¡Aguas con el río! El riesgo de vivir a orillas de uno

Luis Enrique Cureño Rosales *

Fabiola Franco González *

Resumen

A lo largo de la historia del río Magdalena han ocurrido diversas inundaciones. Este investigación tiene por objeto los desbordamientos notables de su cauce a partir del año 2009 en adelante. Durante este periodo, se encontraron cuatro desbordamientos importantes en los años 2009, 2011, 2015 y 2017, presentes en la temporada de lluvias durante los meses de junio a septiembre. Dado este contexto, a lo largo de esta investigación intentaremos responder las siguientes preguntas: ¿cuál es la relación entre exposición física y vulnerabilidad humana a los desastres por inundación?, ¿ya había ocurrido un desastre parecido?, ¿de qué manera se mitiga la vulnerabilidad y se reduce el desastre?, ¿cuál es la importancia de alertar a la población? Y, sobre todo, ¿cuál es la vulnerabilidad de las colonias San Jerónimo Aculco, Héroes de Padierna, San Francisco y Santa Teresa, aledañas al río Magdalena, ante los riesgos-desastres por inundación?

1. Introducción

El río Magdalena es una corriente de agua a cielo abierto, nace en el cerro de San Miguel, en la sierra de las cruces, de la delegación Cuajimalpa de Morelos y es alimentado por los manantiales ubicados en los Dínamos. Fluye por la delegación Magdalena Contreras hasta llegar a la presa Anzaldo, dicho tramo fue entubado en la década de 1930 como parte de las obras de modernización y sanidad urbana. Forma parte de la cuenca del río Moctezuma, que a su vez integra la Región Hidrológica del Pánuco. Su longitud total es de 28 km y se ha estimado su caudal medio en 20 millones de metros cúbicos/año. Sus bosques almacenan un promedio de 50 toneladas de carbono por hectárea y sus pobladores están arraigados al bosque de formas diversas. La importancia del río se debe a los servicios ecosistémicos[1] que brinda a la ciudad; sin embargo, al ser una corriente de agua natural, su manipulación se complica cuando existe un incremento de la precipitación afectando a la población más cercana.

[1] Son los beneficios que la población obtiene directa o indirectamente de los ecosistemas.

A lo largo de la historia de este río han ocurrido diversas inundaciones. En esta investigación se alude a los desbordamientos notables de su cauce a partir del año 2009 en adelante. Durante este periodo se encontraron cuatro desbordamientos importantes en los años 2009, 2011, 2015 y 2017, presentes en la temporada de lluvias durante los meses de junio a septiembre.

La importancia de estudiar la vulnerabilidad por inundación en las colonias San Jerónimo Aculco, Héroes de Padierna, San Francisco y Santa Teresa, ubicadas en las orillas del río Magdalena se debe principalmente a que es el último río sin entubar en su totalidad en la Ciudad de México, por lo que su corriente tiende a incrementar durante la temporada de lluvias y repercute en dichos asentamientos de manera negativa, causando inundaciones y caos vial.

El río Magdalena ha sido analizado desde dos enfoques: por un lado, la recuperación del río a cielo abierto para la provisión de servicios ecosistémicos dentro de la ciudad; por otro, el entubamiento y el abandono de la presa del cauce. Aunque el río ha sido parte de programas que buscan la recuperación, saneamiento y rehabilitación, datos de la Secretaría de Medio Ambiente arrojan que se invirtieron 30 millones de pesos en 2012 para la recuperación de espacios públicos cercanos al río Magdalena y, para el saneamiento del río, se realizó un gasto de 150 millones de pesos (SEDEMA, 2012). Los recursos destinados para la rehabilitación del río fueron parciales. El proyecto de rehabilitación se dirigió, principalmente, a la zona donde se localiza el Parque Nacional Los Dinamos[2]. La extensión que ya no es considerada área natural protegida no ha sido beneficiaria de los programas para la recuperación de espacios públicos ni de saneamiento del río.

En resumen, este río cuenta con dos manejos: el cauce al aire libre y la corriente entubada para la captación y provisión de agua. Esto último ha causado consecuencias indirectas en la sociedad: cuando un río se entuba se pierden gran parte de los servicios ecosistémicos que brinda y el resultado de la falta de atención en temporadas de lluvias, así como la producción de encharcamientos e inundaciones dado que no hay infraestructura para la contención de su creciente y, debido al encarpetamiento asfáltico, erosión, asentamientos irregulares, entre otros factores que impiden la infiltración adecuada al subsuelo (Zambrano, 2011).

Dicha problemática se vuelve visible cuando se presenta el desastre de inundación,

[2] El Parque Nacional los Dínamos es un área natural protegida con una extensión de dos mil 429 hectáreas de bosque.

como sucedió el pasado 5 de septiembre de 2017 a causa de las fuertes lluvias durante esa temporada; hecho que causó afectaciones materiales en las colonias cercanas. Como medida emergente, Protección Civil de la CDMX emitió una alerta roja y algunas recomendaciones ante el fenómeno. Dado este contexto, a lo largo de esta investigación intentaremos responder las siguientes preguntas: ¿cuál es la relación entre exposición física y vulnerabilidad humana a los desastres por inundación? ¿Ya había ocurrido un desastre parecido? ¿De qué manera se mitiga la vulnerabilidad y se reduce el desastre? ¿Cuál es la importancia de alertar a la población?

Durante las últimas décadas se ha presentado una acelerada transformación de los ecosistemas como resultado de las actividades antropogénicas y las formas de apropiación humana de la naturaleza (Hoffmann 1996: 29; SER 2004: 15 *apud.* Citado en Almeida, L., *et al.* 2007). Con la intención de comprender las relaciones entre los procesos ecosistémicos, el impacto en las condiciones de vida de los pobladores y la búsqueda de la mitigación de los factores que producen cambios en este río, se pretende realizar un cálculo de riesgo mediante una investigación documental y digital en cuanto a condiciones geomorfológicas, condiciones socioeconómicas y frecuencia del fenómeno.

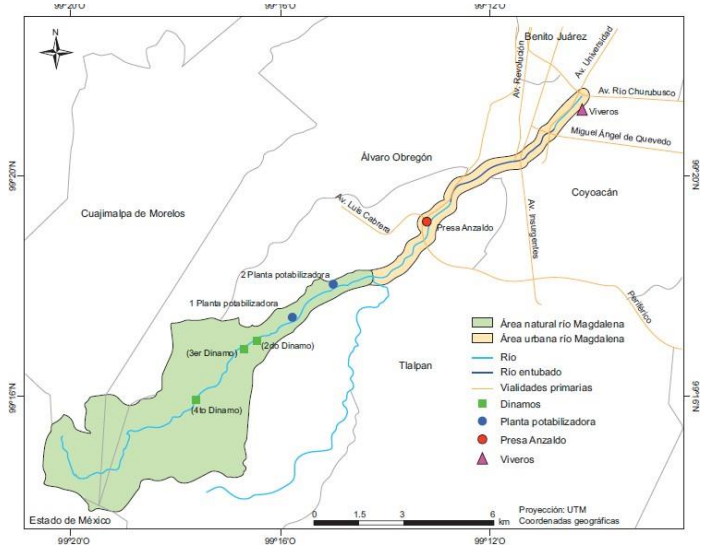
La propuesta metodológica para estudiar los riesgos-desastres por inundación en la microcuenca del Río Magdalena parte de cuatro factores: se inicia con una caracterización de la zona mediante un mapa topográfico; posteriormente, se realiza un análisis sociohistórico de la frecuencia de inundaciones a partir de gráficas de precipitación por mes y año, basado en evidencias hemerográficas que corroboran el desastre; después, se elabora una evaluación de la vulnerabilidad a partir del grado de marginación y desarrollo social; por último, considerando el índice de riesgo por inundación basado en el *Disaster Risk Index* generado por el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas, se propone, como medida para reducir el alcance desastre, una gobernanza y gestión del riesgo mediante la cultura de preparación, con el fin de anticipar los impactos, y las acciones frente a la catástrofe.

Ante la falta de una evaluación de riesgos locales, se realiza un índice de riesgo por inundación en la zona de estudio con base en dos dimensiones: por un lado, los riesgos-desastres estimados a partir de la evaluación del grado de desarrollo social y el grado de marginación para medir la vulnerabilidad de los habitantes; por otro, la frecuencia de inundaciones en dichas zonas para medir el grado de afectación y la manera en la que se pudiese mitigar la vulnerabilidad.

