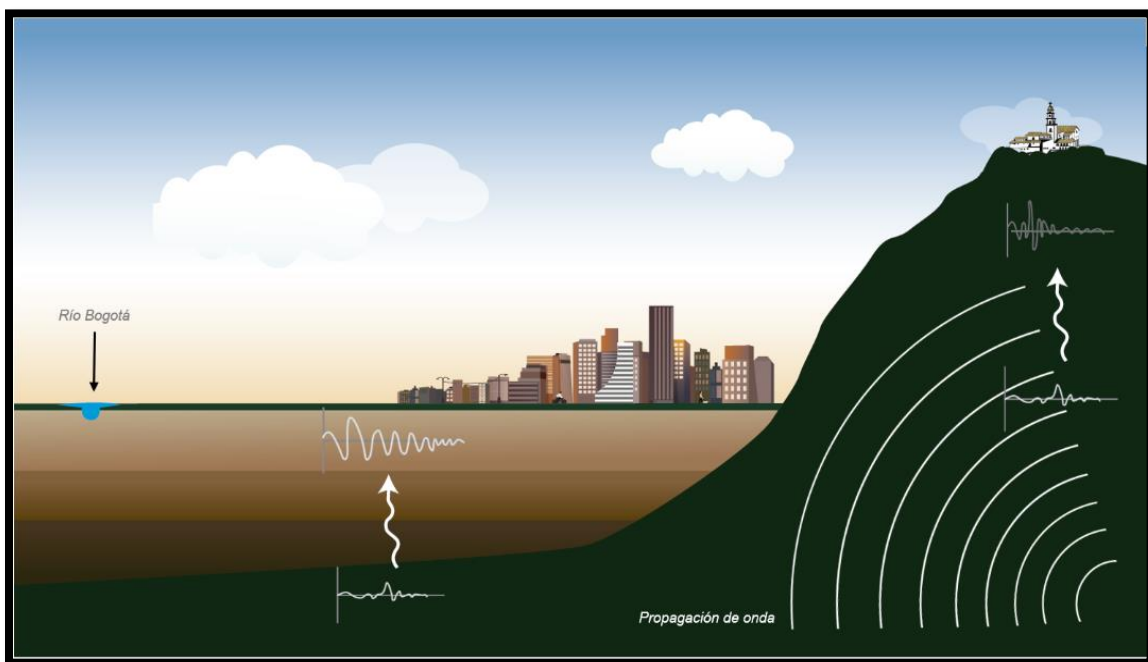


Figura 2. Amplificación de las ondas sísmicas debido al tipo de suelo y cambios en la topografía.

Fuente: IDIGER. (29 de Noviembre de 2018). Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y Cambio Climatico. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de <https://www.idiger.gov.co/rsismico>.

Bogotá se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica intermedia, dado que se encuentra ubicada aproximadamente a 40 km de distancia del sistema de Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Falla del Piedemonte Llanero) que es la fuente sísmica activa más cercana a la ciudad y que tiene el potencial de generar sismos de magnitudes importantes.

Los efectos locales, es decir la respuesta del suelo en superficie producto de la propagación de las ondas sísmicas a través de los materiales de los cuales está constituido, dependen del tipo de suelo y la topografía del terreno. (IDIGER, 2018)

La ciudad de Bogotá cuenta con estudios detallados de respuesta dinámica de los suelos por la actividad sísmica regional, conocidos como microzonificación sísmica. A partir de estos estudios se definen parámetros de sismo resistencia para edificaciones que están reglamentados en el Decreto Distrital 523 de 2010 por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C. (IDIGER, 2018)

Estimaciones de daño por sismo en Bogotá: riesgo sísmico.

Los daños que puede causar un terremoto no dependen únicamente de su magnitud, profundidad y distancia al epicentro, también influye la forma en la que se construyen las edificaciones que hay en el área afectada en relación con el tipo de suelo y la topografía del terreno. Los efectos que ocasiona un terremoto se evidencian en su impacto en edificaciones, infraestructura y redes de servicios públicos. (IDIGER, 2018)

La vulnerabilidad sísmica está representada por la capacidad de una edificación para resistir daño o afectación frente a la amenaza sísmica. Por lo tanto, para reducir la vulnerabilidad de las edificaciones ante un sismo es importante construir de acuerdo a la norma de construcción sismo resistente vigente. (IDIGER, 2018)

Reducción del riesgo sísmico.

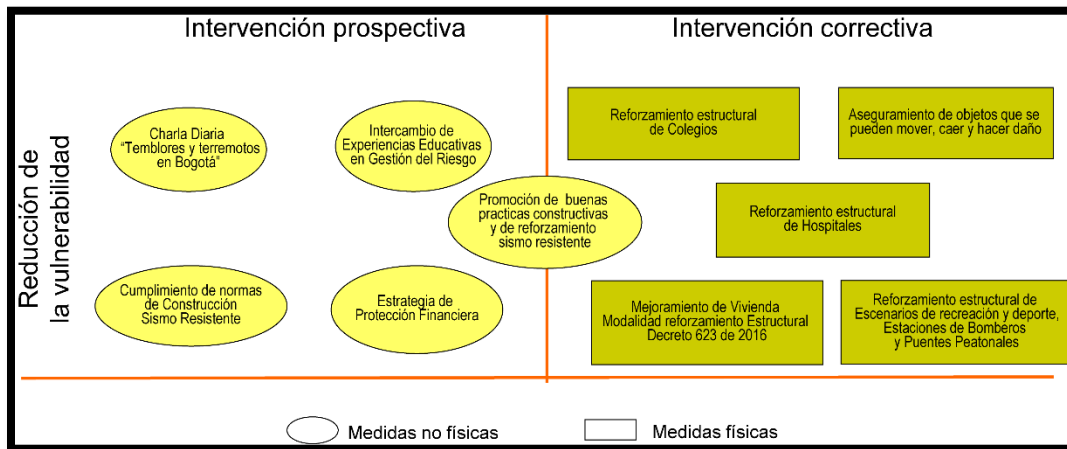


Figura 3. Reducción del riesgo sísmico.

Fuente: IDIGER. (29 de Noviembre de 2018). Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y Cambio Climatico. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

Características de los desastres.

Un desastre puede definirse como un evento o suceso que ocurre, en la mayoría de los casos, en forma repentina e inesperada, causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y/o daños severos sobre el medio ambiente. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida, genera adversidad, desamparo y sufrimiento en las personas, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y/o la modificación del medio ambiente; lo anterior determina la necesidad de asistencia y de intervención inmediata. (Cardona, 1991, p.52)

Los desastres pueden ser originados por un fenómeno natural, provocados por el hombre o ser consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos.

Algunos desastres de origen natural corresponden a amenazas que no pueden ser neutralizadas debido a que difícilmente su mecanismo de origen puede ser intervenido, aunque en algunos casos puede controlarse parcialmente. Terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis y huracanes son ejemplos de amenazas que aún no pueden ser intervenidas en la práctica, mientras que inundaciones y deslizamientos pueden llegar a controlarse o atenuarse con obras civiles de canalización y estabilización de suelos. (Cardona, 1991, p.52)

Efectos de los desastres.

Los efectos que puede causar un desastre varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos y de la naturaleza del evento mismo. El impacto puede causar diferentes tipos de alteraciones. En general pueden considerarse como elementos bajo riesgo la población, el medio ambiente y la estructura física representada por la vivienda, la industria, el comercio y los servicios públicos. Los efectos pueden clasificarse en pérdidas directas e indirectas.

Las pérdidas directas están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños en la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat. (Cardona, 1991, p.53)

Las pérdidas indirectas generalmente pueden subdividirse en efectos sociales tales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que puede tomar una región con respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción. (Cardona, 1991, p.53)

Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es el grado de resistencia y/o exposición de un elemento frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, económica, cultural e ideológica, institucional y política, o de otro tipo. Se refiere a una serie de características que predisponen a una persona, un grupo o una sociedad a sufrir daños frente al impacto de un peligro y que dificultan su recuperación.

Esos factores de vulnerabilidad pueden revertirse en capitales o recursos, a través del fortalecimiento de los medios de vida, entendido como la combinación de todas las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o sociedad que puedan reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre. El desarrollo de las capacidades permite reforzar los medios de vida y aumentar la protección de dichos medios ante la ocurrencia de un evento peligroso. (Caritas del Perú, 2009, p. 19-20)

Tabla 2. *Vulnerabilidad global.*

VULNERABILIDAD GLOBAL	FACTORES DE VULNERABILIDAD	MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES	CAPITALES O RECURSOS	RESILIENCIA
	Ambiental y ecológico		Natural	
	Físico		Físico	
	Económico		Financiero	
	Social		Social	
	Cultural e ideológico			
	Político e institucional			
	Educativo		Humano	
	Científico y tecnológico			

Fuente: Tomado y adoptado de Caritas del Perú, C. (2009). Gestión del riesgo de desastres para la planificación del desarrollo local. Perú. 1ra. ed. Editorial Servicios Educativos El Agustino.

Vulnerabilidad sísmica.

Según Sandi, (citado en Safina, 2003), la vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura descrita a través de una causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño.

Para Barbat (citado en Safina, 2003), la naturaleza y alcance de un estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de afectación o daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. En este sentido, la caracterización de la vulnerabilidad sísmica de una estructura está estrechamente vinculada a los probables daños inducidos como consecuencia de un movimiento sísmico que dependen fundamentalmente de tres factores; la severidad del movimiento en el emplazamiento, las características de la estructura y su vulnerabilidad sísmica.

Estimación del peligro para el caso de sismo.

En el estudio del peligro sísmico y su defecto en cualquier tipo de construcción se requiere de un parámetro que permita medir la intensidad del sismo en una región, para que este a su vez se pueda relacionar con el daño esperado en los diversos tipos de estructuras; siendo la aceleración el parámetro que regularmente suele ser confiable y de aplicación práctica en estos casos (...).

Existen varias formas de valuar el peligro sísmico, sin embargo, se debe seleccionar aquella que permita hacer una mejor estimación de la respuesta sísmica de las construcciones, tomando en consideración en la medida de lo posible, las diversas variables que influyan en la intensidad del movimiento sísmico (...). (Corona, 2014,p.30)

Técnicas de recolección de datos.

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos. Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común. En la presente investigación trata con detalle los pasos que se debe seguir en el proceso de recolección de datos, con las técnicas ya antes nombradas.

Las 5 principales técnicas de recolección de datos son:

1. Entrevistas
2. La encuesta
3. La observación
4. Diccionario de datos
5. Diagrama de flujo

(González, W., 2009).

Escala sismológica.

Escala de Richter. La escala sismológica de Richter o escala de magnitud local (ML), es una escala logarítmica arbitraria que asigna un número para cuantificar la energía liberada en un terremoto, denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Richter (1900-1985).
(Citma, 2011, p.1)

La escala de Richter es la escala utilizada para evaluar y comparar la intensidad de los sismos. Esta escala mide la energía del terremoto en el hipocentro o foco y sigue una escala de intensidades que aumenta exponencialmente de un valor al siguiente. Aunque la escala de Richter no tiene límite superior, hasta hoy ningún sismo ha superado 9.6 de magnitud.

Ésta es una escala logarítmica: La magnitud de un sismo aumenta 10 veces de un grado al siguiente. Por ejemplo, un temblor de grado 5 es 10 veces más intenso que uno de grado 4 y un temblor de grado 8 no es el doble de intenso que uno de grado 4, sino 10000 más fuerte. (Citma, 2011, p.2)

Tabla 3. *Escala de intensidad de grados.*

ENCABEZADO 1	ENCABEZADO 2
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 -5.4	Puede sentirse, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 – 6.9	Ocasiona daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 – 7.9	Causa graves daños.
8 o mayor	Destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: Tomada y adaptada de Citma, C. (3 de Junio de 2011, p.3). Ecured. Obtenido de https://www.ecured.cu/index.php?title=Escala_de_Richter&action=info

Los efectos de un terremoto según su magnitud en la escala de Richter.

La escala de Richter es una de las más utilizadas para medir la magnitud de un movimiento sísmico. A continuación, se describen los efectos provocados habitualmente por un terremoto según su magnitud en esta escala.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los efectos dependerán también de otros factores como la profundidad a la que se haya producido el movimiento sísmico, la distancia a que nos encontremos del epicentro y, en general, las condiciones geológicas de la zona afectada.

