



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**RECOPIACIÓN, ANÁLISIS Y COMPARACION
DE DAÑOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO DEBIDO
AL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 2017
M7.1**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Ricardo Galicia Calzada

DIRECTOR(A) DE TESIS

Dr. Miguel A. Jaimes Téllez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

Agradecimiento

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo merecen reconocimiento especial mi Madre Marisol Calzada Jiménez y mi Padre Ricardo Galicia González que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanas Diana Galicia Calzada y Guadalupe Galicia Calzada que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojala algún día yo me convierta en se fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

También, agradezco a mis amigos Luis Antonio Ramírez, Ricardo Segura, Mauricio Delgado y Gabriel Juárez que me acompañaron a lo largo de la carrera

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Contenido

Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
1. Breve descripción del sismo.....	12
2. Descripción de la intensidad del sismo en la CDMX	15
3. Daños en construcciones durante el sismo del 19/09/2017 M7.1 en la CDMX	19
3.1 Recopilación de construcciones colapsadas	19
3.1.1 Recopilación de otros colapsos (baldas, arcos, fachadas, etc.)	23
3.2 Descripción de daños acorde a la zona geotécnica	25
3.3 Descripción de daños acorde a intensidad sísmica.....	27
3.4 Ejemplos de daños	29
3.4.1 Caso Iglesia de Xochimilco.....	29
3.4.2 Caso Álvaro Obregón 286	29
3.4.3 Caso edificación de uso vivienda	30
3.4.4 Caso Servicio Nacional del Empleo	31
3.4.5 Caso vivienda de 6 pisos Av. Tláhuac.....	32
4. Comparación de daños con sistema de estimación temprana del IIUNAM	34
5. Conclusiones	39
Referencias.....	40
Anexo A: Edificios colapsados en la Ciudad de México	42
A.1 Edificio en Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán (ID 1 de Tabla 4.1)	42
A.2 Edificio en Escocia No.14 (ID 2 de Tabla 4.1)	43
A.3 Edificio en Calle Gabriel Mancera y Escocia (ID 3 de Tabla 4.1).....	44
A.4 Edificio en Prolongación Petén No. 915, esq. Zapata (ID 4 de Tabla 4.1)	45
A.5 Edificio en Concepción Beistegui y Calle Yacatas (ID 5 de Tabla 4.1)	46
A.6 Edificio en Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas (ID 6 de Tabla 4.1)	47
A.7 Edificio en Rancho Los Arcos No. 32 (ID 7 de Tabla 4.1)	48
A.8 Edificio en Paseo de las Galias No. 47 (ID 8 de Tabla 4.1)	49
A.9 Edificio en Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac (ID 9 de Tabla 4.1)	50
A.10 Edificio en Ámsterdam No. 107 (ID 6 de Tabla 4.1).....	51

A.11 Edificio en Bolívar No. 168 (ID 6 de Tabla 4.1)	52
A.12 Edificio en Álvaro Obregón No. 286 (ID 12 de Tabla 4.1)	53
A.13 Edificio en Puebla No. 282 (ID 13 de Tabla 4.1)	54
A.14 Edificio en Medellín No. 176 (ID 14 de Tabla 4.1)	55
A.15 Edificio en Viaducto Miguel Alemán No. 106 (ID 15 de Tabla 4.1)	56
A.16 Edificio en Patricio Sanz No. 37 (ID 16 de Tabla 4.1)	57
A.17 Edificio en Bretaña No. 90 (ID 17 de Tabla 4.1)	58
A.18 Edificio en Niños Héroes No. 173, esquina Galicia (ID 18 de Tabla 4.1)	59
A.19 Edificio en Gral. Emiliano Zapata No. 56 (ID 19 de Tabla 4.1)	60
A.20 Edificio en Magnolia esq. Lerdo (ID 20 de Tabla 4.1)	61
A.21 Edificio Multifamiliar Calzada de Tlalpan (ID 21 de Tabla 4.1)	62
A.22 Edificio en Calzada de Tlalpan No. 2050 (ID 22 de Tabla 4.1)	63
A.23 Edificio en Rébsamen No. 241 (ID 23 de Tabla 4.1)	64
A.24 Edificio en Saratoga No. 714 (ID 6 de Tabla 4.1)	65
A.25 Edificio en Ámsterdam No. 25 (ID 25 de Tabla 4.1)	66
A.26 Edificio Calzada del Hueso No. 480 (ID 26 de Tabla 4.1)	67
A.27 Edificio Calle No. 323 esquina Calle No. 314 (ID 27 de Tabla 4.1)	68
A.28 Edificio en Coahuila No. 8 (ID 28 de Tabla 4.1)	69
A.29 Edificio en Cuauhtémoc No. 75 (ID 29 de Tabla 4.1)	70
A.30 Edificio en Av. Miramontes No. 2747 (ID 30 de Tabla 4.1)	71
A.31 Lázaro Cárdenas y Av. México (ID 31 de Tabla 4.1)	72
A.32 Edificio en Calle Génova No. 33 (ID 32 de Tabla 4.1)	73
A.33 Edificio en Sonora No.149 (ID 33 de Tabla 4.1)	74
A.34 Edificio en San Antonio Abad y Alfredo Chavero (ID 34 de Tabla 4.1)	75
A.35 Edificio en Balsas No. 18, Miravalle (ID 35 de Tabla 4.1)	76
A.36 Edificio en Tokio No. 517 (ID 36 de Tabla 4.1)	77
A.37 Edificio en Sabino esq. Díaz Mirón (ID 37 de Tabla 4.1)	78
A.38 Av. México Poniente No.13 (ID 38 de Tabla 4.1)	79
Anexo B: Construcciones dañadas en la Ciudad de México	80
B.1 y B.2 Iglesia de San Bernardino de Siena en Lirio Acuático y Av. 16 de septiembre (ID 1 y 2 de Tabla 4.1.2)	80
B.3 SEARS en Calzada del Hueso y Calzada de los Tenorios (ID 3 de Tabla 4.1.2)	81

B.4 Walmart parte trasera en Av. las Trancas (ID 4 de Tabla 4.1.2)	82
B.5 Edificio departamental en Amatlán y Montes de Oca (ID 5 de Tabla 4.1.2)	83
B.6 Gral. Pedro Antonio de Los Santos en Chapultepec (ID 6 de Tabla 4.1.2)	84
B.7 Edificio en Av. Baja California No. 272 (ID 7 de Tabla 4.1.2)	85
B.8 Calle Puente No. 222 (ID 8 de Tabla 4.1.2)	86
B.9 Puente peatonal en Anillo periférico (ID 9 de Tabla 4.1.2)	87
B.10 Órízaba y Chihuahua No. 113 (ID 10 de Tabla 4.1.2)	88
B.11 Edificio en Av. Cuauhtémoc No. 614 (ID 11 de Tabla 4.1.2)	89
B.12 Iglesia en San Antonio Av. Cuauhtémoc (ID 12 de Tabla 4.1.2)	90
B 14 Edificio en Mina No.16 (ID 13 de Tabla 4.1.2)	92
B.15 Edificio en Av. México 1 y Av. Cuauhtémoc No. 36 (ID 15 de Tabla 4.1)	93
Anexo C: Cálculo de área construidas de edificios colapsados en la Ciudad de México	94
C.1 Edificio Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán (ID 1 de Tabla 4.1)	94
C.2 Edificio Esquina Escocia (ID 2 de Tabla 4.1)	94
C.3 Edificio Eje 2 poniente, Calle Gabriel Mancera y Escocia (ID 3 de Tabla 4.1)	95
C.4 Edificio Prolongación Petén 915, esquina Zapata (ID 4 de Tabla 4.1)	95
C.5 Edificio Concepción Beistegui y Calle Yacatas (ID 5 de Tabla 4.1)	96
C.6 Edificio Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas (ID 6 de Tabla 4.1)	96
C.7 Edificio Rancho Los Arcos 32 (ID 7 de Tabla 4.1)	97
C.8 Edificio Paseo de las Galias 47 (ID 8 de Tabla 4.1)	97
C.9 Edificio Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac (ID 9 de Tabla 4.1)	98
C.10 Edificio Amsterdam 107 (ID 10 de Tabla 4.1)	98
C.11 Edificio Bolívar 168 (ID 11 de Tabla 4.1)	99
C.12 Edificio Álvaro Obregón 286 (ID 12 de Tabla 4.1)	99
C.13 Edificio Puebla 282 (ID 13 de Tabla 4.1)	100
C.14 Edificio Medellín y San Luis (ID 14 de Tabla 4.1)	100
C.15 Edificio Viaducto Miguel Alemán 106 (ID 15 de Tabla 4.1)	101
C.16 Edificio Patricio Sanz y Xola Brujas (ID 16 de Tabla 4.1)	101
C.17 Edificio Bretaña 90 (ID 17 de Tabla 4.1)	102
C.18 Edificio Niños Héroe 173, esquina Galicia (ID 18 de Tabla 4.1)	102
C.19 Edificio Emiliano Zapata 56 (ID 19 de Tabla 4.1)	103
C.20 Edificio Magnolia esq. Lerdo (ID 20 de Tabla 4.1)	103

C.21 Edificio Calzada de Tlalpan Brujas (ID 21 de Tabla 4.1)	104
C.22 Edificio Calzada de Taxqueña (ID 22 de Tabla 4.1)	104
C.23 Edificio Rébsamen 241 (ID 23 de Tabla 4.1)	105
C.24 Edificio Saratoga 714 (ID 24 de Tabla 4.1)	105
C.25 Edificio Ámsterdam 25 (ID 25 de Tabla 4.1)	106
C.26 Edificio Calzada del Hueso 480 (ID 26 de Tabla 4.1)	106
C.27 Edificio Calle 323 esquina Calle 314 (ID 27 de Tabla 4.1)	107
C.28 Edificio Coahuila 8 (ID 28 de Tabla 4.1)	107
C.29 Edificio Cuauhtémoc 75 (ID 29 de Tabla 4.1)	108
C.30 Edificio Av. Miramontes 2747 (ID 30 de Tabla 4.1)	108
C.31 Edificio Av. México (ID 31 de Tabla 4.1)	109
C.32 Edificio en Calle Génova 33 (ID 32 de Tabla 4.1)	109
C.33 Edificio en Sonora 149 (ID 33 de Tabla 4.1)	110
C.34 Edificio en San Antonio Abad 122 (ID 34 de Tabla 4.1)	110
C.35 Edificio en Balsas 18, Miravalle (ID 35 de Tabla 4.1)	111
C.36 Edificio en Av. Cuauhtémoc 37 (ID 36 de Tabla 4.1)	111
C.37 Edificio en Tokio 517 (ID 37 de Tabla 4.1)	112
C.38 Edificio en Sabino esquina Diaz Mirón (ID 38 de Tabla 4.1)	112

Resumen

En esta tesis se recopiló información de los daños ocurridos en la Ciudad de México debido al sismo del 19 de septiembre de 2017 M7.1. En este trabajo de tesis se describe el daño de 38 edificios colapsados, así como el colapso de 3 bardas que generaron fatalidades. A partir de esta recopilación se tienen las observaciones siguientes: i) Las mayores intensidades sísmicas se presentaron en sedimentos de suelo con periodos de suelo alrededor de $T_s = 1.2s$; ii) En esa zona se presentaron la mayoría de los edificios colapsados (periodos de suelo entre 1.0 y 1.5 s); iii) Los edificios colapsados eran construcciones antiguas pre-1985 (90%), construcciones con piso débil (60%), construcciones ubicadas en esquina (40%), construcciones sin considerar el del RCDF 2004, varias de las construcciones con losa plana y columnas de concreto reforzado; y iv) Una de las principales lecciones de este sismo es dedicar más atención a las estructuras existentes con daño acumulado y que pueden no cumplir con el reglamento de construcción vigente.

Abstract

This thesis collects information the damage occurred in Mexico City due to the earthquake of September 19, 2017 M7.1. In this we found 38 collapsed buildings as well as 3 walls, which generated fatalities. From this compilation we have the following: i) The highest seismic intensities occurred in soil sediments with soil periods around $T_s = 1.2s$; ii) In this zone previously mentioned were observed the majority of collapsed buildings (soil periods between 1.0 and 1.5 s); iii) The majority of collapsed buildings were old buildings (buildings constructed before 1985, 90%), buildings with a weak floor (60%), buildings located at corner (40%), buildings without observing the Mexico City Code, and several buildings with flat floor and reinforced concrete columns; and iv) Finally a main lessons of this earthquake^{19S} is to devote more attention to existing structures with accumulated damage, which can not comply with the current Mexico City Building Code.

Introducción

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, se encuentra dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta. México se encuentra en una zona de subducción que comprende toda la costa del pacífico, a lo largo de esta extensión es donde se han generado los sismos de mayor magnitud que se han registrado en el país. México ha sufrido incontables sismos de grandes magnitudes; entre los sismos registrados a lo largo de la historia del país, el sismo del 19 de septiembre 1985 es uno de los más recordados por los ciudadanos mexicanos. Sin embargo, el evento sísmico del 19 de septiembre de 1985 es solo uno de varios eventos sísmico registrado en el país; antes y después del sismo de 1985 se registraron en el país movimientos de tierra de grandes magnitudes los cuales también causaron estragos en el país. México ha registrado una cantidad de eventos sísmicos a lo largo de la historia entre los cuales se encuentran:

El sismo más grande en México de M8.6 ocurrido el 28 de marzo de 1787 (dos años antes del estallido de la Revolución Francesa), el epicentro se generó en las Costas de Oaxaca cerca de las 11:00 horas (hora local); a este sismo también se le conoce como "El gran tsunami mexicano", debido a que la ruptura provocó uno de los mayores daños en la historia de Oaxaca, al inundarse todo a su paso hasta seis kilómetros tierra adentro, cerca de Pochutla, hoy Puerto Ángel, y se extendió aproximadamente a lo largo de los 450 kilómetros que abarcan las costas oaxaqueñas. Documentos del Siglo XVIII muestran que, las costas estaban escasamente pobladas lo que provocó un número relativamente bajo de víctimas para un tsunami de esa magnitud.

El sismo de 1985 de M8.1 ocurrido el 19 de septiembre en las Costas de Michoacán a las 7:17 horas (hora local); a pesar de haber ocurrido en las costas de Michoacán, a más de 350 kilómetros de la Ciudad de México, la mayoría de las afectaciones y pérdidas humanas se concentraron en la capital del país. Las cifras oficiales dijeron que durante el sismo fallecieron 5,000 personas, sin embargo, otras estimaciones arrojan más de 10,000 decesos, cerca de 50,000 heridos, al menos unas 250,000 personas sin hogar, más de 770 edificios colapsados o severamente dañados y pérdidas económicas que representaron el 2.1% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y el 9.9% de la Ciudad de México.

El sismo del Ángel M7.8 ocurrido el 27 de julio de 1957 al Sureste de Acapulco a las 02:44 horas (hora local); este sismo es recordado por el colapso del Ángel de la Independencia Inaugurado en 1910 por Porfirio Díaz en la Ciudad de México. Después de 14 meses de restauración y reforzamiento al monumento, el Ángel de la Independencia fue reinaugurado en septiembre de 1958. Desde entonces, la escultura ha permanecido intacta a pesar de los numerosos sismos que la han sacudido, incluido el de 1985. La zona centro de la República Mexicana fue la más afectada, en especial la Ciudad de México en donde se registró un saldo de 700 muertos y 2,500 heridos.

El sismo con más réplicas de la historia con M7.5 ocurrido el 20 de marzo de 2012 en Ometepec, Guerrero a las 12:02 horas (hora local); este sismo, cuya intensidad en la Ciudad de México fue muy similar a la que provocó el sismo de Copala en septiembre de 1995 (magnitud 7.3), generó un tsunami de aproximadamente 1.5 metros de altura y un levantamiento de la costa de cerca de 70 centímetros en el poblado de Punta

Maldonado y se distingue por haber tenido la mayor cantidad de réplicas registradas en terremotos mexicanos, con 44 eventos de magnitud superior a 4.5 durante los primeros 30 días que siguieron a su ruptura. En comparación con el sismo de 1985, este sismo tuvo tres veces más réplicas en ese rango de magnitud.

El sismo de Cucapah M7.2 ocurrido el 4 de abril de 2010 en Mexicali, Baja California a las 15:40 horas (hora local); el sismo rompió una falla de corrimiento lateral derecho con 120 kilómetros de longitud en dirección a la ciudad fronteriza. Desde 1915, es decir en los últimos 100 años, han ocurrido sólo cinco sismos de magnitud igual o superior a 7 en el extremo norte del Golfo de Cortés, amenazando la región donde se encuentran ciudades como Ensenada, Mexicali, Tijuana y la central geotérmica de Cerro Prieto, que es una de las más grandes del mundo. Durante el sismo sólo se registraron dos decesos, cerca de 100 lesionados y daños severos en la infraestructura de canales de riego, vivienda, carreteras, puentes, escuelas y hospitales, entre otros.

El sismo de Acambay de M7 ocurrido 19 de noviembre de 1912 en Acambay, Estado de México a las 7:12 horas (hora local). La ruptura del sismo, sobre una falla normal, se extendió unos 50 kilómetros de largo y, al ser poco profunda, dejó sobre la superficie de la tierra fracturas con más de un metro de altura. Los daños fueron muy importantes en la región, donde la escasa infraestructura y varios poblados quedaron severa o completamente destruidos.

Los sismos de 1999 ocurridos en 15 de junio y 30 de septiembre de 1999 en Puebla con M7 a las 15:42 horas (hora local) y Oaxaca con M7.5 a las 11:31 horas (hora local) respectivamente; ambas sacudidas causaron la muerte de 52 personas, además de provocar la caída de miles de casas de adobe y generar daños severos a monumentos históricos, hospitales y escuelas. Las observaciones de estos dos sismos revelaron que, para una misma magnitud, la extensión de los daños provocados por este tipo de terremotos es cuatro veces más grande que la observada durante sismos típicos de subducción.

El sismo de Xalapa de M6.4 ocurrido el 3 de enero de 1920 en Xalapa, Veracruz a las 05:46 horas (hora local); este sismo provocó la muerte de más de 600 personas ocasionadas por deslaves en las laderas del Río Huitzilapan, por lo que representa el segundo más mortífero en la historia de México, sólo después del gran sismo del 19 de septiembre de 1985.

Sismo Maderista de M7.7 ocurrido 7 de junio de 1911 en las costas de Michoacán; el Servicio Sismológico Nacional apunta en sus registros a un total de 40 víctimas mortales, 33 artilleros y 7 mujeres, tras colapsarse el ala derecha del dormitorio del tercer nivel. Por su parte, el Servicio Geológico de los Estados Unidos mantiene un registro de 45 muertos.

Entre 1910 y 1923 se instalaron 9 estaciones sismológicas mecánicas autónomas. La central fue instalada en Tacubaya, D.F. y las foráneas en las ciudades de Oaxaca, Mérida, Chihuahua, Veracruz, Guadalajara, Monterrey y Zacatecas con el fin de que el país estuviera preparado para los eventos sísmicos. En promedio, en México, ocurren 5 sismos de magnitud mayor o igual a 6.5 cada 4 años, sismos de menor magnitud ocurren con mayor frecuencia, por ejemplo, cada año se registran más de 100 sismos con magnitudes mayores o iguales a 4.5, mientras que se espera un sismo con magnitud mayor o igual a 7.5 cada 10 años.

En los últimos 12 años el Servicio Sismológico Nacional reporto alrededor de 16,000 sismos en la república mexicana con magnitudes iguales o superiores a 3.5.

Justificación

A raíz de los sismos ocurridos a través de la historia de nuestro país, es necesario contar con un registro de los daños causados por los eventos sismos a los cuales se pueda acceder y obtener información más detallada con el fin de poder realizar comparaciones entre dos o más sismos ocurridos en México y tener un punto de comparación de los daños e intensidades tras los eventos sísmicos (e.j comparación entre el sismo de 19/09/1985 y el sismo de 19/09/2017). Tras los sismos ocurridos en México los registros con los que se cuenta de la CDMX son pocos, de los cuáles se tiene información como la magnitud, la fecha en que ocurrió el sismo, la hora local, el número de víctimas y el lugar del epicentro, pero no se tiene registro de la ubicación de la estructuras colapsadas, el número de niveles de la estructura, el tipo de uso que tenía al momento del sismo y una estimación del área construida de la estructura, estos datos son importantes para la evaluación e investigaciones del colapso o daños en las estructura después de los eventos sísmicos.

Objetivo general

Contar con una base de datos sobre el sismo del 19/09/2017 con una magnitud M7.1 en la CDMX, a la cual se pueda tener acceso, proporcione información detallada sobre los daños en las estructuras, las afectaciones a la población y esta recopilación de información sirva como base para realizar comparaciones entre los sismos ocurridos en el país que han afectado drásticamente a la CDMX y que esta recopilación de datos sirva para futuras investigaciones; además proporcionar información acerca del sistema de estimación temprana con el que cuenta la CDMX

Objetivos particulares

i) Tener un registro de las estructuras colapsadas y los daños generados por el sismo M7.1 en CDMX; ii) Tener información del tipo de uso y el número de niveles de las edificaciones colapsadas tras el sismo de M7.1 en CDMX; iii) La importancia de contar con un sistema de estimación temprana, realizando una comparación entre la ubicación de los edificios colapsados y la estimación de daños que genera este sistema con el que cuenta la CDMX.

Alcances y limitaciones presentadas en el trabajo

i) Descripción del sismo e intensidades en CDMX; ii) La recopilación del colapso de 38 estructuras y el daño en 15 estructuras (e.j bardas, fachadas, arcos o elementos no estructurales etc.) provocadas por el sismo de M7.1 ocurrido el 19/09/2017 en la CDMX, considerando el tipo de usos de las estructuras y el número de niveles; iii) Una comparación de daños con el sistema de estimación temprana del IIUNAM; iv) La comparación de daños se realizó entre los mapas generados por el sistema de estimación temprana del IIUNAM y la realización de mapas con ayuda del programa ARGIS utilizando las coordenadas de las estructuras colapsadas y con daños.

1. Breve descripción del sismo

El sismo ocurrió el 19 de septiembre de 2017 a 12 km al sureste de Axichiapan, Morelos entre los estados de Puebla y Morelos con una magnitud M7.1 a una profundidad de 57 km. Este sismo ocurrió a las 13:14:40 horas (hora local) afectando principalmente las delegaciones de Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Benito Juárez, Coyoacán, Iztapalapa y Xochimilco. Este sismo ocurrió exactamente el mismo día que el sismo del 19 de septiembre de 1985 con una magnitud de M8.2 que también generó severos daños y fatalidades en la Ciudad de México. La diferencia entre el sismo del 2017 y el sismo de 1985, fue el mecanismo de falla; en el sismo del 19/09/2017 M7.1 el mecanismo fue de profundidad intermedia a una distancia de 120 km y el del 19/09/1985 M8.1 fue de subducción a una distancia de 280 km. En la figura 1.1 se presenta la ubicación del epicentro (latitud 18.40 N, longitud 98.7W). La distancia epicentral con respecto a la Ciudad de México fue de 120 kilómetros, mientras que la distancia más cercana al área de ruptura fue de 105 km con respecto de la Ciudad de México.

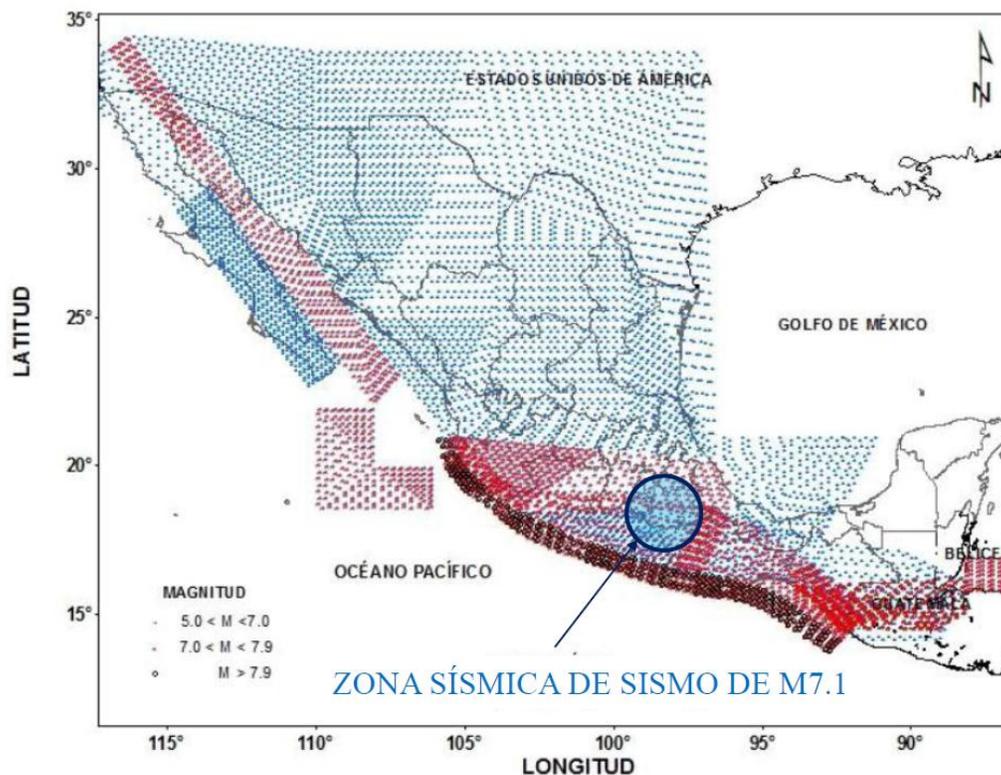


Figura 1.1 Ubicación del epicentro del sismo del 19/09/2017 M7.1 Servicio Sismológico Nacional (SSN 2017)

El mecanismo fue de falla normal (profundidad intermedia a 52 km) entre los estados de Morelos y Puebla (rumbo 112, echado 46 y un desplazamiento de -93) (Figura 1.2). Debido al mecanismo falla y ubicación de este sismo, no generó un evento de tsunamis. Como ha sido ya mostrado en estudios previos, este tipo de sismos de falla normal de profundidad intermedia refleja un mayor contenido de alta frecuencia con respecto a los sismos de subducción lo que genera una mayor contribución de los modos superiores a la respuesta estructural y grandes intensidades para las estructuras de periodo corto. Los daños que producen no sólo son daños a la estructura de los inmuebles, sino también a sus componentes no estructurales. Por ello como se verá en la descripción de los edificios dañados, las construcciones que mayores daños presentaron fueron construcciones de 3 a 10 niveles ubicadas en depósitos de suelo con periodos de suelo alrededor de 1.2 s.

