

DIAGNÓSTICO DEL CRECIMIENTO URBANO PARA LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL DE VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

DIAGNOSIS OF URBAN GROWTH FOR ENVIRONMENTAL PLANNING IN VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

Palomeque-De la Cruz, M.A.¹; Galindo-Alcántara, A.^{1*}; Sánchez-Sánchez, A.J.¹; Ruiz-Acosta, S.C.²; Escalona-Maurice, M.J.³

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Km 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa Tabasco. CP. 86150. ²Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca. Prolongación Ignacio Zaragoza s/n. C. P. 86720. Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco. México. ³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5. Carretera México-Texcoco, Texcoco Edo de México 56230.

*Autor de correspondencia: aga2003a@hotmail.com

RESUMEN

El crecimiento urbano de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México, desde el siglo XIX, XX e inicios del XXI, ha dado prioridad a la periurbanización y establecimiento de la infraestructura petrolera que altera el suelo y la red hidráulica superficial, omitiendo la conservación de los ecosistemas. Las estimaciones y proyecciones muestran que si continúa el cambio de uso del suelo en las dos próximas décadas, se perderán los últimos ecosistemas conservados, aumentando la vulnerabilidad ante desastres naturales, tales como las inundaciones. Se realizó un diagnóstico analizando información histórica, social y económica; cartográfica y estadística; así como ambiental y geográfica, lo cual aportó información útil para actualizar la planificación ambiental que facilite una expansión urbana sostenible y conservación de los últimos espacios naturales.

Palabras clave: cartografía, historia y comunidad, ecosistemas tropicales, crecimiento urbano.

ABSTRACT

Urban growth of the city of Villahermosa, Tabasco, México, since the 19th, 20th and beginning of the 21st centuries has given priority to peri-urbanization and to the establishment of oil infrastructure that alters the soil and the superficial drainage, leaving out ecosystem conservation. The estimations and projections show that if the change in land use continues in the next two decades, the last conserved ecosystems will be lost, increasing the vulnerability in face of natural disasters like flooding. A diagnosis was made by analyzing historical, social and economic information; cartographic and statistical; as well as environmental and geographic, which contributed useful information to update environmental planning that facilitates a sustainable urban expansion and conservation of the last natural spaces.

Keywords: cartography, history and community, tropical ecosystems, urban growth.

INTRODUCCIÓN

En México, el crecimiento urbano sin planificación ha provocado la transformación en toda la superficie terrestre y acuática (Sánchez-Colon *et al.*, 2008). Durante el periodo de 1976-2007 se deforestaron 534,707 ha de bosques (Rosete-Vergés *et al.*, 2014). De la misma forma, los humedales están enfrentando deterioro ambiental, por la sobreexplotación y contaminación, urbanización y ampliación de zonas agropecuarias (Brena *et al.*, 2016).

En México, la generación de conocimientos sobre planificación ambiental se encuentra en lento avance y resulta insuficiente para atender los problemas urbanos observados en la ciudad moderna (Gutiérrez, 2009). La ciudad de Villahermosa, Tabasco, México, ha tenido un crecimiento acelerado de la población desde mediados del siglo XX, y se unió al desmedido crecimiento urbano y modificó la fisiografía de la zona, ya que al invadir terrenos, desecaron lagunas, rellenaron pantanos, modificaron el curso de los ríos, devastaron lomeríos con vegetación y deforestaron selvas (Oropeza-Orozco, 2004; Sánchez *et al.*, 2015). El deterioro ambiental de Villahermosa debe ser mitigado mediante la planificación ambiental y deberá tener seguimiento en las futuras estrategias ambientales, para mantener una expansión urbana sostenible que permita la conservación de los últimos espacios naturales. Lo anterior es debido a que existe carencia de datos sobre el estado actual de la cobertura de la vegetación natural y de los humedales, a pesar de ser información relevante para sustentar escenarios del cambio de uso del suelo que permitan la planificación ambiental para restablecer servicios y beneficios ambientales (Palomeque-De la Cruz *et al.*, 2017). En el presente artículo se muestra un diagnóstico del cambio de uso de suelo, que inicia con una descripción de las principales transformaciones históricas que influyeron en el deterioro de los ecosistemas de Villahermosa desde su fundación en el siglo

XIV, el largo periodo del siglo XX y las últimas tendencias de crecimiento del siglo XXI. También se describe el cambio de uso del suelo de 1984 a 2008. Por último, se proyectó un escenario espacial 2030. Este diagnóstico permitirá sustentar la propuesta de nuevas alternativas de planificación ambiental.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México (92° 55' O y 17° 59' N) (Figura 1), con una

superficie de 20,655 ha y se ubica en la planicie costera de la cuenca del río Grijalva. Está bordeada por los ríos Mezcala Viejo y de la Sierra por el este y el río Carrizal por el norte. Tiene una altura promedio de 10 m y un relieve mínimo dominado por zonas bajas inundables y algunos lomeríos en la zona este (CONAGUA, 2012).