(vanguardia, 2015)

Micro.

Menos de 2,0: Estos movimientos no son perceptibles por las personas y sólo quedan registrados por los sismógrafos. Se producen de manera continua, miles cada día. (vanguardia, 2015)

Menor.

De 2,0 a 2,9: Sólo algunas personas los perciben, y muy débilmente. Se producen algo más de un millón cada año. (vanguardia, 2015)

De 3,0 a 3,9: Son perceptibles, pero casi nunca provocan daños. Se puede llegar al notar el movimiento de algunos objetos en el interior de los edificios. Se producen unos 100.000 terremotos al año de esta magnitud. (vanguardia, 2015)

Ligero.

De 4,0 a 4,9: Se trata de un sismo significativo, percibido por la mayor parte de la gente en la zona afectada, aunque es poco probable que se produzcan daños. Provoca que se muevan los objetos en el interior de los edificios. Se producen entre 10.000 y 15.000 terremotos ligeros cada año. (vanguardia, 2015)

Moderado.

De 5,0 a 5,9: Todas las personas lo perciben. En edificaciones bien diseñadas y construidas, los daños son inexistentes o, como mucho, leves. Pero puede provocar daños mayores en edificios mal construidos o que estén en mal estado. Se producen entre 1.000 y 1.500 terremotos moderados cada año en todo el mundo. Puede llegar a provocar algunas víctimas mortales.

(vanguardia, 2015)

Fuerte.

De 6,0 a 6,9: Se percibe el terremoto en zonas muy amplias, situadas a centenares de kilómetros del epicentro. En la zona del epicentro el movimiento de la tierra es entre fuerte y violento. Suele provocar daños entre moderados y severos en los edificios de mala calidad. El daño es menor en estructuras bien construidas, y mucho más leve en los edificios diseñados contra los terremotos. Se producen entre 100 y 150 terremotos de este tipo cada año. Pueden llegar a provocar miles de víctimas mortales en función de la zona afectada. (vanguardia, 2015)

Mayor.

De 7,0 a 7,9: Provoca daños en la mayoría de los edificios. Algunos pueden quedar totalmente destruidos. Los edificios bien construidos también pueden quedar dañados. Los daños suelen ser significativos en la zona situada hasta 250 kilómetros del epicentro. La cifra de víctimas mortales suele ser muy significativa. Se producen entre 10 y 20 terremotos mayores al año. (vanguardia, 2015)

Gran.

De 8,0 a 8,9: Los daños son muy importantes en todos los edificios y estructuras no diseñados contra los terremotos, y entre moderados e importantes en los edificios más resistentes. Los efectos se dejan sentir en zonas muy amplias. Suelen provocar miles de muertos. Cada año se suele producir un terremoto de esta magnitud. (vanguardia, 2015)

De 9,0 a 9,9: Estos terremotos provocan una destrucción casi total en zonas muy amplias, con daños muy importantes en todo tipo de edificios. Además, se producen cambios permanentes en la topografía de la zona afectada por el movimiento. Suelen provocar más de 10.000 muertos. Se produce un terremoto de esta magnitud con muy poca frecuencia (entre 10 y 50 años). (vanguardia, 2015)

Épico.

Más de 10: No se ha registrado nunca un terremoto de esta magnitud. (vanguardia, 2015)

Coefficiente de importancia.

El coeficiente de importancia es indispensable a la hora que se presenta un sismo, pues este mismo, caracteriza las estructuras unas de otras según su crucial desempeño en el momento posterior a un sismo, pues las estructuras más fundamentales son las que deben quedar con los menores daños posibles y estar calificadas para seguir su funcionamiento

Según la norma NSR10, están caracterizadas de la siguiente manera:

Tabla 4. *Coefficiente de importancia.*

COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	
GRUPO DE USO	VALOR
IV	"Edificaciones indispensables"
III	"Edificaciones de atención a la comunidad"
II	"Estructuras de ocupación especial"
I	"Estructuras de ocupación normal"

Fuente: Tomada y adaptada de Resistente, N. S. (2010). Estructural. Colombia: Titulo A, p. A-25

Clase de construcción y edificación.

La clase de construcción y edificación están caracterizadas de dos formas, según la unidad de Catastro Distrital en la ciudad de Bogotá se constituyen de la siguiente manera:

Tabla 5. *Clase de construcción y edificación.*

CLASE DE CONSTRUCCION Y EDIFICACION	
"R"	"C"
RESIDENCIAL	Comercial
	Industrial
	Dotacional
	Recreacional

Fuente: Tomada y adaptada de DISTRITAL, U. A. (2019). Documento tecnico manual de calificacion de las construcciones. Bogotá.

Tipología de la construcción.

De acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 5.3.1 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, existen distintos Tipos y Categorías de Construcción, las que se clasifican de acuerdo con su material predominante y al tipo de estructura en 9 clases, según como siguiente

Tabla 6:**Tabla 6.** *Tipología de construcción.*

TIPOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN	
CATEGORÍA	TIPO
CLASE A	estructura soportante de acero
CLASE B	estructura soportante de hormigón armado
CLASE C	estructura soportante de albañilería de ladrillo
CLASE D	estructura soportante de albañilería de bloques o piedra
CLASE E	estructura soportante de madera
CLASE F	estructura soportante de adobe
CLASE G	estructuras prefabricadas con estructura metálica
CLASE H	estructura prefabricada de madera
CLASE I	estructura de placas o paneles

Fuente: Tomado y adaptado de ARQ+DOM. (09 de mayo de 2009). ARQ+DOM arquitectura permisos de edificación. Obtenido de <https://www.arqydom.cl/categorias-y-tipos-de-construcciones/>

Factores que inciden en el avalúo de las construcciones o edificaciones.

serán muy útiles y de vital importancia cuando nos referimos al puntaje final que obtendrá cada una de las estructuras, ya que, para gestionar una vulnerabilidad física por sismos, ese puntaje nos arrojará niveles de daño según su tipo de material de construcción.

A continuación, se muestran en la siguiente tabla los diferentes factores que inciden en una estructura:

Tabla 7. *Factores que inciden en el avalúo de las construcciones o edificaciones.*

Factores que inciden en el avalúo de las construcciones o edificaciones
Los materiales de construcción y su calidad
La tipología de la construcción.
Las condiciones urbanísticas y arquitectónicas
La normatividad definida en el Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial
La edad o vetustez

Fuente: Tomada y adaptada de CODAZZI, I. G. (23 septiembre 2008). resolución 620 del 2008. Bogotá.

Curvas de fragilidad.

Las curvas de fragilidad proveen información en forma gráfica mediante una función de la intensidad del movimiento del suelo y la probabilidad de que la respuesta de una estructura determinada sometida a una serie de sollicitaciones sísmicas exceda ciertos estados límite de funcionamiento. Estas curvas pueden ser obtenidas a partir de observaciones después de ocurrido un sismo o mediante un análisis numérico de la estructura. (Solórzano Arias, 2005)

Curvas de fragilidad de HAZUS.

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias, FEMA por sus siglas en inglés, publicó en 1999 el programa HAZUS que proviene de Hazards U.S. en el cual se presenta una metodología para la estimación de las pérdidas por sismos. Más que eso, HAZUS presenta información muy práctica que puede ser utilizada en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una ciudad en forma bastante rápida. Entre la información provista por HAZUS se tienen las curvas de fragilidad, tema que se aborda en este artículo. En efecto, HAZUS 99 presenta estas curvas para cuatro niveles de diseño denominados: pre-norma, bajo, moderado y alto.

Mediante el análisis no lineal de 692 casos de estructuras de hormigón armado constituidas por vigas y columnas, de uno a seis pisos y sometidas a nueve registros sísmicos medidos en Colombia y con aceleración máxima del suelo mayor a 0.1 g, se presentan curvas de fragilidad de desplazamiento lateral máximo. Las curvas se comparan con las reportadas por el programa HAZUS y curvas de fragilidad de la deriva máxima de piso. La geometría, armado (o refuerzos) y los materiales de las estructuras responden a la forma como se construye en el Ecuador. Se presentan curvas de fragilidad para cuatro niveles de daño sísmico denominados: leve, moderado, extenso y completo. (Aguiar & Bobadilla, 2006)

Marco conceptual

Para el análisis de la estimación de daños es necesario la utilización de conceptos que aporten a la determinación de este, por lo tanto, se hace necesario fijar conceptos que son utilizados en el presente trabajo.

Accidente. Evento o interrupción repentina no planeada de una actividad que da lugar a muerte, lesión, daño u otra pérdida a las personas, a la propiedad, al ambiente, a la calidad o pérdida en el proceso. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Alerta. Estado o situación de vigilancia sobre la posibilidad de ocurrencia de un evento cualquiera. O acciones específicas de respuesta frente a una emergencia. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Amenaza. Condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio natural o antrópico no intencional, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. Es un factor de riesgo externo. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Emergencia. Todo evento identificable en el tiempo, que produce un estado de perturbación funcional en el sistema, por la ocurrencia de un evento indeseable, que en su momento exige una respuesta mayor a la establecida mediante los recursos normalmente disponibles, produciendo una modificación sustancial pero temporal, sobre el sistema involucrado, el cual compromete a la comunidad o el ambiente, alterando los servicios e impidiendo el normal desarrollo de las actividades esenciales. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Incidente o evento. Suceso de causa natural o por actividad humana que requiere la acción de personal de servicios de emergencias para proteger vidas, bienes y ambiente. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Mapa. Representación geográfica en una superficie de la tierra o de parte de ella en una superficie plana. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Medidas de seguridad. Son aquellas acciones, para disminuir la probabilidad de un evento adverso. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Mitigación. Toda acción que se refiere a reducir el riesgo existente. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Plan de emergencia. El Plan de Emergencia y Contingencias es el instrumento principal que define las políticas, los sistemas de organización y los procedimientos generales aplicables para enfrentar de manera oportuna, eficiente y eficaz las situaciones de calamidad, desastre o emergencia, en sus distintas fases. Con el fin de mitigar o reducir los efectos negativos o lesivos de las situaciones que se presenten en la Organización. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Planes de contingencia. Son instrumentos complementarios a los planes de emergencia de cualquier nivel, que proveen información específica para la atención de emergencias derivadas de un riesgo y/o en un sector específico. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 10)

Planificar. Formular objetivos y determinar las actividades y los recursos para lograrlos. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Prevención. Toda acción tendiente a evitar la generación de nuevos riesgos.

(EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Punto de encuentro. Sitio seguro, definido para la llegada del personal en caso de evacuación. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Recurso. Equipamiento y personal disponibles o potencialmente disponibles para su asignación táctica a un incidente. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Sistema de alarma. Medio audible y/o visual que permite avisar que ocurre un evento y pone en riesgo la integridad de personas, animales ó propiedades. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Vulnerabilidad. Característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza. Es un factor de riesgo interno. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Zona de impacto. Área afectada directamente por un incidente, evento o emergencia, de origen natural o antrópico, que sufre daños, fallas o deterioro en su estructura y funcionamiento normal. (EMERGENCIAS-FOPAE, 2013, p. 11)

Marco legal

Tabla 8. *Resumen de normatividad sobre análisis de la estimación de daños.*

MARCO NORMATIVO	DESCRIPCIÓN
Ley 1 de 1992	Reglamentó la división territorial del Distrito Capital y le asignó la nomenclatura de Localidad 17, como reconocimiento de su importancia como centro histórico, arquitectónico y cultural de la ciudad, además de albergar el centro administrativo del país.
Ley N°388 de 1997	Esta ley tiene fundamento en el ordenamiento Territorial Municipal y Distrital, se basa en estrategias de uso y ocupación del territorio, es decir, en la disposición ordenada de los habitantes, las actividades y la infraestructura en el territorio, la cual compete en el desarrollo del trabajo de grado, ya que establece mecanismos que promueven, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural, además de facilitar la ejecución de actuaciones urbanas integrales. (Ley N°388, 1997)
Ley 388 de 1997 y el Decreto 190 de 2004 el cual compila las normas de los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003	Que conforman el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, D. C. para efectos metodológicos; donde se determina que el ordenamiento del territorio municipal y distrital tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible a través de estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales.
Ley N°46 de 1998	Prevención y manejo de emergencias por la cual se crea y organiza el sistema nacional para prevención y atención de desastres, para prevenir y atender las situaciones de este tipo que se pueden traducir en desastres.
Ley N°1523 de 2012	Determina que los tres niveles de gobierno (nacional, departamental y municipal) deben formular e implementar planes de gestión del riesgo para priorizar, programar y ejecutar acciones por parte de las entidades del sistema nacional, en el marco de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo del desastre, como parte del ordenamiento territorial y del desarrollo, así como para realizar su Seguimiento y evaluación. (Ley N°1523, 2012)
Decreto 166 de 2004 Alcalde Mayor	Por el cual se asigna la función de emitir conceptos de amenaza de ruina sobre los inmuebles ubicados en Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.
Decreto 327 de 2004 Alcalde Mayor	Por el cual se reglamenta el Tratamiento de Desarrollo Urbanístico en el Distrito Capital
Decreto 451 de 2005 Alcalde Mayor	Por el cual se implementa el Sistema del Número Único de Seguridad y Emergencias para el Distrito Capital NUSE 123, creado por el capítulo 6 del Decreto 503 de 2003 y se dictan otras disposiciones.