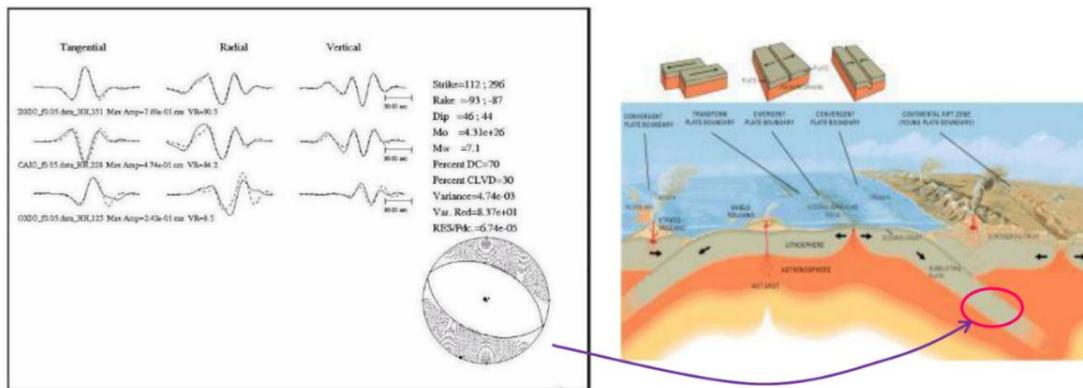


Figura 1.2 Mecanismo del sismo del 19 de septiembre de 2017 acorde a información del Servicio Sismológico Nacional (SSN 2017)

Por otro lado, el Sistema de Alerta Sísmica (SAS) que depende del Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES) que tiene como trabajo detectar sismos importantes en la costa de Guerrero es la que se encarga de avisar 50 segundos antes de que el movimiento sísmico llegue a la CDMX, emitió la alerta sísmica al instante del sismo. Esto debido al lugar donde se encuentran, ya que estas están ubicadas en zonas costeras, y el epicentro del sismo se originó entre los estados de Morelos y Puebla a solo 120 km de la capital mexicana. El sistema se disparó un poco antes de los 10 s, por lo que muchos habitantes en la Ciudad de México tuvieron poco tiempo para evacuar las construcciones donde habitan, trabajan o estudian.

En la figura 1.3 se presenta la distribución de la intensidad sísmica dada por la aceleración máxima del suelo. Nótese que en la zona epicentral del sismo se registró una intensidad sísmica con valores de aceleraciones máximas del suelo (PGA en sus siglas en inglés) mayores de 220 cm/s/s. Se puede observar que las principales intensidades sísmicas se observan en los estados de Morelos, sur de Puebla, norte del estado de Guerrero y Oaxaca. Como se verá más adelante, las mayores intensidades se presentaron también la Ciudad de México debido a los denominados efectos de sitio lo que generaron grandes amplificaciones del movimiento sísmico, especialmente en suelos con periodos de suelo, T_s , entre 1 y 1.5 s.

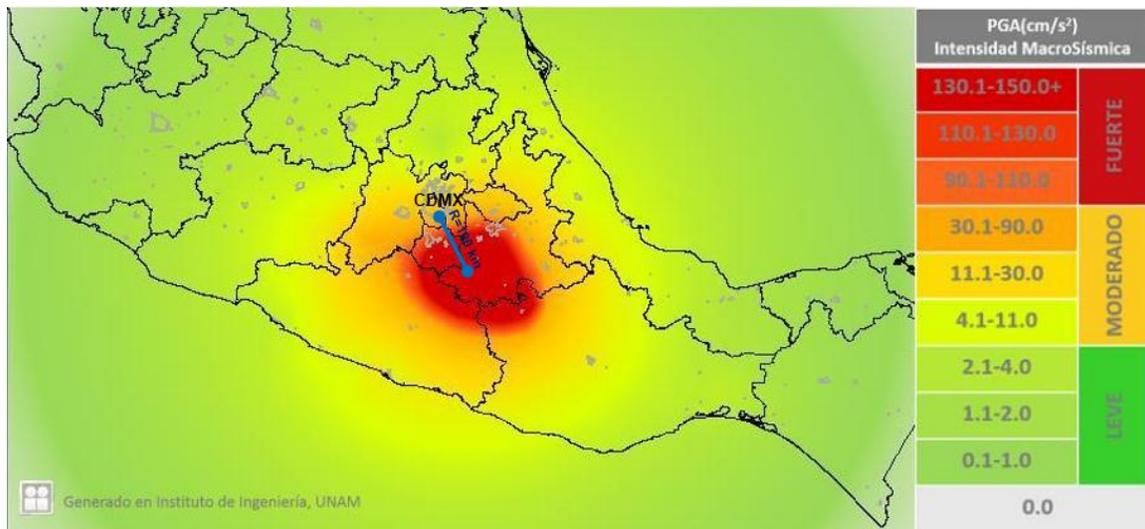


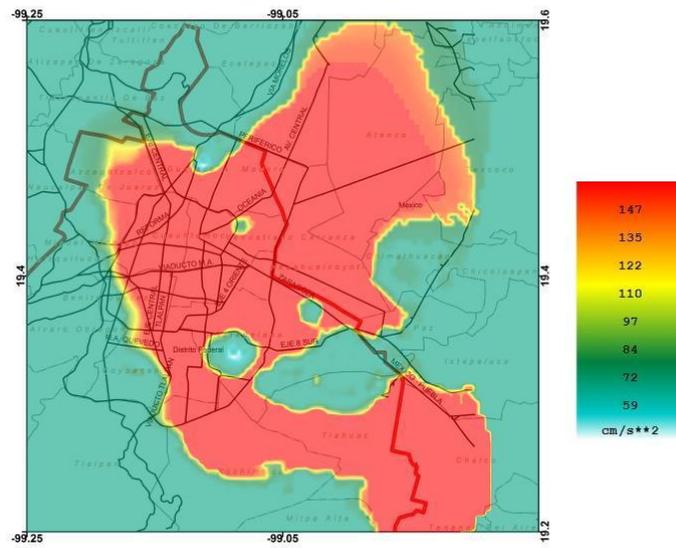
Figura 1.3 Distribución de las intensidades sísmicas dadas por aceleración máxima del suelo debido al sismo del 19/09/2017 M7.1 (IIUNAM 2017)

2. Descripción de la intensidad del sismo en la CDMX

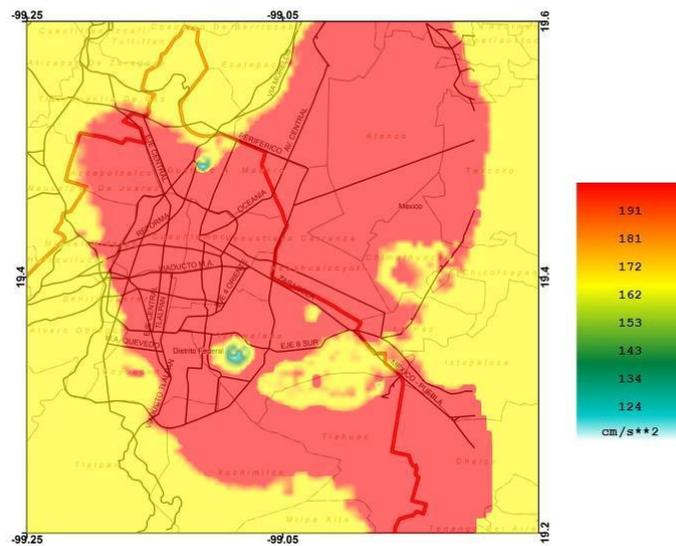
El Instituto de Ingeniería de la UNAM, a los pocos minutos estimó la distribución de las intensidades sísmicas en la Ciudad de México para el sismo del 19 de septiembre de 1985. En la figura 2.1 se presenta los mapas de distribución de las intensidades sísmicas para: a) aceleración máxima del suelo (figura 2.1a), b) aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=0.3$ s (figura 2.1b), c) aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=1$ s (figura 2.1c) y d) aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=2$ s (figura 2.1d). Acorde a estos mapas, se puede observar que en la Ciudad de México se alcanzaron valores de aceleración máxima del suelo mayores de 147 cm/s/s. En suelos de terreno firme se alcanzó un valor de aceleración máxima del suelo de 58.83 cm/s/s.

Como se mostrará más adelante, las construcciones con mayores daños debido al sismo fueron estructuras de 3 a 7 niveles y están asociadas con el mapa de distribución de aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=1$ s. Como se puede observar en la figura 2.1c, las aceleraciones espectrales asociada a un periodo estructural de $T=1$ s fueron mayores a 450 cm/s/s.

En la Figura 2.2 se compararon para terreno firme (*e.j.*, Ciudad Universitaria) los espectros de respuesta calculados para los sismos del 19 de septiembre de 2017 (M7.1) (línea continua roja) y del 19 de septiembre de 1985 (M8.1) (línea continua azul) y el espectro de diseño elástico que contempla el nuevo reglamento de construcciones de la Ciudad de México (línea discontinua). En la figura 2.2 se puede observar que el espectro de diseño elástico del reglamento de construcciones de la Ciudad de México cubre adecuadamente las intensidades espectrales debidas a los dos sismos de M7.1 y M8.1. También, se puede observar que el sismo del 19/09/2017 M7.1 presentan las mayores intensidades para periodos estructurales cortos (periodos estructurales menores 1.7 s), y caso contrario para el sismo del 19/09/1985 M8.1.

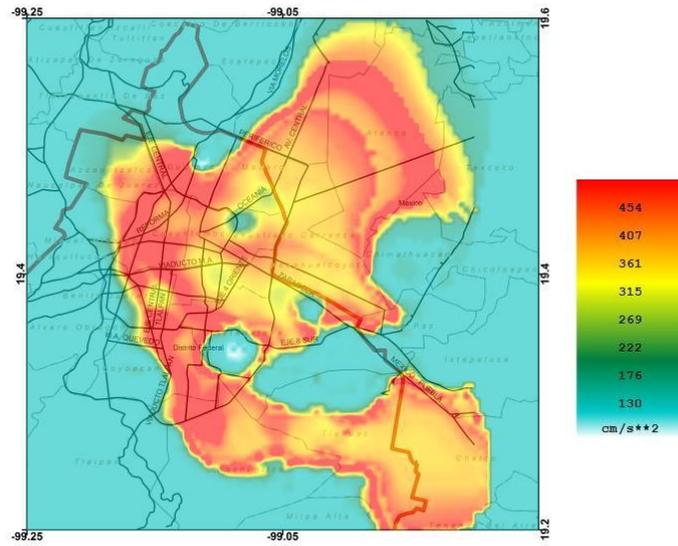


a)

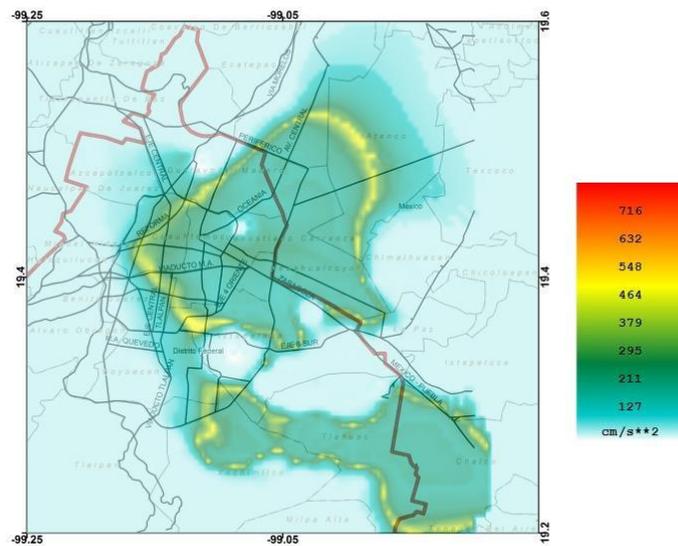


b)

Figura 2.1 Distribución de las intensidades sísmicas para: a) aceleración máxima del suelo, b) aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=0.3$ s, c) aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=1$ s y d) aceleración espectral asociada a un periodo estructural de $T=2$ s (IIUNAM 2017)



c)



d)

Figura 2.1 Continuación (IIUNAM 2017)

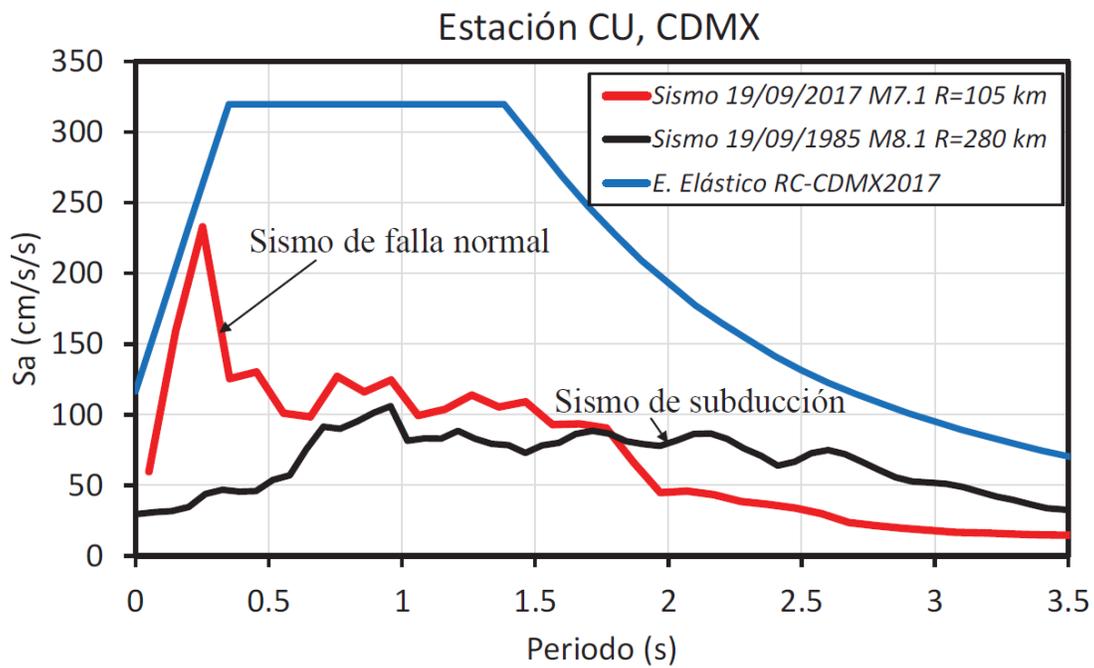


Figura 2.2 Comparación de los espectros de respuesta en terreno firme calculados para los sismos del 19 de septiembre de 2017 (M7.1) y del 19 de septiembre de 1985 (M8.1) y el espectro de diseño elástico que contempla el nuevo reglamento de construcciones de la ciudad de México en la CDMX (IIUNAM 2017)

3. Daños en construcciones durante el sismo del 19/09/2017 M7.1 en la CDMX

Se reportaron alrededor de 8 mil edificaciones dañadas por el sismo del 19 de septiembre 2017 de las cuales dos mil se encuentran catalogadas con daño total, 1446 edificaciones con daños parciales, mientras que alrededor de 5 mil presentan daños menores de acuerdo con protección civil. A continuación, se presenta la recopilación de las construcciones colapsadas y algunas construcciones con daños tras el sismo de M7.1 del 19 de septiembre del 2017.

3.1 Recopilación de construcciones colapsadas

En la Tabla 3.1 se presenta la recopilación de 38 construcciones colapsadas en la Ciudad de México. En la columna 1 se presenta un identificador, en la columna 2 se presenta la colonia, en la columna 3 la dirección, en la columna 4 la delegación, en la columna 5 el número de pisos, en la columna 6, el uso principal de la construcción, en la columna 7 la superficie construida. Basados en esta tabla se tiene el % de las construcciones colapsadas por delegación:

- Cuauhtémoc 34.22% (13/38)
- Benito Juárez 31.58%(12/38)
- Coyoacán 15.79% (6/38)
- Gustavo A. Madero 5.26% (2/38)
- Iztapalapa 5.26% (2/38)
- Xochimilco 5.26%(2/38)
- Tlalpan 2.63% (1/38)

Siendo las delegaciones Cuauhtémoc y Benito Juárez con mayores edificios colapsados con 34.22% y 31.58% respectivamente. Así también, se puede observar que las construcciones tienen un número de niveles de 2 y 12 niveles, dado resultado un promedio de alrededor de 5 niveles.

En la figura 3.1 se muestra la distribución geográfica Ciudad de México con la ubicación de los 38 edificios colapsados tras el evento sísmico de M7.1. Así también se puede observar el periodo de suelo de acuerdo con la ubicación de las estructuras en la Ciudad de México.

Tabla 3.1 Edificios colapsados en la CDMX por el sismo M7.1

1	2	3	4
<i>ID</i>	<i>Dirección</i>	<i>Colonia</i>	<i>Delegación</i>
1	Coquimbo entre Sierra Vista y Ticoman	Lindavista	Gustavo A Madero
2	Escocia No. 14	del Valle Centro	Benito Juárez
3	Calle Gabriel Mancera y Escocia	del Valle Centro	Benito Juárez
4	Prolongación Petén No. 915, esq. Zapata	Emperadores	Benito Juárez
5	Concepción Beistegui & Calle Yacatas	Narvarte Oriente	Benito Juárez
6	Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas	Nueva Oriental Coapa	Tlalpan
7	Rancho Los Arcos No. 32	Los Girasoles	Coyoacán
8	Paseo de las Galias No. 47	Lomas Estrella	Iztapalapa
9	Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac	San Francisco Culhuacán	Iztapalapa
10	Amsterdam No. 107	Hipódromo	Cuauhtémoc
11	Bolívar No. 168	Centro	Cuauhtémoc
12	Álvaro Obregón No. 286	Hipódromo	Cuauhtémoc
13	Puebla No. 282	Roma Norte	Cuauhtémoc
14	Medellín No. 176	Roma	Cuauhtémoc
15	Viaducto Miguel Alemán No. 106	Piedad Narvarte	Benito Juárez
16	Patricio Sanz No. 37	Del Valle	Benito Juárez
17	Bretaña No. 90	Zacahuiztco	Benito Juárez
18	Niños Héroes No. 173, esquina Galicia	Niños Héroes de Chapultepec	Benito Juárez
19	Gral. Emiliano Zapata No. 56	Portales	Benito Juárez
20	Magnolia No.76 esq. Lerdo	Guerrero	Cuauhtémoc
21	Multifamiliar Calzada de Tlalpan	Conjunto urbano Tlalpan	Coyoacán
22	Calzada de Tlalpan No. 2050	Campestre Churubusco	Coyoacán
23	Rebsamen No. 241	Narvarte poniente	Cuauhtémoc
24	Saratoga No. 714	Portales Sur	Benito Juárez
25	Amsterdam No. 25	Hipódromo	Cuauhtémoc
26	Calzada del Hueso No 480	Los Girasoles	Coyoacán
27	Calle No. 323 esquina Calle No. 314	Nueva Atzacolco	Gustavo A. Madero
28	Coahuila No. 8	Roma	Cuauhtémoc
29	Cuauhtémoc No. 75	Del Carmen	Coyoacán
30	Av. Miramontes No. 2747	Jardines de Coyoacán	Coyoacán
31	Lázaro Cárdenas y Av. México	San Gregorio Atlapulco	Xochimilco
32	Calle Génova No. 33	Juárez	Cuauhtémoc
33	Sonora No. 149	Hipódromo	Cuauhtémoc
34	San Antonio Abad y Alfredo Chavero	Tránsito	Cuauhtémoc
35	Balsas No. 18, Miravalle	Miravalle	Benito Juárez
36	Tokio No. 517	Portales	Benito Juárez
37	Sabino esq. Díaz Mirón	Santa María la Ribera	Cuauhtémoc
38	Av. México Poniente No.13	San Gregorio Atlapulco	Xochimilco

Tabla 3.1 Continuación

1	5	6	7	8
ID	No. Pisos	Uso principal	Área construida* 1N (m ²)	Sup. Construida todos los niveles (m ²)
1	6	Departamentos	708	4,248
2	8	Departamentos	336	2,688
3	6	Departamentos	352	2,112
4	7	Establecimiento y habitacional	335	2,338
5	4	Departamentos	263	1,340
6	3	Escuela	665	1,995
7	5	Departamentos	335	1,675
8	5	Departamentos	146	730
9	3	Establecimiento	140	420
10	9	Departamentos	235	2,115
11	7	Textil	595	4,165
12	6	Oficinas	750	4,500
13	4	Oficinas y laboratorio	259	1,036
14	6	Oficinas	252	1,536
15	5	Departamentos	240	1,200
16	6	Departamentos	385	1,155
17	4	Departamentos	320	1,280
18	4	Departamentos	116	464
19	6	Vivienda	300	1,800
20	3	Vivienda	400	1,200
21	5	Departamentos	467.5	2,337.5
22	1	Centro comercial	19775	19775
23	5	Departamentos	322.75	1,613.75
24	5	Departamentos	420	2,100
25	4	Establecimiento y vivienda	248	992
26	2	Establecimiento	431	862
27	2	Vivienda	200	400
28	5	Departamentos	126	630
29	2	Vivienda	227.5	455
30	3	Establecimiento	250	750
31	3	Tienda comercial	245	735
32	11	Locales y oficinas	324	3,564
33	8	Vivienda	289	2,312
34	8	Oficinas del ISSSTE y gobierno	1,390	4,1770
35	5	Habitacional	168	840
36	4	Habitacional	160	640
37	1	Inhabitado	160	160
38	2	Vivienda	-	-

*Área construida estimada aproximadamente a partir de datos recopilados en Google Earth y Google Maps en noviembre de 2017.

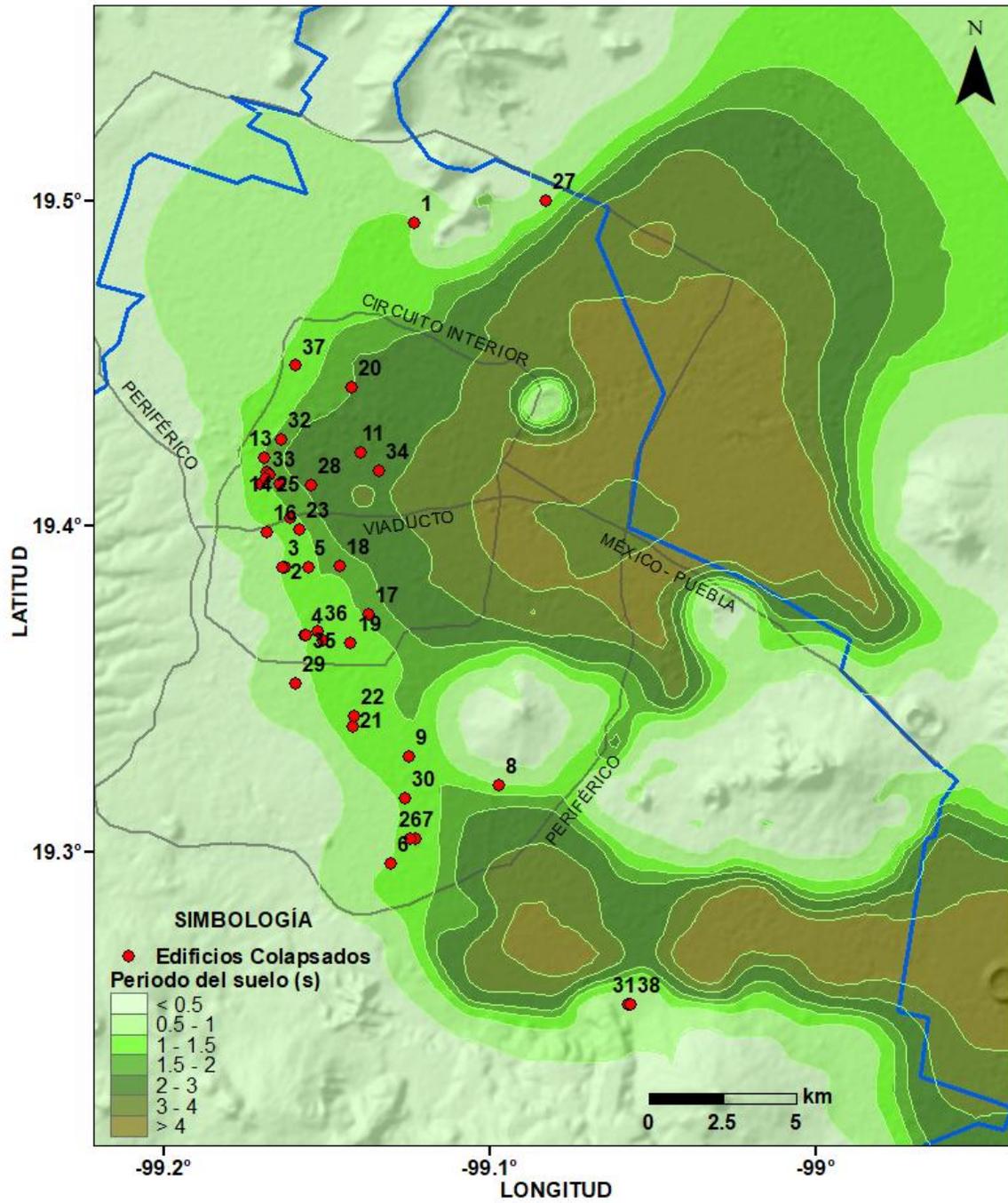


Figura 3.1 Edificios colapsados y periodos de suelo en la CDMX 2017

3.1.1 Recopilación de otros colapsos (bardas, arcos, fachadas, etc.)

En la Tabla 3.2 se presenta la recopilación de otros colapsos y daños en la Ciudad de México (La información de la tabla 3.2 solo representan colapsos y daños en bardas, arcos, fachadas, etc. de las estructuras con más información). En la columna 1 se presenta un identificador, en la columna 2 se presenta la colonia, en la columna 3 la dirección, en la columna 4 la delegación.

Tabla 3.2 Otras estructuras colapsadas en la CDMX por el sismo M7.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>ID</i>	<i>Dirección</i>	<i>Colonia</i>	<i>Delegación</i>	<i>Tipo de colapso</i>
1	Lirio Acuático y Av. 16 de septiembre	Xaltocan	Xochimilco	Arcos
2	Lirio Acuático y Av. 16 de septiembre	Xaltocan	Xochimilco	Barda
3	Calz. del Hueso y Calz. de los Tenorios	Residencial Miramontes	Tlalpan	Fachada
4	Av. de las trancas	Narciso Mendoza	Tlalpan	Fachada
5	Amatlán y Montes de Oca	-	-	Fachada
6	Gral. Pedro Antonio de Los Santos	Chapultepec	-	Fachada
7	Av. Baja California No. 272	La condesa	M. Hidalgo	Fachada
8	Calle Puente No. 222	Ejidos de Huipulco		Fachada y puentes
9	anillo periférico	del Carmen	Coyoacán	Puente peatonal
10	Orizaba y Chihuahua No. 113	Colonia Roma	Cuauhtémoc	
11	Avenida Cuauhtémoc No. 614	Narvarte	Benito Juárez	Parroquia
12	Av. México 1 y Av. Cuauhtémoc	San Gregorio Atlapulco	Xochimilco	Parroquia
13	Calzada de la Viga No. 1756	Héroes de Churubusco	Iztapalapa	Muros y fachada
14	Mina 16	Guerrero	Cuauhtémoc	Bardas
15	Av. Cuauhtémoc No. 37	San Gregorio Atlapulco	Xochimilco	Casa de la Cultura

En la figura 3.2 se presenta una distribución geográfica en donde se puede observar la ubicación de algunas construcciones con daños en la ciudad de México tras el evento sísmico de M7.1 del 19 de septiembre del 2017, así como el periodo de suelo de acuerdo con la ubicación de las estructuras en la ciudad de México.