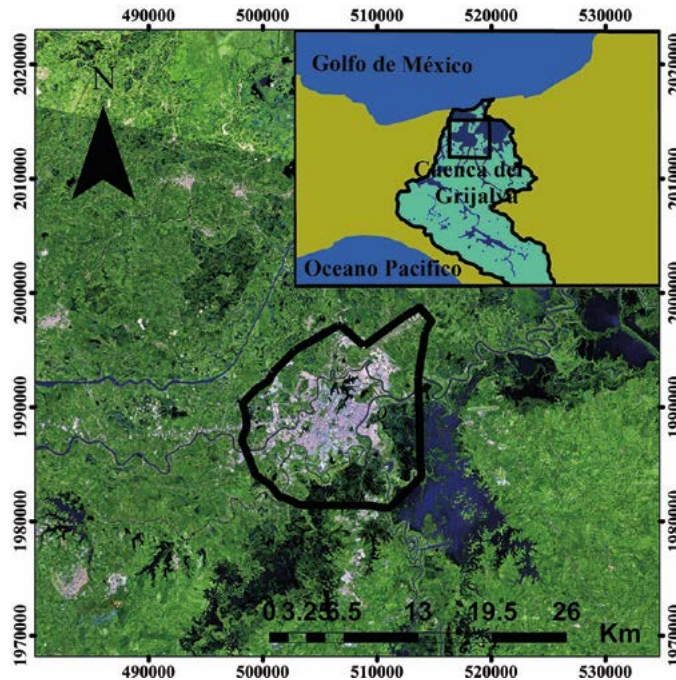


Figura 1. Ciudad de Villahermosa, Tabasco y la Cuenca del Grijalva. Elaboración propia.

Revisión de información histórica-ambiental

La revisión bibliográfica y documental se sustentó en un análisis de información histórica, social, económica, cartográfica

y estadística; así como ambiental y geográfica. Se describe el crecimiento urbano de Villahermosa, desde su fundación en el siglo XIV, el largo periodo del siglo XX, las últimas tendencias de crecimiento del siglo XXI y las transformaciones ambientales ocasionadas. Una fotografía aérea del año 1984 (Escala 1:75,000) y una ortofoto del año 2008 (Escala 1:10,000) (Figura 2) fueron utilizadas para clasificar siete clases de uso del suelo mediante digitalización de polígonos en pantalla y su posterior rasterización: 1) vegetación arbórea, (2) humedales, (3) pastizal, (4) terrenos baldíos, (5) industriales, (6) carreteros y (7) urbanos.

Análisis de cambios de uso del suelo (1984-2008)

El análisis espacio-temporal (1984-2008) se realizó con el Modelador de Cambios en el Terreno (MCT) de IDRISI Selva® (Figura 2), el cual se desarrolló mediante una matriz de tabulación cruzada, que permitió ubicar con

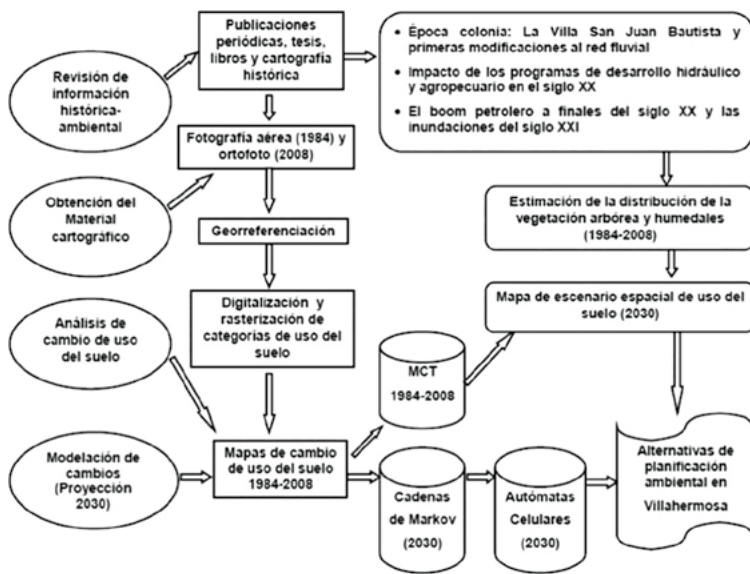


Figura 2. Proceso metodológico.

precisión la cantidad de cambio, las permanencia y transformaciones (ganancias, pérdidas, cambio neto y transiciones) de las coberturas entre dos fechas.

