



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**Cálculo del valor económico del servicio  
ecosistémico de regulación de inundación:  
vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco, México**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**P R E S E N T A**

**Andrés Eduardo Pedrero Sánchez**

**DIRECTOR:** Dra. Lilia María Gama Campillo  
**Co-director:** Dr. José Ángel Gaspar Génico

Villahermosa, Tabasco, noviembre de 2016.



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN



OCTUBRE 18 DE 2016

**C. ANDRÉS EDUARDO PEDRERO SÁNCHEZ  
PAS. DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES  
PRESENTE**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"CÁLCULO DEL VALOR ECONÓMICO DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN DE INUNDACIÓN: VASO CENCALI, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO"**, asesorado por la Dra. Lilia María Gama Campillo, sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado está integrado por el Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez, Dr. Adalberto Galindo Alcántara, Dra. Lilia María Gama Campillo, Dr. José Ángel Gaspar Génico y Dra. Ena Edith Mata Zayas.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

**M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ  
DIRECTORA**

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
C.c.p.- Archivo

UJAT  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN

Miembro CUMEX desde 2008

Consortio de  
Universidades  
Mexicanas  
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA  
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400, Fax (993) 354-4308 y 358-1579 E-mail: dirección.dacbiol@ujat.mx

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"CÁLCULO DEL VALOR ECONÓMICO DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN DE INUNDACIÓN: VASO CENCALL, VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO"**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 18 de Octubre de 2016.

AUTORIZO



---

ANDRÉS EDUARDO PEDRERO SÁNCHEZ

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	ANTECEDENTES .....	4
3.	JUSTIFICACIÓN.....	6
4.	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	7
5.	OBJETIVOS .....	7
5.1	General .....	7
5.2	Específicos .....	7
6.	MÉTODO.....	7
6.1	Área de estudio.....	7
6.2	Sistema de información Geográfica SIG.....	12
6.3	Valoración Económica.....	12
6.3.1.	Para estimar el valor económico de los inmuebles y muebles en el área de estudio. ....	12
6.3.2	Para estimar el costo del daño a viviendas.....	13
6.3.3.	Para estimar el costo de conservación.....	14
6.4	Presupuesto Estatal 2015.....	14
7.	RESULTADOS .....	15
8.	DISCUSIÓN.....	23
9.	CONCLUSIONES .....	26
10.	AGRADECIMIENTOS.....	27
11.	LITERATURA CITADA.....	28
12.	ANEXO. ARTÍCULO.....	33

<b>Lista de figuras</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Área de estudio propuesta por Hansen et al. 2007	9
Figura 2. Área de estudio	10
Figura 3. Dirección de los escurrimientos	25
Figura 4. Tipo de servicio de acuerdo a la relación espacial	25
<b>Lista de tablas</b>	
Tabla 1. Datos Generales	15
Tabla 2. Tipología y costo de vivienda de acuerdo a la CONAVI	16
Tabla 3. Tipo de mobiliario con base a la tipología de la vivienda	17
Tabla 4. Valor comercial de las viviendas	18
Tabla 5. Valor económico de la vivienda y el suelo	19
Tabla 6. Estimación económica del daño a inmuebles y muebles por tipo de Vivienda	20
Tabla 7. Volumen de sedimentos, % de agua y tiempo de acarreo	20
Tabla 8. Costo de desazolve o dragado considerando solo maquinaria, mano de obra y tiempo de ejecución	21
Tabla 9. Presupuesto de egresos del estado de Tabasco para el 2015	22
<b>Lista de Diagramas</b>	
Diagrama 1. Método de valoración económica	11

## 1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades dependen de un ambiente natural saludable que le provea una cantidad de beneficios conocidos como servicios ecosistémicos. Algunos ejemplos de estos incluyen agua para beber, aire limpio, alimentos saludables y protección contra inundaciones. La carencia de información, comprensión y planeación afectan en las decisiones respecto al ambiente, esto puede guiar a la pérdida de beneficios de los servicios ecosistémicos. Desde un punto de vista económico significa un uso sub-óptimo del capital natural, resultando en pérdida innecesaria del bienestar, costo para las ciudades y disminución de oportunidades de negocios (TEEB, 2011).

Cada año más de 200 millones de personas son afectadas por sequías, inundaciones, tormentas tropicales, terremotos, incendios forestales y otras amenazas. De todos los fenómenos naturales, las inundaciones son quizás el tipo de desastre más frecuente y uno de los más destructores. En los últimos 50 años el registro estadístico de las inundaciones se ha multiplicado por factores de cinco y diez; hoy se observan inundaciones 10 veces más que hace 50 años y 5 veces más que hace sólo 10 años (CONAGUA, 2011). Los humedales disminuyen la naturaleza destructiva de las inundaciones y por lo tanto, la pérdida de éstos aumenta los riesgos de inundaciones. Los humedales como las llanuras de inundación, lagos y embalses, son las principales fuentes de control potencial de inundaciones en sistemas de aguas continentales. Cerca de 2,000 millones de personas viven en áreas de alto riesgo de inundaciones, un riesgo que aumentará si los humedales son eliminados o degradados (EM, 2005).

El deterioro ambiental generado por acciones antrópicas en las cuencas hidrográficas ha limitado la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios o ser resilientes a los impactos del cambio climático, por ejemplo, la regulación de inundaciones, provisión de agua y alimentos, conservación del suelo, entre otros (Polo, 2014).