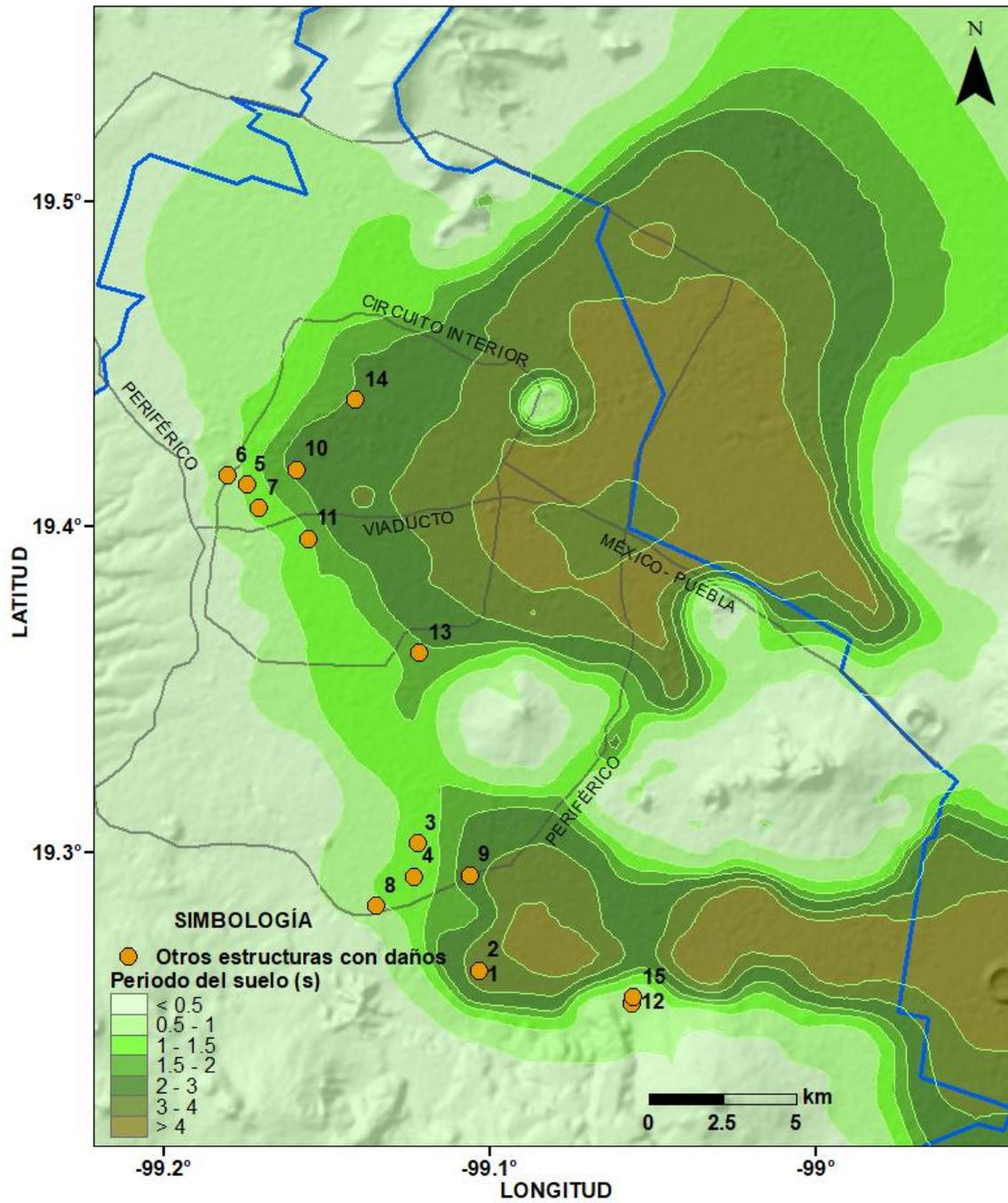


Figura 3.2 Estructuras con daños y periodos de suelo en la CDMX 2017

3.2 Descripción de daños acorde a la zona geotécnica

Por otro lado, en la figura 3.3 se presenta la distribución geográfica de las construcciones colapsadas durante el sismo del 19/07/2017 M7.1, considerando la zona geotécnica en la que se divide la Ciudad de México de acuerdo con el reglamento de construcciones de la Ciudad de México. En la figura 3.3 se observa el % de construcciones colapsadas de acuerdo con la zona geotécnica en la CDMX.

- Zona III a 50% (19/38)
- Zona III b 26.32% (10/38)
- Zona II 18.42% (7/38)
- Zona III c 5.26% (2/38)
- Zona III d 0% (0/38)
- Zona I 0% (0/38)

Siendo las Zona III a y Zona III b con las mayores cantidades de construcciones colapsados con 50% y 26.32% respectivamente.

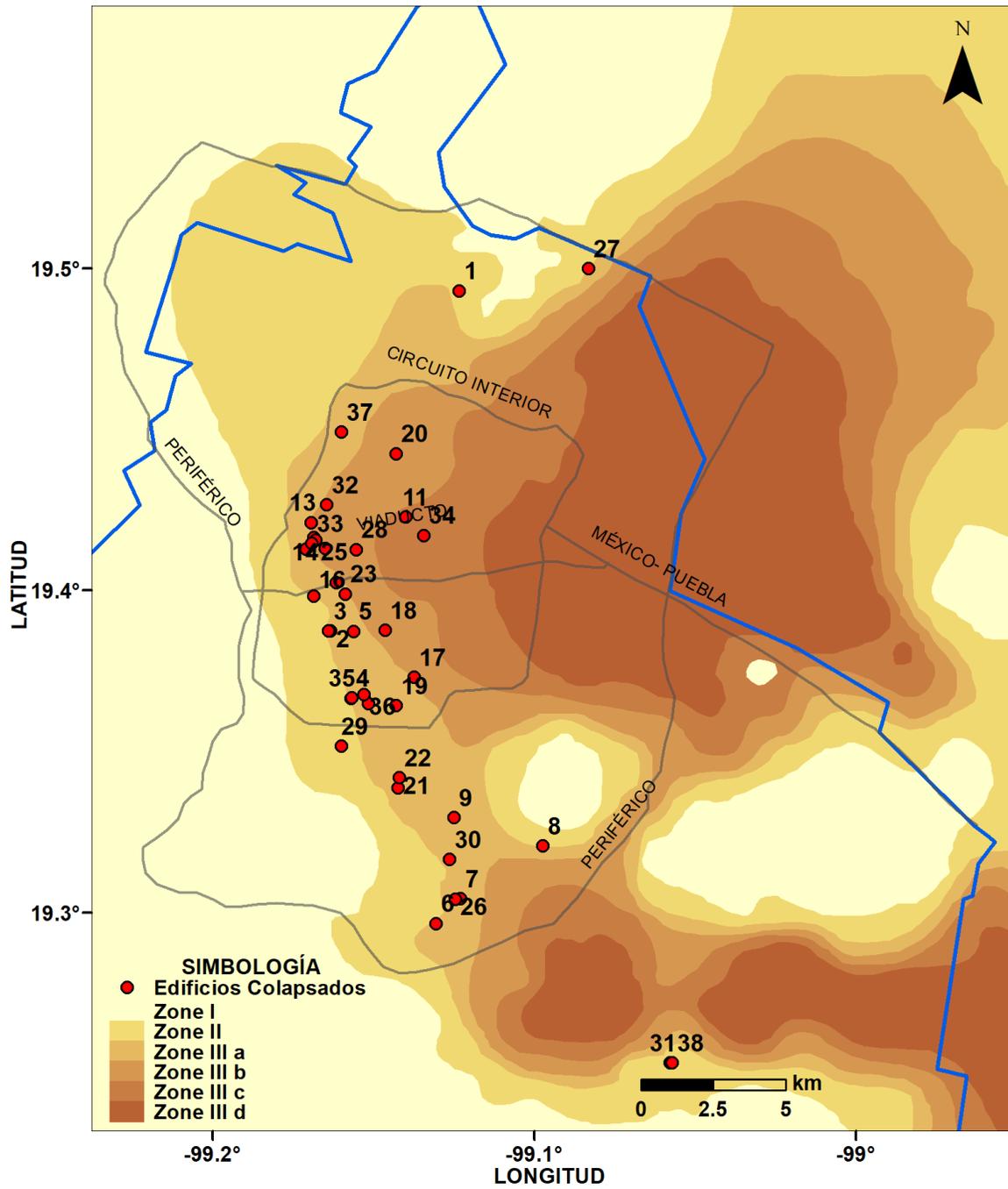


Figura 3.3 Construcciones colapsadas y ubicación de estas acorde a la zona geotécnica en la CDMX

3.3 Descripción de daños acorde a intensidad sísmica

Por otro lado, en la figura 3.4 se presenta la distribución geográfica de los edificios colapsados durante el sismo del 19/07/2017 M7.1 considerando la distribución de intensidades sísmicas asociadas a un periodo estructural de $T=1$ s en la Ciudad de México. Acorde a la Figura 3.4 se observa la intensidad sísmica en cada construcción expresada en porcentaje:

- SA < 200 con el 0% (0/38)
- SA entre 200 – 300 con el 10.53% (4/38)
- SA entre 300 – 400 con el 5.26% (2/38)
- SA entre 400 – 500 con el 31.58% (12/38)
- SA > 500 con el 52.63% (20/38)

De acuerdo con la figura 3.4 el mayor porcentaje de construcciones se encuentran en zonas de intensidades sísmicas entre 400 -500 y >500 con el 31.58% y 52.63% respectivamente.

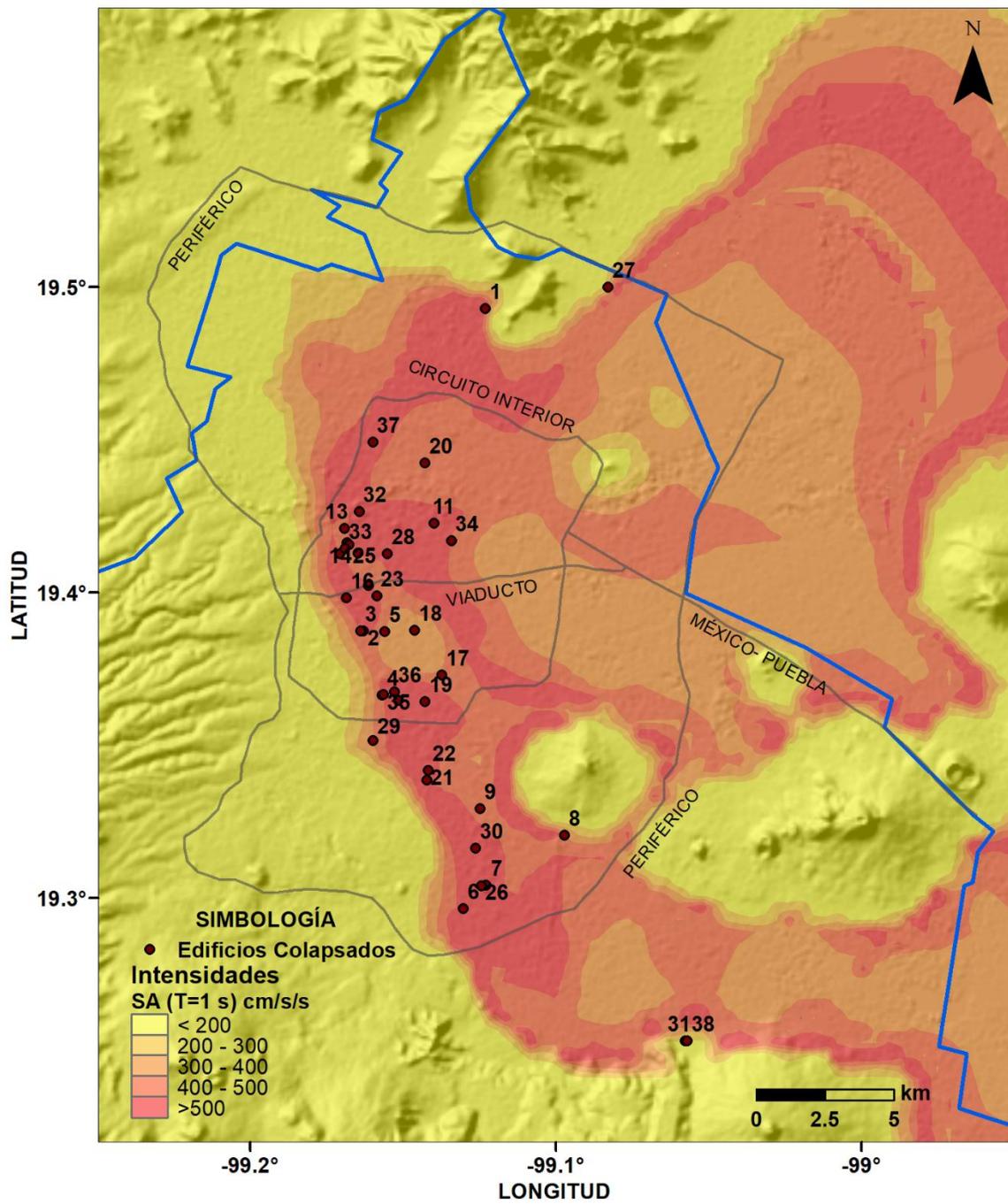


Figura 3.4 Construcciones colapsadas y distribución de las intensidades sísmicas asociadas a un periodo estructural de $T=1s$ en la CDMX

3.4 Ejemplos de daños

En esta sección se presentan ejemplos de casos recopilados de daños indicados en las Tablas 3.1 y 3.2. Mayores detalles se presentan en el Anexo A.

3.4.1 Caso Iglesia de Xochimilco

En la Del. Xochimilco la Iglesia de San Bernardino de Siena, construida durante la conquista española en el siglo XVI, localizada en la avenida 16 de septiembre, colapsaron los arcos que conforman la entrada principal de la iglesia durante el movimiento telúrico del sismo del 19/09/2017. El sismo no solo derribó la entrada principal, también provocó el colapso de una barda de piedra localizada en el lado derecho de la entrada principal, el movimiento provocó que la cúpula que forma parte del campanario se inclinara. En la figura 3.5 se representa el antes y después de los arcos colapsados por el sismo del 19/09/2017.



Figura 3.5 Arcos de la entrada a la iglesia de Xochimilco antes y después del sismo de M7.1 del 19/09/2017 en la CDMX (<http://bit.ly/2Ekahkc>)

3.4.2 Caso Álvaro Obregón 286

Entre los edificios colapsados se encuentra el edificio de Álvaro Obregón No 286, ubicado en la colonia Hipódromo de esta construcción fueron rescatadas con vida 28 personas y se recuperaron los cuerpos de 30 hombres y 19 mujeres.

La edificación Álvaro Obregón 286 fue uno de los edificios en donde se concentró el mayor número de víctimas, esto se debió a que la edificación tenía una ocupación de oficinas y laboratorios. En la figura 3.6 se representa el antes y después del sismo 19/09/2017.



Figura 3.6 Edificio Álvaro obregón 286 antes y después del sismo de M7.1 del 19/09/2017 en la CDMX ([http:// bit.do/d3u65](http://bit.do/d3u65))

3.4.3 Caso edificación de uso vivienda

En la calle Emiliano Zapata número No 56, colonia portales sur, Del. Benito Juárez, colapso parte de un edificio de 6 pisos, la edificación tenía un tipo de uso vivienda el cual contaba con una cantidad aproximada de 24 viviendas provocado por el sismo de M7.1 del 19/09/2017, el edificio tenía menos de un año de construcción. El colapso de la construcción dejó dos víctimas bajo sus escombros. En la figura 3.7 y 3.8 se muestra la edificación antes y después del sismo.

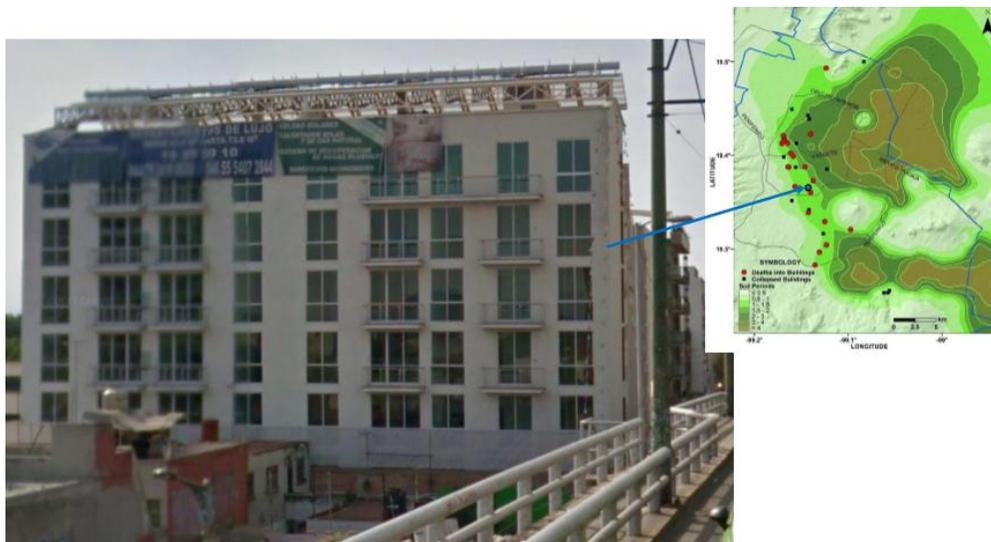


Figura 3.7 Edificio de uso vivienda de 6 pisos antes del sismo (<http://bit.do/d3u65>)



Figura 3.8 Edificio de uso vivienda de 6 pisos después del sismo (<http://bit.do/d3u65>).

3.4.4 Caso Servicio Nacional del Empleo

El edificio del Servicio Nacional de Empleo (SNE), ubicado en Avenida Cuauhtémoc No 614, Colonia Narvarte Poniente, en la Del. Benito Juárez, resultó con daños estructurales severos al fallar la fachada, la cual se desprendió de la edificación de 10 pisos durante el sismo de M7.1 en el lugar no hubo lesionados. En la figura 3.9 y 3.10 se puede observar el antes y después del edificio del Servicio Nacional de Empleo, en donde el fallo de la fachada se generó en ocho pisos dejando intacto los ultimo tres pisos del edificio. En la figura 3.9 se muestra el antes y después del sismo del 19/09/2017.



Figura 3.9 Falla de fachada edificio Servicio Nacional del Empleo 10 pisos CDMX (Dr. Miguel Ángel Jaimes Téllez 2017)



Figura 3.10 Falla de fachada edificio Servicio Nacional del Empleo 10 pisos CDMX (<http://bit.ly/2DKs7Qv>).

3.4.5 Caso vivienda de 6 pisos Av. Tláhuac

En la Del. Iztapalapa calle Paseo de las Galias, colonia Lomas Estrellas, segunda sección colapso el primer nivel (Planta baja) de un edificio de uso vivienda de 5 niveles, por el sismo de M7.1 19/09/2017, el colapso se debió a un mecanismo de planta baja débil, el colapso del edificio dejó 4 fallecidos.

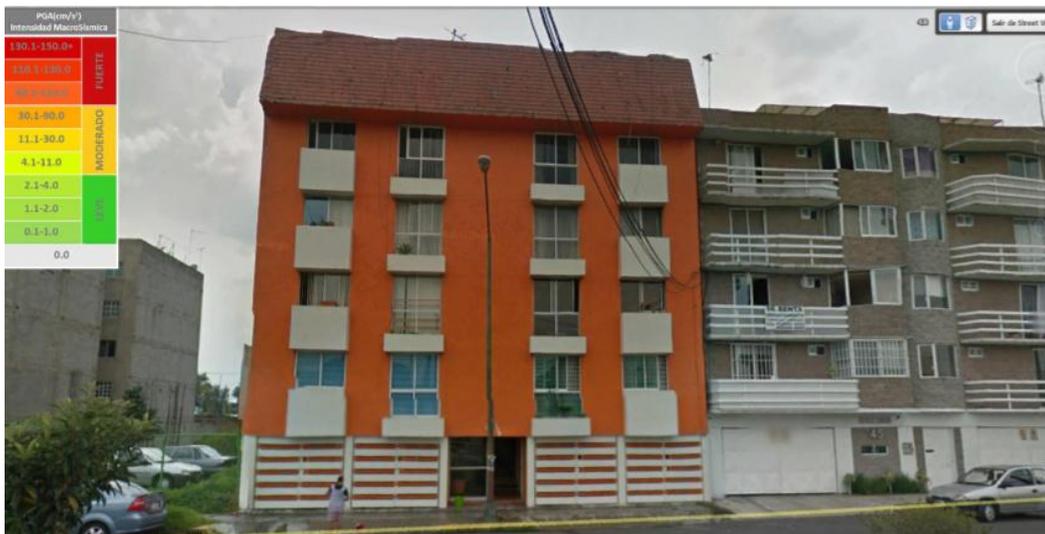


Figura 3.11 Colapso de las viviendas de 5 pisos en Paseos de las Galias y Av. Tláhuac antes del sismo de M7.1 (Dr. Miguel A. Jaimes)



Figura 3.12 Colapso de las viviendas de 5 pisos en Paseos de las Galias y Av. Tláhuac después del sismo de M7.1. (<http://bit.do/d3u65>)

4. Comparación de daños con sistema de estimación temprana del IIUNAM

Los daños generados por el evento sísmico del 19/09/2017 de M7.1 se estimaron mediante un sistema de estimación de daños con el que cuenta la Ciudad de México, este sistema de evaluación temprana en tiempo real evalúa rápidamente los daños generados por los sismos y proporciona estimaciones en tiempo real de la distribución de las intensidades del suelo, los daños generados y el impacto en la población. Este sistema de estimación temprana solo cuenta con una estación acelerométrica, los datos sísmicos en tiempo real del sistema están basados en la estación de referencia de Ciudad Universitaria (CU), la estación está localizada en la Zona de Lomas sobre un flujo de lava basáltica. El proceso de evaluación dura aproximadamente de 10 a 15 minutos después de un evento sísmico sin intervención humana. Para obtener las intensidades en todo el Valle de México, se usan relaciones espectrales de respuesta pre-calculadas en sitios blandos. Se utilizan las estimaciones de las intensidades sísmicas (aceleración máxima del suelo, velocidad máxima del suelo y ordenadas espectrales para determinados periodos estructurales), junto con las relaciones de intensidad-daño de edificios, de víctimas y de la red de distribución de agua potable para obtener la distribución espacial del daño esperado en toda la ciudad. Dado que el tiempo disponible para realizar todos los cálculos es corto, se construyó una base de datos representativa de edificios y población que concentra toda la información en una malla cuadrada de 400 x 400 m. La división en con la que cuenta CDMX para llevar a cabo el proceso de estimación de daños está formada por mallas de 400 x 400 m.

Proceso A se incluyen las siguientes tareas:

- Adquisición, detección, registro y evaluación de datos de aceleración en tiempo real en la estación de referencia (acelerógrafos 1 y 2).
- Procesamiento y estimación del riesgo sísmico en la ciudad.
- Transferencia de los mapas al servidor del Proceso B, así como control de envíos de notificaciones, proceso de manejo de errores y monitoreo del sistema.

Las tareas del Proceso B están relacionadas con un sistema de notificación para cargar y enviar la información de manera automática. Los resultados se envían a un Centro de Emergencia para que los encargados de tomar decisiones puedan priorizar los esfuerzos de respuesta y recuperación para enfocarse en las áreas más afectadas por el sismo. Durante el sismo del 19/09/2017 el sistema de evaluación se disparó mandando información a las instituciones que cuentan con dicho sistema, como el CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) el Instituto de Ingeniería de la UNAM entre otras instituciones.

En las siguientes figuras 4.1 y 4.2 se presentan los datos obtenidos por este sistema de evaluación temprana que se generaron tras el sismo del 19/09/2017 que afectó a la Ciudad de México, el cual generó un mapa representando los daños en construcciones, un mapa de víctimas y un mapa de daños en redes principales de agua potable.

En la figura 4.2 se observa el mapa de víctimas generado por el sistema de estimación temprana, en donde se muestra la distribución de víctimas a causa del sismo de M7.2 en la CDMX; en donde se representa de color rojo el lugar en donde se generó un mayor número de víctimas. Por otro lado, si comparamos la figura 4.1 (mapa de daños) y la figura 4.2 (mapa de víctimas) se puede observar que donde hubo un mayor daño en las construcciones es donde se generó un mayor número de víctimas tras el sismo. El colapso de las estructuras producto del sismo de M7.1 dejó más de 369 víctimas en el país de las cuales 228 se produjeron en la CDMX. La cantidad de víctimas en la CDMX durante el sismo se concentran principalmente en edificios colapsados.

- 88.2% en edificios colapsados
- 11.8% otros (bardas, marquesinas, arcos, etc.)

En solo 5 edificios colapsados durante el sismo se concentran el 51% de las víctimas en la CDMX.

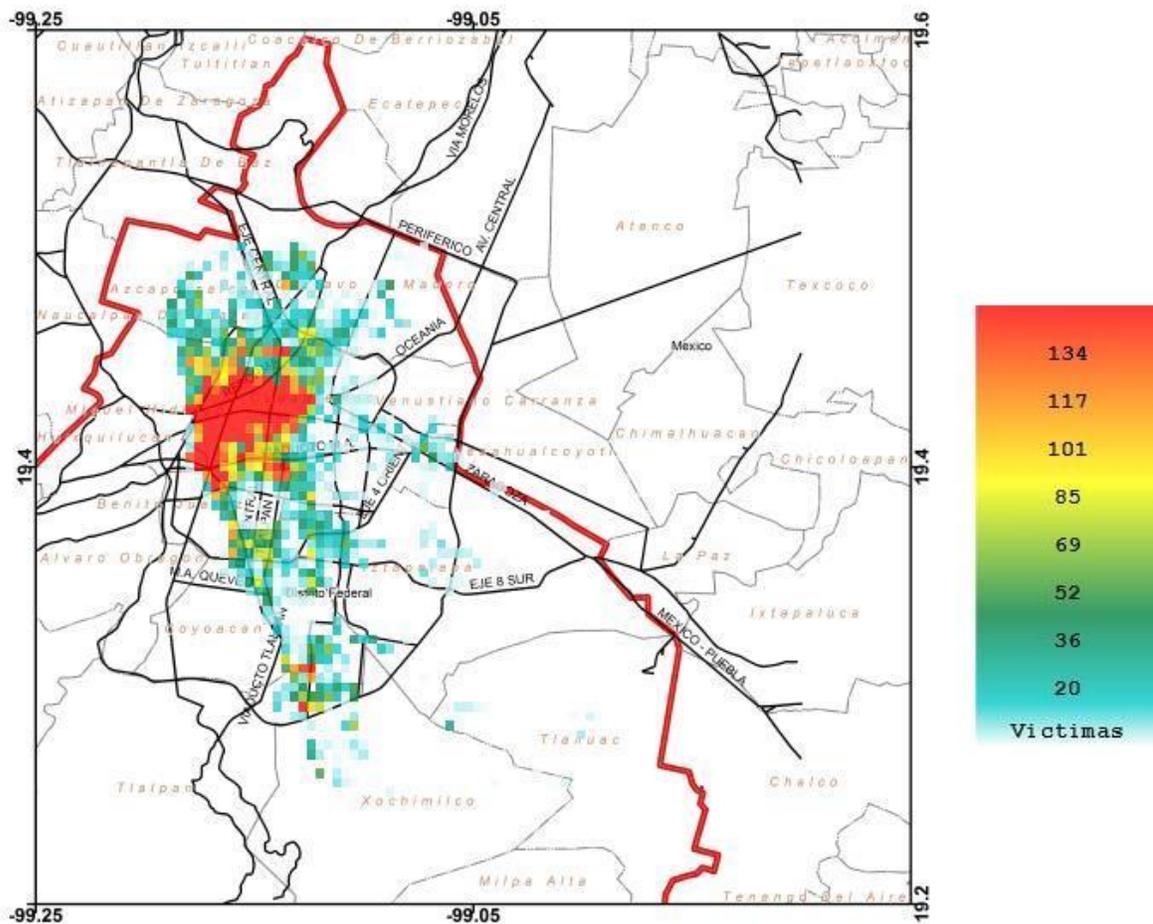


Figura 4.2 Mapa de distribución de víctimas después del evento sísmico de M7.1 en la CDMX (IIUNAM 2017)

En la figura 4.4 se puede observar la comparación de los daños entre los mapas a) y b) en donde se presenta la ubicación de las estructuras colapsadas para ambos casos, los edificios colapsados están representados en color rojo, en la figura 4.4a se presentan un mapa de la CDMX con las estructuras colapsadas representadas con puntos de color rojo, este mapa se generó con el programa ARGIS y las coordenadas de las edificaciones; en la figura 4.4b se presenta un mapa de la CDMX generado por el sistema de estimación temprana del IIUNAM en el cual se representan los daños tras el sismo, en la zona donde se estiman estructuras con daños menores está representada de un color azul mientras que las zonas de color rojo es donde se estiman posibles colapsos de las estructuras. Por otra parte, de acuerdo con la comparación de las figuras 4.4a y 4.4b las zonas donde se generaron colapsos de estructuras tras el evento sísmico para ambos casos son las delegaciones Cuauhtémoc y Benito Juárez.

