Desarrollo de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Municipios Vulnerables del Noroeste de México

(2do Informe de Actividades)

Autores: Roberto A. Sánchez Rodríguez* A. Eduardo Morales Santos*, Juan Manuel Rodríguez Esteves*.

Colaboradores: Gloria Muñoz*, Jonathan Gómez*, Francisco Lares*, Alberto Casas*, Miguel Valdez*, Yolva Herrera*

Afiliación institucional: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), El Colegio de la Frontera Norte (COLEF*)

Convenio No. INECC/A1-009/2014

2do informe de actividades: Diagnóstico Técnico de Vulnerabilidad Social**.**

Fecha: 10 de noviembre de 2014

Contenido

1. Introducción 1
2. Estrategia metodológica 3
   2.1 Sensibilidad 5
   2.2 Exposición 15
   2.3 Capacidad adaptativa 17
      2.3.1 Nivel municipal 21
      2.3.2 Nivel intra-urbano 31
   2.4 Evidencia de daños 32
   2.5 Diagnóstico integrado 38
3. Vulnerabilidad social a inundaciones 40
   3.1 Componentes de la vulnerabilidad 40
      3.1.1 Exposición 41
      3.1.2 Sensibilidad 44
      3.1.3 Capacidad adaptativa 46
      3.1.4 Evidencia de daño 49
   3.2 Diagnóstico integrado de vulnerabilidad social a inundaciones 51
4. Vulnerabilidad social a deslaves 56
   4.1 Componentes de la vulnerabilidad 57
      4.1.1 Exposición 58
      4.1.2 Sensibilidad 63
      4.1.3 Capacidad adaptativa 64
      4.1.4 Evidencia de daño 65
   4.2 Diagnóstico integrado de vulnerabilidad a deslaves 66
5. Vulnerabilidad social hídrica 70
   5.1 Componentes de la vulnerabilidad hídrica 75
      5.1.1 Exposición 76
      5.1.2 Sensibilidad 80
      5.1.3 Capacidad adaptativa 81
      5.1.4 Evidencia de daño 89
   5.2 Diagnóstico integrado de vulnerabilidad hídrica 90
6. Lecciones aprendidas a partir del análisis de eventos hidrometeorológicos y climáticos y su vínculo con la vulnerabilidad 93
Referencias bibliográficas 102

Índice de cuadros

Cuadro 1. Variables e indicadores de sensibilidad, datos del 2010 7
Cuadro 2. Selección de variables para el análisis de sensibilidad social 10
Cuadro 3. Bondad de ajuste de los modelos 11

Cuadro 4. Varianza total explicada por los modelos, 1990 y 2010 11
Cuadro 5. Nivel de correlación de las variables en el primer componente, 1990 y 2010....12
Cuadro 6. Variables e indicadores de exposición 16
Cuadro 7. Selección de variables para caracterizar el componente de exposición 17
Cuadro 8. Variables e indicadores de capacidad adaptativa, datos del 2009-2014 18
Cuadro 9. Presupuesto total de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), 2010-2014....22
Cuadro 10. Participación porcentual según partida contable de la SEDUE, 2010-2014....22
Cuadro 11. Presupuesto total por partida contable de programas y fondos municipales y federales para infraestructura urbana en Tijuana, 2010-2014 23
Cuadro 12. Participación porcentual por partida contable de programas y fondos municipales y federales para infraestructura urbana en Tijuana, 2010-2014 23
Cuadro 13. Presupuesto total para la construcción de infraestructura urbana en Tijuana a partir de las aportaciones de la SEDUE, y de los programas y fondos municipales y federales según partida contable, 2010-2014 23
Cuadro 14. Participación porcentual según partida contable para la construcción de infraestructura urbana en Tijuana (SEDUE, programas y fondos municipales y estatales), 2010-2014 24
Cuadro 15. Comparación del presupuestodel H. Ayuntamientode Tijuanay de la SEDUE, 2010-2014....24
Cuadro 16. Proyectos financiados por BANOBRAS, 2000-2014 25
Cuadro 17. Presupuesto total otorgado por BANOBRAS y Servicio Públicos S.N.C., 2000-2014 (millones de pesos)....25
Cuadro 18. Obras en Tijuana del Programa Fondo III Ramo 33, 2011-2014....26
Cuadro 19. Nivel de participación en la encuesta realizada a Organizaciones de la Sociedad Civil en Tijuana, 2014 27
Cuadro 20. Variables utilizadas para caracterizar la capacidad adaptativa 31
Cuadro 21. Vulnerabilidad social a las inundaciones 55
Cuadro 22. Vulnerabilidad social a deslaves 69
Cuadro 23. Tarifas por consumo de agua potable a nivel residencial por metro cúbico, 2009 y 2015 83
Cuadro 24. Número de cuentas y sus rangos de consumo de agua, Tijuana 2009 y 2015. 86
Cuadro 25. Movimientos en los rangos de consumo de agua residencial....87
Cuadro 26. Vulnerabilidad social al estrés hídrico por rangos de análisis. 91
Cuadro 27. Incidencia de daños por eventos hidrometeorológicos y climáticos así sus consecuencias en Tijuana según año, 1970-2015 93
Cuadro 28. Eventos hidrometeorológicos y sus consecuencias en Tijuana, 1970-2001....94
Cuadro 29. Eventos hidrometeorológicos y sus consecuencias en Tijuana, 2002-2015p....95
Cuadro 30. Daños por eventos hidrometeorológicos en Tijuana, 1970-2001....96
Cuadro 31. Daños por eventos hidrometeorológicos en Tijuana, 2002-2015....97
Cuadro 32. Precipitación diaria de los principales daños ocurridos en Tijuana a causa de eventos hidrometeorológicos, 1970-2001 98
Cuadro 33. Precipitación diaria de los principales daños ocurridos en Tijuana a causa de eventos hidrometeorológicos, 2002-2010 99
Cuadro 34. Umbrales de daños según diversos niveles de precipitación, 1970-2011 101

Índice de mapas

Mapa 1. Sensibilidad social en Tijuana, 2010 13
Mapa 2. Modelo digital del terreno....14
Mapa 3. Ubicación de las organizaciones de la Sociedad Civil en Tijuana, 2014....30
Mapa 4. Daños por anegamiento en Tijuana, 1970-2015 34
Mapa 5. Daños por deslaves en Tijuana, 1970-2015 35
Mapa 6. Crecimiento urbano en Tijuana 1970-2013 36
Mapa 7. Tipos de escurrimientos en Tijuana según el modelo Strahler y cuencas hidrológicas, 2015....42
Mapa 8. Alteraciones al cauce natural de los escurrimientos pluviales....43
Mapa 9. Exposición a inundaciones, 2015....44
Mapa 10. Sensibilidad social en Tijuana, 2010 45
Mapa 11. Ubicación geográfica de la infraestructura pluvial CONAGUA, 1994-2013....47
Mapa 12. Drenaje pluvial a cielo abierto en Tijuana, 1970-2015....48
Mapa 13. Daños por anegamieto y drenaje pluvial, 1970-2015 49
Mapa 14. Daños por anegamiento....50
Mapa 15. Exposición y evidencia de daños por anegamiento, 1970-2015 52
Mapa 16. Exposición y sensibilidad 2010, anegamiento 1970-2015 y vivienda de alto riesgo 2014 53
Mapa 17. Vulnerabilidad social a las inundaciones en Tijuana, 1970-2015....54
Mapa 18. Vegetación y uso de suelo, 1984....56
Mapa 19. Vegetación y uso de suelo, 2014....57
Mapa 20. Modelo digital del terreno....59
Mapa 21. Alteraciones a las pendientes por terraceo....60
Mapa 22. Exposición a deslaves en el municipio de Tijuana 62
Mapa 23. Sensibilidad social en Tijuana, 2010 64
Mapa 24. Evidencia de daños históricos por deslaves, 1970-2015....65
Mapa 25. Daños por deslaves 66
Mapa 26. Daños asociados a deslaves y grados de exposición....67
Mapa 27. Vulnerabilidad social a deslaves....68
Mapa 28. Zonas con mayor antigüedad de la red de agua potable. 78
Mapa 29. Zonas con fugas de agua potable. 79
Mapa 30. Exposición al estrés hídrico, 2015 80
Mapa 31. Resultados del análisis de sensibilidad. 81
Mapa 32. Capacidad adaptativa al estrés hídrico....86
Mapa 33. Distribución de cuentas clasificadas en seis rangos de consumo. 88
Mapa 34. Distribución de cuentas por rango (sin rango 1)....89
Mapa 35. Vulnerabilidad social al estrés hídrico en Tijuana, 2015....90

Índice de gráficas

Gráfica 1. ¿Cuál es el grupo poblacional al que están dirigidas sus actividades? (Resultados) 27
Gráfica 2. ¿Cuáles son las temáticas y/o servicios que abordan actualmente? (Resultados)....28
Gráfica 3. ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades que desarrollan? (Resultados)....29

Gráfica 4. ¿Conoce usted o alguien del equipo el "Programa estatal de acción ante el Cambio Climático de Baja California? (Resultados) 29
Gráfica 5. Porcentaje de las viviendas que cuentan con agua entubada, Tijuana 2015. 72
Gráfica 6. Proyección futura de oferta-demanda de agua potable en la zona urbana de Tecate, Tijuana y Rosarito, 2011-2028. 74
Gráfica 7. Rangos de consumo residencial promedio de agua por zona en Tijuana, 2009 y 2015.....83

Índice de figuras

Figura 1. Explicación del diagnóstico técnico de la vulnerabilidad social a inundaciones. 40
Figura 2. Explicación del diagnóstico técnico de la vulnerabilidad social a deslaves. 58
Figura 3. Explicación del análisis técnico de la vulnerabilidad al estrés hídrico.....75

1. Introducción

El estudio de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático requiere de enfoques capaces de tomar en cuenta la diversidad de procesos sociales, económicos, culturales, políticos, físicos, tecnológicos y ecológicos directa e indirectamente asociados al cambio climático y el crecimiento local. Diversas organizaciones internacionales sugieren integrar en el nivel local la prevención, la reducción de la vulnerabilidad y el manejo de los desastres asociados a eventos hidrometeorológicos, así como la vulnerabilidad y la adaptación a la variabilidad y el cambio climático (US AID 2007, Benson y Twigg 2007, IFRC 2008, CARE 2009, CRID 2009, IFRC 2009, UNDP 2010, World Bank 2011, UN HABITAT 2011, EIRD 2012, IISD 2012, Turnbull y Turvill 2012, World Bank 2012, Turnbull et al., 2013). Existen varios elementos conceptuales y operativos comunes a esos enfoques que permiten establecer una estructura coherente entre ellos. Destaca el caso de la vulnerabilidad como concepto analítico y operativo por lo que lo consideramos un elemento central en los esfuerzos para prevenir y reducir los desastres y para establecer y/o reforzar el proceso de adaptación.

Entre los enfoques utilizados para estudiar la vulnerabilidad destaca uno basado en mediciones cuantitativas de los estresores del sistema, los factores que lo hacen inerme a ellos y las cualidades de éste para afrontar dichos estresores. Este tipo de mediciones integrales definen la vulnerabilidad como una medida integrada de la magnitud esperada de los efectos adversos en un sistema, los cuales son causados por un nivel dado de ciertos estresores externos. Para esta escuela de pensamiento, vulnerabilidad incluye una dimensión externa que es representada por la „exposición" de un sistema ante las variaciones en el clima, pero también incluye una dimensión interna, factores no climáticos, comprendida en la „sensibilidad" y la „capacidad adaptativa" a esos estresores (Adger, 2006).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) define vulnerabilidad como: "[El] grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación" (IPCC, 2007:89). Si bien, la conceptualización

propuesta por el IPCC es analíticamente robusta, ha sido difícil hacerla operacional en los estudios de evaluación de vulnerabilidad (Ionescu et al., 2005). El presente diagnóstico modifica esa definición para facilitar su operacionalización incluyendo un componente adicional: evidencia de daño. La ocurrencia de daños facilita ubicar, en el espacio urbano, las consecuencias negativas asociadas a los eventos hidrometeorológicos.

El análisis combinado de los cuatro elementos (exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y evidencia de daño) contribuyen a un mejor conocimiento de las causas subyacentes de la vulnerabilidad. Esto es un insumo importante en el análisis de las necesidades y alternativas de adaptación, pero también es información útil a la prevención de desastres y facilita vincular las respuestas a eventos climáticos con el desarrollo local. El estudio de la vulnerabilidad a partir de la definición de trabajo arriba mencionada facilita realizar un diagnóstico multidimensional para el municipio de Tijuana, y sienta un precedente útil para desarrollar esquemas similares en otros municipios de México.

Las características del municipio de Tijuana lo hace un caso representativo de un significativo número de otros municipios en México. El rápido crecimiento de población, así como el tipo urbanización en el municipio con una fuerte presencia de asentamientos informales es relevante en este sentido. Estudios documentando los asentamientos informales en Tijuana mencionan que cerca del 50 por ciento del crecimiento urbano en el municipio, está asociado a esos asentamientos (Alegría y Ordóñez 2004). Esto es un elemento importante en el estudio de la vulnerabilidad y en el diseño de un proceso de adaptación al cambio climático. El caso del municipio de Tijuana ofrece lecciones útiles al diseño de diagnósticos integrados de vulnerabilidad (por ejemplo el caso de las inundaciones en Monterrey causadas por el huracán Alex en 2010 o las inundaciones causadas por el huracán Manuel en Acapulco en 2013).

2. Estrategia metodológica

El concepto de vulnerabilidad ha tenido una amplia variedad de interpretaciones en la literatura internacional y en los esquemas operativos de agencias internacionales, nacionales y locales durante las últimas tres décadas (Adger, 2006). La vulnerabilidad ha sido parte de una diversidad de esquemas analíticos en el estudio de problemas ambientales (conservación de ecosistemas y la biodiversidad, contaminación, manejo de recursos renovables y no renovables, servicios ecosistémicos, etc.) y de problemas sociales (pobreza, desastres asociados a eventos hidrometeorológicos y climáticos, crisis económicas y financieras, violencia, etc.).

En el caso particular de la variabilidad y el cambio climático, la vulnerabilidad se ha definido a partir de un enfoque físico (vulnerabilidad física) o a partir de uno social (vulnerabilidad social) (Cutter 1996, Adger 1999, Klein and Nicholls 1999, Brooks 2003). Esta diversidad de enfoques en el estudio de la vulnerabilidad asociada a eventos climáticos ha producido una amplia gama de definiciones de trabajo con frecuencia acompañadas de una amplia gama de metodologías para el estudio de la vulnerabilidad. Hinkel cita en un trabajo reciente que un estudio sobre este tema encontró más de 35 definiciones de vulnerabilidad, algunas de ellas contradictorias entre sí (Thywissen 2006, citado en Hinkel 2011). Ya con anticipación otros autores había hecho notar la diversidad de definiciones de vulnerabilidad y la confusión conceptual que esto representaba para construir enfoques operativos (Brooks 2003, ADGER 2006, Gallopin 2006, Hinkel 2008). En la literatura se distingue también la propuesta de marcos conceptuales para el estudio de la vulnerabilidad (Cutter 1996, Jones 2001, Brooks 2003, Turner et al. 2003). Uno de los pocos elementos en común entre esta diversidad de enfoques es el reconocimiento de que la vulnerabilidad es específica para cada lugar y depende de su contexto (Blaikie et al. 1994, Cutter et al. 2003, Hinkel 2011). Este es un aspecto central para el estudio de la vulnerabilidad social al cambio climático.

Un aspecto adicional relevante a la construcción de enfoques operativos de la vulnerabilidad social es romper con la división entre las agendas de la reducción del riego de desastres de Naciones Unidas

(representada en México por la agenda de protección civil) y la agenda de adaptación al cambio climático. La literatura internacional ha empezado a dar atención a este tema en los últimos años, considerando que la disminución del riesgo de desastres es parte importante del proceso de adaptación al cambio climático (USAID 2007, Prasad et al. 2009, Bierkmann y Teichman 2010, UNHABITAT 2011, CARE 2012, EIDR 2012, World Bank 2012, Turnbull et al. 2013).

Se distingue en particular el papel del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) por su énfasis en el estudio de la vulnerabilidad al cambio climático desde la década de los años 1990s. El IPCC (2007) señala que la vulnerabilidad social es una función del carácter, magnitud y tasa del cambio climático y a la variación a la que el sistema analizado está expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa. Desde esta perspectiva la vulnerabilidad es un problema ambiental pero también un problema social.

El marco conceptual del proyecto parte de esa definición de vulnerabilidad social, pero incluye un cuarto componente no considerado por el IPCC, y sugerido por algunos autores (Hinkel 2011), esto es, la evidencia histórica de daño. Incluir ese cuarto componente contribuye a conciliar las agendas de reducción de vulnerabilidad y las de gestión de riesgo, puesto que la vulnerabilidad ya no sólo es una función de los exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa, sino lo es también de la recurrencia en las afectaciones que sufre determinada comunidad (evidencia comprobable de daños históricos). Es decir, incluye el componente de daño físico (característico del enfoque sobre gestión de riesgo), con las causas subyacentes que condicionan la vulnerabilidad de esa comunidad (exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa).

El diagnóstico dio prioridad a definir el objeto de estudio de la vulnerabilidad social a la variabilidad y el cambio climático en el municipio de Tijuana. En este sentido, se analizan los eventos hidrometeorológicos más representativos en el municipio de Tijuana: 1) Inundaciones; 2) Remoción, erosión o depositación de material asociados a la precipitación (en adelante deslaves). Además se hizo estudió la 3) vulnerabilidad hídrica.

El primer paso fue recopilar información urbana, económica y social en orden de identificar posibles causas subyacentes de su vulnerabilidad al cambio climático y su sensibilidad a la variabilidad y el cambio climático. Posteriormente, se hizo una revisión de bibliografía científica para identificar y seleccionar indicadores que pudieran ser utilizados, discutiendo su idoneidad para el contexto regional y municipal. Se revisaron algunos de los principales estudios nacionales que han realizado evaluaciones de vulnerabilidad (CENAPRED, 2012; IMTA, 2010; IMCO, s.f) en orden de identificar similitudes y diferencias entre los indicadores usados y para que la información que generará por la investigación concordara con otros estudios.

En este apartado se presentan las variables e indicadores que se utilizan para hacer operativo el concepto de vulnerabilidad, señalando las fuentes y nivel de desagregación de la información. El orden de presentación de los indicadores corresponde a la manera como fueron abordados en esta investigación los determinantes de la vulnerabilidad considerados por el IPCC, antes citados; a la par, se realizó el inventario histórico de daños 1970-2015.

2.1 Sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se privilegia el uso de estadística disponible en fuentes oficiales de información como lo son los censos de población y vivienda, los censos económicos, las mediciones de pobreza, entre otros.

El diagnóstico de la vulnerabilidad social considera de las variables sociales que ayudan a caracterizar la sensibilidad de los individuos y las comunidades a sufrir daños por eventos climáticos. La literatura internacional identifica en el diagnóstico de la vulnerabilidad social variables que caracterizan carencias sociales (Adger, 1999; Adger et al. 2007; Cutter 1999, Cutter et al. 2008). Esas contribuciones han ayudado a lograr un mejor conocimiento de la vulnerabilidad y su uso como un concepto analítico en los esfuerzos para reducir el riesgo de desastres y crear adaptación a los eventos climáticos. Entre las contribuciones relevantes destacan las realizadas por un grupo de antropólogos y geógrafos hace cerca de tres décadas

(Balikie, et al. 1994). En ellas se identifica la vulnerabilidad como un estado dinámico de individuos y comunidades que puede sufrir daño ante un evento perturbador específico a un espacio geográfico y en un tiempo determinado. Esas contribuciones distinguen que, si bien con frecuencia las personas vulnerables a eventos extremos son con frecuencia pobres, no todos los pobres son vulnerables ni todas las personas vulnerables son pobres.

Nuestro análisis consideró los estudios de pobreza y marginación social que se han llevado a cabo y en particular las variables y los indicadores que se han usado para identificarlos. Consideramos también las fuentes de datos disponibles a nivel de AGEB, la unidad de análisis del diagnóstico. Consideramos conveniente centrar nuestro análisis de la sensibilidad en el conjunto de variables que nos ayudan ilustrar carencias sociales las cuales condicionan los impactos de un evento perturbador. El contexto urbano particular en Tijuana (casi la totalidad de su población es urbana) hace relevantes carencias sociales asociadas con la pobreza y marginación social, pero también con el acceso a infraestructura y algunos servicios urbanos. Si bien los índices de pobreza del CONEVAL y el índice de marginación urbana del CONAPO incluyen variables útiles al análisis de carencias sociales que condicionan la exposición a un evento perturbador y la capacidad de respuesta y adaptación a ese evento, esos índices fueron creados con otro fin. Por ello decidimos realizar nuestro análisis a partir de un grupo de variables que reflejaron las carencias sociales y urbanas arriba mencionadas.

A continuación, se presenta una descripción estructurada de los indicadores que impactan la sensibilidad como componente de la vulnerabilidad, de acuerdo a la metodología descrita en el apartado anterior. Se utilizan fuentes de datos como El Inventario Nacional de Viviendas (2010), Censo de Población y Vivienda de INEGI (2010) e Indicadores de Pobreza por Municipio del CONEVAL. La desagregación de los datos está disponible a nivel Estatal, Municipal y por AGEB para el año 2010 lo que facilita la georreferenciación de las variables. Las variables que son consideradas en el diagnóstico sobre sensibilidad son las características de la vivienda, géneros/grupos etéreos, de migración, de carácter económico, de la salud, seguros e infraestructura física. Todas las anteriores, justificadas y referenciadas con base en la literatura actual sobre vulnerabilidad, así como instituciones gubernamentales, entre las cuales figuran: IMCO, IMTA y CENAPRED.

Cuadro 1. Variables e indicadores de sensibilidad, datos del 2010

Variable (s) que es (son) consideradas	Indicador	Criterio de vulnerabilidad al que atiende	Justificación de la selección de la variable para cada criterio	Punto al que atiende	Fuente de información	Desagregación en la que se puede encontrar la información	Escala	Periodo del levantamiento de la información
Características de la vivienda	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada dentro de la vivienda	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006). Almacenamiento insalubre; Retraso de labores de atención ante desastre (Cumplimiento de medidas de salubridad en la entrega de agua), (IMCO, IMTA).	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con más de 2.5 ocupantes por dormitorio	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010

Continúa en la página siguiente…

...Continuación

Género/grupos etéreos	Porcentaje hogares con jefatura femenina	Sensibilidad	La sensibilidad al riesgo de las mujeres ante peligros ambientales es latente por la carga de trabajo en la recuperación del hogar y los medios de subsistencia después de un evento (Fordham, 2003)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Razón de dependencia (Número de personas menores de 15 años y mayores de 64 años por cada 100 personas de 15 a 64 años de edad)	Sensibilidad	Las personas mayores son sensibles en una comunidad en la medida que tienen un ingreso (pensión) fijo y/o pocos recursos económicos para reparar los daños en sus hogares, asimismo, sus limitaciones físicas limitan su voluntad para atender órdenes de evacuación (Cutter, 2008)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
Migración	Porcentaje de población de 5 años y más residentes en la entidad en junio de 2005	Sensibilidad	Cambios en la población y la densidad de población tienen impacto significativo y son vulnerables. Existe mayor sensibilidad a los desastres en localidades de despoblación extrema o crecimiento de la población (Cuter & Finch, 2008)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de población de 5 años y más residentes en otra entidad en junio de 2005	Sensibilidad	Cambios en la población y la densidad de población tienen impacto significativo y son vulnerables. Existe mayor sensibilidad a los desastres en localidades de despoblación extrema o crecimiento de la población (Cuter & Finch, 2008)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
Características económicas	Porcentaje de población desocupada	Sensibilidad	Se establece la relación que guarda la remuneración con la productividad en el trabajo. También ubica a la población que no satisface necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc. (IMTA, IMCO)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	porcentaje de población por debajo de la línea de bienestar económica	Sensibilidad	La sensibilidad es mayor en las viviendas más pobres que tienden a vivir en áreas de riesgo o en asentamientos irregulares, por los riesgos por inundaciones, enfermedades y otros estreses crónicos (Adger, 2006)	1	Indicadores de pobreza por municipio. CONEVAL	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
Salud	Porcentaje de población sin derechohabiencia a ningún tipo de servicios de salud (incluyendo los que cuentan con seguro popular o nueva generación)	Sensibilidad	Baja proporción de médicos está directamente relacionada con las condiciones de salud de la población, así como el bajo porcentaje de la población no derechohabiente afecta la sensibilidad y la capacidad adaptativa por el menor acceso a servicios de salud (IMTA)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
Seguros (sismo y lluvias torrenciales)	**Número de siniestros**	Sensibilidad	La sensibilidad y la vulnerabilidad social está directamente relacionado al número de riesgos naturales.	1	Asociación Mexicana de Instituciones y	Datos a nivel Estatal		2012
	Monto de los siniestros	Sensibilidad	La sensibilidad y la vulnerabilidad social está directamente relacionado al número de riesgos naturales.	1	Asociación Mexicana de Instituciones y	Datos a nivel Estatal		2012
Infraestructura	Sin disponibilidad de drenaje pluvial	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006) Aumento de enfermedades gastrointestinales en caso de desastre (IMCO, IMTA)	1	Inventario Nacional de Viviendas 2010. INEGI	Datos a nivel Estatal, Municipal y AGEB		ND
	Vías de comunicación: (acceso a vialidades primarias)	Sensibilidad	Se asocia la dispersión, las condiciones de escasez y rezago en la disponibilidad de servicios a las localidades pequeñas. Se asume que son las que tienen mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, telefonía y caminos de acceso. (IMTA; IMCO)	1	Inventario Nacional de Viviendas 2010. INEGI	Datos a nivel Estatal, Municipal y AGEB		ND
	Manzanas que cuentan con al menos una calle no pavimentada	Sensibilidad	La sensibilidad de los medios de vida a cambios está explicada por una serie de factores económicos e institucionales, en el primeros de los casos, impacta la vulnerabilidad de manera directa cuando los ingresos reales y la riqueza de los actores es insuficiente: falta de acceso a luz eléctrica, agua por tubería, drenaje, pisos de tierra, etc. (Adger, 2006)	1	Inventario Nacional de Viviendas 2010. INEGI	Datos a nivel Estatal, Municipal y AGEB		ND

Fuente: Elaboración propia.

Nuestro siguiente paso fue considerar fuentes de datos para realizar ese análisis. Nos centramos en los dos instrumentos particulares para ese grupo de variables, el Censo Nacional de Población y Vivienda del 2010 y la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de Hogares del 2012. A pesar de que esta última incluye algunas variables útiles a nuestro estudio, los resultados que ofrece sólo son representativos (en términos estadísticos) a nivel nacional. Por ello decidimos usar el Censo Nacional de Población y Vivienda que, si bien tiene un número más limitado de variables útiles, si es representativo estadísticamente a nivel AGEB. Es importante mencionar que se exploró la posibilidad de que el análisis fuera a nivel manzana, sin embargo, la mayoría de las variables cuentan con datos protegidos por confidencialidad, lo que reducía de manera significativa la posibilidad de realizar el análisis a ese nivel.

La selección de variables se llevó a cabo a través de un análisis factorial en el que se incluyeron todas las variables censales representativas de carencias sociales y urbanas. El método de componentes principales consiste en describir indicadores correlacionados entre sí, los cuales forman nuevas categorías que surgen de manera natural (estadísticamente hablando), cada una de las cuales es una combinación lineal de los indicadores originales, de modo que unas pocas explican la mayor parte de la variabilidad de los datos. Al igual que en el índice marginalidad de CONAPO (2010) y en el estudio de Monterroso et al. (2014), se tomó el primer componente, el cual captura la mayor parte de la varianza explicada por el modelo. Los indicadores a considerar fueron aquellos relacionados con la falta de servicios básicos, precariedad en la vivienda, condiciones económicas y educación.

En orden de tener un factor de comparación y validación del análisis de sensibilidad, también se realizó un análisis factorial a los datos Censo de Población y Vivienda, 1990. Si bien, no todas las variables consideradas en el de 2010 están presentes en los datos censales, se trató que los datos fueran comparables (Cuadro 2). Con la técnica factorial de componentes principales se garantiza que la selección de variables y sus pesos corresponden a un criterio estadístico. Con esa información se estima el índice de sensibilidad el cual puede ser entendido como la agregación de carencias. El nivel de carencias se divide en cinco estratos a través del método de optimización de Jenks, también llamado estratificación por "quiebre natural". Este método de estratificación establece clases bien diferenciadas entre sí, pero homogéneas al interior de cada

clase. Con esto se garantiza maximizar la varianza entre las medias de cada clase, así como minimizar la varianza de los datos respecto a la media de su clase[1].

Cuadro 2. Selección de variables para el análisis de sensibilidad social

1990		*2010*	
Variable	***Definición***	***Variable***	***Definición***
NOAGUA	Porcentaje de Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua	NOAGUA	Porcentaje de Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua
		NOSAN	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de sanitario
NODREN	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	NODREN	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
NOELEC	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de electricidad	NOREFRI	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador
PTIERRA	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	PTIERRA	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra
UNCUARTO	Porcentaje de viviendas con un solo cuarto	HACINA	Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento
RAZONDEP	Razón de dependencia	RAZDEP	Razón de dependencia
POBDES	Porcentaje de población desocupada	POBDES	Porcentaje de población desocupada
		SDHSS	Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud
NOAESC	Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	NOAESC	Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
SECINC	Porcentaje de población mayor de 15 años con secundaria incompleta	SECINC	Porcentaje de población mayor de 15 años con secundaria incompleta
FUERAE	Porcentaje de población que no residía en el Estado hace 5 años	FUERAE	Porcentaje de población que no residía en el Estado hace 5 años

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censo Nacional de Población y Vivienda (2010 y 1990).

El cuadro 2 presenta la selección final de variables. Como paso previo, se sometieron al análisis factorial todas aquellas variables que representaban carencias, no obstante, algunas de ellas no fueron estadísticamente significativas. Un caso que es relevante mencionar tiene que ver con los hogares con jefatura femenina, se presuponía que estos representan una mayor sensibilidad, pero en el caso de Tijuana resultó sin relación, es decir, los hogares con jefatura femenina no se correlacionaban con las carencias.

[1] http://support.esri.com/es/knowledgebase/GISDictionary/term/Jenks%27%20optimization

Para ambos cortes temporales de información se obtuvieron los indicadores Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y el test de esfericidad de Barlett para definir la consistencia de los modelos (cuadro 3). El KMO para 1990 y 2010 es superior a 0.8, talque los resultados de los modelos son suficientes y meritorios. Por otra parte el p-valor del test de esfericidad de Barlett es significativo al 99%, por tanto, la información es relevante.

Cuadro 3. Bondad de ajuste de los modelos

1990

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.862
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1928.111
	df	45
	Sig.	.000

2010

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.816
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	3003.697
	df	66
	Sig.	.000

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del índice se utiliza el primer componente, el cual explica el 62.6 % de la varianza para 1990 y el 39.49 % para 2010 (cuadro 4). El porcentaje de varianza total explicada por las variables seleccionadas muestran un grado aceptable de correlación; si bien el modelo de 1990 tiene un mayor poder explicativo esto se debe en parte a que son un menor número de variables.

Cuadro 4. Varianza total explicada por los modelos, 1990 y 2010

1990

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.263	62.627	62.627
2	1.224	12.236	74.864
3	.941	9.407	84.271
4	.499	4.991	89.262
5	.373	3.726	92.988
6	.240	2.403	95.390
7	.188	1.879	97.269
8	.143	1.433	98.702
9	.090	.897	99.599
10	.040	.401	100.000

2010

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.739	39.493	39.493
2	1.561	13.008	52.501
3	1.213	10.108	62.610
4	.928	7.737	70.347
5	.808	6.737	77.084
6	.589	4.908	81.992
7	.547	4.560	86.552
8	.477	3.974	90.526
9	.440	3.668	94.195
10	.320	2.664	96.858
11	.237	1.979	98.837
12	.140	1.163	100.000

Fuente: Elaboración propia.

Una anotación importante es que además de buscar que un número reducido de variables explique la mayor cantidad de la varianza, también se busca que las variables sean consistentes entre años censales. Algunas limitaciones tienen que ver con la naturaleza misma de la sensibilidad, pues es un estado dinámico lo cual dificulta su medición. El cuadro 5 presenta, para cada corte censal, el grado de saturación de las variables en el primer componente; nótese que el grado de correlación (saturación) es superior a 0.50 para el mayor número de variables, salvo POBDES Y SECINC para 1990 y FUERAE para 2010. Otro caso interesante tiene que ver con el signo de la variable SECINC la cual mostraba un comportamiento inverso en 1990 y que para 2010 muestra una relación directa y además de ser la variable que más satura.

Cuadro 5. Nivel de correlación de las variables en el primer componente, 1990 y 2010

1990

Component Matrix[a]

	Component	
	1	2
NOAGUA	.878	-.108
NODREN	.875	-.207
NOELEC	.860	.364
PTIERRA	.900	.272
UNCUARTO	.910	.188
RAZONDEP	.691	-.376
FUERAE	.660	.603
POBDES	.327	-.509
SECINC	-.789	.371
NOAESC	.840	-.159

2010

Component Matrix[a]

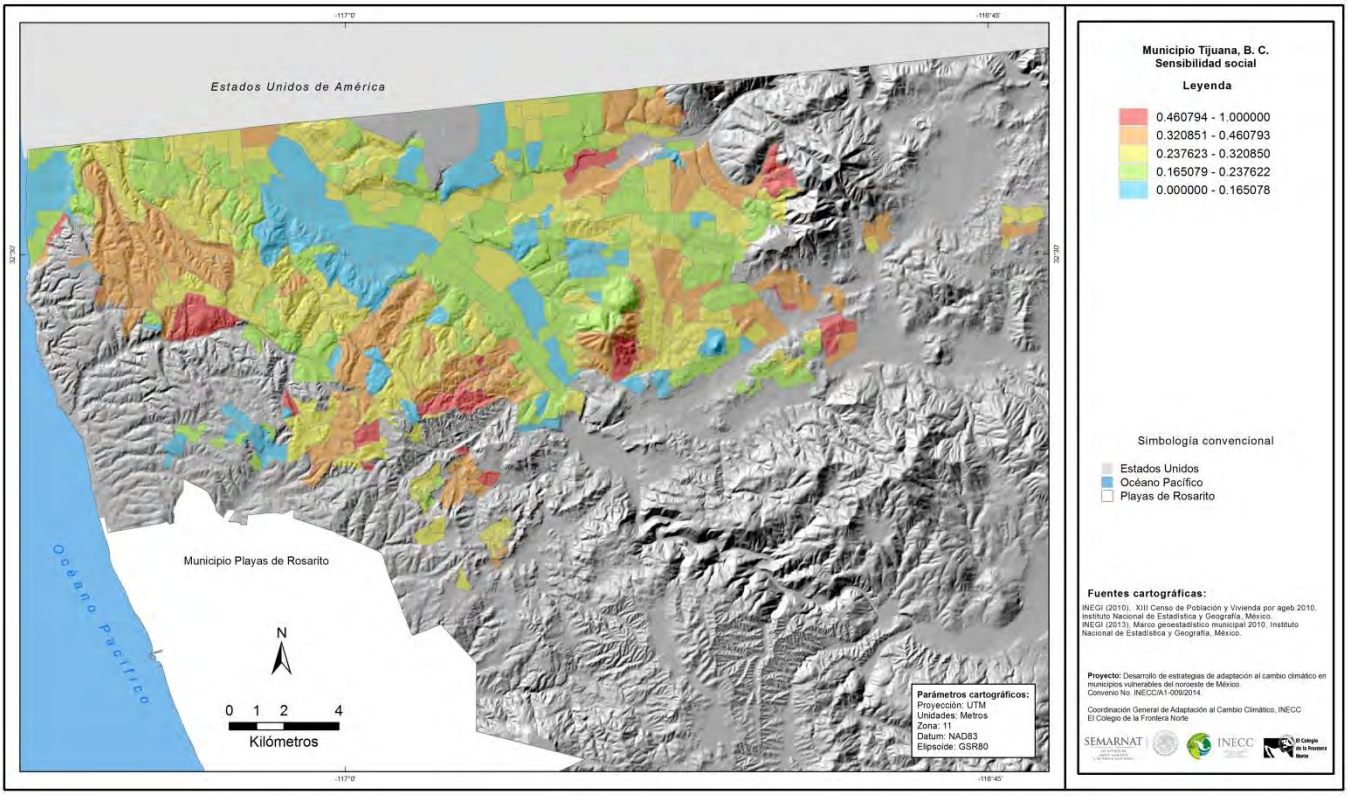
	Component		
	1	2	3
NOAGUA	.587	.152	-.517
NOSAN	.529	-.032	-.204
NODREN	.633	-.096	-.465
NOREFRI	.788	-.004	-.133
PTIERRA	.733	.096	-.263
HACINA	.756	.352	.280
RAZDEP	.508	.241	.053
FUERAE	.191	.852	.128
SDHSS	.616	-.635	.080
POBDES	.503	-.390	.436
NOAESC	.545	.175	.504
SECINC	.871	-.157	.227

Fuente: Elaboración propia.

En suma, las variables seleccionadas fueron consistentemente significativas en los cortes censales analizados. Con la información del primer componente para el censo más reciente (2010) se generó el índice de sensibilidad y se estratificó de acuerdo a su grado de carencias en cinco rangos (clases) de sensibilidad: Muy Baja, Media Baja, Media, Media Alta y Alta.

La distribución de AGEBS en los estratos de sensibilidad es la siguiente: muy alta 5.45 por ciento, alta el 20.56 por ciento, media 29 por ciento, baja 27.24 por ciento y muy baja el 17.75 por ciento. Los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en el mapa 1.

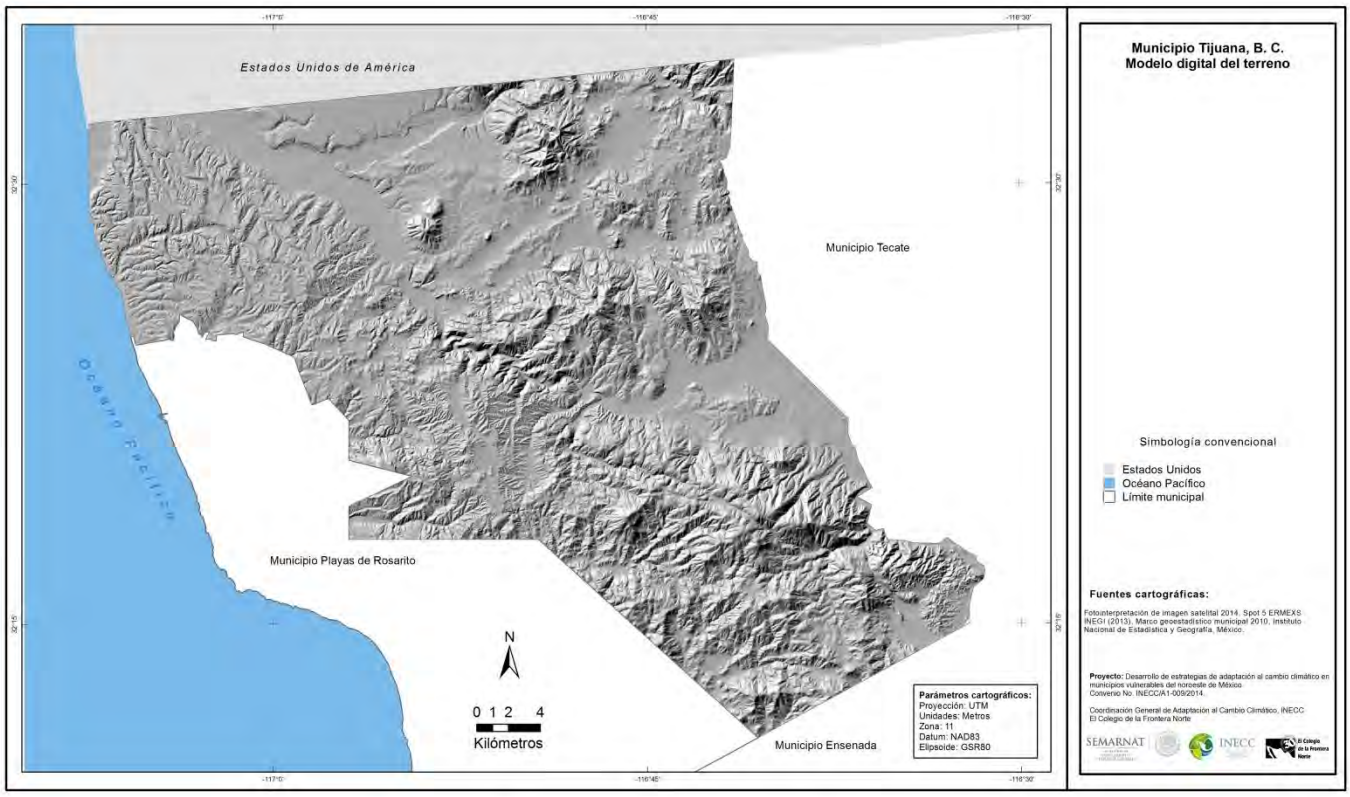
Mapa 1. Sensibilidad social en Tijuana, 2010



Se distingue la concentración de valores bajos de sensibilidad (en azul) en la parte central del municipio que corresponden con las zonas bajas y de más antigua urbanización como el centro histórico y las colonias adyacentes. También se incluye la zona de la canalización del Río Tijuana, una extensa área de renovación urbana en la década de los años 1970, playas de Tijuana y en algunas zonas de reciente urbanización al sur de municipio por fraccionamientos formales destinados a familias de ingreso medio. Las zonas de valor medio bajo (en verde) se extienden en la parte norte y al este del municipio en zonas urbanizadas a partir de la década de los años 1980 y en donde se ha extendido de manera significativa los fraccionamientos

formales, la infraestructura y los servicios urbanos. La zonas de valor medio (en amarillo) indican zonas de mayores carencias sociales y urbanas en la periferia del área urbana consolida a partir de la década de los años 1970. Las zonas de valores medio alto (en naranja) y alto (en rojo) son por lo general de reciente ocupación y con frecuencias en zonas de peligro en los cauces naturales de escurrimientos pluviales y en zonas de fuerte pendiente. Sin embargo, hay AGEBs con esos valores que cuentan con décadas de ocupación del suelo en Tijuana pero que no han logrado mejorar su rezago social y urbano. Destaca por ejemplo la zona de Los Laureles al poniente del municipio próximo a Playas de Tijuana, El Cañón del Sainz al sur del municipio, la zona conocida como Camino Verde al centro del municipio, las zonas sur y este del cerro el Colorado y las zonas de las Torres al este del municipio. Todas estas son colonias formadas a partir del proceso de invasión y crecimiento urbano informal en zonas de peligro por sus condiciones físicas (mapa 2).