Modelación de cambios (Proyección 2030)

Con el módulo Markov de IDRISI Selva[®] se creó una matriz de probabilidad de transición (2030). El método consistió en cruzar los mapas de 1984 y 2008, para crear una matriz de probabilidad de cambio en un tercer período (2030). Se generó una matriz de probabilidades de cambios, otra de áreas de cambio que contiene el número de píxeles esperados a modificarse de una clase de uso a otra durante un período de tiempo y una colección de imágenes de áreas de adecuación/aptitud. Posteriormente con el módulo CA-Markov de IDRISI Selva[®] se construyó un escenario espacial (2030) a partir de la combinación de un mapa de uso de suelo base (2008), la matriz de áreas de cambio y la colección de imágenes de áreas de adecuación/aptitud (2030) construidas en Markov (Figura 2). Para más información sobre estos métodos, se puede consultar <https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/IDRISI-Selva-Spanish-Manual.pdf>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento histórico y consecuencias ambientales

La ciudad de Villahermosa inició con un lento crecimiento poblacional y urbano en la llamada "Villa San Juan Bautista" desde el siglo XVII hasta mediados del XX (Cuadro 1). Su población fue de 5,660 habitantes en 1676 (Moreno-Amador, 2014). La ganadería de bovinos, la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) y

la explotación del palo de tinte, (*Haematoxylum campechianum*), fueron las actividades económicas más sobresalientes y fueron las primeras actividades en generar notables cambios del uso de suelo (Ruiz-Abreu, 2002). Sin embargo, las continuas inundaciones en la antigua Villahermosa propiciaron las primeras modificaciones a la red fluvial superficial de la cuenca del río Grijalva, ya que durante el siglo XIX y XX se construyeron cinco rompimientos que afectaron los ríos Mezcalapa-Mezcalapa Viejo y Samaria-Carrizal-Grijalva (Chávez-Jiménez, 2007; Salazar-Ledesma, 2002).

En el siglo XX, Villahermosa aumentó de 632 ha en 1946 a 2,182 en 1983 ha, debido a la inmigración asociada con el Plan Chontalpa y el Boom Petrolero. En los años setentas del siglo XX, y en

esta misma década se construyó un sistema de cuatro presas, carreteras, ferrocarriles que junto con el impulso ganadero propiciaron la pérdida de 21.7% al 1.6% de la selva Tabasqueña y la segunda transformación de la red fluvial superficial de la cuenca del río Grijalva (Zavala-Cruz y Castillo, 2007; Sánchez *et al.*, 2015). En las décadas de los setentas y ochentas, se invirtió en infraestructura urbana y a finales de los ochentas inició la periurbanización (Díaz-Perera, 2015). Independientemente del periodo, el crecimiento urbano se basó en la invasión de humedales y selva tropical (Salazar-Ledesma, 2002).

Desde su inicio en los años setentas, el auge petrolero generó deterioro ambiental y aceleró el crecimiento demográfico. El crecimiento urbano más notable (% de incremento) a finales del siglo XX continuó con la práctica de rellenar e invadir lagunas y sus zonas de inundación temporal (Sánchez-Munguía, 2005). De la misma forma, el auge petrolero generó deterioro ambiental en las áreas de su incorporación, como aquellas en donde la concentración industrial y el acelerado crecimiento demográfico provocaron excesivas presiones sobre los ecosistemas de la cuenca baja del río Grijalva. La construcción de carreteras y drenes de paso a través de las zonas de anegación de los humedales para acceder a los pozos petroleros, modificaron los patrones de circulación natural del agua, ciclos biogeoquímicos y la biodiversidad de la fauna acuática (Capdepont-Ballina y Marín-Olán, 2014; Sánchez *et al.*, 2015).