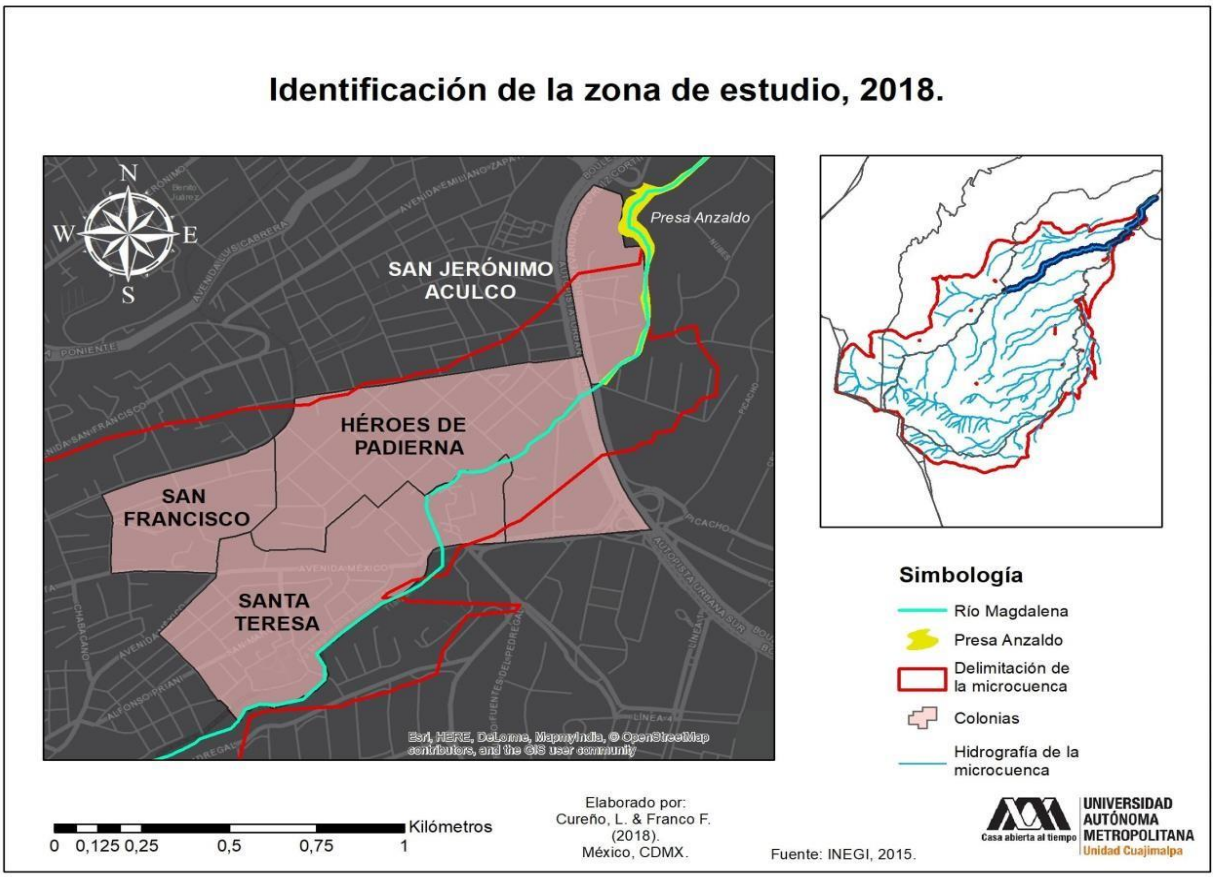
Para nuestro trabajo de investigación, fue necesaria la delimitación de un polígono de colonias susceptibles a inundación basados en su cercanía del río Magdalena y de la presa Anzaldo, localizada a la mitad de la correntía entre el río al aire libre y el río entubado, como se muestra en el Mapa 1.

Mapa 1. Delimitación del área de estudio

Fuente: M. Perló Cohen y I. Zamora Saenz (2016).



En comparación con el Mapa 1, el Mapa 2 muestra la delimitación de la subcuenca del Río Magdalena, así como las colonias de análisis: San Jerónimo Aculco, Héroes de Padierna, San Francisco y Santa Teresa, debido a la cercanía con el río y la presa Anzaldo.



Mapa 2. Polígono como foco de análisis, 2018

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, para elección del polígono, se tomaron variables de bases de datos del año 2010 por microdatos, tales como AGEBS y manzanas del censo de población (INEGI); el índice de desarrollo social (EVALUA CDMX); el grado de marginación (CONAPO), así como la cantidad de precipitación (Servicio Meteorológico Nacional), por la estación meteorológica Desviación alta al Pedregal, con el fin de crear un índice de riesgo en las colonias de la zona de estudio cercana al río Magdalena y especificar las colonias con mayor vulnerabilidad ante las inundaciones.

2. Marco teórico

Conocer los conceptos de riesgo-desastre, peligro y vulnerabilidad desde una perspectiva socioterritorial es necesaria para comprender con mayor claridad el enfoque de este trabajo. Se retoman diversos autores que dominan el tema de la geografía de los riesgos[3], algunos de ellos forman parte de la red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, quienes realizan investigaciones sociales sobre los desastres y su aplicación en la temática ambiental.

El primer concepto que se aborda en este trabajo es el de riesgo-desastre, que define por Macías Manuel en su artículo *"*Perspectivas de los estudios sobre desastres en México*"*(1993), donde se determina como riesgo-desastre el estudio de un fenómeno concreto y la investigación del proceso de transformación de dicho fenómeno. Esta manera de entender el concepto está en la base de nuestra investigación. En el caso del Río Magdalena se realizó una investigación sobre los riesgos a inundación en la población residente cercana al río. De esta manera se trató encontrar el grado de vulnerabilidad (exposición al peligro) y las acciones frente al fenómeno.

A partir del desastre, se inicia un proceso de indagación sobre el grado de exposición de la población ante una contingencia inminente. Es decir, debe existir tanto el peligro como la exposición a este (Aneas, 2000). Debido a ello es que se introduce el concepto de vulnerabilidad, es decir, la susceptibilidad de la localidad a recibir daños y pérdidas a partir del desastre. Así mismo, el término se emplea para designar las medidas o acciones que se toman para prevenir el riesgo durante la emergencia y la normalización o post-desastre (Macías, 1993).

Para entender el contexto de los riesgos-desastres en México y América Latina es importante tomar en cuenta cómo son abordados desde lo expuesto por Kenneth Hewitt (1983), quien argumenta que los eventos naturales en América Latina son vistos desde una visión tecnocrática. Esta visión sobre los riesgos-desastres resulta ser una visión incompleta debido a la importancia de la presencia humana ante estos sucesos y, por lo tanto, una visión meramente naturalista o física no refleja cuáles son las causas de estos, limitándose tan sólo a mostrar los efectos de las catástrofes y la manera de enfrentarlos. Esta visión se encuentra

[3] Los riesgos son latentes y universales, no se pueden eliminar, sin embargo, se pueden reducir, se habla de una geografía de riesgos, porque el peligro y la exposición se diferencian de manera territorial.

presente en México, pues los programas que existen ante el riesgo-desastre (como el Programa de Manejo de Riesgos de Desastre en México) tienen como principal objetivo una planeación y reducción técnica y política del riesgo-desastre. Se pretende abordar el riesgo a inundación en el Río Magdalena desde una visión socioterritorial, tomando en cuenta metodologías cuantitativas

la frecuencia, densidad y magnitud del fenómeno, y la vulnerabilidad de la población de acuerdo a la cercanía con el cauce, condiciones socioeconómicas, etc. De esta manera no solo se estudia al fenómeno de manera tecnocrática, sino se considera a la sociedad y se combina para un análisis general.

El peligro como concepto, es un evento que tiene potencial de causar pérdidas. Es importante destacar que para que un peligro exista, es necesaria la presencia de un objeto potencial en el área y su distancia desde el peligro determinará el grado de riesgo, es decir, el ser humano es el que toma el riesgo, es una decisión propia. El peligro, entonces, "es un evento capaz de causar pérdidas de gravedad en donde se produzca." (Aneas, 2000).

El avance en el estudio de los peligros ha suscitado que se hable de tres tipos de peligros, los naturales, antrópicos y ambientales. Dentro de esta investigación, se utilizará el concepto de peligro ambiental, referido a la acción antropogénica que agrava o potencializa el peligro, es el cómo la acción humana afecta a la naturaleza. Para nuestra investigación, se hace énfasis a los peligros ante inundación que potencializan el desastre.

El término de desastre, también llamado catástrofe[4], se refiere a la realización del peligro, principalmente se refiere a un hecho o acontecimiento que surge de manera sorpresiva o inesperada, el desastre produce pérdidas materiales o humanas. "En el ámbito de las ciencias sociales, interesan los desastres que afectan a toda una comunidad residente en un área geográfica y que alteran el curso normal de sus vidas…" (Aneas, 2000).

Hasta este momento este trabajo se ha concentrado en los términos utilizados para el estudio de caso, en cuanto la definición de las repercusiones cabe destacar que al haber una catástrofe las consecuencias no siempre son negativas, puesto que las acciones para evaluar los daños y minimizar los riesgos a futuro pueden ser tomadas como acciones positivas, por lo tanto se estaría hablando de repercusiones negativas-positivas, que pudiesen derivar de un riesgo-desastre.

[4] Los riesgos son latentes y universales, no se pueden eliminar, sin embargo, se pueden reducir, se habla de una geografía de riesgos, porque el peligro y la exposición se diferencian de manera territorial.

Uno de los primeros estudios que abarcaron el impacto social de los desastres, fue el realizado por Samuel Henry Prince (1886-1960), donde el enfoque de su investigación fue el impacto de una explosión de un barco en Halifax, Nueva Escocia y sus efectos en la población.