Mapa 2. Modelo digital del terreno



El proceso de urbanización se ha desarrollado en varias zonas localizadas en lugares con pendientes pronunciadas. Por lo general se trata de un crecimiento urbano informal y progresivo en donde se asientan parte de la población migrante a la ciudad. Las condiciones de la topografía dificultan su urbanización formal por lo que carecen de infraestructura y servicios urbanos (mapa 2). Estas condiciones ayudan a entender la elevada sensibilidad de la población asentada en esos lugares. Vale la pena aclarar que los resultados del análisis de sensibilidad se usan para el diagnóstico de la vulnerabilidad a inundaciones, deslaves e hídrica. La sensibilidad de la población a esos impactos no se modifica como en el caso de la exposición y la capacidad adaptativa, que sí requieren considerar variables diferentes.

2.2 Exposición

En el cuadro 6 se muestra una serie de variables para el explorar el criterio de vulnerabilidad que atiende a la exposición. Para la construcción de indicadores se sirvió de diversas fuentes de información, mismas que fueron georreferenciadas a nivel AGEB urbana, tomando en cuenta características geofísicas de la zona de estudio y el tipo de consecuencia asociada a los eventos hidrometeorológicos y climáticos más relevantes para Tijuana: inundaciones, deslaves y estrés hídrico.

Es relevante señalar que se consideró pertinente el realizar un indicador por cada tipo de consecuencia y no uno agregado, con ello se busca que la capacidad explicativa de cada indicador sea más robusta. Por ejemplo, las zonas con pendientes pronunciadas y que presentan alteraciones en la estabilidad de las mismas son más propensas a la erosión, deslizamiento y/o remoción de masa; mientras que las zonas planas de la ciudad presentan problemas asociados a las inundaciones. En este sentido, un indicador conjunto tendería a promediar los valores de los impactos cuando la AGEB en cuestión presente sólo un valor alto en alguno de los impactos y valores bajos en el resto, otros resultados posibles serían valores muy altos cuando la AGEB en cuestión presente valores altos a los tres impactos y viceversa para valores muy bajos. Si bien esos resultados serían indicativos de la exposición, se pierde capacidad explicativa para cada impacto particular.

En este sentido, la selección de indicadores para representar la exposición dependerá del impacto particular al que se desea evaluar, para con ello priorizar las AGEB"s que son más propensas a ser perturbadas. El cuadro 6 enlista una serie de variables que han sido usadas para caracterizar la exposición; mientras que en las subsecciones siguientes se presentan los indicadores utilizados en este diagnóstico para cada tipo de consecuencia asociada a los eventos hidrometeorológicos y climáticos en Tijuana.

Cuadro 6. Variables e indicadores de exposición

Variable (s) que es (son) consideradas		Criterio de vulnerabilidad al que atiende	Justificación de la selección de la variable para cada criterio	Punto al que atiende	Fuente de información	Desagregación en la que se puede encontrar la información	Escala	Periodo del levantamiento de la información	Observaciones
Características geofísicas de la zona de estudio	Mapa de Geología superficial de Baja California	Exposición	Representa la configuración de los materiales y rasgos geológicos expuestos en la superficie del terreno.	1	Atlas de peligros de Baja California 2013	Estatal y Municipio de Tijuana	1:250,000	2013	Información adicional
	Mapa deslizamientos	Exposición	Identificación de deslizamientos en zonas habitables del Estado, con principal énfasis en la ciudad de Tijuana	1	Atlas de peligros de Baja California 2013	Estatal, Municipal	1:250,000	2013	Información adicional
	Mapa Zonas Inundables con periodos de retorno de 10, 50 y 100 años	Exposición	Proporciona una estimación del perfil del agua en cada arroyo de las zonas urbanas de los municipios de Baja California para diferentes periodos de retorno	1	Atlas de peligros de Baja California 2013	Estatal y Municipio de Tijuana	1:50,000	2013	Información adicional
Peligro de eventos hidrometeorológicos y climáticos de Baja California	Frecuencia de inundaciones Históricas 1970-2012	Exposición	Servirán de base para la estimación de las áreas propensas a peligros de inundaciones	1	En proceso de elaboración	Estatal y Municipal	1:50,000	2013	Eje principal de análisis en este reporte
Peligro de eventos hidrometeorológicos y climáticos de Baja California	Frecuencia de deslizamientos 1970-2012	Exposición	Servirán de base para la estimación de las áreas propensas a peligros de deslizamientos	1	En proceso de elaboración	Estatal y Municipal	1:50,000	2013	Información adicional
Peligro de eventos hidrometeorológicos y climáticos de Baja California	Frecuencia de golpes de calor 1974-2012	Exposición	Servirán de base para la estimación de las áreas propensas a peligros de golpes de calor	1	En proceso de elaboración	Estatal y Municipal	1:50,000	2013	Información adicional
Peligro de estrés hídrico en Baja California	Disminución de la disponibilidad natural media de agua 1970-2012	Exposición	Servirán de base para la estimación de las áreas propensas al estrés hídrico	1	En proceso de elaboración	Estatal y Municipal	1:50,000	2013	Eje principal de análisis en este reporte
Peligro de eventos hidrometeorológicos y climáticos de Baja California	Frecuencia de Incendios forestales 1974-2012	Exposición	Servirán de base para la estimación de las áreas propensas a peligros de incendios forestales	1	En proceso de elaboración	Estatal y Municipal	1:50,000	2013	Información adicional

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 7 presenta la selección de variables que se utilizaron en el proyecto para caracterizar la exposición, en el cuadro se puede identificar que las variables varían en función del tipo de impacto.

Cuadro 7. Selección de variables para caracterizar el componente de exposición

Tipo de impacto	Variable	Definición
Inundaciones	Longitud del escurrimiento	Total de metros lineales de escurrimiento en la superficie de la AGEBS
	Intensidad del escurrimiento	Porcentaje de metros lineales según los 7 niveles en el modelo de Strahler
	Alteraciones al cauce natural	Se refiere a la presencia de obstrucciones al cauce natural de los escurrimientos (casa, infraestructura urbana, etc.)
Deslaves	Intensidad de la pendiente	Porcentaje de la superficie de la AGEB según su el grado de inclinación
	Superficie de la pendiente	Total de metros cuadros según tipo de pendiente en la superficie de la AGEB
	Grado se sismicidad	Se refiere a la caracterización geofísica del terreno en función de la zonificación de riesgo sísmico
	Alteraciones por terraceo	Grado de alteración en superficies superiores a los 15º
Estrés hídrico	Antigüedad de la infraestructura	Se refiere a la antigüedad en que la infraestructura fue instalada o se rehabilitó
	Fugas de agua potable	Número de reportes por fugas de agua potable

Fuente: Elaboración propia

2.3 Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa es la habilidad de un sistema de evolucionar ante los peligros ambientales o cambios políticos (Adger, 2006) y es también un componente de la vulnerabilidad. Este diagnóstico identificó las variables e indicadores que más se utilizan para su representación, entre ellos: el equipamiento y servicios de una localidad; la escolaridad de los habitantes; las redes sociales formales e informales; los programas gubernamentales que inciden en la capacidad adaptativa; así como el gasto público en acciones que favorezcan a la reducción de la vulnerabilidad a la variabilidad y el cambio climático.

Las justificaciones a estas variables se encuentran en literatura internacional sobre la vulnerabilidad a eventos climáticos de diversa índole, académica y de organismos internacionales y gubernamentales. Se da prioridad a los datos disponibles en fuentes de información oficiales como los es el INEGI; la información

de las dependencias de gobiernos a nivel Estatal y Municipal. El cuadro 8 expone las variables que se han usado con frecuencia para medir la capacidad adaptativa.

Cuadro 8. Variables e indicadores de capacidad adaptativa, datos del 2009-2014

Variable (s) que es (son) consideradas	Indicador	Criterio de vulnerabilidad al que atiende	Justificación de la selección de la variable para cada criterio	Punto al que atiende	Fuente de información	Desagregación en la que se puede encontrar la información	Escala	Periodo del levantamiento de la información
Equipamiento y servicios	Número de Escuelas	Capacidad adaptativa	La educación mejoraría su capacidad para responder y recuperarse de los desastres (Cutter&Finch, 2008)	1	Censo de Escuelas, Maestros y Alumnos de Educación básica y Especial. INEGI	Datos a nivel Estatal		2014
	Número de Hospitales	Capacidad adaptativa	Baja proporción de médicos está directamente relacionada con las condiciones de salud de la población, asi como el bajo porcentaje de la población no derechohabiente afecta la sensibilidad y la capacidad adaptativa por el menor acceso a servicios de salud (IMTA)	1				ND
	Número de centros deportivos	Capacidad adaptativa	Los servicios sociales de bienestar, vivienda y educación mejora la capacidad para responder y recuperarse de los desastres (Cutter y Finch, 2008)	1				ND
Escolaridad	Porcentaje de población de 18 años y más con al menos un grado aprobado en Educación Media Superior	Capacidad adaptativa	La educación mejoraría su capacidad para responder y recuperarse de los desastres (Cutter&Finch, 2008)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
	Porcentaje de población de 25 años y más con al menos un grado aprobado de Educación Superior	Capacidad adaptativa	La educación mejoraría su capacidad para responder y recuperarse de los desastres (Cutter&Finch, 2008)	1	Censo de población y vivienda 2010, INEGI.	Datos a nivel Estatal y Municipal		2010
Redes sociales formales	No. de organizaciones (total). Razón de habitantes por organización social	Capacidad adaptativa	La reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático requieren un esfuerzo entre agendas públicas, privadas y sociales para la disminución de la sensibilidad al riesgo ante desastres (Sánchez, 2013)	1	Directorio Nacional de Organizaciones Sociales y Censo de población y vivienda 2010, INEGI	Datos a nivel Estatal y Municipal		2014
	No. de Colegios de Profesionistas	Capacidad adaptativa	La reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático requieren un esfuerzo entre agendas públicas, privadas y sociales para la disminución de la sensibilidad al riesgo ante desastres (Sánchez, 2013)	1	Directorio de colegio de profesionistas 2009, BC	Datos a nivel Estatal y Municipal		2009
	No. de Cámaras de la iniciativa privada	Capacidad adaptativa	La reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático requieren un esfuerzo entre agendas públicas, privadas y sociales para la disminución de la sensibilidad al riesgo ante desastres (Sánchez, 2013)	1	Directorio de Iniciativa Privada	Datos a nivel Estatal y Municipal		2014

Continúa en la página siguiente

Continuación

Variable (s) que es (son) consideradas	Indicador	Criterio de vulnerabilidad al que atiende	Justificación de la selección de la variable para cada criterio	Punto al que atiende	Fuente de información	Desagregación en la que se puede encontrar la información	Escala	Periodo del levantamiento de la información
Redes sociales formales	No. de Cámaras de la iniciativa privada	Capacidad adaptativa	La reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático requieren un esfuerzo entre agendas públicas, privadas y sociales para la disminución de la sensibilidad al riesgo ante desastres (Sánchez, 2013)	1	Directorio de Iniciativa Privada	Datos a nivel Estatal y Municipal		2014
Programas gubernamentales que inciden en la CA	Programas estatales que incluyen acciones que inciden en la capacidad adaptativa al cambio climático	Capacidad adaptativa	Evaluaciones históricas sugieren que la planificación es una herramienta eficaz en la reducción de la vulnerabilidad social y mejora la resiliencia local a los peligros (Cutter & Finch, 2008)	1	Planes y programas estatales	Datos a nivel Estatal		2013/2014
Acciones y estrategias gubernamentales para mitigar efectos del cambio climático	Número de acciones y estrategias gubernamentales implementadas que inciden en la mitigación de efectos del cambio climático por tipo de actividad	Capacidad adaptativa	La preparación para el futuro, respuesta recuperación y planes de mitigación reducen la vulnerabilidad y mejora la resiliencia local a los peligros. (Cutter & Finch, 2008)	1	Planes y programas estatales	Datos a nivel Estatal		2013/2014
Gasto público en acciones de adaptación al cambio climático	Monto y porcentaje del gasto público destinado a acciones que inciden en la adaptación al cambio climático	Capacidad adaptativa	La vulnerabilidad nace de la desigualdad y sus consecuencias sociales y falta de políticas (Cutter & Finch, 2008). Reducir la vulnerabilidad y fomentar la capacidad de adaptación al cambio climático asociados a eventos hidrometeorológicos permite reforzar la resiliencia y las oportunidades de desarrollo sostenible de las comunidades (Sánchez, 2013)	1	Informes de gobierno estatales, Anuario Estadístico Baja California 2013, INEGI	Datos a nivel Estatal		2013/2014
Estructura organizativa del gobierno	Número de dependencias relacionadas con la temática y personal por tipo de empleo (administrativo/técnico)	Capacidad adaptativa	La vulnerabilidad nace de la desigualdad y sus consecuencias sociales y falta de políticas (Cutter & Finch, 2008). Reducir la vulnerabilidad y fomentar la capacidad de adaptación al cambio climático asociados a eventos hidrometeorológicos permite reforzar la resiliencia y las oportunidades de desarrollo sostenible de las comunidades (Sánchez, 2013)	1	Directorio de funcionarios públicos	Datos a nivel Estatal		2014

Fuente: Elaboración propia.

Es relevante señalar que este componente de la vulnerabilidad es el de mayor dificultad para su análisis. El marco de esta dimensión sostiene que los individuos y las comunidades no son víctimas pasivas en el caso de daños y desastres, sino que tienen una capacidad para sobreponerse y adaptarse a ellos. La capacidad adaptativa es considerada en la literatura internacional como los bienes tangibles (por ej. bienes físicos, un ingreso estable, etc.) e intangibles (por ej. redes sociales, acción colectiva, *know-how*) que permiten a los individuos y comunidades reaccionar o responder a eventos extremos y evitar o reducir daños o desastres. Esto incluye una gama de posibles acciones, desde reacciones espontaneas ante el impacto del evento (la migración de la zona de peligro y exposición al evento, por ejemplo) o la planificación de estrategias y acciones que permitan adaptarse a múltiples impactos de eventos complejos como el cambio climático. Aunado al hecho de que la adaptación y la capacidad adaptativa no han sido estudiadas lo suficiente (Kelly y Adger, 2000), la relación de este atributo con las estructuras y recursos comunitarios, sociales, económicos e institucionales de un sistema social hacen difícil hacer operativa de manera definitiva a esta variable.

En el caso mexicano, el análisis de este concepto se enfrenta a la falta de datos estadísticos sobre los bienes tangibles y bienes intangibles en la sociedad, dos variables poco consideradas en las fuentes de datos nacionales, estatales o locales. La Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en Hogares cuenta con algunas variables sobre redes sociales y bienes tangibles, pero sólo se levanta en algunas ciudades del país y su representatividad estadística es a ese nivel. El Censo Nacional de Población y Vivienda no cuenta con variables sobre redes sociales y únicamente algunas variables se refieren a bienes tangibles lo que obliga a depender de fuentes primarias y otras fuentes secundarias de información. Desgraciadamente, poca de esa información se encuentra disponible a nivel municipal y menos aún a un nivel de AGEB.

En adición a lo anterior, está el hecho de que las acciones, planes y/o programas que se pueden llegar a documentar como elementos que tienen la potencialidad de aumentar la capacidad adaptativa de un sistema resultan ser un indicio de ésta capacidad y no se pueden tomar como determinantes. Mientras no se generé e integre al análisis mayor evidencia científica que documente relaciones causales o alguna medida de correlación entre determinadas cualidades de un sistema social y la capacidad adaptativa de éste.

Nuestra investigación propone dos dimensiones de análisis de la capacidad adaptativa. Por un lado está la información a nivel municipal que sirve para contextualizar los recursos tangibles e intangibles que no pueden ubicarse a nivel AGEB. Por otro lado, está la información a nivel intraurbano que sí puede ubicarse y georeferenciar en el municipio. En esta sección se presenta la información a nivel municipal, mientras que el nivel intraurbano se presenta en función del tipo de impacto.

2.3.1 Nivel municipal

Como parte de la exploración de la dimensión intangible se realizó una revisión de las redes de acción social. Esto conllevo un laborioso proceso para reconstruir el directorio municipal de asociaciones y grupos comunitarios. Se partió de la información disponible en el Catálogo Estatal de Organizaciones para el Municipio de Tijuana 2013 y se hizo contacto con algunas más OSCs por el método bola de nieve. Se trató de establecer comunicación telefónica y/o por correo electrónico con los 494 grupos existentes en ese directorio con el fin de primero saber si la asociación o el grupo aún existían y a su vez actualizar y completar su información. Se procuró obtener mejor información actualizada sobre sus zonas de trabajo, el tipo de trabajo realizado, su población objetivo, el número de miembros de la asociación y los recursos con los que cuenta para su operación a través de una encuesta electrónica. De los 220 cuestionarios enviados se recabaron 111.

En adición, se incluye información vinculada a la capacidad de acción del gobierno municipal y de cómo esa capacidad puede considerarse como parte de su capacidad adaptativa al cambio climático. No existe información clara de los recursos y actividades de los gobiernos municipales por lo que recurrimos a los informes de las pasadas tres administraciones municipales y analizamos los recursos financieros disponibles (fuentes de ingreso), las actividades desarrolladas con recursos locales y a través de partidas estatales y federales.

En cuanto a la capacidad adaptativa a nivel intraurbano, ubicó la información disponible de acuerdo al tipo de evento: inundación, deslaves, estrés hídrico. Dicha información se agrega a nivel AGEB y con ella se construye un índice. Las variables difieren en función del evento al que se hace referencia (los detalles de cada índice se explican en el diagnóstico por tipo de evento).

Los cuadros 9 – 15 presentan un resumen de esos datos en donde se destaca la poca capacidad de inversión en infraestructura con recursos propios locales. La mayor parte de esos recursos son usados para cubrir el costo de salarios y los servicios básicos municipales. La inversión en fortalecimiento social eslimitada y enfocada a necesidades básicas. Es importante denotar que la información obtenida del análisis de los informes municipales no permite tener un claro referente geográfico de la localización de esas inversiones lo que complica empatar esta información la información contenida por el Sistema de Información Geográfica (SIGs) que se ha compilado en este proyecto.

Cuadro 9. Presupuesto total de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), 2010-2014

TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA, TIJUANA 2010-2014 (pesos corrientes)					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
SERVICIOS PERSONALES (100)	380,046,370.72	403,280,635.44	420,066,821.77	452,165,334.47	674,856,213.88
SERVICIOS DIVERSOS (200)	142,246,536.65	168,267,339.44	206,470,484.36	212,066,732.03	229,544,466.16
MATERIALES Y SUMINISTROS (300)	42,602,302.80	45,285,973.66	49,885,121.93	118,464,790.41	117,106,456.80
MAQ. MOB. Y EQUIPO (400)	21,000.00	15,627,590.46	3,951,997.36	269,845.00	32,999,605.72
INMUEBLE PLANTA Y OBRA PUBLICA (500)	143,749,779.93	436,860,853.50	614,479,907.89	309,913,315.73	101,406,304.88
TRANS., SUBVENC. Y SUBSIDIOS (600)	60,505,433.26	55,072,076.04	55,576,218.75	46,309,000.00	1,309,000.00
TOTAL	769,171,423.36	1,124,394,468.54	1,350,430,552.06	1,139,189,017.64	1,157,222,047.44

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Cuadro 10. Participación porcentual según partida contable de la SEDUE, 2010-2014

TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA, TIJUANA 2010-2014					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
SERVICIOS PERSONALES (100)	**49.41%**	**35.87%**	**31.11%**	**39.69%**	**58.32%**
SERVICIOS DIVERSOS (200)	18.49%	14.97%	15.29%	18.62%	19.84%
MATERIALES Y SUMINISTROS (300)	5.54%	4.03%	3.69%	10.40%	10.12%
MAQ. MOB. Y EQUIPO (400)	0.00%	1.39%	0.29%	0.02%	2.85%
INMUEBLE PLANTA Y OBRA PUBLICA (500)	18.69%	**38.85%**	**45.50%**	**27.20%**	8.76%
TRANS., SUBVENC. Y SUBSIDIOS (600)	7.87%	4.90%	4.12%	4.07%	0.11%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Cuadro 11. Presupuesto total por partida contable de programas y fondos municipales y federales para infraestructura urbana en Tijuana, 2010-2014

TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE PROGRAMAS Y FONDOS MUNICIPALES Y FEDERALES PARA INFRAESTRUCTURA URBANA, TIJUANA 2010-2014					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
SERVICIOS PERSONALES (100)	10,667,219.94	6,469,336.06	6,707,790.69	4,898,538.00	7,926,185.78
SERVICIOS DIVERSOS (200)	1,870,756.41	783,143.58	752,150.16	3,062,676.00	5,661,871.76
MATERIALES Y SUMINISTROS (300)	3,069,612.02	3,947,769.02	5,045,636.04	11,087,722.59	8,174,754.92
MAQ. MOB. Y EQUIPO (400)	452,753.37	2,063,605.86	6,257,962.55	4,824,426.48	6,834,078.58
INMUEBLE PLANTA Y OBRA PUBLICA (500)	1,232,352,128.40	73,761,369.11	62,480,553.09	133,485,984.45	201,428,382.41
TRANS., SUBVENC. Y SUBSIDIOS (600)	136,429,970.55	156,183,453.02	106,918,536.01	14,980,000.00	14,607,000.00
TOTAL	**1,384,842,440.69**	**243,208,676.65**	**188,162,628.54**	**172,339,347.52**	**244,632,273.45**

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Cuadro 12. Participación porcentual por partida contable de programas y fondos municipales y federales para infraestructura urbana en Tijuana, 2010-2014

TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE PROGRAMAS Y FONDOS MUNICIPALES Y FEDERALES PARA INFRAESTRUCTURA URBANA, TIJUANA 2010-2014					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
SERVICIOS PERSONALES (100)	0.77%	2.66%	3.56%	2.84%	3.24%
SERVICIOS DIVERSOS (200)	0.14%	0.32%	0.40%	1.78%	2.31%
MATERIALES Y SUMINISTROS (300)	0.22%	1.62%	2.68%	6.43%	3.34%
MAQ. MOB. Y EQUIPO (400)	0.03%	0.85%	3.33%	2.80%	2.79%
INMUEBLE PLANTA Y OBRA PUBLICA (500)	**88.99%**	30.33%	33.21%	**77.46%**	**82.34%**
TRANS., SUBVENC. Y SUBSIDIOS (600)	9.85%	**64.22%**	**56.82%**	8.69%	5.97%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Cuadro 13. Presupuesto total para la construcción de infraestructura urbana en Tijuana a partir de las aportaciones de la SEDUE, y de los programas y fondos municipales y federales según partida contable, 2010-2014

TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA MAS EL TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE PROGRAMAS Y FONDOS MUNICIPALES Y FEDERALES PARA INFRAESTRUCTURA URBANA, TIJUANA 2010-2014					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
SERVICIOS PERSONALES (100)	390,713,590.66	409,749,971.50	426,774,612.46	457,063,872.47	682,782,399.66
SERVICIOS DIVERSOS (200)	144,117,293.06	169,050,483.02	207,222,634.52	215,129,408.03	235,206,337.92
MATERIALES Y SUMINISTROS (300)	45,671,914.82	49,233,742.68	54,930,757.97	129,552,513.00	125,281,211.72
MAQ. MOB. Y EQUIPO (400)	473,753.37	17,691,196.32	10,209,959.91	5,094,271.48	39,833,684.30
INMUEBLE PLANTA Y OBRA PUBLICA (500)	1,376,101,908.33	510,622,222.61	676,960,460.98	443,399,300.18	302,834,687.29
TRANS., SUBVENC. Y SUBSIDIOS (600)	196,935,403.81	211,255,529.06	162,494,754.76	61,289,000.00	15,916,000.00
TOTAL	**2,154,013,864.05**	**1,367,603,145.19**	**1,538,593,180.60**	**1,311,528,365.16**	**1,401,854,320.89**

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Cuadro 14. Participación porcentual según partida contable para la construcción de infraestructura urbana en Tijuana (SEDUE, programas y fondos municipales y estatales), 2010-2014

TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA MAS EL TOTAL POR PARTIDA CONTABLE DE PROGRAMAS Y FONDOS MUNICIPALES Y FEDERALES PARA INFRAESTRUCTURA URBANA, TIJUANA 2010-2014					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
SERVICIOS PERSONALES (100)	18.14%	**29.96%**	**27.74%**	**34.85%**	**48.71%**
SERVICIOS DIVERSOS (200)	6.69%	12.36%	13.47%	16.40%	16.78%
MATERIALES Y SUMINISTROS (300)	2.12%	3.60%	3.57%	9.88%	8.94%
MAQ. MOB. Y EQUIPO (400)	0.02%	1.29%	0.66%	0.39%	2.84%
INMUEBLE PLANTA Y OBRA PUBLICA (500)	**63.89%**	**37.34%**	**44.00%**	**33.81%**	21.60%
TRANS., SUBVENC. Y SUBSIDIOS (600)	9.14%	15.45%	10.56%	4.67%	1.14%
TOTAL	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Cuadro 15. Comparación del presupuestodel H. Ayuntamientode Tijuanay de la SEDUE, 2010-2014

COMPARACION DEL PRESUPUESTOS DEL H. AYUNTAMIENTO DE TIJUANA Y EL DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA2010-2014					
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014
TOTAL GLOBAL DEL AYUNTAMIENTO	5,177,977,849.52	6,864,610,202.72	5774393947.39	5607318301.00	5294717394.05
TOTAL GLOBAL DE LA SDU	769,171,423.36	1,124,394,468.54	1,350,430,552.06	1,139,189,017.64	1,157,222,047.44
TOTAL GLOBAL DE LA SDU + OTROS	2,163,967,464.05	1,368,862,681.97	1,532,294,475.44	1,311,528,365.16	1,402,159,740.55
TOTAL GLOBAL DE LA SDU (%) COMP. CON AYUNT	14.85%	16.38%	23.39%	20.32%	21.86%
TOTAL GLOBAL DE LA SDU + OTROS (%) COMP. CON AYUNT	41.79%	19.94%	26.54%	23.39%	26.48%

Fuente: Elaboración con datos del H. Ayuntamiento de Tijuana

Otra fuente de información consultada fue el gobierno federal que proporciona los recursos necesarios para la construcción de infraestructura municipal. Se solicitó información al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS) y el Fondo Nacional de Infraestructura, por ser una de las mayores fuentes de financiamiento de infraestructura a nivel municipal en México, pero sólo obtuvimos montos de inversión muy generales para el estado de Baja California que no permitieron identificar el tipo de obra, su monto y su localización específica en Tijuana (Cuadros 16 y 17).

Cuadro 16. Proyectos financiados por BANOBRAS, 2000-2014

CANTIDAD DE PROYECTOS FINANCIADOS POR EL BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS S.N.C. DE DICIEMBRE DEL 2000 A SEPTIEMBRE DEL 2014 EN BAJA CALIFORNIA															
Descripción	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Actividades productivas	2								4	1	19			1	
Agua potable				1		1	2								
Caminos de acceso zonas urbanas								1	1						
Catastro													1		
Construcción y equipamiento para plantas de transferencia					2										
FONREC													2		
Linea de crédito global						2	1								
Pago de pasivos	5							1				1			
Profise														2	1
Reestructuración de adeudos		1					1	1	1	13	1	1			
Urbanización					2										
Total	**7**	**1**	**0**	**1**	**4**	**3**	**4**	**3**	**6**	**14**	**20**	**2**	**3**	**3**	**1**

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por el BANOBRA, 2015

Cuadro 17. Presupuesto total otorgado por BANOBRAS y Servicio Públicos S.N.C., 2000-2014 (millones de pesos)

MONTO TOTAL OTORGADO POR EL BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS S.N.C. DE DICIEMBRE DEL 2000 A SEPTIEMBRE DEL 2014 EN BAJA CALIFORNIA														
Descripción	2000	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Actividades productivas	$179.02	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$110.00	$ 90.00	$245.00	$ -	$ -	$190.04	$ -
Agua potable	$ -	$ -	$102.75	$ -	$ 73.07	$ 30.00	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Caminos de acceso zonas urbanas	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$385.00	$ 15.00	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Catastro	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 12.40	$ -	$ -
Construcción y equipamiento para plantas de transferencia	$ -	$ -	$ -	$ 36.23	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FONREC	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$652.97	$ -	$ -
Linea de crédito global	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 60.00	$115.00	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Pago de pasivos	$ 92.81	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 58.80	$ -	$ -	$ -	$ 1,826.48	$ -	$ -	$ -
Profise	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$354.44	$ 82.96
Reestructuración de adeudos	$ -	$ 18.80	$ -	$ -	$ -	$ 77.49	$ 45.04	$ 5.87	$384.35	$ 81.67	$ 73.45	$ -	$ -	$ -
Urbanización	$ -	$ -	$ -	$ 86.97	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Total	$271.83	$ 18.80	$102.75	$123.20	$133.07	$222.49	$488.84	$130.87	$474.35	$326.67	$ 1,899.93	$665.37	$544.47	$ 82.96

Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada por el BANOBRA, 2015

Otra información relevante la proporcionó el H. Ayuntamiento de Tijuana la cual corresponde al destino que se le da al presupuesto que se le otorga a partir del Programa Fondo III, Ramo 33 (cuadro18). Desgraciadamente la información no permitió su ubicación geográfica.

Cuadro 18. Obras en Tijuana del Programa Fondo III Ramo 33, 2011-2014

OBRAS CORRESPONDIENTES AL PROGRAMA FONDO III RAMO 33 DEL MUNICIPIO DE TIJUANA 2011-2014 POR TIPO DE PROYECTO												
AÑO	DRENAJE PLUVIAL Y AGUA POTABLE		ALCANTARILLADO Y RED SANITARIA		PAVIMENTACION		PISOS FIRMES		OTROS		TOTAL	
	No.	$	No.	$	No.	$	No.	$	No.	$	No.	$
2011	4	1291770	2	519000	169	103474578	1	420000	0	0	176	105705348
2012	12	4005761	0	0	122	46317345.8	0	0	0	0	134	50323107
2013	12	2321300	0	0	158	43735240.3	0	0	0	0	170	46056540
2014	44	15867996	0	0	28	13112643.6	3	276240	31	6755823.75	106	36012704

Fuente:Elaboración propia con base en datos del H. ayuntamiento de Tijuana, 2015

Por otro lado, en lo que respecta al trabajo que realizan las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSCs) documentado a través de los cuestionarios aplicados (ver cuadro 19), se observa que ningún grupo tiene como tema de trabajo la prevención del riesgo de desastres o la adaptación a la variabilidad y el campo climático. No obstante, varios grupos trabajan en fortalecer la actividad comunitaria y en el empoderamiento de grupos considerados socialmente vulnerables, en particular niños y jóvenes (gráfica 1). Estas son actividades que pueden contribuir a mejorar los bienes intangibles de la capacidad adaptativa para reducir la vulnerabilidad de esas comunidades. Otros aspectos que se extraen de esa información es que existe una disparidad en los recursos, tamaño y temas de trabajo entre las asociaciones y los grupos comunitarios y sus zonas de trabajo se concentra en colonias populares.[2]

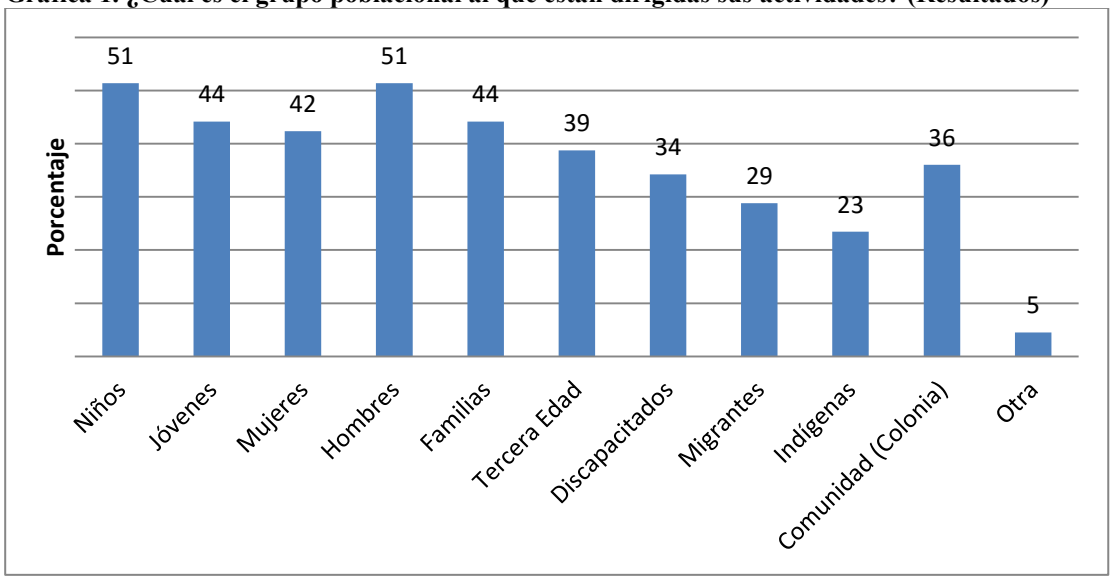
[2]Más información respecto a este rubro se puede leer en el documento "Análisis de la participación de autoridades locales, actores clave y organizaciones de la sociedad civil".

Cuadro 19. Nivel de participación en la encuesta realizada a Organizaciones de la Sociedad Civil en Tijuana, 2014

Encuesta a OSC's en Tijuana, 2014	
Directorio de OSC's	
Catálogo	481
Otras	13
Total	494
Contacto	
Verificadas	220
No se pudo contactar	274
Total	494
Verificadas	
Custionarios enviados	220
Respuestas	**111**

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 1. ¿Cuál es el grupo poblacional al que están dirigidas sus actividades? (Resultados)



Fuente: Elaboración propia con información dela Encuesta dirigida a OSCs 2014-2015.

En términos generales, no se observa una predominancia de atención a una sola población, las preguntas que se formularon en el cuestionario no eran mutuamente excluyentes por lo que muchas de las Organizaciones seleccionaron más de una población, por ejemplo: hombres, mujeres y familias. Este desliz en la formulación de la pregunta dificulta detectar la concentración en una población por parte de las OSCs o en su efecto, si existe suficiente atención a las poblaciones que se consideran socialmente vulnerables.

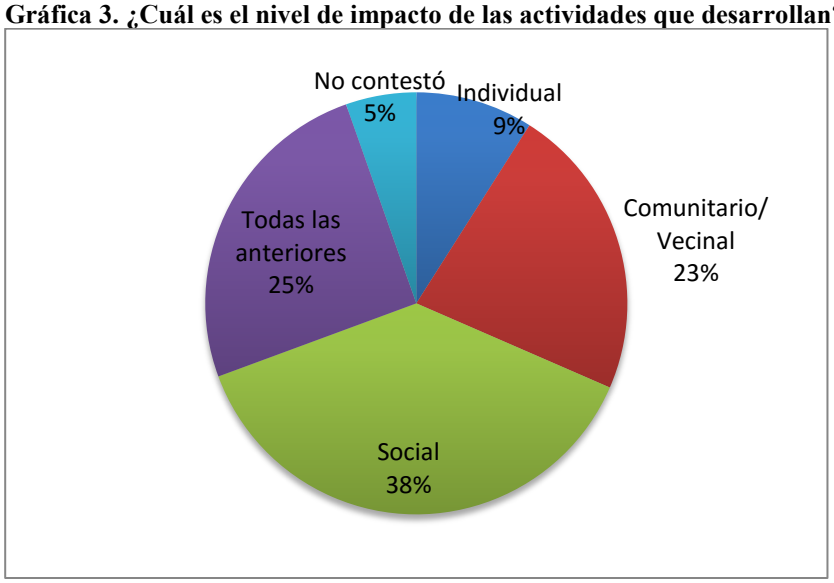
En el caso de los temas de trabajo sucede lo mismo. Los respondientes señalaron varias temáticas (no necesariamente relacionadas) como líneas de trabajo. Sin embargo, es posible notar que hay mayor puntaje en atención y prevención de adicciones, servicios de salud y educación ambiental (Gráfica 2).

Gráfica 2. ¿Cuáles son las temáticas y/o servicios que abordan actualmente? (Resultados)

Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta dirigida a OSCs 2014-2015.

Respecto al nivel de atención se encuentra que existe una tendencia a diseñar programas con enfoque social/comunitario, en la gráfica 3 se observa que solamente el nueve por ciento de los encuestados afirmar trabajar a nivel individual, mientras que el cinco por ciento no contestó la pregunta.

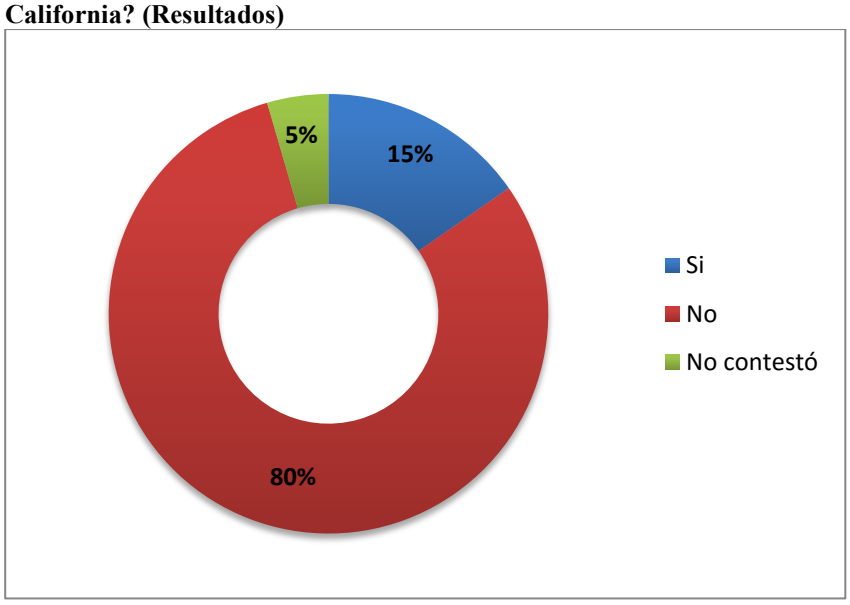
Gráfica 3. ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades que desarrollan? (Resultados)



Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta dirigida a OSCs 2014-2015.

Por otro lado, preocupa el hecho de que el 80 por ciento de los encuestados desconozca el plan estatal sobre cambio climático (gráfica 4).

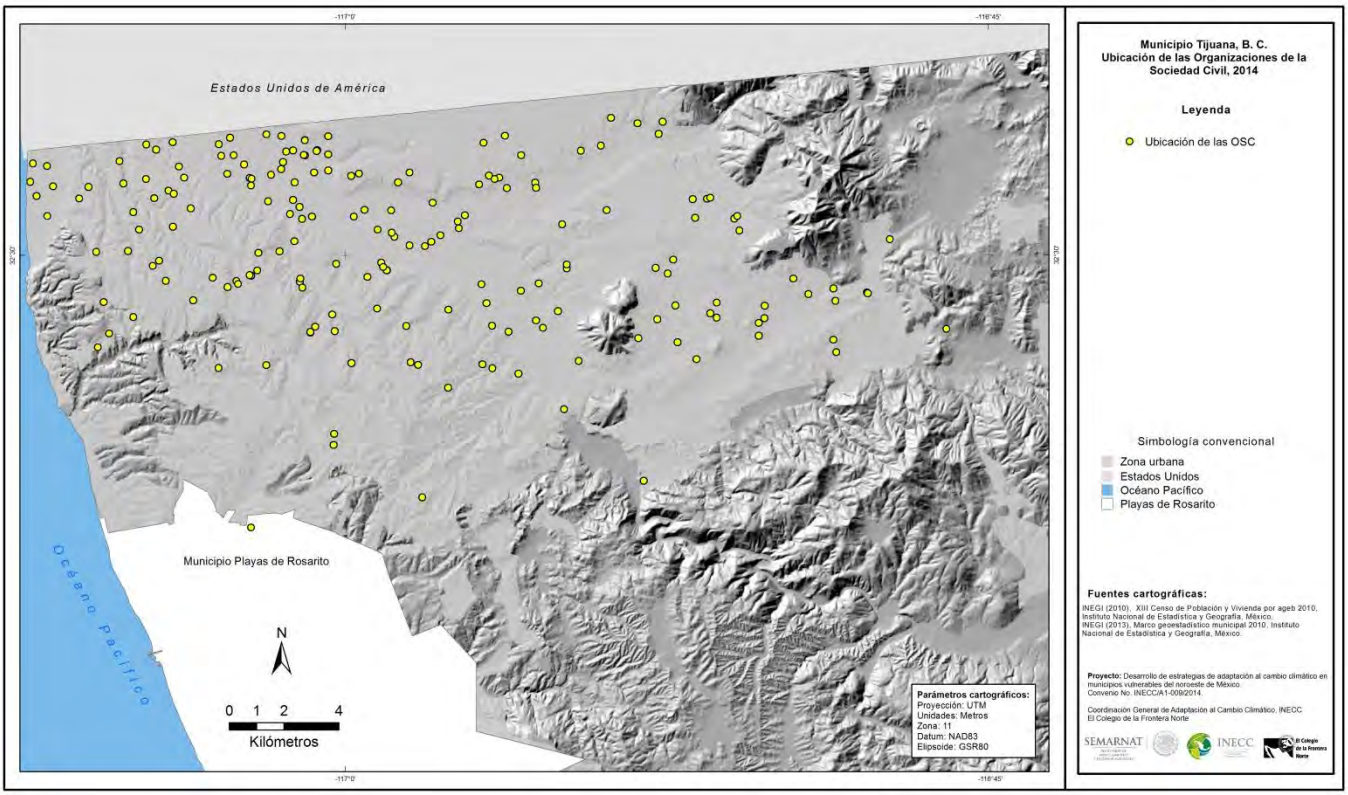
Gráfica 4. ¿Conoce usted o alguien del equipo el "Programa estatal de acción ante el Cambio Climático de Baja California? (Resultados)



Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta dirigida a OSCs 2014-2015.