A la pérdida de humedales se sumaron: 1) las obras de infraestructura hidráulica para la protección de la ciudad

Cuadro 1. Resumen del análisis histórico-ambiental.

Época	Principales resultados
Época colonial: La Villa San Juan Bautista y primeras modificaciones a la red fluvial.	<ul style="list-style-type: none"> El crecimiento de Villahermosa se remonta al siglo XIX, con el establecimiento de La Villa San Juan Bautista. La ganadería, producción de cacao y explotación del palo de tinte, (<i>Haematoxylum campechianum</i>) generaron cambio del uso de suelo. Las continuas inundaciones propiciaron las modificaciones a la red fluvial superficial de los ríos Mezcalapa-Mezcalapa Viejo-Samaria-Carrizal-Grijalva con "rompidos" o diques.
Impacto de los programas de desarrollo hidráulico y agropecuario en el siglo XX.	<ul style="list-style-type: none"> Los programas de desarrollo económico generaron profundos cambios sociales y productivos en Tabasco. Plantaciones (plátano y cacao), finales del siglo XIX hasta los 40's (1965-1976). Programas de desarrollo agropecuarios (Plan Chontalpa y Proderith), (1965-1976). Auge Petrolero, setentas y ochentas Entre los 50's y 60's, la expansión de los centros urbanos, promovió la deforestación de 85,450 ha de selvas. Obras dentro de la ciudad para rellenar los humedales conectados al río Grijalva, y zonas de anegación (La Pólvora, Mayito, El Negro y el Jícaro) 1951 Comisión del Grijalva: Las inundaciones justificó la construcción de cuatro presas. Se interrumpió la descarga del río Mezcalapa al Golfo de México. Con el Plan de la Chontalpa fueron taladas cerca de 50,000 ha de bosque tropical. Modificó tanto las áreas como los tiempos de anegación temporal. Algunas de las zonas habitacionales fueron construidas en zonas de riesgo por inundaciones.
El boom petrolero a finales del siglo XX y las inundaciones del siglo XXI.	<ul style="list-style-type: none"> Generó deterioro ambiental en las áreas de incorporación de la actividad. La construcción de carreteras y drenes a través de los humedales, modificaron los patrones de circulación natural del agua, ciclos biogeoquímicos y la biodiversidad. A partir de 1974, la ciudad empezó a sobrepasar el límite del río Carrizal y en 1984 inició la conurbanización. En los 80's, la saturación urbana en Villahermosa propició la consolidación de la periurbanización en los 90's, con la ampliación de carreteras y el cambio de uso del suelo. Elevadas tasas de cambio en la Vegetación arbórea (Mayores a lo registrado a nivel nacional). El crecimiento urbano insostenible, fomentó la ocupación de sitios con alto riesgo de inundaciones. Problemas de marginación y la vulnerabilidad a las inundaciones.

ante inundaciones, ya que formaron parte de la expansión urbana, 2) la construcción de carreteras y drenes de paso a través de las zonas de anegación de los humedales para acceder a los pozos petroleros, y 3) la metropolización con los planes de desarrollo de viviendas orientadas hacia corredores. Se modificaron los patrones de circulación y volumen del agua, ciclos de inundación, interconexión entre los componentes de los humedales (río, canales, lagunas, áreas de anegación), ciclos biogeoquímicos y la biodiversidad de la fauna acuática (Capdemon-Ballina y Marin-Olan, 2014; Sánchez *et al.*, 2015). Además, las obras relacionadas con la actividad petrolera han modificado el curso y cauce de algunos ríos superficiales, como al occidente del río Pichucalco, y en su unión con el río de la Sierra a la altura de la población la Majahua, para desembocar juntos al río Grijalva (Capdemon-Ballina y Marin-Olan, 2014). En el siglo XX, Villahermosa aumentó de 632 ha en 1946 a 2,182 en 1983 ha, debido a la inmigración asociada con el Plan Chontalpa y el Boom Petrolero. En la primera década del siglo XXI, el cambio de uso del suelo en los ecosistemas urbanos ha contribuido a la vulnerabilidad frente

al cambio climático, sobre todo a la población en asentamientos construidos en áreas de inundación como en zonas irregulares. En las inundaciones del 2007 (Figura 3) el 75% de la población fue damnificada perjudicando 123 mil viviendas a nivel estatal, y 570 mil hectáreas agrícolas que causaron pérdidas equivalentes al 33.3% del PIB estatal (CEPAL, 2011).