Decreto 564 de 2006 Nivel Nacional	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos; a la legalización de asentamientos humanos constituidos por viviendas de Interés Social, y se expiden otras disposiciones.
Decreto 38 de 2007 Alcalde Mayor	Por medio del cual se asigna a los alcaldes locales la función de ordenar la desocupación y demolición de inmuebles ubicados en zonas de alto riesgo y se dicta otras disposiciones
Decreto 4550 de 2009 Nivel Nacional	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-ley 919 de 1989 y la Ley 1228 de 2008, especialmente en relación con la adecuación, reparación y/o reconstrucción de edificaciones, con posterioridad a la declaración de una situación de desastre o calamidad pública.
Decreto 1469 de 2010 Nivel Nacional	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.
Decreto 92 de 2011 Nivel Nacional	Modifíquese el Reglamento de Construcciones Sismo resistentes, NSR- 10, en los ordinales, numerales, literales y párrafos, figuras, tablas, notas, ecuaciones, valores, coeficientes y demás aspectos técnicos, según documento anexo, que hace parte del presente decreto.
Decreto 172 de 2014 (abril 30)	Por el cual se reglamenta el Acuerdo 546 de 2013, se organizan las instancias de coordinación y orientación del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático SDGR-CC y se definen lineamientos para su funcionamiento.
Decreto 1807 de 2014 Nivel Nacional	Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2157 de 2017	Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.
El artículo 65 de la Ley 99 de 1993	Establece que corresponde en materia ambiental a los municipios y distritos elaborar y adoptar planes, programas y proyectos ambientales y dictar normas para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico.
Acuerdo 341 de 2008 Concejo de Bogotá D.C.	Por el cual se adiciona el Acuerdo No. 30 de 2001 y se establece la realización de un simulacro de actuación en caso de un evento de calamidad pública de gran magnitud con la participación de todos los habitantes de la ciudad.
Acuerdo 117 de 2003	Por el cual se modifican y precisan los límites de las Localidades de Santa Fe, San Cristóbal, Tunjuelito, Antonio Nariño, Candelaria y Rafael Uribe descritos en los Acuerdos 8 de 1977,14 de 1983 y 15 de 1993.

Fuente: Autores.

Marco contextual

Localización.

El barrio belén se encuentra localizado en el centro-oriente de la ciudad de Bogotá, y hace parte de uno de los ocho barrios que conforman la localidad de la candelaria. Está situado a escasos metros del cerro de Monserrate y es uno de los pioneros caracterizados por el nacimiento y fundación de la ciudad de Bogotá, capital de Colombia.

Tiene como coordenadas geográficas -74.073165, 4.591579 respectivamente, con una altitud promedio de 3152 metros sobre el nivel del mar, caracterizado por ubicarse dentro de un terreno con pendientes muy altas.

En la localidad de La Candelaria se pueden encontrar con un hermoso sector de calles empedradas que remiten a la época de la colonia, fachadas en piedra y los vivos colores de las casas que conforman el barrio Belén. Sus calles empinadas invitan a recorrer este antiguo lugar de Bogotá, lleno de tradición e historia y por supuesto de gente amable y calurosa que dan la bienvenida a quien desee recorrerlo. (webmasterlocal2, 2017)

Es una zona altamente demandada por empresas constructoras y a la vez en conflicto por lo que representa para la historia de esta ciudad, cobijándose dentro de la ley como zona de patrimonio histórico, pero esto a su vez surgen ciertos problemas con respecto a la vulnerabilidad que representan cada una de las estructuras por su antigüedad y metodología de construcción hacia la comunidad.

Económicos.

Con la poca extensión de la Candelaria, por su carácter funcional histórico de Centro Administrativo Nacional y Distrital, es sede de un número considerable de instituciones gubernamentales, culturales, religiosas, educativas, financieras y comerciales, con una amplia gama de actividades económicas, predominando el sector terciario de la economía.

Las entidades con actividades o ubicación cultural alcanzan un gran porcentaje en la localidad de La Candelaria y son generadoras de un gran número de empleos, sin embargo, son las empresas del sector público que no prestan directamente servicios culturales, incluyendo las distritales, pero de manera principal las del gobierno central las que más aportan en la generación de empleo. Otros importantes generadores con asunto en el Centro Histórico son las universidades. Las actividades comerciales del Centro Histórico están caracterizadas por la presencia de pequeñas empresas dedicadas a la venta o comercio de bienes o servicios al consumidor. En la zona existen pocos supermercados de cadena, almacenes y no hay industria. En el caso de sucursales bancarias solo hay algunas.

La Candelaria es generadora de empleo en su parte comercial, principalmente no calificado, aunque existen algunos núcleos de personal especializados en banca, comercio y otras actividades de servicio. La localidad de La Candelaria según estudios realizados no se percibe como un centro para inversiones comerciales, sino como un área de atractivos culturales o de esparcimiento, o como centro de estudio o consulta. (Candelaria, 2017, p. 23-24)

La plataforma empresarial de la localidad tiene un claro patrón de especialización hacia el sector industrial, el cual presenta una participación del 68% dentro del total de activos empresariales de la Candelaria.

Le siguen con una importancia inferior, los sectores de comercio, restaurantes y hoteles, con una participación del 9,6% servicios financieros, inmobiliarios y empresariales 7,9% y transporte, almacenamiento y comunicaciones 5,3%. Otras actividades, incluidas las no clasificadas, participan cerca del 9% de la plataforma empresarial.

De acuerdo con el Censo General del DANE del año 2005: el 9,7 % de establecimientos se dedican a la industria, el 39,1% a comercio, 48,3% a servicios y el 2,9% a otra actividad. La escala de personal por actividad económica es de 45,9 % en Servicios, 41,4% en Comercio y 9,7% en Industria. Al revisar la información manejada por la Cámara de Comercio de Bogotá se encuentra que la estructura de participación en número de establecimientos por tamaño en la localidad es de 1.9 % en microempresas, 1.3 % en pequeña empresa y 0.9% en mediana empresa. (ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA,2013, p.40)

Sociales.

Hoy en día La Candelaria es la localidad 17, la más pequeña de Bogotá. Conformada además por los barrios La Catedral, Centro Administrativo, Belén, Santa Bárbara, Las Aguas, La Concordia y Egipto, constituye el centro histórico de la ciudad. Aquí se encuentran la Casa de Nariño y el Palacio Liévano; el Teatro de Cristóbal Colón, el Museo de Arte Colonial; varias de las iglesias más valiosas de la ciudad, como la de Santa Clara, que se comenzó a construir en 1616, además de universidades, la Biblioteca Luis Ángel Arango y varios museos. La Candelaria es la única localidad en la cual el número de habitantes ha disminuido con los años: en 1973 contaba con 35.047 habitantes, en 1985 con 30.948 y en 1993 con 27.450. El último censo indica que la población de la localidad es de 23.727. Sin embargo, la población flotante, la que día a día recorre sus calles, supera ampliamente este número.

Diariamente ingresan a La Candelaria 300.000 personas, lo que equivale a un promedio de 12 personas por cada residente. Este sector de la ciudad siempre está lleno de gente de todas partes del país, de personas que caminan de un lado a otro y toman el TransMilenio en Las Aguas o en la Jiménez; gente que vuela para terminar de hacer sus papeleos, para llegar a clase, para cumplir una cita. Todos los días, europeos y gringos recorren de arriba abajo las calles de la localidad.

Entre semana, La Candelaria está llena de hombres de corbata y de estudiantes; en el fin de semana, de familias que caminan por la séptima, van a visitar algún museo, a escuchar un concierto, almorzar o pasar un día de pura contemplación. Es claro que [de] La Candelaria (...) muy poco es lo que queda de la pequeña aldea de siglos atrás. Pero aún es posible disfrutar de esa tenue belleza, la misma de La niña de la columna, en algunas calles empedradas, en los patios de las casonas, en las iglesias, en las calles que, desde cerca de los cerros, parecen ondular.

La Candelaria es el barrio colonial bogotano más bien conservado. Es uno de los principales atractivos turísticos de la ciudad. (ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA, 2013, p.37-38)

Demografía.

De acuerdo con la estadística del DANE año 2005 del total de la población de la localidad de La Candelaria el 49,5% son hombres y el 50,5% son mujeres. El 3,4% de la población residente en la Candelaria se auto reconocen como raizal, palenquero, negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente. El DAPD estima que la localidad 17 tiene un 66,3 % de la población local en condiciones de pobreza. Uno de los mayores problemas sociales de la población de la localidad es el desempleo cuya tasa oficial del 13.5% era la séptima más alta para 2003 en Bogotá, afectando principalmente a los jóvenes de estratos bajos.

Unido al alto índice de hacinamiento (inquilinos) en los barrios del sur de la localidad, hacen que la tensión y los conflictos sean permanentes. (ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA,2013, p.38)

Factores climáticos.

La localidad de La Candelaria tiene una temperatura media de 14 grados centígrados y una humedad relativa media en los meses secos del 69%, la cual varía durante el día en forma inversa con la temperatura del aire. La precipitación media anual de la localidad oscila entre 1.050 mm anuales en el extremo occidental, hasta más de 1.150 mm en el borde oriental, en el sector de El Molino y la Quinta de Bolívar. Actualmente se debe hacer un nuevo estudio de los factores ambientales aquí descritos, toda vez que la construcción de grandes edificios por las universidades en el área de amortiguación de los cerros orientales ha cambiado la direccionalidad de la roza de los vientos, aumentando las temperaturas al interior del centro a su vez con el aumento de la concentración de la contaminación atmosférica y disminución en el porcentaje de humedad. (ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA,2013, p.22)

Hidrografía.

La Red Hidrográfica de la localidad de La Candelaria está conformada por numerosas quebradas que nacen en los cerros orientales de la ciudad en la localidad de Santa Fe, siendo las más significativas Quebrada Padre Jesús, Quebrada San Bruno, Quebrada Roosevelt. Sin embargo, son los ríos San Francisco y San Agustín que la corren actualmente por canales subterráneos bajo las Avenidas Jiménez y 6ª, respectivamente. El río San Francisco era el límite norte de Bogotá en sus primeros años de fundación.

Originalmente era conocido por los pueblos indígenas que habitaban la sabana de Bogotá, como río Vicachá que significa "El resplandor de la noche". Era el río más caudaloso de la región y durante sus primeros siglos, abasteció de agua a toda la ciudad. Nace en el páramo de Choachí y se extiende desde el Cerro de Monserrate, recibe el caudal de las quebradas San Bruno y Guadalupe y del río San Agustín en el lugar donde se encontraba ubicado el puente Uribe (Hoy es la carrera 13 con calle 6ª), el cual establecía el límite occidental de la ciudad y desemboca finalmente en el río Arzobispo. El Río San Francisco es alimentado en los cerros por las Quebradas La Grande y El Arrayan. Durante la década de 1930 el río fue canalizado y en su lugar se estableció la Avenida Jiménez. Entre 1999 y 2001 se construyó el Eje Ambiental recuperando el trazado original del río sobre una serie de pozetas, al modo de una gran fuente.