La información recabada fue georreferenciada en los casos en que se pudo definir una zona de trabajo específica o en su defecto la dirección que reporta cada OSC"s, sin embargo, el formato de los resultados no nos permitió tener una aproximación de las zonas con operaciones de esos grupos (mapa 3), razón que contribuyó a que no fuera posible establecer la capacidad de acción y/o zonas de incidencia de los grupos en términos cuantitativos. Otro factor que vale denotar es el hecho de la variación de la estructura y trabajo de las OSCs debido al tiempo, la disposición de recursos financieros y de capital humano tienen un impacto importante en la persistencia de un grupo de trabajo.

Mapa 3. Ubicación de las organizaciones de la Sociedad Civil en Tijuana, 2014



La información recabada permite solo tener información parcial del potencial que representa la actividad de esos grupos en términos de capacidad adaptativa en el diagnóstico de la vulnerabilidad. Se considera positivo que exista diversidad en los servicios proveídos por las organizaciones, también el hecho de que el

financiamiento de las OSCs sea mixto. Un elemento importante a trabajar es el conocimiento del tema del cambio climático y la legislación vigente en el tema.

En resumen, la presencia de OSCs y la diversidad en las temáticas que trabajan representa un factor de protección para la población tijuanense y, potencialmente, aportan elementos para disminuir la vulnerabilidad. No obstante la poca información disponible y el tipo de información que se recopiló no permite hacer un análisis específico sobre la contribución /o vínculo con la capacidad adaptativa en los temas que nos interesan. Empero, es posible afirmar que la distribución, trayectoria y conocimientos que existe entre las OSCs de la ciudad ayudan a fortalecer los bienes intangibles y capital social en la ciudad.

2.3.2 Nivel intra-urbano

El cuadro 20 presenta las variables que se pudieron construir para caracterizar la capacidad adaptativa a nivel AGEB. En este sentido, se destaca que para el caso de las inundaciones se sirvió de la infraestructura defensiva, mientras que para la cuestión hídrica se toma en cuenta la diferencia en el volumen de agua de aquellos usuarios que incrementaron su consumo. Para el caso de los daños por deslaves no existe información sobre la infraestructura defensiva, tal es el caso de muros de contención, entre otros, por lo que no se tuvieron datos al respecto.

Cuadro 20. Variables utilizadas para caracterizar la capacidad adaptativa

Tipo de impacto	Variable	Definición
Inundaciones	Infraestructura	Se refiere a la presencia de infraestructura defensiva para el desalojo de agua. Esta se constituye de canales pluviales ya sean a cielo abierto, cerrado, y aquellos sin pavimentar.
Estrés hídrico	Consumo	Es la diferencia promedio de la AGEB en el incremento de consumo de agua (m^3).

Fuente: Elaboración propia

2.4 Evidencia de daños

Los daños históricos asociados a eventos hidrometeorológicos y climáticos ofrecen diversos tipos de información útil para el diagnóstico de la vulnerabilidad social a la variabilidad y el cambio climático. Una limitante importante para la creación de ese tipo de bases de datos es la poca atención que se le ha otorgado a este tema en el orden local, estatal y federal en México. No existen bases de datos históricas que permitan identificar la frecuencia e intensidad de los desastres y daños y cómo estos varían en el tiempo y en el espacio. Esa información es necesaria para entender algunas de las causas fundamentales de la vulnerabilidad. Por ejemplo, como los cambios sociodemográficos en las sociedades y sus patrones de crecimiento han modificado el paisaje natural, agravando las condiciones de exposición y sensibilidad a los impactos de la variabilidad y el cambio climático. Las bases de datos del Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) solo cuenta con información a partir del 2001 de las declaratorias de emergencias o desastres del Sistema Nacional de Protección Civil. Esto evita que las consecuencias sufridas a nivel local que no llegan a ser catalogadas como una emergencia o desastre no se incluyan en esas bases de datos. Las oficinas estatales y municipales de protección civil con frecuencia no cuentan con bases de datos históricas de los desastres ocurridos en esas entidades. Las oficinas de protección civil enfrentan los siguientes obstáculos: un número significativo de esas oficinas son de reciente creación; la mayoría de ellas no cuentan con recursos humanos, técnicos y económicos suficientes para llevar a cabo su trabajo; los cambios de administración municipal (cada tres años) dificulta mantener bases de datos de daños y desastres asociados a eventos climáticos.

El caso del municipio de Tijuana es mejor que en un número significativo de municipios en México gracias al desarrollo de un proyecto Radius de Naciones Unidas a fines (1999-2001) enfocado en reducir los riesgos de desastres sísmicos. El proyecto fue desarrollado por la Oficina de Protección Civil de Tijuana y el Centro de Investigaciones Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Ese proyecto facilitó la creación de un Atlas de Peligros en el municipio en 2001 que cuenta con datos de daños

hidrometeorológicos y geológicos documentados por la oficina local de protección civil[3]. Desgraciadamente, esos datos no presentan una visión histórica de los daños y desastres ocurridos en el municipio en las últimas décadas.

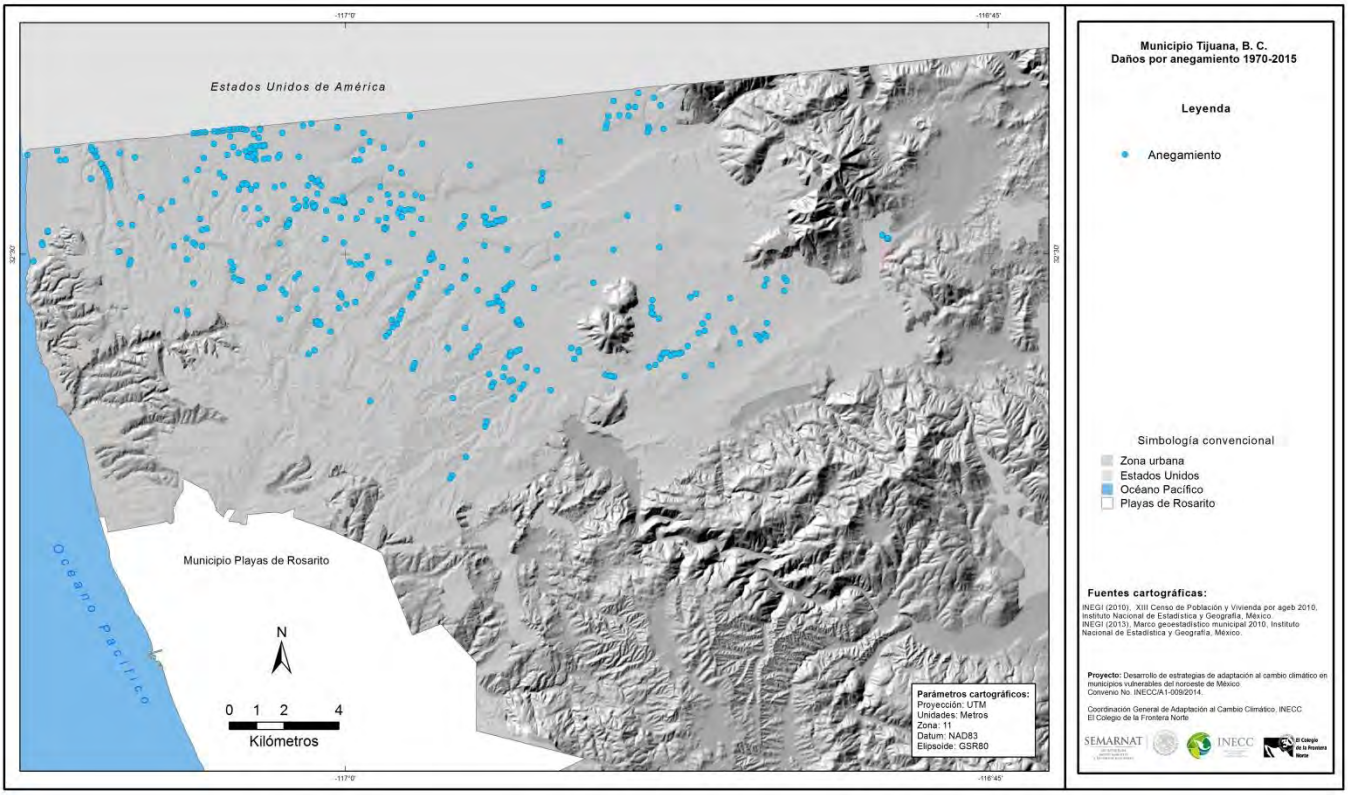
Para suplir la falta de datos históricos de daños y desastres causados por eventos hidrometeorológicos y climáticos en Tijuana, realizamos una revisión hemerográfica con los principales periódicos en el municipio. Esta fue la mejor fuente de datos disponible para crear una serie de tiempo histórica de los daños causados por esos eventos, sus consecuencias y las acciones a las que dieron origen como respuesta a esos daños. Encontramos información disponible a partir de la década de los años 1970s hasta el 2015. La mayoría de las notas periodísticas nos permitieron identificar el tipo de daño causado, sus consecuencias y su ubicación, pero en ocasiones no toda esa información pudo ser recuperada para cada daño. Los datos fueron georeferenciados e incorporados en el sistema de información geográfica del proyecto. Esto nos permite analizarlos por décadas, por tipo de daño y por áreas geográficas. La base de datos creada incluye los siguientes campos: muertos, heridos, desplazados, desalojados, evacuados, personas en albergues, accidentes o incidentes; pérdida total de la vivienda, daños a las vivienda, afectaciones a bienes personales, afectación a la actividad económica, daños mayores y/o menores a infraestructura urbana, reporte de calles inundadas con aguas negras; reporte de colonias anegadas; reporte de colonias con depositación, erosión y/o deslaves; reportes de colonias con cortes en el suministro de agua y/o energía eléctrica, suspensión de labores, suspensión del servicio de transporte público, telecomunicaciones

Los mapas 4 y 5 muestran que una extensa parte del área urbana en el municipio ha sufrido daños por eventos hidrometeorológicos y climáticos a lo largo de las últimas 5 décadas pero se distinguen ciertas zonas por tipo de daño. Por ejemplo, daños por anegamiento se concentran en las partes bajas del municipio, en particular en las zonas en donde convergen los escurrimientos naturales del terreno[4] (mapa 4). El municipio cuenta con 28 cuencas hidrológicas y las zonas con mayores daños coinciden con los

[3] El Atlas de Peligros de Tijuana tuvo una pequeña actualización en el 2010 (versión 2.0). Disponible en URL: http://www.tijuana.gob.mx/pc/planes.aspx.
[4] Es importante hacer notar que buena parte del municipio de Tijuana cuenta con una topografía accidentada (ver figura 2 del modelo digital del terreno y de pendientes construido con curvas de nivel cada 5 metros).

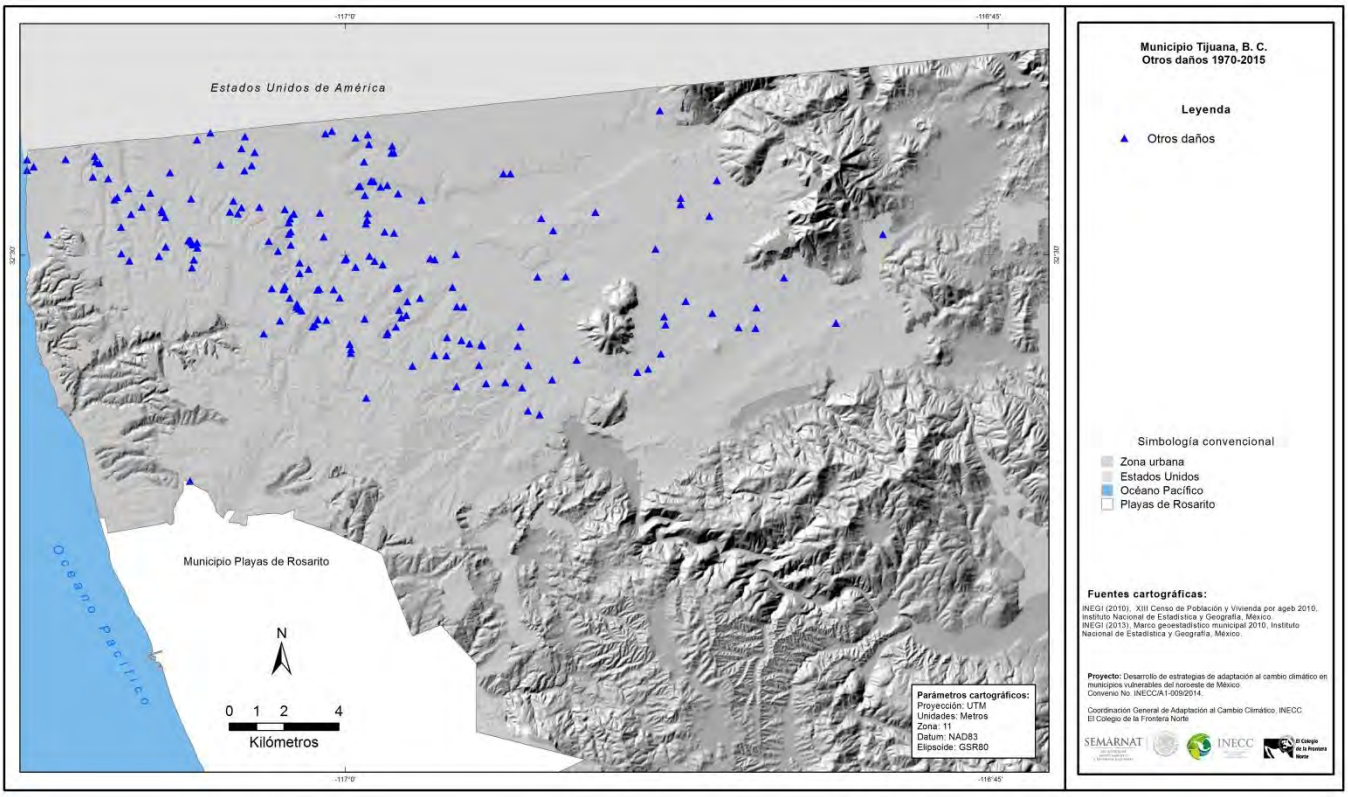
puntos de convergencia de los escurrimientos de dos o más cuencas. El análisis de esos daños por décadas ayuda a entender algunos aspectos de la vulnerabilidad causados por el patrón del crecimiento urbano histórico en el municipio y la forma como ha modificado el paisaje natural. Esa información se presenta con detalle en el reporte "base histórica de daños".

Mapa 4. Daños por anegamiento en Tijuana, 1970-2015



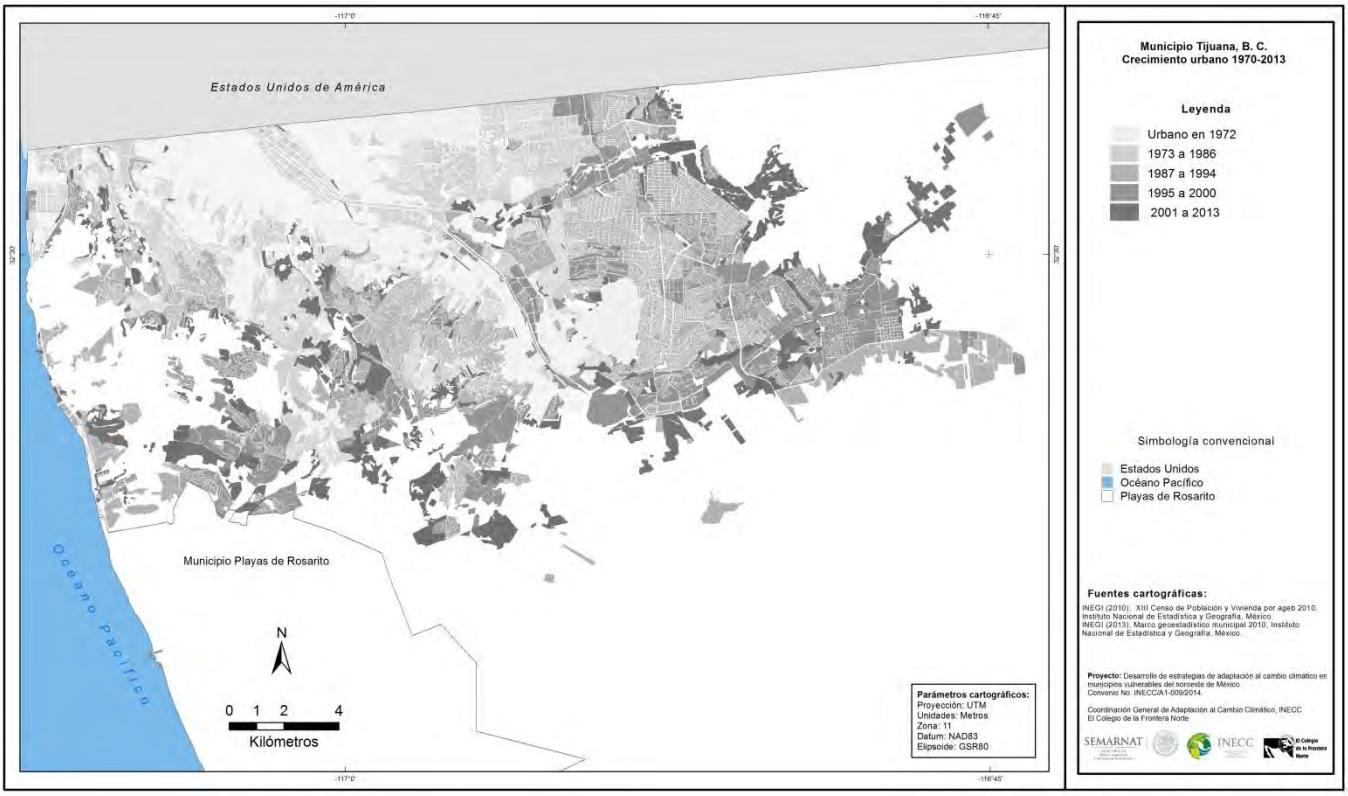
En cuanto a los daños por deslaves, se identifican dos procesos, por un lado cambios a gran escala por asentamientos formales con grandes movimientos de tierra que compromete la estabilidad de las pendientes en esas zonas (mapa 5); cambios a pequeña escala por un significativo número de asentamientos informales receptores de migrantes. Estos aspectos ayudan a entender el aumento en los daños por remoción, depositación y erosión registrados durante las últimas décadas en el municipio

Mapa 5. Daños por deslaves en Tijuana, 1970-2015



El análisis del crecimiento urbano por décadas en el municipio que se obtuvo del análisis en los cambios en el uso del suelo indica que se intensificó el uso del suelo urbano en Tijuana a partir de la década de los años 1970 (mapa 6). Las zonas bajas de fácil urbanización se empezaron a saturar en esa década y el crecimiento urbano formal e informal empezó a avanzar en zonas de mayor pendiente. La ocupación del suelo a partir de los años 80‟s y en particular en los 90‟s muestra una constante modificación del perfil del terreno.

Mapa 6. Crecimiento urbano en Tijuana 1970-2013



El análisis de los daños históricos arriba mencionado ilustra algunas de las causas subyacentes de la vulnerabilidad social en el municipio. Tres elementos destacan de ese análisis. Por un lado, la falta de regulación del proceso de urbanización formal e informal ha facilitado un crecimiento anárquico, en gran parte del municipio. Vale la pena destacar la ausencia de un reglamento municipal de protección civil hasta el 2007 por lo que gran parte del crecimiento urbano se ha dado al margen de cualquier regulación que ayude a reducir la vulnerabilidad social a eventos climáticos. A pesar de ese avance, el reglamento actual requiere actualizarse y ampliarse para incorporar parámetros sobre eventos hidrometeorológicos y climáticos. La información disponible en el atlas municipal de peligros y en el reglamento de protección civil está orientada a los riesgos geológicos gracias al proyecto Radius arriba mencionado, pero otorga poca atención a los riesgos causados por eventos climáticos. No existe hasta este momento, un diagnóstico de la vulnerabilidad a eventos climáticos o geológicos en el municipio. Un segundo aspecto importante es el

rápido crecimiento de población y del área urbana en el municipio durante las últimas cuatro décadas agravando las consecuencias de las deficiencias en la regulación del crecimiento local. Un tercer aspecto es la falta de información sobre la vulnerabilidad social a eventos climáticos que facilite el diseño de acciones planificadas para reducir esa vulnerabilidad y crear adaptación a esos eventos.

Una vez formadas esas bases de datos, clasificamos los daños registrados por su importancia con base en cuatro categorías: daños a personas (decesos, heridos, damnificados, accidentes o incidentes); daños a viviendas (pérdida total, pérdida parcial, daños menores, afectaciones a bienes personales); daños a infraestructura (destrucción total, destrucción parcial, calles inundadas o con material depositado); daños a servicios y vida urbana (cortes en el servicio de agua, energía eléctrica, suspensión de labores, suspensión de transporte público, fallas en telecomunicaciones). La ecuación siguiente expresa lo anterior

$$DT_{ij} = Dp_{ij} + Dv_{ij} + Di_{ij} + Ds_{ij}$$

Donde,

DT_{ij}: Daños totales en la i-ésima AGEB por el j-ésimo impacto

Dp_{ij}: Daños a personas en la i-ésima AGEB por el j-ésimo impacto

Dv_{ij}: Daños a viviendas en la i-ésima AGEB por el j-ésimo impacto

Di_{ij}: Daños a infraestructura en la i-ésima AGEB por el j-ésimo impacto

Ds_{ij}: Interrupción de servicios en la i-ésima AGEB por el j-ésimo impacto

Se consideró el siguiente criterio de ponderación y agregación,

$$DT_{ij} = 4 * Dp_{ij} + 3 * Dv_{ij} + 2 * Di_{ij} + 1 * Ds_{ij}$$

Con ese criterio se da mayor peso a las afectaciones en la integridad de las personas, seguidas de su vivienda (ambas suman el 70% del valor del indicador); el resto son afectaciones tanto a la infraestructura como a los servicios.

2.5 Diagnóstico integrado

El diagnóstico integrado considera la agregación lineal de los componentes de la vulnerabilidad. Se parte de la definición sugerida por el IPCC donde la vulnerabilidad es una función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa. Formalmente:

$$V = f(E, S, C)$$

Donde,

V: Vulenerabilidad

E: Exposición

S: Sensibilidad

C: Capacidad adaptativa

No obstante, como se mencionó al inicio de este reporte, se consideró un componente explicativo adicional, esto es, la evidencia de daños (D).

$$V = f(E, S, C, D)$$

Además, se hace una distinción por tipo de evento. Tal que,

$$V_{ij} = E_{ij} + S_{ij} - C_{ij} + D_{ij}$$

Donde,

V_{ij}: Vulnerabilidad de la AGEB i al impacto j

E_{ij}: Exposición de la AGEB i al impacto j

C_{ij}: Capacidad adaptativa de la AGEB i al impacto j

D_{ij}: Daños de la AGEBi por el impacto j

Los componentes de la vulnerabilidad tienen un peso diferenciado según el tipo de impacto, por lo que el ponderador (w) sólo es indicativo, esto es

$$IV_{ij} = w * E_{ij} + w * S_{ij} - w * C_{ij} + w * D_{ij}$$

Todos los componentes fueron normalizados para que permitir su agregación, con base en la ecuación siguiente

$$vn = \frac{v_0 - v_{min}}{v_{max} - v_{min}}$$

Donde,

vn: Variable normalizada

v_0: Valor original

v_{max}: Valor máximo

v_{min}: Valor mínimo

El método de agregación corresponde a una sumatoria de las variables normalizadas,

$$IV_{ij} = \sum_{i=1}^{n} vn_{ij}$$

3. Vulnerabilidad social a inundaciones

3.1 Componentes de la vulnerabilidad

El esquema metodológico del proyecto se ajustó para el estudio de la vulnerabilidad social a las inundaciones a nivel intra-urbano. Este análisis permite identificar las zonas con mayores posibilidades de concentrar las consecuencias negativas de por condiciones de inundaciones.

La figura 1 muestra las variables usadas para el estudio de la vulnerabilidad a las inundaciones. Dadas las condiciones particulares de Tijuana arriba señaladas, se le otorgó mayor peso en la ecuación de vulnerabilidad a la exposición.

Figura 1. Explicación del diagnóstico técnico de la vulnerabilidad social a inundaciones.

Dimensión	Variable	Indicador
Exposición	Grado de exposición	I: Intensidad del escurrimiento (1-7)
		L: Longitud del escurrimiento en la AGEB
		A: Alteraciones al cauce natural (0;1)
		E = I*L* A
Sensibilidad	Componentes principales	S : Grado de sensibilidad
Capacidad adaptativa	Infraestructura para el desalojo de agua	Csa: Canal cielo abierto
		Cc: Canal cerrado
		Sc: Sin canal
		C = 3*Csa + 2*Cc + 1*Sc
Daños	Evidencia de daños	D: Nivel de daños ocasionados
Índice de vulnerabilidad		**IV = 2/5E + 1/5S - 1/5C + 1/5D**

Fuente: Elaboración propia.

La exposición tiene un peso de 0.4 en la ecuación, mientras que el resto de los componentes presentan valores de 0.2. Se le otorgó mayor peso a la exposición por considerarse que las variables usadas para su análisis tienen mayor valor explicativo y están mejor documentadas que las variables usadas para los otros

dos componentes de exposición y capacidad adaptativa. Las variables usadas para el análisis de cada uno de los aspectos de la vulnerabilidad se explican a continuación.

3.1.1 Exposición

La exposición en el caso del anegamiento está asociada a la dirección y el volumen de los escurrimientos pluviales en el municipio y la localización de la población, las actividades económicas, la infraestructura y las viviendas con respecto a esos escurrimientos. Un problema que enfrentamos en el análisis de la exposición fue la poca disposición de datos de los escurrimientos en las cuencas hidrológicas del municipio y en los diversos canales y ductos del sistema del drenaje pluvial municipal. Esos datos nos hubieran ayudado a estimar el peligro que representa los escurrimientos pluviales para los habitantes del municipio, su infraestructura y estructura urbana, actividades económicas y sociales y las comunicaciones, así como la capacidad de aforo en el sistema del drenaje pluvial a futuro.

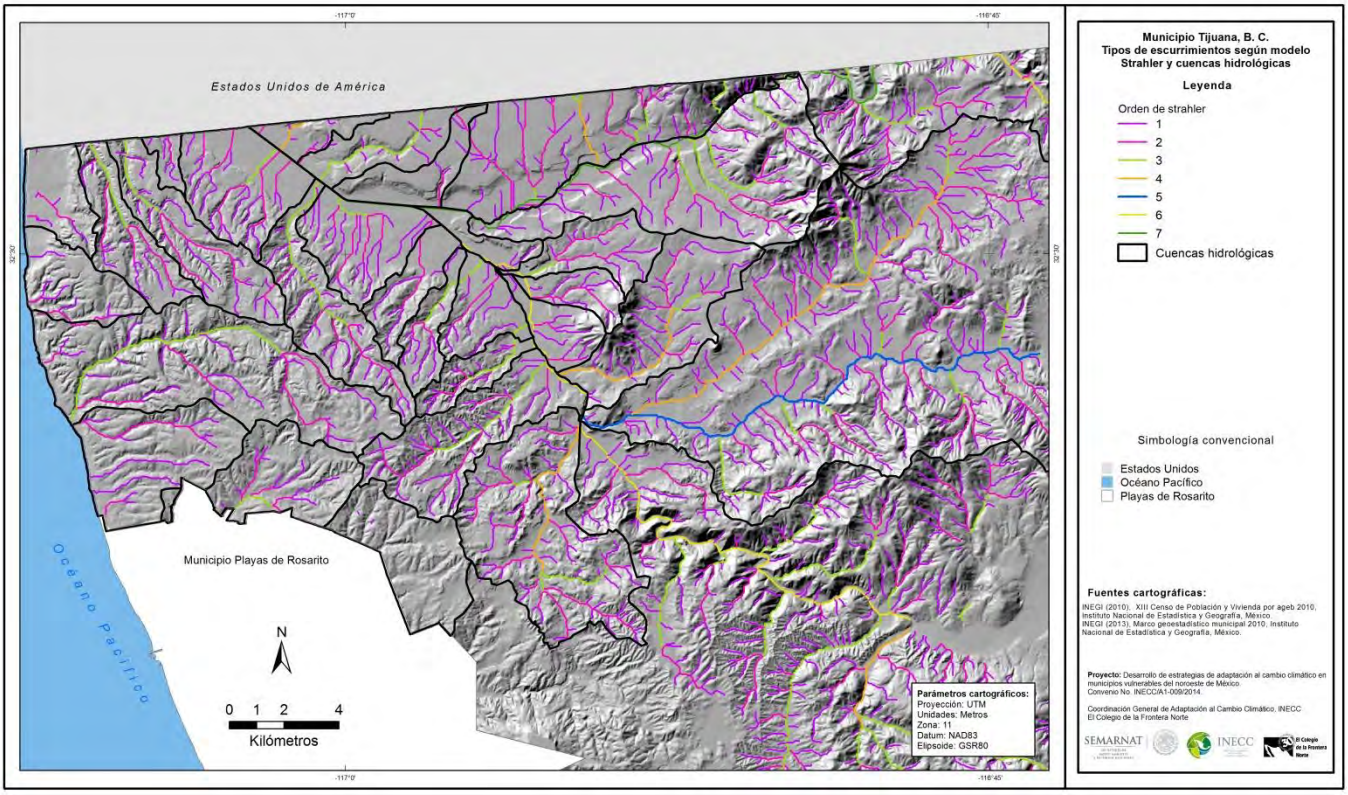
No disponer de datos de los escurrimientos asociados a la precipitación nos llevó a utilizar el modelo de Strahler (1957) para estimar la forma como fluyen los escurrimientos pluviales. En la aplicación del modelo distinguimos 7 niveles de escurrimientos, siendo el nivel 1 el de más bajo gasto y el 7 el de mayor gasto. El modelo fue utilizado para estimar la convergencia de los escurrimientos en las cuencas y determinar puntos críticos en la concentración de escurrimientos a nivel AGEB. Para asignar los valores de intensidad del escurrimiento, se tomó en cuenta el porcentaje de la superficie de la AGEB en cada uno de los niveles de Strahler; posteriormente se multiplicó por su posición en la distribución de los escurrimientos, esto es, la AGEB con el mayor número de metros lineales de escurrimiento tiene el valor de 1, mientras que la que no presenta escurrimientos tiene un valor de 0. A la longitud e intensidad del escurrimiento se le asignó un valor de 0.7 en la construcción del índice de exposición

De manera adicional se consideraron las obstrucciones al cauce natural de los escurrimientos. Una limitante es que no se pudo crear un indicador más preciso sobre el nivel obstrucción en los escurrimiento,

no obstante, se le adicionó un valor de 0.3 aquellas AGEB"s que presentan algún tipo de obstrucción al cauce natural.

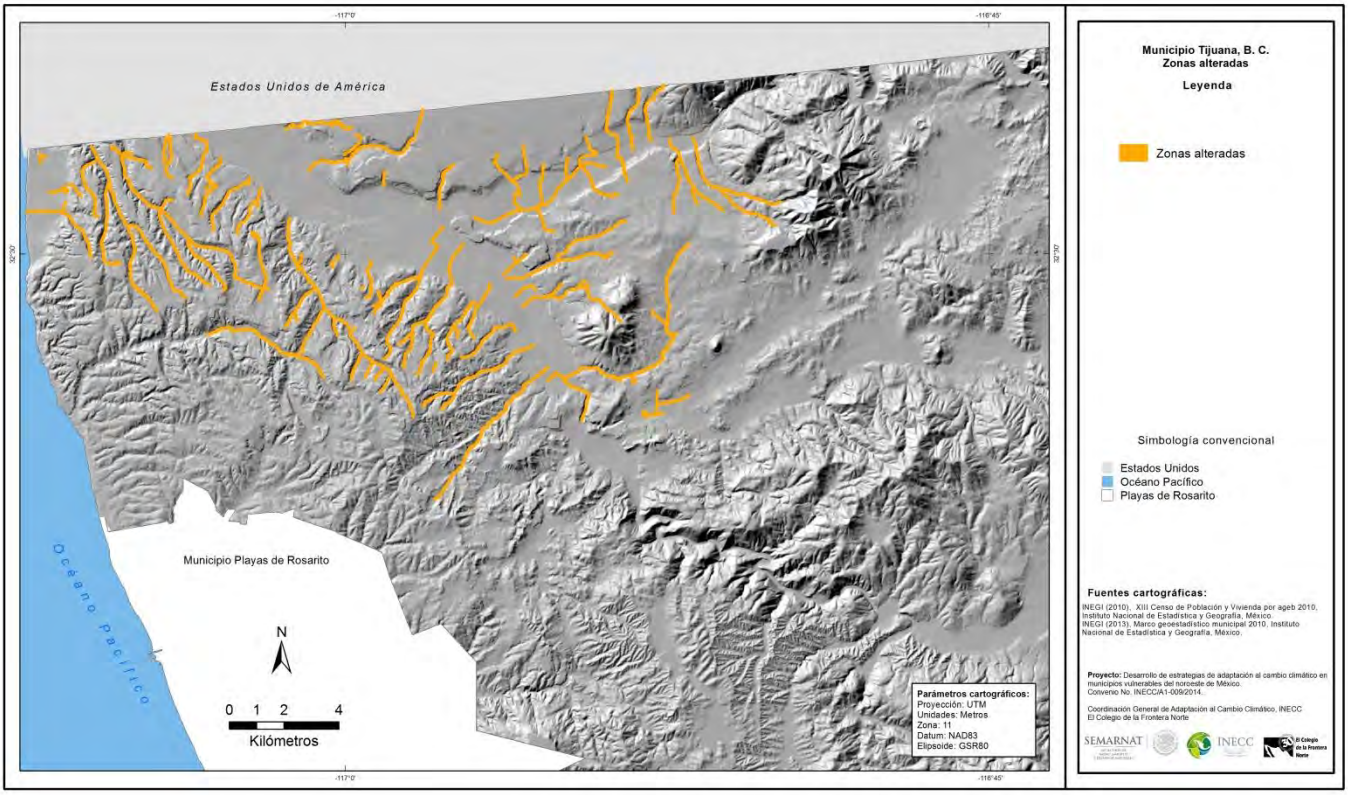
En el mapa 7 se presenta los resultados del modelo de Strahler, destacan las zonas bajas del municipio como las zonas de mayor exposición, en particular las zonas en donde convergen los escurrimientos de dos o más cuencas hidrológicas. La zona central de la canalización del Río Tijuana es el mayor punto de convergencia de los escurrimientos pluviales (valor 7 en el modelo de Strahler) pero a su vez es el canal con mayor capacidad de carga del sistema del drenaje pluvial de Tijuana. También destaca con valor alto la zona del Arroyo del Alamar en donde convergen los escurrimientos de la parte este del municipio. Esta parte baja divide el área urbana en un lado poniente y un lado oriente.

Mapa 7. Tipos de escurrimientos en Tijuana según el modelo Strahler y cuencas hidrológicas, 2015



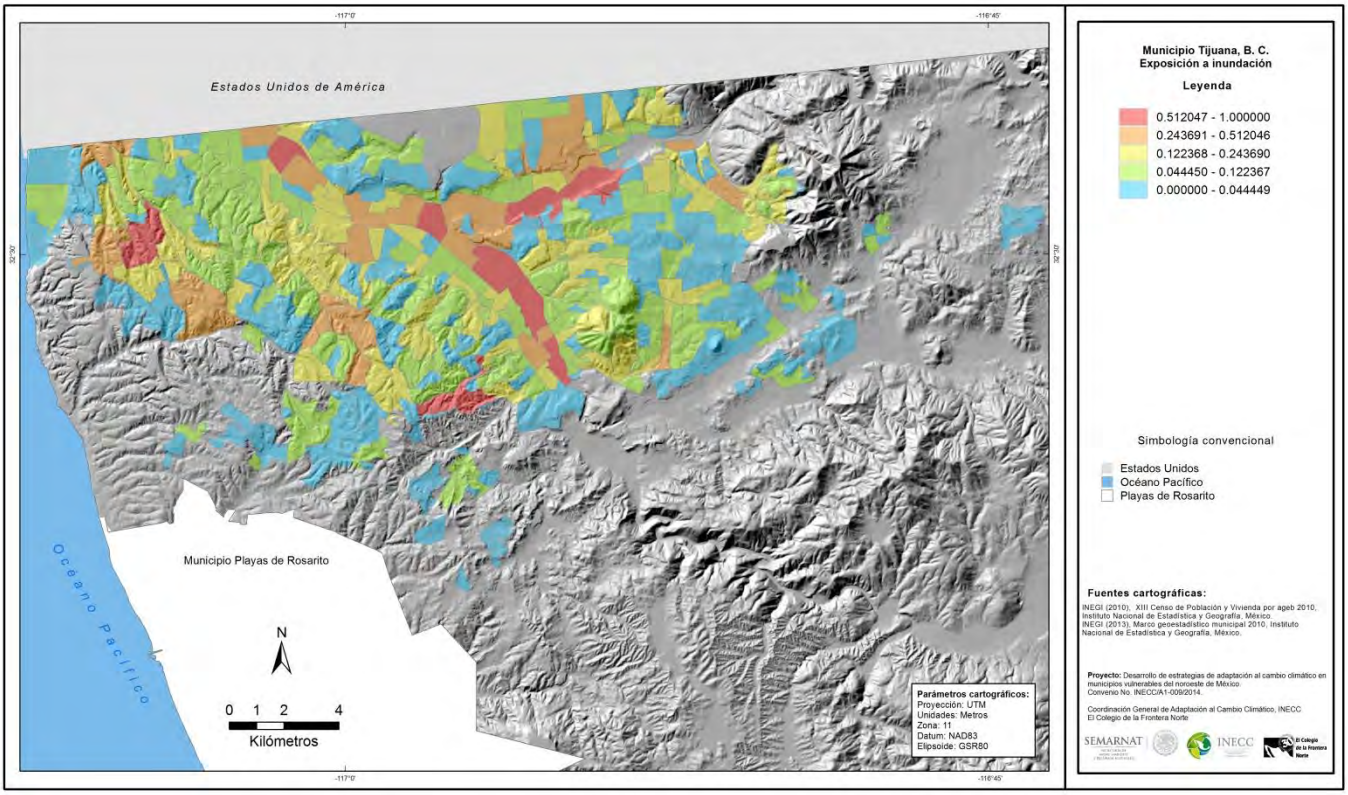
En el mapa 8 se presentan las zonas que presentan alteraciones al cauce natural del escurrimiento, mismas que se consideraron en el cálculo de la exposición a inundaciones como un valor aditivo de 0.3. Una limitación es que no se logró diferenciar el grado de obstrucción, por lo que el valor sólo se da por la presencia de obstrucciones.

Mapa 8. Alteraciones al cauce natural de los escurrimientos pluviales



En el mapa 9 se presenta la exposición a las inundaciones en el municipio de Tijuana, el cual muestra que los valores más altos de exposición se concentran en el poniente y en las partes bajas del centro del municipio.