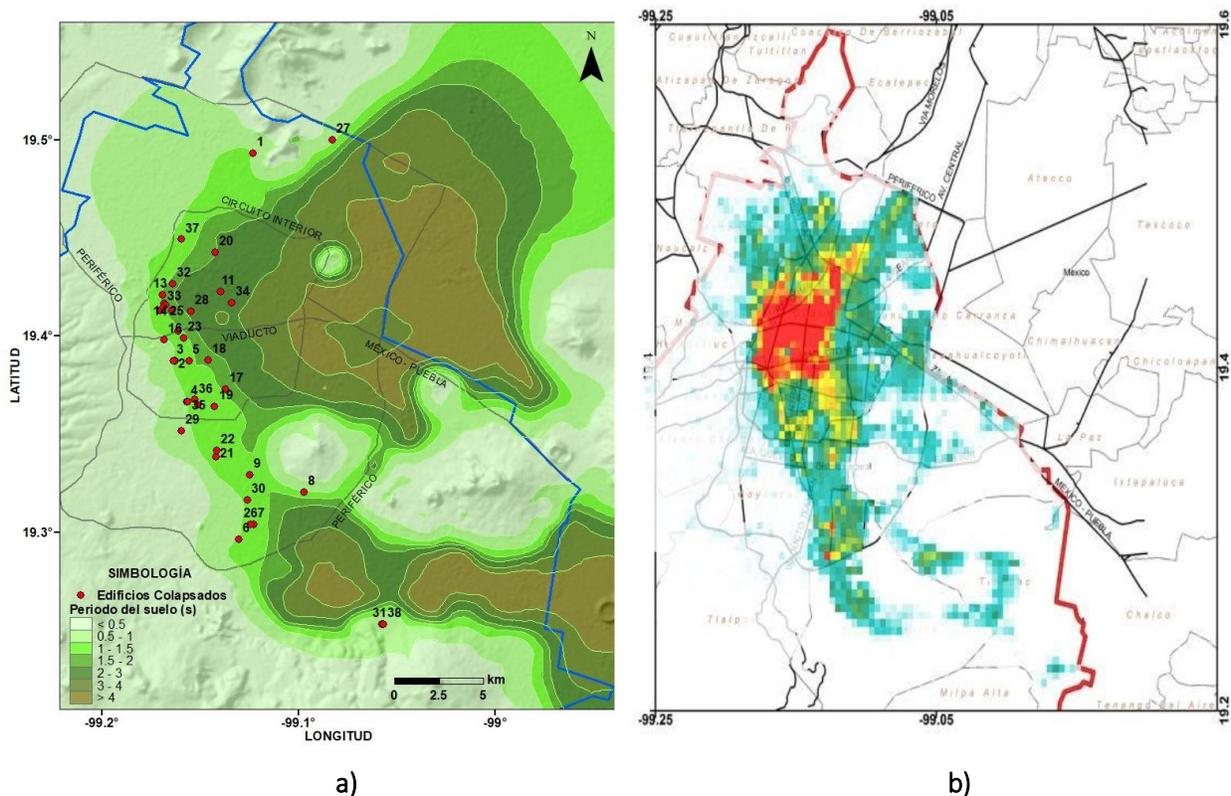


Figura 4.4 Comparación de los mapas de las edificaciones colapsadas tras el evento sísmico de M7.1 el 19/09/2017 en la CDMX: a) Mapa generado con el programa ARGIS 2017 y b) Mapa generado por el sistema de estimación temprana del IIUNAM 2017

5. Conclusiones

En este trabajo se recopiló la información de los daños ocurridos en la Ciudad de México debido al sismo del 19/09/2017 M7.1. En la tesis se describe el colapso de 38 edificios.

A partir de esta recopilación se indican las siguientes conclusiones:

1. Las mayores intensidades sísmicas se presentaron en sedimentos de suelo con periodos de suelo alrededor de $T_s = 1.2s$.
2. En esa zona se presentaron la mayoría de los edificios colapsados (periodos de suelo entre 1.0 y 1.5 s).
3. Los edificios colapsados eran:
 - Construcciones viejas pre-1985 (90%)
 - Construcciones con piso débil (60%)
 - Construcciones ubicadas en esquina (40%)
 - Construcciones sin considerar el RCDF 2004
4. Dar más una mayor importancia al mantenimiento o rehabilitación a las estructuras existentes con daño acumulado generado por el paso del tiempo o por los sismos que sean generados en México y que pueden no cumplir con el reglamento de construcciones vigente. Poner más estructuras que no cumplan con el tipo de uso y el número de niveles de acuerdo con los lineamientos del reglamento vigente

Las causas de los estragos producidos por el sismo de M7.1 en la CDMX se debieron a la localización y profundidad del epicentro sísmico, las intensidades de la superficie que se generaron tras el temblor, el tipo de suelo en el que se encuentra la CDMX, algunas posibles violaciones a los reglamentos de construcción de acuerdo con ingenieros y sismólogos de la UNAM.

El sistema de estimación temprana proporciona información en tiempo real de los daños que se generan tras los eventos sísmicos, la base de datos que genera el sistema no solo permite actuar con rapidez a las autoridades competentes en las zonas con mayores daños tras los eventos sísmicos, también nos permite tener evaluaciones confiables de los riesgos ocasionados por los sismos.

Referencias

Eduardo Reinoso, Miguel A. Jaimes, Leonardo Alcántara, Citlali Pérez y Mario Ordaz. (2015). Geotecnia 237. Sistema para el monitoreo automático y evaluación del riesgo sísmico en la Ciudad de México. CDMX, México: Instituto de Ingeniería, UNAM.

Miguel A. Jaimes, Alejandro Ramirez-Gaytán, and Eduardo Reinos (2015). GroundMotion Prediction Model From Intermediate-Depth Intraslab Earthquakes at the Hill and Lake-Bed Zones of Mexico City, Journal of Earthquake Engineerin.

Mario Ordaz, Eduardo Reinoso, Miguel A. Jaimes, Leonardo Alcántara and Citlali Pérez. (2017). International Geophysics. High-Resolution Early Earthquake Damage Assessment System for Mexico City Based on a Single-Station. CDMX, México: Instituto de Ingeniería, UNAM.

M. en C. Carlos Gutiérrez Martínez, M. en I. Roberto Quaas Weppen, Dr. Mario Ordaz Schroeder, Ing. Enrique Guevara Ortíz, Dr. David Muriá Vilá y Dr. Shri Krishna Singh. (2015). Sismos. Distribución Nacional e Internacional: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Dr. Miguel A. Jaime. (2017). Presentación. Intensidades sísmicas en la CDMX Sismo 19 Septiembre 2017 M7.1. CDMX, México: Instituto de Ingeniería, UNAM.

Dr. Miguel A. Jaime. (2017). ¿Qué tipo de edificaciones sufrieron afectaciones el 19 de septiembre?. CDMX, México: Instituto de Ingeniería, UNAM.

Dr. Miguel A. Jaime. (2017). Sismo del 19 de septiembre de 2017 M7.1, Puebla-Morelos. CDMX, México: Instituto de Ingeniería, UNAM.

Emilio Rosenblueth, Virginia García Acosta, Teresa Rojas Rabiela, Jesús Orozco Castellano y Francisco J. Núñez de la Peña. Macrosismos. Obtenida de <https://bit.ly/2H8e5G2>

Historia de México. (2017). Los 13 temblores más fuertes en la historia de México. Obtenido de <https://bit.ly/2JVci9c>

Dr. Vladimir Kostoglodov y Dr. Javier Francisco Pacheco. Cien años de sismicidad en México. Instituto de Geofísica, UNAM. Obtenido de <http://usuarios.geofisica.unam.mx/vladimir/sismos/100a%F1os.html>

¿Qué ocurrió el 19 de septiembre de 2017 en México? (2017). Grupos de Sismología e Ingeniería de la UNAM. Obtenido de <https://bit.ly/2B3ETI6>

HUFFPOST. (2017). FOTOS: El antes y después de los edificios derrumbados en CDMX. Obtenido de <https://bit.ly/2qG9Qun>

Univisión. These are the buildings that collapsed in the Mexico City earthquake (with before and after images). Obtenido de <https://bit.ly/2JU4wfl>

Televisa News. Antes y Después: fotos de edificios derrumbados en la CDMX. Obtenido de <https://bit.ly/2qzD4fd>

Secretarías de obras y servicios. Inicia demolición en calzada de La Viga 1756. Obtenido de <https://bit.ly/2H7Lpks>

Univisión. Estos son los edificios que colapsaron con el terremoto en México (antes y después). Obtenido de <https://bit.ly/2EiGcS5>

Excélsior. Sismos. Alertan colapso de 3 edificios en la colonia Portales Norte. Obtenido de <https://bit.ly/2ftSGee>

México Forbes. Los 8 sismos más catastróficos en la historia de México. Obtenido de <https://bit.ly/2H9ke4E>

W radio. Los sismos en la historia de México. Obtenido de <https://bit.ly/2H5CpwI>

Animal Político. Mapa Contra el Olvido: ¿En dónde murió cada víctima del 19S en CDMX? Obtenido de <https://bit.ly/2HP8B3M>

Anexo A: Edificios colapsados en la Ciudad de México

En este anexo se presenta la recopilación del antes y después de los edificios colapsados tras el evento sísmico.

A.1 Edificio en Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán (ID 1 de Tabla 4.1)

En la figura A.1 se presenta el edificio ubicado en Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán en la Colonia Lindavista, Del. Gustavo A Madero, antes y después de ocurrido el evento sísmico; en esta se observa que el edificio es de 6 niveles de uso departamental, el cual colapso con un efecto de “panqueque” quedando los niveles uno sobre otro dejando la planta baja completamente colapsada y manteniéndose los de más niveles en pie con condiciones deplorable, durante el colapso diez personas quedaron atrapadas entre los escombros de las cuales cuatro fueron encontrados sin vida, tres están desaparecidos, dos más está por confirmarse su ausencia y sólo una persona fue rescatada con vida. El edificio estaba dividido en tres torres, pero sólo la de en medio se vino abajo, mientras que las otras sufrieron daños; el área de construcción que abarca el edificio es aproximadamente 708 m². (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>, <http://bit.ly/2HObHoP>).

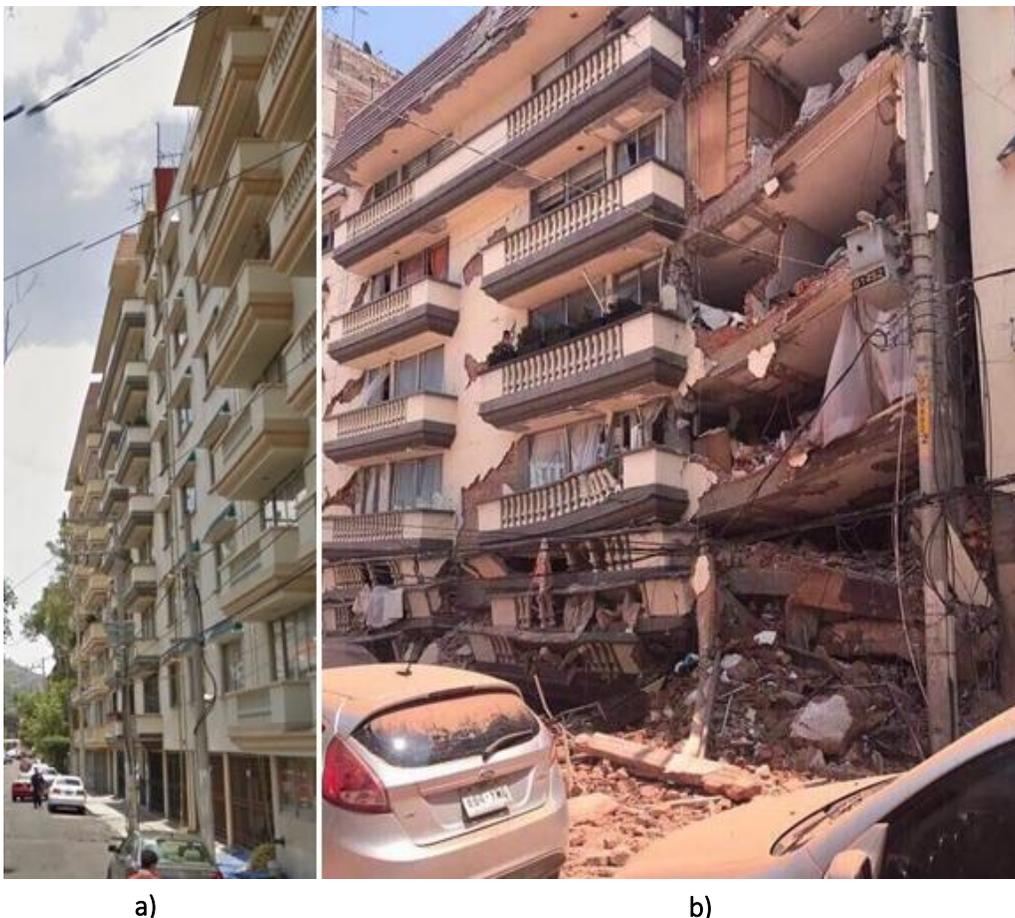


Figura A. 1 Edificio Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1. (<http://bit.do/d3u65>)

A.2 Edificio en Escocia No.14 (ID 2 de Tabla 4.1)

En la figura A.2 se presenta el edificio ubicado en Escocia No. 14 en la Colonia del Valle Centro, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la cual se puede observar el colapso total de la estructura que cumplía con la función departamental, la edificación quedó reducido a escombros; se reportan a trece persona fallecidas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y el Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad la cual contaba con una superficie de construcción aproximada de 336 m² (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>, <http://bit.ly/2HObHoP>).



Figura A. 2 Edificio en Escocia No. 14: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>).

A.3 Edificio en Calle Gabriel Mancera y Escocia (ID 3 de Tabla 4.1)

En la figura A.3 se presenta el edificio ubicado en Eje 2 poniente, en la calle Gabriel Mancera y Escocia en la Colonia del Valle centro, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la cual se observa el colapso total del edificio de uso departamental de 7 niveles, quedando los escombros apilados en lo que antes era el edificio, se observa que tras el sismo de M7.1 de la edificación no quedo estructura alguna intacta; del lugar fueron rescatadas con vida tres personas, diez personas fallecieron de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 3 Edificio en Eje 2 poniente, Calle Gabriel Mancera y Escocia: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.4 Edificio en Prolongación Petén No. 915, esq. Zapata (ID 4 de Tabla 4.1)

En la figura A.4 se presenta el edificio ubicado en Prolongación Petén No. 915, esq. Zapata en la Colonia Emperadores, Del. Benito Juárez antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en esta se puede observar el colapso total quedando solo una montaña de escombros en el lugar donde se ubicaba la edificación de siete pisos de uso habitacional y uso comercial en la planta baja, ocasionado por el evento sísmico de M7.1 el 19/10/2017. Tras el colapso del edificio se reportaron a diez personas fallecidas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 4 Edificio Prolongación Petén No. 915, esquina Zapata: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.5 Edificio en Concepción Beistegui y Calle Yacatas (ID 5 de Tabla 4.1)

En la figura A.5 se presenta el edificio ubicado en Concepción Beistegui y Calle Yacatas en la Colonia Narvarte Oriente, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico; se puede observar el colapso de una de las esquinas del edificio de uso departamental de 4 niveles, en el cual las columnas circulares no soportaron el peso de las losas, en la figura se puede apreciar que las losas se doblaron como si fueran de cartón quedando solo la losa de la planta baja sin colapsar. No se reportaron víctimas tras el colapso de la edificación.



Figura A. 5 Edificio en Concepción Beistegui & Calle Yacatas Eje 2 poniente, Calle Gabriel Mancera y Escocia: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.6 Edificio en Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas (ID 6 de Tabla 4.1)

En la figura A.6 se presenta el edificio ubicado en Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas en la Colonia Nueva Oriental Coapa, Del. Tlalpan, antes y después de ocurrido el evento sísmico, el cual cumplía con la función de una escuela preprimaria, primaria y secundaria; en la figura se puede apreciar el colapso de un edificio de 4 pisos que conformaba parte del colegio Enrique Rébsamen, de acuerdo con los peritajes realizados por especialistas de la Procuraduría General de Justicia la construcción del cuarto nivel fue lo que ocasiono el colapso de la estructura, por otra parte de acuerdo con expedientes del centro educativo el colegio estaba certificado como un inmueble en buenas condiciones. El derrumbe del colegio dejo a veintiséis personas muertas de las cuales 19 eran niño y 7 adultos de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>, <http://bit.ly/2FzfNA>).



Figura A. 6 Edificio en Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Escocia: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.7 Edificio en Rancho Los Arcos No. 32 (ID 7 de Tabla 4.1)

En la figura A.7 se presenta el edificio ubicado en Rancho Los Arcos No. 32 en la Colonia los Girasoles, Del. Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico. El edificio habitacional de 5 niveles de uso departamental; en la figura se puede apreciar que la parte de enfrente fue la más afectada durante el sismo de M7.1 provocando el colapso total de la estructura y dejando al edificio adjunto a punto de colapsar con un efecto de volcamiento, el edificio colapso como si se derribara una ficha de domino quedando volcado completamente. El tras el colapso del inmueble se reportaron ocho personas muertas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).

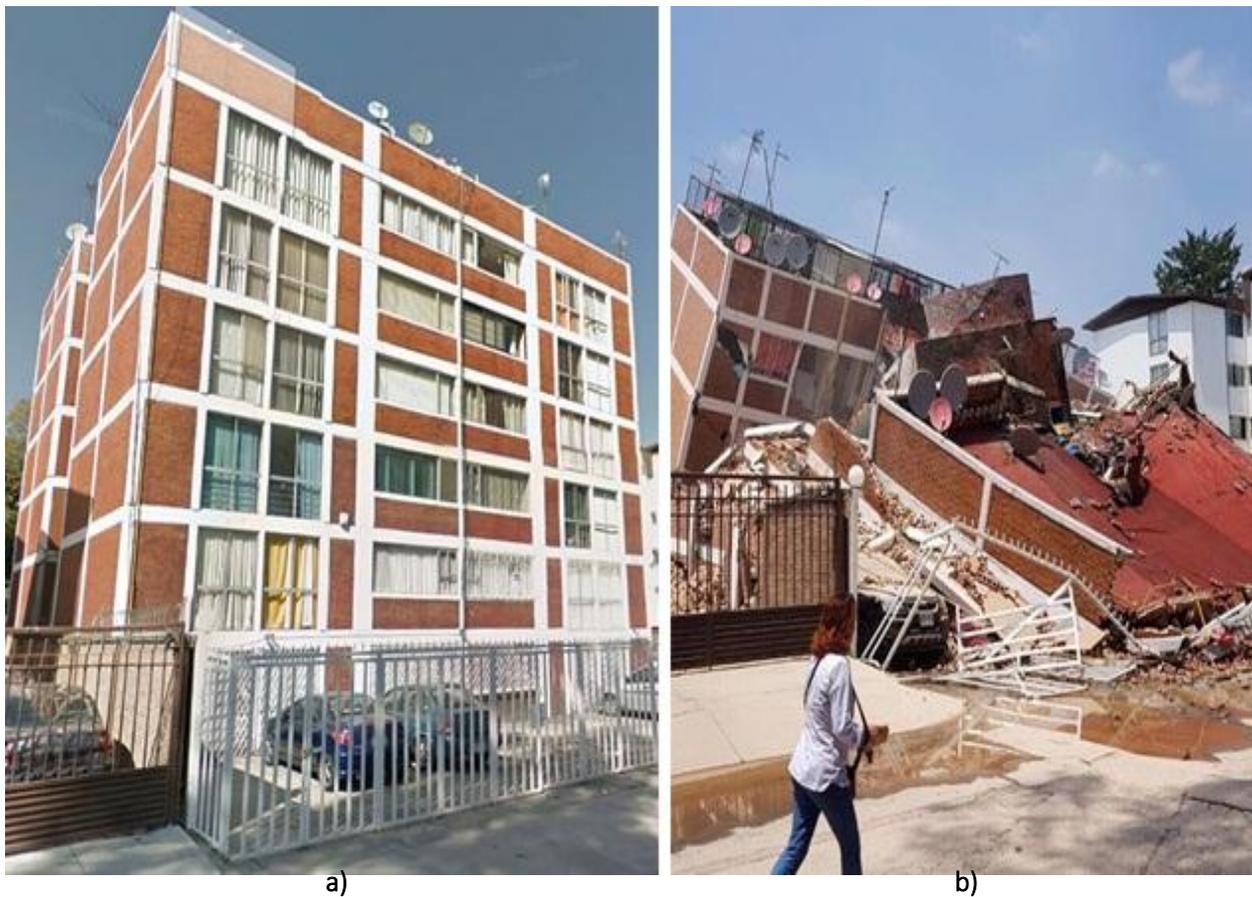


Figura A. 7 Edificio en Rancho Los Arcos No. 32: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.8 Edificio en Paseo de las Galias No. 47 (ID 8 de Tabla 4.1)

En la figura A.6 se presenta el edificio ubicado en calle Paseo de las Galias No. 47 en la Colonia Lomas Estrellas, Del. Iztapalapa segunda sección, antes y después de ocurrido el evento sísmico, colapso el primer nivel (Planta baja) de un edificio de uso vivienda de 5 niveles, por el sismo de M7.1 19/09/2017; el colapso se debió a un mecanismo de planta baja débil, dejando a cuatro muertos de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>). El área aproximada de construcción del edificio es de una superficie de 146.5 m².



Figura A. 8 Edificio Paseo de las Galias No. 47: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65> y <http://bit.ly/2wDJxuv>)

A.9 Edificio en Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac (ID 9 de Tabla 4.1)

En la figura A.9 se presenta el edificio ubicado en Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac en la colonia San Francisco Culhuacán, delegación Iztapalapa, antes y después de ocurrido el evento sísmico; en la figura se puede observar que el edificio de tres niveles dedicado a reparación de autos de color amarillo colapso debido a un sistema de planta baja débil, quedando solo escombros del primero y segundo nivel mientras que la estructura del tercer nivel quedo completa aparentemente. También se puede observar un sistema de columnas no continuas que generan una carga puntual en las trabes ubicadas en la planta baja debilitando más la estructura, tras el derrumbe de la edificación se reportaron a dos personas muertas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 9 Edificio Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.10 Edificio en Ámsterdam No. 107 (ID 6 de Tabla 4.1)

En la figura A.10 se presenta el edificio de uso departamental de 9 niveles ubicado en Ámsterdam No. 107 en la Colonia Hipódromo, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico; en la figura se puede observar que de la edificación solo quedó una pila de escombros después del sismo M7.1; el derrumbe de la edificación dejó a siete personas muertas de acuerdo con la Procuraduría Capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 10 Edificio Ámsterdam No. 107: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.11 Edificio en Bolívar No. 168 (ID 6 de Tabla 4.1)

En la figura A.11 se presenta el edificio de uso textil de 7 niveles ubicado en Bolívar No. 168 en la Colonia Centro, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en el cual operaban al menos cinco empresas de manufactura de ropa y juguetes, de acuerdo con datos del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad de México (Incifo), la Procuraduría General de Justicia local (PGJ-CDMX) y de Locatel, en ese edificio perdieron la vida 15 personas: 12 mujeres y tres hombres, en la figura se puede apreciar el colapso total del edificio del cual solo quedó una montaña de escombros. (cifras actualizadas hasta el 5/10/2017, <http://bit.ly/2xosFrY>)



Figura A. 11 Edificio Bolívar No. 168: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.12 Edificio en Álvaro Obregón No. 286 (ID 12 de Tabla 4.1)

En la figura A.12 se presenta el edificio en el cual contaba con oficinas de 6 niveles ubicado en Álvaro Obregón No. 286 en la Colonia Hipódromo, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico; en la figura se puede observar que los niveles superiores colapsaron completamente sobre la planta baja del edificio la cual quedo en pie después del evento sísmico de M7.1, el cual contaba con una superficie aproximada de 750 m² de construcción; del edificio colapsado fueron rescatadas con vida 28 personas y se recuperaron los cuerpos de 30 hombres y 19 mujeres sumando un total de 49 víctimas. La edificación Álvaro Obregón No. 286 fue uno de los edificios en donde se concentraron mayores pérdidas de humanas, esto se debió a que la edificación tenía una ocupación de oficinas y laboratorios. (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>, <http://bit.ly/2l0h9NN>)



Figura A. 12 Edificio Álvaro Obregón No. 286: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.13 Edificio en Puebla No. 282 (ID 13 de Tabla 4.1)

En la figura A.13 se presenta el edificio de uso Oficinas y laboratorio de 4 niveles ubicado en Puebla No. 282 en la Colonia Roma Norte, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar que los últimos tres niveles colapsaron encima de la planta baja la cual quedó en pie, pero con peligro de colapso en el lugar solo quedó la pila de escombros pertenecientes a los niveles superiores dejando la entrada del edificio descubierta, pero haciendo inaccesible el paso al interior de la planta baja; tras el colapso del inmueble se reportaron catorce personas muertas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).