Prince es considerado como el pionero en estudiar y analizar los efectos de los desastres y su repercusión en el comportamiento de la población, es decir, cuando un efecto perturba y trae consigo catástrofe, genera un radical cambio social. Esta investigación dio pie a que se creara la denominada "hipótesis de Prince", alrededor de la cual un gran número de autores se han dedicado a validarla o invalidarla. Por ejemplo, algunos invalidan esta hipótesis argumentando que los desastres no generan un cambio radical a largo plazo, suno sólo una desorganización social temporal; otros, por otro lado, indican que los desastres generan un cambio lento o rápido, pero no importante o a largo plazo. También hay investigadores que, a través de la observación empírica, indican que los desastres sí han inducido cambios mayores en las sociedades afectadas (*Cfr*. Bates y Peacock, 1987:292 *apud.* García, 1992). Para este trabajo se analizará si la hipótesis de Prince se valida o invalida en nuestra área de estudio por medio de la recolección de datos oficiales, censos, notas periodísticas, etc.

A continuación, se puntualiza el término de vulnerabilidad asociado a la población, al ecosistema y los actores sociales involucrados. Dicha variable es indispensable en un estudio alrededor del problema de riesgos-desastres por inundación, dado que intensifica o disminuye la magnitud del daño. El objetivo de medir la vulnerabilidad es útil para encontrar qué tan susceptibles son los asentamientos humanos a sufrir repercusiones a partir del peligro ambiental, en este caso las inundaciones, así como su capacidad de adaptación ante en desastre.

El concepto de vulnerabilidad que se emplea en nuestra investigación es definido por Wilches-Chaux en su artículo "La vulnerabilidad global", publicado en LA RED[5] en 1993, donde se define vulnerabilidad como "la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio" (Wilches-Chaux, 1993). En este sentido, el autor menciona que la vulnerabilidad en sí misma está constituida por un sistema dinámico que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características[6] (externas e internas) que convergen en una comunidad. El resultado de dicha

[5] La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, está conformada por representantes de diez instituciones, dedicados a la promoción de un enfoque social hacia el estudio de los desastres, con el fin de constituir una red de colaboración interinstitucional e interdisciplinaria.

[6] Existen principalmente seis factores que causan vulnerabilidad, de aspectos; económicos, sociales, socioeconómicos, políticos, ambientales y geográfico. Una combinación de estas puede acrecentar o

interacción es la incapacidad de la población de responder adecuadamente ante la presencia de un riesgo y, en consecuencia, de un inesperado desastre, a lo que denomina vulnerabilidad global.

La vulnerabilidad global, por suparte, se subdivide en diversas vulnerabilidades. Es importante mencionar que cada una de ellas forma parte de un ángulo en particular para analizar el fenómeno global y que, además, están interconectadas. Analizar la vulnerabilidad también implica el estudio del territorio, dado que el análisis comprende diversas escalas que van de lo general a lo particular, remitiéndonos a la dimensión temporal e histórica (Lavell, 1993). Cuando se relacionan la vulnerabilidad, el territorio y la temporalidad, se observa la situación del proceso de desarrollo de la población a estudiar. En el sistema de vulnerabilidad global existen once tipos: la vulnerabilidad natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional. A lo largo de la investigación se abordaron las vulnerabilidades encontradas en el polígono de estudio de las cuatro colonias aledañas al río Magdalena.

Nuestra investigación se basa en una dimensión histórica sincrónica. Dado que el desastre es el detonador de una situación crítica preexistente, es necesario conocer el contexto anterior a ello, es decir, analizar las condiciones sociales, económicas, políticas e ideológicas predominantes. Dichas condiciones constituyen un elemento activo y medular de análisis en los estudios históricos para entender los efectos y respuestas inmediatas y mediatas a los eventos naturales, ya sea de manera particular o en conjunto (García, 1992). Así mismo, mediante los estudios sociológicos sobre desastres, los eventos naturales se transforman, de desgracias aisladas, en fenómenos sociales de importancia con patrones compartidos y significativos.

Nuestra investigación se basa en el paradigma de desarrollo propuesto por Smith & Petley (2009) en su libro *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Diaster*. México se encuentra geográficamente localizado en el norte del continente americano; sin embargo, forma parte de los países del "sur" por encontrarse en vías de desarrollo: estos autores señalan que este paradigma forma parte de una perspectiva constructivista, con una visión teórica y alternativa radical, enfocada principalmente en países del Sur (Subdesarrrollados y/o en vías de desarrollo). Dicho paradigma destaca por la importancia que se da a la vulnerabilidad –relacionada con el nivel de desarrollo de la población expuesta al peligro– a través de cuatro escenarios posibles para la capacidad de adaptación.

disminuir los daños.

La escala y el territorio son fundamentales al tratarse de los desastres. Cutter (2003) menciona que la vulnerabilidad es geográficamente diferenciada, pues al intervenir riesgos biofísicos resultan respuestas sociales en un lugar determinado. La autora lo explica a través del concepto *people and places*, del que son ejemplos las acciones que se toman, frente al desastre, las organizaciones civiles de voluntarios altruistas. Nuestra investigación se encuentra aterrizada en la escala más mínima que existe en datos georeferenciados por el INEGI, AGEBS, manzanas y colonias.

En este sentido, el riego-desastre se visualiza como un evento compartido tanto en consecuencias como en las acciones necesarias para enfrentarlos, porque implican cantidades de grupos humanos, familias, comunidades y poblaciones. Britton (1988) ha comentado que "el tipo de precaución que se institucionaliza para enfrentar los desastres refleja las maneras en que el 'desastre' sea conceptualizado por los que toman decisiones". En este caso, las autoridades administrativas públicas, federal, delegacional y local, financian investigaciones científico-sociales sobre los desastres, en donde se puntualizan los riesgos-desastres, el peligro y la vulnerabilidad de la población expuesta. Dichas investigaciones sientan las bases para la toma de decisiones en cuanto a la prevención, mitigación y las respuestas a situaciones de desastres. De este modo, el gobierno y la comunidad científica se encuentran vinculados con la finalidad de reducir y gestionar el riesgo.

A partir de lo anterior, se crean instituciones, planes de emergencia, sistemas de prevención y protección civil, así como alertas tempranas ante los riesgos para mitigar la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas al desastre.

3. Río Magdalena

a) Riesgo-desastre: condiciones geográficas y geomorfológicas

Localización

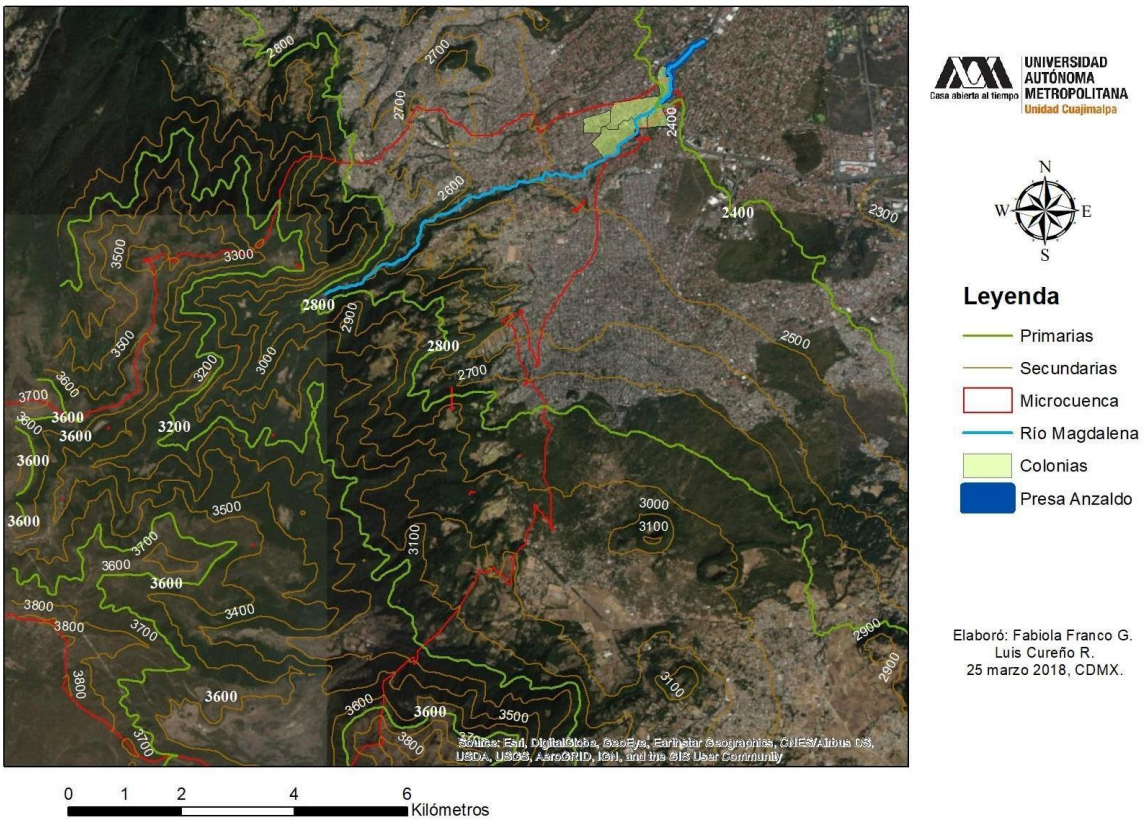
La Cuenca del Río Magdalena (CRM) se localiza en la Sierra de las Cruces, en el límite sur oeste del Distrito Federal, dentro de la cuenca de México. Sus coordenadas son 19° 13' 53''y 19° 18' 12'' N y 99° 14' 50'' y 99° 20' 30''W y abarca parte de las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa. En total, cuenta con una superficie territorial de 3,100 ha (Ávila-Akerberg, 2002 *apud*. Paredes, 2016).