Mapa 9. Exposición a inundaciones, 2015

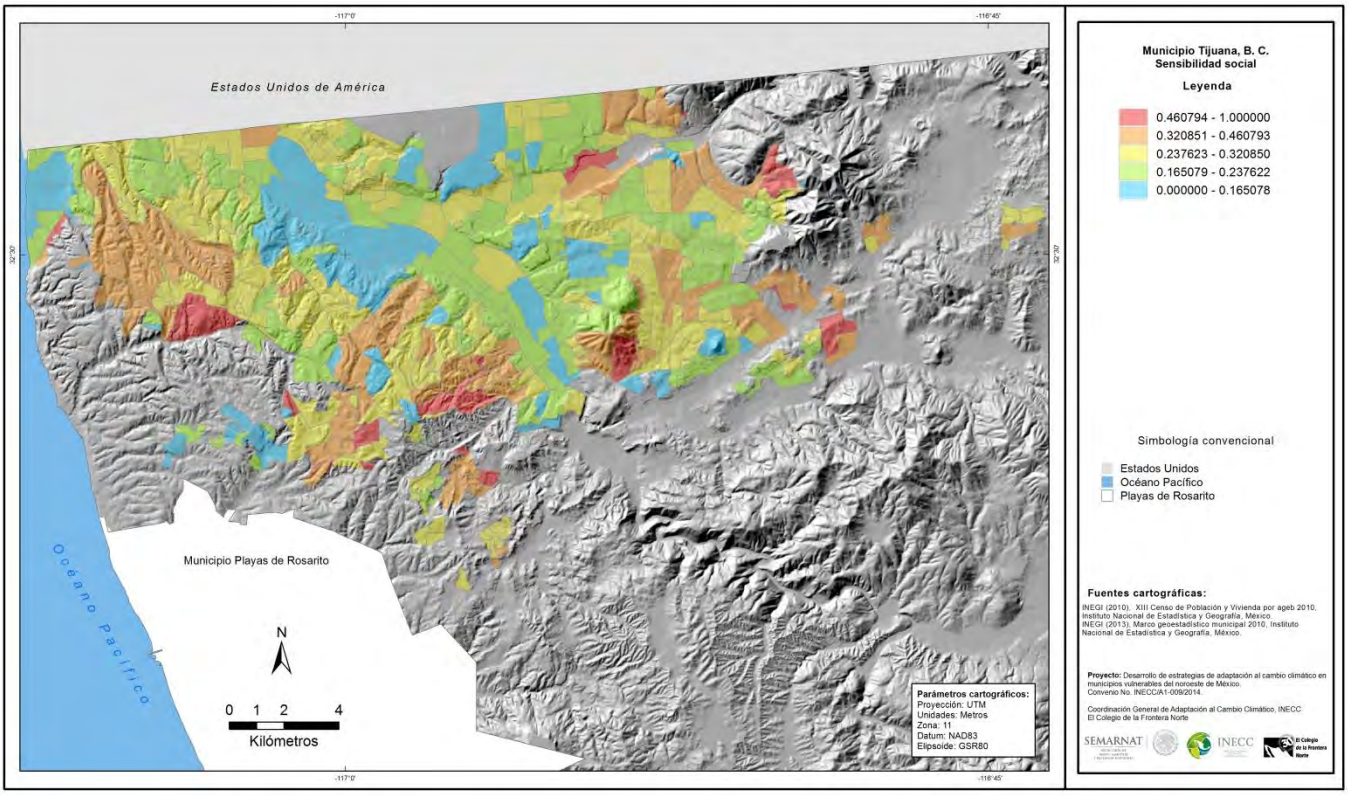


El mapa se resalta también que un mayor número de AGEBs con valores de exposición medio, medio alto y alto se concentran en el lado poniente de la ciudad. La concentración de mayores cuencas hidrológicas y pendientes en esta parte del municipio como muestra el mapa arriba mencionado explica los elevados valores de exposición.

3.1.2 Sensibilidad

Los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en el mapa 10.

Mapa 10. Sensibilidad social en Tijuana, 2010



Se distingue la concentración de valores bajos de sensibilidad (en azul) en la parte central del municipio que corresponden con las zonas bajas y de más antigua urbanización como el centro histórico y las colonias adyacentes. También se incluye la zona de la canalización del Río Tijuana, una extensa área de renovación urbana en la década de los años 1970, playas de Tijuana y en algunas zonas de reciente urbanización al sur de municipio por fraccionamientos formales destinados a familias de ingreso medio. Las zonas de valor medio bajo (en verde) se extienden en la parte norte y al este del municipio en zonas urbanizadas a partir de la década de los años 1980 y en donde se ha extendido de manera significativa los fraccionamientos formales, la infraestructura y los servicios urbanos. La zonas de valor medio (en amarillo) indican zonas de mayores carencias sociales y urbanas en la periferia del área urbana consolida a partir de la década de los años 1970. Las zonas de valores medio alto (en naranja) y alto (en rojo) son por lo general de reciente ocupación y con frecuencias en zonas de peligro en los cauces naturales de escurrimientos pluviales y en

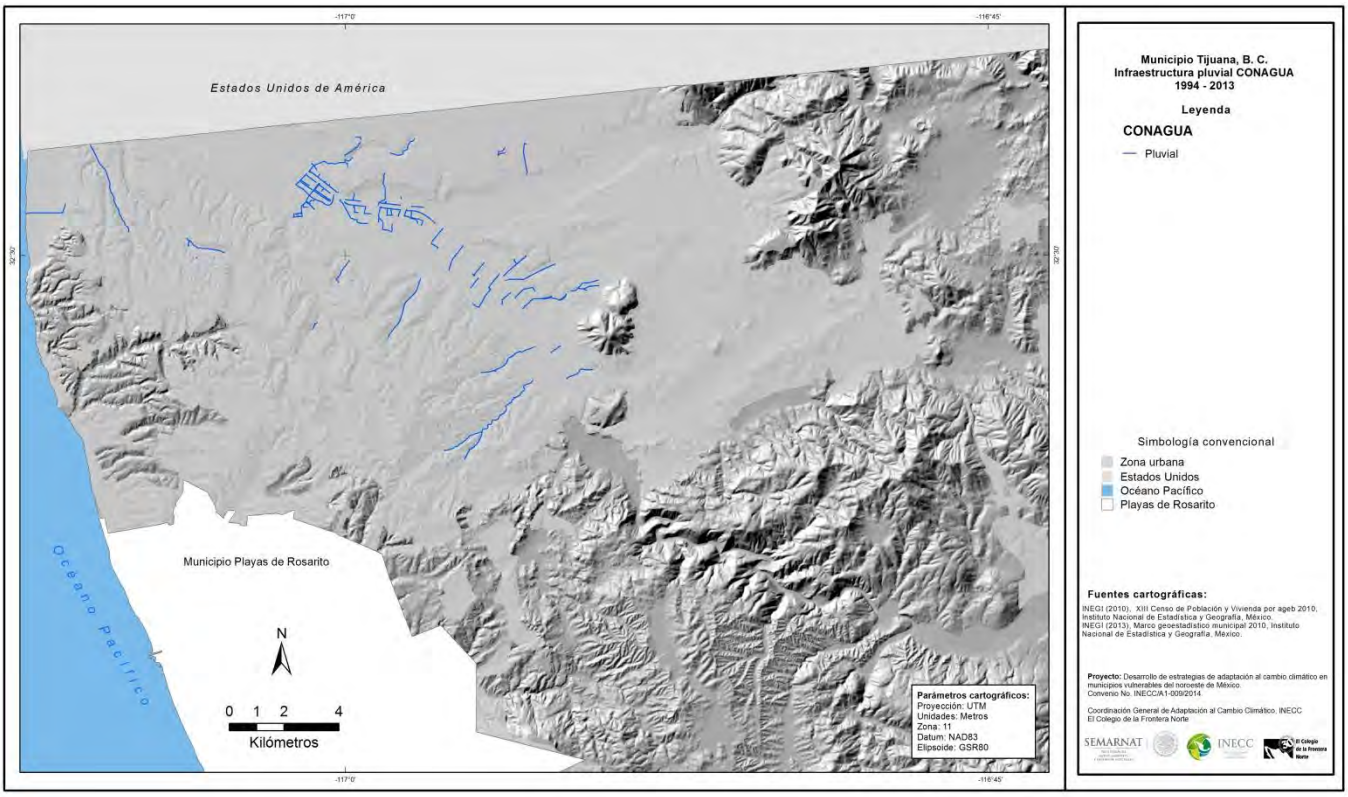
zonas de fuerte pendiente. Sin embargo, hay AGEBs con esos valores que cuentan con décadas de ocupación del suelo en Tijuana pero que no han logrado mejorar su rezago social y urbano.

Destaca por ejemplo la zona de Los Laureles al poniente del municipio próximo a Playas de Tijuana, El Cañón del Sainz al sur del municipio, la zona conocida como Camino Verde al centro del municipio, las zonas sur y este del cerro el Colorado y las zonas de las Torres al este del municipio. Todas estas son colonias formadas a partir del proceso de invasión y crecimiento urbano informal en zonas de peligro por sus condiciones físicas.

3.1.3 Capacidad adaptativa

Se usó la información de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para identificar inversiones en el sistema del drenaje pluvial de Tijuana. A través del portal de transparencia logramos obtener alguna información relevante; no obstante, no fue posible lograr un referente geográfico para todas esas obras, el mapa 11 localiza aquellas obras que pudieron georreferenciarse e incorporarse al sistema de información geográfica del proyecto. Esta información permite identificar que esas obras son parte de la adaptación a problemas crónicos de inundaciones y pueden considerarse parte de la capacidad adaptiva local.

Mapa 11. Ubicación geográfica de la infraestructura pluvial CONAGUA, 1994-2013

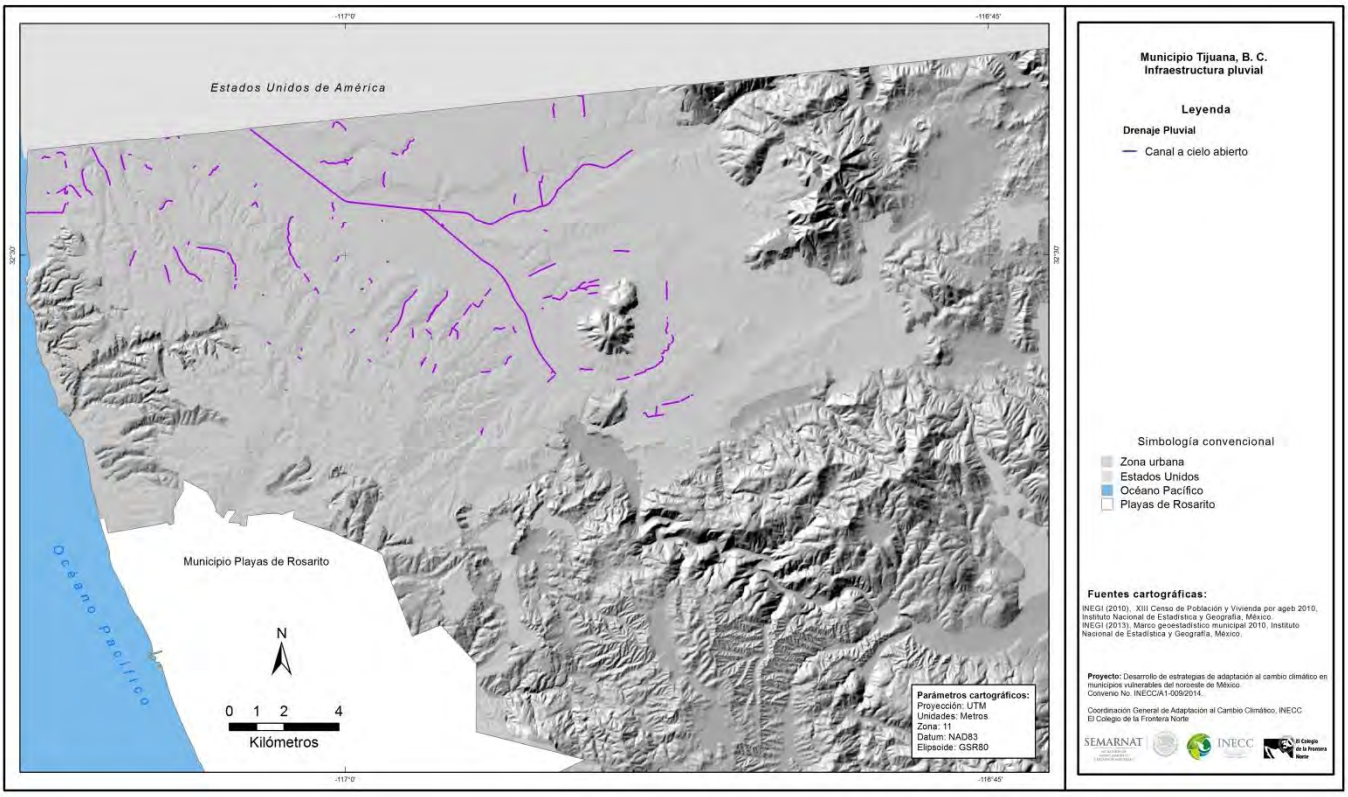


Otra fuente de información consultada fue la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT). Esta comisión está encargada de la operación del sistema municipal de agua potable, y de los sistemas de drenaje sanitario y el drenaje pluvial. Al igual que en el caso de CONAGUA, nuestro interés era identificar cómo la expansión del drenaje pluvial podía considerarse como parte de la capacidad adaptativa en Tijuana. Desgraciadamente, la información disponible en la CESPT es muy limitada y no permitió llevar a cabo ese análisis.

A pesar de esas limitantes, el análisis de los daños históricos en el municipio permite identificar que al menos una parte de los canales a cielo abierto se realizó como respuesta a problemas de anegamiento en diversas partes del área urbana durante las últimas décadas. En el mapa 12 se identifica la extensión de esa red que forma parte de la capacidad adaptativa local. El sistema del drenaje pluvial cubre la parte central

del área urbana a través de una combinación de ductos subterráneos y canales a cielo abierto. En el mapa se identifican canales en la periferia del área urbana no conectados al resto del sistema pluvial en zonas donde han ocurrido daños por anegamiento.

Mapa 12. Drenaje pluvial a cielo abierto en Tijuana, 1970-2015.



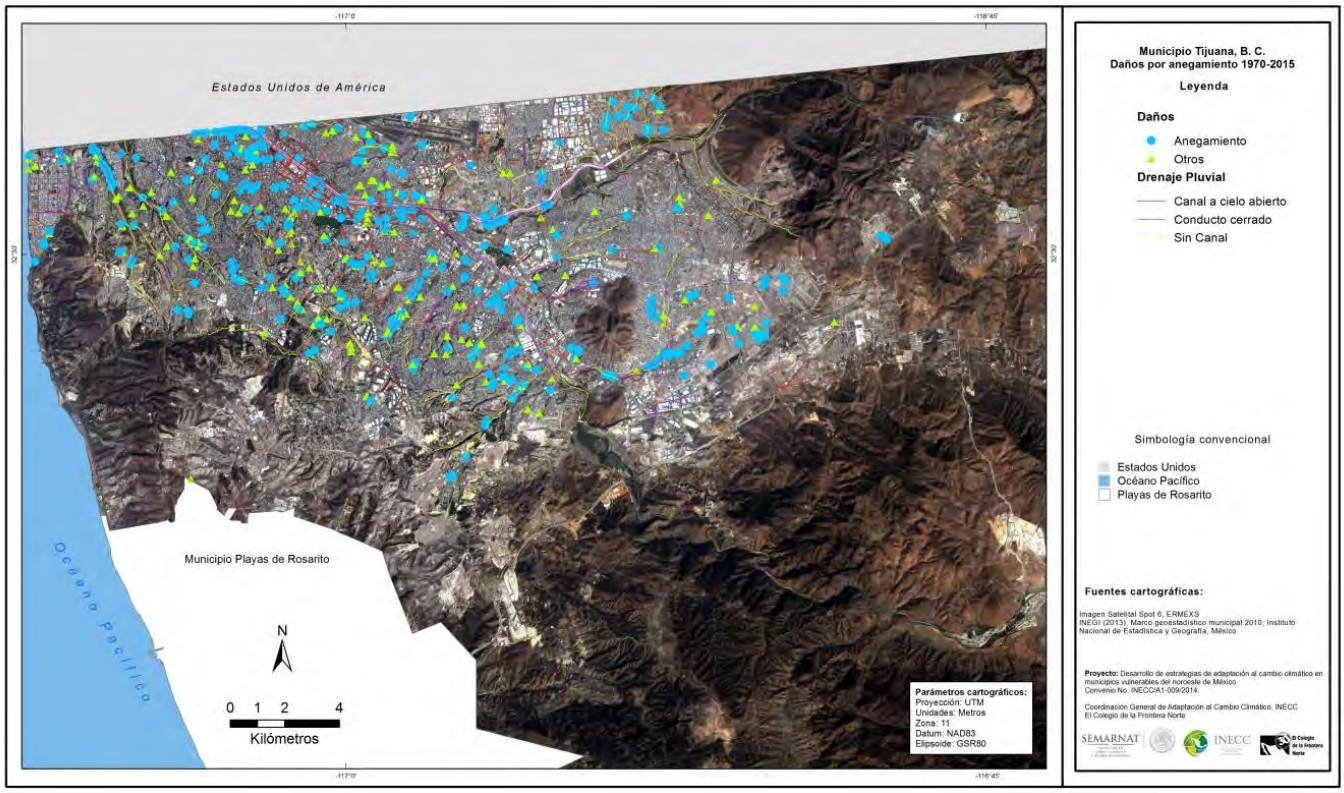
La construcción de esos canales puede interpretarse como una acción de adaptación a problemas crónicos causados por eventos hidrometeorológicos y climáticos. Una pregunta que nuestro proyecto no ha logrado responder directamente es si la capacidad de aforo de los ductos y los canales del sistema pluvial es suficiente para evitar daños por anegamiento actualmente y en las próximas décadas. La CESPT y CONAGUA no cuentan con información sobre el gasto en los escurrimientos de las cuencas hidrológicas en el municipio y es difícil estimar si los ductos y canales del sistema pluvial son capaces de evitar inundaciones. Los esfuerzos realizados al crear el monitoreo ciudadano desarrolladopor el proyecto (ver el

reporte sobre la Estrategia de Comunicación Social) con el fin de dar seguimiento a la precipitación durante esta última temporada de lluvias, arriba descrito, no logró obtener suficientes datos para estimar esa capacidad a pesar de haber medido el perfil de los canales en 90 puntos de la ciudad; sin embargo, dicha información nos ayudara eventualmente a estimar su capacidad de aforo.

3.1.4 Evidencia de daño

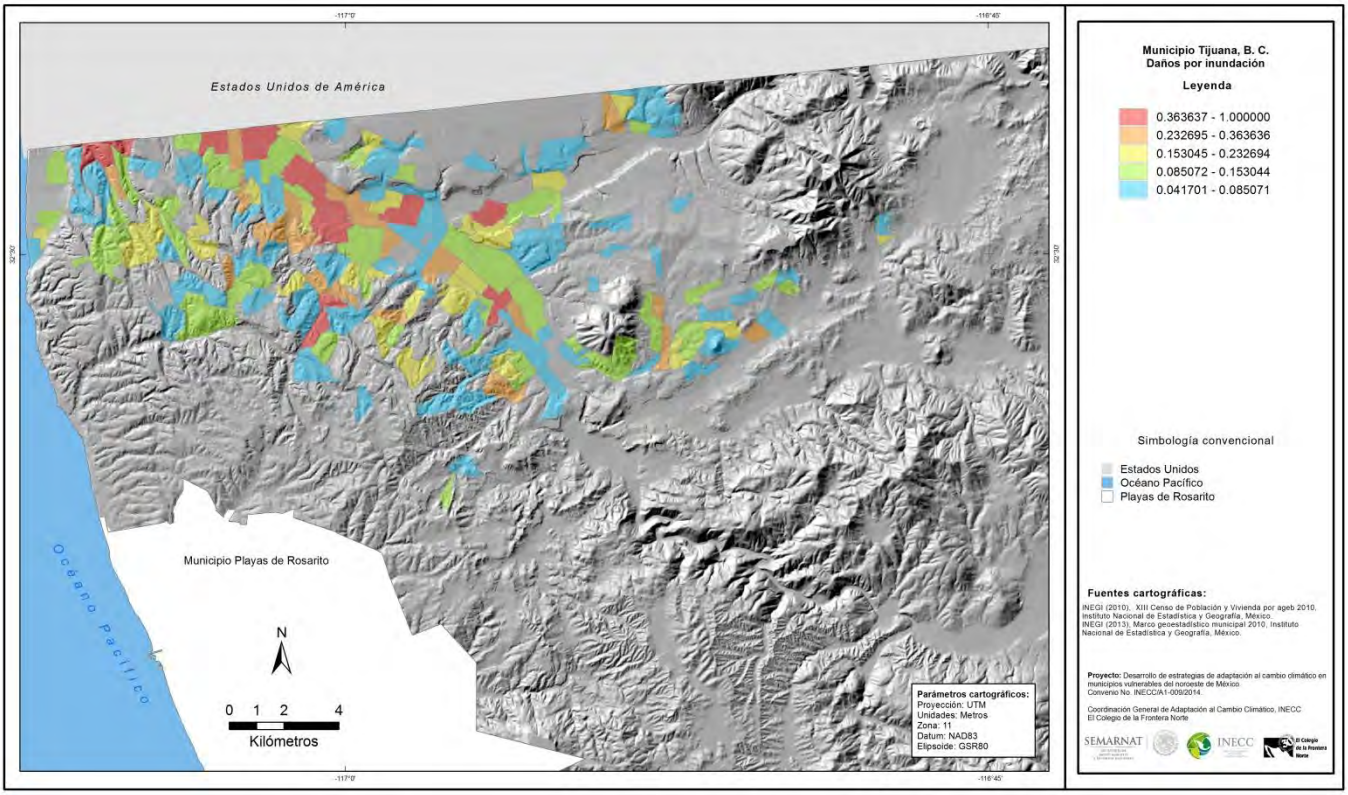
El mapa 13 muestra los puntos georeferenciados con las inundaciones recurrentes. Se observa que buena parte de esos daños se presentan en los escurrimientos pluviales. Se puede ver también que el drenaje pluvial se ha concentrado en esas zonas como respuesta reactiva ante las afectaciones.

Mapa 13. Daños por anegamieto y drenaje pluvial, 1970-2015



En el mapa 14 se presenta el índice de daños históricos causados por inundaciones (inundación), el cual muestra que un significativo número de daños causados por inundaciones se concentra en las partes bajas y el centro del municipio (AGEBs en color rojo y naranja).

Mapa 14. Daños por anegamiento.



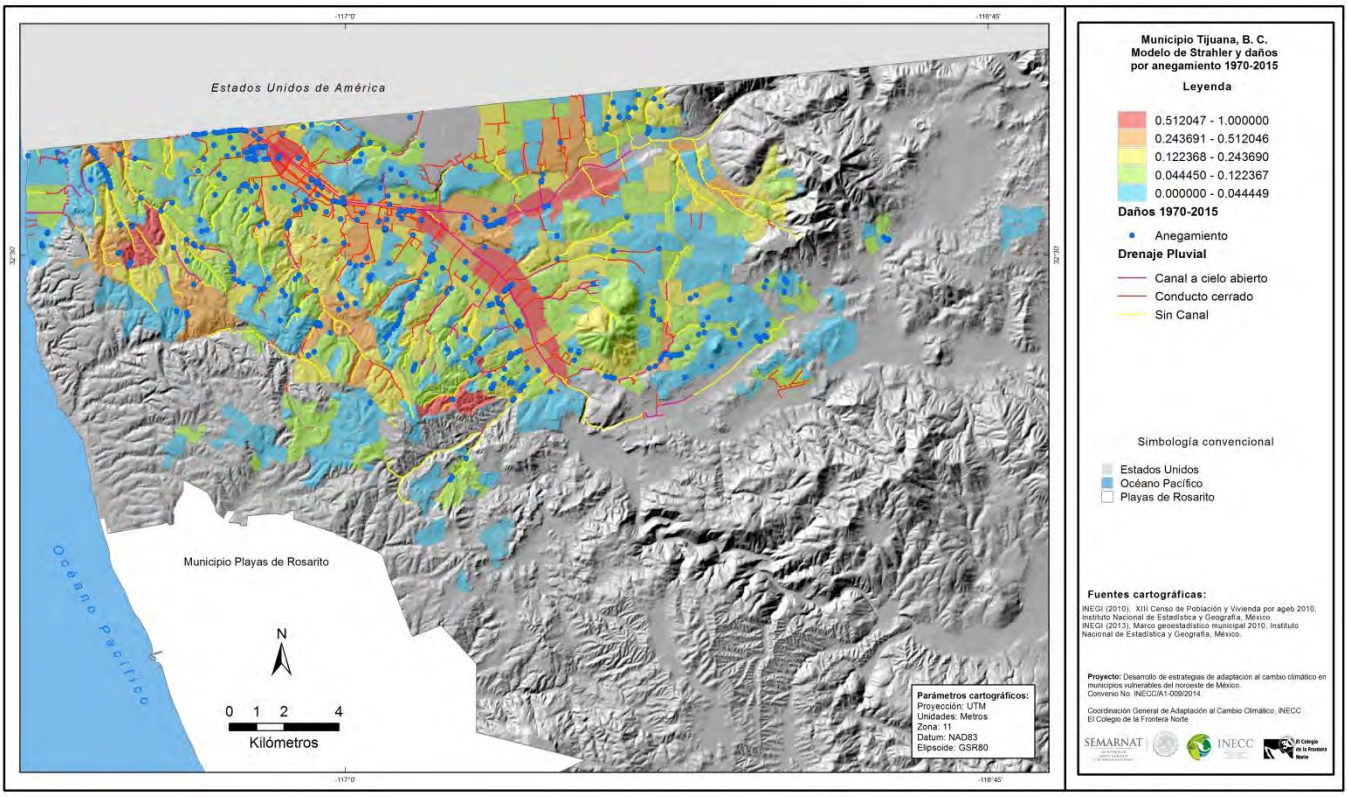
En el mapa 14 se distinguen también daños en la parte poniente del municipio y en algunas zonas en la parte oriente en donde los daños se localizan en zonas específicas como en el Florido, en la parte baja adyacente a la mesa de Otay y en la zona de más reciente urbanización de las Torres en el extremo noreste del municipio. El mapa se resalta también que un mayor número de AGEBs con valores de daños medio, medio alto y alto se concentran en el lado poniente de la ciudad.

El análisis de la base de daños históricos nos permite ver que los problemas de anegamiento en diversas partes de la ciudad son recurrentes, incluyendo el centro urbano histórico, algunas avenidas importantes y en una gama de colonias periféricas. La expansión reciente de partes del sistema pluvial resulta ser un ejemplo de la respuesta reactiva a los problemas que se originan en la ciudad por cuestiones climáticas; tal es el caso de la construcción de nuevos ductos en la avenida internacional paralelo a la frontera Internacional en los últimos dos años representa una inversión significativa de recursos que trata de resolver un problema crónico de anegamiento en esa zona. En la sección del diagnóstico integrado se presenta una descripción más amplia de esos resultados

3.2 Diagnóstico integrado de vulnerabilidad social a inundaciones

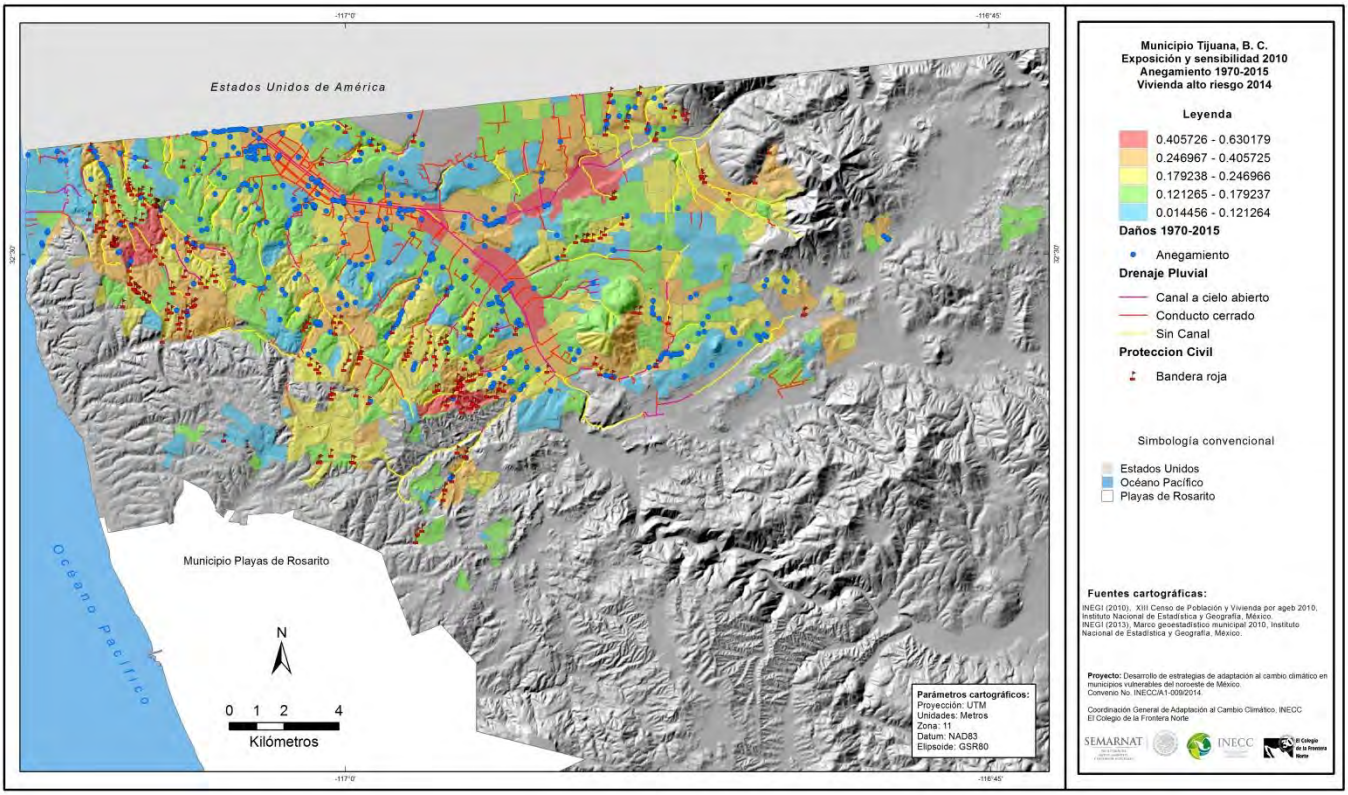
El mapa 15 ilustra la evidencia de daños, la infraestructura defensiva sobre el componente de exposición. Se destaca una correspondencia importante entre los valores altos de este componente con la evidencia de daños; así como la construcción de infraestructura defensiva para aminorar los mismos. Es relevante notar que las zonas bajas del Arroyo del Alamar y del Río Tijuana muestran valor alto y medio alto, debido a que en esas zonas convergen varios escurrimientos, además de que son partes planas de la ciudad; esto también está presente en la zona de la renovación urbana del Rio Tijuana. La parte poniente en la zona de Los Laureles y al sur del municipio presenta un valor medio alto.

Mapa 15. Exposición y evidencia de daños por anegamiento, 1970-2015



Una evidencia adicional de la vulnerabilidad social a inundaciones son los registros de protección civil municipal sobre viviendas clasificadas a por ellos como localizadas en zonas de peligro. Protección Civil municipal coloca etiquetas o banderas rojas en esas viviendas en un esfuerzo para informar a sus ocupantes sobre el peligro al que se encuentran expuestos. Las 230 banderas rojas actuales de protección civil se muestran en el mapa 16 sobre puestas (de manera indicativa) a una agregación parcial del componente de exposición y sensibilidad. Se observa que casi la totalidad de esas banderas se encuentran en zonas clasificadas en nuestro diagnóstico como de alta y media alta exposición y sensibilidad. La mayor parte de ellas localizadas al poniente y sur y algunas localizadas al este, al noreste y al norte del municipio.

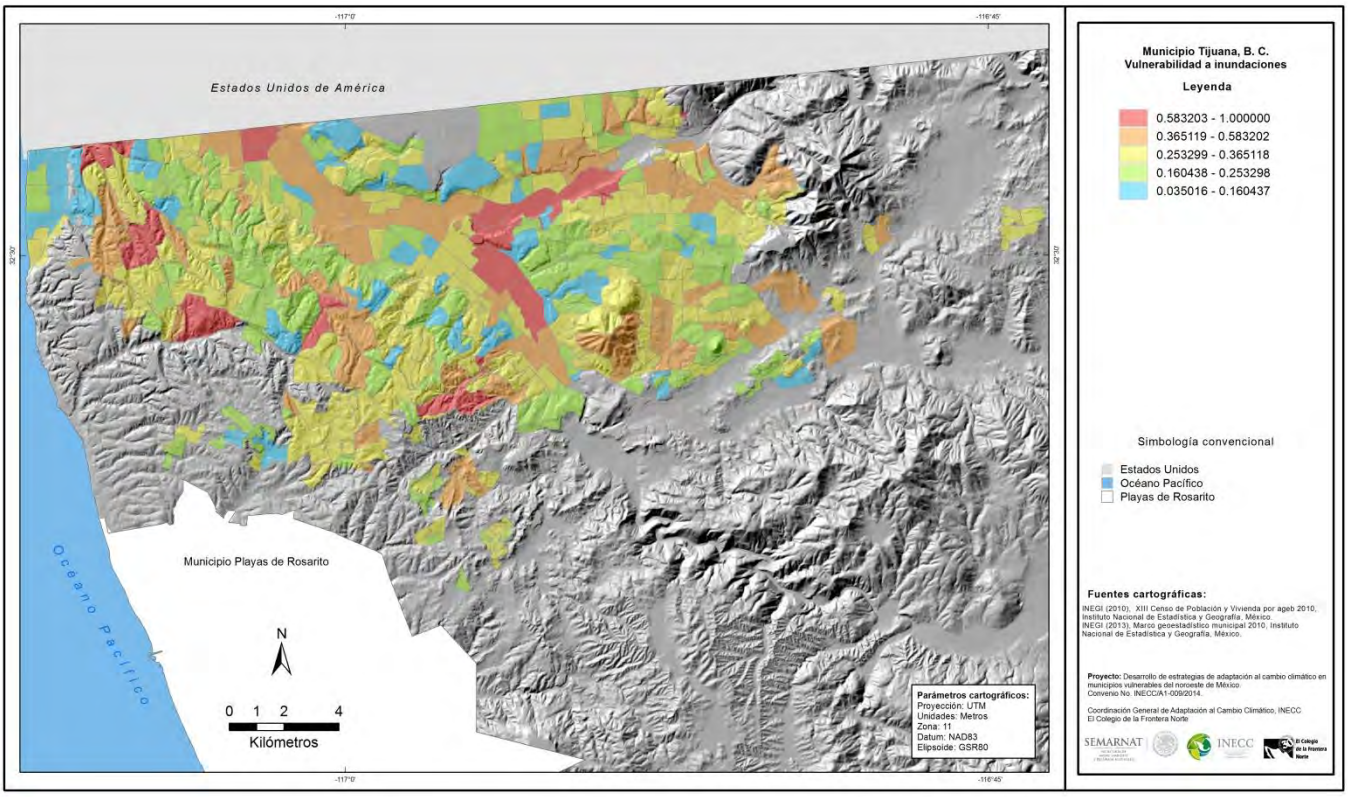
Mapa 16. Exposición y sensibilidad 2010, anegamiento 1970-2015 y vivienda de alto riesgo 2014



En suma, para el caso de la vulnerabilidad social a inundaciones, la exposición es el elemento mayor peso tiene en el índice, esto se explica debido a que la dirección e intensidad de los escurrimientos son los que condicionan las afectaciones por ese tipo de daños. Por su parte, las condiciones sociales de buena parte de la población de Tijuana, medidas a través de las variables de carencias sociales en el análisis de sensibilidad, agravan su vulnerabilidad. Es importante mencionar que como capacidad adaptativa a nivel intra-urbano nos referimos a la construcción de infraestructura defensiva (la expansión del drenaje pluvial) ante las inundaciones. Esta información presenta una limitación importante debido a que no hay datos disponibles para determinar la capacidad de respuesta de la infraestructura defensiva. Las evidencias de daños recientes por anegamiento durante los últimos 15 años pueden considerarse como evidencias de una capacidad limitada del sistema pluvial actual ante los niveles de precipitación registrados durante las últimas décadas en el municipio.

El análisis de los diversos elementos de la vulnerabilidad arriba descritos permite construir un diagnóstico técnico integrado. Como mencionamos al inicio de este reporte, diferenciamos con fines analíticos el peligro por anegamiento y el peligro por remoción, depositación y erosión. El mapa 17 cruza la información de exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y evidencia de daños a inundaciones para crear una visión integrada de ese problema. Para la representación de la vulnerabilidad se dieron los siguientes pesos: exposición (0.4), sensibilidad (0.2), capacidad adaptativa (0.2) y evidencia de daño (0.2), posteriormente y se generó un índice que va de 0 a 1; tal que la AGEB con mayor grado de vulnerabilidad presenta el valor más alto, mientras que la menor tiene valores cercanos a cero.

Mapa 17. Vulnerabilidad social a las inundaciones en Tijuana, 1970-2015



Es importante notar que la suma de los elementos arriba descritos muestra al municipio de Tijuana como particularmente vulnerable a las inundaciones (. Sólo el 9.8% de la superficie presenta valores de

vulnerabilidad baja, el 24.8% presenta valores medio bajos; el 33.2% valores medios, mientras que poco más del 28% son valores de vulnerabilidad media alta y alta. En el caso de la vulnerabilidad alta, corresponde al 7.54% de la superficie. En términos de la población que habita esas zonas, la distribución porcentual muestra que sólo el 3.6% de la población se localiza en AGEB"s consideradas de alta vulnerabilidad, no obstante, en términos absolutos esto corresponde a 55,322 habitantes. Aunado a ello, el 15.4% de los habitantes se encuentran asentados en zonas con vulnerabilidad media alta.

Cuadro 21. Vulnerabilidad social a las inundaciones

Estrato	Rango	Población Total	Población (%)	Área (m)	Área (Km2)	Área (%)
1	0.035016 - 0.160437	185,838	12.23	26,284,073.18	26.28	9.81
2	0.160438 - 0.253298	510,540	33.60	66,310,354.15	66.31	24.75
3	0.253299 - 0.365118	532,370	35.04	88,956,381.90	88.96	33.20
4	0.365119 - 0.583202	234,534	15.44	56,319,066.05	56.32	21.02
5	0.583203 - 1	55,322	3.64	20,191,155.14	20.19	7.54
	Perdidos	850	0.06	9,891,638	9.89	3.69
	Total	**1,519,454**	100.00	267,952,668.78	**268**	100.00

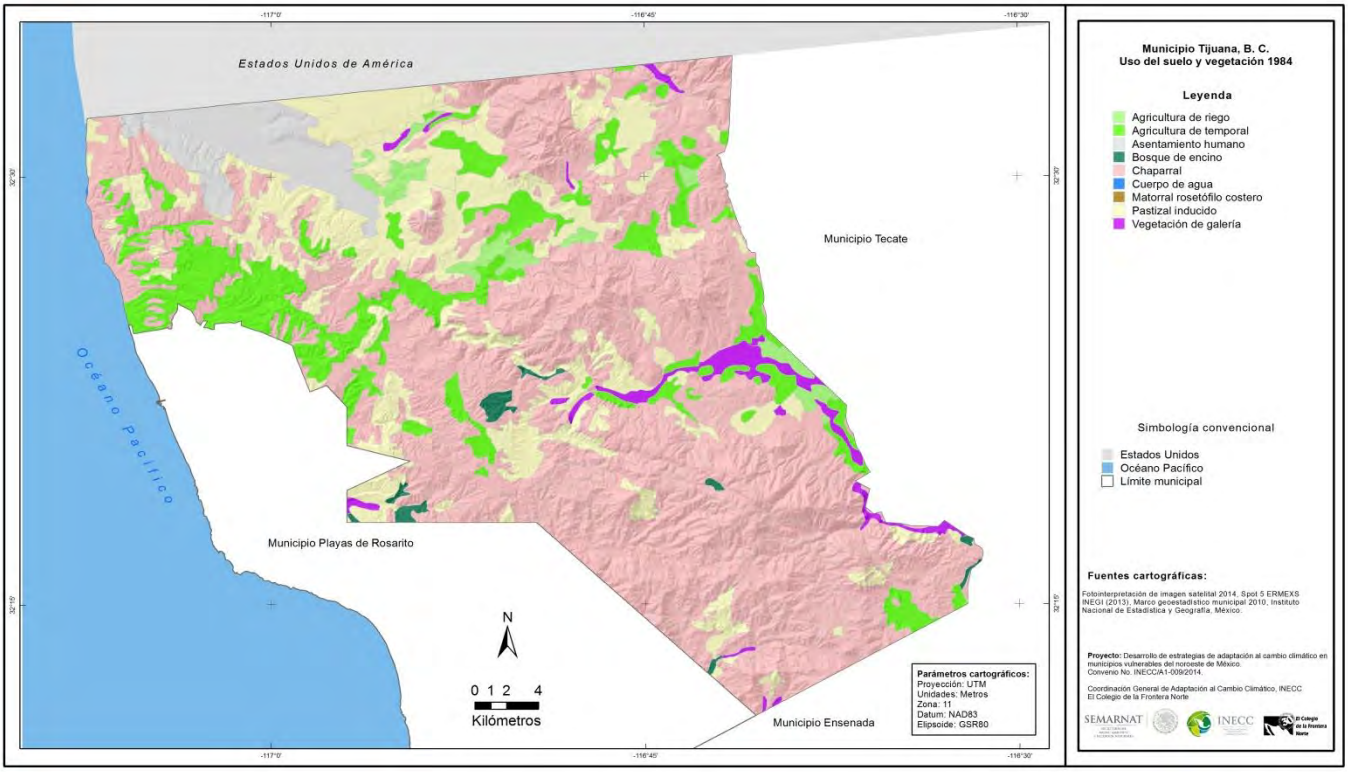
Fuente: elaboración propia

El diagnóstico de la vulnerabilidad a inundaciones permite concluir que Tijuana enfrenta un problema crónico al que no se le ha otorgado suficiente atención por las autoridades locales, estatales o federales. Las acciones de adaptación llevadas a cabo han sido reactivas y limitadas. El análisis de los daños históricos en conjunto con la precipitación diaria registrada durante los días de esos eventos, muestra que no se trata de eventos extraordinarios (capítulo 6 del reporte). El análisis llevado a cabo ayuda al diseño de acciones de adaptación a la variabilidad y el cambio climático. A pesar de lo relevante que es la exposición en el caso de Tijuana, sobresale la importancia de incorporar la sensibilidad, la capacidad adaptativa y la evidencia de daños como elementos centrales para entender la vulnerabilidad a inundaciones. Las estrategias y acciones de adaptación requieren dar particular atención a fortalecer la capacidad adaptativa a través de acciones que contribuyan al desarrollo social de las comunidades con niveles de vulnerabilidad más elevados.