Cambio de uso del suelo

El modelador de cambios en el terreno, detectó que durante 1984 y 2008, se perdieron significativas extensiones de vegetación arbórea y humedales (Cuadro 2). En contraste, el área de pastizal aumentó notoriamente en la zona, aunque perdió cerca del 2.13% debido a sus transiciones para la peri urbanización y construcción de carreteras e infraestructura para las actividades petroleras. También, el uso urbano registró elevado crecimiento de 3.41% (Cuadro 2). En general, la vegetación arbórea y los humedales perdieron 4,008 y 289 ha respectivamente. En cambio, el pastizal y la zona urbana aumentaron 2,047 y 2,276 ha respectivamente (Cuadro 2), resultando los mayores impactos de las últimas tres décadas.



Figura 3. Inundaciones en Villahermosa 2007 (Galindo *et al.*, 2009)

Cuadro 2. Cambio de uso del suelo 1984-2008 (ha) en Villahermosa, Tabasco, México.

Categoría	1984	2008	Ganancias	%	Pérdidas	%
Vegetación arbórea	5,901	1,893	136	0.20	4,144	6.20
Humedales	2,533	2,244	33	0.05	322	0.48
Pastizal	9,192	11,239	3,473	5.20	1,426	2.13
Urbano	2,182	4,458	2,278	3.41	0	0

Los usos de suelo que contribuyeron principalmente con la pérdida de vegetación arbórea fueron el pastizal con 3,103 ha, seguido por el urbano con 872 ha (Cuadro 3). El pastizal creció desplazando vegetación arbórea y humedales. Sin embargo, el pastizal también presentó pérdidas de 1,169 ha para su transformación a zonas urbanas y 133 ha para transformarse a uso industrial. El uso urbano desplazó áreas de pastizal, seguido por vegetación arbórea y terrenos baldíos (Cuadro 3).

Proyecciones de cambio de uso del suelo

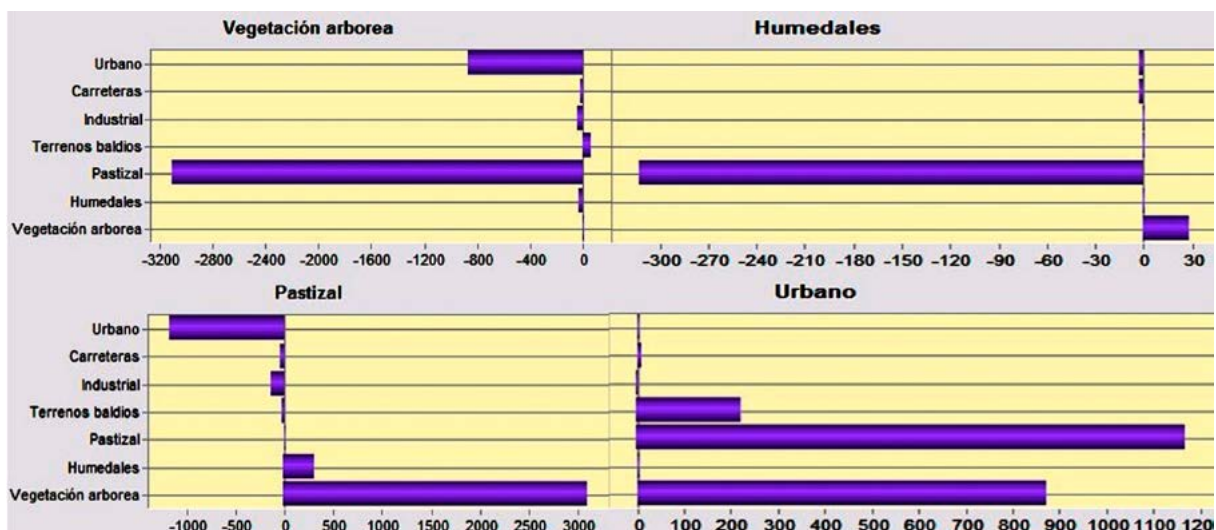
La matriz de probabilidad de cambios de uso del suelo 2030 indicó que la vegetación arbórea mantendrá altas probabilidades (0.52 y 0.14%) de ser remplazada por pastizal y uso urbano (Cuadro 4), mientras que las coberturas de humedales presentaran probabilidades de 0.12% de convertirse a superficies de pastizal.