El Río Magdalena nace en las estribaciones de los cerros Palma, San Miguel, Cochinos,

Coconetla, baja por el Parque Nacional de los Dinamos, y atraviesa algunas colonias de la delegación Magdalena Contreras, entre las que se encuentran las colonias que se estudian en este trabajo. El río atraviesa el Periférico hasta llegar a la presa Anzaldo; de ahí, gran parte del caudal se va al Interceptor Poniente y otra continúa su curso, ya en un tramo completamente entubado por la avenida Río Magdalena, donde cruza por avenidas importantes de la Ciudad de México como Avenida Revolución y Avenida de los Insurgentes. El río continúa su recorrido por la Avenida Paseo del Río hasta la altura del templo de San Antonio Panzacola (a un costado de avenida Universidad, en Coyoacán) donde el cauce se vuelve abierto, atravesando los Viveros de Coyoacán, y más adelante se encuentra con el río Mixcoac, formando, ambos, ambos el río Churubusco, donde se vuelve a entubar definitivamente (Tonda, 2007).

A continuación se muestra un mapa topográfico (Mapa 3) de la micro cuenca del Río Magdalena. Se toma en cuenta la correntía del río, las colonias a estudiar y la presa Anzaldo. En dicho mapa es posible apreciar dos tipos de curvas de nivel: las de color verde representan las curvas primarias, a las que corresponde la altitud de 400 metros sobre el nivel del mar; las de color café son curvas primarias, correspondientes a una altitud de 200 metros. Existe una concentración de ambas curvas en la zona oeste porque, en ese territorio, se encuentra un relieve montañoso donde se origina el río y desciende a la parte este del mapa.

Mapa topográfico de la Microcuenca del Río Magdalena, 2017.



Mapa 3. Topografía de la Microcuenca del Río Magdalena
Fuente: elaboración propia, 2018.

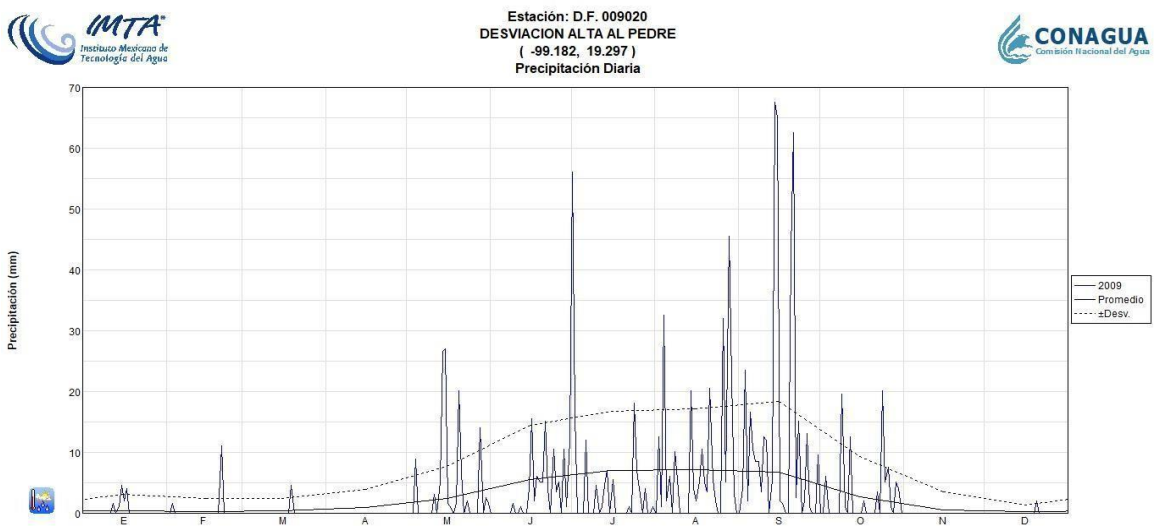
Es necesario tener en cuenta la altitud del terreno, dado que la precipitación aumenta conforme hay ascenso de altitud. En este caso, las mayores altitudes se encuentran en la parte alta (zona montañosa) y, debido a la dirección de la correntía del río, desciende hacia las partes bajas de la microcuenca llegando a la presa Anzaldo.

En temporadas de lluvias, correspondiente a los meses de junio a septiembre, aumenta la corriente del río al encontrarse un alto flujo con una estructura ingenieril como lo es la presa que, al ser sobrepasada su capacidad, genera una especie de tapón: ya no fluye el río de manera natural, ocasionando de tal suerte inundaciones y encharcamientos en las zonas cercanas a la presa y al río. Lo anterior se comprueba con el mapa de índice de riesgo a inundación que se describe en el penúltimo apartado.

3.1 Peligro: Frecuencia de inundaciones

A lo largo de la historia del Río Magdalena, han ocurrido frecuentemente desastres por inundación aunque, para nuestra investigación, sólo nos basamos en cuatro desbordamientos notables en los años 2009, 2011, 2015 y 2017 presentes en la temporada de lluvias durante los meses de junio a septiembre. Se realiza un análisis sociohistórico de la frecuencia de inundaciones a partir de gráficas de precipitación por mes y año, basado en evidencias hemerográficas que corroboran el desastre.

Comenzamos con el año más lejano hasta el más reciente. En 2009, el 23 de septiembre, se desbordó la presa Anzaldo y el río Magdalena por las fuertes lluvias registradas durante 2 días consecutivos, donde quince vehículos de lujo de una agencia automotriz cayeron a la corriente tras un deslave y se rescataron 11 ocupantes de una vivienda de madera, así como diversas inundaciones de tiendas departamentales (*La Jornada*, 2009). La agencia y la casa se encontraban dentro de una demarcación riesgosa pues querían ganar espacio e invadir el cauce del río; sin embargo, con la lluvia el flujo creció y arrastró con lo que había a su paso. ¿Qué tanto llovió para que ocurriera este desastre? En la Gráfica 1 se muestra la cantidad de precipitación de milímetros o litros por metro cuadrado en los 12 meses del año, así como el promedio y una desviación estándar, esto para visualizar las anomalías en la precipitación.



Gráfica 1. Precipitación diaria de la estación meteorológica Desviación Alta del Pedregal, 2009

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Comisión Nacional del agua (CONAGUA).

Se utilizan la base de datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Comisión Nacional del agua (CONAGUA). La estación meteorológica que se ubicaba en la presa Anzaldo dejó de operar de 1998 y, por ello, los datos seleccionados de la precipitación son de la estación meteorológica Desviación Alta del Pedregal, ya que dicha estación sigue en operación y tiene actualizaciones de cifras hasta el año 2015; así mismo, dicha estación es cercana al río Magdalena y a la presa Anzaldo.

La Gráfica 1 indica que el promedio de la precipitación anual es menor a los 10 mm, y la desviación estándar se ubica por encima de 15 mm. Los meses que tuvieron altas anomalías en la precipitación fueron junio, agosto y septiembre, y pertenecen a la temporada de lluvia. De acuerdo con la nota periodística, el mes de septiembre corresponde a uno de los meses donde hubo una precipitación máxima de 65 mm, con lo cual se corrobora la relación de riesgo-desastre con la densidad de la precipitación.

Posteriormente, en 2011 se repitió el desastre por inundación tal como ocurrió exactamente en 2009. En ese año, las aguas de la presa Anzaldo inundaron Periférico causando caos vial al poniente de la CDMX. Hubo inundaciones de hasta tres metros en la colonia Héroes de Padierna, dañando viviendas y vehículos, por lo que bomberos laboraron allí para rescatar a personas y hacer fluir el agua estancada (*Excélsior*, 2011).

La colonia mencionada, que tuvo inundaciones por arriba de los 2 metros, se encuentra dentro de nuestra zona de estudio; por ello, nos parece pertinente conocer la densidad de precipitación durante el mes de septiembre de 2011, como se muestra en la Gráfica 2.

Gráfica 2. Precipitación mensual de la estación meteorológica Desviación Alta del Pedregal, 2011

Fuente: elaboración propia con base a datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Comisión Nacional del agua (CONAGUA).

En la Gráfica 2 es posible visualizar que hubo 2 densidades de precipitación anormal: la primera, en el mes de junio, de 342 mm; sin embargo, decreció en julio y agosto y, para el mes de septiembre, se presentó la segunda densidad más alta del año, de 354, rebasando la capacidad de la presa, que ya se había saturado con la lluvia de los meses anteriores. El tercer desbordamiento del río Magdalena ocurrió en 2015 por la fuerte precipitación registrada en el mes de julio, lo que provocó inundaciones en por lo menos seis domicilios de la colonia Santa Teresa (*Excélsior*, 2015). La colonia Santa Teresa forma parte del área de estudio de riesgos por inundación por lo que nuevamente la hemerografía constata la relación entre el riesgo por inundación y la densidad de la precipitación (véase Gráfica 3).