Y como gran sendero peatonal de ladrillo acompañado por el canal del río San Francisco y arborizado con especies de flora nativa como la palma de cera y pimientos muelles. El río San Francisco es drenado de los cerros de Monserrate y Guadalupe y sus principales afluentes del Río San Francisco, son Las Quebradas El Salitre y Cadillal, Chorrerón, Santa Isabel, Mochón del Diablo, Padre Jesús, Roosevelt y Santo Domingo (...).

El río San Agustín nace en los cerros de Guadalupe y La Peña, esta canalizado en la Av. Sexta de la Localidad, pasa por el costado Norte del Ministerio de Agricultura, es tributario del río Fucha y por recorrer el centro de la ciudad tiene una red combinada de alcantarillado (aguas lluvias y aguas negras) de acuerdo a esta mezcla de aguas se puede considerar como contaminado.

(ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA,2013, p.25-26)

Vegetación y fauna.

En la localidad de La Candelaria hay 3.224 árboles en espacio público, los cuales equivalen al 0.3% de los árboles de la ciudad que están en el espacio público. Según el plan Local de Arborización urbana de La Candelaria estos árboles están representados por 102 especies. Cerca del 51.2 % del total de la población arbórea de La Candelaria (1.651 árboles) se concentran únicamente en diez especies, siendo dominantes dos especies foráneas a saber: Acacia japonesa con 277 individuos (8.6%) y el Urapán con 250 individuos (7.8%). Dentro de este grupo la mitad de las especies son nativas, el caucho sabanero, el borrachero blanco, el arboloco, la palma de cera y el cajeto. (ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA,2013, p.23)

Morfología.

Uno de los rasgos morfológicos más notables en la vecindad de Bogotá, es el gran escarpe de Monserrate, en cuya base está situada la ciudad. El escarpe de Monserrate es un escarpe de falla, erosionado, que constituye el borde occidental de la Serranía de Bogotá. Este escarpe se levanta abruptamente del nivel general de la Sabana a 2,600 m de elevación en el sector de Usaquén y 7 km al sur ya tiene una altura de 370 m en el Cerro del Alto del Cable. Más adelante tiene una altura de 408 m en Monserrate, 360 m en Guadalupe, 450 m en el Alto de Diego Largo, 275 m en El Zuque, 200 m en el Cerro de La Teta y 300 m en el Boquerón de Chipaque, a 3,200 m de elevación, 26 km al SSW de Usaquén. Más adelante puede seguirse por Cerro Negro (3,400 m) y la Cuchilla Boca Grande (3,800 m) hasta el valle de Nazareth (2,800 m) sobre el Río Los Medios o Blanco, 60 km al SSW de Usaquén. Al norte de Usaquén el flanco occidental de la serranía no es un escarpe, sino por lo general una cuesta estructural. (Lobo & Guerrero, 2005, p.2)

Geología y suelos de la localidad de la candelaria.

La localidad de La Candelaria ocupa una porción del piedemonte de los cerros de Guadalupe y Monserrate, en el contacto entre éstos y el llano fluviolacustre de la Sabana de Bogotá.

Teniendo en cuenta la litografía, topografía, formaciones superficiales, suelos y procesos geomorfológicos, se identificaron cuatro unidades geomorfológicas:

- Una unidad de superficie plana a suavemente inclinadas de oriente a occidente (pendiente menor de 4 grados) constituida por depósitos fluviolacustres cuaternarios, con predominio de materiales arcillosos. La superficie de esta unidad se encuentra totalmente ocupada por construcciones y vías de estructura en general estable.
- Una unidad con pendientes entre 4 y 28 grados, formada por arcillas y areniscas meteorizadas que presentan localmente, en áreas no urbanizadas, inestabilidad y susceptibilidad al transporte de materiales. No obstante, en 90% de esta unidad está cubierta por infraestructura urbana.
- Una unidad con pendientes entre 4 y 28 grados, constituida por depósitos coluviales originados por degradación de los cerros al fracturarse sus materiales y ser arrastrados por hidrogravedad al pie de los cerros. Estos materiales coluviales se mezclan con otros de tipo aluvio torrencial que fueron transportados por el río San Francisco en el extremo nororiental de la localidad. Esta unidad está ocupada también por construcciones e infraestructura urbana estable.
- Por último, una unidad con pendientes mayores a 12 grados, que hace parte de la cuenca del río San Francisco y está ubicada topográficamente encima de las unidades anteriores. Contiene una litología arcillosa alterada y suelos residuales blandos y altamente frágiles.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, la localidad tiene suelos clasificados como urbanos, no cuenta con suelos rurales, ni áreas protegidas en suelo rural y urbano, ni áreas por desarrollar. (ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA, 2013, p.20-21)

La falla de Bogotá.

La Falla de Bogotá está situada en el borde occidental de la Serranía de Bogotá y tiene una longitud de 107 km, entre el Río Gallo en el Páramo de Sumapaz, al sur, y el Río Teusacá, al norte (*Figura 4*). Se encuentra inmediatamente al oriente de la ciudad de Bogotá y su traza pasa por entre los barrios El Paraiso, Siberia Central, Bellavista, Bosque Calderón Tejada, Las Acacias, Los Cerros, Los Rosales, El Refugio, Toscana y El Chicó. La actividad de esta falla quedó planteada desde 1940, cuando fué descrita por Thomas Clements. Su actividad tectónica reviste una enorme importancia desde el punto de vista de la sismogénesis en la Cordillera Oriental y la consecuente amenaza sísmica para la capital de la República (...). (Lobo & Guerrero, 2005, p.1)

La Falla de Bogotá, un cabalgamiento con rumbo N10°E y buzamiento de 15° a 25° E, se puede seguir en superficie o en el subsuelo por 107 km, entre el Río Gallo, en el Páramo de Sumapaz al sur y el Río Teusacá, al norte. Bordea el Anticlinal de Bogotá por el occidente y está estrechamente relacionada con el desarrollo de este pliegue. La Falla de Bogotá se desarrolla a partir de un nivel de despegue en la base de la columna del Cretáceo y por exageración del pliegue anticlinal llega a cortar su flanco occidental. Los Depósitos Glaciares del Barrio El Paraíso [Cuaternario, Fuquense], cubren tanto la Formación Guadalupe, como la Falla de Bogotá y la Formación Guaduas. Los depósitos del Pleistoceno no están desplazados por la falla, por lo que se deduce que la Falla de Bogotá es inactiva. (Lobo & Guerrero, 2005, p.1)

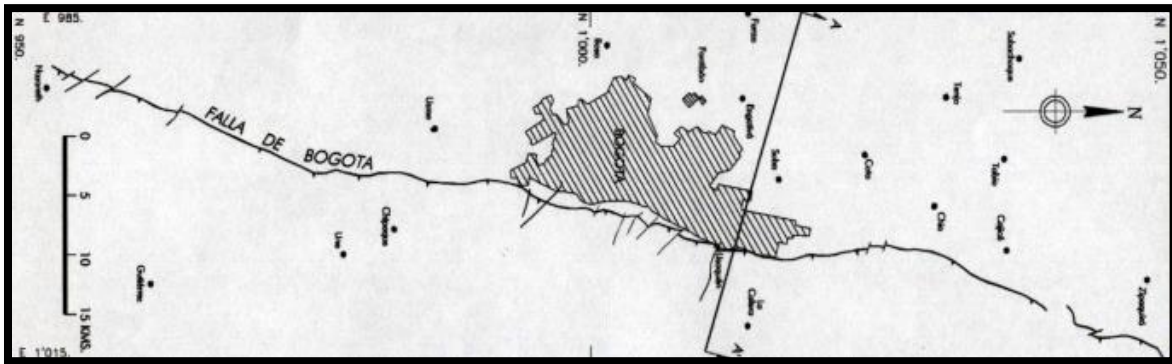


Figura 4. Mapa de localización, falla de Bogotá.

Fuente: Lobo, A., & Guerrero, U. (26 a 29 de Julio de 2005). X CONGRESO COLOMBIANO DE GEOLOGIA. Obtenido de http://www.logemin.com/eng/Download/pdf/23_Falla_de_Bogota_en_Cundinamarca_completo.pdf

Marco metodológico

Metodología propuesta por HAZUS.

El primer paso para mitigar los efectos de un desastre natural es identificar el impacto potencial del evento en la seguridad y la economía de la comunidad. Esta tarea puede ser muy complicada ya que requiere una inversión considerable de tiempo y de dinero y el esfuerzo concertado de muchos consultores en diferentes ramas de la ingeniería. HAZUS se diseñó para hacer estimaciones de daños producidos por terremotos en el ámbito regional, de una manera fácil y sencilla. El nombre de HAZUS viene de "Hazards U.S."

Es un programa de computadoras personales basado en una plataforma de sistemas de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés).

Los estimados de HAZUS pueden usarse en el ámbito local y nacional en Estados Unidos. Su desarrollo técnico fue delegado por “Federal Deformación lateral Carga lateral 29 Emergency Management Agency” (FEMA por sus siglas en inglés) a la compañía privada “Risk Management Solutions”, (RMS por sus siglas en inglés).

Las partes principales de HAZUS, versión del 99, son: una base de datos que abarca el inventario, sistemas de clasificación para edificios y líneas de servicio, datos sobre la geología del lugar incluyendo la localización y magnitud del evento sísmico esperado, la formulación matemática para calcular daños y pérdidas, y datos económicos.

El programa puede mostrar el inventario, los daños y las pérdidas en forma de tablas y en mapas a colores. Para estudiar los daños en un edificio hay que conocer su tipo (clasificado según las alternativas del programa), su altura, y el nivel de diseño sísmico. Las clasificaciones fueron tomadas del documento NEHRP “Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings” (FEMA 1992).

Estas clasificaciones originales se desglosan en tres rangos de acuerdo al número de pisos: de 1 a 3, de 4 a 8, y mayores de 9 pisos. Primero, los edificios se clasifican de acuerdo al material estructural principal. Puede seleccionarse entre edificios de madera, de acero, de concreto armado, de concreto pretensado, de bloques reforzados, y de bloques sin reforzar. (Solórzano Arias, 2005)

Metodologías curvas de fragilidad de Villar-Vega.

Villar-Vega et al. (2017) desarrollaron curvas de fragilidad de diversas estructuras residenciales representativas de Chile, Colombia, Perú y Venezuela.

La capacidad estructural se representó por medio de oscilares de un solo grado de libertad los cuales se sometieron a intensidades sísmicas de 300 registros de movimiento del terreno. Se realizó un análisis no-lineal de tiempo-historia (NLTHA por sus siglas en inglés) dando como resultado una distribución de daños para diferentes intensidades de movimiento. Se desarrollaron curvas para pórticos de concretos resistentes a momento dúctiles y no dúctiles entre 1 y 7 pisos (con y sin mampostería adosada), muros de concreto reforzado de 5 a 10 pisos, mampostería confinada dúctil y no dúctil entre 1 y 3 pisos, mampostería no reforzada de 1 a 6 pisos, estructuras en madera liviana y estructuras desconocidas (cuya información de resistencia es insuficiente). Para pórticos de concreto no dúctiles se asumieron dos tipos de mecanismo de falla: daños distribuidos en las vigas o rotulación en vigas y fallas por piso débil o rótulas en las columnas. Para pórticos de concreto con muros de mampostería adosada y mampostería confinada, se asumió una curva de capacidad trilineal con el propósito de considerar los efectos de la interacción entre los elementos de concreto y los muros de mampostería adosados.

Se usó una simulación de Monte-Carlo para generar 150 muestreos aleatorios de curvas de capacidad para cada clase de estructura analizada, esto permitió considerar la variabilidad en la curva de capacidad. Luego, se seleccionaron registros de movimiento fuerte compatibles con la sismicidad de la región. Para la construcción de las curvas de fragilidad se consideraron tres medidas de intensidad del movimiento fuerte del terreno: Aceleración pico efectiva, PGA, y aceleraciones espectrales, S_a , para periodos de 0.4 y 1 s. Se definieron cuatro estados de daño en función de desplazamiento de fluencia y colapso: Leve, moderado, grave y colapso. (Villar-Vega, 2017)

Metodología

Fases del proceso investigativo

El proyecto se llevará a cabo durante cuatro fases, las cuales encaminan el análisis de los datos recolectados, y la elaboración de las curvas de fragilidad para la evaluación de los estados de daño de la infraestructura de los barrios mencionados.