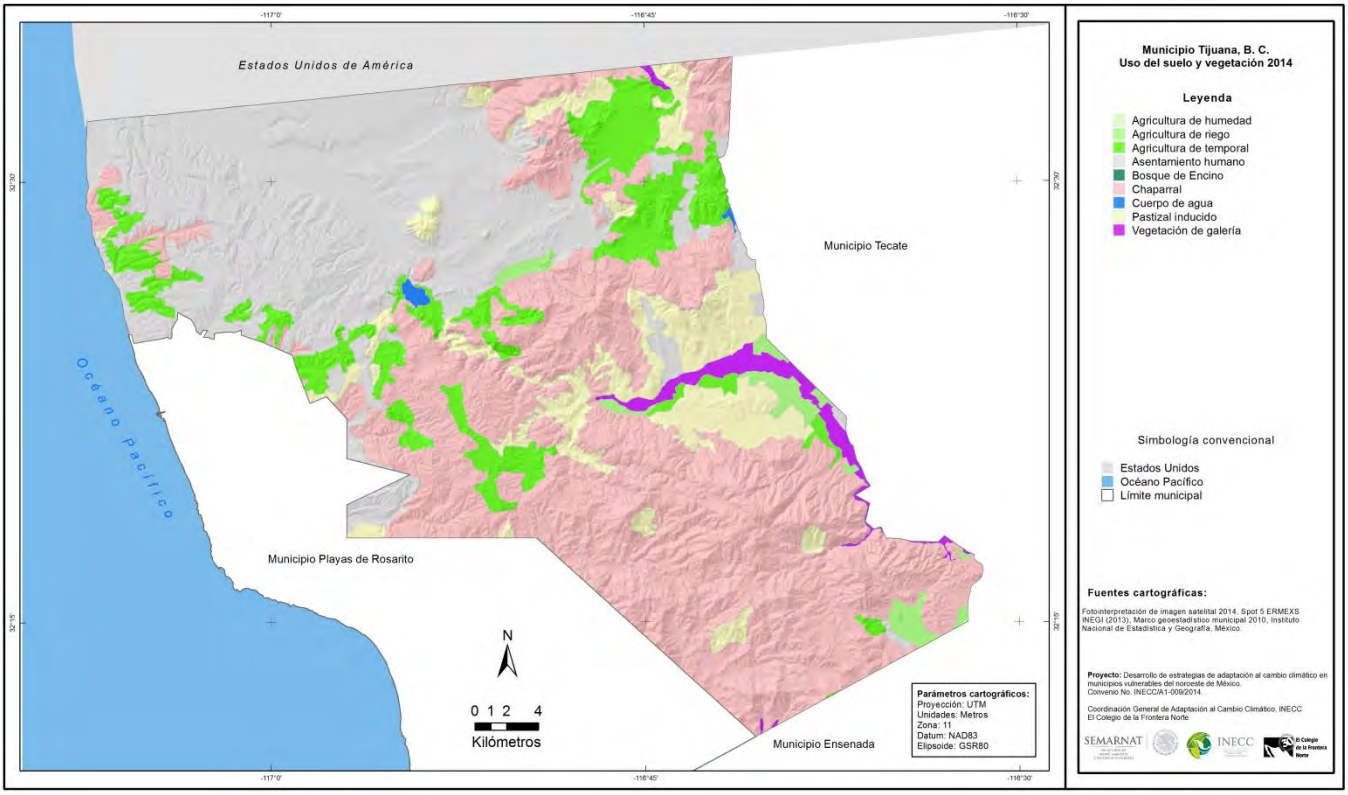
4. Vulnerabilidad social a deslaves

La historia del crecimiento urbano histórico en Tijuana muestra un crecimiento concéntrico a partir del cruce fronterizo internacional. Tanto las líneas de transporte como la infraestructura urbana convergen en el centro histórico de la ciudad. Ese crecimiento concéntrico ocupó primero las zonas bajas de fácil urbanización para posteriormente extenderse hacia las colinas que rodean en ambos lados la afluencia del Rio Tijuana y el Arroyo el Alamar. A pesar de que el centro histórico de Tijuana mantiene una función e influencia central en el flujo de bienes y personas, el rápido crecimiento de la industria maquiladora a partir de la década de los años 1980 favoreció el crecimiento urbano al este del municipio. El análisis del uso del suelo en el municipio de Tijuana entre 1984 y el 2014 (ver mapas 18 y 19) muestra el crecimiento explosivo del área urbana en esas décadas y la expansión progresiva a zonas de mayor pendiente con el paso del tiempo.

Mapa 18. Vegetación y uso de suelo, 1984



Mapa 19. Vegetación y uso de suelo, 2014



Dicha expansión de la superficie urbana hacia zonas con pendientes pronuncias es el punto de partida para entender la vulnerabilidad a deslaves en Tijuana. En las secciones siguientes se describe de manera comprehensiva los componentes de dicha vulnerabilidad.

4.1 Componentes de la vulnerabilidad

Al igual que en el caso de las inundaciones, el esquema metodológico del proyecto se ajustó para el estudio de la vulnerabilidad social a los deslaves en Tijuana a un nivel intra-urbano. La Figura 2 muestra las variables usadas para el estudio de la vulnerabilidad a los deslaves. Dadas las condiciones particulares de crecimiento urbano en Tijuana, arriba señaladas, se le otorgó mayor peso en la ecuación de vulnerabilidad a la exposición que a la sensibilidad y la capacidad adaptativa.

Figura 2. Explicación del diagnóstico técnico de la vulnerabilidad social a deslaves.

Dimensión	Variable	Indicador
Exposición	Grado de exposición	I: Intensidad de la pendiente (1-3)
		L: Superficie de la pendiente con respecto a la AGEB
		S : Grado de sismicidad (1-3)
		T: Grado de terraceo (1-3)
		E = (I*L+S)*T
Sensibilidad	Componentes principales	S : Grado de sensibilidad
Capacidad adaptativa	No hay datos	ND
Daños	Evidencia de daños	D: Nivel de daños ocasionados
Índice de vulnerabilidad		**IV = 2/4E + 1/4S +1/4D**

Fuente: elaboración propia.

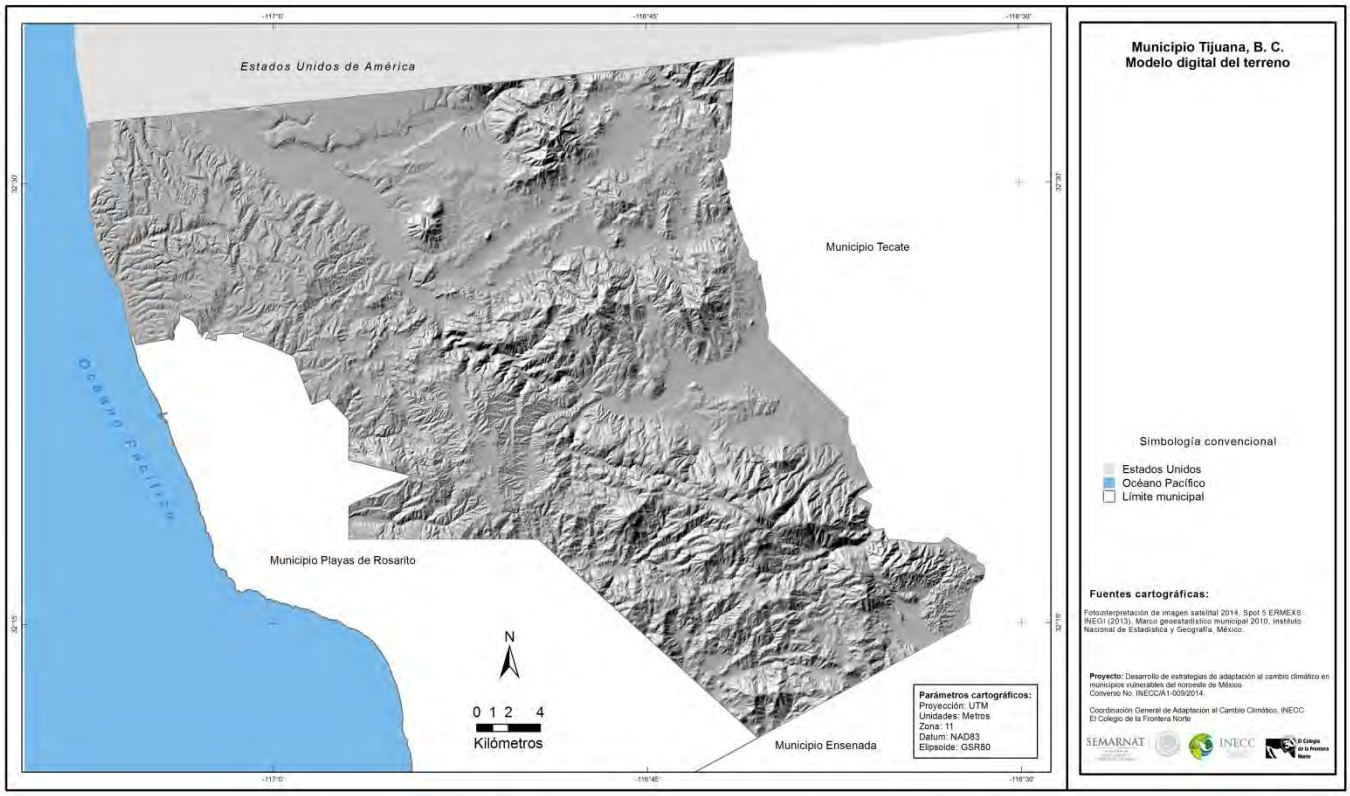
La exposición tiene un peso de 0.5 en la ecuación, mientras que la sensibilidad tiene 0.25 y la capacidad adaptativa 0.25. Se le otorgó mayor peso a la exposición por considerarse que las variables usadas para su análisis tienen mayor valor explicativo y están mejor documentadas que las variables usadas para los otros dos componentes de exposición y capacidad adaptativa. El componente de capacidad adaptativa no se pudo integrar en la ecuación debido a la dificultad para poder documentar la infraestructura defensiva para atender los deslaves (p. ej. Muros de contención). Las variables usadas para el análisis de cada uno de los aspectos de la vulnerabilidad se explican a continuación.

4.1.1 Exposición

En el caso de los impactos que ocasionan daños por remoción, erosión o depositación de material asociados a la precipitación (si bien todos estos impactos se consideran, se usa el término "deslaves" en el documento), el análisis de la exposición se basó en los siguientes indicadores: las pendientes, el riesgo de actividad sísmica y el nivel de alteraciones a las pendientes por terraceo. La literatura internacional contribuyó a la definición de ese método de análisis. Fedeski y Gwilliam (2007) utilizan una metodología normalizada que les permite agregar el daño causado por varios peligros para finalmente crear un índice de

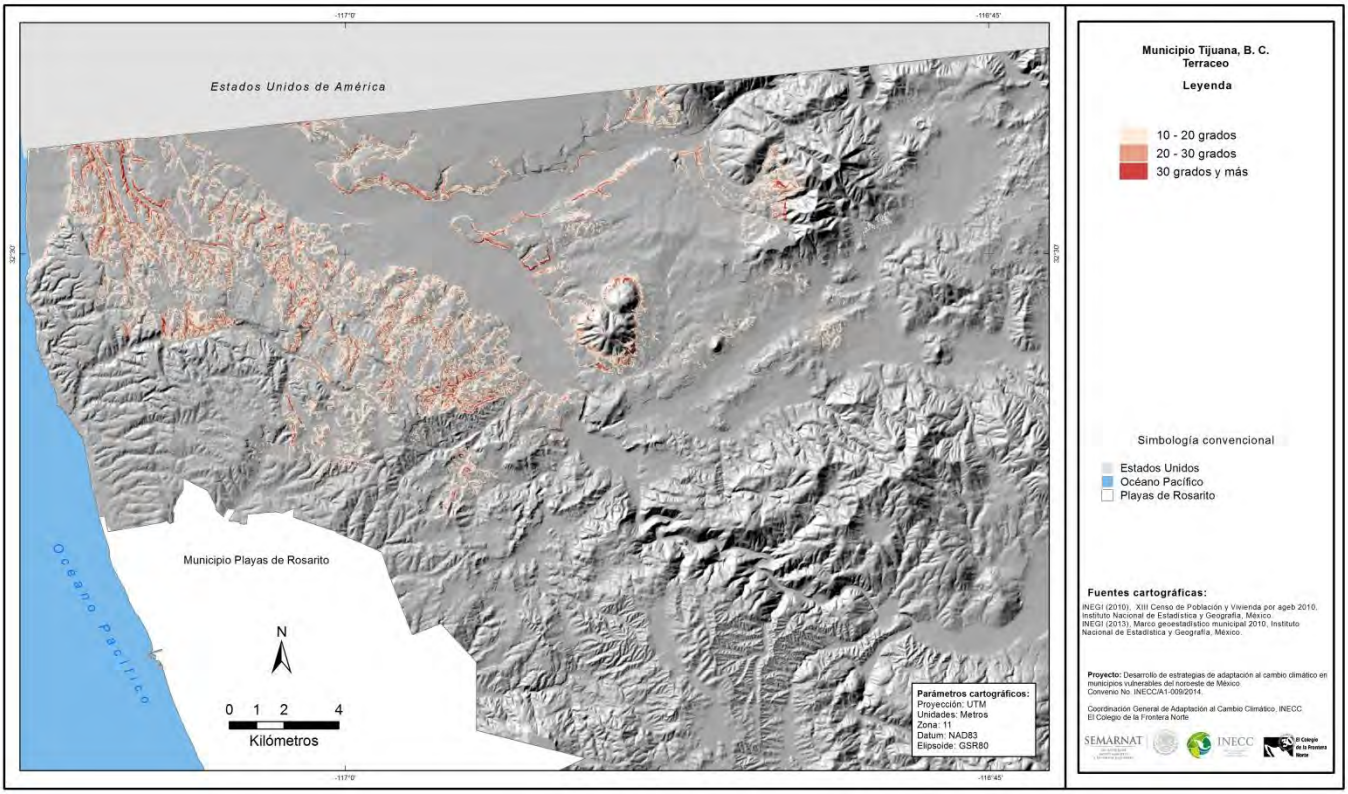
daños. Su método es aplicado en particular para analizar el daño en construcciones presenta 5 categorías: ligero, moderado, pesado, severo y colapso o pérdida total. Nuestra metodología para el análisis de la exposición es también normalizada y utiliza 5 categorías similares al estudio de Fedeski y Gwilliam (2007). El análisis de exposición a peligros de deslaves aprovechó parte de la metodología de Van Westen y coautores (2008) en su análisis de riesgo de deslaves a partir de fotografías aéreas, el modelo digital del terreno (mapa 20) de la misma zona en dos periodos de estudio diferente que permite visualizar los desplazamientos causados por los deslaves (remoción y depositación de masa) y cuantificar el volumen desplazado. Nuestro método utilizó fotografías aéreas y el modelo digital del terreno para el análisis de las pendientes y tomamos el riesgo sísmico como un proxy de otras de las variables usadas en el estudio de van Westen y coautores (2008) y consideradas en el análisis del riesgo a sismos (geología, suelos, geomorfología).

Mapa 20. Modelo digital del terreno



Se construyó un mapa de pendientes con base en las curvas de nivel en el municipio. Los datos de riesgo sísmico se obtuvieron del Atlas de Peligros del Municipio de Tijuana vol. 2 (http://www.tijuana.gob.mx/pc/planes.aspx). Mientras que el nivel de alteraciones a las pendientes se creó a través de una imagen satelital del municipio de Tijuana (mapa 21).

Mapa 21. Alteraciones a las pendientes por terraceo



Al igual que en el caso de inundaciones, la exposición a deslaves se realizó por AGEB. En el caso de las pendientes, se identificó la proporción de la superficie de la AGEB que le corresponde a cada nivel de pendiente para asignar un primer valor de exposición. Se usaron 3 ponderadores para asignar ese valor: 0 para pendientes entre 0 y 15 grados ya que estas no representan mayor problema en términos de la topografía de la ciudad, 0.33 para pendientes entre 15 y 30 grados, 0.67 para pendientes entre 30 y 45 grados y mayores de 45 grados. Además se tomó en cuenta la superficie de las AGEB"s, donde la más

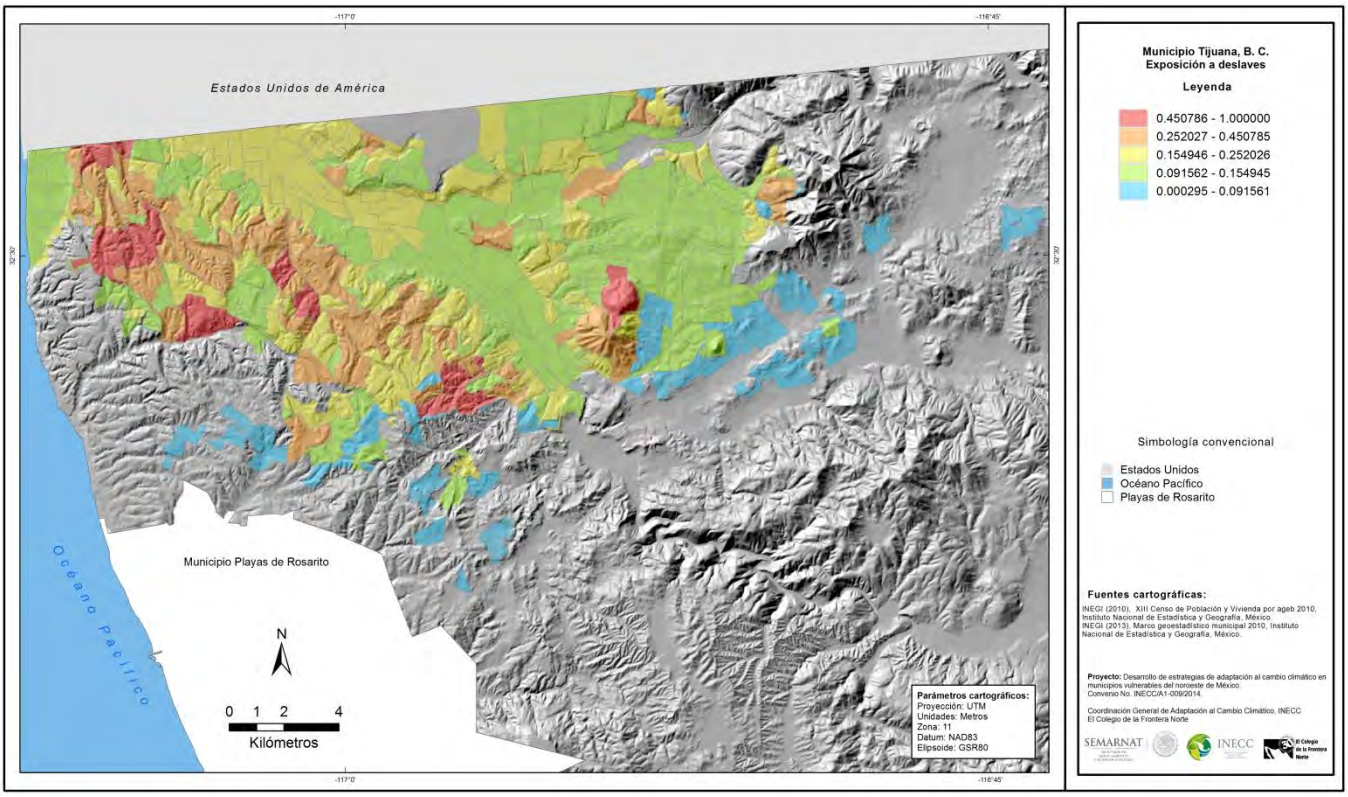
pequeña presenta un valor de 0 la más grande un valor de 1. Posteriormente, se multiplicaron esos valores en función del grado de alteración de la pendiente que presenta cada AGEB: 3 alto, 2 medio, 1 Bajo. Estos 3 indicadores corresponden al 70% del valor de la exposición.

Posteriormente adicionamos otro ponderador para considerar cómo el riesgo sísmico incrementa la exposición. Los datos del Atlas de Peligros del Municipio de Tijuana divide el municipio en 4 categorías de riesgo sísmico. Tomamos esas categorías para identificar el riesgo sísmico que le corresponde a cada una de las AGEBs. Se asignó un ponderador de 0.3 para las AGEBs localizadas en zonas de mayor riesgo sísmico, un valor de 0.2 para zonas de valor medio, y un valor de 0.1 para las zonas con valor bajo.

En cuanto al nivel de terraceo se clasifico de acuerdo a tres niveles según el grado de la pendiente en la que se realizaron alteraciones. El valor 1 corresponde a pendientes entre 10 y 20 grados; un valor de 2 para alteraciones en pendientes superiores a los 20 y hasta 30 grados; y un valor de 30 para terraceo en pendientes superiores a los 30 grados.

El mapa 22 presenta los resultados del análisis de exposición a problemas de remoción, depositación y erosión. Se identifican los valores más altos de exposición en las zonas con mayores pendientes en el municipio al poniente y el sur del municipio y valores medios en el este y noreste del municipio. El análisis muestra también un significativo número de AGEBs con valores de exposición medio alto en el poniente y sur y en el centro del municipio. Vale la pena aclarar la diferencia entre esas dos zonas. Los valores medio alto en el poniente y en el sur están asociados a mayores pendientes pero bajo riesgo sísmico, mientras que los valores en el centro del municipio están asociados a un más elevado riesgo sísmico. La parte noreste del municipio cuenta también con algunas zonas de exposición media alta. El riesgo sísmico se concentra en las zonas bajas de depositación de material por el Río Tijuana y el Arroyo del Alamar. Los valores de exposición medios se concentran en su mayoría en el sur y el poniente del municipio. El conjunto de esos valores distingue significativamente el poniente, sur y centro del municipio con mayor exposición a daños por depositación, remoción y erosión con sólo algunas zonas de valores altos y medio alto de exposición en el sur-este del municipio.

Mapa 22. Exposición a deslaves en el municipio de Tijuana



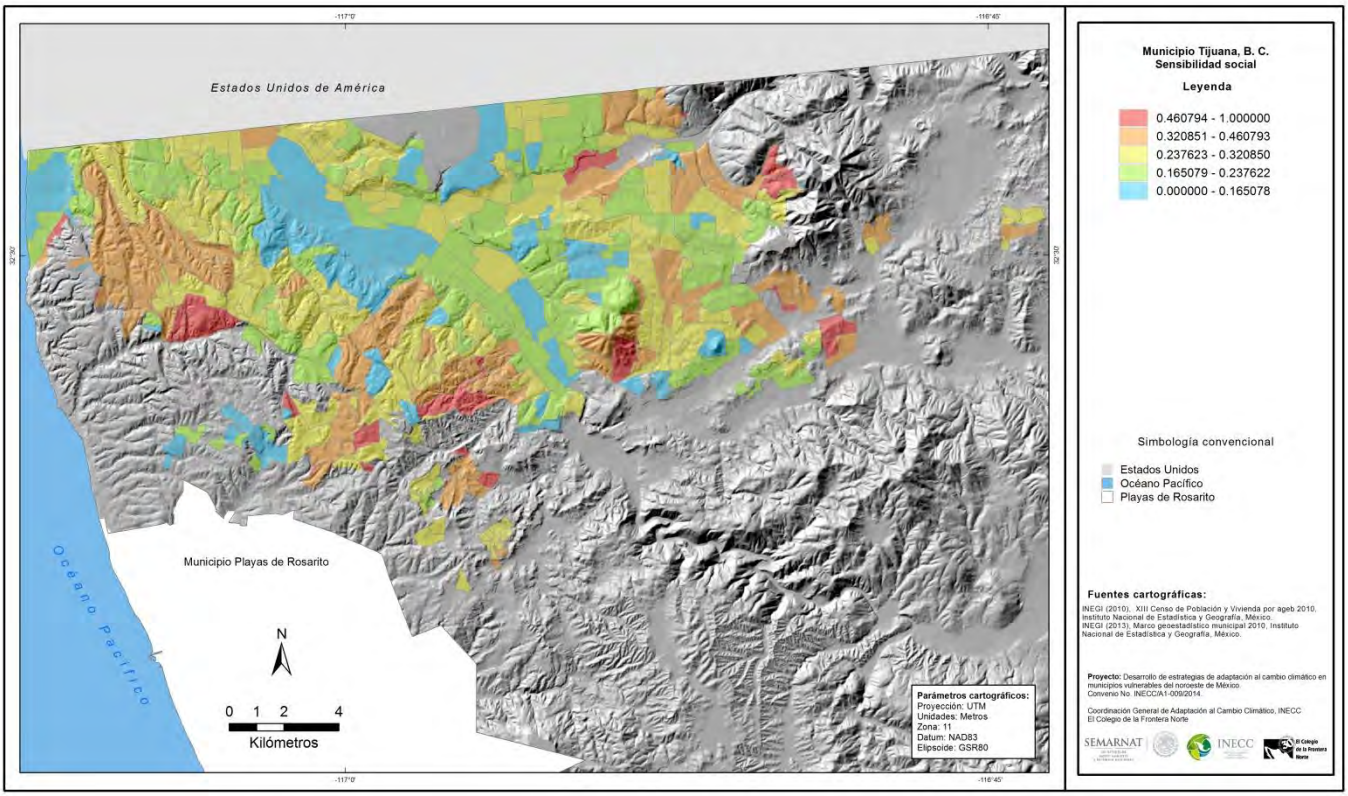
Los resultados del análisis de exposición a problemas de remoción, depositación y erosión indican que los valores más altos de exposición en las zonas con mayores pendientes en el municipio al poniente y el sur del municipio y valores medios en el este y noreste del municipio. El análisis muestra también un significativo número de AGEBs con valores de exposición medio alto en el poniente y sur y en el centro del municipio. Vale la pena aclarar la diferencia entre esas dos zonas. Los valores medio alto, en el poniente y en el sur, están asociados a mayores pendientes, pero bajo riesgo sísmico, mientras que los valores en el centro del municipio están asociados a un más elevado riesgo sísmico. La parte noreste del municipio cuenta también con algunas zonas de exposición media alta. El riesgo sísmico se concentra en las zonas bajas de depositación de material por el Río Tijuana y el Arroyo del Alamar. Los valores de exposición medios se concentran en su mayoría en el sur y el poniente del municipio. El conjunto de esos valores distingue significativamente el poniente, sur y centro del municipio con mayor exposición a daños

por depositación, remoción y erosión con sólo algunas zonas de valores altos y medio alto de exposición en el sur-este del municipio.

4.1.2 Sensibilidad

El proceso de urbanización se ha desarrollado en varias zonas localizadas en lugares con pendientes pronunciadas. Por lo general se trata de un crecimiento urbano informal y progresivo en donde se asientan parte de la población migrante a la ciudad. Las condiciones de la topografía dificultan su urbanización formal por lo que carecen de infraestructura y servicios urbanos. Los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en el mapa 23.

Mapa 23. Sensibilidad social en Tijuana, 2010



Estas condiciones ayudan a entender la elevada sensibilidad de la población asentada en esos lugares. Vale la pena aclarar que los resultados del análisis de sensibilidad se usan para el diagnóstico de la vulnerabilidad por anegamiento y por remoción, depositación y erosión.

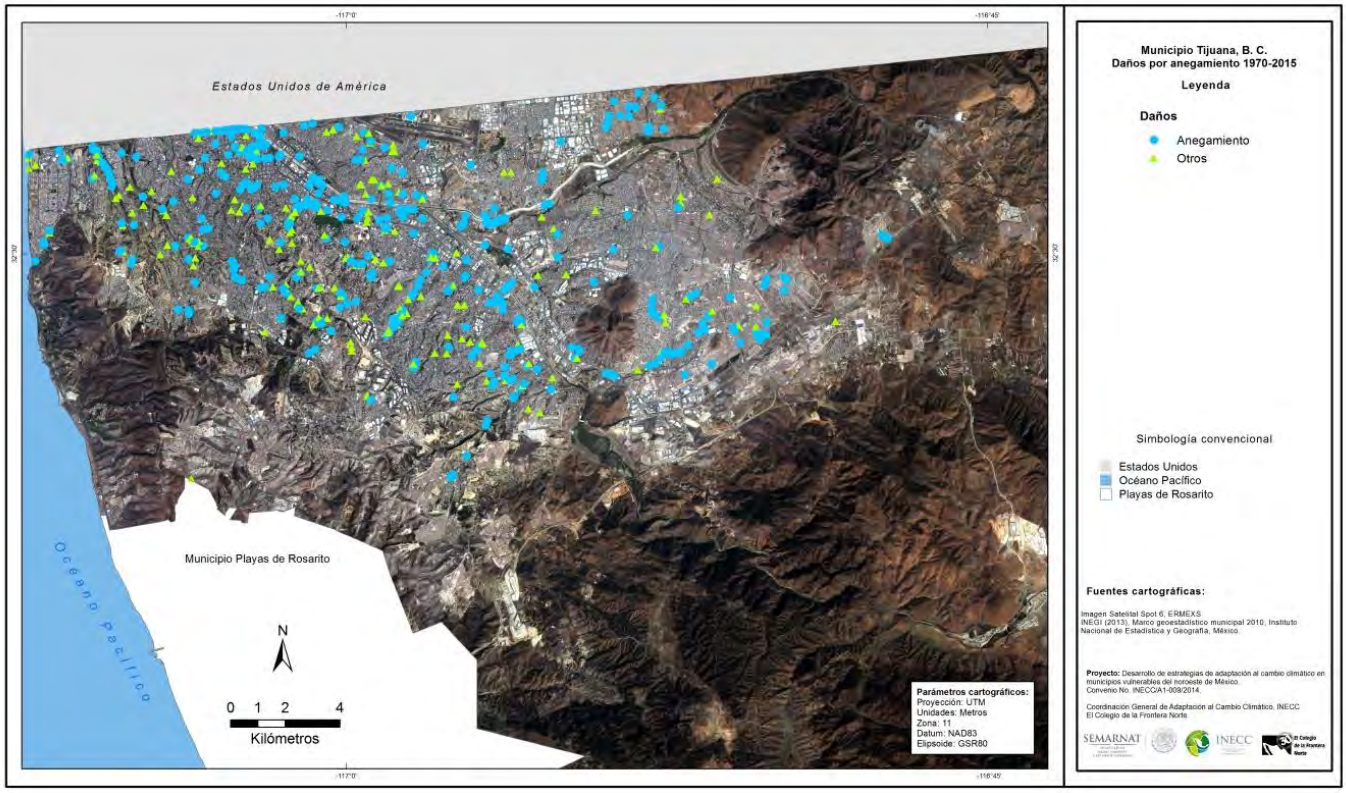
4.1.3 Capacidad adaptativa

En el caso de la capacidad adaptativa, no se encontró información que permitiera su georeferenciación en el espacio urbano del municipio. La falta de datos sobre infraestructura defensiva, incluso de variables proxy para su representación, obligó a que este componente no se considere para los deslaves.

4.1.4 Evidencia de daño

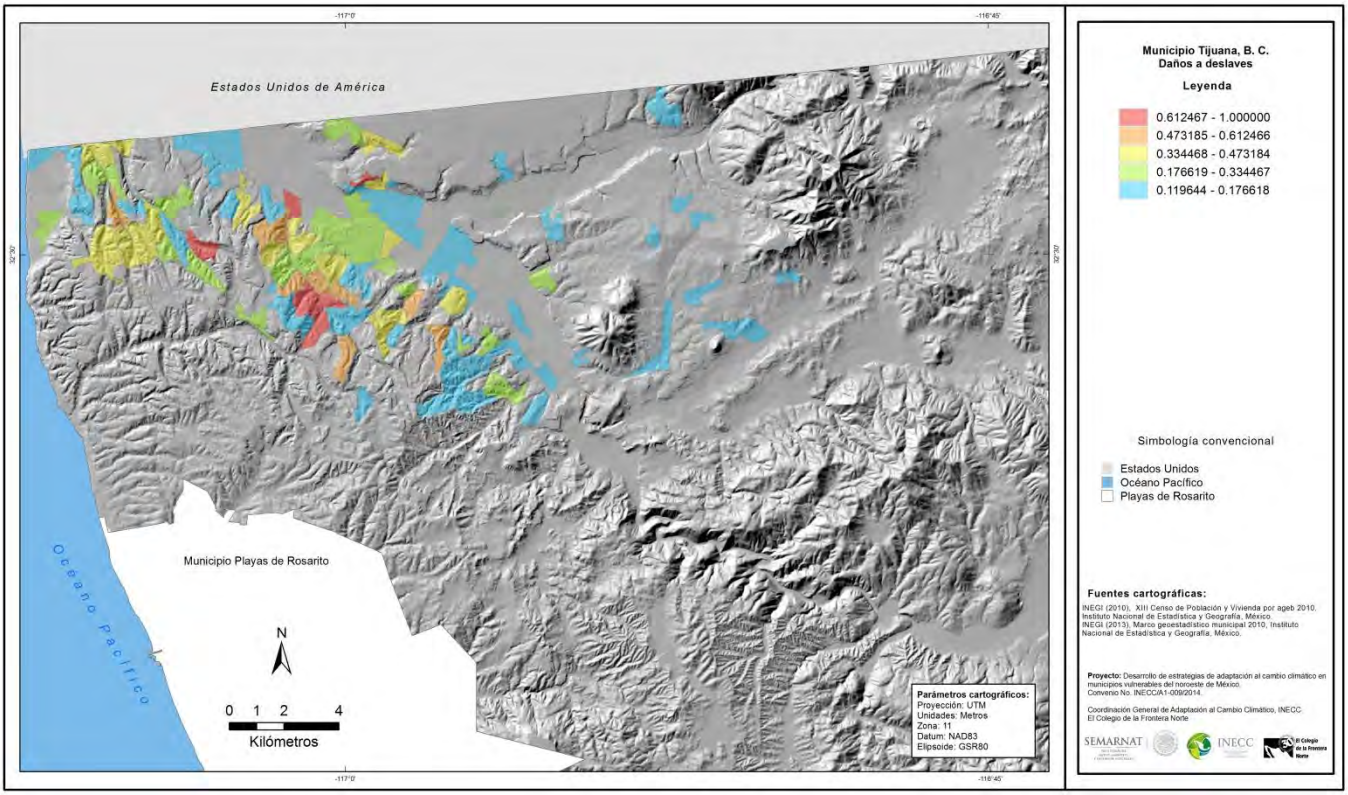
El mapa 24 identifica los daños que son asociados a las inundaciones (anegamiento) y los que son asociados a la remoción de masa, depositación y erosión (deslaves). Destacan como problemas importantes la remoción en masa con 81 casos de daños y la depositación con 69 casos y solo 3 casos de erosión. La mayor parte de los casos de remoción de material se localizan en las zonas de mayor exposición en el poniente y el sur del municipio mientras que la mayor parte de los daños por depositación se localizan en el poniente y centro del municipio y algunos casos en el sureste y el noroeste del municipio.

Mapa 24. Evidencia de daños históricos por deslaves, 1970-2015



El mapa 25 presenta la clasificación de esos daños en función de las 4 categorías: personas, vivienda, infraestructura y servicio. Se aprecia que salvo algunos daños en el sur y noreste del municipio, la gran mayoría de los daños históricos de este tipo de problemas se localizan en zonas de exposición alta y media alta en nuestro análisis.

Mapa 25. Daños por deslaves



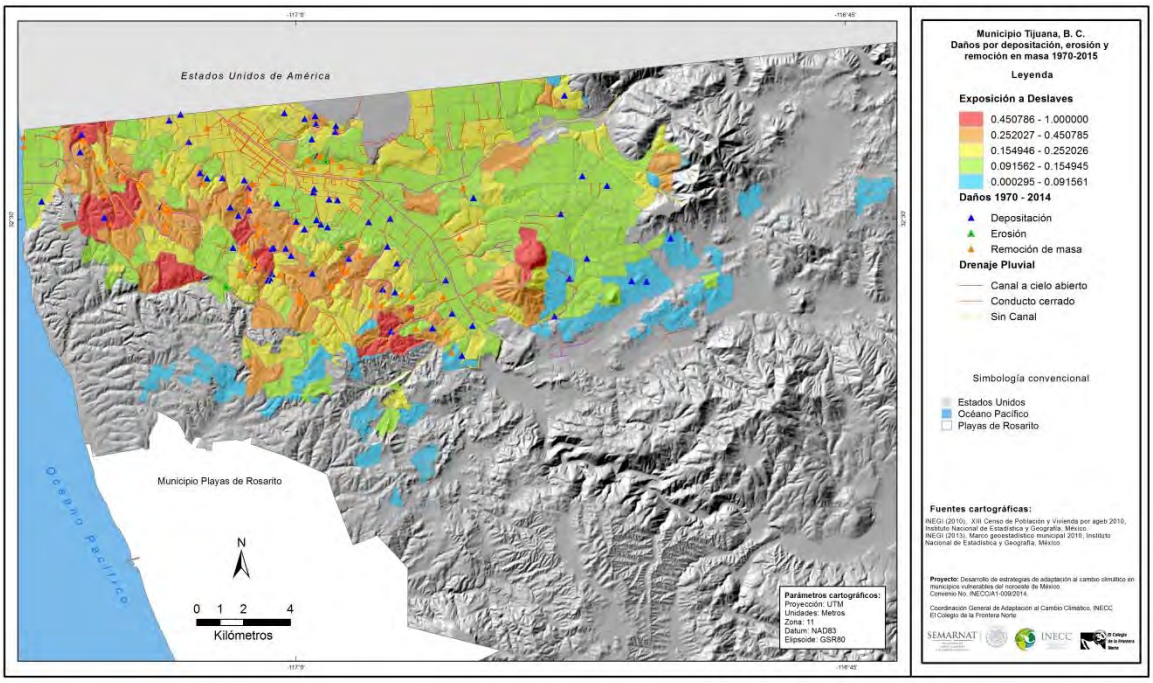
Es relevante mencionar que en la zona del cerro colorado, que presenta valores de exposición altos, se encontraron daños poco significativos, lo mismo que al noroeste de la ciudad (zona del nido de las Águilas, esquina superior derecha del mapa). No obstante, estos datos son importantes puesto que el crecimiento urbano se está dirigiendo a esos lugares, por lo que el potencial de presentar daños en el futuro es mayor.

4.2 Diagnóstico integrado de vulnerabilidad a deslaves

Para iniciar el diagnóstico integrado de daños, es importante es importante tomar en cuenta que el por qué la variable de exposición es la que presenta un mayor peso en la composición del índice. El mapa 26 se presenta el cruce de los daños considerados como deslaves: remoción de masa (naranja), erosión (verde), depositación (azul). Esos datos se sobreponen a la capa con los valores de exposición, para diferenciar su

presencia en la superficie urbana de Tijuana. Se aprecia que la remoción de masa se asocia a AGEB"s con pendientes pronunciadas, mientras que la depositación corresponde a escurrimientos naturales. La validación empírica de las afectaciones fue un elemento adicional que contribuyó a la asignación de los pesos en cada componente.

Mapa 26. Daños asociados a deslaves y grados de exposición.

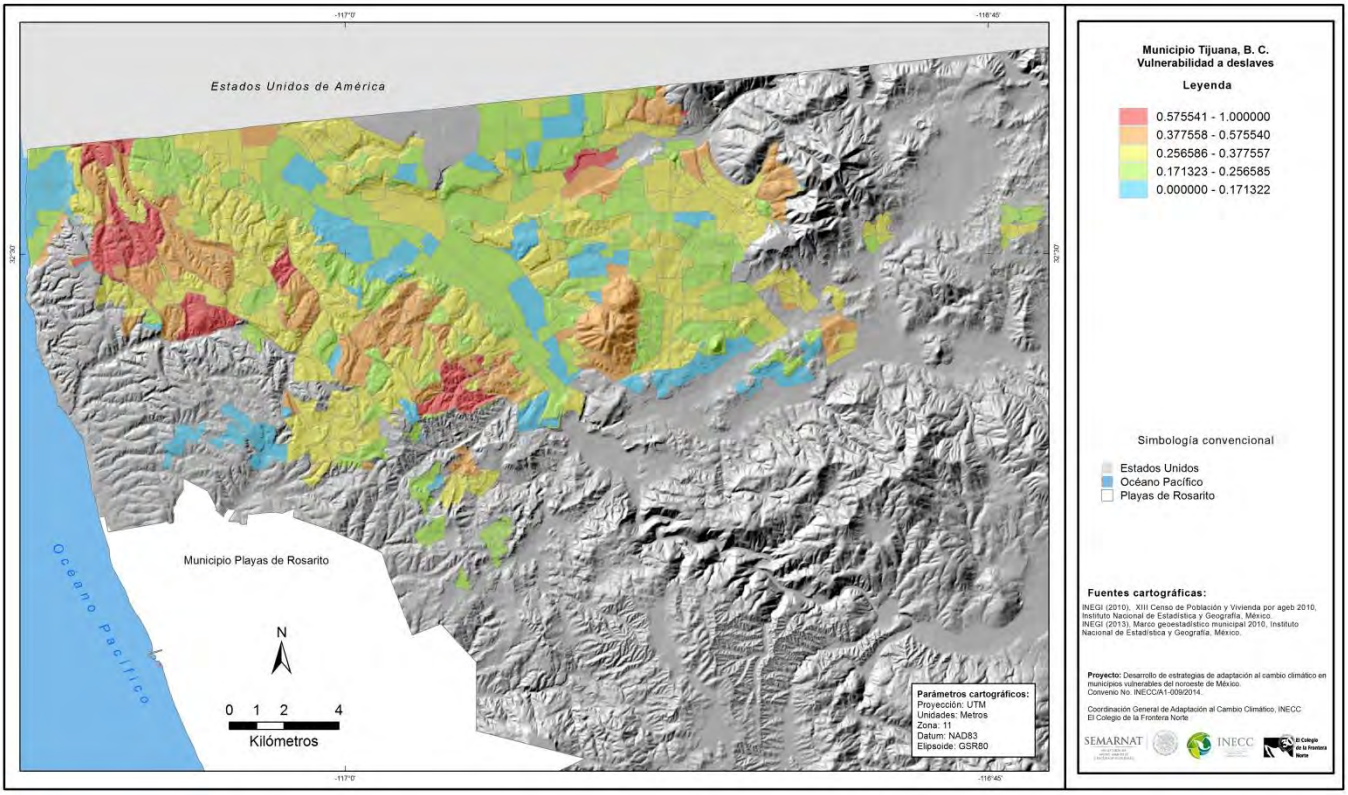


En el caso de la vulnerabilidad a deslaves, el diagnostico integrado consistió en la agregación lineal de los componentes de exposición, sensibilidad y evidencia de daños. Para la representación de la sensibilidad y la evidencia de daños se le dio un peso de (0.25) a cada componente; mientras que a la exposición le corresponde un valor de (0.5). Con estos datos se generó un índice que va de 0 a 1; tal que la AGEB con mayor grado de vulnerabilidad a deslaves representa el valor más alto y la menor tiene valores cercanos a cero.