Gráfica 3. Precipitación mensual de la estación meteorológica Desviación Alta del Pedregal, 2015

Fuente: elaboración propia con base a datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Comisión Nacional del agua (CONAGUA).

Como podemos observar, los meses de junio, julio, agosto y septiembre tuvieron una precipitación anormal y corresponden a la temporada de lluvia; el mes en que se registró el desastre por inundación fue julio, lo cual se asocia con la alta precipitación registrada de 55.5 mm. El promedio se mantuvo en 25 mm y la desviación fue por encima de los 49 mm.

La última devastación que se registró por inundación en la delegación Magdalena Contreras fue en 2017. En septiembre del año pasado, la lluvia desbordó el río Magdalena y 5 casas fueron reportadas como dañadas; protección civil aumentó a roja la alerta meteorológica por presencia de lluvias en la delegación (*El Heraldo de México*, 2017).

Esta última nota periodística es prueba de que, hasta el momento, no se han tomado medidas pertinentes en cuanto a la reducción de riesgos-desastres por inundación, derivadas del abandono de la presa Anzaldo y de la recuperación del Río Magdalena. En este sentido, las soluciones son temporales (alertas y recomendaciones) y, después de ocurrido el desastre, no hay un seguimiento para la reducción del riesgo.

3.2 Vulnerabilidad local

Para la evaluación de la vulnerabilidad se retoma a Smith & Petley (2009), donde se menciona que la relación entre exposición física y vulnerabilidad humana a los desastres se cataloga en cuatro posibles escenarios en los que se combinan el riesgo y la seguridad, los cuales son: a mayor exposición y menor vulnerabilidad, implica mayor riesgo y mayor seguridad y, a menor exposición y mayor vulnerabilidad, existe menor riesgo y menor seguridad.

En el análisis de la vulnerabilidad de la zona de estudio se crearon bases de datos a nivel local, como lo son datos a nivel AGEB y nivel manzana del índice de desarrollo social y el grado de marginación con el fin de estudiar una vulnerabilidad geográficamente referenciada, debido a que la vulnerabilidad no se presenta de manera uniforme geográficamente, sino que la vulnerabilidad es causada por riesgos biofísicos en un lugar determinado, así como el tipo de respuesta social.

La primera base de datos que se utilizó para medir fue el Índice de Desarrollo Social de la Ciudad de México (2015) a nivel manzana, debido a que cada manzana que compone cada colonia de nuestra área de estudio tiene un índice y grado de desarrollo social diferenciado. Este índice de desarrollo social se crea a partir de diferentes factores como la población total, calidad y espacio de la vivienda, acceso a salud y seguridad social, rezago educativo, bienes durables, adecuación sanitaria y adecuación energética, los cuales nos indican la capacidad de adaptación ante los riesgos-desastres según la población donde se presenta el fenómeno, como se muestra en el siguiente Mapa (4).

Mapa 4. Grado de desarrollo social en la zona de estudio, 2010

Fuente: elaboración propia basado en el Índice de Desarrollo Social de la Ciudad de México.

El Mapa 4 nos indica el grado de desarrollo social a nivel manzanas, donde se puede ver una clara diferencia en las diferentes manzanas de cada colonia de nuestra zona de estudio. El grado de desarrollo social se clasificó en cinco clases (las cuales van de muy bajo grado de desarrollo social a muy alto grado de desarrollo social) con el fin de identificar cuáles son las manzanas de las colonias con una mayor capacidad de adaptación y cuáles tienen una menor capacidad de adaptación, es decir, la población que habita en una manzana con un grado de desarrollo social muy bajo tendrá una mejor adaptación ante los riesgos-desastres debido a que la posibilidad de mudarse a una zona con menor riesgo es poca, así como el apego que se genera al territorio. Por otro lado, la población que habita en manzanas con mayor grado de desarrollo social se adapta más rápido debido a que tiene mayor capital económico para mejorar sus viviendas o mudarse en caso de ser necesario.

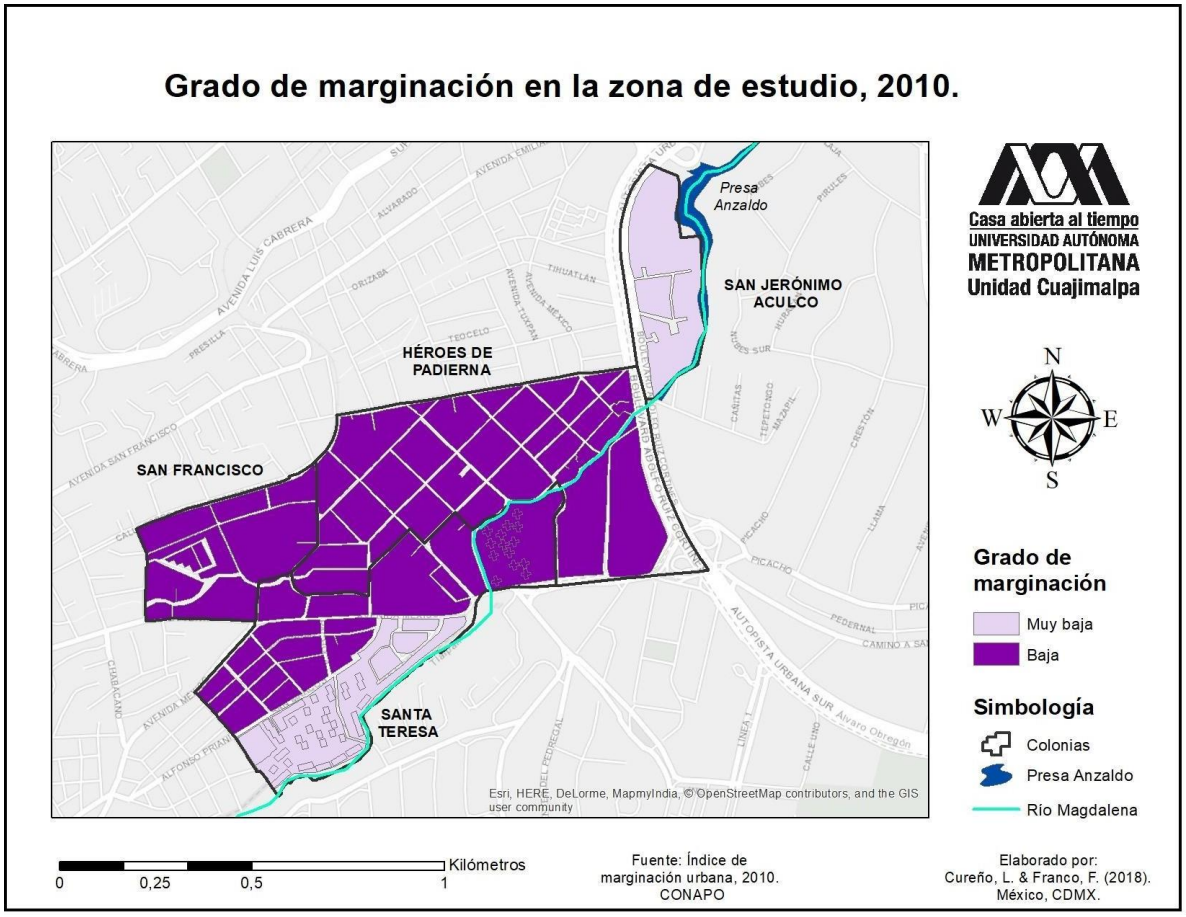
En las manzanas aledañas al río Magdalena se puede observar que existe una diversificación de grado de desarrollo pues va de muy bajo a muy alto. Esto se debe a que, en

esta zona, se concentran poblaciones con alto poder adquisitivo, así como una población con bajo poder adquisitivo, como se pudo observar en el desborde de la presa Anzaldo y del río magdalena en 2009.

La zona donde se han presentado principalmente las inundaciones es donde se ubica la presa Anzaldo, en la colonia San Jerónimo Aculco. Así, siguiendo con nuestro análisis del grado de desarrollo social, es una colonia con valores entre alto y muy alto de desarrollo social, lo cual nos indica que esta zona se ha adaptado más rápido ante al riesgo- esastre por inundación. Caso contrario se muestra en las manzanas ubicadas en las colonias Héroes de Padierna y Santa Teresa ,donde su grado de desarrollo es muy variado y, entonces, la capacidad de adaptación es diferenciada.

Los datos obtenidos de la CONAPO para hablar del grado de marginación se utilizaron para abordar la sensibilidad al riesgo-desastre. El grado de marginación recolecta datos a partir de cuatro grandes dimensiones, las cuales son educación, salud, vivienda y disponibilidad de bienes. El grado de marginación y el de desarrollo social se diferencian en la metodología que emplean al momento de analizar los resultados: por un lado, el desarrollo social mide el bienestar de la población, mientras que, por otro, la marginación mide las carencias de la población.

Un problema que se tuvo en la base de datos obtenida por la CONAPO fue la escala AGEB en la que se presentan los datos. Esta escala tiene un menor detalle de datos que los realizados a nivel manzana, hecho por el cual sólo se pudo clasificar en las dos clases de grado de marginación que había realizado CONAPO para estas AGEBS.