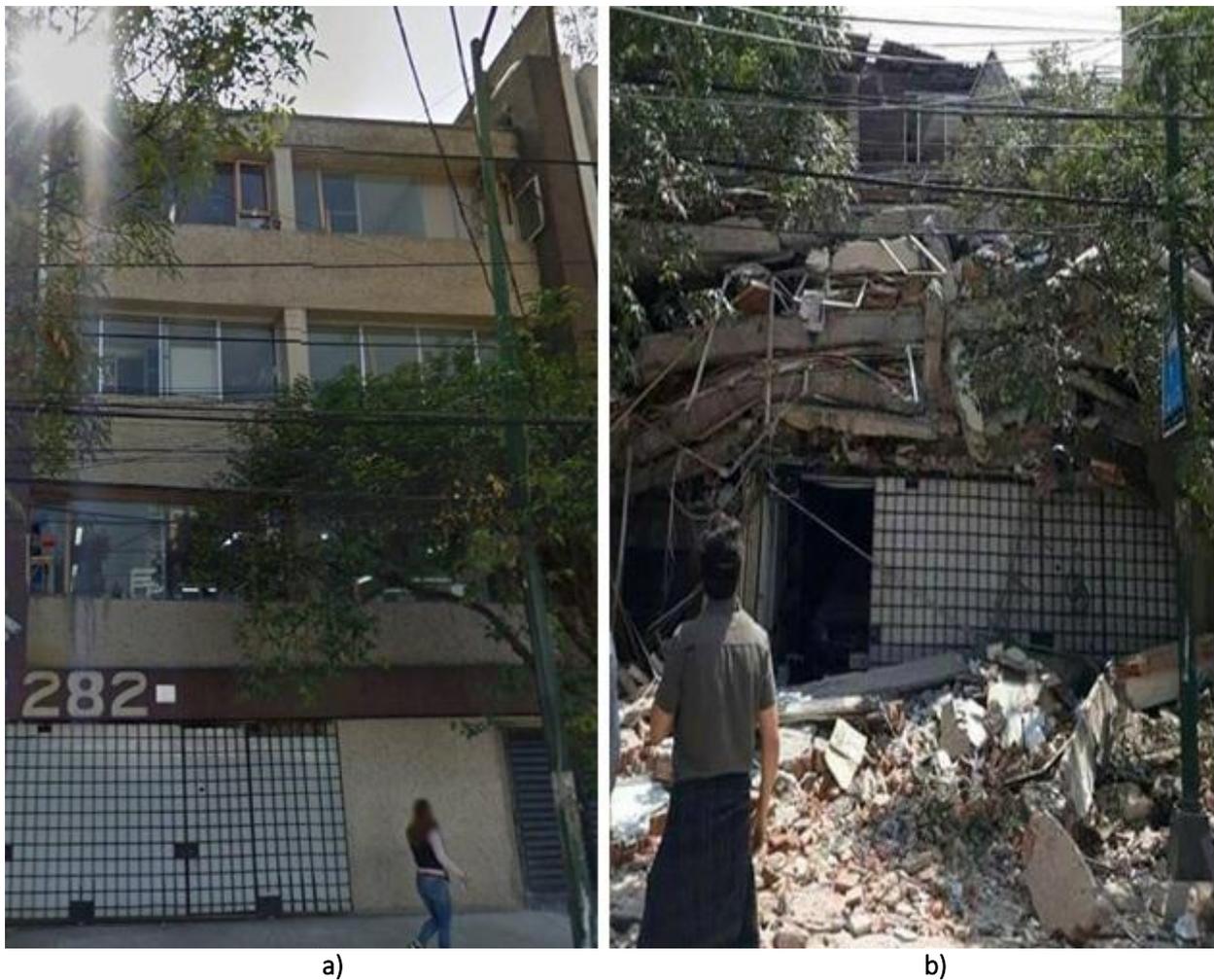


Figura A. 13 Edificio Puebla No. 282: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.14 Edificio en Medellín No. 176 (ID 14 de Tabla 4.1)

En la figura A.14 se presenta el edificio de uso oficinas de 6 niveles ubicado en Medellín No. 176 en la Colonia Roma, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1, en la figura se puede observar que parte de la estructura colapso quedando el primer nivel en pie con una pila de escombros encima. Además, se aprecia que la parte colapsada de la estructura fue derrumbándose en forma de un plano inclinado siendo la parte que colinda con el edificio adjunto la de mayor estabilidad. En este inmueble se reportaron un total de dos víctimas tras el sismo de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 14 Edificio Medellín y San Luis: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.15 Edificio en Viaducto Miguel Alemán No. 106 (ID 15 de Tabla 4.1)

En la figura A.15 se presenta el edificio de uso departamental de 5 niveles ubicado en Viaducto Miguel Alemán No. 106 en la Colonia Piedad Narvarte, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura mostrada se observa que la edificación colapso completamente dejando a su paso una montaña de escombros siendo el espectacular la única parte de la estructura que quedó en pie después del sismo en el lugar donde se ubicaba el edificio contaba con una superficie de construcción de aproximadamente 240 m², de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad se reportaron ocho víctimas (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 15 Edificio en Viaducto Miguel Alemán No. 106: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.16 Edificio en Patricio Sanz No. 37 (ID 16 de Tabla 4.1)

En la figura A.16 se presenta el edificio de uso departamental de 6 niveles ubicado en Patricio Sanz y Xola en la Colonia Del Valle, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar que al colapso del edificio se debió a una planta baja débil quedando está completamente colapsada de bajo de los niveles restantes además se puede apreciar que los demás niveles quedaron en pie con daños menores comparados con los de la planta baja; tras el colapso del inmueble no se reportaron personas atrapadas ni víctimas.(información actualizada hasta el 5/10/2017, <http://bit.ly/2k7BjVz>).

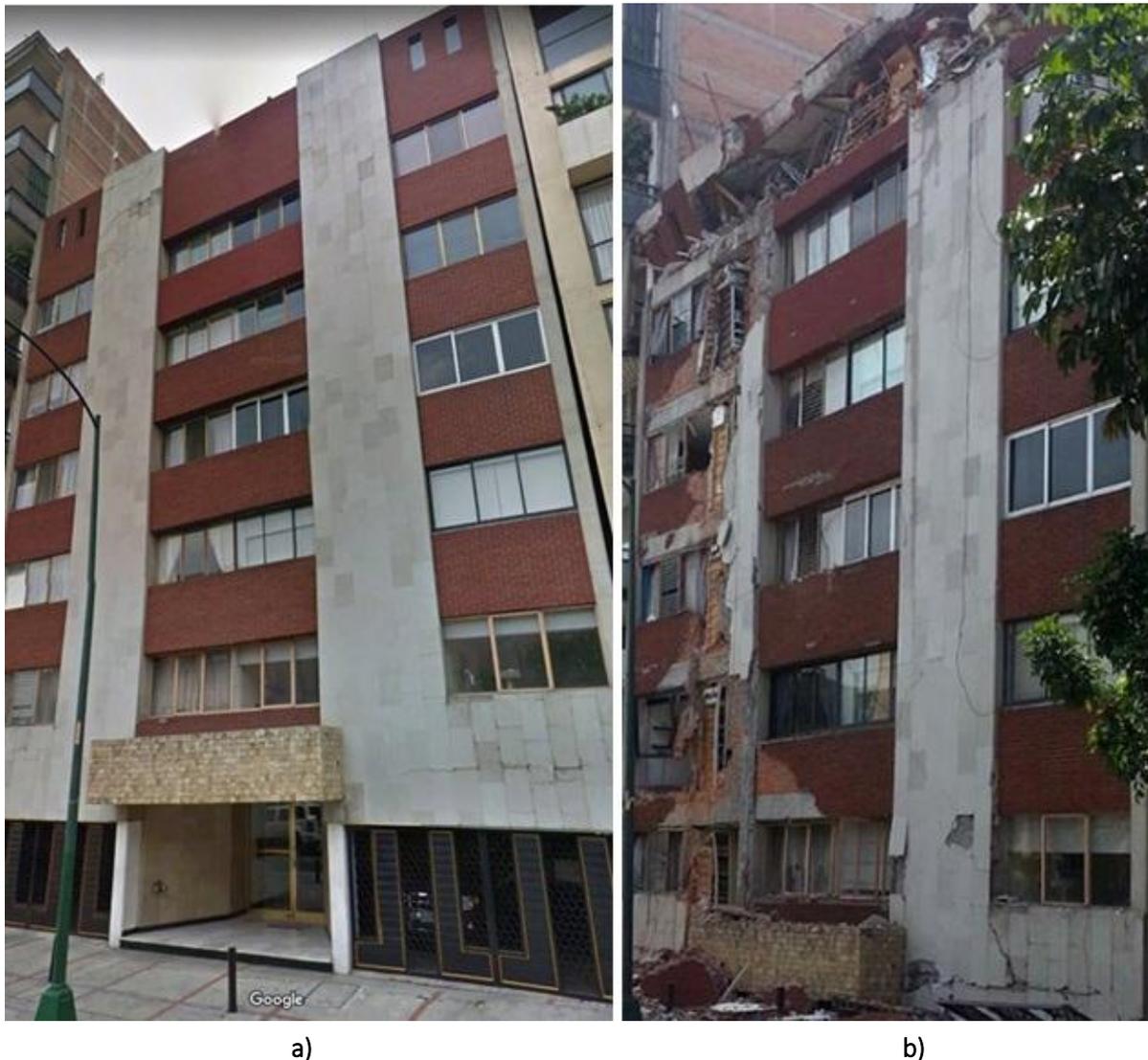


Figura A. 16 Edificio en Patricio Sanz y Xola Brujas: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.17 Edificio en Bretaña No. 90 (ID 17 de Tabla 4.1)

En la figura A.17 se presenta el edificio de uso departamental de 4 niveles ubicado en Bretaña No. 90 en la Colonia Zacahuitzco, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A.17 se puede observar que la estructura de cuatro niveles colapso completamente dejando solo escombros, se puede denotar en la figura que las columnas que conformaban la planta baja de la edificación tienen una dimensión la cual es insuficiente para mantener estable el edificio conformado por cuatro niveles. Tras el colapso de la estructura se reportó una víctima de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 17 Edificio en Bretaña No. 90: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.18 Edificio en Niños Héroes No. 173, esquina Galicia (ID 18 de Tabla 4.1)

En la figura A.18 se presenta el edificio de uso departamental de 4 niveles ubicado en Niños Héroes No. 173, esquina Galicia en la Colonia Niños Héroes de Chapultepec, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se observa el colapso de los niveles superiores de la edificación quedando solo una parte de la estructura en pie, además se puede observar que para evitar el colapso completo de la edificación se colocaron polines para mantener estable parte de la estructura que no colapsó. De acuerdo con protección civil el edificio debió ser demolido ya que durante el sismo del 1985 quedó dañado no obstante 15 años después comenzó a hacer rentado. Se reportó una víctima después del colapso del inmueble de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 18 Edificio Niños Héroes No. 173, esquina Galicia: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.19 Edificio en Gral. Emiliano Zapata No. 56 (ID 19 de Tabla 4.1)

En la figura A.19 se presenta el edificio ubicado en la calle Emiliano Zapata número No. 56, Colonia Portales sur, Del. Benito Juárez, colapsó parte de un edificio de 6 pisos, de uso habitacional el cual contaba con una cantidad aproximada de 24 viviendas, el edificio tenía menos de un año de construcción. En la figura A.19 se puede observar el inmueble antes y después del evento sísmico de M7.1, además se observa que la parte colapsada quedó reducida a escombros mientras la mayor parte de la estructura quedó en pie. El área de construcción de la edificación es aproximadamente de 328 m². El colapso de la construcción dejó dos pérdidas humanas bajo sus escombros de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).

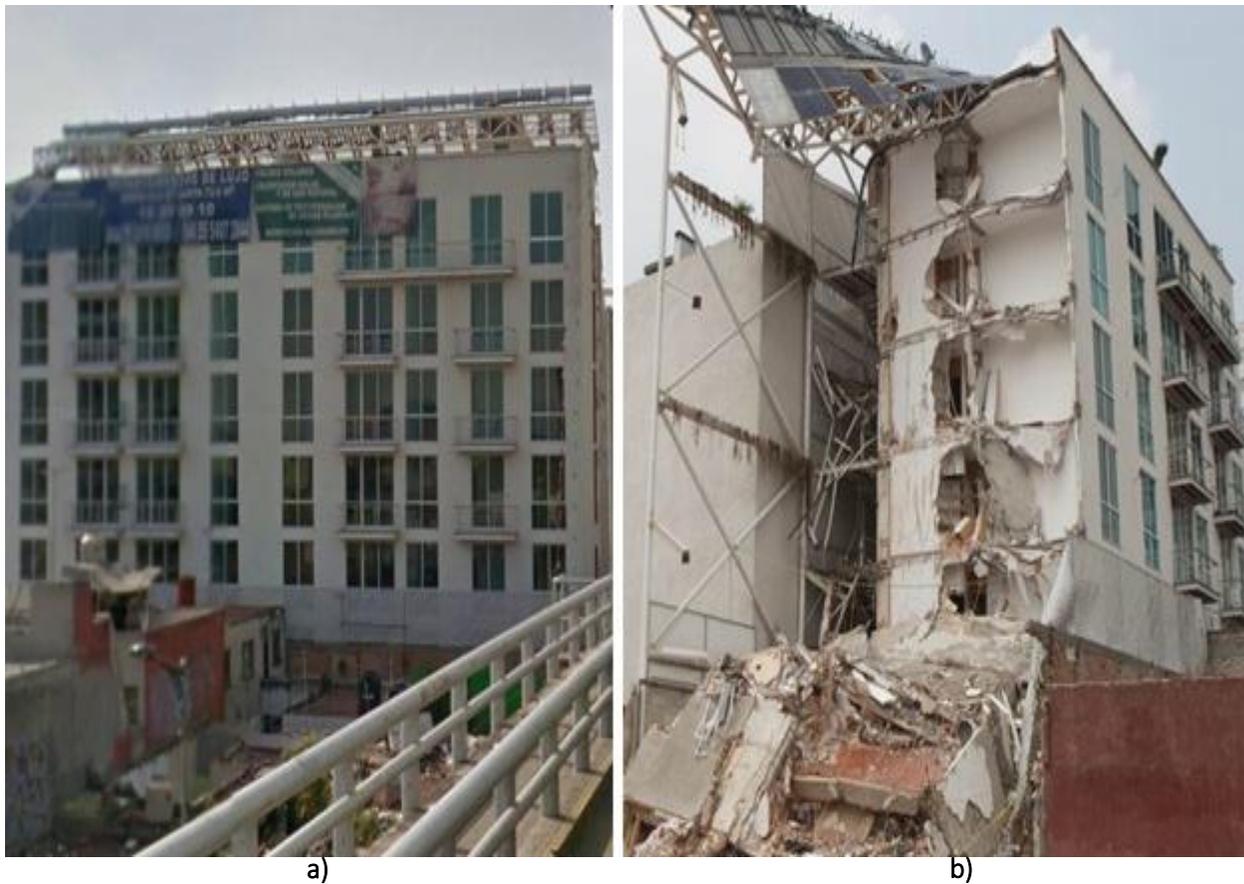


Figura A. 19 Edificio en Emiliano Zapata No. 56: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>, <http://bit.ly/2DzhsrX>)

A.20 Edificio en Magnolia esq. Lerdo (ID 20 de Tabla 4.1)

En la figura A.20 se presenta el edificio de uso vivienda de 3 niveles ubicado en Magnolia esq. Lerdo en la Colonia Guerrero, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar el colapso de los niveles superiores de la estructura la cual se encontraba en obra negra antes del sismo, se aprecia que la parte afectada de la estructura corresponde a los muros de mampostería ubicados a un lado de la carretera, en el lugar solo quedaron escombros los cuales ocasionaron daños a los automóviles estacionados en la zona; en el lugar no se reportaron víctimas.



Figura A. 20 Edificio en Magnolia esq. Lerdo: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.21 Edificio Multifamiliar Calzada de Tlalpan (ID 21 de Tabla 4.1)

En la figura A.21 se presenta el edificio de uso departamental de 5 niveles ubicado en Calzada de Tlalpan en la Colonia Tlalpan, Del. Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; el edificio residencial de cinco pisos estaba sobre la esquina y rodeado de árboles. Solo quedó en pie la planta baja y sobre de ella una pila de escombros. El Colegio de Ingenieros Arquitectos de México detalló que los habitantes habrían realizado modificaciones que alteraron la estructura restándole fuerza. En el inmueble se reportaron nueve víctimas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad se reportaron (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>, <http://bit.ly/2EWgGWl>).



Figura A. 21 Edificio en Calzada de Tlalpan: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.22 Edificio en Calzada de Tlalpan No. 2050 (ID 22 de Tabla 4.1)

En la figura A.22 se presenta el edificio de uso comercial de 1 niveles ubicado en Calzada de Tlalpan No. 2050 en la Colonia Campestre Churubusco, Del. Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1, se puede observar que en el centro comercial soriana solo colapso la parte de enfrente en donde se ubica la entrada, en la figura A.22 se puede apreciar el desplome de una parte de la losa y la mampostería, que conformaba parte del voladizo del centro comercial. Se reportaron solamente ocho automóviles dañados a causa de colapso y no se reportaron lesionados ni pérdidas humanas en el lugar. (actualización de datos hasta el 22/09/2017, <http://bit.ly/2FDOPJA>)



Figura A. 22 Edificio en Calzada de Taxqueña: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.23 Edificio en Rébsamen No. 241 (ID 23 de Tabla 4.1)

En la figura A.23 se presenta el edificio de uso Departamental de 5 niveles ubicado en Rébsamen No. 241 en la Colonia Narvarte Poniente, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A.23 se puede observar que el colapso ocurrió por una planta baja débil, provocando que los pisos superiores se desplomaran sobre lo que conformaba el estacionamiento del edificio, además, se puede apreciar en la planta baja que las dimensiones de las columnas eran reducidas en comparación con las columnas de los cuatro niveles superiores las cuales eran de mayor dimensión, razón por la cual la planta baja colapsó; el colapso del inmueble dejó una víctima bajo sus escombros de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).

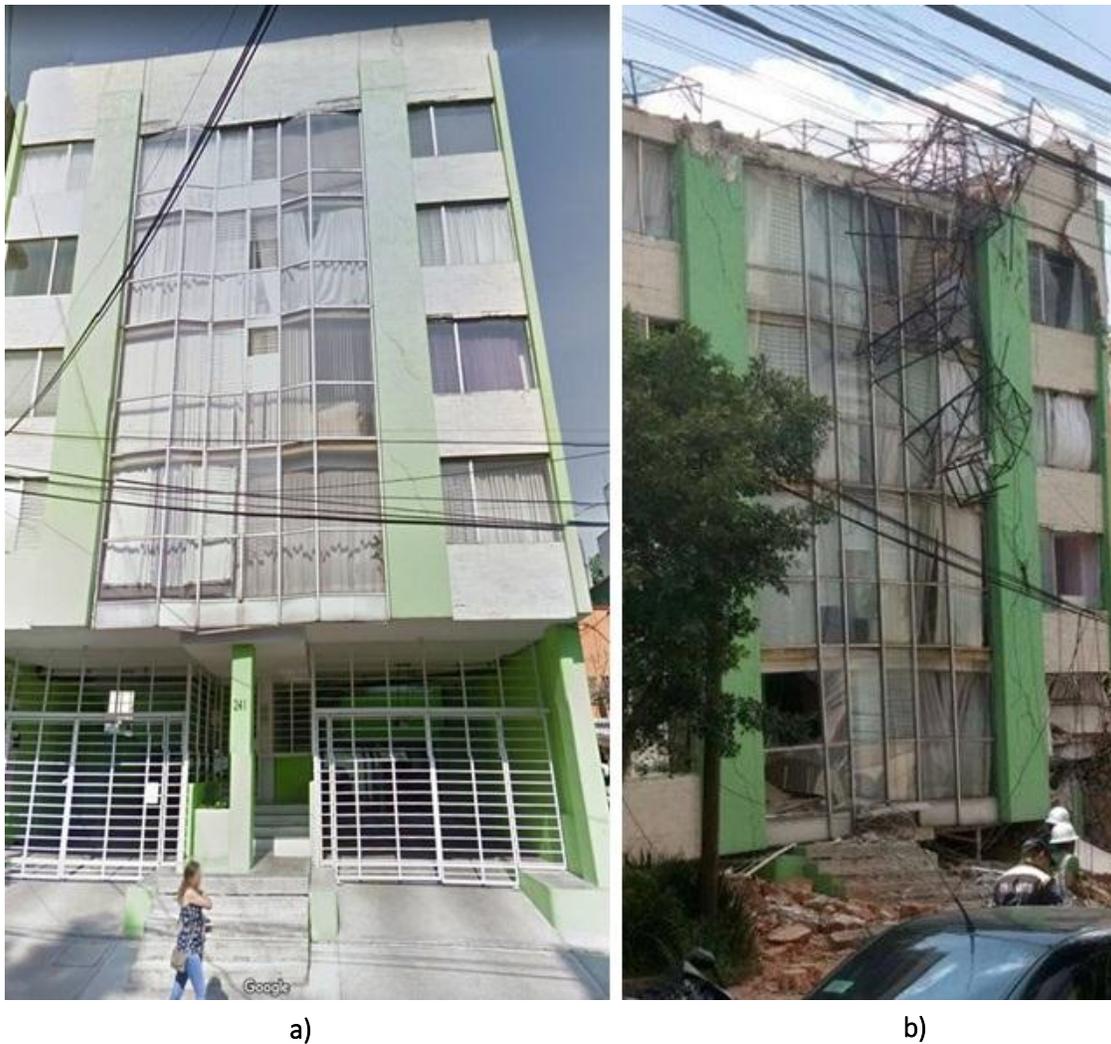


Figura A. 23 Edificio en Rébsamen No. 241: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.24 Edificio en Saratoga No. 714 (ID 6 de Tabla 4.1)

En la figura A.24 se presenta el edificio de uso Departamental de 5 niveles ubicado en Saratoga No. 714 en la Colonia Portales Norte, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; del edificio de 5 niveles solo quedaron en pie tres de los niveles superiores después del sismo del 19/09/2017 quedando completamente enterrados los dos primeros niveles, en la figura A.24 se puede observar los daños ocasionados tras el sismo quedando completamente en ruinas la edificación y con peligro de colapso, se reportó una persona sin vida bajo sus escombros de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 24 Edificio en Saratoga No. 714: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.25 Edificio en Ámsterdam No. 25 (ID 25 de Tabla 4.1)

En la figura A.25 se presenta el edificio de uso Establecimiento y vivienda de 5 niveles ubicado en Ámsterdam No. 25 en la Colonia Hipódromo, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar la planta baja la cual fue la única parte de la estructura que quedó en pie después del sismo ocurrido el 19/09/2017 y dejando solo escombros de las plantas superiores y con peligro de colapso de la planta baja; el inmueble resultó afectado desde el temblor de 1985 y aunque las autoridades lo sabían, permitieron que varias familias lo siguieran habitando sin que fuera reparado, en el lugar se reportó una persona sin vida tras el colapso de la edificación de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M> <http://bit.ly/2BRN1et>).



Figura A. 25 Edificio en Ámsterdam No. 25: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.26 Edificio Calzada del Hueso No. 480 (ID 26 de Tabla 4.1)

En la figura A.26 se presenta el edificio de uso Establecimiento de 2 niveles ubicado en Calzada del Hueso No. 480 en la Colonia Los Girasoles, Del. Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A.26 se puede observar el colapso de la edificación que se utilizaba para la venta de colchones es su planta baja mientras que en el nivel superior tenía un uso de un centro deportivo (gimnasio), de la estructura solo quedo la losa inclinada sobre uno de los lados de la edificación, el colapso de la estructura pudo deberse al peso que tenía en el segundo nivel, el cual albergaba aparatos para la realización de ejercicios que tienen un peso considerable, en el lugar no se reportaron víctimas ni lesionados.

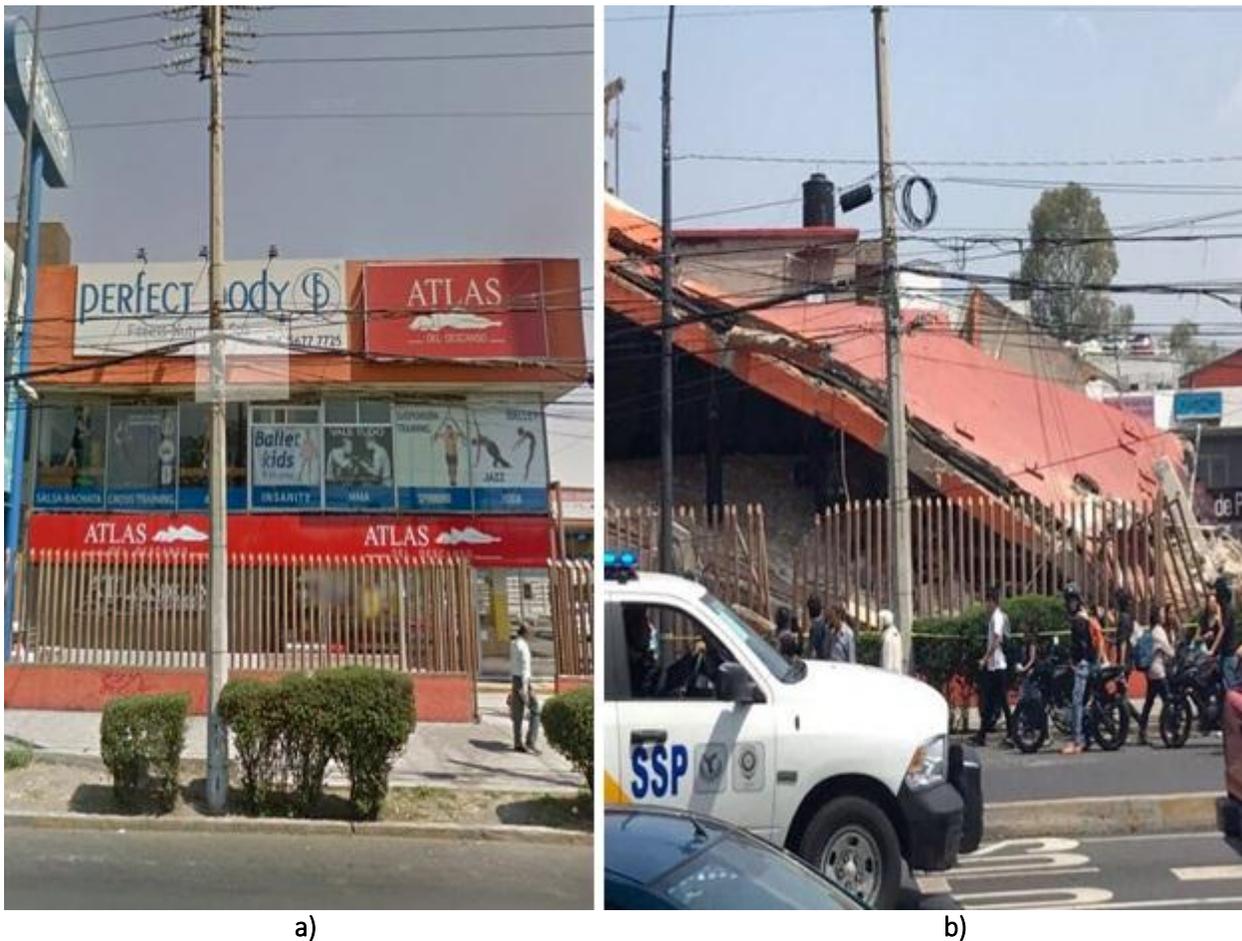


Figura A. 26 Edificio en Calzada del Hueso No. 480: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.27 Edificio Calle No. 323 esquina Calle No. 314 (ID 27 de Tabla 4.1)

En la figura A.27 se presenta el edificio de uso vivienda de 2 niveles ubicado en Calle No. 323 esquina Calle No. 314 en la Colonia Nueva Atzacocolco, Del. Gustavo A. Madero, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar el colapso de la estructura generada por el sismo del 19/09/2017 dejando solo una parte en pie y una pila de escombros alrededor, en la vivienda no se reportaron víctimas tras el colapso.