El mapa 27 muestra los resultados del diagnóstico integrado para deslaves. En él se identifica un número importante de AGEBs con valor alto al poniente del municipio y de valor medio alto en algunas AGEBs en

el poniente, sur y noreste del municipio. Pero contrario a lo identificado en la vulnerabilidad al anegamiento, un número de AGEBs con valor medio de exposición cambia a valor medio bajo en el centro del municipio. Estas son zonas bien urbanizadas incluyendo asentamientos informales que con el tiempo han mejorado su acceso a infraestructura, servicios públicos y el estado de las viviendas, lo que a su vez ha reducido su sensibilidad. Al igual que en el caso de las inundaciones, la zona poniente de la ciudad concentra un número considerable de AGEBs con valores alto y medio alto de vulnerabilidad. Los daños históricos de nuestra base de datos y las banderas rojas de Protección Civil se concentran en esas zonas por lo que deben ser zonas de atención prioritaria en el diseño de acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad y crear adaptación a la variabilidad y el cambio climático.

Mapa 27. Vulnerabilidad social a deslaves



En el caso de la zona oeste y sur oeste del municipio, se encontró que un número importante de AGEB"s presentas valores de vulnerabilidad media y media alta. Es relevante que las AGEB"s con vulnerabilidad media alta corresponden a zonas de reciente urbanización, lo que explicaría el por qué no existe un reporte más amplio de daños. Otro asunto del todo relevante, es que varios de esos asentamientos (principalmente informales) se están localizando en zonas con pendientes pronunciadas.

En cuanto a la superficie urbana del municipio, así como la población que la habita, el cuadro 22 presenta la distribución de estas variables según los estratos de vulnerabilidad. Así por ejemplo, al estrato de vulnerabilidad alta le corresponde el 5.11% de la superficie urbana, y alberga alrededor del 3% de la población (45,078 habitantes), al estrato de vulnerabilidad media alta le corresponde el 15.4% de la superficie y el 12.85% de la población (195,292 habitantes). En contraste, las zonas de vulnerabilidad media baja y baja, representan poco más del 40% de la superficie y concentran poco más del 47% de la población (719,526 habitantes).

Cuadro 22. Vulnerabilidad social a deslaves

Estrato	Rango	Población Total	Población (%)	Área (m)	Área (Km)	Área (%)
1	0 - 0.171322	217,085	14.29	30,773,281.95	30.77	11.48
2	0.171323 - 0.256585	502,441	33.07	76,743,279.66	76.74	28.64
3	0.256586 - 0.377557	559,491	36.82	95,834,841.31	95.83	35.77
4	0.377558 - 0.57554	195,292	12.85	41,307,068.83	41.31	15.42
5	0.575541 - 1	45,078	2.97	13,690,798.54	13.69	5.11
	Perdidos	67	0.00	9,603,398	9.60	3.58
	Total	**1,519,454**	100.00	267,952,668.78	**268**	100.00

Los resultados del diagnóstico integrado de vulnerabilidad social a deslaves en Tijuana, son un insumo relevante para la planeación urbana de la ciudad, toda vez que las zonas planas del municipio ya han sido ocupadas por los procesos de urbanización. Actualmente el crecimiento se está dando hacia AGEB"s periféricas las cuales presentan diversos niveles de vulnerabilidad, tomar estos resultados en cuenta será determinante para reducir las posibles afectaciones asociadas a eventos hidrometeorológicos y climáticos.

5. Vulnerabilidad social hídrica

Las condiciones de estrés hídrico asociadas al cambio climático en el noroeste de México pueden tener una amplia gama de consecuencias negativas en el medio ambiente, la economía y, el bienestar social; así como, ser fuente de conflictos políticos en el municipio de Tijuana. El conjunto de esas consecuencias afectan de manera significativa los esquemas de desarrollo actual y futuro. No existe hasta ahora un esquema regional, estatal o municipal que analice la vulnerabilidad y adaptación al estrés hídrico en la región del noroeste de México, tampoco para el caso particular de Baja California y Tijuana. La poca atención otorgada hasta ahora a este tema contrasta con las acciones que ya se emprenden en el suroeste de los Estados Unidos como parte de su adaptación al cambio climático.

Un primer aspecto a considerar es que la disponibilidad de agua es escasa de manera generalizada para el noroeste de México. Datos del Programa Nacional Hídrico 2014-2018 muestran que la disponibilidad de agua por habitante en México era de 18,035 m^3/hab/año en 1950, mientras que en el 2013 era de 3,982 m^3/hab/año. Sin embargo, la disponibilidad de agua en el noroeste y norte de México fue de solo 1,650 m^3/hab/año en el 2013 (Gobierno de la República 2014). El mismo programa considera que esa disponibilidad se puede reducir aún más por el impacto del cambio climático (Ibidem).

Dicho programa considera que las variaciones de la temperatura y la precipitación entre 2013 y 2030 se intensificarán afectando al sector hídrico (es decir, la disponibilidad de agua superficial y subterránea); la brecha hídrica en México (oferta-demanda) pasará de 11.7 miles de hm^3 a 23 miles hm^3 en el 2030. Estima, además, que para la última década del siglo XXI, la disminución de la precipitación en la temporada invernal (la temporada de mayor precipitación en las zonas de clima seco del noroeste de México que permite la recarga de los acuíferos) puede ser del 30 por ciento con un incremento de la temperatura hasta de 5°C (Gobierno de la República 2014).[5]

Otro referente importante para los escenarios del estrés hídrico bajo el cambio climático es la sequía que ha afectado el suroeste de Estados Unidos y el noroeste de México durante los últimos años. La sequía afecta

[5] Resultados similares se obtuvieron de los escenarios regionales del cambio climático realizados por este proyecto.

la cuenca del Río Colorado, fuente principal de agua en el suroeste de Estados Unidos y en el estado de Baja California, en particular el municipio de Tijuana que depende en más de un 90 por ciento de esa fuente para su abasto de agua. Esta condición de sequía ha ocasionado pérdidas millonarias en California, la imposición de recortes históricos en el abasto de agua en los condados del estado (Gilles and Ritchell 2015; Nagourney et al. 2015). Estudios previos prevén que el cambio climático puede ocasionar un decremento entre un 10 por ciento y un 20 por ciento en la disposición de agua en esa cuenca (Gleick 1990, 1999).

Un estudio reciente sobre la sequía en el suroeste de Estados Unidos y el noroeste de México considera que la integridad hídrica en esa cuenca está seriamente comprometida (Castle et al. 2014). Otro estudio sobre el posible impacto del cambio climático en la parte alta del Río Colorado a base de modelos de sequía sugiere que en esa región durante las próximas décadas habrá variaciones en el flujo del agua causado por una reducción en la precipitación y un incremento en la temperatura asociada al cambio climático. El estudio sugiere que la reducción de agua en las presas a lo largo de la cuenca del Río Colorado puede llegar al 70 por ciento en algunos casos debido a una combinación de factores (Kopytkovskiy et al. 2015).

Adicionalmente, un estudio reciente de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés) y la Universidad de California Irvine reporta que la región de la cuenca del Río Colorado ha estado bajo condiciones de estrés hídrico debido a la condición de sequía extrema y prolongada desde el año 2000 (los 14 años más secos en los últimos 100 años en esa cuenca).[6] También se prevén mega sequías en las próximas décadas causadas por el cambio climático afectando buena parte del oeste de Estados Unidos y el Noroeste de México (NASA, 2015).[7]

Lo descrito anteriormente resalta la importancia de considerar la vulnerabilidad social al estrés hídrico como parte del estudio de la adaptación al cambio climático en el municipio de Tijuana. Diversos autores han señalado la importancia de este tema, en particular a partir de una gestión integral del agua en el corto, mediano y largo plazo (Lempert and Groves 2010, Bhave et al. 2014, Pingale et al. 2014). Como ejemplo

[6] http://www.nasa.gov/press/2014/july/satellite-study-reveals-parched-us-west-using-up-underground-water/#.VXo1brqsD8k
[7] http://www.nasa.gov/press/2015/february/nasa-study-finds-carbon-emissions-could-dramatically-increase-risk-of-us

se tiene el caso de los estados afectados por la sequía en el oeste de Estados Unidos, quienes han empezado a crear alternativas de adaptación al estrés hídrico, incluyendo cambios en los marcos legales, acciones institucionales, construcción de infraestructura, programas de conservación, reciclaje y cambios en los patrones de consumo. Estos elementos son tomados en cuenta en el estudio de la vulnerabilidad y la adaptación al estrés hídrico asociada al cambio climático en Tijuana.

El impacto del cambio climático en el estrés hídrico del municipio no ha tenido la atención necesaria debido a dos situaciones. Por un lado, el abasto de agua en Tijuana ha sido regular durante las últimas dos décadas gracias al acueducto que transporta agua del Río Colorado a Tijuana.[8] Por otro lado, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), el organismo operador de agua del alcantarillado sanitario en Tijuana, tiene un alto nivel de eficiencia comercial y operativa que le ha permitido extender la red de agua y dotar de potable de manera regular a más del 90 por ciento de la población local (CONAGUA, 2010).

Ambas situaciones han hecho que el tema del abasto futuro de agua no se haya considerado aún un tema prioritario en la agenda de desarrollo municipal y estatal. Datos de la encuesta en viviendas levantada por este proyecto corroboran esta situación. De acuerdo con los datos presentados en la gráfica 1, más del 90 por ciento de las personas encuestadas afirman contar con el servicio de agua entubada en sus domicilios.

Gráfica 5. Porcentaje de las viviendas que cuentan con agua entubada, Tijuana 2015.

Estrato de vulnerabilidad	Sí	No
Alta	92.0	7.6
Media alta	93.8	6.2
Media	98.3	1.7
Media Baja	100.0	0
Baja	100.0	0

Fuente: El Colegio de la Frontera Norte, INECC, 2015, Encuesta en hogares. "Desarrollo de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Municipios Vulnerables del Noroeste de México".

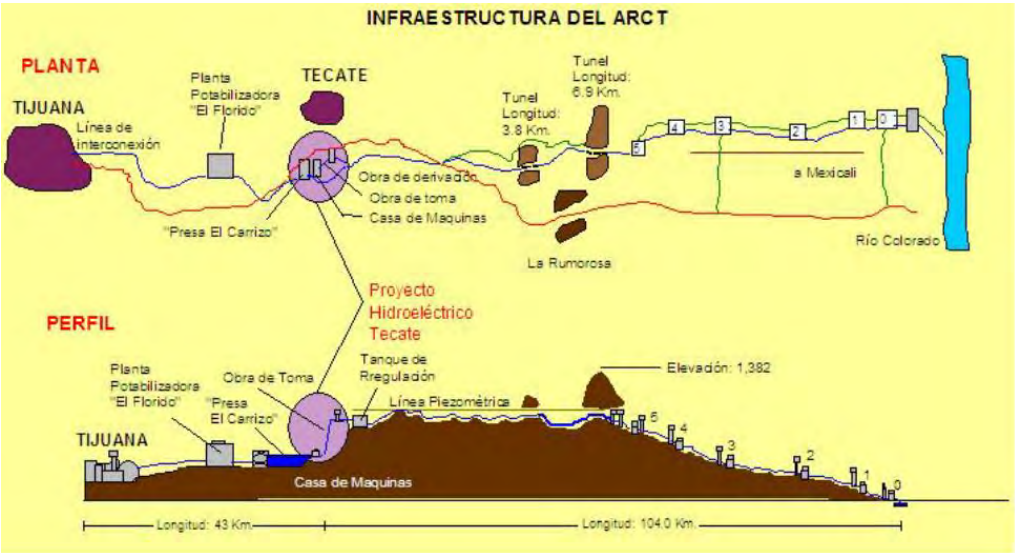
[8] Su última ampliación en el 2005 asegura el abasto de agua en el municipio hasta el 2020.

Estrés hídrico a nivel intra-urbano

El estudio de la vulnerabilidad social al estrés hídrico en Tijuana se realizó a nivel municipal incorporando un análisis intra-urbano también. Cada uno de esos niveles de análisis aporta información útil para entender la vulnerabilidad social al estrés hídrico en el contexto de variabilidad y cambio climático.

El municipio de Tijuana ha tenido problemas para garantizar su acceso al agua a lo largo de su historia, agudizándose a partir de la década de los años 1960s cuando el municipio de Tijuana empezó a experimentar un rápido crecimiento urbano y de población. El abasto del agua se garantizó con la construcción del acueducto del Río Colorado en 1975 con una capacidad inicial de 4000 lt/seg. El acueducto tuvo una ampliación para incrementar su capacidad a 5,300 lt/seg en 1999. El acueducto Tijuana- Río Colorado transporta el agua a través de 104 kilómetros desde Mexicali hasta Tijuana. Esto incluye bombear el agua a través de la Sierra La Rumorosa a 1382 m de altitud (Ilustración 1). Esta amplitud del acueducto garantiza el abasto del agua a Tijuana hasta el año 2020 en que la demanda de agua asociada al incremento de población y el crecimiento urbano sobrepasará el abasto de agua disponible en el municipio.

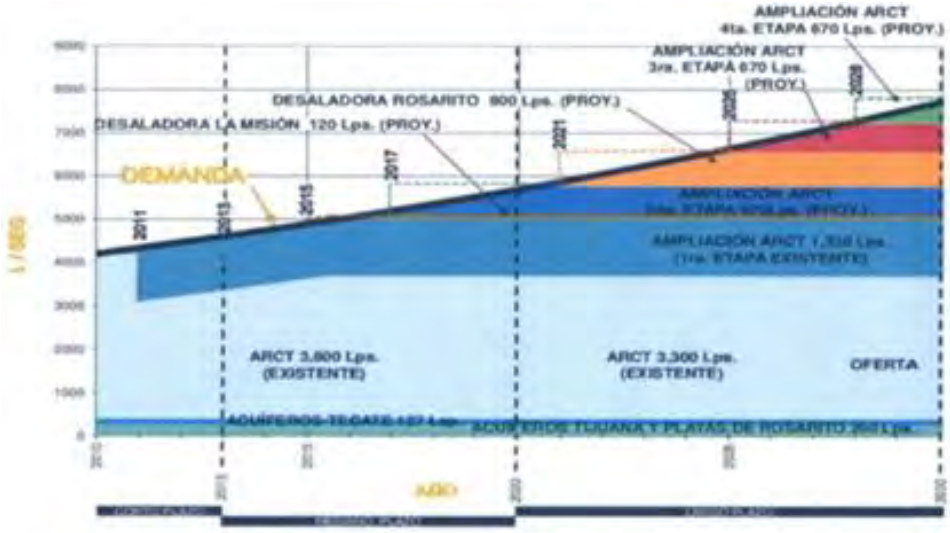
Ilustración 1. Diagrama explicativo del acueducto Tijuana- Río Colorado.



Fuente: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bc/estudios/2004/02BC2004H0010.pdf

La gráfica 6 incluye los municipios de Tijuana, Tecate y Rosarito y las fuentes consideradas hasta este momento para cubrir esa demanda por el Plan Estatal Hídrico de Baja California del 2013 (Gobierno de Baja California, 2013). Cabe destacar que ese plan no considera el impacto de la sequía actual y futura en el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos arriba mencionada, ni el posible impacto del cambio climático en los recursos hídricos de esta parte del país por lo que sus estimaciones de demanda de agua durante la próxima década pueden requerir ajustarse bajo esos escenarios.

Gráfica 6. Proyección futura de oferta-demanda de agua potable en la zona urbana de Tecate, Tijuana y Rosarito, 2011-2028.



Fuente: Gobierno del Estado de Baja California (2013)

El marco de análisis municipal destaca que el incremento en la demanda futura de agua ha sido estimado hasta ahora con base en el crecimiento de la población esperado en Tijuana, pero no toma en cuenta el incremento en la demanda de agua asociado a la crecimiento en la economía urbana, ni el incremento en la demanda de agua debido a las condiciones de sequía y el incremento en la temperatura asociada al cambio climático. Esas estimaciones tampoco toman en cuenta el impacto del cambio climático y la sequía en las fuentes de agua disponibles, en el Rio Colorado y los sobreexplotados acuíferos en la región.

Una conclusión importante de este nivel de análisis municipal es que las evidencias disponibles a través de diversos estudios como los arriba mencionados indican que las condiciones de estrés hídrico en Tijuana pueden agravarse durante las próximas décadas. Por ello es importante construir un análisis intra-urbano de vulnerabilidad social al estrés hídrico bajo condiciones del cambio climático que permita el análisis de sus consecuencias para los diversos grupos sociales.

5.1 Componentes de la vulnerabilidad hídrica

El esquema metodológico del proyecto se ajustó para el estudio de la vulnerabilidad social al estrés hídrico en Tijuana a un nivel intra-urbano. Este análisis aporta una perspectiva más detallada de las condiciones de vulnerabilidad social al interior del municipio, un complemento del marco mencionado arriba. Este análisis permite identificar las zonas con mayores posibilidades de concentrar las consecuencias negativas del estrés hídrico, contar con esta información apoya el diseño de acciones para la adaptación al cambio climático. La figura 3 muestra las variables usadas para el estudio de la vulnerabilidad al estrés hídrico. Dadas las condiciones particulares de Tijuana arriba señaladas (la amplitud de la red de agua potable y un abasto actual regular de agua), se le otorgó mayor peso en la ecuación de vulnerabilidad a la exposición que a la sensibilidad y la capacidad adaptativa.

Figura 3. Explicación del análisis técnico de la vulnerabilidad al estrés hídrico.

Dimensión	Variable	Indicador
Exposición	Grado de exposición	Ai: Antigüedad de la infraestructura
		Fa: Fugas de agua potable
		E = 7/10Ai+3/10Fa
Sensibilidad	Componentes principales	S : Grado de sensibilidad
Capacidad adaptativa	Ahorro de agua	Dc: Consumo 2015 - Consumo 2009
		C = Dc/No. Cuentas
Índice de vulnerabilidad		**IV = 5/10E + 2/10S - 3/10C**

Fuente: elaboración propia.

La exposición tiene un peso de 0.5 en la ecuación, mientras que la sensibilidad tiene un valor de 02 y la capacidad adaptativa 0.3. Se le otorgó mayor peso a la exposición por considerarse que las variables usadas para su análisis tienen mayor valor explicativo y están mejor documentadas que las variables usadas para los otros dos componentes de exposición y capacidad adaptativa. El componente de sensibilidad tiene un menor peso que la capacidad adaptativa debido a las condiciones de acceso y disponibilidad constante de agua potable. Las variables usadas para el análisis de cada uno de los aspectos de la vulnerabilidad se explican a continuación.

5.1.1 Exposición

Para documentar el componente de exposición se seleccionaron dos variables que ayudan a explicar cómo la ubicación del usuario de agua al interior del municipio puede afectar su acceso al agua potable a través del sistema municipal. Es importante tener en cuenta que la cobertura de la red de agua potable del sistema municipal cubre casi completamente la extensión actual del área urbana y la mayoría de su población, por lo que un indicador binario de acceso a la red de agua potable del municipio no ayuda a explicar lo posibilidad de carencia de acceso al agua en escenarios de cambio climático. En su lugar se seleccionaron dos variables con mayor capacidad explicativa para el componente de exposición:

1. La antigüedad de la red de agua potable tomando en cuenta que parte de la red actual ya ha cumplido o está cerca de cumplir su vida útil;
2. Las zonas del área urbana en donde las fugas de agua en la red municipal son recurrentes.

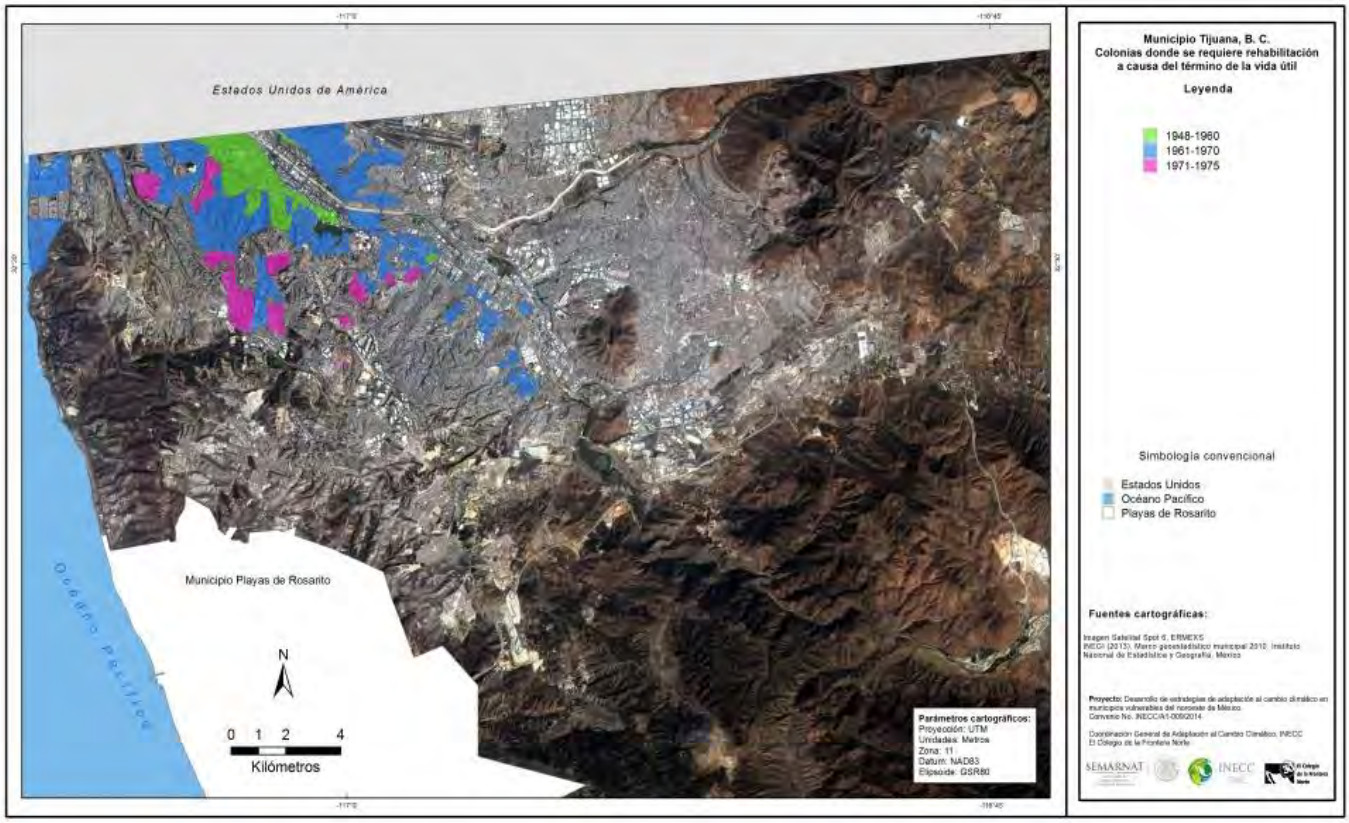
Para este análisis se consideró que la población localizada en zonas con fugas de agua recurrentes o en zonas con ductos que ya han cumplido o están próximos a cumplir su vida útil (más de 50 años en algunos casos) está más expuesta a padecer las consecuencias negativas del estrés hídrico. Los datos usados en esta parte del análisis se obtuvieron del Plan Maestro de la CESPT (CESPT, 2003). Esos datos se actualizaron con información reciente proporcionada por la misma CESPT a través de entrevistas con algunos de sus funcionarios. Esas entrevistas confirmaron que las tuberías de agua en esas zonas no han sido rehabilitadas por la CESPT.

Para la variable de la antigüedad de la red de agua potable se asignó un valor diferenciado de acuerdo a la antigüedad de la red, tomando en cuenta únicamente las zonas que ya cumplieron su vida útil, o están próximas a cumplirla, indicadas en el mapa 1. El valor más alto se asignó a las zonas en donde las tuberías con mayor antigüedad (1948-1960); el valor medio se asignó a zonas con tubería con antigüedad entre 1961 y 1970; el valor bajo a zonas próximas con tuberías más reciente (1971-1975).

La metodología del proyecto distingue una diferencia de peso entre estas dos variables asignando un mayor peso a la antigüedad de la red (70 por ciento) que al problema de fugas recurrentes (30 por ciento) por tratarse de un problema de mayor permanencia y por involucrar una dificultad y costo para el cambio de la tubería que para la reparación de fugas. Esta consideración es particularmente relevante ante los escenarios del cambio climático para las próximas décadas. La política de la CESPT ha sido atender la demanda en nuevas áreas urbanizadas, relegando la inversión en mantenimiento y rehabilitación de redes. Las zonas con tuberías que superan su vida útil tendrán mayores problemas durante las próximas décadas, justo cuando el problema del estrés hídrico asociado al cambio climático puede transformarse en un problema serio para Tijuana.

El mapa 28 muestra las zonas del municipio identificando la antigüedad de la red de agua potable en las zonas críticas. El mapa identifica las zonas de mayor preocupación por la antigüedad de la red de agua potable para los tres rangos de antigüedad de la tubería de agua arriba mencionados (redes instaladas entre 1948 y 1960, redes instaladas entre 1961 y 1970 y redes instaladas entre 1971 y 1975). El plan maestro de la CESPT identifica que la red en esas zonas requiere rehabilitación. Las redes en el centro histórico de la ciudad corresponden al primer período con una antigüedad mayor a los 50 años, el segundo período entre 1961 y 1970 abarca el área de rápido crecimiento urbano en esa década hacia el poniente (la zona de Playas de Tijuana) y el sur de la ciudad. Un tercer grupo lo conforman zonas que en su momento se formaron como asentamientos precarios de urbanización informal que con el tiempo se han integrado al área urbana formal incluyendo el abasto de agua potable.

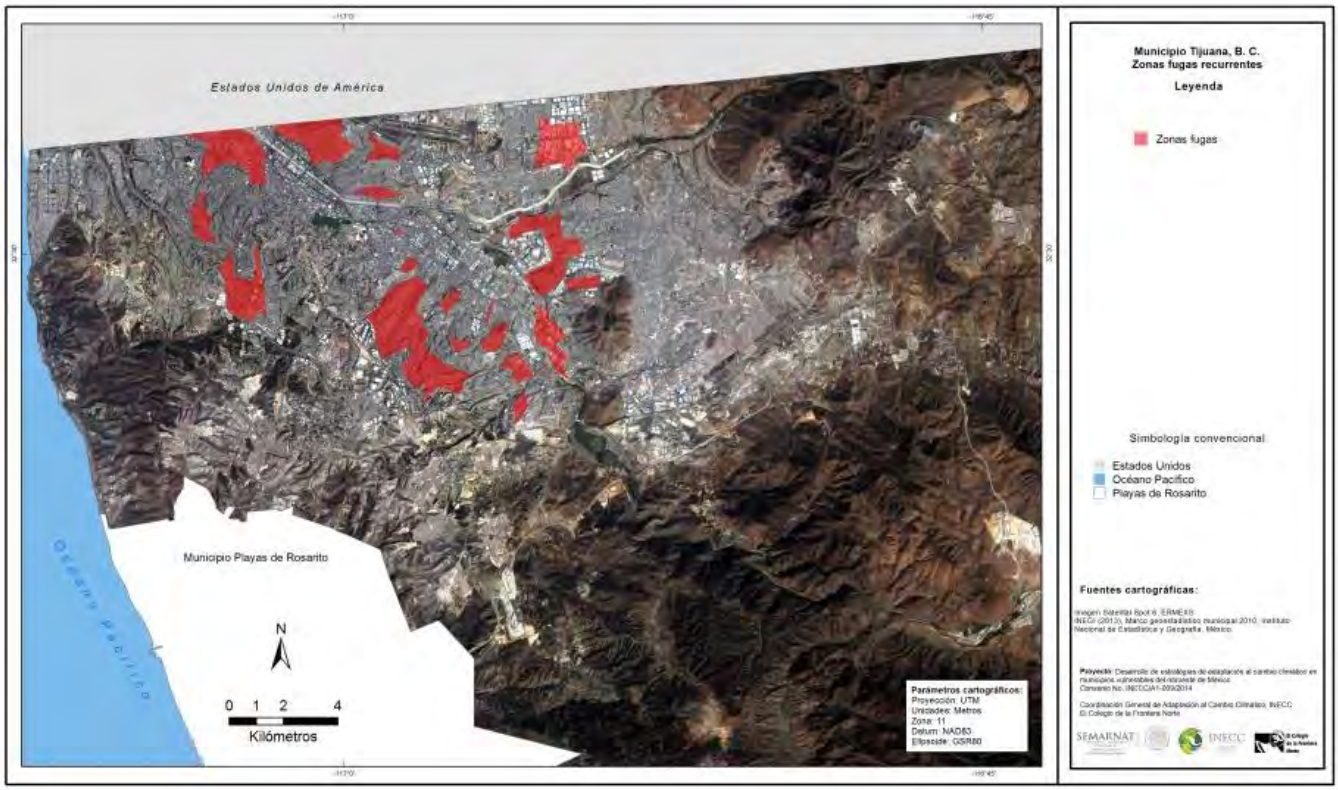
Mapa 28. Zonas con mayor antigüedad de la red de agua potable.



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de las zonas con fugas recurrentes, se tomó la información disponible en la CESPT identificando las zonas con fugas persistentes de agua potable (mapa 29). Esto puede ser debido a una diversidad de factores. Entre los más importantes están la antigüedad de la red (por ejemplo el caso del centro histórico) y la estabilidad del terreno (fallas geológicas y pérdida de estabilidad en laderas por la construcción de terrazas).

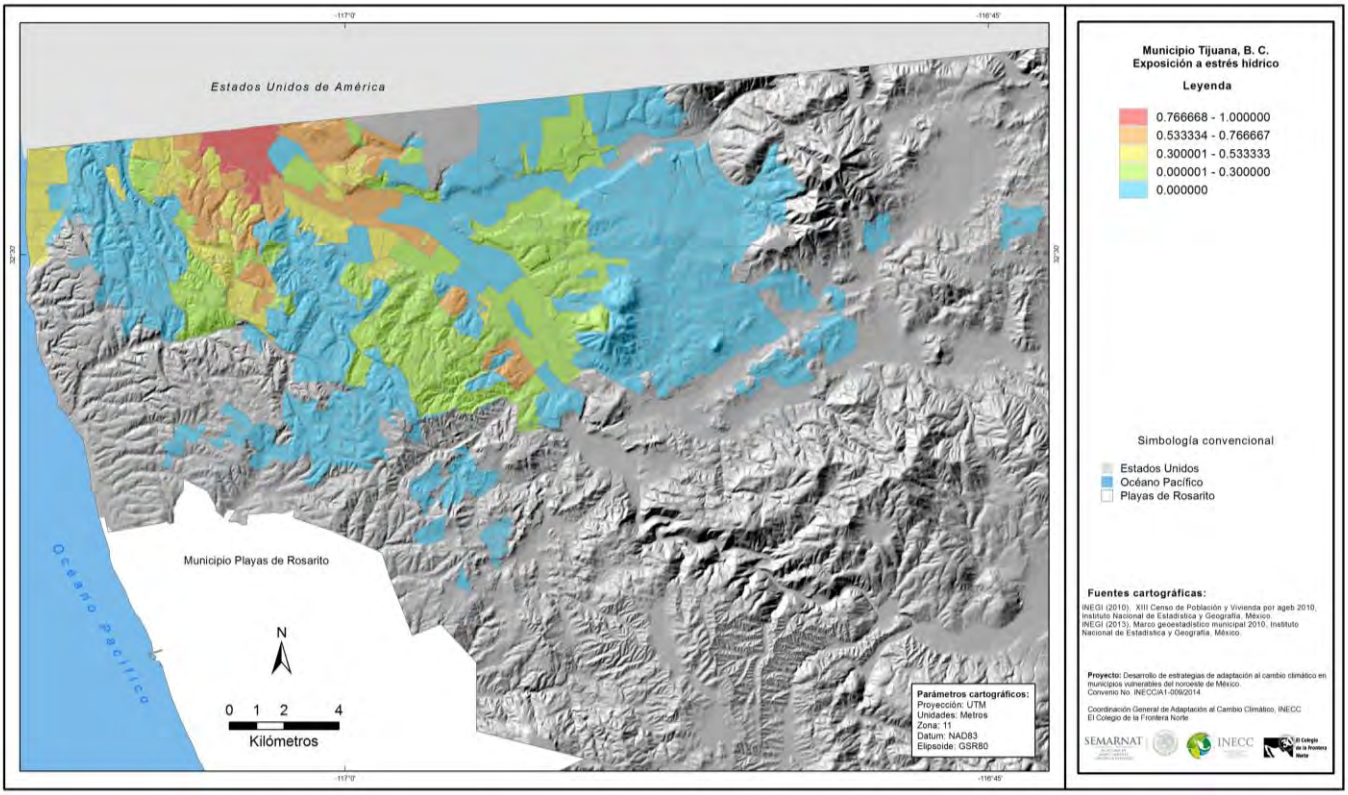
Mapa 29. Zonas con fugas de agua potable.



Fuente: Elaboración propia.

El mapa 30 muestra el índice de exposición al estrés hídrico en el municipio de Tijuana. La figura distingue las partes del área urbana con mayor exposición al estrés hídrico. Se muestra que esa exposición se concentra en buena parte de las AGEBs del centro histórico, en parte de la Colonia Libertad próxima a la frontera internacional y en la zona centro sur del área urbana. La zona de Playas de Tijuana tiene un valor medio ya que a pesar de la antigüedad de su red de agua potable no presenta reportes de fugas persistentes (es una zona plan de clase media). Se distingue también que una buena parte del área urbana de más reciente urbanización tiene una menor exposición al estrés hídrico. La tubería del agua potable en esas zonas es más reciente y cuentan con menores reportes de fugas recurrentes.

Mapa 30. Exposición al estrés hídrico, 2015

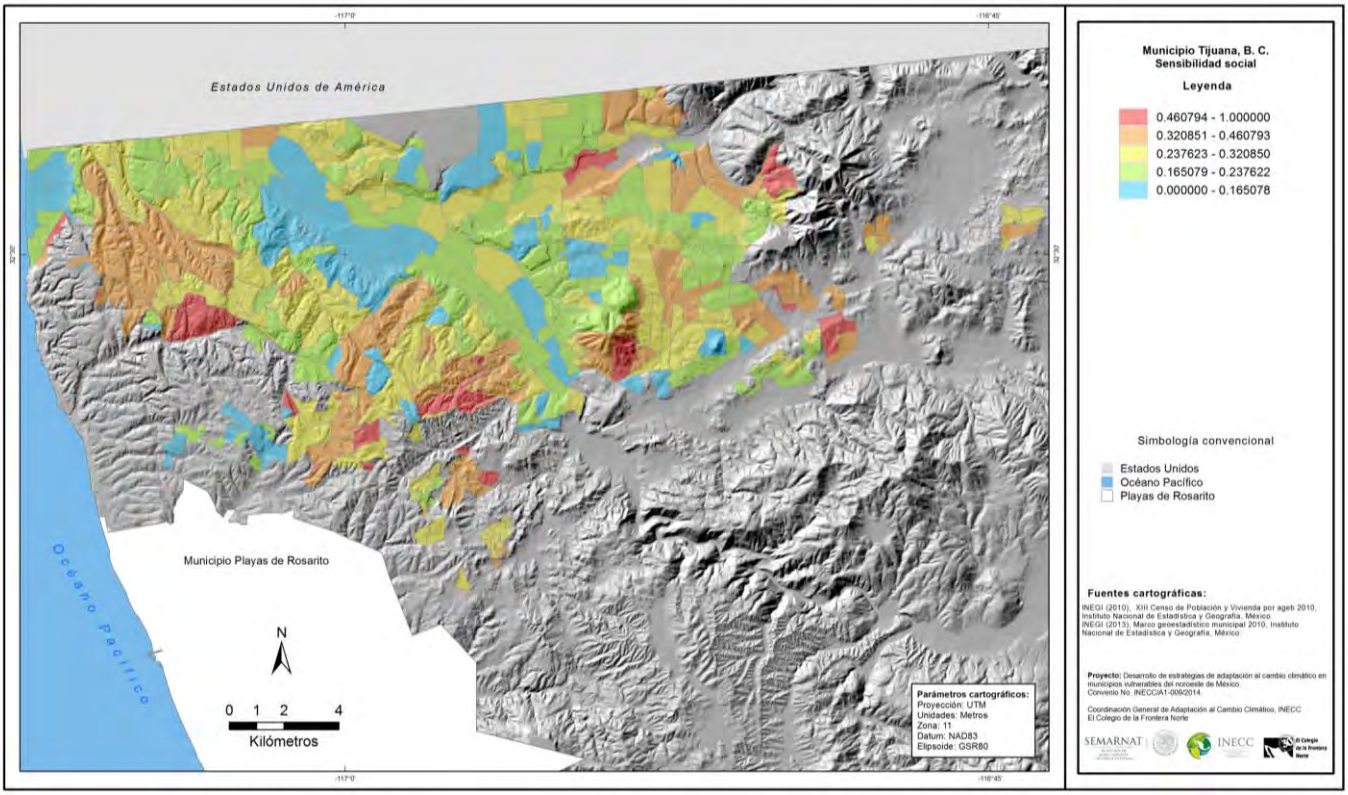


5.1.2 Sensibilidad

El análisis de la sensibilidad al estrés hídrico se basó en las mismas variables usadas para el análisis de sensibilidad a otros impactos climáticos (inundación y deslaves) por lo que sólo se incluye el mapa 31 como una referencia visual pero no se presenta una descripción de ese análisis.[9] Ese análisis identifica carencias de recursos materiales y económicos de la población como parte del estudio de la vulnerabilidad.

[9] La sensibilidad de la población ante los diferentes eventos hidrometeorológicos no se modifica como en el caso de la exposición que si requiere considerar variables diferentes..

Mapa 31. Resultados del análisis de sensibilidad.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Capacidad adaptativa

El estudio de la capacidad adaptativa se concentra en la capacidad de los usuarios para ahorrar agua. Para ello se contó con la información de la CESPT del consumo de agua potable por usuario residencial en dos cortes en el tiempo, 2009 y 2015. El número de cuentas residenciales en el 2009 en el municipio de Tijuana fue de 510,398 cuentas y para el año 2015 de 650,000 cuentas. Para los efectos comparativos de este análisis se consideró las variaciones en el consumo de agua en las mismas cuentas que existían en el 2009 y el 2015. Es decir, no se consideró las cuentas nuevas del 2015 que no existían en el 2009.

El análisis estadístico del consumo de agua consideró la totalidad de la información para esos años, pero desafortunadamente no se obtuvo la información necesaria para georeferenciar la información por cuentas.

La CESPT entregó datos del consumo promedio por cuenta para los años 2009 y 2015, pero sólo se tuvo acceso al mapa catastral de la CESPT del 2009 con algunos huecos de información. Esto impidió georeferenciar todas las cuentas del 2009 (332,052 cuentas de un total de 510,398 cuentas residenciales en Tijuana) para ubicarlas por AGEB. Desde luego, no se puedo georeferenciar las cuentas del 2015. El lector debe tener en cuenta que el mapa de capacidad adaptativa que se presenta abajo está elaborado con base en las 332,052 cuentas georeferenciadas con información del consumo de agua para 2009 y 2015. Esto limitó la capacidad analítica del componente de capacidad adaptativa y por ello se ajustó su valor en la ecuación para el análisis de la vulnerabilidad social al estrés hídrico. Vale la pena señalar que este análisis no tomó en cuenta las AGEBS con menos de 9 cuentas georeferenciadas para evitar distorsiones en la comparación del consumo entre de agua entre 2009 y el 2015 (22 AGEBs de un total de 460).

El análisis estadístico de la variación en el consumo de agua residencial entre el 2009 y el 2015 se realizó con la técnica de ANOVA para el total de las cuentas residenciales en Tijuana y no solo las georeferenciadas. Este análisis busca identificar el factor que más indique cambios en el consumo de agua potable por parte de los usuarios domésticos.[10]

El cuadro 23 presenta el precio del agua potable por metro cúbico para los doce rangos de consumo/precio del sector residencial que establece la CESPT en el 2009 y el 2015. La información del cuadro indica que no hay variación en el costo del agua en ninguno de los rangos para ese período. Esto facilita el análisis estadístico de esa información para entender las variaciones en el consumo de agua.

La gráfica 7 muestra los resultados del análisis ANOVA. Los resultados muestran que la variación en el consumo de agua potable está asociada al precio del agua y no a la localización de los usuarios al interior del área urbana. La gráfica muestra un incremento significativo en el consumo de agua sólo en el rango 12 con un consumo mensual promedio superior a 120 m^3 en los distritos cuatro y siete (zonas administrativas de la CESPT). Esos distritos corresponden a las partes del área urbana en donde se localizan colonias con mayor ingreso por lo que se asume que este consumo está asociado con viviendas con un ingreso alto.