Fase 1: Identificación.

Durante esta fase se pretende realizar la búsqueda de información respecto a la normatividad que refiere a la gestión de riesgo y la construcción de edificaciones de dos o más niveles, así como trabajos investigativos que sirvan de apoyo para la ejecución del presente.

Fase 2: Conocimiento.

Esta fase consiste en recolectar información sobre las edificaciones a través de visitas de campo, fuentes primarias y secundarias.

Fase 3: Categorización.

una vez que se tiene la información recolectada de cada una de las edificaciones, se procede a realizar la respectiva categorización de estas, según uso del suelo, materiales y procesos constructivos.

Fase 4: Análisis.

Una vez que se realiza la respectiva categorización de las edificaciones, se procede a modelar la información para generar las curvas de fragilidad de estas y así organizar el respectivo escenario de riesgo sísmico en la zona de estudio.

Fase 5: Informe final.

En esta fase, se entregarán los resultados finales con cada una de las simulaciones de diferentes sismos, así como su información resumida en cada uno de los mapas georreferenciados de estimación de daño de acuerdo a cada una de las situaciones establecidas.



Figura 5.Fases del proceso investigativo.

Fuente: Autores.

Análisis de los resultados

En el análisis de los barrios Aguas, Centro administrativo y Egipto, se puede observar que se cuenta con 987 estructuras situados en la localidad de la candelaria, con 327, 314 y 346 estructuras respectivamente, inicialmente se encuentra con que únicamente cuentan con 9 de estas se encuentran en la condición de no habitable, lo que corresponde a un porcentaje mínimo (0.91%) de estructuras afectadas, como se puede observar en el documento anexo “Clasificación”.

Consideración es para la estimación de daño por sismo.

Después del análisis de los datos recolectados, se tiene en cuenta que, para la estimación del daño, se debe tener la información del Angulo de movimiento de la zona de falla, rumbo y buzamiento, velocidades de propagación de la energía dependiendo su distancia a la superficie y numero de movimientos del suelo generados por el sismo, se suponen valores de entrada tales como magnitud del sismo, longitud, latitud del epicentro y la profundidad, además de esto un conjunto de curvas de fragilidad con los valores característicos dependiendo su material, con el análisis previo se hace un modelo de exposición que indique la localización de la zona geográfica de interés, el número, ubicación y las características de las viviendas que se quiere analizar.

La estimación del número de casas dañadas se realizó utilizando para la medida de la intensidad del movimiento del suelo, el mapa de aceleración máxima (PGA por su sigla en inglés), las curvas de fragilidad propuestas por Hazus y por Villar-Vega. El número de casas dañadas se estimó utilizando el programa OpenQuake, de código abierto el cual es una calculadora científica diseñada por la organización Global Earthquake Model (GEM), en el cual

se pueden ingresar los datos indicados anteriormente para estimar los porcentajes de daño de cada una de las estructuras estudiadas en los barrios mencionados.

Las curvas de fragilidad son tomadas del programa OpenQuake, en función del tipo de material, sistema estructural y el país; a partir de esto se tomaron las siguientes curvas:

Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA, para mampostería reforzada.

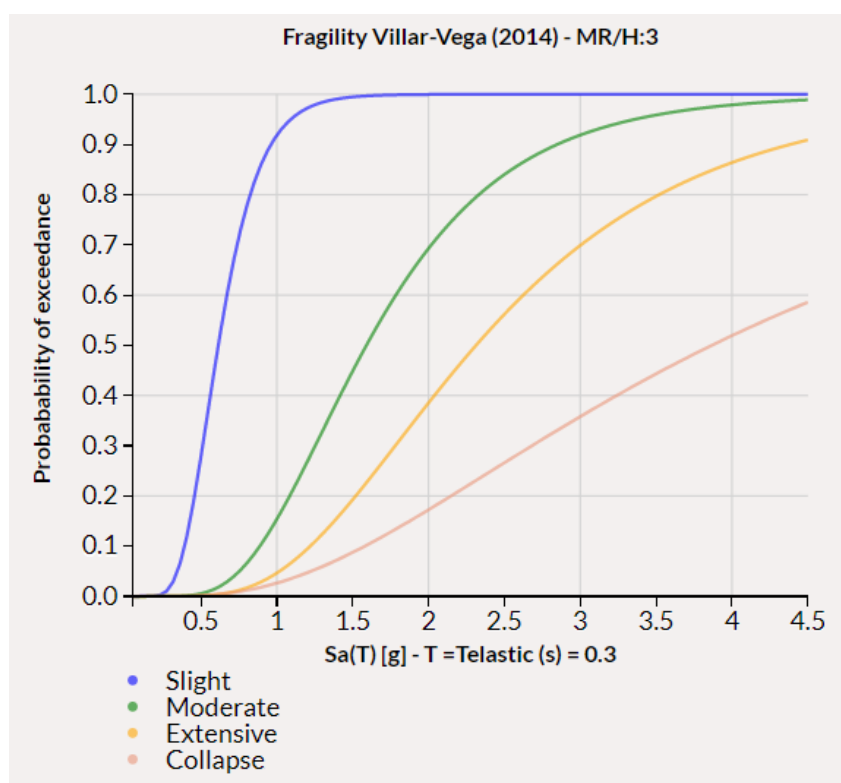


Figura 6. Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MR/H:3, para mampostería reforzada.

Fuente: Plataforma de OpenQuake.

Tabla 9. Datos Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MR/H:3.

Medida de intensidad	Estado de daño			
	Leve	Moderar	Extenso	Colapso
Sa (T) (g)				
Media	0,6531	1,7637	2,6197	4,9359
Desviación estándar (SD)	0,2354	0,8444	1,392	3,9122

Fuente: Plataforma de OpenQuake.

Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA, para mampostería no reforzada.

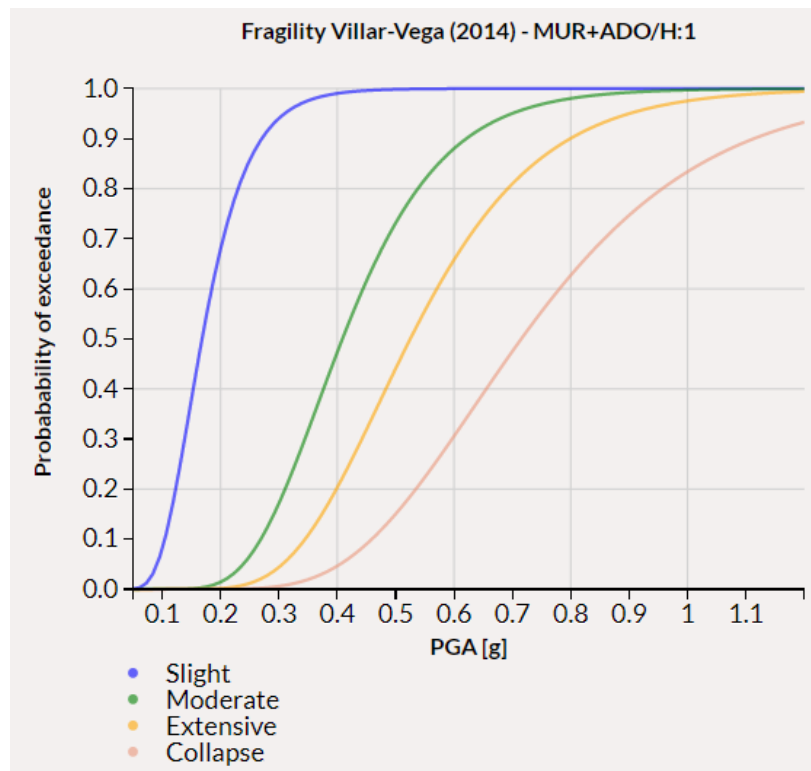


Figura 7. Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MUR+ADO/H:1, para mampostería no reforzada.

Fuente: Plataforma de OpenQuake.

Tabla 10. Datos Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-MUR+AD/H:3.

Medida de intensidad	Estado de daño			
	Leve	Moderar	Extenso	Colapso
PGA (g)				
Media	0.1803	0.4312	0.5541	0,7593
Desviación estándar (SD)	0.0692	0,1445	0,1866	0.2705

Fuente: Plataforma de OpenQuake.

Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA, para concreto reforzado.

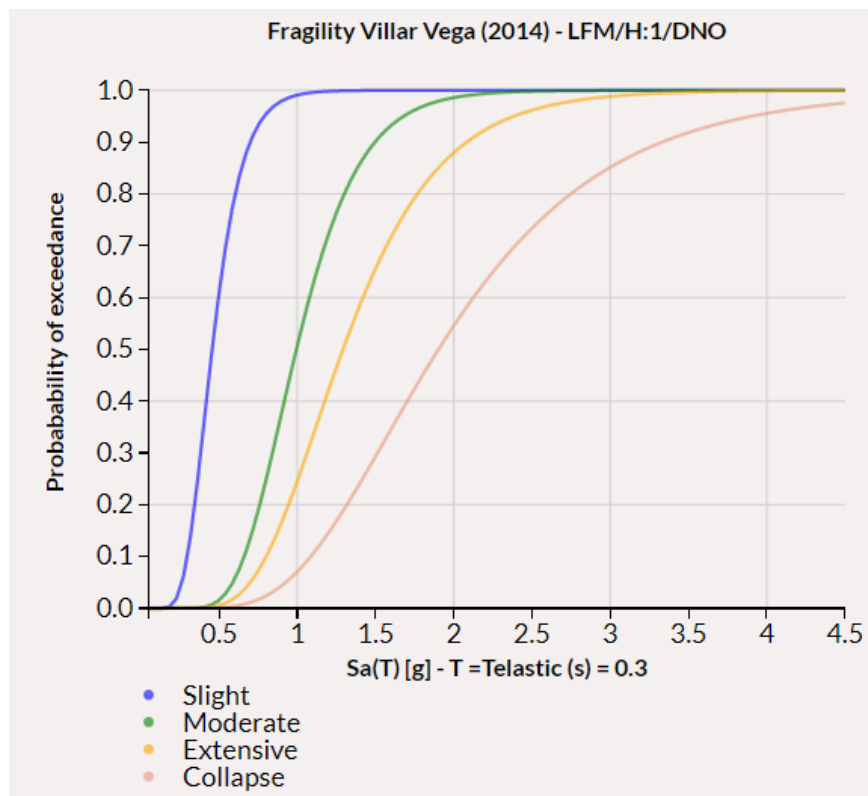


Figura 8. Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-LFM/H:1/DNO, para concreto reforzado.

Fuente: Plataforma de OpenQuake.

Tabla 11. Datos Curva de fragilidad de VILLAR-VEGA (2014)-LFM/H:1/DNO.

Medida de intensidad	Estado de daño			
	Leve	Moderar	Extenso	Colapso
Sa (T) (g)				
Media	0.482	1.0463	1.3851	2.0936
Desviación estándar (SD)	0.1651	0.342	0.5342	0,9604

Fuente: Plataforma de OpenQuake.

Para evaluar los daños causados por el evento sísmico a las estructuras se caracterizarán en 5 grupos de la siguiente manera:

- Sin daño
- Daño leve
- Daño moderado
- Daño extenso
- Daño completo

Los resultados obtenidos del programa Openquake, son presentados en el anexo B (Resultados).

Daño estimado de las estructuras barrio Centro Administrativo.

Sismo 5.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 5.0 en la escala de Richter para el barrio Centro administrativo como se muestra en la **figura 9**, no se presentó daño en el 96.96% de las casas, daño leve 2.75%, daño moderado 0.18%, daño extenso 0.06% y daño completo 0.05%.