Mapa 5. Grado de marginación en la zona de estudio, 2010

Fuente: elaboración propia basado en el índice de marginación urbana, CONAPO (2010).

Este mapa nos indica que, en gran parte de nuestra zona de estudio, existe un bajo grado de marginación. El grado muy bajo solo se encuentra en la colonia San Jerónimo Aculco y en algunas manzanas de la colonia Santa Teresa. Resulta interesante cómo se presenta la marginación en esta colonia, dado que presenta una diferenciación en las manzanas cercanas al río y las adentradas a la colonia.

Las colonias con un grado de marginación bajo tienen poca sensibilidad ante el riesgo-desastre por inundación y las colonias con un grado de marginación muy bajo tienen una mínima sensibilidad ante el riesgo desastre por inundación. Lo anterior se debe a que, a menor marginación, menor sensibilidad, es decir, que cuando las personas tienen la capacidad (socioeconómica) de enfrentar el desastre lo más pronto posible, la sensibilidad disminuye.

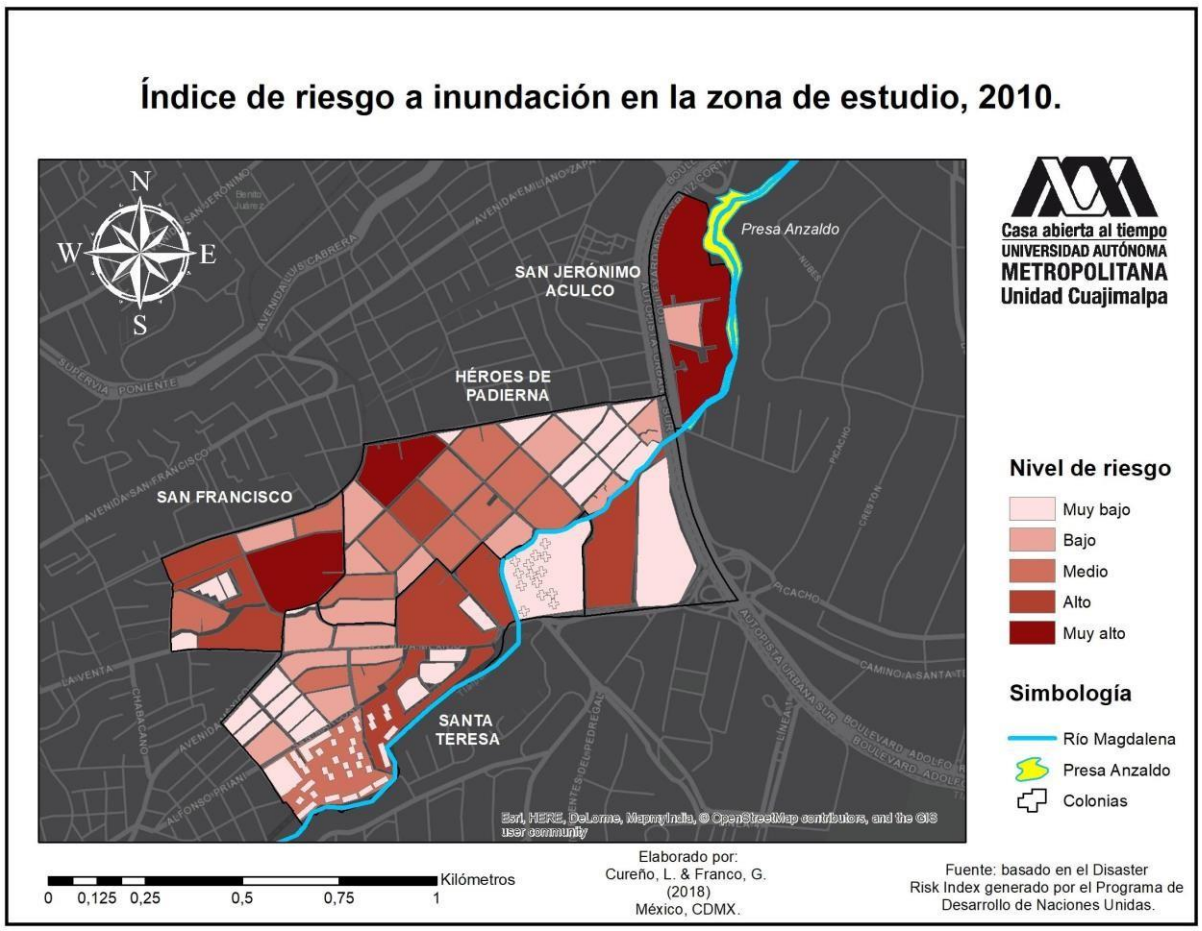
Retomando la colonia San Jerónimo Aculco, donde se localiza la presa Anzaldo, el grado de marginación es muy bajo y, de la misma manera, al hacer la comparación con el grado de desarrollo social, se pueden ver las coincidencias entre el grado de desarrollo social y el grado de marginación, el cual nos indicaría que la colonia San Jerónimo Aculco tiene poca vulnerabilidad ante el riesgo-desastre, a pesar de tener una alta exposición, pues su grado de sensibilidad es bajo y su adaptación es rápida. En las colonias Héroes de Padierna, Santa Teresa (partes), y San Francisco, existe un bajo grado de marginación que indica una baja sensibilidad al riesgo-desastre por inundación, aunque existe una alta exposición al riesgo-desastre debida a su localización. La adaptación en la colonia San Jerónimo Aculco se debe, en primera instancia, a las condiciones socioeconómicas que se pueden observar tanto en el índice de desarrollo social como en el grado de marginación, es decir, esta colonia se adapta rápidamente debido al capital económico de la población residente, así como el valor catastral de la zona, que se calcula de diecinueve mil a veintiséis mil pesos mexicanos 00/100 m.n por metro cuadrado (Secretaría de Finanzas del Distrito Federal (n.d.)). De la misma manera, existe un valor catastral similar en las colonias Héroes de Padierna, Santa Teresa y San Francisco del que depende, por lo tanto, su adaptación al riesgo-desastre por inundación, aunado a procesos de apego y pertenencia al territorio.

3.3 Índice de riesgo

Como parte del análisis de riesgo-desastre por inundación en la zona de estudio, resulta de suma importancia realizar un índice de riesgo a inundación enlazando los datos obtenidos y descritos con anterioridad para el presente trabajo basado en el *Disaster Risk Index* generado por el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas para prevenir desastres por inundaciones en las zonas con mayor riesgo. Para la construcción de este índice, los insumos utilizados fueron los datos de la población total, el índice de desarrollo social y la densidad de la precipitación anual de la zona de estudio, compuesta por cuatro colonias: San Jerónimo Aculco, Héroes de Padierna, San Francisco y Santa Teresa, ubicadas en las orillas del río Magdalena.

Se aplicó una la siguiente ecuación: R= Pfr * PobExp * Vul

Donde: R es riesgo por inundación, Pfr es la frecuencia del peligro (densidad de la precipitación), Pob Exp el total de la población expuesta (colonias a estudiar) y Vul es la vulnerabilidad medida por el índice de desarrollo social. Se obtuvo, de tal manera, el Mapa 6.



Mapa 6. Índice de riesgo a inundación en la zona de estudio, 2010

Fuente: elaboración propia, basado en el *Disaster Risk Index*.

En este mapa se conjuntan las tres variables necesarias para medir el riesgo-desastre por inundación: peligro, exposición y vulnerabilidad. El índice de riesgo se encuentra clasificado en cinco variables (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto). En este sentido se encontró que las manzanas con mayor riesgo a inundación se encuentran en las colonias San Jerónimo Aculco,

Héroes de Padierna y San Francisco de las delegaciones Magdalena Contreras y Álvaro Obregón. Esto debido a la cercanía con el río Magdalena y la presa Anzaldo. Por otro lado, se puede observar que las manzanas de las colonias cercanas al río Magdalena no son las únicas que presentan un riesgo alto y muy alto ante los efectos causados por inundación, pues las manzanas ubicadas en la colonias San Francisco, y algunas de la colonia Héroes de Padierna, presentan un grado de riesgo muy alto, alto y medio, debido a que los fenómenos causados por precipitaciones que generan los desbordamientos, combinados con el índice de desarrollo social, indica que, a pesar de no recibir el impacto inmediato de los desbordamientos, indirectamente presentan un grado de riesgo por sus efectos.

Finalmente, es evidente que las manzanas ubicadas a las orillas del río tienen un alto grado de riesgo ante inundación, excepto por algunas manzanas en las cuales el riesgo es menor debido al grado de desarrollo social, la densidad de precipitación y la población que tienen cada manzana en comparación con el total de la zona de estudio. La colonia San Jerónimo Aculco, donde se localiza la presa Anzaldo, tiene un grado de riesgo de inundación muy alto; por lo tanto, se rectifica lo analizado con anterioridad en este trabajo, debido a que la presa Anzaldo es un punto donde hay una alta probabilidad de riesgo-desastre por inundación, aunque no se descarta el riesgo por otro tipo de peligros naturales como sequías y/o terremotos, dado que cada amenaza tiene una naturaleza específica, medida por la rapidez de inicio, extensión espacial y potencial de destrucción (Peduzzi *et. al*, 2009).