[10] Los detalles de ese análisis se presentan en el anexo 1.

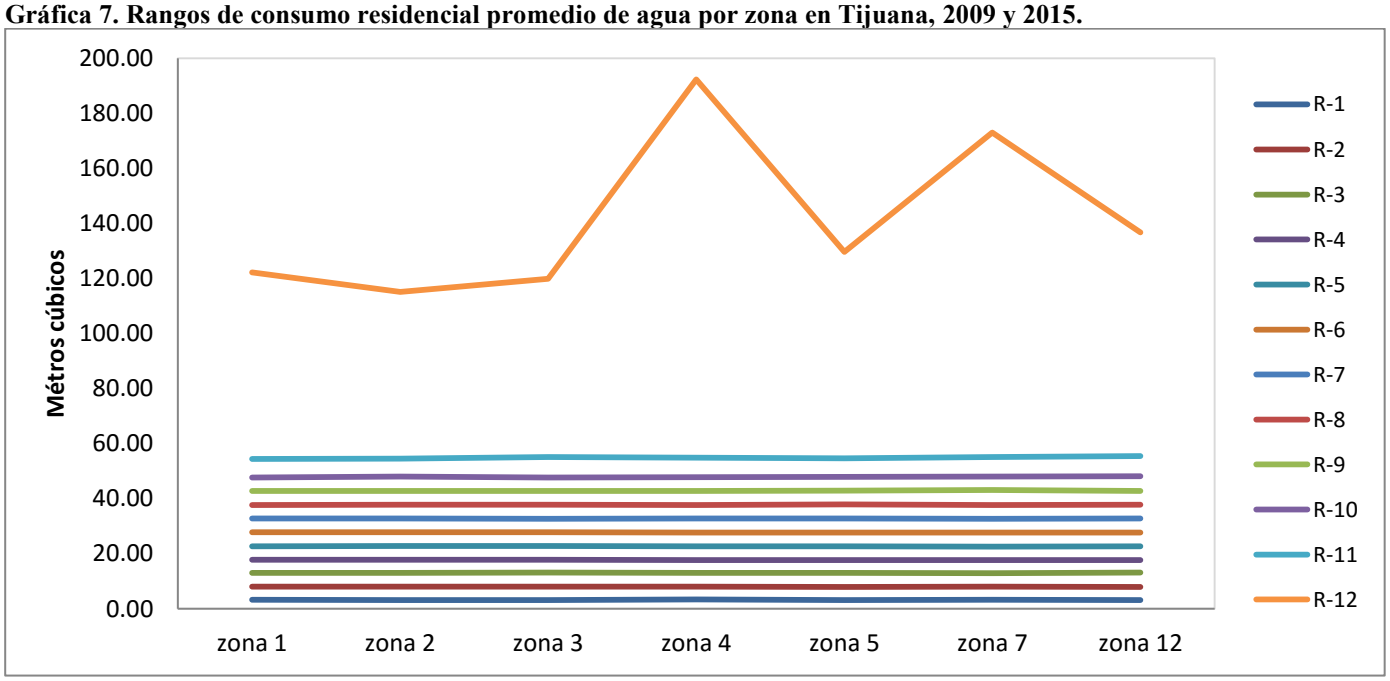
Cuadro 23. Tarifas por consumo de agua potable a nivel residencial por metro cúbico, 2009 y 2015

Residencial	DE (m³)	A (m³)	2009	2015	Diferencia de la tarifa
1	0	5	80.4	80.4	0
2	6	10	16.28	16.28	0
3	11	15	16.63	16.63	0
4	16	20	18.97	18.97	0
5	21	25	31.82	31.82	0
6	26	30	32.89	32.89	0
7	31	35	41.56	41.56	0
8	36	40	41.92	41.92	0
9	41	45	47.39	47.39	0
10	46	50	47.58	47.58	0
11	51	60	55.38	55.38	0
12	61	200000	55.77	55.77	0

De **0m³** a **5m³**: cargo mínimo por consumo de agua.
De **6m³** en adelante: cargo adicional por metro cúbico de consumo de agua.

Elaboración propia.

Gráfica 7. Rangos de consumo residencial promedio de agua por zona en Tijuana, 2009 y 2015.



Fuente: Elaboración propia con base en información de la CESPT (2015).

El número de cuentas (consumidores) en este rango 12 fue extremadamente bajo en el 2009 y en el 2015 comparado con el resto de las cuentas del consumo doméstico de agua en Tijuana (menos del 1 por ciento del total de cuentas). La información de la CESPT muestra que la mayor parte de las cuentas de agua potable en Tijuana se concentran en los tres primeros rangos de consumo (consumo de agua de 0 a 15 m^3 por mes).

Los resultados del análisis ANOVA muestran con un nivel de confianza del 95% que el consumo de agua entre distritos administrativos (zonas) no es significativamente diferente, con excepción del consumo entre rangos (consumo/precio), en donde las diferencias entre ellos si son significativamente diferentes. En otras palabras, la diferencia en el consumo de agua se explica por el precio del agua y no por la localización geográfica del consumidor en el área urbana.

La comparación de los datos del consumo promedio de los usuarios de agua potable entre el 2009 y el 2015 muestran una situación interesante en Tijuana. El análisis de las cuentas por AGEBs muestra un ligero ahorro en el consumo de agua en un número significativo de cuentas. Ese ahorro en el consumo de agua ayudó al municipio de Tijuana a posponer la búsqueda de nuevas fuentes de agua programada para el 2015 hasta el 2020 en que la Comisión Estatal del Agua y la CESPT estiman se requerirá nuevas fuentes de agua en el municipio, como fue estipulado en el Plan Maestro de Agua de Tijuana (CEA 2013). Ese ahorro puede interpretarse como una capacidad adaptativa a nivel municipal. No obstante, es importante matizar esa capacidad de ahorro para los consumidores con bajo consumo de agua mensual. Un mayor ahorro de agua en esos consumidores está limitado por la cantidad mínima de agua necesaria por habitante por día. La gran mayoría de las cuentas de agua en Tijuana se encuentran en los dos primeros rangos de consumo (de 0 a 5 m^3 y de 6 a 10 m^3). Esos consumidores estarían cercanos al límite aceptable de ahorro de agua. El tercer rango con un consumo de agua entre 11 y 15 m^3 por mes está también cerca de la capacidad de ahorro de agua aceptable.

Un análisis del consumo de agua a nivel intra-urbano encontró 57 AGEBs con un incremento en el consumo de agua en Tijuana. La gran mayoría de esas AGEBs se encuentran las zonas periféricas de la

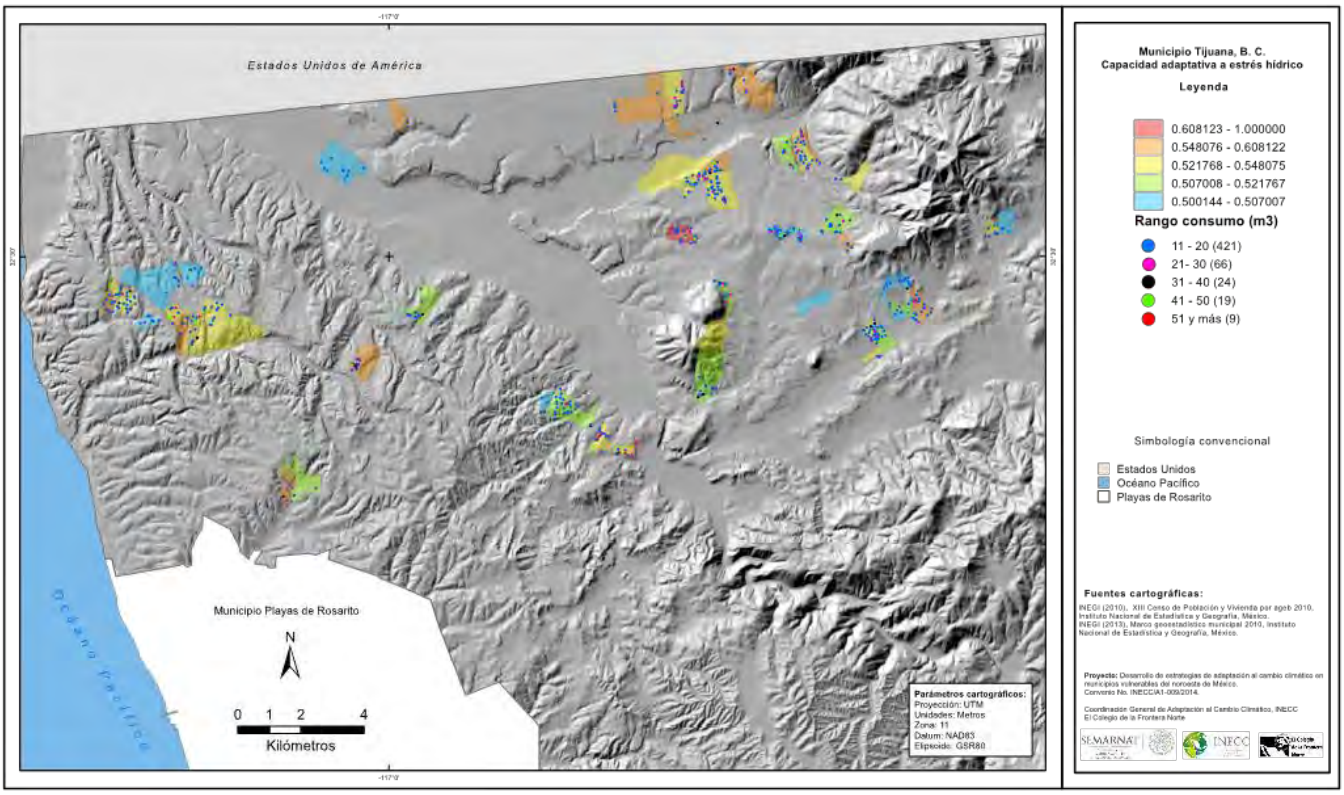
ciudad de relativa reciente urbanización y acceso al servicio de agua potable y con habitantes de bajo nivel socioeconómico.

El método de estandarización utilizado en este reporte permite crear un ranking agregado del volumen de agua consumido a nivel AGEB, debido a que es el agua facturada por la CESPT, este indicador es un proxy de la disponibilidad y acceso a mayor volumen de agua. El incremento en el consumo de agua en esas AGEBs muestra que a nivel intra-urbano la capacidad adaptativa se relaciona con los consumidores que incrementaron su consumo de agua entre el 2009 y el 2015. El mapa 32 muestra la localización de esas AGEBs en el espacio municipal. En ella se distingue puntualmente la zona con mayor capacidad adaptativa (color rojo con un rango muy alto), así como varias zonas con un rango medio alto (zonas en amarillo ocre). Un rango medio en el incremento en el consumo de agua con color amarillo y los rangos verde y azul con un incremento marginal. Es interesante resaltar que esas AGEBs son zonas periféricas formadas en su inicio como asentamientos informales.

Con el fin de detallar el incremento en el consumo al interior de esas AGEBs se incluyó las cuentas individuales en cada una de esas AGEBs de acuerdo a su nivel de consumo de agua. El cuadro 24 muestra el número de cuentas y sus rangos de consumo de agua en las 57 AGEBs para los años 2009 y el 2015 y la diferencia entre esos años. Agrupamos los 12 rangos de consumo definidos por la CESPT en siete rangos con el fin de facilitar el análisis y la presentación de resultados.

El cuadro 24 muestra también las cuentas de agua no residenciales en esas 57 AGEBs. En él se distingue que poco más de la mitad del total de cuentas se encuentran en un rango bajo de consumo de agua (de 0 a 10 m^3). Esto es coherente con el estrato socioeconómico de la población de esas AGEBs. La diferencia en el número de cuentas en ese rango entre 2009 y 2015 es muy pequeña (decrece del 55.4 al 54.8 por ciento del total de cuentas en las 57 AGEBs). El número de cuentas en el rango 2 de consumo de agua muestra un incremento entre el 2009 y el 2015 (de 31.5 por ciento en el 2009 a 34.5 por ciento en el 2015). Este es el único rango con un incremento en el número de cuentas en el periodo considerado. Este es un primer indicador de dónde se ha dado el incremento de agua y de qué magnitud es ese incremento.

Mapa 32. Capacidad adaptativa al estrés hídrico.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24. Número de cuentas y sus rangos de consumo de agua, Tijuana 2009 y 2015.

Rangos de consumo residencial (m3)	2009		2015		Diferencia (2015 - 2009)	
	No. Cuentas	Porcentaje	No. Cuentas	Porcentaje	No. Cuentas	Tc
R 1 (00-10)	14042	55.4	13883	54.8	-159	-1.1
R 2 (11-20)	7967	31.5	8457	33.4	490	6.2
R 3 (21-30)	1935	7.6	1690	6.7	-245	-12.7
R 4 (31-40)	365	1.4	283	1.1	-82	-22.5
R 5 (41-50)	85	0.3	77	0.3	-8	-9.4
R 6 (51-60)	34	0.1	33	0.1	-1	-2.9
R 7 (61<=)	52	0.2	57	0.2	5	9.6
No residencial	851	3.4	851	3.4		
Total	25331	**100.0**	25331	**100.0**		

Fuente: Elaboración propia con información de la CESPT, 2009 y 2015.

El cuadro 25 muestra un análisis más detallado de esos resultados basado en los datos de consumo de agua. La información denota que no todas las cuentas registran un incremento en el consumo de agua. Por ejemplo, en el rango uno el consumo de agua disminuye en 13.5 por ciento y en el rango dos 4.2 por ciento. La disminución en el consumo de agua es muy pequeña en las cuentas dentro de los otros rangos de consumo (del 3 al 7).

Cuadro 25. Movimientos en los rangos de consumo de agua residencial.

Rangos (m3)	Movimientos en los rangos de consumo de agua residencial 2015 con respecto a 2009								
Porcentaje %	Disminuye	S/M	+1	+2	+3	+4	+5	+6	Cuentas 2015
R 1 (00-10)	3428	10455	0	0	0	0	0	0	13883
%	13.5%	41.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	54.8%
R 2 (11-20)	1076	4251	3130	0	0	0	0	0	8457
%	4.2%	16.8%	12.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.4%
R 3 (21-30)	157	531	642	360	0	0	0	0	1690
%	0.6%	2.1%	2.5%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%
R 4 (31-40)	21	59	66	81	56	0	0	0	283
%	.1%	.2%	.3%	.3%	.2%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%
R 5 (41-50)	5	11	15	17	12	17	0	0	77
%	.0%	.0%	.1%	.1%	.0%	.1%	0.0%	0.0%	.3%
R 6 (51-60)	1	8	3	2	3	4	12	0	33
%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	0.0%	.1%
R 7 (61<=)	0	26	1	3	4	4	7	12	57
%	.0%	.1%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.2%

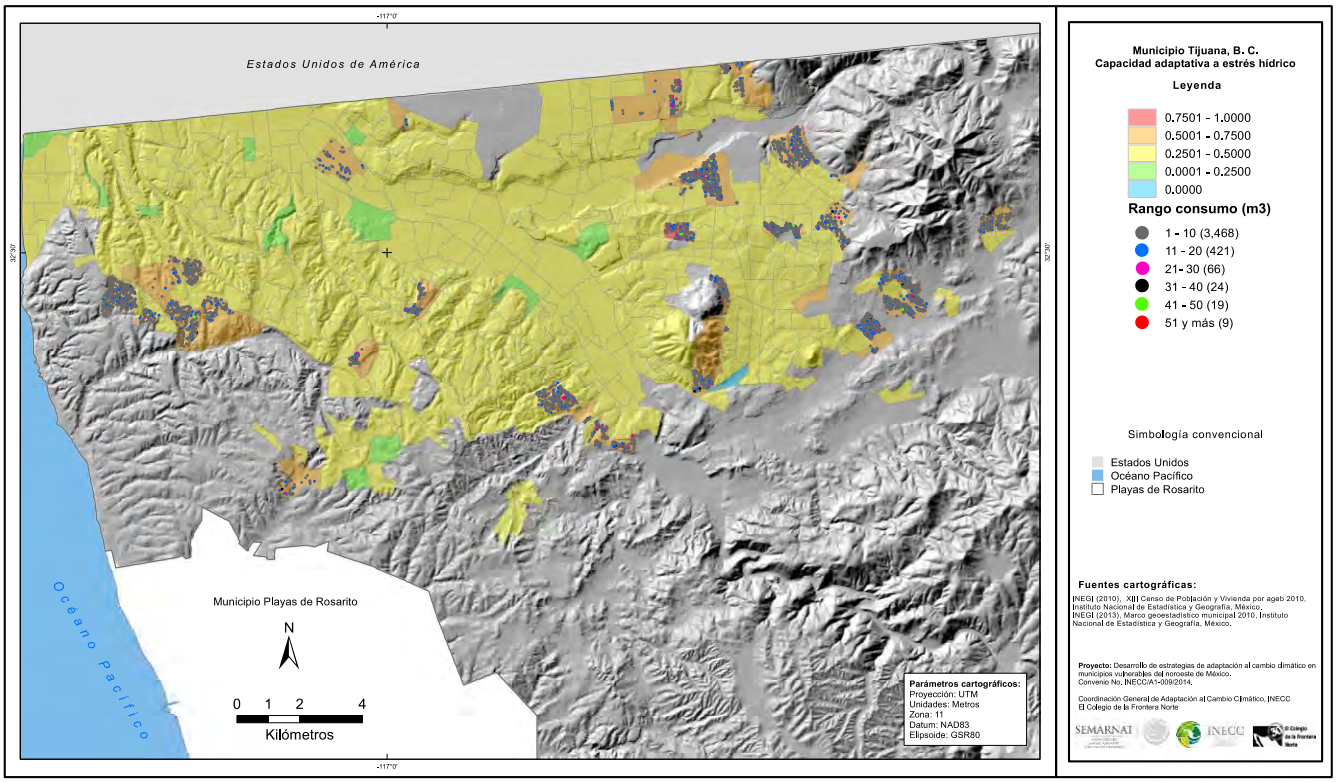
Fuente: Elaboración propia con información de la CESPT, 2009 y 2015.

El cuadro 25 muestra también la magnitud del incremento del consumo de agua y cómo se distribuye en las cuentas por rangos de consumo. En el rango uno todas las cuentas que incrementaron su consumo de agua permanecen en el mismo rango de consumo. El segundo rango es el que muestra una fuerte dinámica en el consumo de agua por cuenta. Cerca de la mitad del total de cuentas en ese rango no tienen un incremento en su consumo más allá de los 20m^3 (4,251 cuentas de un total de 8,457), pero cerca del 40 por ciento pasan al siguiente nivel de consumo (3,130 cuentas de un total de 8,457). Este incremento es significativo no solo por el elevado número de cuentas que incrementaron su consumo, sino también por el incremento en el costo del agua por metro cúbico al pasar a un rango de consumo de agua superior o dos rangos en el precio superiores por el m^3 de agua establecido por la CESPT. Esto refleja una capacidad de pago por

encima de los consumidores en ese mismo rango y es indicativo de una mayor capacidad de adaptación en condiciones de estrés hídrico que pudiera incrementar el precio del agua. El tercer rango de consumo de agua (de 21 a 30 m^3) también refleja una dinámica interesante. Cerca del 10 por ciento de las cuentas en ese rango disminuyeron su consumo de agua y cerca de la tercera parte de las cuentas (531 de un total de 1,690) no pasaron a otro rango de consumo. Pero cerca del 40 por ciento de las cuentas en ese rango pasaron al siguiente rango de consumo (de 31 a 40 m^3) y cerca del 20 por ciento pasaron dos rangos más arriba en su nivel de consumo. El incremento en el costo del agua al brincar uno o dos rangos es de consideración para esos niveles de consumo y refleja una mayor capacidad adaptativa.

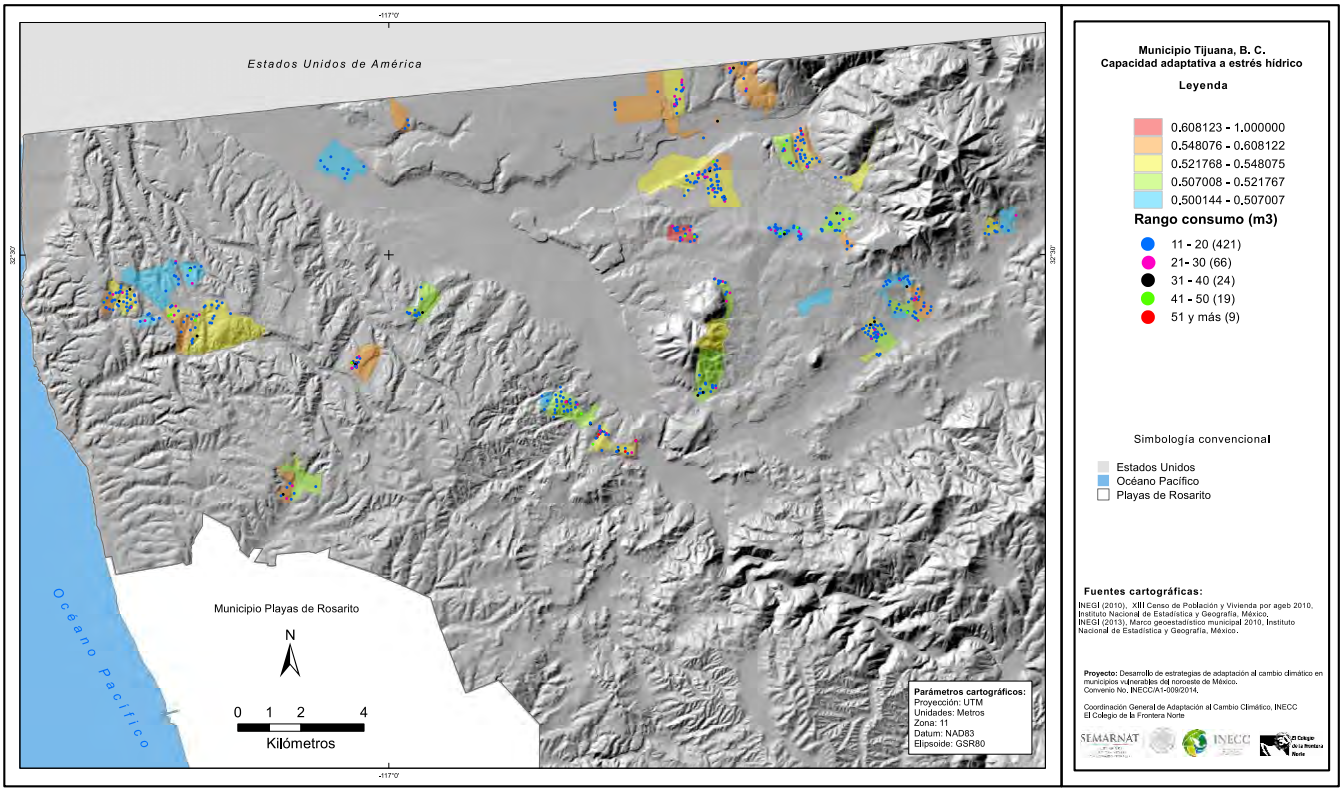
El mapa 33 muestra en el espacio de las 57 AGEBs la distribución de cuentas de acuerdo a sus rangos de consumo, se aprecia el peso del elevado número de cuentas en el primer rango de consumo representadas por los puntos en color gris (de 0-10 m^3).

Mapa 33. Distribución de cuentas clasificadas en seis rangos de consumo.



La dominante presencia de esos puntos oculta las cuentas en los otros rangos de consumo por lo que en el mapa 34 se presenta el mismo mapa pero eliminando la cuentas en el rango uno de consumo con el fin de ilustrar la presencia de cuentas en los otros rangos de consumo en las 57 AGEBs con incremento en su consumo de agua.

Mapa 34. Distribución de cuentas por rango (sin rango 1).



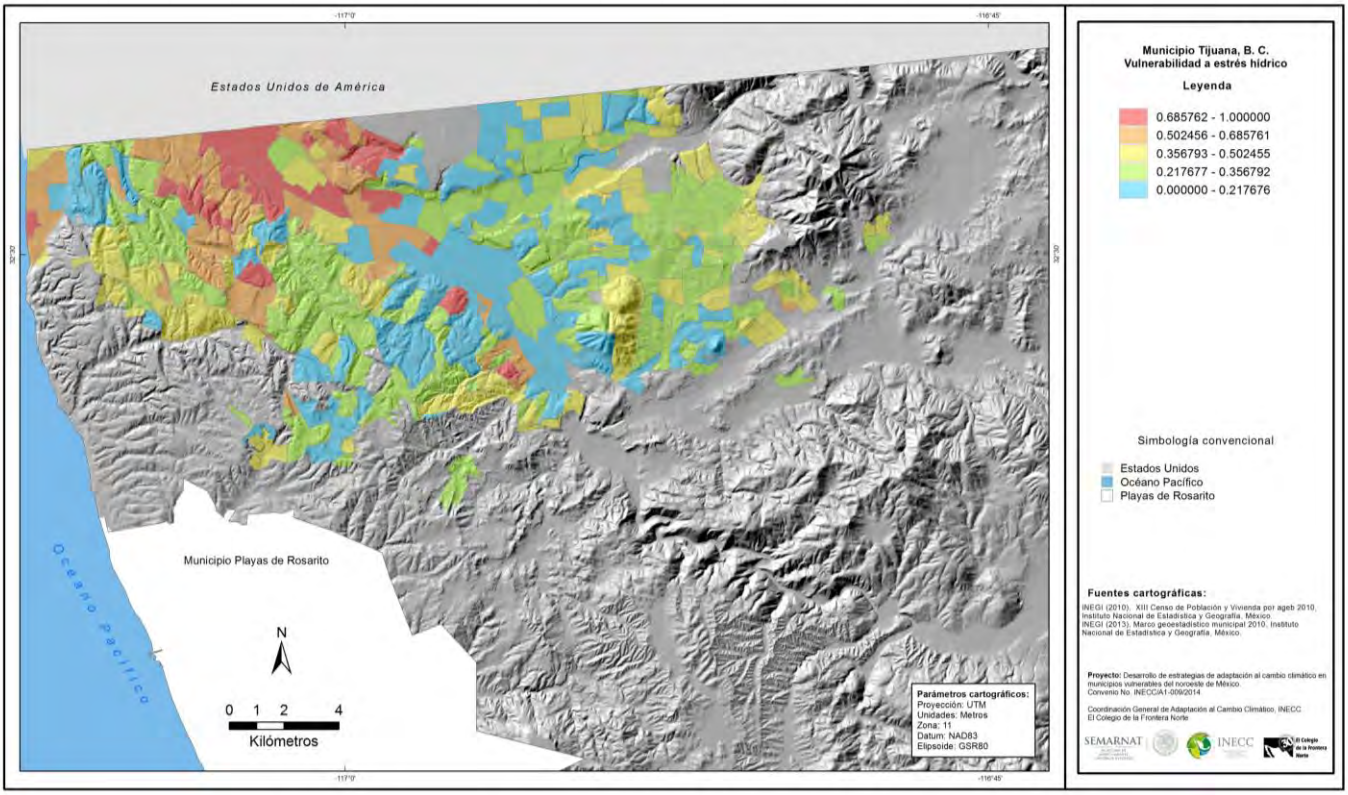
5.1.4 Evidencia de daño

En la base de datos a nivel intraurbano, no se lograron documentar daños asociados a la vulnerabilidad hídrica, tampoco se cuenta con información hemerográfica de las interrupciones en la continuidad del servicio de agua potable y alcantarillado. Port tanto, no fue posible incluir este componente en el análisis.

5.2 Diagnóstico integrado de vulnerabilidad hídrica

El resultado del análisis de la vulnerabilidad social al estrés hídrico en Tijuana se muestra en el mapa 35. En él se distinguen que los valores más elevados (muy alto y alto) se concentran en el centro histórico y en la parte poniente del área urbana. Esto se debe al peso del componente de exposición en esas zonas. Varias de las zonas periféricas y en la parte poniente del área urbana cuentan con un valor medio alto debido a su baja capacidad adaptativa y mayor sensibilidad a las consecuencias del estrés hídrico. Una parte considerable de la superficie y la población de Tijuana tienen una vulnerabilidad social media, media baja y baja (colores amarillo, verde y azul respectivamente).

Mapa 35. Vulnerabilidad social al estrés hídrico en Tijuana, 2015



La información en el cuadro 26 muestra los resultados de ese análisis. Destacan los valores medio alto y medio por el porciento de la población y la superficie del municipio en esas categorías.

Cuadro 26. Vulnerabilidad social al estrés hídrico por rangos de análisis.

Estrato	Rango	Población Total	Población (%)	Área (metros)	Área (Km)	Área (%)
1	0.0 - 0.078560	19,161	1.26	3,064,735.21	3.06	1.14
2	0.078561 - 0.217676	323,707	21.30	58,651,427.20	58.65	21.89
3	0.217677 - 0.397709	562,977	37.05	93,976,884.91	93.98	35.07
4	0.397710 - 0.612111	277,148	18.24	54,199,990.86	54.20	20.23
5	0.612112 - 1.00	153,901	10.13	22,920,166.05	22.92	8.55
	Perdidos	182,560	12.01	35,139,464.55	35.14	13.11
	Total	**1,519,454**	100.00	267,952,668.78	**268**	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la vulnerabilidad social al estrés hídrico reflejan las condiciones particulares de Tijuana. La planeación del manejo del agua por parte de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana durante las últimas dos décadas ha tenido resultados positivos. La CESPT es considerada por la CONAGUA como uno de los organismos operadores con mejores resultados a nivel nacional.

El ahorro en el consumo de agua entre 2009 y 2015 y el nivel de cobertura en el abasto de agua cercano al 90 por ciento de la población total del municipio es un reflejo de los logros en la gestión del agua de la CESPT. Sin embargo, la prioridad de extender la cobertura de agua potable ha descuidado el mantenimiento de la red existente y el cambio de tuberías que han cumplido su vida útil. Este problema está asociado a la extensión de las zonas con fugas recurrentes, con el agravante causado por la topografía y la pérdida en la estabilidad de las laderas por el proceso de urbanización y la actividad sísmica en el municipio.

El análisis de la vulnerabilidad social al estrés hídrico asociado con la variabilidad y el cambio climático proporciona una perspectiva diferente al problema del abasto y el consumo de agua en Tijuana. La CESPT prevé enfrentar problemas para garantizar el abasto en cinco años y considera algunas alternativas para cubrir el incremento en la demanda asociado al crecimiento de la población y la economía urbana de Tijuana. Pero su planeación no considera aún el posible incremento en la demanda de agua causado por un

posible incremento en la temperatura en los escenarios de cambio climático y las consecuencias de los escenarios de sequía para las próximas décadas en la región.

El análisis arriba presentado es una contribución al diseño de políticas públicas para reducir y prever las consecuencias negativas del cambio climático en este municipio. Rescata el problema creado por la falta de mantenimiento y actualización de la red de agua potable en el corto, pero sobretodo en el mediano y largo plazo cuando las consecuencias del cambio climático tengan mayores consecuencias negativas para Tijuana.

6. Lecciones aprendidas a partir del análisis de eventos hidrometeorológicos y climáticos y su vínculo con la vulnerabilidad

Un último aspecto que vale la pena destacar del diagnóstico de la vulnerabilidad realizado en Tijuana es el valor de la información histórica de los daños causados por eventos climáticos. Esta información ayuda a entender a este problema crónico y facilita planificar mejor el futuro. El cuadro 27 presenta los eventos climáticos con daños relevantes en Tijuana. Los eventos están presentados en orden de importancia dando prioridad a la pérdida de vidas humanas, pero considerando otros daños a personas (heridos, evacuados), daños a las viviendas, a la infraestructura urbana y a las comunicaciones.

Cuadro 27. Incidencia de daños por eventos hidrometeorológicos y climáticos así sus consecuencias en Tijuana según año, 1970-2015

Eventos climáticos con daños relevantes en Tijuana, 1970-2015										
Año	Eventos	Muertos	Evacuados	Personas en albergues	Pérdida total de la vivienda	Daños a vivienda	Colonias anegadas	Conlonias con Erosión/ Deslave	Colonias sin agua	Colonias sin electricidad
1993	1	37	631	0	116	44	66	20	50	0
1998	5	18	177	0	16	63	7	0	0	0
1978	5	8	9418	0	0	613	23	4	8	0
1992	1	8	64	0	0	56	29	1	0	0
2010	7	8	68	287	21	21	29	14	0	12
2005	2	6	0	0	3	0	1	1	0	0
2011	3	4	40	0	1	0	2	3	0	0
1976	1	2	6	0	1	281	8	4	0	0
1980	3	2	0	0	0	0	13	0	0	0
2004	4	2	400	258	20	100	57	4	0	1
1975	1	0	120	0	0	0	0	0	0	0
1977	2	0	400	0	0	100	12	11	10	10
1974	1	0	0	0	0	150	1	0	0	0
1981	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
1982	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1990	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0
1994	2	0	0	0	0	0	12	9	0	0
1995	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0
1997	5	0	71	0	0	17	16	4	0	4
2001	6	0	2744	0	33	614	112	27	1	12
2002	1	0	64	0	4	12	0	1	0	6
2007	1	0	1	0	0	1	9	2	0	0
2008	3	0	0	0	0	0	7	0	0	0
2012	1	0	16	0	1	4	3	0	0	0
2014	1	0	0	160	0	0	3	0	1	0
2015	1	0	0	180	0	3	9	2	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015

Los cuadros 28 y 29 presentan los datos puntuales de cada evento y de sus consecuencias. Al igual que el cuadro 27, los resultados se presentan en orden de relevancia dando prioridad a la pérdida de vidas humanas, pero considerando otros daños a personas (heridos, evacuados), daños a las viviendas, a la infraestructura urbana y a las comunicaciones. Otra particularidad es que se decidió dividir la información en dos grandes períodos temporales, esto con base en el nivel de detalle con la que la prensa presentaba la información de las consecuencias. El cuadro 28 abarca el período 1970-2001, donde las notas registraban los eventos y consecuencias de mayor importancia; el cuadro 29 presenta los datos para los años 2002-2015.

Cuadro 28. Eventos hidrometeorológicos y sus consecuencias en Tijuana, 1970-2001

Eventos climáticos con daños relevantes en Tijuana, 1970-2001										
Día en que fue reportada en la prensa			Muertos	Evacuados	Pérdida total de la vivienda	Daños a vivienda	Colonias anegadas	Conlonias con Erosión/ Deslave	Colonias sin agua	Colonias sin electricidad
Inicial	Final	Días								
01/07/1993	01/23/1993	16, 17, 19-23	37	631	116	44	66	20	50	0
02/04/1998	02/09/1998	04, 07, 09	14	177	0	63	6	0	0	0
12/08/1992	12/09/1992	08, 09	8	64	0	56	29	1	0	0
03/02/1978	03/08/1978	02-06, 08	5	1806	0	451	11	1	1	0
01/11/1978	01/17/1978	11, 12, 16, 17	3	7000	0	0	3	0	0	0
03/03/1998	03/03/1998	3	3	0	0	0	1	0	0	0
02/09/1976	02/18/1976	09, 12, 16, 18	2	6	1	281	8	4	0	0
02/01/1980	02/01/1980	1	1	0	0	0	3	0	0	0
02/06/1980	02/06/1980	6	1	0	0	0	4	0	0	0
03/26/1998	03/26/1998	26	1	0	0	0	0	0	0	0
04/12/1975	04/12/1975	12	0	120	0	0	0	0	0	0
01/05/1977	01/12/1977	05, 07, 12	0	400	0	100	2	1	0	0
12/31/1977	12/31/1977	31	0	0	0	0	10	10	10	10
01/26/1978	01/26/1978	26	0	0	0	0	0	0	0	0
02/13/1978	02/17/1978	13, 14, 17	0	0	0	0	9	1	0	0
03/13/1978	03/16/1978	13, 15, 16	0	612	0	162	0	2	7	0
01/08/1974	01/09/1974	08, 09	0	0	0	150	1	0	0	0
02/27/1980	02/27/1980	21	0	0	0	0	6	0	0	0
03/04/1981	03/04/1981	4	0	0	0	0	1	0	1	1
12/12/1984	12/12/1984		0	0	0	0	1	0	0	0
01/19/1990	01/19/1990	19	0	0	0	0	1	0	0	0
02/01/1990	02/01/1990	1	0	0	0	0	1	0	0	0
02/07/1994	02/09/1994	07, 09	0	0	0	0	5	3	0	0
02/18/1994	02/18/1994	18	0	0	0	0	7	6	0	0
02/02/1996	02/02/1996	2	0	0	0	0	1	0	0	0
02/27/1996	02/27/1996	27	0	0	0	0	0	0	0	0
03/14/1996	03/14/1996	14	0	0	0	0	1	1	0	0
11/24/1996	11/24/1996		0	0	0	0	0	0	0	0
01/06/1997	01/06/1997	1	0	0	0	0	0	0	0	4
11/12/1997	11/12/1997	12	0	0	0	0	1	0	0	0
11/27/1997	11/27/1997	27	0	0	0	0	5	0	0	0
12/08/1997	12/09/1997	08, 09	0	57	0	14	10	4	0	0
12/22/1997	12/22/1997	22	0	14	0	3	0	0	0	0
04/16/1998	04/16/1998	16	0	0	8	0	0	0	0	0
05/19/1998	05/19/1998	19	0	0	8	0	0	0	0	0
01/09/2001	01/12/2001	09-12	0	2690	22	604	99	14	1	2
01/27/2001	01/28/2001	27, 28	0	0	0	0	11	7	0	0
02/14/2001	02/14/2001	14	0	4	1	0	0	0	0	1
03/01/2001	03/12/2001	01, 04, 08, 12	0	50	2	10	1	4	0	3
04/04/2001	04/08/2001	04, 08	0	0	8	0	1	1	0	0
11/06/2001	11/06/2001	06	0	0	0	0	0	1	0	6

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015

Cuadro 29. Eventos hidrometeorológicos y sus consecuencias en Tijuana, 2002-2015p

Eventos climáticos con daños relevantes en Tijuana, 2002-2015											
Día en que fue reportada en la prensa			Muertos	Evacuados	Personas en albergues	Pérdida total de la vivienda	Daños a vivienda	Colonias anegadas	Conlonias con Erosión/ Deslave	Colonias sin agua	Colonias sin electricidad
Inicial	Final	Días									
01/11/2005	01/11/2005	11	6	0	0	3	0	1	1	0	0
03/05/2011	03/05/2011	05	4	0	0	1	0	0	0	0	0
01/19/2010	01/25/2010	19-25	3	8	236	3	2	14	6	0	12
03/08/2010	03/08/2010	08	3	0	0	0	0	2	0	0	0
12/21/2010	12/23/2010	21-23	2	60	51	11	19	7	4	0	0
10/20/2004	10/22/2004	20-22	1	150	101	10	24	18	2	0	0
10/28/2004	10/29/2004	28, 29	1	210	157	10	56	39	2	0	0
11/09/2002	11/11/2002	09, 11	0	64	0	4	12	0	1	0	6
03/04/2004	03/04/2004	04	0	40	0	0	20	0	0	0	0
12/29/2004	12/30/2004	29,30	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01/03/2005	01/03/2005	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/01/2007	02/04/2007	01, 04	0	1	0	0	1	9	2	0	0
03/17/2008	03/17/2008	17	0	0	0	0	0	3	0	0	0
11/27/2008	11/27/2008	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/16/2008	12/16/2008	16	0	0	0	0	0	4	0	0	0
02/24/2010	02/24/2010	24	0	0	0	0	0	1	1	0	0
10/21/2010	10/21/2010	21	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11/22/2010	11/24/2010	22, 24	0	0	0	0	0	3	1	0	0
12/28/2010	12/29/2010	28, 29	0	0	0	7	0	2	1	0	0
03/22/2011	03/22/2011	22	0	40	0	0	0	0	0	0	0
11/06/2011	11/06/2011	06	0	0	0	0	0	2	3	0	0
03/18/2012	03/20/2012	18, 20	0	16	0	1	4	3	0	0	0
12/04/2014	12/04/2014	04	0	0	160	0	0	3	0	1	0
03/01/2015	03/02/2015	01, 02	0	0	180	0	3	9	2	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015

El análisis realizado como parte del estudio de la vulnerabilidad en Tijuana vinculó la información de los daños históricos con los datos meteorológicos disponibles para establecer parámetros de referencia que ayuden a entender los umbrales de dañó causados por la precipitación. Los cuadros 30 y 31 presentan de manera resumida esa información y los cuadros 32 y 33 presentan un mayor detalle por evento en cuanto a la información de precipitación diaria recopilada por el proyecto en dos estaciones meteorológicas diferentes que cuentan con series de tiempo para el periodo analizado. Las estaciones consideradas son la estación en la presa Abelardo Rodríguez y la estación de Chula Vista, California incluida con fines comparativos dada los huecos en información e incertidumbre en los datos de las estaciones en Tijuana.