El mapa de uso del suelo 2008 (Figura 4) y la proyección 2030 ejecutada con los Autómatas Celulares (Cuadro 5) generó un escenario, en donde aumentó la dinámica del paisaje. La vegetación arbórea y los humedales ocuparán 4,137 ha de la superficie total; mientras que, el pastizal y el uso urbano 15,697 ha. El análisis señaló que la vegetación arbórea perderá 1,917 ha, los humedales 451 ha, y el pastizal 225 ha. En contraste, el uso urbano aumentará 2,480 ha.

El deterioro ambiental de Villahermosa, ha sido diagnosticado mediante el análisis histórico-ambiental y la ejecución de

los modelos de cambio de uso del suelo que detectaron el avanzado deterioro de los ecosistemas por la pérdida 4,008 ha de vegetación arbórea y 289 ha de humedales durante el periodo 1984-2008, y la proyección de más pérdidas de coberturas naturales y aumento del uso urbano en el 2030. Aunado al deterioro ambiental, se ha fomentado la ocupación de sitios irregulares en zonas bajas cercanos a ríos y pantanos con riesgo de inundaciones (Galindo-Alcántara *et al.*,

Cuadro 3. Contribuciones entre las categorías (1984-2008).



Cuadro 4. Probabilidades del cambio de uso del suelo en el 2030, para en Villahermosa, Tabasco, México..

2030	Categoría	Vegetación arbórea	Humedales	Pastizal	Urbano
	Vegetación arbórea	0.32	0.00	0.52	0.14
	Humedales	0.00	0.88	0.11	0.00
	Pastizal	0.00	0.00	0.85	0.12
	Urbano	0.00	0.00	0.00	0.99

2009). El cambio de uso del suelo está contribuyendo a la vulnerabilidad frente al cambio climático e impacta a la población de escasos recursos económicos en asentamientos irregulares (Peña-Cortés *et al.*, 2015). La tendencia de crecimiento urbano más notable es la invasión de terrenos bajos e inundables y no aptos para el decreto de categorización como área natural protegida que las proteja, a pesar de existir la Ley General de Equilibrio Ecológico, La ley de Protección Ambiental de Tabasco y el Programa de Ordenamiento Ecológico de Tabasco. Las grandes inundaciones del 2007 y 2008 están relacionadas con: a) la deforestación de selva tropical en la cuenca del Grijalva-Usumacinta que ocasionó erosión hídrica y azolve de los ríos, c) obras de ingeniería con nula intervención en la conservación de la vegetación, d) y desinterés de los gobiernos en regular los asentamientos irregulares (Álvarez y Tuñón, 2015).

ninguna medida de contención será suficiente para el control de desastres, pues esta zona es de amortiguamiento de humedales y escurrimientos. Es primordial promover un marco normativo ambiental-urbano integral y de jurisdicción federal, estatal y municipal (para evitar contradicciones entre intereses particulares), que regule la proliferación anárquica de obras de infraestructura inmobiliaria y e industrial como la exploración petrolera, y que dé prioridad a la restricción del crecimiento urbano en zonas que aún tienen característica de reserva natural, y en los márgenes de los ríos de la Sierra, viejo Mezcalapa, Carrizal y Grijalva (Díaz-Perera, 2012; Pérez-Sánchez, 2007). El deterioro ambiental y la prevención ante la vulnerabilidad, también debe ser contrarrestada desde una perspectiva social dada las relaciones de interdependencia que se producen entre sociedad y medio ambiente como partes integrantes