Figura A. 27 Edificio en Calle No. 323 esquina Calle No. 314: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.28 Edificio en Coahuila No. 8 (ID 28 de Tabla 4.1)

En la figura A.28 se presenta el edificio de uso departamental de 5 niveles ubicado en Coahuila No. 8 en la Colonia Roma Norte, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar el colapso total del segundo nivel de la estructura mientras que los niveles superiores quedaron inclinados hacia la parte de atrás y la planta baja quedando en pie. Tras el colapso del inmueble no se reportaron víctimas ni lesionados.



Figura A. 28 Edificio en Coahuila No. 8: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1
(<http://bit.do/d3u65>)

A.29 Edificio en Cuauhtémoc No. 75 (ID 29 de Tabla 4.1)

En la figura A.29 se presenta el edificio de uso departamental de 2 niveles ubicado en Cuauhtémoc No. 75 en la Colonia Del Carmen, Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A29 se puede observar el colapso de una parte del segundo nivel de la vivienda quedando los escombros que conformaban parte de la losa y los muros de mampostería dentro del cuarto de la vivienda, en el lugar no se reportaron víctimas ni personas lesionadas tras el colapso del inmueble.



Figura A. 29 Edificio en Cuauhtémoc No. 75, a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.30 Edificio en Av. Miramontes No. 2747 (ID 30 de Tabla 4.1)

En la figura A.30 se presenta el edificio de uso establecimiento de 3 niveles ubicado en Av. Miramontes No. 2747 en la Colonia Jardines de Coyoacán, Del. Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; de la edificación solo quedó en pie lo que conformaba la planta baja, quedando solo escombros apilados de los niveles superiores, en el lugar no se reportaron víctimas tras el colapso de la edificación.

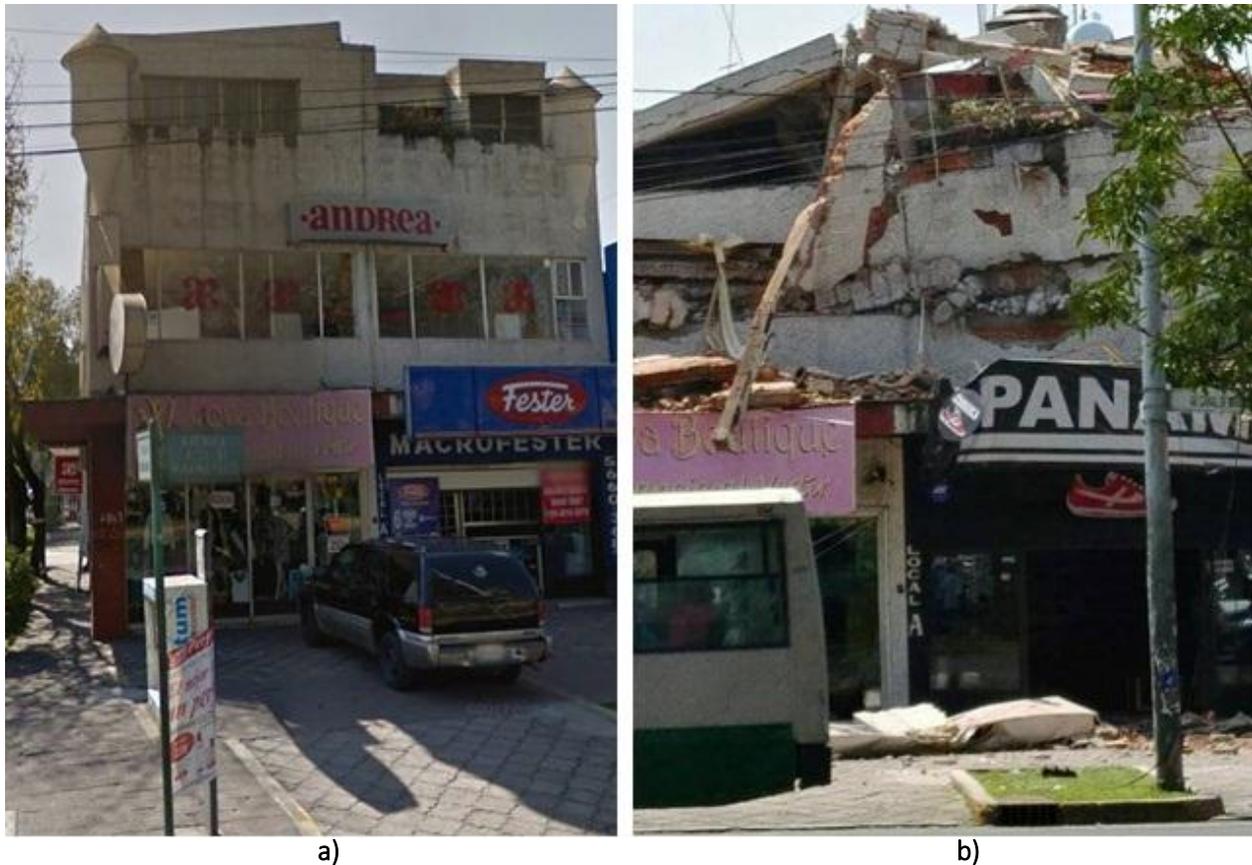


Figura A. 30 Edificio en Av. Miramontes No. 2747: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.31 Lázaro Cárdenas y Av. México (ID 31 de Tabla 4.1)

En la figura A.31 se presenta el edificio de uso Tienda comercial (Neto) de 3 niveles y un cuarto en la azotea que servía de vivienda, ubicado en Lázaro Cárdenas y Av. México en la Colonia San Gregorio Atlapulco, Del. Xochimilco, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar que la estructura principal de la tienda comercial quedó completamente de pie con daños de gran magnitud y con peligro de colapso, mientras los muros de mampostería no fueron lo suficientemente resistente los cuales colapsaron durante el sismo del 19/09/2017 quedando completamente reducidos a escombros alrededor de la estructura todavía en pie; de acuerdo con el jefe delegacional el inmueble no contaba con documentos legales; en el lugar no se reportaron víctimas (cifras actualizadas hasta 20/10/2017, <http://bit.ly/2FERbWL>).

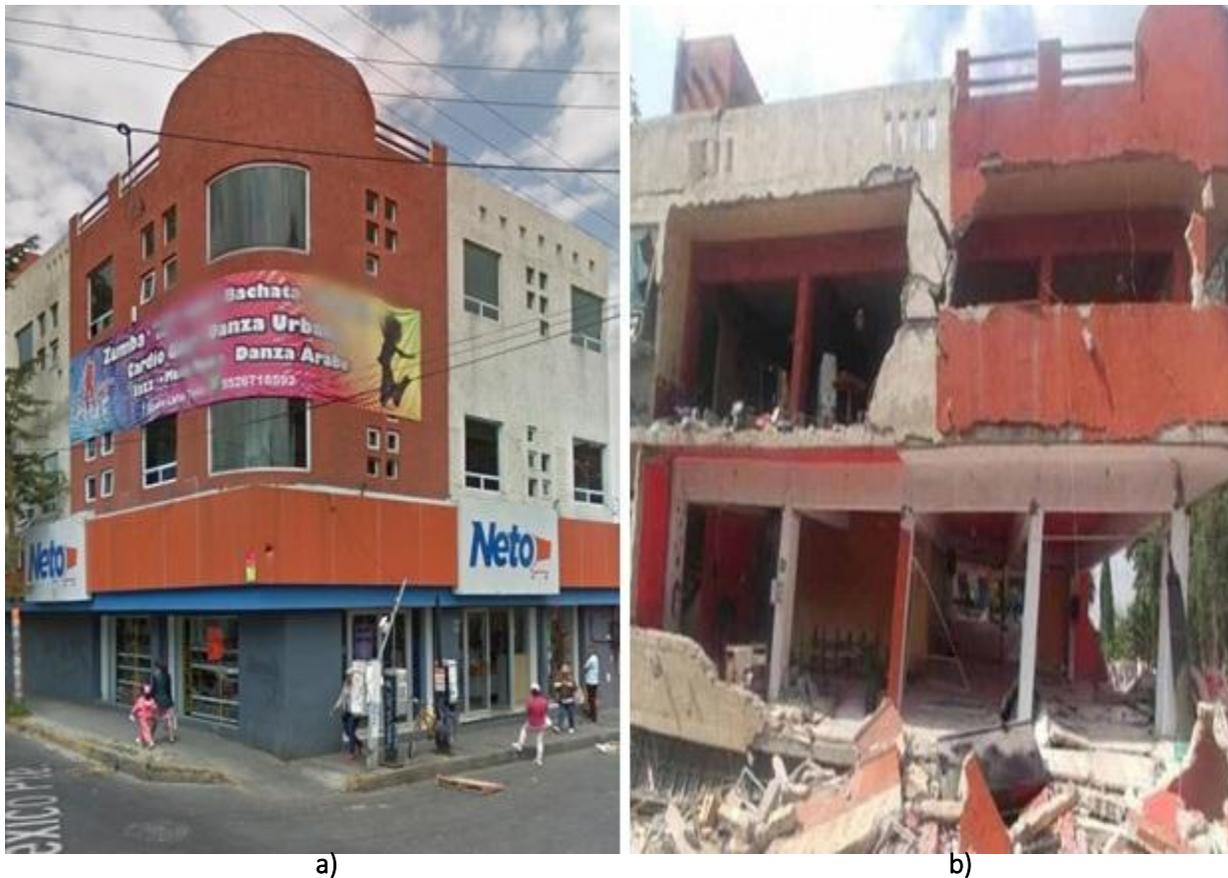


Figura A. 31 Edificio en Lázaro Cárdenas y Av. México: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2nk4V0m>)

A.32 Edificio en Calle Génova No. 33 (ID 32 de Tabla 4.1)

En la figura A.32 se presenta el edificio ubicado en Calle Génova No. 33 en la Colonia Juárez, Del. Cuauhtémoc antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1. En la figura se puede observar los desprendimientos de la fachada que se generaron tras el sismo además del colapso de muros de mampostería en una parte de la edificación y el colapso de la azotea, se puede apreciar que el edificio quedó con bastantes daños después del sismo del 19/09/2017; el mayor daño en la estructura se concentró en los últimos dos pisos en el cuarto de máquinas el cual colapso provocando la caída de barandales que conformaban parte de las escaleras dejando solo escombros en el suelo; en el lugar no se reportaron víctimas (cifras actualizadas hasta 20/10/2017, <http://eluni.mx/2t7qZla>).



Figura A. 32 Edificio en Calle Génova No. 33: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2rKx4Db>)

A.33 Edificio en Sonora No.149 (ID 33 de Tabla 4.1)

En la figura A.33 se presenta el edificio ubicado en, Sonora No. 149 en la Colonia Hipódromo, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar los daños estructurales que se generaron en el edificio tras el sismo del 19/09/2017 en donde se aprecia el colapso de uno de los niveles superiores de la edificación y los daños generados en los demás niveles; se reportó una víctima tras el colapso de uno de los niveles superiores del inmueble de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura A. 33 Edificio Sonora No. 149: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

A.34 Edificio en San Antonio Abad y Alfredo Chavero (ID 34 de Tabla 4.1)

En la figura A.34 se presenta el edificio de 8 niveles ubicado en San Antonio Abad No. 122 en la Colonia Tránsito, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A.34 se puede observar que una parte del tercer nivel del edificio colapso tras el sismo del 19/09/2017 mientras el otro extremo de la edificación se mantuvo en pie. El edificio, que ya desde el terremoto de 1985 había quedado resentido al perder dos pisos, y que tras varias mejoras se habilitó para operar oficinas de Programas delegacionales y del ISSSTE (Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado), entre otras, hoy está a punto de ser demolido, tras el colapso no se reportaron víctimas ni lesionados (datos actualizados hasta el 19/09/2017, <http://bit.ly/2CN3KMM>)



Figura A. 34 Edificio en San Antonio Abad No. 122: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2DM5kE9>)

A.35 Edificio en Balsas No. 18, Miravalle (ID 35 de Tabla 4.1)

En la figura A.35 se presenta el edificio de uso Habitacional de 5 niveles ubicado en Edificio en Balsas No. 18, Miravalle en la Colonia Miravalle, Del. Benito Juárez, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se observa el colapso de la primera planta del edificio, para evitar el colapso total del edificio se colocaron polines en la parte frontal para mantener la estabilidad del inmueble; se reportaron cuatro víctimas tras el colapso de la planta baja del inmueble de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).

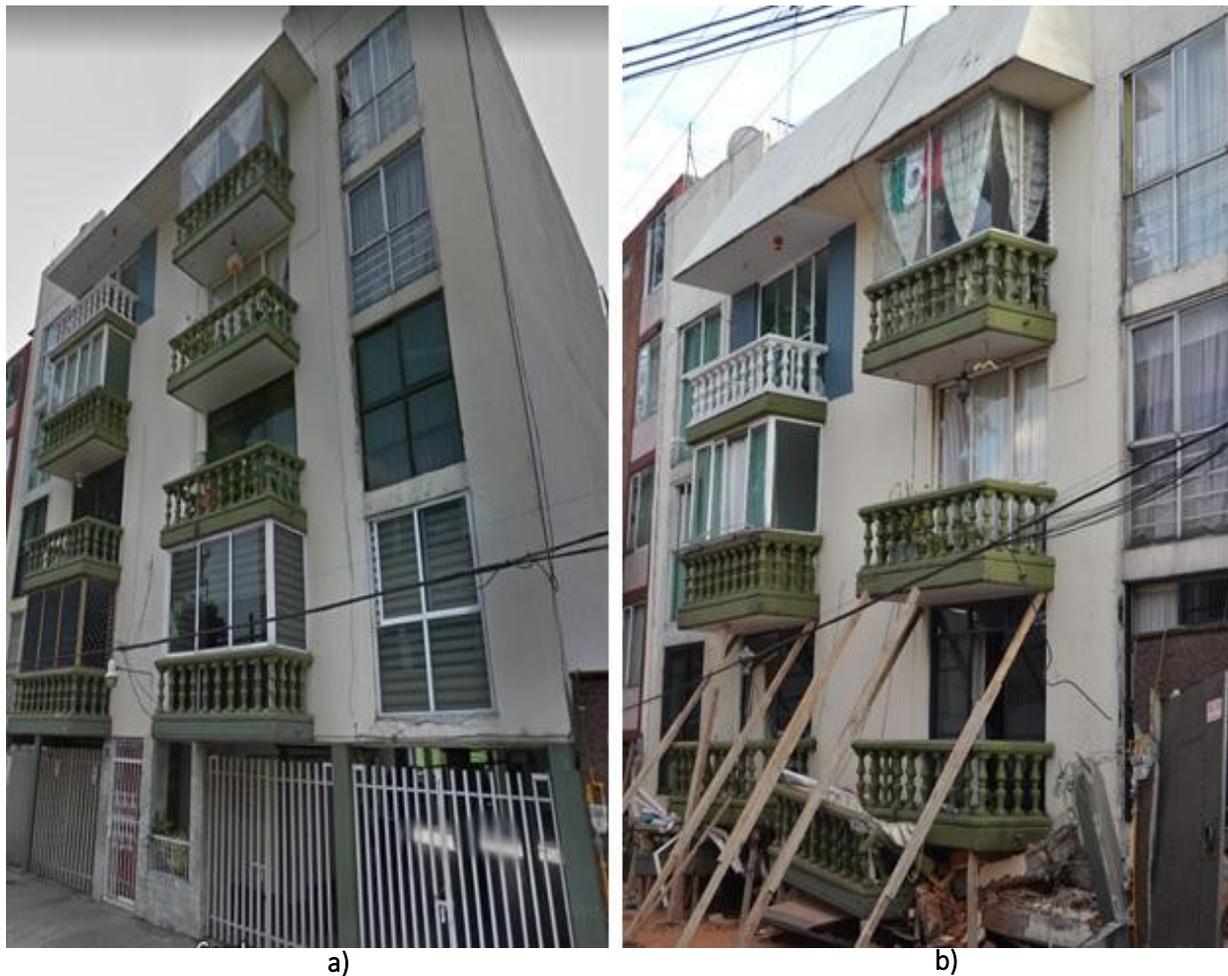


Figura A. 35 Edificio en Balsas No. 18, Miravalle: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7 (<http://bit.ly/2nrm5PB>)

A.36 Edificio en Tokio No. 517 (ID 36 de Tabla 4.1)

En la figura A.36 se presenta el edificio de uso Habitacional de 4 niveles ubicado en Tokio No. 517 en la Colonia Portales, Del. Benito Juárez antes (figura A.36a) y después (figura A.36b) del evento el evento sísmico de M7.1; en la figura A.36b se observa que la estructura se encuentra soportada en la planta baja por un sistema a base de puntales de madera para mantener la estabilidad del inmueble. En las figuras A.36c a A.36d se presentan daños en le parte trasera del edificio, en el lugar no se reportaron víctimas ni lesionados.



Figura A. 36 Edificio en Tokio No. 517: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2GdOLOM>)



Figura A. 36 Edificio en Tokio No. 517 (continuación): c) y d) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2EIKAQx>, <http://bit.ly/2Gth2kC>)

A.37 Edificio en Sabino esq. Díaz Mirón (ID 37 de Tabla 4.1)

En la figura A.37 se presenta el edificio del cual se encontraba deshabitado y sin ningún uso la edificación solo contemplaba 1 nivel ubicado en Sabino esq. Díaz Mirón en la Colonia Santa María la Ribera, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A.37 se puede observar que la estructura ya se encontraba con daños antes del evento sísmico esto provocó el colapso total de la edificación tras el sismo de M7.1, en el al lugar no se reportaron lesionados ni víctimas solamente se reportaron pérdidas materiales; en su mayoría automóviles los cuales se encontraban estacionados alrededor de la edificación.



Figura A. 37 Edificio en Sabino esquina Díaz Mirón: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2GenjRd>)

A.38 Av. México Poniente No.13 (ID 38 de Tabla 4.1)

En La figura A.38 se presenta el edificio de uso vivienda de 2 nivel ubicado en Av. México Poniente No.13 en la Colonia San Gregorio Atlapulco, delegación Xochimilco, después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura A.38 se puede observar el colapso total del primer nivel de la vivienda la cual quedó reducida a escombros; cabe señalar que no se encontraron imágenes del estado de la construcción antes de ocurrido el evento sísmico; en el lugar no se reportaron víctimas ni lesionados tras el colapso de la vivienda solo se reportaron pérdidas materiales.



Figura A. 38 Edificio en Av. México Poniente No. 6, a) y b) los daños después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2nblQ3U>)

Anexo B: Construcciones dañadas en la Ciudad de México

B.1 y B.2 Iglesia de San Bernardino de Siena en Lirio Acuático y Av. 16 de septiembre (ID 1 y 2 de Tabla 4.1.2)

En la Del. Xochimilco la Iglesia de San Bernardino de Siena, construida durante la conquista española en el siglo XVI, localizada en la avenida 16 de septiembre, colapsaron los arcos que conforman la entrada principal de la iglesia, tras por el movimiento telúrico del sismo del 19/09/2017. El sismo no solo derribo la entrada principal, también provocó el colapso de una barda localizada a unos metros de la entrada principal del lado derecho e inclino la cúpula que forma parte del campanario, tras el colapso de los arcos se reportó una víctima de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura B. 1 Arcos de la iglesia de San Bernardino de Siena en Lirio Acuático y Av. 16 de septiembre: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2Ekahkc>)

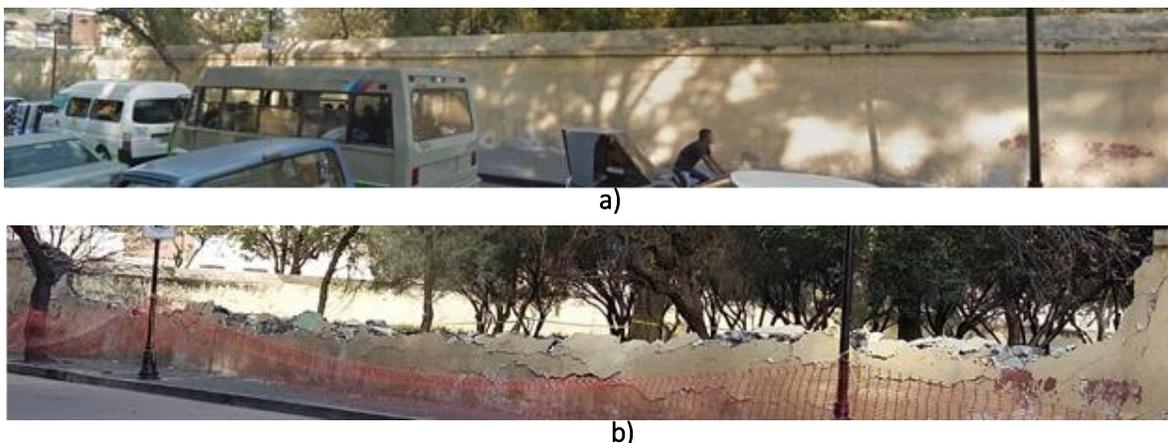


Figura B. 2 Barda de la iglesia de San Bernardino de Siena en Lirio Acuático y Av. 16 de septiembre: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (imágenes obtenidas de Google Maps)

B.3 SEARS en Calzada del Hueso y Calzada de los Tenorios (ID 3 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.3 se presenta el edificio ubicado en Calzada del Hueso y Calzada de los Tenorios en la Colonia Residencial Miramontes, delegación Tlalpan, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se observan los daños estructurales que sufrió el SEARS después del sismo del 19/09/2017 en donde se denota el desprendimiento de la fachada, también se generaron daños en los elementos no estructurales (puerta de entrada al edificio) de la edificación; también se reportaron colapso de fachadas y puentes que conectaban edificaciones en la zona de Coapa; los mayores daños se generaron en Galerías Coapa; en la zona de Coapa se reportaron un total de dos víctimas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura B. 3 SEARS en Calzada del Hueso y Calzada de los Tenorios: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2nhPAYk>).



Figura B.3c Daños generados en la zona de Coapa después del evento sísmico de M7.2 (<http://bit.ly/2F19ft5>)

B.4 Walmart parte trasera en Av. las Trancas (ID 4 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.4 se presenta el edificio ubicado en Av. Las Trancas en la Colonia Narciso Mendoza, Tlalpan, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1. en la figura se puede observar el desprendimiento de la fachada que conforma la zona donde se reciben los vehículos de mercancía del centro comercial Walmart; por otra parte, se reportan colapsos de bardas en el centro comercial; tras el colapso de partes de la barda que conformaban el Walmart se confirmaron tres víctimas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



a)



b)

Figura B. 4 Walmart parte en Av. Las Trancas: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2BAWwE9>).

B.5 Edificio departamental en Amatlán y Montes de Oca (ID 5 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.5 se presenta el edificio ubicado en Amatlán y Montes de Oca, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; la cual se observa que en la estructura principal de la edificación no se generaron daños tras el sismo del 19/09/2017 mientras que la parte no estructural conformada por los muros de mampostería quedaron agrietados en la mayoría de los niveles y con desprendimiento en el primer nivel del edificio dejando descubiertas las columnas de concreto, en el lugar no se reportaron víctimas ni lesionados.

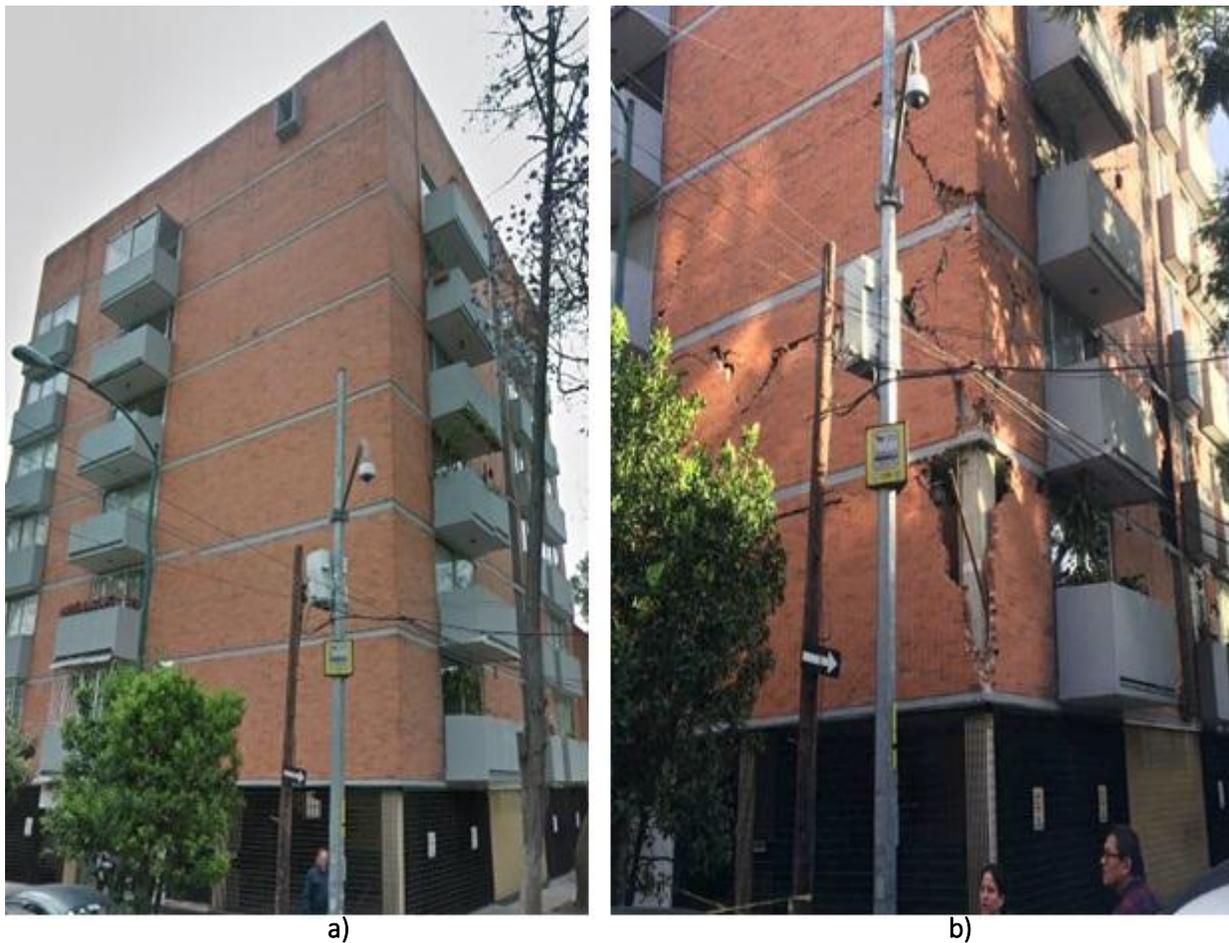


Figura B. 5 Edificio departamental en Amatlán y Montes de Oca: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2FrePF5>)

B.6 Gral. Pedro Antonio de Los Santos en Chapultepec (ID 6 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.6 se presenta el edificio ubicado en la Colonia Chapultepec, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; se puede apreciar en la figura B.6 que los daños generados por el sismo no fueron grandes simplemente el desprendimiento de la fachada de la catedral; en el lugar no se reportaron lesionados ni víctimas.