Cuadro 30. Daños por eventos hidrometeorológicos en Tijuana, 1970-2001

Eventos climáticos con daños relevantes en Tijuana, 1970-2001																
Día en que fue reportada en la prensa			Muertos	Evacuados	Pérdida total de la vivienda	Daños a vivienda	Colonias anegadas	Conlonias con Erosión/ Deslave	Colonias sin agua	Colonias sin electricidad	Precipitación acumulada (12 días)		Precipitación Máxima		Precipitación promedio	
Inicial	Final	Días									Ch	ab	Ch	ab	Ch	ab
01/07/1993	01/23/1993	16, 17, 19-23	37	631	116	44	66	20	50	0	110.5	100.3	36.8	39.1	9.2	8.4
02/04/1998	02/09/1998	04, 07, 09	14	177	0	63	6	0	0	0	103.1	112	40.6	46	8.6	9.3
12/08/1992	12/09/1992	08, 09	8	64	0	56	29	1	0	0	0	33.4	0	27	0.0	2.8
03/02/1978	03/08/1978	02-06, 08	5	1806	0	451	11	1	1	0	76.9	109.5	26.2	40	6.4	9.1
01/11/1978	01/17/1978	11, 12, 16, 17	3	7000	0	0	3	0	0	0	94.6	98	46.2	35	7.9	8.2
03/03/1998	03/03/1998	3	3	0	0	0	1	0	0	0	33.8	57.8	33.8	53.8	2.8	4.8
02/09/1976	02/18/1976	09, 12, 16, 18	2	6	1	281	8	4	0	0	55.1	68.6	35.6	48.9	4.6	5.7
02/01/1980	02/01/1980	1	1	0	0	0	3	0	0	0	54.9	87.4	37.3	63.2	4.6	7.3
02/06/1980	02/06/1980	6	1	0	0	0	4	0	0	0	54.9	87.4	37.3	63.2	4.6	7.3
03/26/1998	03/26/1998	26	1	0	0	0	0	0	0	0	30.5	29.1	22.9	19.5	2.5	2.4
04/12/1975	04/12/1975	12	0	120	0	0	0	0	0	0	42.2	45.6	24.9	14.3	3.5	3.8
01/05/1977	01/12/1977	05, 07, 12	0	400	0	100	2	1	0	0	58.3	66.1	22.1	26	4.9	5.5
12/31/1977	12/31/1977	31	0	0	0	0	10	10	10	10	45.2	59.9	17.3	27	3.8	5.0
01/26/1978	01/26/1978	26	0	0	0	0	0	0	0	0	22.1	28.6	16.5	17.5	1.8	2.4
02/13/1978	02/17/1978	13, 14, 17	0	0	0	0	9	1	0	0	44.9	48.8	11.9	16	3.7	4.1
03/13/1978	03/16/1978	13, 15, 16	0	612	0	162	0	2	7	0	34.8	33	21.8	11.7	2.9	2.8
01/08/1974	01/09/1974	08, 09	0	0	0	150	1	0	0	0	53.3	69.2	23.1	30	4.4	5.8
02/27/1980	02/27/1980	21	0	0	0	0	6	0	0	0	42	50.5	15.2	31.5	3.5	4.2
03/04/1981	03/04/1981	4	0	0	0	0	1	0	1	1	86.9	87	32.8	23.2	7.2	7.3
12/12/1984	12/12/1984		0	0	0	0	1	0	0	0	51.6	31.4	35.6	15	4.3	2.6
01/19/1990	01/19/1990	19	0	0	0	0	1	0	0	0	17.8	42.2	11.4	14.8	1.5	3.5
02/01/1990	02/01/1990	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8.6	18	8.6	13.5	0.8	1.5
02/07/1994	02/09/1994	07, 09	0	0	0	0	5	3	0	0	44.2	39.3	17.8	14.3	3.7	3.6
02/18/1994	02/18/1994	18	0	0	0	0	7	6	0	0	58.9	45.5	17.8	22.4	4.9	3.8
02/02/1996	02/02/1996	2	0	0	0	0	1	0	0	0	22.9	17.5	15.2	9.3	1.9	1.5
02/27/1996	02/27/1996	27	0	0	0	0	0	0	0	0	25.4	26.8	10.2	14	2.1	2.2
03/14/1996	03/14/1996	14	0	0	0	0	1	1	0	0	28.2	37.4	20.3	21.8	2.4	3.1
11/24/1996	11/24/1996		0	0	0	0	0	0	0	0	39.4	12	38.1	9.9	3.3	1.0
01/06/1997	01/06/1997	1	0	0	0	0	0	0	0	4	11.1	5.9	5.3	3.9	0.9	0.5
11/12/1997	11/12/1997	12	0	0	0	0	1	0	0	0	18	7.4	12.7	5.9	1.5	0.6
11/27/1997	11/27/1997	27	0	0	0	0	5	0	0	0	11.4	13.5	11.4	13.5	1.0	1.1
12/08/1997	12/09/1997	08, 09	0	57	0	14	10	4	0	0	36.8	52.1	19	29.1	3.1	4.3
12/22/1997	12/22/1997	22	0	14	0	3	0	0	0	0	21.5	40.1	19	29.9	1.8	3.3
04/16/1998	04/16/1998	16	0	0	8	0	0	0	0	0	28.4	27.4	12.7	14.5	2.6	2.3
05/19/1998	05/19/1998	19	0	0	8	0	0	0	0	0	7.1	13.1	7.1	9	0.6	1.1
01/09/2001	01/12/2001	09-12	0	2690	22	604	99	14	1	2	84.7	85.3	40.6	37.6	7.1	7.1
01/27/2001	01/28/2001	27, 28	0	0	0	0	11	7	0	0	25.2	36.3	12.7	20.5	2.1	3.0
02/14/2001	02/14/2001	14	0	4	1	0	0	0	0	1	21.1	45.9	18.8	23.8	1.8	3.8
03/01/2001	03/12/2001	01, 04, 08, 12	0	50	2	10	1	4	0	3	17.4	27.7	16.5	12.3	1.5	2.3
04/04/2001	04/08/2001	04, 08	0	0	8	0	1	1	0	0	5.6	6.6	5.1	3.7	0.5	0.6
11/06/2001	11/06/2001	06	0	0	0	0	0	1	0	6	0	10.9	0	10.8	0.0	0.9

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015; así como con información de precipitación diaria de las estaciones Chulavista en San Diego, Estados Unidos y Abelardo Rodríguez en Tijuana, México.

Cuadro 31. Daños por eventos hidrometeorológicos en Tijuana, 2002-2015

Eventos climáticos con daños relevantes en Tijuana, 2002-2015																		
Día en que fue reportada en la prensa			Muertos	Evacuados	Personas en albergues	Pérdida total de la vivienda	Daños a vivienda	Colonias anegadas	Conlonias con Erosión/ Deslave	Colonias sin agua	Colonias sin electricidad	Precipitación acumulada (12 días)		Precipitación Máxima		Precipitación promedio	
Inicial	Final	Días										Ch	ab	Ch	ab	Ch	ab
01/11/2005	01/11/2005	11	6	0	0	3	0	1	1	0	0	97.4	81.3	29.5	29.6	10.8	6.8
03/05/2011	03/05/2011	05	4	0	0	1	0	0	0	0	0	24.3	27.3	15.2	25.3	2.0	2.3
01/19/2010	01/25/2010	19-25	3	8	236	3	2	14	6	0	12	100.4	130.1	30	38	8.4	10.8
03/08/2010	03/08/2010	08	3	0	0	0	0	2	0	0	0	37.4	66.1	16.5	26	3.1	5.5
12/21/2010	12/23/2010	21-23	2	60	51	11	19	7	4	0	0	103.4	80.1	50.5	52.1	8.6	6.7
10/20/2004	10/22/2004	20-22	1	150	101	10	24	18	2	0	0	65	129.8	30.5	90	5.9	10.8
10/28/2004	10/29/2004	28, 29	1	210	157	10	56	39	2	0	0	104.2	193	48.8	90	10.4	16.1
11/09/2002	11/11/2002	09, 11	0	64	0	4	12	0	1	0	6	9.6	8.3	5.8	5.6	0.8	0.7
03/04/2004	03/04/2004	04	0	40	0	0	20	0	0	0	0	32	27.7	13.5	10.6	2.7	2.3
12/29/2004	12/30/2004	29,30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	38.1	57.6	38.1	49.1	12.7	4.8
01/03/2005	01/03/2005	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90.5	96.8	38.1	49.1	18.1	8.1
02/01/2007	02/04/2007	01, 04	0	1	0	0	1	9	2	0	0	31	21.7	17.3	13.1	2.6	1.8
03/17/2008	03/17/2008	17	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	21	0	18.2	0.0	1.8
11/27/2008	11/27/2008	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	34.5	0.0	4.8
12/16/2008	12/16/2008	16	0	0	0	0	0	4	0	0	0	69.8	136.4	44.2	87	6.3	11.4
02/24/2010	02/24/2010	24	0	0	0	0	0	1	1	0	0	10.6	15.7	6.1	9.8	0.9	1.3
10/21/2010	10/21/2010	21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	34.8	38	32.5	35.6	2.9	3.2
11/22/2010	11/24/2010	22, 24	0	0	0	0	0	3	1	0	0	8.9	10	4.8	6.6	0.7	0.8
12/28/2010	12/29/2010	28, 29	0	0	0	7	0	2	1	0	0	123.7	97	50.5	52.1	10.3	8.1
03/22/2011	03/22/2011	22	0	40	0	0	0	0	0	0	0	25.6	30.2	24.1	27.5	2.1	2.5
11/06/2011	11/06/2011	06	0	0	0	0	0	2	3	0	0	31.5	0	23.9	0	2.6	
03/18/2012	03/20/2012	18, 20	0	16	0	1	4	3	0	0	0	37.3	0	20.8	0	3.1	
12/04/2014	12/04/2014	04	0	0	160	0	0	3	0	1	0	34.5	0	18.8	0	2.9	
03/01/2015	03/02/2015	01, 02	0	0	180	0	3	9	2	0	0	32.5	0	15.2	0	3.0	

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015; así como con información de precipitación diaria de las estaciones Chulavista en San Diego, Estados Unidos y Abelardo Rodríguez en Tijuana, México.

Cuadro 32. Precipitación diaria de los principales daños ocurridos en Tijuana a causa de eventos hidrometeorológicos, 1970-2001

Precipitación diaria de los principales daños ocurridos en Tijuana a causa de eventos hidrometeorológicos, 1970-2001																																
Día en que fue reportada en la prensa			Registro de precipitación diaria (mm)																													
			t-10		t-9		t-8		t-7		t-6		t-5		t-4		t-3		t-2		t-1		t0		t+1		Prec Acum		Prec Max		Prec media	
Inicial	Final	Días	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	ab	Ch	ab	Ch	ab	Ch	ab
01/07/1993	01/23/1993	16, 17, 19-23	9.7	3	33	39.1	36.8	31.5	10.4	9.1	16.3	17.6	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**110.5**	**100.3**	**36.8**	**39.1**	**9.2**	**8.4**
12/08/1992	12/09/1992	08, 09	0	0	0	0		0		0		6.4		0		0		0		27		0		0		0	**0**	**33.4**	**0**	**27**	**0.0**	**2.8**
02/04/1998	02/09/1998	04, 07, 09	0	0	0.3	3.4	0	0	0	0	40.6	46	6.3	1.3	3	0	4.6	11.3	0	35.9	26.7	14.1	21.6	0	0	0	**103.1**	**112**	**40.6**	**46**	**8.6**	**9.3**
03/02/1978	03/08/1978	02-06, 08	0	5	7.9	15	9.9	40	26.2	9	4.1	10.5	5.1	1	0.8	10.5	19.3	10.5	3.6	0	0	0	0	0	0	8	**76.9**	**109.5**	**26.2**	**40**	**6.4**	**9.1**
01/11/1978	01/17/1978	11, 12, 16, 17	0	0	0	0	0	34.5	20.1	6.5	10.7	0	0.3	0	0	0	0	35	46.2	0	0.3	17.5	16.5	1.5	0.5	3	**94.6**	**98**	**46.2**	**35**	**7.9**	**8.2**
03/03/1998	03/03/1998	3	0	0	0	0	0	53.8	33.8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**33.8**	**57.8**	**33.8**	**53.8**	**2.8**	**4.8**
02/09/1976	02/18/1976	09, 12, 16, 18	2	48.9	35.6	11.8	10.4	7.9	7.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**55.1**	**68.6**	**35.6**	**48.9**	**4.6**	**5.7**
02/01/1980	02/01/1980	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1	13.2	12.7	63.2	37.3	11	0.8	0	0	0	0	0	**54.9**	**87.4**	**37.3**	**63.2**	**4.6**	**7.3**
02/06/1980	02/06/1980	6	0	0	4.1	13.2	12.7	63.2	37.3	11	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**54.9**	**87.4**	**37.3**	**63.2**	**4.6**	**7.3**
03/26/1998	03/26/1998	26	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.9	19.5	7.6	2.9	0	6.2	**30.5**	**29.1**	**22.9**	**19.5**	**2.5**	**2.4**
04/12/1975	04/12/1975	12	0	0	0	0	0	2.8	0	7	2.8	12.3	12.2	5.3	2.3	14.3	24.9	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	**42.2**	**45.6**	**24.9**	**14.3**	**3.5**	**3.8**
01/05/1977	01/12/1977	05, 07, 12	0	18.6	13	0	0.3	9.1	9.1	26	13.5	7	22.1	5.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**58.3**	**66.1**	**22.1**	**26**	**4.9**	**5.5**
12/31/1977	12/31/1977	31	0	0	0	0	2.5	7	3.6	1.6	1.5	16.5	14.7	4.8	2	0	1.3	27	17.3	3	2.3	0	0	0	0	0	**45.2**	**59.9**	**17.3**	**27**	**3.8**	**5.0**
01/26/1978	01/26/1978	26	0.3	17.5	16.5	1.5	0.5	3	3.3	6.6	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**22.1**	**28.6**	**16.5**	**17.5**	**1.8**	**2.4**
02/13/1978	02/17/1978	13, 14, 17	5.6	3	5.3	2.2	1	16	11.9	4	4.3	6.9	3.3	11	6.9	5.7	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**44.9**	**48.8**	**11.9**	**16**	**3.7**	**4.1**
03/13/1978	03/16/1978	13, 15, 16	3.6	0	0	0	0	0	0	8	3.8	6.3	0.3	11.7	21.8	7	5.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**34.8**	**33**	**21.8**	**11.7**	**2.9**	**2.8**
01/08/1974	01/09/1974	08, 09	0	0	0	3	1.5	1.3	1.8	0.3	0.3	1	2.5	28.6	18	3.1	1.3	0.9	3	30	23.1	0	0	1	1.8	0	**53.3**	**69.2**	**23.1**	**30**	**4.4**	**5.8**
02/27/1980	02/27/1980	21	7.1	4	15.2	5.7	2	31.5	6.6	7.2	8.6	2.1	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**42**	**50.5**	**15.2**	**31.5**	**3.5**	**4.2**
03/04/1981	03/04/1981	4	0	0	0	0	0	0	0	14	6.9	0	0	0	0	21.5	32.8	23.2	18.5	0	1.5	0.2	0.5	16.2	26.7	11.9	**86.9**	**87**	**32.8**	**23.2**	**7.2**	**7.3**
12/12/1984	12/12/1984		0	0.4	4.3	3.8	0	0	0	0	0	0	0	7.6	8.1	0	0	0	3.6	15	35.6	3.8	0	0.8	0	0	**51.6**	**31.4**	**35.6**	**15**	**4.3**	**2.6**
01/19/1990	01/19/1990	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	12.9	0	1.8	0	3.4	11.4	14.8	3.6	9.3	0.3	0	0	0	**17.8**	**42.2**	**11.4**	**14.8**	**1.5**	**3.5**
02/01/1990	02/01/1990	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		13.5	8.6	3.5	0	1	0	0	**8.6**	**18**	**8.6**	**13.5**	**0.8**	**1.5**
02/07/1994	02/09/1994	07, 09	0	0	0		0	0	0	0	0	6.5	15	2	0	0	0	8.2	11.4	8.3	17.8	14.3	0	0	0	0	**44.2**	**39.3**	**17.8**	**14.3**	**3.7**	**3.6**
02/18/1994	02/18/1994	18	17.8	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.5	22.4	15.2	8.8	10.4	0	**58.9**	**45.5**	**17.8**	**22.4**	**4.9**	**3.8**
02/02/1996	02/02/1996	2	0	0	0	0	0.5	0	1.3	0	0	0	0.5	0	0	0	0	3.1	4.1	9.3	15.2	5.1	1.3	0	0	0	**22.9**	**17.5**	**15.2**	**9.3**	**1.9**	**1.5**
02/27/1996	02/27/1996	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	3.8	0	0	0	0	1.4	10.2	14	6.3	2.2	0	5.9	5.1	0	**25.4**	**26.8**	**10.2**	**14**	**2.1**	**2.2**
03/14/1996	03/14/1996	14	0	0.2	2.3	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.5	20.3	21.8	5.6	0	0	0	**28.2**	**37.4**	**20.3**	**21.8**	**2.4**	**3.1**
11/24/1996	11/24/1996		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.9	38.1	2.1	1.3	0	0	0	0	0	**39.4**	**12**	**38.1**	**9.9**	**3.3**	**1.0**
01/06/1997	01/06/1997	1	0	0	0.3	0.2	2.5	0	0	0	0	0.2	0	0.4	0	0.4	0	0.5	5.3	0.3	0	0	3	3.9	0	0	**11.1**	**5.9**	**5.3**	**3.9**	**0.9**	**0.5**
11/12/1997	11/12/1997	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	5.3	0	0	0	12.7	5.9	**18**	**7.4**	**12.7**	**5.9**	**1.5**	**0.6**
11/27/1997	11/27/1997	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.4	13.5	0	0	0	0	**11.4**	**13.5**	**11.4**	**13.5**	**1.0**	**1.1**
12/08/1997	12/09/1997	08, 09	0	0	7.9	4.2	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	9.3	19	29.1	5.3	7.1	3.8	2.4	0	0	0	0	**36.8**	**52.1**	**19**	**29.1**	**3.1**	**4.3**
12/22/1997	12/22/1997	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	10.2	0	0	19	29.9	0	0	0	0	**21.5**	**40.1**	**19**	**29.9**	**1.8**	**3.3**
04/16/1998	04/16/1998	16	0	0.7	1.3	4	0.5	1.2	0	0	0	0	0	0		14.5	10.9	0	0	0	3	6.2	12.7	0.8	0	0	**28.4**	**27.4**	**12.7**	**14.5**	**2.6**	**2.3**
05/19/1998	05/19/1998	19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	7.1	3.1	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	**7.1**	**13.1**	**7.1**	**9**	**0.6**	**1.1**
01/09/2001	01/12/2001	09-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	37.6	13.2	0	0	3.3	40.6	34.5	14.2	9.9	14.2	0	**84.7**	**85.3**	**40.6**	**37.6**	**7.1**	**7.1**
01/27/2001	01/28/2001	27, 28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3	0.3	0.3	0	7.6	20.5	12.7	15.5	0.3	0	0	0	**25.2**	**36.3**	**12.7**	**20.5**	**2.1**	**3.0**
02/14/2001	02/14/2001	14	0	0	0	0	0	0	0.5	3.2	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	23.8	18.8	18.9	0	0	0	0	**21.1**	**45.9**	**18.8**	**23.8**	**1.8**	**3.8**
03/01/2001	03/12/2001	01, 04, 08, 12	0	0	0	0	0	0	0	10.9	16.5	12.3	0.3	0	0.3	0	0	4.4	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	**17.4**	**27.7**	**16.5**	**12.3**	**1.5**	**2.3**
04/04/2001	04/08/2001	04, 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1	2.9	0	0	0.5	3.7	**5.6**	**6.6**	**5.1**	**3.7**	**0.5**	**0.6**
11/06/2001	11/06/2001	06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	10.8	0	0	0	0	0	0	**0**	**10.9**	**0**	**10.8**	**0.0**	**0.9**

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015; así como con información de precipitación diaria de las estaciones Chulavista en San Diego, Estados Unidos y Abelardo Rodríguez en Tijuana, México.

Cuadro 33. Precipitación diaria de los principales daños ocurridos en Tijuana a causa de eventos hidrometeorológicos, 2002-2010

Precipitación diaria de los principales daños ocurridos en Tijuana a causa de eventos hidrometeorológicos, 1970-2001																																
Día en que fue reportada en la prensa			Registro de precipitación diaria (mm)																													
			t-10		t-9		t-8		t-7		t-6		t-5		t-4		t-3		t-2		t-1		t0		t+1		Prec Acum		Prec Max		Prec media	
Inicial	Final	Días	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	Ab	Ch	ab	Ch	ab	Ch	ab	Ch	ab
01/11/2005	01/11/2005	11		0		0.4	29.5	29.6	22.9	9.2	0.3	0	0	0	8.1	7.9		2.3	5.1	9.5	11.2	7.4	19	15	1.3	0	97.4	81.3	29.5	29.6	10.8	6.8
03/05/2011	03/05/2011	05	0	0	0	0	0	2	15.2	25.3	9.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.3	27.3	15.2	25.3	2.0	2.3
01/19/2010	01/25/2010	19-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.6	16.8	18.4	10.7	38	30	29.3	29.2	25.8	11.9	0	1.8	0	0	0	100.4	130.1	30	38	8.4	10.8
03/08/2010	03/08/2010	08	0	0	6.9	26	6.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.3	0	14.3	16.5	11.4	7.1	0.1	0	0	37.4	66.1	16.5	26	3.1	5.5
12/21/2010	12/23/2010	21-23	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	0	0	0.8	0	0	7.5	6.6	7.4	50.5	52.1	45	12.4	0	0	0	0	103.4	80.1	50.5	52.1	8.6	6.7
10/20/2004	10/22/2004	20-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.8	0	2.5	26.4	2.6		22	30.5	90	8.1	2.9	0	0	0	0	65	129.8	30.5	90	5.9	10.8
10/28/2004	10/29/2004	28, 29		22	30.5	90	8.1	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0.3		9.1	48.8	64.8	16.8	3.9	0	0	0	0	104.2	193	48.8	90	10.4	16.1
11/09/2002	11/11/2002	09, 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	5.6	5.8	2.7	2.3	0	0	0	0	0	9.6	8.3	5.8	5.6	0.8	0.7
03/04/2004	03/04/2004	04	13.5	3.6	0	0	0	0.1	13.2	7	2	6.4	1.5	0	0	0	0	10.6	1.8	0	0	0	0	0	0	0	32	27.7	13.5	10.6	2.7	2.3
12/29/2004	12/30/2004	29,30		0		0		0		0		0		0		0		0		49.1	38.1	8.3	0	0	0	0.2	38.1	57.6	38.1	49.1	12.7	4.8
01/03/2005	01/03/2005	03		0		0		0		0		49.1	38.1	8.3	0	0	0	0.2		0		0.4	29.5	29.6	22.9	9.2	90.5	96.8	38.1	49.1	18.1	8.1
02/01/2007	02/04/2007	01, 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.6	12.7	13.1	17.3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	21.7	17.3	13.1	2.6	1.8
03/17/2008	03/17/2008	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.2	0	2.8	0	0	0	0	0	21	0	18.2	0.0	1.8
11/27/2008	11/27/2008	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.5	0	17.3	0	6.2	0	0	0	58	0	34.5	0.0	4.8
12/16/2008	12/16/2008	16	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7		0	19.3	43.2	6.3	5	44.2	87	69.8	136.4	44.2	87	6.3	11.4
02/24/2010	02/24/2010	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.8	6.1	3.9	2	1.5	2.5	0	0	0	0	0.5	0	0	10.6	15.7	6.1	9.8	0.9	1.3
10/21/2010	10/21/2010	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	32.5	35.6	0.8	2.2	0	0	0.5	0.2	34.8	38	32.5	35.6	2.9	3.2
11/22/2010	11/24/2010	22, 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	6.6	2.3	2.9	0	0	0	0.5	1.8	0	0	0	8.9	10	4.8	6.6	0.7	0.8
12/28/2010	12/29/2010	28, 29	0	7.5	6.6	7.4	50.5	52.1	45	12.4	0	0	0	0	0	1.5	4.6	0	0	0	0	0	17	16.1	0	0	123.7	97	50.5	52.1	10.3	8.1
03/22/2011	03/22/2011	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.5	24.1	2.7	1.5	0	25.6	30.2	24.1	27.5	2.1	2.5
11/06/2011	11/06/2011	06	0		0		0		0		0		0		0		0		0		23.9		7.6		0		31.5	0	23.9	0	2.6	
03/18/2012	03/20/2012	18, 20	0		0		0		0		0		0		0		1.5		20.8		15		0		0		37.3	0	20.8	0	3.1	
12/04/2014	12/04/2014	04	0		0		0		0		0		0		0		0		0.5		15.2		18.8		0		34.5	0	18.8	0	2.9	
03/01/2015	03/02/2015	01, 02	0		0		0		7.4		0		0		0		0		1.3				15.2		8.6		32.5	0	15.2	0	3.0	
		06	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9	11.7	14.5	11.4	40	24.9	23.1	19.3	1.1	67.3	84.6	24.9	40	5.6	7.1

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015; así como con información de precipitación diaria de las estaciones Chulavista en San Diego, Estados Unidos y Abelardo Rodríguez en Tijuana, México.

Con el fin de poder tener una perspectiva completa de la precipitación asociada a cada evento, se consideró la precipitación diaria 11 días antes del día de publicación del diario local y un día después. Esto es importante porque en algunos eventos los daños ocurrieron no como resultado de un precipitación intensa en uno o dos días (u horas como en caso del evento del Niño en 1998), sino también por la precipitación acumulada durante varios días que satura la capacidad de drenaje de los sistemas natural y urbano. Los datos de precipitación que se incluyen son a precipitación máxima diaria, la precipitación diaria promedio para esos días y la precipitación acumulada durante los días del evento. Nuestro análisis tomo también en cuenta el estudio de la variabilidad de la precipitación extrema en Tijuana de Cavazos y Rivas (2004).

La información del cuadro 30 permite identificar que en el evento del Niño en enero de 1993, clasificado en el cuadro anterior como el evento con mayores daños en la historia reciente de Tijuana (37 muertes, significativos danos a viviendas e infraestructura y partes de la ciudad incomunicadas hasta por dos semanas), no fue una precipitación extraordinaria (Bocco et al. 1994). La precipitación diaria máxima registrada en un día crítico si es significativamente superior al promedio, pero se ha registrado niveles similares en otros años. El problema central en ese evento fue el número de días con precipitación significativa cerca de una semana. Esto ocasionó la saturación de los sistemas natural y urbano y explica la extensión, intensidad y diversidad de los daños en buena parte del municipio. Otros eventos que destacan son los de febrero de 1998 (Winckel y Page 2003) y los de enero y el de febrero de 1978. Todos esos eventos están asociados al fenómeno del Nino pero con diversa intensidad (1977-1978 un Nino considerado débil, 1992-1993 un Nino considerado moderado y 1997-1998 un Nino considerado fuerte). Un dato interesante del cuadro 30 es que la precipitación máxima diaria y la precipitación acumulada durante esos eventos es similar (entre 90 mm y 110 mm de precipitación acumulada en esos días con valores de precipitación diaria entre 35 mm y 50 mm). Un evento cercano a ese grupo es el de enero del 2001 con precipitación acumulada cerca de los 85 mmm y máxima diaria cercana a los 40 mm. A pesar de no haber ocurrido pérdida de vidas humanas durante ese evento, se registró un significativo número de personas evacuadas, daños en viviendas e infraestructura, colonias anegadas y problemas en las comunicaciones.

La información de los cuadros nos permite ver otro grupo de daños asociados a precipitaciones acumuladas entre 35 mm y 50 mm pero con menos días de precipitación. Los daños en este grupo de eventos son significativos en término de personas evacuadas, daños en viviendas y en infraestructura, colonias con problemas de anegamiento o con remoción y depositación de material y problemas de comunicación. En estos cuadros se distingue un último número de eventos con daños de menor escala en las comunicaciones, infraestructura y en algunas viviendas. En este caso la precipitación máxima diaria es entre los 10 y los 20 mm y la precipitación acumulada entre los 10 y los 35 mm.

A partir de la relación de la base de daños y la de precipitación, se construyeron umbrales de daños asociados a diversos rangos de precipitación (cuadro 34). Se usó la información de la estación Abelardo Rodríguez (Clicom estaciones, 2014), para el periodo 1970-2011; para ese mismo periodo se agregaron los datos de daños para tener las consecuencias totales por evento hidrometeorológico (un evento puede ser lluvia de un día o de varios días).

Cuadro 34. Umbrales de daños según diversos niveles de precipitación, 1970-2011

Tipo de daño, 1970-2011	Rangos de precipitación (mm)							
	0.1 - 10.0 (9 eventos)	*10.1 - 20.0 (17 eventos)*	*20.1 - 30.0 (15 eventos)*	*30.1 - 40.0 (8 eventos)*	*40.1 - 50.0 (4 eventos)*	*50.1 - 60.0 (3 eventos)*	*60.1 - 70.0 (2 eventos)*	*80.1 - 90.0 (3 eventos)*
Muertos		1.00	18.00	48.00	16.00	5.00	2.00	2.00
Evacuados	64.00	823.00	579.00	11985.00	183.00	6.00		36.00
Albergues				236.00		51.00		258.00
Pérdida total de vivienda	2.00	1.00	5.00	141.00	1.00	18.00		2.00
Viviendas dañadas	12.00	193.00	323.00	111.00	344.00	19.00		8.00
Colonias anegadas	7.00	35.00	75.00	199.00	14.00	1.00	7.00	61.00
Colonias con deslave	4.00	13.00	31.00	42.00	4.00	5.00		4.00
Colonias sin agua		7.00	11.00	52.00				
Colonias sin electricidad	1.00	9.00	12.00	14.00	1.00			

Fuente: Elaboración propia con base en registros hemerográficos de diarios locales, 1970-2015; así como con información de precipitación diaria de la estación Abelardo Rodríguez en Tijuana (Clicom estaciones, 2014).

Referencias bibliográficas

Adger, W. N (2003) Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change, Economic Geography, Vol. 79, No. 4 (Oct., 2003), pp. 387-404

Adger, W. N. (2006) Vulnerability, Global Environmental Change 16 (3): 268-281.

Adger, W.N., S. Agrawala, M.M.Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Pulhin, R. Pulwarty, B. Smit and K. Takahashi (2007) "Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability". Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 717-743.

Alegría, Tito y Gerardo Ordóñez (2005). "Legalizando la ciudad. Asentamientos informales y procesos de regulación en Tijuana", COLEF, ISBN:968-7947-36-5, 2005.

Arriaga, Sarahí y Tereza cavazos (2010). Regional trends of daily precipitation índices in northwest Mexico and Southwest United States. *Journal of Geophysical Research.* Vol. 115.

Benson, C. Twigg, J. (2007) Tools for mainstreaming disaster risk reduction: guidence notes for development organizations. ProVention Consortium. Geneva, Switzeland, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC).

Biesbroek, G.R., Swart, R.J., Wim G.M., and van der Knaap, W. (2009) The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning. Habitat International 33(3): 230–237.

Bitrán, Daniel (2000). "Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México, en el período 1980-99", *CEPAL.*

Blaikie, O., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B. (1994) At risk: Natural Hazards, People's vulnerability and disaster. London, Routledge.

Bocco, Gerardo, Roberto A. Sánchez y Hugo Riemann (1993). "Evaluación del impacto de las inundaciones en Tijuana (enero de 1993). Uso integrado de percepción remota y sistemas de información geográfica.", *Revista Frontera Norte*, vol. 5, núm. 10, pp.53-83.

Brooks, N. (2003) Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Working paper 38, Tydall Center for Climate Change Research. University of East Anglia.

Brooks, N., Adger, N., Kelly, P. (2005) The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. Global Environmental Change 15 (2): 151-163.

CARE (2009) Climate Vulnerability and Capacity Analysis. Handbook. CARE.

Castle, S., Thomas, B., Reager, J., Rodell, M., Swenson, S., Famiglietti, J. (2014). Groundwater depletion During Drought Threatens Future Water Security of the Colorado River Basin, doi: 10.1002/2014GL061055

Cavazos, T y Rivas, D. (2004) "Variability of extreme precipitation events in Tijuana, Mexico." Climate Research 25: 229-243.

Cavazos, Tereza, T., J. A. Salinas, Benjamín Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, Ana Cecilia Conde Álvarez, Arturo Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, Rosario de Lourdes Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo, 2013, *Actualización de escenarios de cambio*

climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional. Informe Final del Proyecto al INECC, con resultados disponibles en: http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html, diversas fechas de consulta.

CONAGUA (2011). Estadísticas del agua en México, edición 2011, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 183.

CONAGUA (2013). Estadísticas del agua en México, edición 2011, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 183.

CONAPO (S.f). Proyecciones de la Población 2010-2050, México, D.F., Consejo Nacional de Población. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/ (Agosto, 2014).

CONAPO. Índice de marginación urbana, 2010. México, Consejo Nacional de Población. Disponible en URL: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_marginacion_urbana_2010

Congreso del Estado de Baja California. "Ley De Prevención, Mitigación Y Adaptación Del Cambio Climático Para El Estado De Baja California." Ed. California, Congreso del Estado de Baja. Mexicali, B.C.: Periódico Oficial, 2012. 18. Vol. No. 25. Print.

CRID (2009) Catalogo de herramientas y recursos de información para el fortalecimiento de capacidades locales de respuesta. CRID Preparativos para Desastres. San José, Costa Rica. Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe (CRID).

Cutter, S. (1996) Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography 20 (4): 529-539.

Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J. (2008) A place based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change 18 (4): 598-606.

Dalton, Elias y Wandersman (2001) *Community Psychology: Linking individuals and communities.*

Diario Oficial de la Federación. "Reglamento De La Ley General De Protección Civil." México, D.F.2014. Vol. 13 de mayo de 2014. Print.

EIRD (2012) Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un manual para líderes de los gobiernos locales. Una contribución a la campana 2010-2015. Desarrollo de ciudades resilientes. Mi ciudad está preparada! Estrategia Internacional de Naciones Unidas para la Reducción de Desastres. Ginebra, Suiza.

Fagan, B. (2008) The Great Warming. Climate Change and the Rise and Fall of Civilizations. New York. Bloomsburry Press.

Fedeski, M. Y Gwilliam, J. (2007) Urban sustainability in the presence of flood and geological hazards: the development of GIS-based vulnerability and risk hazards methodology. Landscape and Urban Planning 83: 50-61.

Freeman, L.C., (1979) "Centrality in networks: I. conceptual clarification" Social Networks 1, 215–239.

Frontera 2012. "Programa Ambiental México-Estados Unidos: Frontera 2012". Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)/ Environmental Protection Agency (EPA), 2009.

F ssel, H.M. (2007) Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. Sustainability Science 2(2): 265–275.

Füssel, H.-M. and R. J. T. Klein (2006). "Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking." Climatic Change 75: 301-329.

Ganster, P. (2010). "La cuenca binacional del Río Tijuana". In H. C. (coordinador) (Ed.), *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. México, D.F.: INE.

Gleick, P. Y Chalecki, E. (1999). The impact of climate change for water resources of the Colorado and Sacramento- San Joaquin river basins. Journal of the American Water Resources Association 35 (6): 1429-1441.

Gobierno de Baja California. "Catálogo Estatal de Organizaciones 2013. Municipio de Tijuana", Secretaría de Desarrollo Social. Fecha de consulta: noviembre de 2014. Disponible en: URL: http://lagacetaredsocial.com/?page_id=2.

Gobierno de la República-PNH (2014). Programa Nacional de Hídrico 2014-2018, disponible en: presidencia. Gob.mx/pnh/

Hahn, M., Riederer, A., Foster, S. (2009) "The livelihood vulnerability index: A pragmatic approach to assessing risk variability and change- A case study in Mozambique." Global Environmental Change 19: 74-88.

Hallegatte, S. (2009). Strategies to adapt to an uncertain climate change. Global Environment Change 19(2): 240-247.

Hamin, E. y Gurran, N. (2009) Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. Habitat International 33: 238-245.

Hulme, M., Neufeldt, H., Colyer, H., and Ritchie, A. (eds.) (2009). Adaptation and Mitigation Strategies: Supporting European Climate Policy. The Final Report from the ADAM Project. Revised June 2009. Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK.

IFRC (2008) Análisis de la vulnerabilidad y la capacidad. Caja de herramientas con fichas de referencias. Ginebra, Suiza. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (IFRC).

IISD (2012) CRISTAL User"s Manual Version 5. Community-based Risk Screening Tool- Adaptation and Livelihoods. IISD, IUCN, Helvetias, SEI. Manitoba, Canada. The International Institute for Sustainable Development.

IMTA (2004). Diagnostico Integral de la Subcuenca Hidrologica Los Laureles, Tijuana, B.C. Resumen Ejecutivo. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 14 pp.

IMTA (2011). Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el cambio climático. México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

INEGI (2006). Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación, Edición 2006. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2009). Censos Económicos 2009. Calculadora censal Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/calc_CENSAL-municipio.asp (agosto de 2014).

INEGI, 2010, *Marco Geoestadístico Nacional*, disponible en http://www.inegi.org.mx/geo/ contenidos/geoestadistica/default.aspx, diversas fechas de consulta

INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: http://www.censo2010.org.mx/ (septiembre-octubre de 2014)

INEGI. Sistema estatal y municipal de bases de datos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: http://sc.inegi.org.mx/sistemas/cobdem/ (agosto de 2014)

IPCC (2012). Managing the risk of extreme events and disasters. Managing the extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report to the Intergubernamental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

IPCC. (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza: IPCC.

Jáuregui, E (1997) "Heat Island development in Mexico City", *Atmospheric Environment*, 31 (22): 3821-3831.

Lozares, Carlos (1996), "La Teoría de Redes Sociales". Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Sociologia, Papers 48, pp. 103-126, Barcelona, España.

Monterroso Alejandro, Cecilia Conde, Carlos Gay, David Gómez y José López (2014). Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. Mitig Adapt Strateg Glob Change DOI 10.1007/s11027-012-9442-y

Morales, A. Eduardo (2012). "La gestión adaptativa del agua ante un contexto de variabilidad y cambio climático: un enfoque operativo" [Tesis de Maestría], El Colegio de la Frontera Norte, A.C./ Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada., Tijuana, Baja Calirfornia, México.

OECD (2009). Policy Guidance on Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation. 28-29.

OECD (2013). OECD Reviews of Risk Management Policies: Mexico 2013. Review of the Mexican Civil Protection System. Paris, OECD.

PEACC-BC. (2010). *Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático. Baja California*. CICESE/UABC/EL Colef/GobBC Retrieved from http://peac-bc.cicese.mx/.

Pilisuk, McAllister y Rothman (1996) "Coming Together for Action: The Challenge of Contemporary Grassroots Community Organizing", *Journal of Social Issues*, Vol.52.No.1.1996, pp.15-37.

Richardson, K., Fteffen, W., Schellnhuber, H., Alcamo, J., Barker, T., Kammen, D., Leemans, R., Liverman, D., Munasinghe, M., Osman-Elasha, B., Stern, N., Waever, O. (2009). Informe de Síntesis. Cambio Climático. Riesgos, retos y decisiones globales. Copenhague 10-12 de marzo 2009.

Rodríguez, Roberto Sánchez. "Vulnerabilidad Y Adaptación Al Cambio Climático." Respuestas Urbanas Al Cambio Climático En América Latina. Ed. Rodríguez, Roberto Sánchez. Colección Documentos De Proyectos. Santiago de Chile: Naciones Unidas/ CEPAL, 2013. 71-118. Print.

Rosenzweig C, Solecki W, Hammer S, Shagun M. Eds. 2011. First Assessment of Research on Climate Change in Cities. Cambridge University Press.

Sánchez- Rodríguez, R (2011). "Urban and social vulnerability to climate variability in Tijuana, Mexico." Kasperson, R. y Berberian, M., eds. Integrating Science and Policy. Vulnerability and Resilience in Global Environmental Change. London, Earthscan: 187-214.

Sánchez Rodríguez, R. (2013), Editor, Respuestas Urbanas al Cambio Climático en América Latina. Instituto Inter Americano de Cambio Global (IAI) y Comisión Económica de Naciones Unidas para América Latina (CEPAL), Santiago de Chile, CEPAL, P. 157.

SEMARNAT- INECC (2013). México. Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=685.

Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K.

Stahle, D. W., E. R. Cook, J. Villanueva-Diaz, F. K. Fye, D. J. Burnette, R. D. Griffin, R. Acuna-Soto, R. Seager and R. R. Heim (2009). "Early 21st- century drought in Mexico." EOS, Transactions, 90 (17), 89-100.

Turnbull, M. Sterrett, C., Hilleboe, A. (2013) Hacia la Resilencia. Una Guía para la Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. Hobbs Printer, Reino Unido.

Turnbull, M. y Turvill, E. (2012) Análisis de la capacidad de participación y de la vulnerabilidad. Guía para profesionales. Un recurso de OXFAM para la reducción de riesgos y la adaptación al cambio climático. Oxford, Reino Unido. OXFAM.

UN HABITAT (2011) Planning for Climate Change. A Strategic Values Based Approach for Urban Planners. Version 1: for field testing and piloting in training. United Nations Human Settlements Programme.

UN HABITAT. Participatory Climate Change Assessments. A Toolkit Based on the Experience of Sorsogon City, Philippines. Nairobi: UN HABITAT, 2010. Print.

UNDP (2010) Mapping Climate Change Vulnerability and Impact Scenarios. A Guidebook for subnational planners. United Nations Development Programme. New York.

USAID (2007) Adapting to Climate Variability and Change. A Guidance Manual for Development Planning. Washington, D.C. United States International Development Agency (USAID).

Van Westen, C., Castellanos, E., Kuriakose, S. (2008) Spatial Data for Landslides suceptivility, hazards, and vulnerability assessment. Engineering Geology 102: 112-131.

Winckell, A. y Page, M. (2003) El Nino in the city: Vulnerability assessment in Tijuana during the winter of 1997-98. Geofisica Internacional 42 (1): 553-565.

World Bank (2011) Guide to Climate Change Adaptation in Cities. The World Bank. Washington, D.C.

World Bank (2012) Building Urban Resilience: Principles, Tools and Practice. The World Bank. Washington, D.C.

Zenteno, R. (1995). "Del rancho Tía Juana a Tijuana: Una historia breve de desarrollo y población en la frontera norte de México." *Estudios Demográficos y Urbanos,* 10(1), 105-132.