3.4 Gobernanza de la vulnerabilidad

La gobernanza de la vulnerabilidad implica la coordinación para gestionar y reducir los riesgos-desastres por inundación de todos los niveles de gobierno (federal, estatal, municipal) y de organización social (colonia y manzana) con el fin de abordar una problemática ambiental, que implica no sólo a la parte de la población afectada directamente, sino también las políticas que giran en torno a la reducción del riesgo y la mitigación de la vulnerabilidad.

Para llevar a cabo la gobernanza es de gran utilidad considerar los puntos anteriores y los datos resultantes en este trabajo (que fueron la vulnerabilidad socioeconómica de la población, la densidad de la precipitación en temporadas de lluvia y las zonas con riesgo a inundación) con el fin de definir cuáles son las medidas que se emplean para reducir el riesgo en la zona de estudio.

En la Ciudad de México, el organismo que se encarga del monitoreo de los fenómenos naturales, así como de la realización de las labores de rescate y emergencias en caso de desastre, es la Secretaría de Protección Civil de la Ciudad de México en colaboración con organismos a nivel federal como lo son el Sistema Nacional de Protección Civil, CENAPRED o el Servicio Meteorológico Nacional. Estos organismos son centralizados, por lo que se generalizan los protocolos empleados ante un desastre, de tal manera que la ayuda que se prestará en caso de ocurrir uno debe de ser aprobada por los distintos niveles de gobierno antes de llegar a la zona afectada, lo que genera retraso en las acciones de movilización para asegurar la mitigación de la vulnerabilidad de las personas afectadas.

El desbordamiento del río Magdalena y de la presa Anzaldo ha generado movilizaciones por parte de Protección Civil de la Ciudad de México, así como la movilización de la población afectada directamente por el desastre. Las soluciones gubernamentales ante el riesgo-desastre por inundación del río Magdalena han sido meramente técnicas, pues en la zona cercana a la presa Anzaldo, donde se encuentran las colonias de nuestra área de estudio, se han estado realizando obras de entubamiento y desecación de la presa Anzaldo con el fin de reducir de una manera técnica el desastre. Sin embargo, no existe un plan a nivel local ante el riesgo-desastre por inundación. Aunado a ello, no se toma en cuenta el rescate del río ni la restauración ambiental como posible solución a la problemática, por lo cual es necesaria una participación ciudadana, una democratización en la toma de decisiones sobre el desastre, planificación y un contacto directo entre la ciudadanía y los organismos gubernamentales. En tal sentido, es importante generar una gobernanza de la vulnerabilidad para reducir el riesgo-desastre por inundación en las colonias de nuestra área de estudio y trabajar dentro de la comunidad para una educación preventiva y de cuidado ambiental (*Excélsior*, 2011).

3.5 Reducción de riesgo: biorretención y autogestión

Como solución ecotécnica ante el riesgo-desastre por inundación en la zona del río Magdalena y la presa Anzaldopropnemos en el presente trabajo la implementación de un sistema de biorretención de bajo impacto con el fin de retener y tratar el agua del cauce en las colonias cercanas al río Magdalena, así como a la presa Anzaldo, y de tal manera reducir el impacto del desastre por inundación cuando exista un sobre flujo en temporadas de lluvia.

Para poder plantear la recomendación, primero se describe el sistema de biorretención, también conocido como jardines de lluvia. Se trata de dispositivos usados para el manejo de las

aguas de escurrentía urbanas[7] (AEU). Por lo general, estas aguas se relacionan con problemas de inundación, erosión del suelo y contaminación de los mantos acuíferos; sin embargo, con tecnología y un sistema de tratamiento, es posible reutilizarlas como fuente de abastecimiento, disminución de encharcamientos y como medio para evitar inundaciones. Dicho sistema consiste en "una depresión rellena de material filtrante y provista de cobertura vegetal que opera por infiltración del AEU. Cuando ésta pasa a través de la cobertura vegetal y el medio filtrante, ocurren diversos mecanismos físicos, químicos y biológicos de remoción de contaminantes" (Ortiz, 2013).

Siguiendo el proyecto de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, encabezado por la doctora Gabriela Vázquez Rodríguez (2017), quien desarrolla un proyecto basado en celdas de biorretención a bajo costo y de fácil implementación con el fin de una mayor infiltración de agua que reduzca el riesgo por inundación, se propone el restablecimiento del ciclo hidrológico, el cual se deteriora con el encarpetamiento asfáltico y el uso de distintos materiales para la superficie del terreno, ya que, en temporada de lluvias, el agua baja de las zonas más altas a las más bajas y la infiltración de agua es pobre, lo que se traduce en que no se recarguen de los mantos freáticos, por lo que termina acumulándose superficialmente generando encharcamientos e inundaciones como se ha visto en el análsis presentado a lo largo de este trabajo.

La incorporación de un sistema de biorretención en la presa Anzaldo tiene como objetivo la captación de agua para reducir las inundaciones en las colonias cercanas a la presa, así como su reúso para el abastecimiento en la CDMX, reduciendo la contaminación del río Magdalena y restableciendo la infiltración de agua en los mantos freáticos, pues el río siempre regresa a su cauce[8].

La implementación de esta ecotecnia se hará primeramente en la Presa Anzaldo, porque, en temporadas de lluvias cuando rebasa su capacidad, origina las inundaciones en las colonias; enseguida, en la zona más afectada que es la colonia San Jerónimo Aculco, donde se ubica la presa Anzaldo; y, posteriormente, se pretende que el proyecto se extienda hacia las demás colonias de nuestra área de estudio.

[7] Es el agua que fluye sobre superficies impermeables urbanizadas y que procede de la precipitación que ocurre en temporadas de lluvia (Ortiz, 2013) .

[8] Refrán popular.

De la misma manera, como recomendación para que se lleve a cabo un correcto desarrollo de este sistema de biorretención, es necesaria la participación ciudadana, con el objetivo de una autogestión y fortalecimiento de la gobernanza de la vulnerabilidad en las colonias San Jerónimo Aculco, Héroes de Padierna, San Francisco y Santa Teresa.

En el apartado anterior se abordó la importancia de la gobernanza de la vulnerabilidad para la reducción del riesgo; sin embargo, en nuestro estudio se encontró que dicha la gestión de los riesgos por inundación está totalmente institucionalizada y centralizada, pues sólo se compone de los organismos gubernamentales y no contempla a la sociedad civil. Es por ello que, para la reducción de riesgo, se ha pensado como solución la autogestión, que tiene en sus raíces las ecotecnias. La autogestión busca la organización, capacitación, construcción y operación del sistema de biorretención con el fin de innovar y adaptar a los actores implicados.

La biorretención en la zona de estudio debe partir desde la cooperación entre la ciudadanía y los organismos institucionales responsables del manejo y gestión del río Magdalena y la presa Anzaldo. Para que dicha autogestión sea posible, es necesario también una flexibilidad en las políticas que funcionen como base del compromiso para una rápida apropiación y adopción de medidas ante el riesgo-desastre (Cid-Ortiz, 2012). Por ello, en la elaboración y proceso de desarrollo del proyecto, es importante tomar en cuenta las opiniones de la comunidad a trabajar para fortalecer la participación ciudadana y, con ello, la gobernanza de la vulnerabilidad. De la misma manera, la autogestión busca que la población de nuestra área de estudio tenga acceso al manejo y gestión del proyecto de biorretención, así como facultades administrativas sobre el proyecto para cumplir con el objetivo de reducción de las inundaciones.

Se trata de que los residentes de las colonias conozcan el proyecto, se interesen a participar y se les incentive a través de talleres para que sepan cómo llevar a cabo el manejo, la gestión, administración y cuidado del sistema de biorretención principal que se ubicaría en la presa Anzaldo, con el fin de conocer los beneficios ambientales que se generan y que, después, éste pueda ser llevado a cabo en cada domicilio: se busca, de tal modo, su responsabilización del cuidado de cada celda de biorretención.

La estructura de la biorretención es muy favorable para llevarse a cabo, debido a su flexibilidad para integrarlos a zonas urbanas y a su configuración: drenaje, arena gruesa

y fina y una planta, árbol, hierba (cobertura vegetal), la elección debe considerar no solamente su capacidad de remoción de contaminantes, sino también su capacidad para vivir en condiciones de crecimiento potencialmente estresantes, tales como la presencia intermitente de agua (Ortiz, 2013). Es por ello que esta ecotecnia es altamente innovadora y factible, pues cumple con dos funciones: por un lado, la reducción del riesgo por inundación y, por otro, la reutilización, filtración y abastecimiento de agua para la CDMX: "Esta tecnología tiene otros beneficios además de restablecer el ciclo hidrológico. Está el proporcionar espacios verdes, son bonitos, purifican el aire, mitigan las islas urbanas de calor, que son las diferencias de temperatura (….) muy grandes en las ciudades." (Vázquez, 2017).

4. Conclusiones

El análisis riesgo-desastre por inundación tuvo como fin el desarrollo de una evaluación de riesgo a partir de los elementos analizados: población expuesta, densidad de precipitación y vulnerabilidad, se realizó una conjunción de estos para estimar el grado de riesgo.