Figura B. 6 Gral. Pedro Antonio de Los Santos en Chapultepec: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2DSb8uS>)

B.7 Edificio en Av. Baja California No. 272 (ID 7 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.7 se presenta el edificio ubicado en Av. Baja California No. 272 en la colonia la condesa M. Hidalgo, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura B.7 se puede observar el edificio perteneciente a la INEGI el cual sufrió daños en elementos no estructurales en la parte de la fachada conformada por muros cortinas tras el sismo del 19/09/2017; después de ocurrido el evento sísmico en el lugar no se reportaron personas lesionadas ni víctimas.

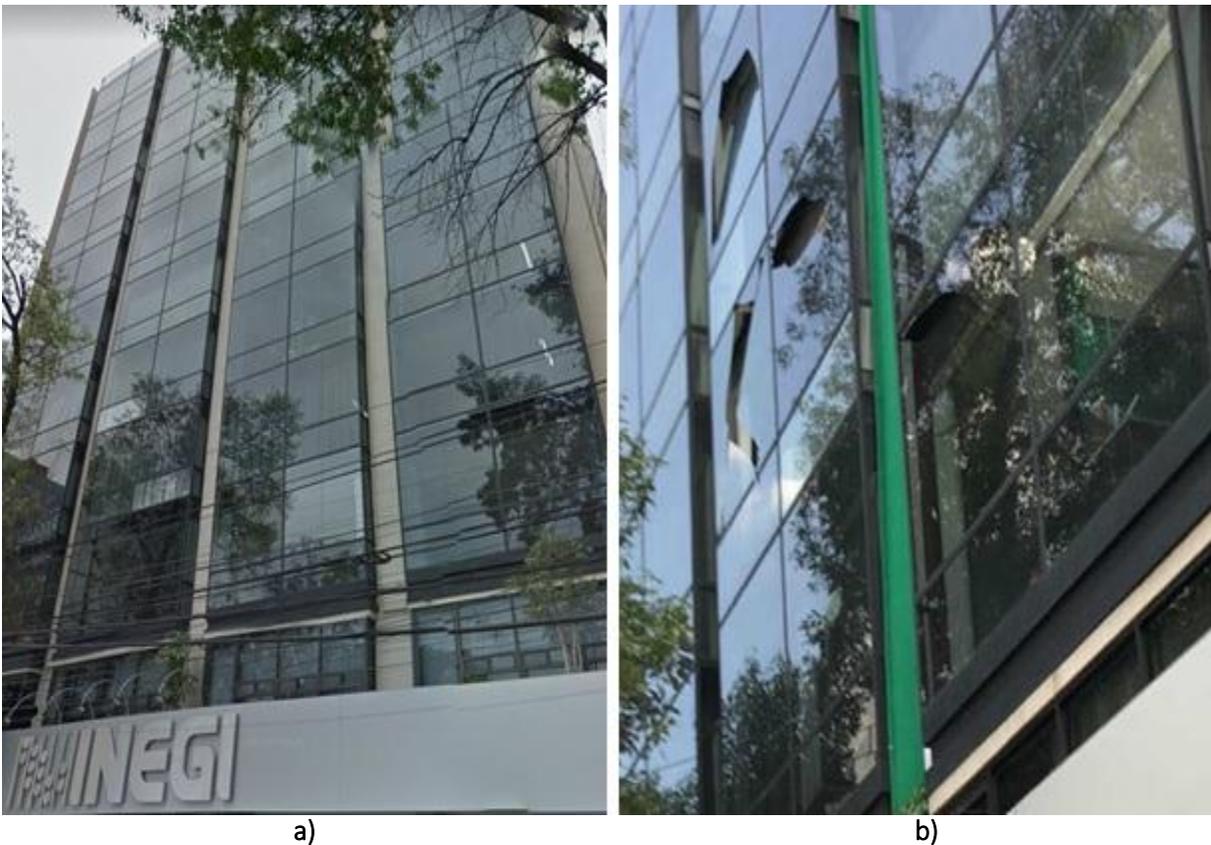


Figura B. 7 Edificio en Baja California Sur y Nuevo León, a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2DSb8uS>)

B.8 Calle Puente No. 222 (ID 8 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.8 se presenta el edificio ubicado en Calle Puente No. 222 en la colonia Ejidos de Huipulco, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura B.8 se observa dos edificios que conforman las instalaciones del Tecnológico de Monterrey en donde colapsaron los puentes que conectaban las dos edificaciones tras el sismo del 19/09/2017, también se generaron desprendimiento de la fachada en la entrada a las instalaciones de la institución; por otra parte se reportan que cinco personas perdieron la vida al colapsar los puentes de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la Ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura B. 8 Edificio en Pról. Canal de Miramontes: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.do/d3u65>)

B.9 Puente peatonal en Anillo periférico (ID 9 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.9 se presenta un puente peatonal ubicado anillo periférico, Coyoacán, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura B.9 se muestra el colapso de la parte central de un puente peatonal tras el sismo en el lugar no se reportaron víctimas ni lesionados, simplemente la pérdida de un auto móvil que circulaba en el lugar en el instante en que colapso el puente.



a)



b)

Figura B. 9 Puente peatonal en Anillo periférico: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2EiGcS5>).

B.10 Órizaba y Chihuahua No. 113 (ID 10 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.10 se presenta el edificio ubicado en Órizaba y Chihuahua No. 113 en la Colonia Roma, Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura B.10 se puede observar el colapso de la torre que conformaba parte de la estructura dejando bajo sus escombros un automóvil que se encontraba en el lugar tras el sismo del 19/09/2017 quedando solo escombros, en el lugar no se reportar pérdidas humanas ni lesionados.



Figura B. 10 Órizaba: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1
(<http://bit.ly/2rHUM3e>)

B.11 Edificio en Av. Cuauhtémoc No. 614 (ID 11 de Tabla 4.1.2)

El edificio del Servicio Nacional de Empleo (SNE), ubicado en Avenida Cuauhtémoc No 614, Colonia Narvarte Poniente, Del. Benito Juárez, resultó con daños estructurales severos al fallar la fachada, la cual se desprendió de la edificación de 10 pisos durante el sismo de M7.1; en el lugar no hubo lesionados; en la figura se puede observar el antes y después del edificio del Servicio Nacional de Empleo, en donde el fallo de la fachada se generó en ocho pisos dejando intacto los ultimo dos pisos del edificio.



Figura B. 11 Edificio en San Antonio Av. Cuauhtémoc: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1(<http://bit.ly/2BzABUJ>).

B.12 Iglesia en San Antonio Av. Cuauhtémoc (ID 12 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.12 se presenta el edificio ubicado en Av. México Pte. y Av. Cuauhtémoc Colonia San Gregorio Atlapulco, Del. Xochimilco, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se observa el colapso de lo que conformaba el campanario de la iglesia, en el lugar también colapsó parte de una barda que rodeaba a la edificación; en la figura B12.c se puede observar la barda colapsadas tras el sismo. Por otra parte, tras el sismo se reportaron seis víctimas de acuerdo con la Procuraduría capitalina y del Instituto de Ciencias Forenses de la ciudad (cifras actualizadas hasta 5/10/2017 <http://bit.ly/2HP8B3M>).



Figura B. 12 Iglesia en San Antonio Av. Cuauhtémoc: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://eluni.mx/2y1IO6H>).



Figura B.12 Barda perteneciente a la iglesia de San Gregorio Atlapulco después del evento sísmico de M7.2 (<http://bit.ly/2wKBZ4B>)

B 13 Edificio en Calzada de la Viga No. 1756 (ID 13 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.13 se presenta el edificio ubicado en Calzada de la Viga No. 1756 en la Colonia Artes Gráficas, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura se puede observar que tras el sismo ocurrido el 19/09/2017 el desprendimiento de la fachada y el colapso de algunos muros de mampostería de la edificación. Además, se reportó que tras el sismo quedaron atrapados dos personas al desprenderse las escaleras de la torre médica acuerdo con protección civil de Iztapalapa; en el lugar no se reportaron víctimas. (Datos actualizados hasta el 19/09/2017 <http://bit.ly/2FbXzHj>)



Figura B. 13 Edificio en San Antonio Av. Cuauhtémoc: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2DJqaE6>)

B 14 Edificio en Mina No.16 (ID 13 de Tabla 4.1.2)

En la figura B.14 se presenta el edificio ubicado en Mina No. 16 en la Colonia Guerrero en la Del. Cuauhtémoc, antes y después de ocurrido el evento sísmico de M7.1; en la figura B.14a se puede observar que la edificación ya se encontraba con daños en su estructura y sostenida en la planta baja por un conjunto de polines para mantener estable la estructura; durante el evento sísmico del 19/09/2017 el segundo nivel de la edificación colapso dejando en los alrededores los escombros como se puede observar en la figura B.14b; en el lugar no se reportaron víctimas ni lesionados.



a)



b)

Figura B. 14 Edificación en Mina 16 y 2 de abril: a) antes del evento sísmico y b) después del evento sísmico de M7.1 (<http://bit.ly/2EiGcS5>).

B.15 Edificio en Av. México 1 y Av. Cuauhtémoc No. 36 (ID 15 de Tabla 4.1)

En la figura B.15 se presenta el edificio ubicado en Av. México 1 y Av. Cuauhtémoc No. 37 en la Colonia san Gregorio Atlapulco Del. Xochimilco, antes de ocurrido el evento sísmico de M7.1; la casa de la cultura es una de las estructuras más representativas de San Gregorio Atlapulco. Cabe mencionar que no se encontraron imágenes de los daños que sufrió la edificación después del evento sísmico del 19/09/2017 solo se reportan que sufrió daños en su estructura.



Figura B. 15 Edificación en Av. Cuauhtémoc No. 36: a) antes del evento sísmico de M7.1 (imagen obtenida de Google Maps)

Anexo C: Cálculo de área construidas de edificios colapsados en la Ciudad de México

C.1 Edificio Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán (ID 1 de Tabla 4.1)

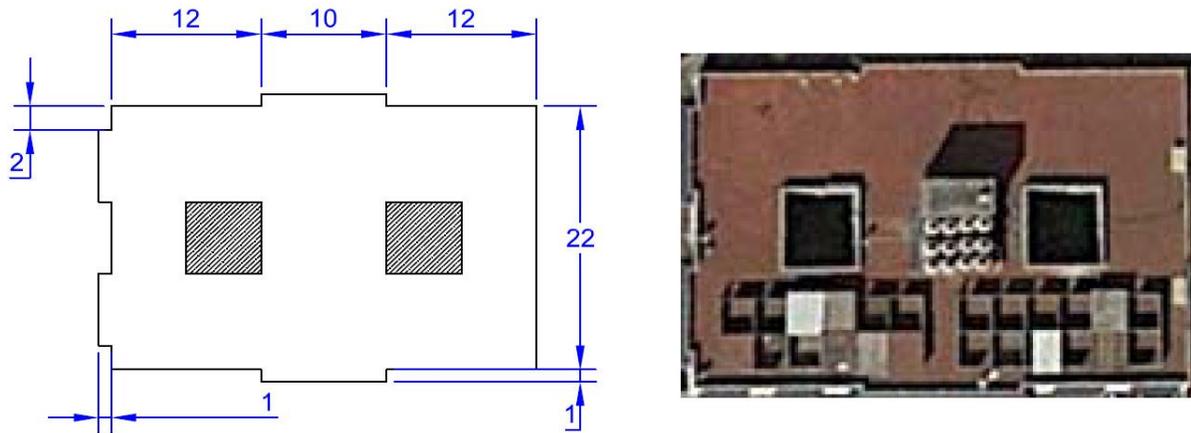


Figura C. 1 Vista en planta del edificio Colapsado en Coquimbo entre Sierra Vista y Ticomán antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 6
- Área estimada en planta= 708 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles = 708×6= 4,248m²

C.2 Edificio Esquina Escocia (ID 2 de Tabla 4.1)

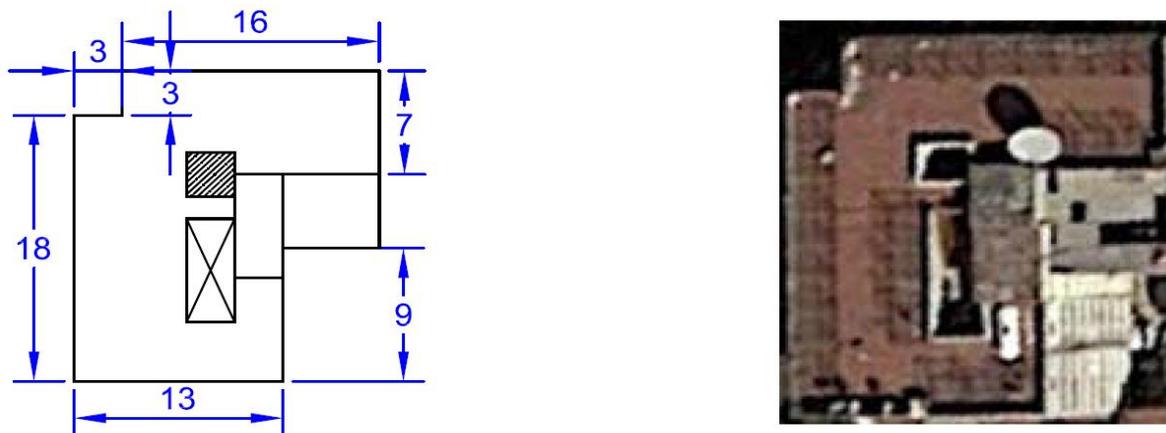


Figura C. 2 Vista en planta del edificio Colapsado en Equina Escocia antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 8
- Área estimada en planta= 336 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 336×8 = 2,688 m²

C.3 Edificio Eje 2 poniente, Calle Gabriel Mancera y Escocia (ID 3 de Tabla 4.1)

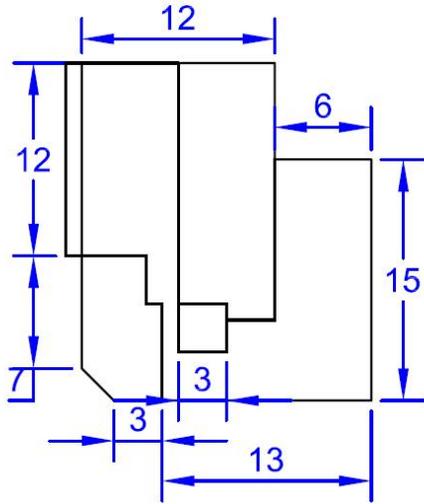


Figura C.3 Vista en planta del edificio Colapsado en Eje 2 poniente, Calle Gabriel Mancera y Escocia antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 6
- Área estimada en planta= 352 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 352×6 = 2,112 m²

C.4 Edificio Prolongación Petén 915, esquina Zapata (ID 4 de Tabla 4.1)

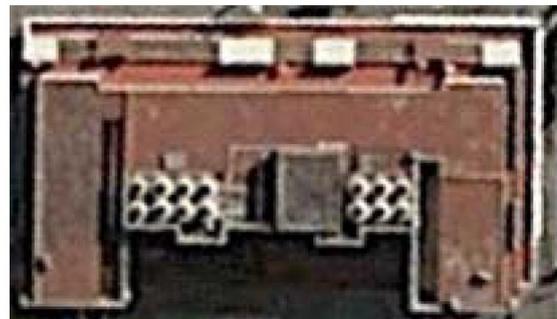
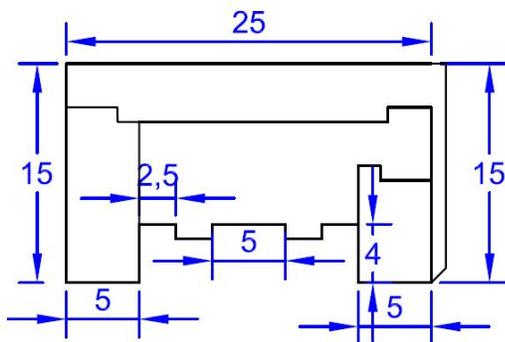


Figura C. 4 Vista en planta del edificio Colapsado en Prolongación Petén 915, esquina Zapata antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 7
- Área estimada en planta= 334 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 334×7 = 2,338 m²

C.5 Edificio Concepción Beistegui y Calle Yacatas (ID 5 de Tabla 4.1)

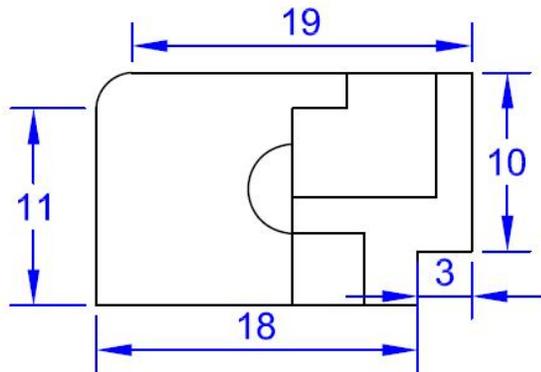


Figura C. 5 Vista en planta del edificio Colapsado en Edificio Concepción Beistegui y Calle Yacatas antes del evento sísmico de M7.1.

- Número de niveles = 4
- Área estimada en planta= 335 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 335×4 = 1,340 m²

C.6 Edificio Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas (ID 6 de Tabla 4.1)

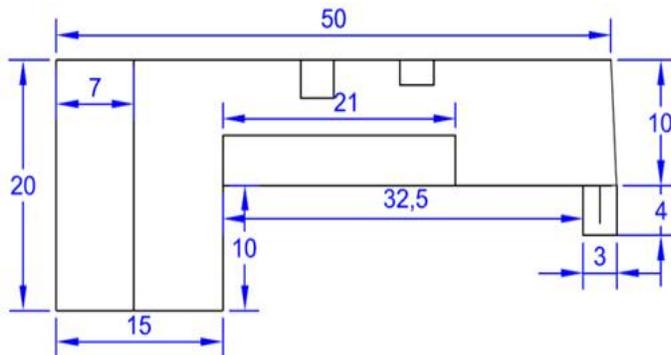


Figura C. 6 Vista en planta del edificio Colapsado en Rancho Tamboreo esq. Calzada de las Brujas antes del evento sísmico de M7.1.

- Número de niveles = 3
- Área estimada en planta= 665 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 665×3 = 1,995 m²

C.7 Edificio Rancho Los Arcos 32 (ID 7 de Tabla 4.1)

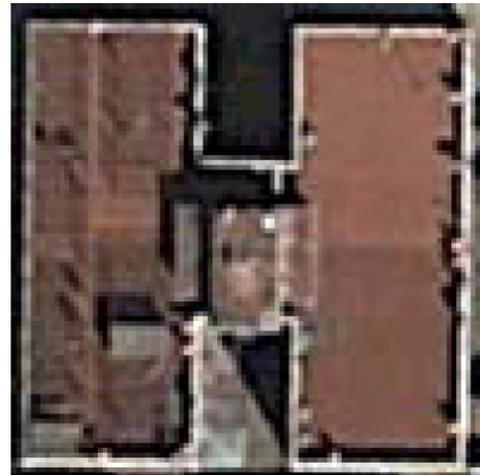
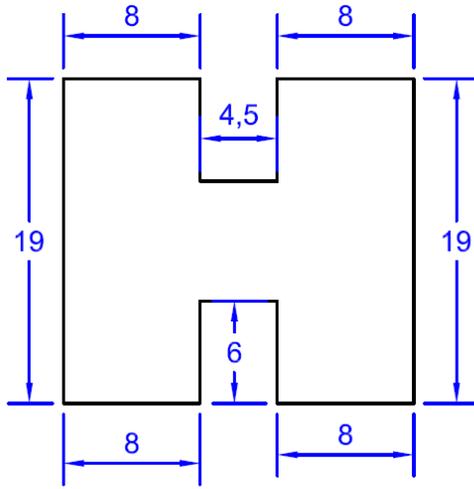


Figura C. 7 Vista en planta del edificio Colapsado en Rancho Los Arcos 32 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 335 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 335×5 = 1,675 m²

C.8 Edificio Paseo de las Galias 47 (ID 8 de Tabla 4.1)

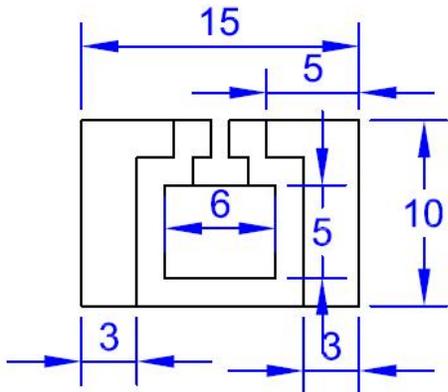


Figura C. 8 Vista en planta del edificio Colapsado en Paseo de las Galias 47 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 146 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 146×5 = 730 m²

C.9 Edificio Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac (ID 9 de Tabla 4.1)

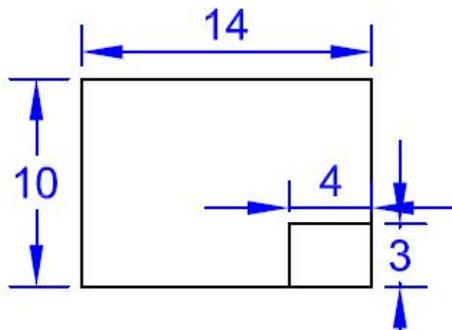


Figura C. 9 Vista en planta del edificio Colapsado en Santa Ana esq. Ejido Santa Cruz Atoyac antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 3
- Área estimada en planta= 140 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 140×3 = 420 m²

C.10 Edificio Amsterdam 107 (ID 10 de Tabla 4.1)

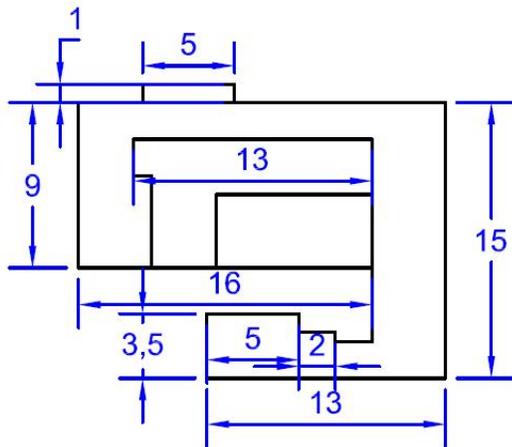


Figura C. 10 Vista en planta del edificio Colapsado en Amsterdam 107 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 9
- Área estimada en planta= 235 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 235×12 = 2,115 m²

C.11 Edificio Bolivar 168 (ID 11 de Tabla 4.1)

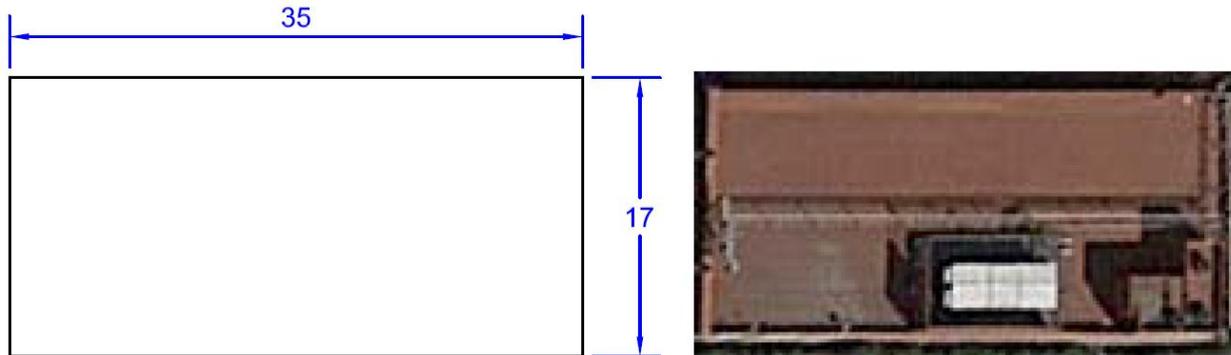


Figura C. 11 Vista en planta del edificio Colapsado en Bolivar 168 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 7
- Área estimada en planta= 595 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 595×7 = 4,165 m²

C.12 Edificio Álvaro Obregón 286 (ID 12 de Tabla 4.1)

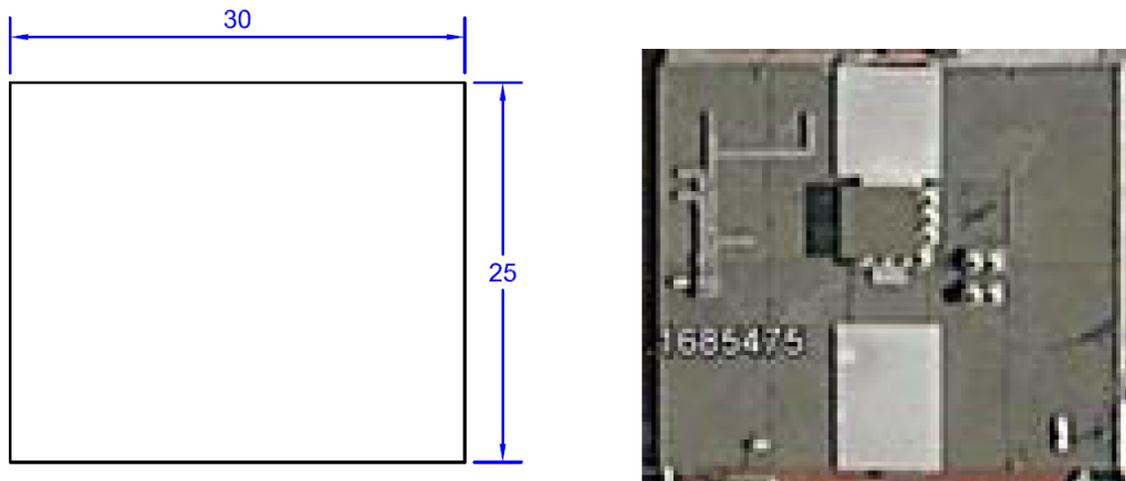


Figura C. 12 Vista en planta del edificio Colapsado en Álvaro Obregón 286 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 6
- Área estimada en planta= 750 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 750×6 = 4,500 m²

C.13 Edificio Puebla 282 (ID 13 de Tabla 4.1)

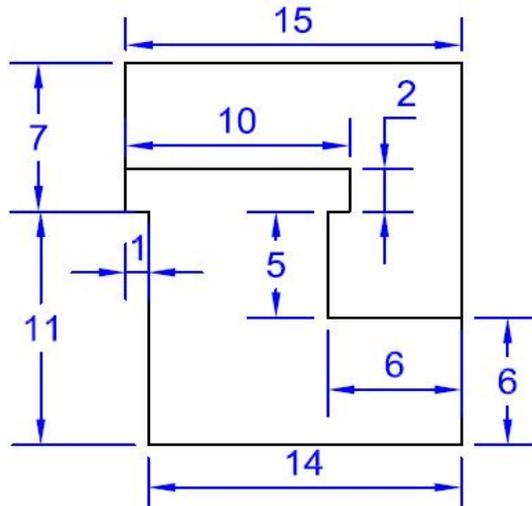


Figura C. 13 Vista en planta del edificio Colapsado en Puebla 282 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 4
- Área estimada en planta= 259 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 259×4 = 1,036 m²