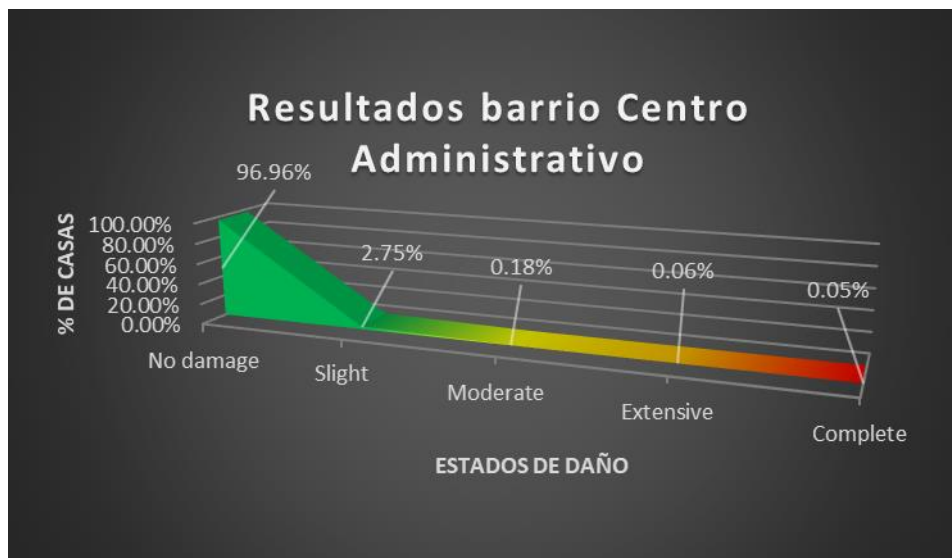


Figura 9. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 5,0.

Fuente: Autores.

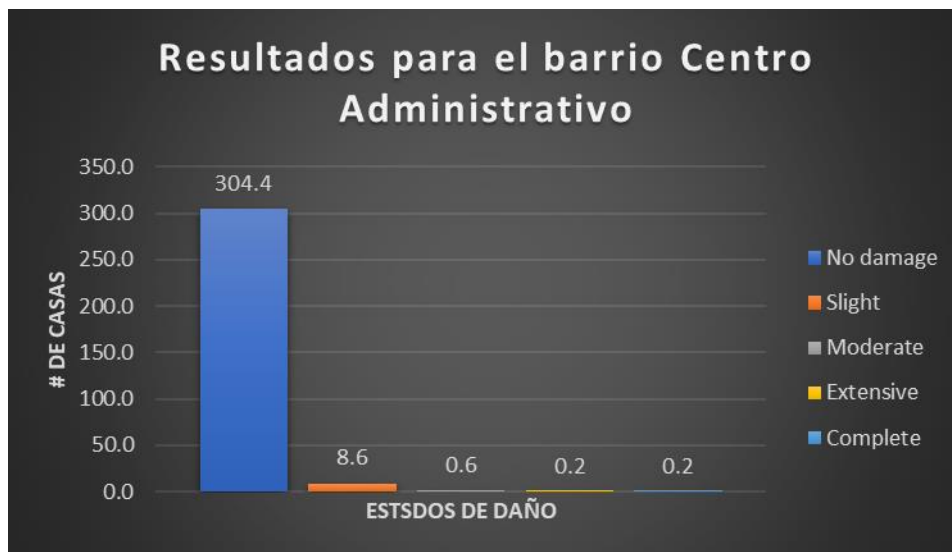


Figura 10. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 5,0.

Fuente: Autores.

Sismo 6.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 6.0 en la escala de Richter para el barrio Centro administrativo como se muestra en la *figura 11*, no se presentó daño en el 86.49% de las casas, daño leve 11.12%, daño moderado 1.24%, daño extenso 0.64% y daño completo 0.5%.



Figura 11. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 6,0.

Fuente: Autores.



Figura 12. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 6,0.

Fuente: Autores.

Sismo 7.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 7.0 en la escala de Richter para el barrio Centro administrativo como se muestra en la **figura 13**, no se presentó daño en el 64.68% de las casas, daño leve 25.06%, daño moderado 4.61%, daño extenso 3.00% y daño completo 2.64%.

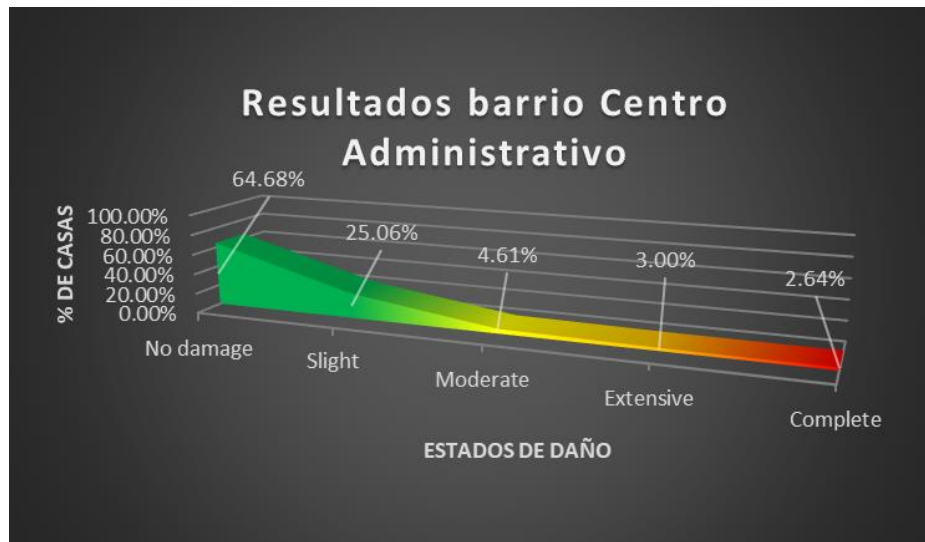


Figura 13. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 7,0.

Fuente: Autores.



Figura 14. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 7,0.

Fuente: Autores.

Sismo 8.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 8.0 en la escala de Richter para el barrio Centro administrativo como se muestra en la *figura 15*, no se presentó daño en el 46.46% de las casas, daño leve 32.63%, daño moderado 8.33%, daño extenso 6.39% y daño completo 6.2%.

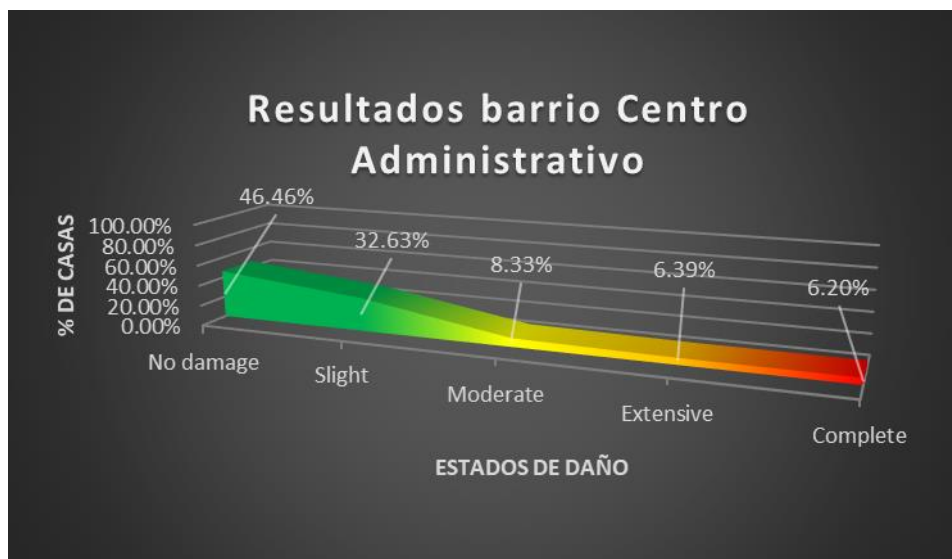


Figura 15. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.



Figura 16. Número de estructuras por daño del barrio Centro Administrativo ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.

Daño estimado de las estructuras barrio Las Aguas.

Sismo 5.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 5.0 en la escala de Richter para el barrio Las Aguas como se muestra en la **figura 17**, no se presentó daño en el 99.34% de las casas, daño leve 0.60%, daño moderado 0.05%, daño extenso 0.01% y daño completo 0.0%.

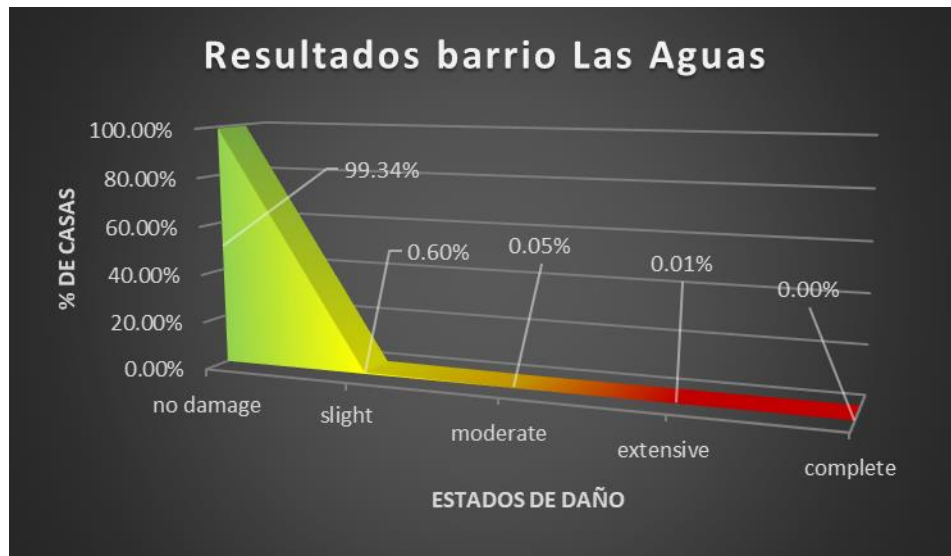


Figura 17. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 5,0.

Fuente: Autores.



Figura 18. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 5,0.

Fuente: Autores.

Sismo 6.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 6.0 en la escala de Richter para el barrio Las Aguas como se muestra en la *figura 19*, no se presentó daño en el 96.04% de las casas, daño leve 3.47%, daño moderado 0.34%, daño extenso 0.11% y daño completo 0.05%.



Figura 19. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 6,0.

Fuente: Autores.



Figura 20. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 6,0.

Fuente: Autores.

Sismo 7.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 6.0 en la escala de Richter para el barrio Las Aguas como se muestra en la **figura 21**, no se presentó daño en el 83.34% de las casas, daño leve 13.44%, daño moderado 1.87%, daño extenso 0.90% y daño completo 0.45%.



Figura 21. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 7,0.

Fuente: Autores.



Figura 22. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 7,0.

Fuente: Autores.

Sismo 8.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 6.0 en la escala de Richter para el barrio Las Aguas como se muestra en la *figura 23*, no se presentó daño en el 64.87% de las casas, daño leve 25.76%, daño moderado 4.77%, daño extenso 2.89% y daño completo 1.72%.



Figura 23. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.



Figura 24. Número de estructuras por daño del barrio Las Aguas ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.

Daño estimado de las estructuras barrio Egipto.

Sismo 5.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 5.0 en la escala de Richter para el barrio Egipto como se muestra en la *figura 25*, no se presentó daño en el 98.04% de las casas, daño leve 1.53%, daño moderado 0.05%, daño extenso 0.01% y daño completo 0.01%.

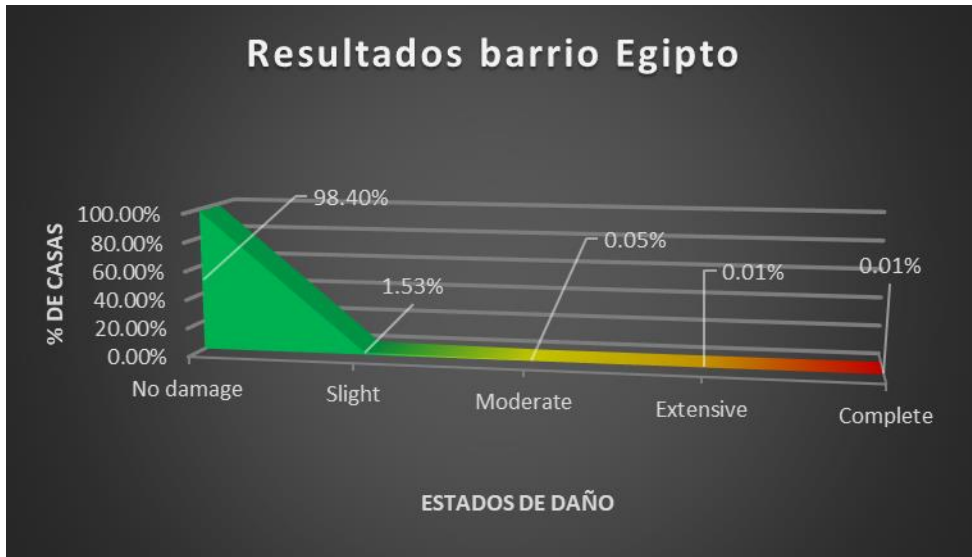


Figura 25. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 5,0.