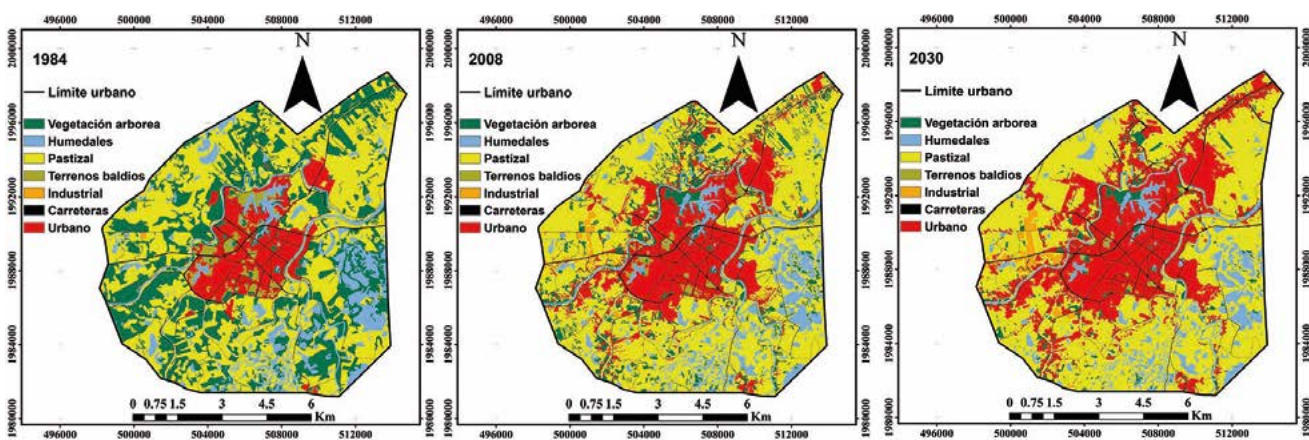


Figura 4. Usos del suelo 1984, 2008 y escenario espacial 2030.

Cuadro 5 Escenario del cambio de uso del suelo en el 2030 en Villahermosa, Tabasco, México.

Categoría	2008	%	2030	%	2008-2030
Vegetación arbórea	1,893	9.2	722	3.5	1,171
Humedales	2,244	10.9	1,997	9.7	247
Pastizal	11,239	54.4	10,922	52.9	317
Urbano	4,458	21.6	6,137	29.7	-1,679

del mismo ecosistema global. Díaz-Perera (2012) sugirió que es necesario promover talleres y programas educativos para la prevención de desastres en colonias con estrecha relación a las reservas naturales aledañas. Jiménez-Moreno *et al.*, (2011) mencionaron que es imprescindible la modelación del cambio de uso del suelo para que las autoridades y planificadores del suelo puedan comprender el alcance de los cambios registrados y los riesgos que ello implica. Además, los cambios registrados permiten identificar los factores que los están causando y, por lo mismo, son útiles para dar seguimiento al ordenamiento territorial. En términos generales, el deterioro ambiental en Villahermosa, debe ser mitigado mediante la planificación ambiental vigente y deberá tener seguimiento en las futuras estrategias ambientales, para mantener una expansión urbana sostenible que permita la conservación de los últimos espacios naturales.