Tomando los datos del índice de desarrollo social y el grado de marginación, se estimó que si bien no existe una alta vulnerabilidad social en la zona de estudio, existe una alta vulnerabilidad física y vulnerabilidad ambiental, así como una alta exposición al riesgo-desastre, debido a una falta de planeación urbana y una utilización no sustentable de los servicios ecosistémicos que brinda el río Magdalena, lo cual debilita la capacidad de la naturaleza para enfrentar los fenómenos naturales, lo anterior aunado a densidad de la precipitación, incrementa el peligro y hacen que el río Magdalena se desborde y que la presa Anzaldo rebase su capacidad generando desastres, principalmente referido a pérdidas materiales. Por ello es necesaria la creación de una política que identifique los riesgos para una gestión y reducción de sus efectos desde la participación gubernamental y de la sociedad civil.

La creación de un índice de riesgo georeferenciado es primordial al momento de un análisis del riesgo local, pues los riesgos-desastres se presentan de distinta manera en cada territorio específico debido a sus condiciones físicas y sociales y, de esta manera, se localiza cuáles son las manzanas que necesitan una atención prioritaria ante el riesgo-desastre en el río

Magdalena. La colonia que presenta un mayor riesgo ante inundación es la colonia San Jerónimo Aculco, donde se ubica la presa Anzaldo, por que resulta importante abordar una gestión del riesgo en la zona con el fin de reducirlo.

De la misma manera, la incorporación de ecotecnias como una nueva visión ante los riesgos-desastres se vuelve pieza fundamental en la actualidad, donde las soluciones ingenieriles por sí solas no reducen el riesgo a largo plazo; es, más bien, la unión y organización de la sociedad civil, los organismos institucionales (por medio de la implementación de las ecotecnias), quienes deben de buscar reducir el riesgo y mitigar la vulnerabilidad. Por ello, ante el riesgo-desastre por inundación en el río Magdalena, es necesaria la implementación de un sistema como la biorretención en el que la participación es fundamental para fortalecer la gobernanza. Resulta, finalmente, de suma importancia un análisis que abarque los fenómenos naturales y su impacto en la sociedad desde una perspectiva socioterritorial, pues los desastres por inundación en la zona de estudio tienen un distinto impacto, así como las posibles soluciones.

Bibliografía

Alfie, M. (2017). "Riesgo Ambiental: La aportación de Ulrich Beck" en *Acta Sociológica* Núm. 73, Mayo-Agosto. pp. 171-194. En <http://revistas.unam.mx/index.php/ras/article/view/61058/53865>.

Almeida, L., *et al.* (2007) "Manejo integral del ecosistema en la cuenca del río Magdalena: aproximación para la evaluación de servicios ecosistémicos" en *Gaceta ecológica.* Número especial 84-85. Pp. 53-64. Instituto Nacional de Ecología: México en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/gacetas/523/ecosistemicos.pdf>.

Aneas, S. (2000). "Riesgos y peligros: una visión desde la geografía" en *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. No 60, 15 de marzo en <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>.

Cid-Ortiz, G., Castro Correa, C., & Rugiero De Souza, V. (2012). "Percepción del riesgo en relación con capacidades de autoprotección y autogestión, como elementos relevantes en la reducción de la vulnerabilidad en la ciudad de La Serena" en *Revista INVI*, 27(75). Pp. 105-142 en <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/565/1036>.

Cutter, S. (2003). “Social vulnerability to enviromental hazards” en *Social Science Quarterly*, Volume84, Number 2, June en <http://www.d.umn.edu/~pfarrell/Natural%20Hazards/Readings/Cutter.%20Socail%20Vulnera bility.pdf>.

Departamento del Distrito Federal. (1964). *La Ciudad de México 1952-1964. Entubamiento del Río Magdalena*. DDF. P. 71.

Excélsior (23 de septiembre de 2011). “Se desborda la presa Anzaldo en Pedregal del DF” en <http://www.excelsior.com.mx/node/770161>.

Excélsior (6 de julio de 2015). “LLuvia del domingo dejó diversas afectaciones en la Magdalena Contreras” en http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2015/07/06/1033193

El Heraldo de México (5 de septiembre de 2017). “Lluvia desborda río en Magdalena Contreras” en <https://heraldodemexico.com.mx/cdmx/lluvia-desborda-rio-en- magdalena-contreras/>.

Frame R. Nestor J. (2006). *Diccionario ambiental*. ECOE Ediciones: Colombia. P. 465

García, V. (1992). “Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales. Centro de investigaciones y estudios superiores de antropología social” CDMX. en <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Febrero2006/CD-2/pdf/spa/doc2747/doc2747-contenido.pdf>.

Gatica, G. (2017). “Tecnología de bajo impacto para evitar inundaciones” en *Agencia informativa CONACYT* en <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/biotecnologia/15906-tecnologias-bajo-impacto-inundaciones-lluvias>.

González, A., Hernández, L., *et. al.* (2010). “Rescate de ríos urbanos. Propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos”. UNAM, Coordinación de Humanidades, PUEC: México. En <http://www.libros.unam.mx/digital/V5/44.pdf>

Hewitt, K (ed.) (1983). “Interpretations of Calamity. Allen and Unwin. London”. En <http://www.ilankelman.org/miscellany/hewitt1983ic.pdf>.

Hoffmann, R. 1996. “Problemas y perspectivas de la valoración de recursos y procesos naturales: análisis de costo-beneficio en áreas rurales del Tercer Mundo” en *Economía Informa*. Núm 53. Pp. 9-44.

La Jornada (23 de septiembre de 2009). “Se desborda la presa Anzaldo y el río Magdalena por las lluvias” en <http://www.jornada.unam.mx/2009/09/23/capital/037n1cap>.

Legorreta, J. (2009). *Ríos, lagos y manantiales del Valle de México*. UAM/GDF/SMA: México. Pp. 366

Masías, J. (1992). Perspectivas de los estudios sobre desastres en México. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social: México, D.F. En <http://www.lie.upn.mx/docs/Diplomados/LineaInter/Modulo2/Bloque3/Pers_Desas.pdf>.

Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. La vulnerabilidad global” en *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.* En <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19762/LosDesastres NoSonNaturales%28Maskrey_1993%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Messemacher, M. (1987). *México: Megalópolis*. Secretaria de Educación Pública: México. Pp. 281. México.

Morán, J. (2013). *Desastres por sismos e inundaciones en la zona metropolitana de la Ciudad de México (2000-2012)*. Centro de Estudios Sociológicos-El Colegio de México: México, D.F. En <http://ces.colmex.mx/pdfs/tesis/tesis_moran_escamilla.pdf>.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2014). *Recomendación del Consejo sobre la Gobernanza de Riesgos Críticos*. OCDE. En <https://www.oecd.org/gov/risk/Critical-Risks-Recommendation-Spanish.pdf>.

Ortiz-Hernández, J. (2013). “Biorretención y reúso del agua de escorrentía urbana en climas áridos o semi-áridos: una revisión”. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [En línea] https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6238/2013_memoria_simci_joyce.pdf

Paredes, S. (2016). *Respiración microbiana del suelo en sitios con diferente cobertura arbórea en el bosque de* Abies religiosa *en la cuenca del río Magdalena*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias: México. En <http://www.pincc.unam.mx/INFORMES%20PROYECTOS/21%20Tesis%202.pdf>.

Peduzzi, P., Dao, H., Herold, C., and Mouton, F. (2009). “Assessing Global Exposure and Vulnerability towards Natural Hazards: the Disaster Risk Index” en *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1149-1159. En <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1149-2009>.

Perló, M. (2017). “Perspectivas ambientales sobre la contaminación y la recuperación del río Magdalena en la Ciudad de México” en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol. 33, Núm. 3. En <http://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2017.33.03.02>.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (2010). *Estudio sobre el control y tratamiento integral de los Asentamientos Humanos Irregulares, ubicados en el suelo de conservación del Distrito Federal*. En <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/EOT-08-2010.pdf>.

Plano de la Magdalena Contreras 1929 (1992). *Atlas general del Distrito Federal.* Centro de Estudios de Historia de México Condumex Chimalistac: Ciudad de México (s/p).

Secretaría de Finanzas del Distrito Federal. (n.d.). “Inmuebles habitacionales” . Secretaría de finanzas del Distrito Federal. En <https://data.finanzas.cdmx.gob.mx/tesoreria/Predial/inmuebles_habitacionales.html>.

SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). *004 a. Natural capital and Ecological Restoration.* An occasional paper of the SER Science and Policy Working Group. 15 pp.

Servicio Meteorológico Nacional (n.d). *Estaciones climatológicas: Desviación alta al Pedregal.* En <http://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/Estadistica/9020.pdf>.

Servicio Meteorológico Nacional. (n.d). *Información de estaciones climatológicas*. SMN. En <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>.

Tonda, J. (2007). “Al rescate del río Magdalena” en <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/107/al-rescate-del-rio-magdalena>.

Vazquez, G. (2017). “Tecnología de bajo impacto para evitar inundaciones” en <https://agua.org.mx/tecnologias-bajo-impacto-evitar-inundaciones/>.

Zambrano, L. (2011). “Ecosistemas Urbanos Sostenibles. *Cuando el río suena… se entuba”* en <http://ecosistemasurbanos.blogspot.mx/2011/08/cuando-el-rio-suenase- entuba.html>.