Fuente: Autores.



Figura 26. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 5,0.

Fuente: Autores.

Sismo 6.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 6.0 en la escala de Richter para el barrio Egipto como se muestra en la *figura 27*, no se presentó daño en el 91.03% de las casas, daño leve 8.02%, daño moderado 0.55%, daño extenso 0.24% y daño completo 0.16%.

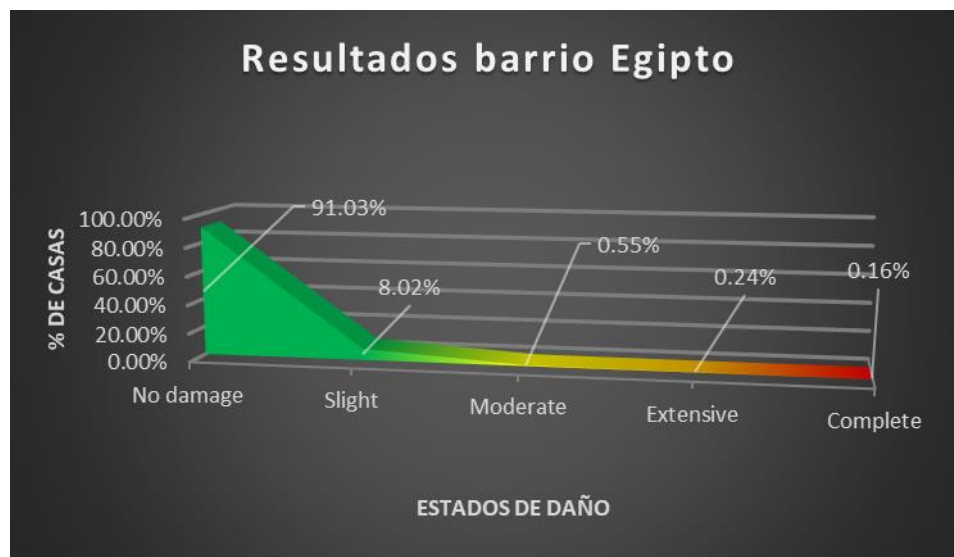


Figura 27. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 6,0.

Fuente: Autores.



Figura 28. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 6,0.

Fuente: Autores.

Sismo 7.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 7.0 en la escala de Richter para el barrio Egipto como se muestra en la *figura 29*, no se presentó daño en el 69.80% de las casas, daño leve 24.43%, daño moderado 2.92%, daño extenso 1.96% y daño completo 1.17%.

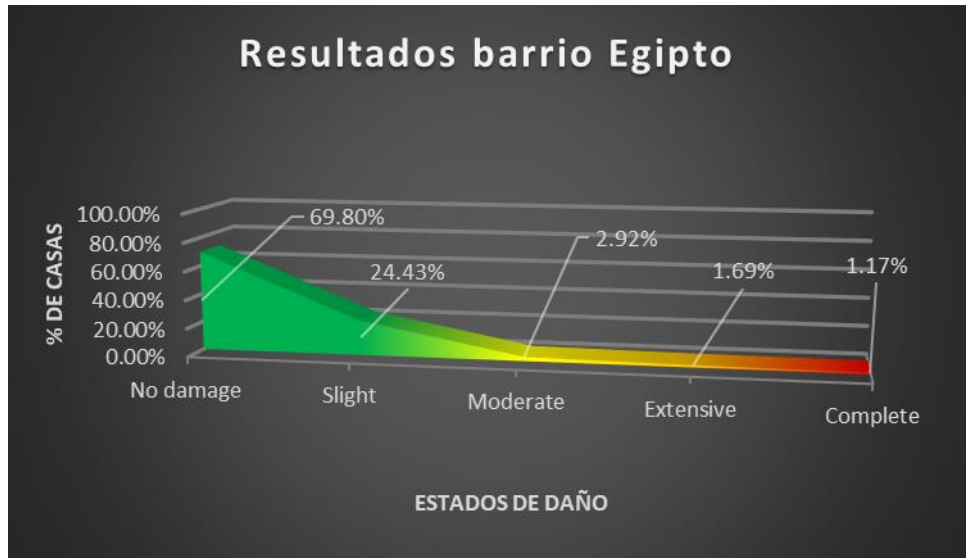


Figura 29. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 7,0.

Fuente: Autores.



Figura 30. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 7,0.

Fuente: Autores.

Sismo 8.0

Los resultados obtenidos mediante el programa ante el evento sísmico con puntuación de 8.0 en la escala de Richter para el barrio Egipto como se muestra en la *figura 31*, no se presentó daño en el 44.25% de las casas, daño leve 39.86%, daño moderado 7.26%, daño extenso 4.93% y daño completo 3.7%.



Figura 31. Fragilidad de las estructuras en porcentaje del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.



Figura 32. Número de estructuras por daño del barrio Egipto ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.

Análisis de daño por sistema estructural.

Teniendo en cuenta los resultados y haciendo una comparación del porcentaje de daño de las estructuras bajo la misma magnitud y escala de sismo se puede establecer que para una estructura con misma cantidad de niveles el sistema de mampostería con material de adobe presenta una mayor afectación que una construida a partir de concreto reforzado como se muestran en las *figuras 33 y 34*, simulado en el barrio Egipto con la escala mas critica (8.0) con estructuras de 2 niveles.



Figura 33. Fragilidad de las estructuras de mampostería con adobe ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.



Figura 34. Fragilidad de las estructuras con concreto reforzado ante un sismo de magnitud 8,0.

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que en gran parte de los barrios se presentan casas con sistema de construcción mampostería estructural con materiales ya obsoletos a la fecha como bloques de piedra y adobe, como se muestra en la *figura 35*, se puede observar que estas edificaciones cuentan con gran resistencias a los eventos sísmicos como al que se esta estudiando en ese proyecto, debido a que la cantidad de niveles son 1, 2 y un máximo de 3, donde también se puede ver que a pesar de que su fachada conserva este sistema, se le hacen reforzamientos estructurales para las excepciones que se encuentran.



Figura 35. Estructura de mampostería estructural con material adobe.

Fuente: Google Mapas.

Para las edificaciones que mayor afectación presentan son las que ya superan los 20 niveles como la estructura que se muestra en la *figura 36*, que para un sismo de magnitud 8, presenta un daño completo del 6.45% para la torre que tiene 31 niveles. Teniendo en cuenta el porcentaje de

afectación ante el sismo, se puede establecer que tiene una buena respuesta por parte de la estructura, debido a su sistema estructural y material.



Figura 36. Estructura de concreto reforzado de 31 niveles.

Fuente: Google Maps

Los mapas muestran hay una tendencia de sectores de mayor porcentaje de afectación, ya que como se muestra en los mapas la afectación esta asociada principalmente al material y sistema de construcción, se puede establecer una zona de mayor afectación es en el barrio Las Aguas, como se muestra en la *figura 37*, esto es debido a que se presentan torres de gran cantidad de niveles, propiedad de la universidad de los Andes utilizadas para vivienda y uso para educación.

En cuanto en al barrio Centro Administrativo, también se puede observar que hay una zona de mayor afectación, debido a que se encuentran estructuras de mayor área y niveles, además de sistemas de construcción convencionales, como pórticos de concreto.

El barrio las Egipto no presenta zonas o manzanas que estén en mayor riesgo, debido a que las estructuras de este barrio en gran mayoría son residenciales o de comercio que no presenta mayores superficies (tiendas de barrio, negocios pequeños), esto presenta el 74.68%.

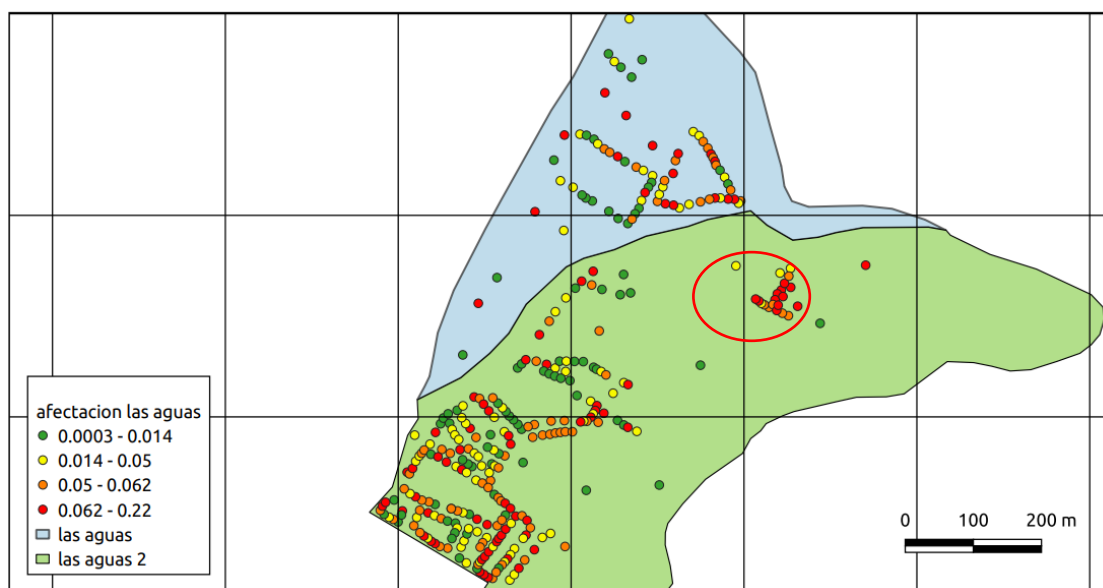


Figura 37. Afectaciones barrio Las Aguas.

Fuente: Autores.

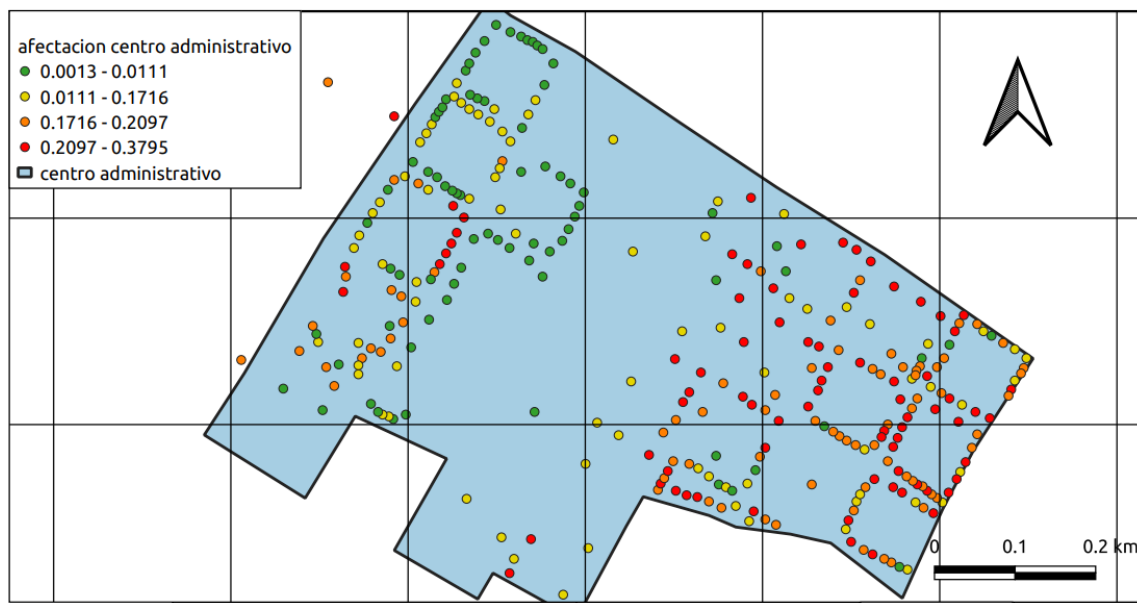


Figura 38. Afectaciones barrio Centro Administrativo.