CONCLUSIONES

Durante tres etapas históricas, el crecimiento urbano de Villahermosa, Tabasco, ha dado prioridad al desarrollo de la periurbanización y la infraestructura petrolera que alteró el suelo y la red hidráulica superficial, omitiendo la conservación de los ecosistemas naturales. Las estimaciones y proyecciones muestran que si continúa el cambio de uso del suelo en las próximas décadas, se perderán los últimos ecosistemas conservados. La pérdida de ecosistemas aumentará la vulnerabilidad ante desastres naturales como las inundaciones que afectan el tejido social y económico. El deterioro ambiental en Villahermosa, debe ser mitigado mediante la planificación ambiental vigente y deberá tener seguimiento en las futuras estrategias ambientales, para mantener una expansión urbana sostenible que permita la conservación de los últimos espacios naturales.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Gordillo G.D.C., Tuñón Pablos E. 2016. Social vulnerability of the population environmentally displaced due to the floods in Tabasco, México, 2007. Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía, 25(1), 123-138.
- Brena J., Castillo C., Wagner A. 2016. Metodología para la delimitación y caracterización de humedales en escalas 1:50 000 y 1:20 000. Tecnología y Ciencias del Agua, 7(2), 85-98.
- Capdepon-Ballina J.L., Marín-Olán P. 2014. La economía de Tabasco y su impacto en el crecimiento urbano de la ciudad de Villahermosa (1960-2010). *LiminaR*, 12(1), 144-160.
- CONAGUA. (2012). Retrieved from <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/Documentos/LIBROS%20BLANCOS/CONAGUA-01%20>
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL). 2009. Tabasco: Características e Impacto Socioeconómico de las Inundaciones Provocadas a Finales de Octubre y a Comienzos de Noviembre de 2007 por el Frente Frio Número 4. Villahermosa: CEPAL. Gobierno del Estado
- Chávez-Jiménez U. 2007. Potonchán y Santa María de la Victoria. Una propuesta geomorfológico/arqueológica a un problema histórico. *Estudios de Cultura*. Instituto Nacional de Geografía (INEGI). 2016. Cartografía urbana.
- Díaz-Perera M.A. 2014. La construcción histórica de las condiciones de posibilidad de un desastre: el caso de dos colonias de Villahermosa, Tabasco. En M. González-Espinosa, & M. C. Brunel-Manse (Eds.), *Montañas, pueblos y agua: dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva* (pp. 1-25). Ciudad de México: Editorial Juan Pablos.
- Galindo-Alcántara A., Ruiz-Acosta S., Morales A., Gómez C., Salcedo M.A., Aguilar M., Valencia J. Rodríguez M. 2009. Atlas de Riesgos del Municipio de Centro, Tabasco. Villahermosa: Ayuntamiento Municipal de Centro, Secretaría de Desarrollo Social.
- Gutiérrez C.J.J. 2015. Planeación urbana en México: un análisis crítico sobre su proceso de evolución. *Urbano*, 12(19), 47-63.
- Hettiarachchi M., Morrison T.H., Wickramasinghe D., Mapa R., De Alwis A., McAlpine C.A. 2014. The eco-social transformation of urban wetlands: A case study of Colombo, Sri Lanka. *Landscape and Urban Planning*, 132, 55-68.
- Jiménez-Moreno M.J., González-Guillen M.D.J., Escalona-Maurice M., Valdez-Lazalde J. R., Aguirre-Salado C.A. 2011. Comparación de métodos espaciales para detectar cambios en el uso del suelo urbano. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 389-406.
- Oropeza O.O. 2004. Evaluación de la vulnerabilidad a la desertificación. Martínez, J., A. Fernández Bremauntz y P. Osnaya (comps.), *Cambio climático: una visión desde México*, SEMARNAT-INE, 303-314.
- Palomeque-de la Cruz M. A., Galindo-Alcántara A., Escalona-Maurice M.J., Ruiz-Acosta S. C., Sánchez-Martínez A.J., Pérez-Sánchez E. 2017. Analysis of land use change in an urban ecosystem in the drainage area of the Grijalva river, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(1), 105-120.
- Peña-Cortés F., Escalona-Ulloa M., Pincheira-Ulbrich J., Rebolledo G. 2011. Cambio de uso del suelo en los geosistemas de la cuenca costera del río Boroa (Chile) entre 1994 y 2004. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 43(2), 1-20.
- Pérez-Sánchez L.M. 2007. El desafío de la planificación de Villahermosa. En B. B. Luca, & D. Sánchez (Eds.), *Planificación territorial y desarrollo sostenible en México: perspectiva comparada* (pp. 59-71). Madrid: Universitat de Barcelona Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Rosete-Vergés F.A., Pérez-Damián J.L., Villalobos-Delgado M., Navarro-Salas E.N., Salinas-Chávez E., Remond-Noa R. 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y bosques*, 20(1), 21-35.
- Ruiz-Abreu C.E. 2002. Rutas, impuestos y productos comerciales de Tabasco en el siglo XVIII. *Boletín Oficial del INAH Antropología*, (66), 41-52.
- Sánchez A.J., Salcedo M.A., Florido R., Mendoza J.D., Ruiz-Carrera V., Álvarez-Pliego N. 2015. Ciclos de inundación y conservación

- de servicios ambientales en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *ContactoS* 97: 5-14.
- Sánchez-Colón S., Flores-Martínez A., Cruz-Leyva I.A., Velázquez A. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. *Capital natural de México*, 2, 75-129.
- Sánchez-Munguía A. 2005. Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000. Colección José N. Rovirosa. *Biodiversidad, Desarrollo Sustentable y Trópico Húmedo*. Villahermosa, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
- Salazar-Ledesma F. 2002. Ubicación cartográfica de Villahermosa en 1579. *Boletín Oficial del INAH Antropología*, (66), 32-40.
- Salazar-Ledesma, F. (2008). De señor a tributario: Historia breve del gran Mazapa. *Península*, 3(1), 11-34. -81.
- Zavala C.J., Castillo A.O. 2007. Cambio de uso de la tierra en el estado de Tabasco. In D. J. Palma-López, & A. Triano (Eds.), *Plan de uso sustentable de los suelos del estado de Tabasco* (vol, II, pp. 38-56). Villahermosa, México.: Colegio de Posgraduados.
- Zepeda-Gómez C., Nemiga X.A., Lot Helgueras A., Madrigal-Uribe D. 2012. Análisis del cambio del uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática. *Investigaciones geográficas*, (78), 48-61.