C.14 Edificio Medellín y San Luis (ID 14 de Tabla 4.1)

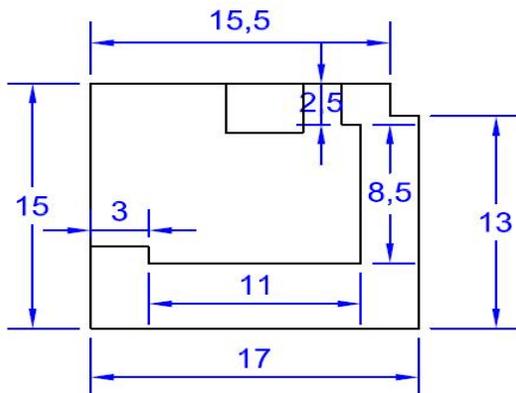


Figura C. 14 Vista en planta del edificio Colapsado en Medellín y San Luis antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 6
- Área estimada en planta= 252 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 252×6 = 1,536 m²

C.15 Edificio Viaducto Miguel Alemán 106 (ID 15 de Tabla 4.1)

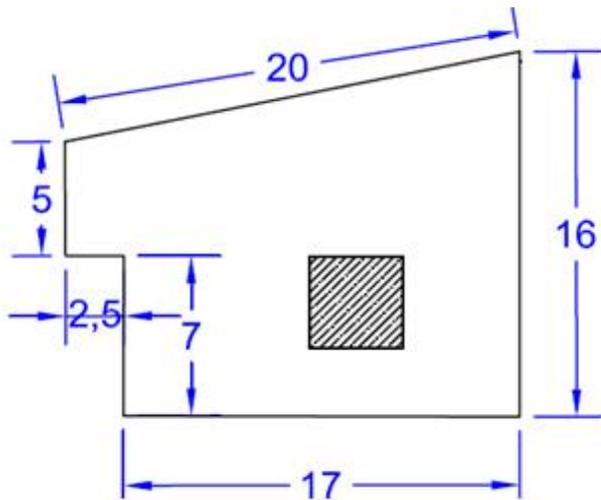


Figura C. 15 Vista en planta del edificio Colapsado en Viaducto Miguel Alemán 106 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 240 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 240×5 = 1,200 m²

C.16 Edificio Patricio Sanz y Xola Brujas (ID 16 de Tabla 4.1)

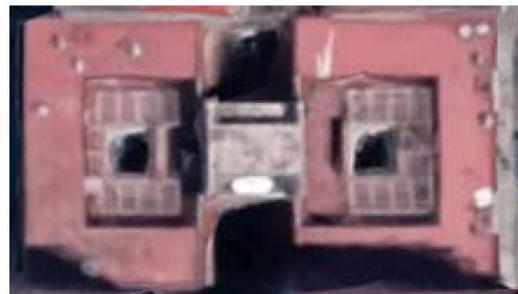
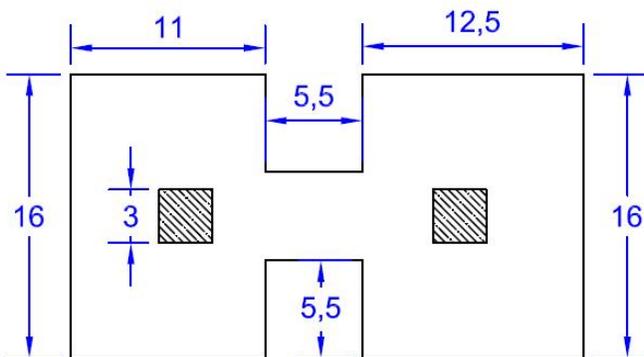


Figura C. 16 Vista en planta del edificio Colapsado en Patricio Sanz y Xola Brujas antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 6
- Área estimada en planta= 385 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 385×3 = 1,155 m²

C.17 Edificio Bretaña 90 (ID 17 de Tabla 4.1)

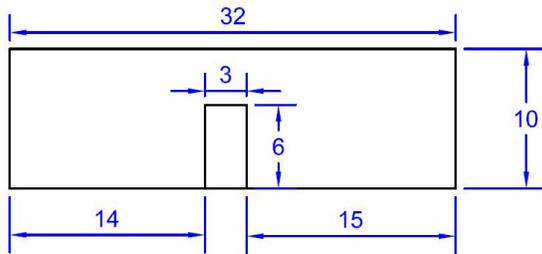


Figura C. 17 Vista en planta del edificio Colapsado en Bretaña 90 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 4
- Área estimada en planta= 320 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 320×4 = 1,280 m²

C.18 Edificio Niños Héroes 173, esquina Galicia (ID 18 de Tabla 4.1)

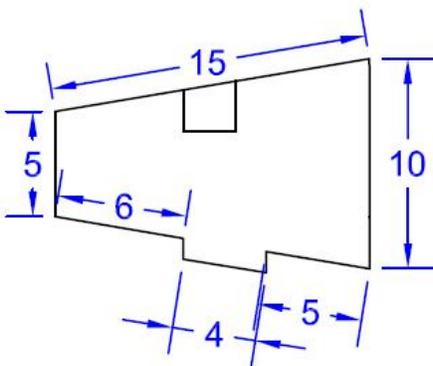


Figura C. 18 Vista en planta del edificio Colapsado en Niños Héroes 173, esquina Galicia antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 4
- Área estimada en planta= 116 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 116×4 =464 m²

C.19 Edificio Emiliano Zapata 56 (ID 19 de Tabla 4.1)

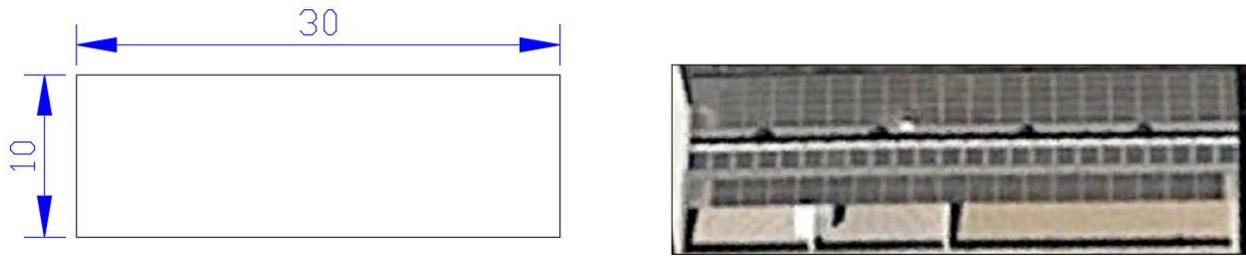


Figura C. 19 Vista en planta del edificio Colapsado en Emiliano Zapata 56 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 6
- Área estimada en planta= 300 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 300×6 =1,800 m²

C.20 Edificio Magnolia esq. Lerdo (ID 20 de Tabla 4.1)

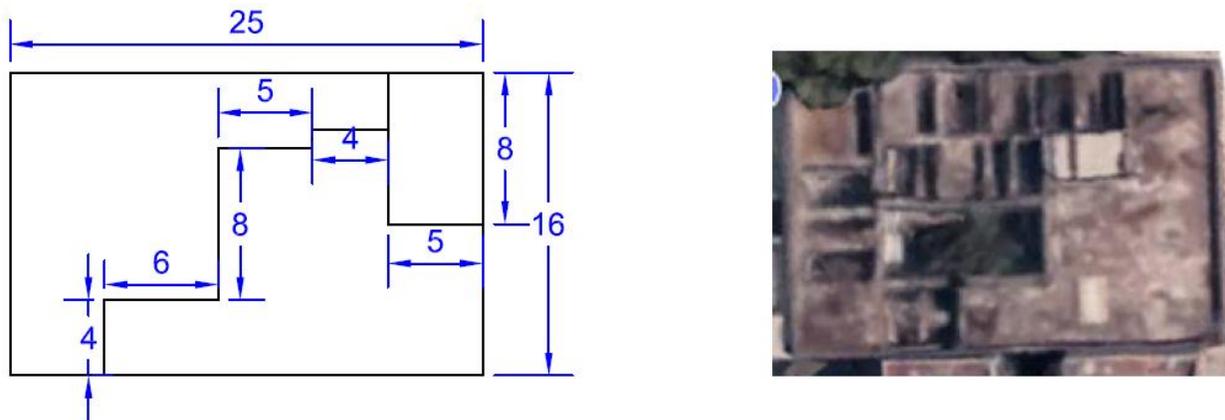


Figura C. 20 Vista en planta del edificio Colapsado en Magnolia esq. Lerdo antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 3
- Área estimada en planta= 400 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 400×3 = 1,200 m²

C.23 Edificio Rébsamen 241 (ID 23 de Tabla 4.1)

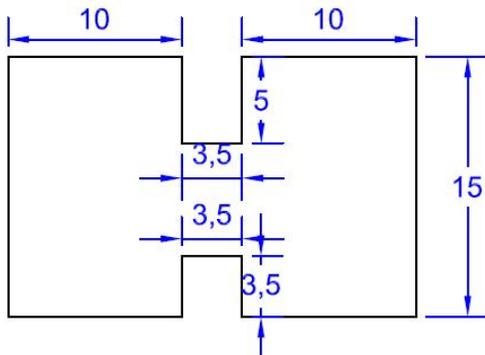


Figura C. 23 Vista en planta del edificio Colapsado en Rébsamen 241 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 322.75 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 322.75x5 = 1,613.75 m²

C.24 Edificio Saratoga 714 (ID 24 de Tabla 4.1)

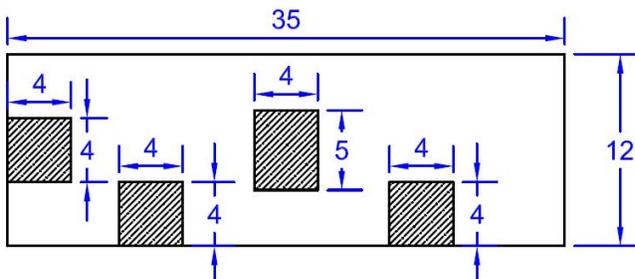


Figura C. 24 Vista en planta del edificio Colapsado en Rébsamen 241 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 420 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 420x5 = 2,100 m²

C.25 Edificio Ámsterdam 25 (ID 25 de Tabla 4.1)

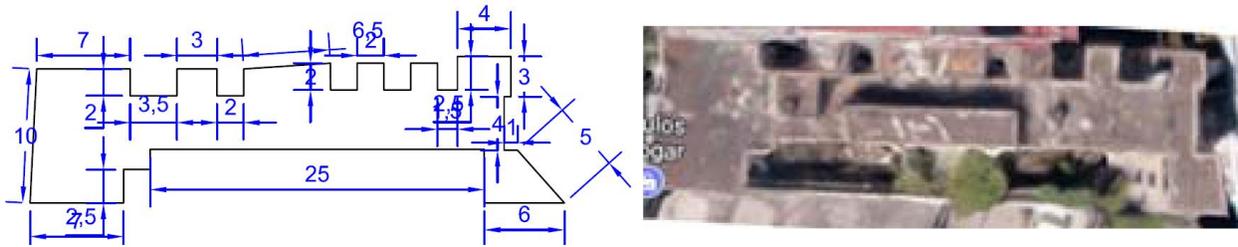


Figura C. 25 Vista en planta del edificio Colapsado en Ámsterdam 25 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 4
- Área estimada en planta= 248 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 248×4 = 992 m²

C.26 Edificio Calzada del Hueso 480 (ID 26 de Tabla 4.1)

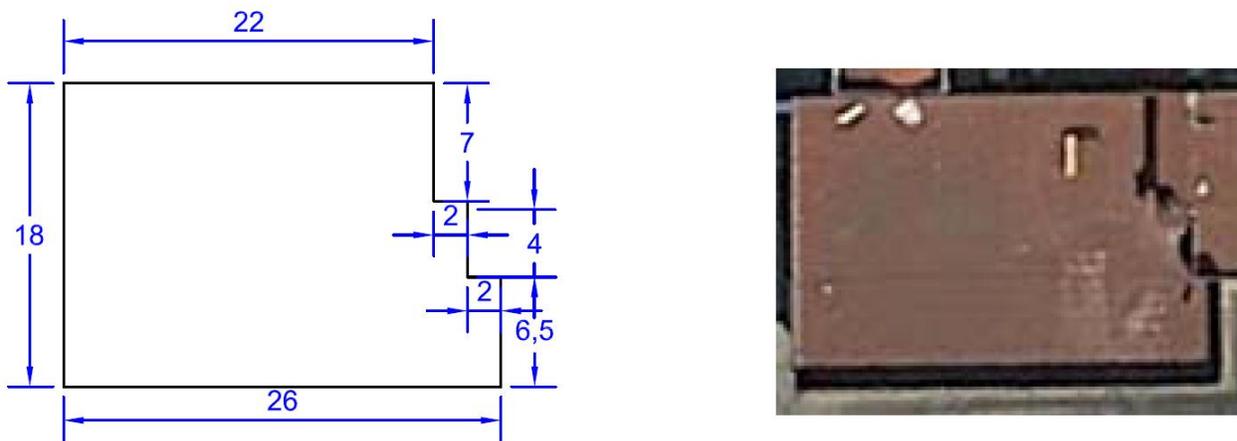


Figura C. 26 Vista en planta del edificio Colapsado en Calzada del Hueso 480 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 2
- Área estimada en planta= 431 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 431×2 = 862 m²

C.27 Edificio Calle 323 esquina Calle 314 (ID 27 de Tabla 4.1)

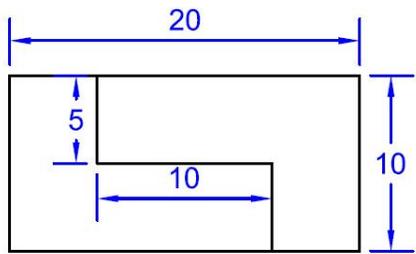


Figura C. 27 Vista en planta del edificio Colapsado en Calle 323 esquina Calle 314 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 2
- Área estimada en planta= 200 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 200×2 = 400 m²

C.28 Edificio Coahuila 8 (ID 28 de Tabla 4.1)

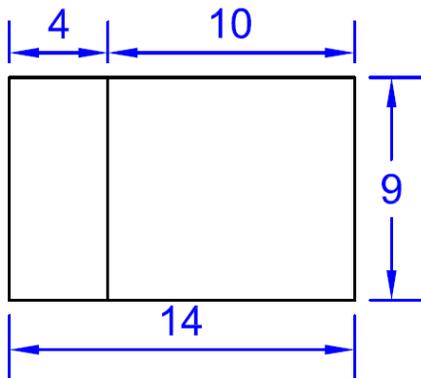


Figura C. 28 Vista en planta del edificio Colapsado en Coahuila 8 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 126 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 126×5 = 630 m²

C.29 Edificio Cuauhtémoc 75 (ID 29 de Tabla 4.1)

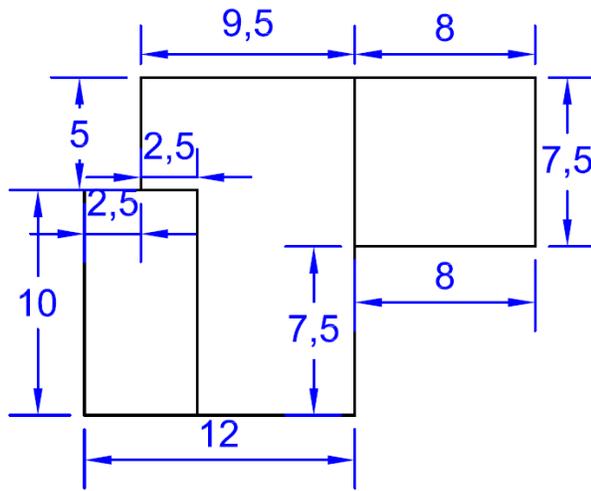


Figura C. 29 Vista en planta del edificio Colapsado en Cuauhtémoc 75 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 2
- Área estimada en planta= 227.5 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 227.5x2 = 455 m²

C.30 Edificio Av. Miramontes 2747 (ID 30 de Tabla 4.1)

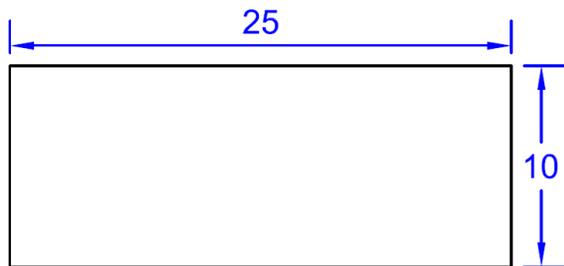


Figura C.30 Vista en planta del edificio Colapsado en Av. Miramontes 2747 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 3
- Área estimada en planta= 250 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 250x3 = 750 m²

C.31 Edificio Av. México (ID 31 de Tabla 4.1)

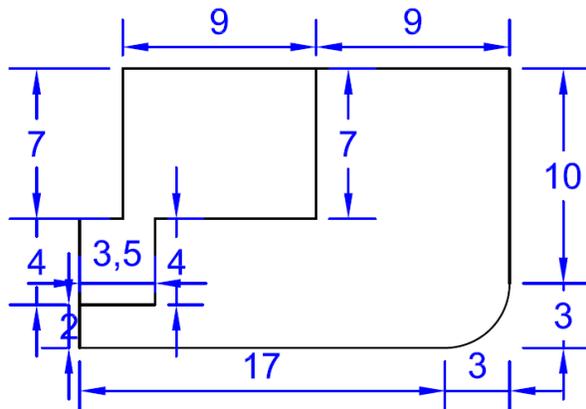


Figura C. 31 Vista en planta del edificio Colapsado en Av. México antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 3
- Área estimada en planta= 245 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 245×3=735 m²

C.32 Edificio en Calle Génova 33 (ID 32 de Tabla 4.1)

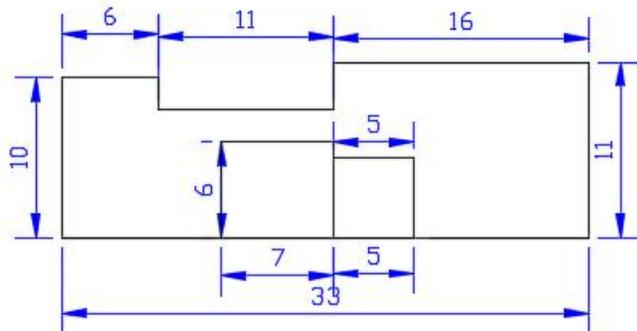


Figura C. 32 Vista en planta del edificio Colapsado en Calle Génova 33 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 11
- Área estimada en planta= 324 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 324×11 = 3,564 m²

C.33 Edificio en Sonora 149 (ID 33 de Tabla 4.1)

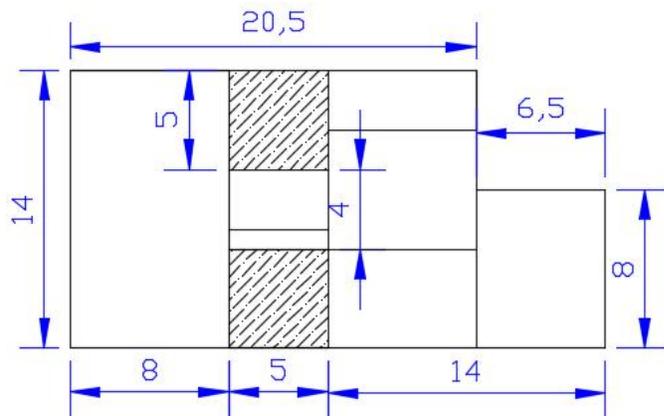


Figura C. 33 Vista en planta del edificio Colapsado en Sonora 149 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 8
- Área estimada en planta= 289 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 289×8 = 2,312 m²

C.34 Edificio en San Antonio Abad 122 (ID 34 de Tabla 4.1)

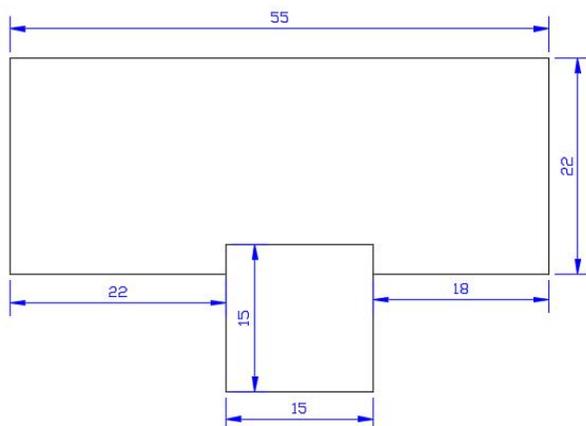


Figura C. 34 Vista en planta del edificio Colapsado en San Antonio Abad 122 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 8
- Área estimada en planta= 1,390 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 1,390×8 = 4,170 m²

C.35 Edificio en Balsas 18, Miravalle (ID 35 de Tabla 4.1)

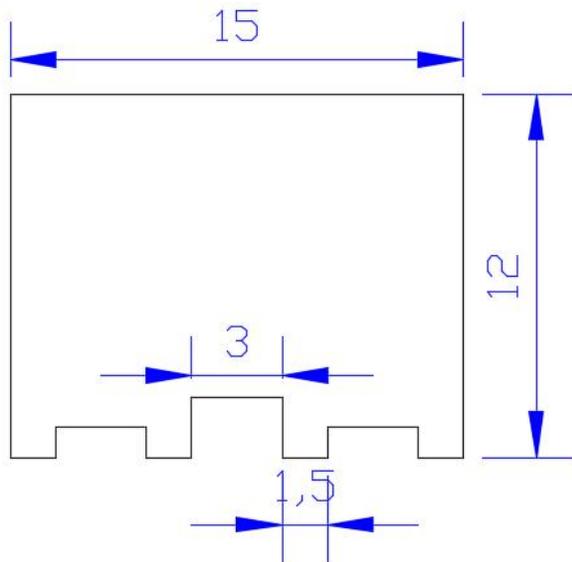


Figura C. 35 Vista en planta del edificio Colapsado en Balsas 18, Miravalle antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 5
- Área estimada en planta= 168 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 168×5 = 840 m²

C.36 Edificio en Av. Cuauhtémoc 37 (ID 36 de Tabla 4.1)

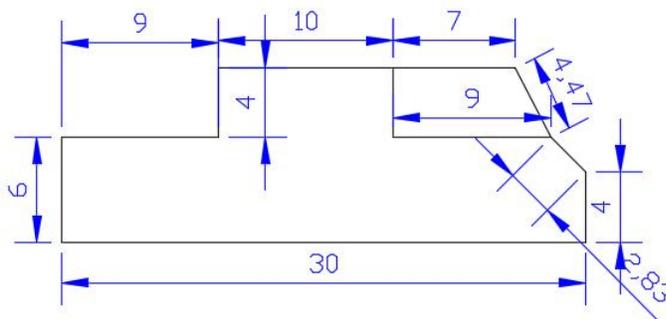


Figura C. 36 Vista en planta del edificio Colapsado en Av. Cuauhtémoc 37 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 2
- Área estimada en planta= 218 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 218×2 = 436 m²

C.37 Edificio en Tokio 517 (ID 37 de Tabla 4.1)

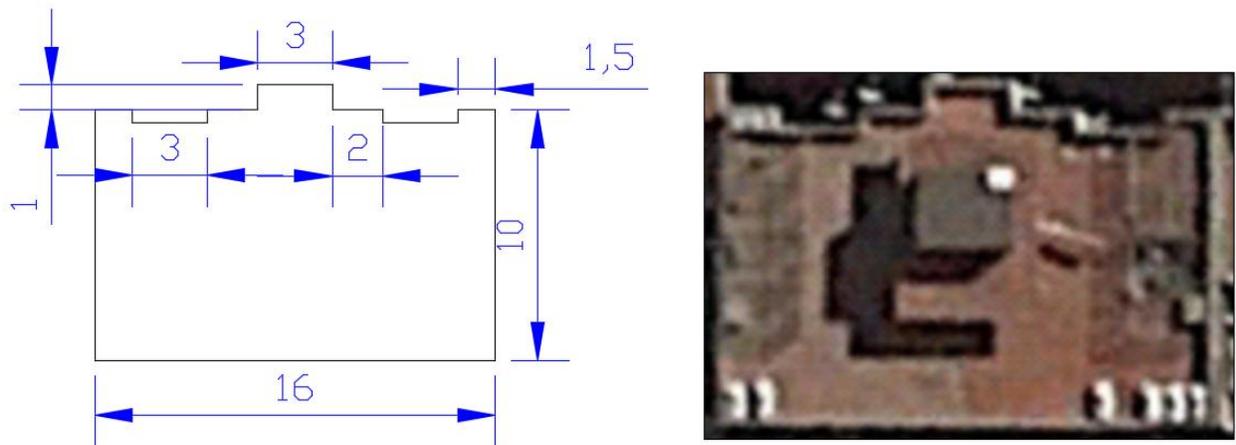


Figura C. 37 Vista en planta del edificio Colapsado en Tokio 517 antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 4
- Área estimada en planta= 160 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= $\times 4 = 640 \text{ m}^2$

C.38 Edificio en Sabino esquina Diaz Mirón (ID 38 de Tabla 4.1)

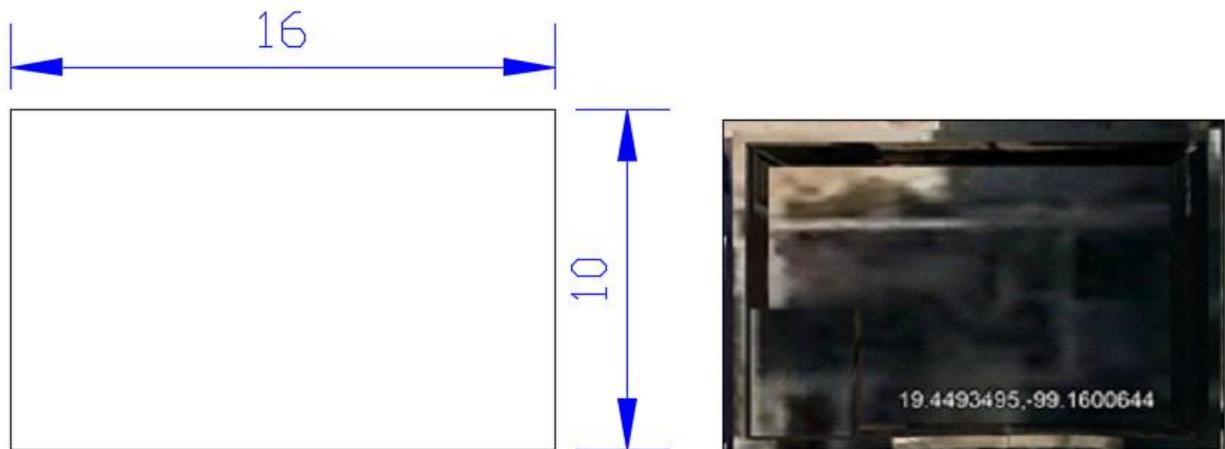


Figura C. 38 Vista en planta del edificio Colapsado en Sabino esquina Diaz Mirón antes del evento sísmico de M7.1

- Número de niveles = 1
- Área estimada en planta= 160 m²
- Superficie construida considerando el número de niveles= 160 m²