Fuente: Autores.

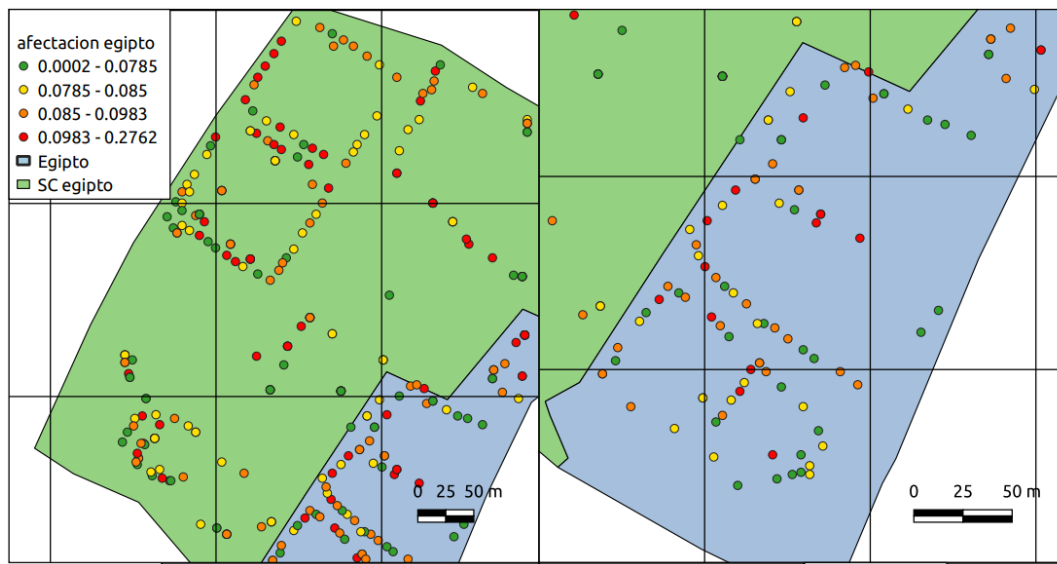


Figura 39. Afectaciones barrio Egipcio.

Fuente: Autores.

Los lotes o predios que no cuentan con servicios públicos se lograron observar que gran parte son utilizados como parqueaderos, y que para el consumo de las personas que trabajan en estos lugares, cuentan con servicios de un lote colindante, como el servicio de luz y agua. Hay ortos que son de propiedad del distrito para expandir estructuras vecinas para el servicio del público. En el anexo de mapas se establece la ubicación de estos lotes de acuerdo con los barrios en estudio.

Conclusiones

Los barrios en análisis inicialmente cuentan con un valor bajo de estructuras en condición de no habitable, ya que de 987 estructuras analizadas solo 9 cuentan con esta condición que refleja un 0.91%, y que si bien un sismo como el que se estudio en el siguiente documento con magnitud de 8.0 en la escala de Richter, afectando mayormente al barrio Centro Administrativo con un porcentaje de daño de 6.2%, no representa un riesgo de gran afectación en lugar de estudio, se debe mejorar los sistemas estructurales de estas edificaciones , debido a que sus materiales y sistemas son obsoletos con respectos a los que se emplean actualmente.

Se debe realizar una inspección física en cuanto al estado de los principales sistemas estructurales de cada edificación, en función de la norma residente (NSR 10), además de observar los mapas para comprobar de que se encuentre estrategias y planes de evacuación que se pueden efectuar durante un evento sísmico, y de no encontrarse ningún plan suficiente crear uno teniendo en cuenta los aspectos de vulnerabilidad.

Mediante el estudio de análisis de vulnerabilidad de las edificaciones, se observa que las estructuras en mampostería sin ningún refuerzo y con materiales antiguos como la piedra y el adobe son los que presentan mayor riesgo de daño, y teniendo en cuenta que esta zona de la ciudad presenta una gran cantidad de población fija al situarse varias instituciones públicas, educacionales y privadas, además de la población flotante, se deben hacer realizar un reforzamiento a elementos no estructurales como cubierta, balcones, entre otros, que cuentan con desgaste significativo, y que al momento del evento sísmico pueden causar un mayor daño a la comunidad.

Los porcentajes de daño muestran cómo se mencionó anteriormente que el mas afectado es el centro administrativo, las edificaciones que cuentan con mayor riesgo puntualmente son las torres

ubicadas en Las Aguas, donde su porcentaje de daño leve son del 48.95 y de daño completo aumentan a 5.90%.

Con todo esto se debe realizar una estrategia para educar y capacitar a los habitantes de estos barrios para estar preparados ante un sismo, para tener una buena preparación y evitar la pérdida de vidas.

Recomendaciones

Por parte de la alcaldía local de la Candelaria de la mano del departamento de planeación se debe efectuar una capacitación en cuanto al desarrollo de plan de emergencia para la evacuación ante un evento sísmico, se debe tener en cuenta que los materiales utilizados en las edificaciones cuentan con un desgaste, y al ocurrir dicho evento se puede presentar afectaciones en estos que pueden llevar a daños a habitantes y transeúntes.

Este documento establece la probabilidad de daño para las edificaciones en estudio para un tipo de falla como la que se establece en el mapa, teniendo en cuenta que como se ha explicado la afectación a las estructuras está dada por características como el epicentro, hipocentro y ángulo de la falla.

Este proyecto de investigación continua un análisis de los barrios en la Candelaria para poder obtener un resultado completo en dicha localidad, por esto se realizo bajo los mismos parámetros que influyen en la simulación del evento sísmico.

Cibergrafía

- Aguiar, R., & Bobadilla, C. (3 de Febrero de 2006). scipedia.com. Obtenido de Curvas de fragilidad para estructuras de hormigón armado y comparación con Hazus. Trabajo de Grado. Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolqui.:
https://www.scipedia.com/wd/images/c/c8/Draft_Content_143395865Aguiar_Bobadilla.pdf
- ALCALDIA LOCAL DE LA CANDELARIA, P. A.-2. (s.f.). Recuperado el 2019 de Marzo de 23, de <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/10157/2883175/PAL+2013-2016+La+Candelaria.pdf>
- Ayala Omaña, R. I., Delgadillo Santander, A., & Ferrer Oropeza, C. (julio-diciembre, 2017). Amenaza sísmica en Latinoamérica. Revista Geográfica Venezolana, vol. 58, núm. 2., 260-261.
- Baquero, A. E. (Octubre de 2004). SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA- ACADEMIA DE CIENCIAS GEOGRAFICAS. Recuperado el 23 de marzo de 2019, de www.sogeocol.edu.co: <https://sogeocol.edu.co/documentos/histosisbta.pdf>
- Caal, E. R. (25 de febrero de 2013). Blogger. Obtenido de <http://edwingarcia1975.blogspot.com.co/2013/02/monitoreo-seguimiento-y-evaluacion.html>
- Candelaria, A. L. (14 de Agosto de 2017). secretaria distrital de ambiente. Obtenido de PLAN AMBIENTAL LOCAL 2017-2020 ALCALDÍA LOCAL DE LA CANDELARIA

“CANDELARIA AMBIENTAL MEJOR PARA TODOS”:

http://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3175

Candelaria, C.-C. d. (02 de abril de 2018). Caracterización General del Escenario de Riesgo por aglomeración de público fiesta de Reyes Magos. Obtenido de

<http://www.idiger.gov.co/documents/220605/261542/Escenario+de+Riesgo+por+Aglomeraci%C3%B3n+de+P%C3%BAblico.pdf>

Candelaria, L. d. (abril de 2017). CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ESCENARIO DE RIESGO POR REMOCIÓN EN MASAS. Obtenido de Servicio Nacional De Geología Y Minería:

<http://www.idiger.gov.co/documents/220605/261542/Escenario+de+Riesgo+por+Movimientos+en+Masa.pdf>

CARDONA, O. D. (1991). Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. Bogotá: ONAD/PNUD/OPS/OEA.

Citma, C. (3 de Junio de 2011). Ecured. Obtenido de

https://www.ecured.cu/index.php?title=Escala_de_Richter&action=info

del Perú, C. (2009). Gestión del riesgo de desastres para la planificación del desarrollo

local. Perú. 1ra. ed. Editorial Servicios Educativos El Agustino.

EMERGENCIAS-FOPAE, F. D. (DICIEMBRE de 2013). www.sire.gov.co. Obtenido de Guía para elaborar planes de emergencia y contingencia.

ESPECTADOR, E. (29 de Septiembre de 2009). Bogotá ha enfrentado siete terremotos. Bogotá ha enfrentado siete terremotos, págs.

<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/articulo164001-bogota-ha-enfrentado-siete-terremotos>

González, W. (13 de mayo de 2009). Técnicas de recolección de datos. Obtenido de <http://recodatos.blogspot.com/2009/05/tecnicas-de-recoleccion-de-datos.html>

IDIGER. (29 de Noviembre de 2018). Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y Cambio Climatico. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

Leonardo Flores Corona, O. L. (2014). CENAPRED. Recuperado el 23 de Marzo de 2019, de http://www.cenapred.unam.mx/PublicacionesWebGobMX/buscar_buscaSubcategoria?categoria=Series+especiales+%2F&subcategoria=Atlas+Nacional+de+Riesgos&palabraClave=Atlas+Nacional+de+Riesgos:
<http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/57.pdf>

Lobo, A., & Guerrero, U. (26 a 29 de Julio de 2005). X CONGRESO COLOMBIANO DE GEOLOGIA. Obtenido de http://www.logemin.com/eng/Download/pdf/23_Falla_de_Bogota_en_Cundinamarca_completo.pdf

Maskrey, A. (1993). Los Desastres No Son Naturales. Lima: La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Resistente, N. S. (2010). Estructural. Colombia: Titulo A, p. A-25

Safina Melone, S. (2003). Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.

Sanabria, T. A. (30 de abril de 2018). Grupo Mediaciones Pedagógicas - Escuela Penitenciaria Nacional. Obtenido de http://epn.gov.co/elearning/distinguidos/SEGURIDAD/13_riesgo_amenaza_y_vulnerabilidad.html

SIRE, S. d. (31 de marzo de 2018). Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Obtenido de IDIGER.

Solórzano Arias, L. C. (Octubre de 2005). Repositorio del SIBDI Universidad De Costa Rica. Obtenido de Vulnerabilidad sísmica de estructuras de viviendas de uno y dos pisos en una zona piloto del Valle Central.: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/931/1/26193.pdf>

vanguardia, L. (23 de febrero de 2015). La vanguardia. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/vida/20150223/54427548710/efectos-terremoto-magnitud-richter.html>

Villar-Vega, M., Silva, V., Crowley, H., Yepes, C., Tarque, N., Acevedo, A. B., María, H. S. (2017). Development of a Fragility Model for the Residential Building Stock in South America. *Earthquake Spectra*, 33(2), 581–604. <http://doi.org/10.1193/010716EQS005M>

webmasterlocal2. (13 de septiembre de 2017). ALCALDIA LOCAL LA CANDELARIA. Obtenido de NOTICIAS: <http://www.lacandelaria.gov.co/noticias/reconocimiento-al-esfuerzo-los-estudiantes-del-diplomado-gestion-riesgo>

webmasterlocal2. (agosto de 2017). ALCALDIA LOCAL LA CANDELARIA. Obtenido de

NOTICIAS: <http://www.lacandelaria.gov.co/noticias/la-tradicion-y-la-historia-se-encuentan-barrio-belen>

ANGELA ALVAREZ, & JHON GONZALES. (2019). *ANÁLISIS DE LA ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN LAS ESTRUCTURAS POR EVENTOS SÍSMICOS EN EL BARRIO BELÉN BOGOTÁ COLOMBIA* (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá.

webmasterlocal2. (11 de ENERO de 2018). ALCALDIA LOCAL LA CANDELARIA. Obtenido

de NOTICIAS: <http://www.lacandelaria.gov.co/noticias/recomendaciones-los-candelarios-temporada-lluvias>

- Ley N° 388, 1997
- Ley N°594, 2000
- Ley N°872, 2003
- Ley N°1523, 2012