El año 2007 marcó un hito en la historia de los desastres en México, en primer lugar, porque se superó la cifra de daños registrados en el año 2005 con la presencia de los huracanes Emily, Stan y Wilma, que sumaron 4,248 millones de dólares y en segundo lugar, porque se presentó uno de los mayores desastres de los últimos veinte años, como fueron las inundaciones de Tabasco provocadas por el frente frío número cuatro, en las cuales tres cuartas parte del territorio del estado quedaron bajo el agua. La repercusión económica por la ocurrencia de los desastres en el 2007 ascendió a 50,644 millones de pesos, es decir 4,633 millones de dólares. Sólo las inundaciones de Tabasco representaron 31 mil 871 millones de pesos, igual al 63% del total de los daños computados; fenómeno que, por la cantidad de perjuicios registrados, es el segundo más importante en la época moderna, sólo por debajo del sismo de 1985 en la Ciudad de México y que se puede atribuir al aumento de la vulnerabilidad, la cantidad de bienes expuestos de la población y los cambios drásticos e inesperados de la naturaleza. La población afectada fue de 1'500,000 habitantes; infraestructura dañada: 123,386 viviendas; 3,876 escuelas; 252 hospitales; 6,485 km de caminos; así como 93,319 hectáreas de cultivos y pastizales. Dentro del sector social el que tuvo los mayores daños fue el de vivienda con un monto de \$2,526 millones de pesos (CENAPRED, 2009).

El uso de humedales y parques como importante componente del sistema de control de inundaciones en una ciudad, no solo es recomendable sino muy viable. Al ubicar a los parques y

áreas verdes cerca de las zonas de inundación de ríos y arroyos y otros sistemas de drenaje natural, los planificadores pueden incrementar la superficie permeable disponible para captación de agua, reducir las tasas de la velocidad de las corrientes (comparado con las superficies sin vegetación como el asfalto) y eliminar daños a edificios y asentamientos humanos, que de otra manera podrían haber sido construidos en el área (Sorensen et al, 1998).

Uno de los grandes retos para el desarrollo de las áreas urbanas de América Latina es, reducir la exposición de los riesgos asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos y elaborar alternativas de adaptación a la variabilidad y al cambio climático en el siglo XXI (CEPAL, 2003; Tiessen, 2013).

Los servicios ecosistémicos se definen como los aspectos de los ecosistemas usados, de manera activa o pasiva para producir bienestar humano, considerando que los servicios son fenómenos ecológicos y que no necesariamente deben ser directamente utilizados; por lo tanto, los servicios ambientales incluyen la estructura y función de los ecosistemas, los procesos y funciones que pueden ser utilizados directa o indirectamente (EM,2005; Fisher et al, 2009; EPA, 2009).

La relación espacial entre las áreas que producen el servicio y las que lo reciben, pueden ser de tres tipos: a) *in situ*, b) *omni –direccional* (en todas direcciones) o c) *unidireccional*, donde los servicios benefician a un área debido a la dirección del flujo (Fisher et al, 2009).

Lo relevante en todo caso es entender que la desaparición de un ecosistema o en el mejor de los casos, su degradación, implica la pérdida de capacidad del mismo para proveer determinados bienes y prestar determinados servicios. Estos son mucho más importantes de lo que tiende a creerse (Delacámara, 2008).

Es necesario hacer mayor énfasis en los servicios de regulación, no solo en los de provisión. La planeación adecuada de las actividades productivas, la prevención de consecuencias negativas, la incorporación de los costos ambientales en la obtención de los servicios, así como el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y su biodiversidad son indispensables para asegurar el mantenimiento de los servicios de regulación. Estos servicios son de fundamental importancia para el bienestar humano, pero prácticamente no son considerados dentro de los esquemas de desarrollo (Balvanera et al, 2009).

La valoración de los ecosistemas y sus servicios no debe ser entendida como un fin en sí mismo, sino como una herramienta pragmática que busque la consideración de la naturaleza y los costos asociados a su degradación dentro de la toma de decisiones. El papel de la conceptualización de la naturaleza en términos de capital natural y servicios, no debería buscar la suplantación de los valores intrínsecos por los valores instrumentales como acicate para la conservación, sino la complementariedad de los mismos, presentando argumentos conservacionistas en foros donde a menudo han sido ignorados (Gómez-Baggethun y de Groot, 2007).

Lambert, 2003 en Penna et al, 2011; define a la valoración como la “asignación de un valor cuantitativo y monetario a los bienes y servicios suministrados por los recursos o sistemas ambientales, ya sea que se cuente o no con precios de mercado que nos puedan prestar asistencia.” Estos métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales VESA permiten encontrar un indicador monetario del bienestar que percibe la sociedad por los bienes y servicios que proveen los ecosistemas y los hace comparables con los demás bienes y servicios (Azqueta Oyarzun, 1994 en

Penna et al, 2011). Por lo tanto, los métodos VESA permiten la consideración de esos bienes y servicios en el proceso de toma de decisiones público y privado (Penna et al, 2011).

La elección de los métodos de VESA dependerá de la situación a estudiar y de la disponibilidad de información y de recursos. Los resultados que se obtengan a partir tanto de métodos directos como indirectos constituyen aproximaciones al valor económico de los servicios ambientales. En el caso de los métodos indirectos, las valoraciones se derivan a partir de inferencias que se realizan de las vinculaciones que existen entre bienes y servicios ambientales que no cuentan con un mercado y bienes y servicios privados (Penna et al, 2011).

Las externalidades ambientales son sólo una clase particular de externalidades (o efectos externos). No son más importantes que cualquier otro tipo de externalidad económica, pero no sería posible encontrar argumentos racionales para justificar que lo son menos. Si se desea adoptar decisiones más complejas y por lo tanto mejores, estas externalidades deberían ser debidamente cuantificadas e incorporadas en el marco de un análisis costo-beneficio de las decisiones públicas o privadas de la sociedad. A menudo se argumenta que el mayor obstáculo para incorporar estas externalidades en el análisis económico de políticas públicas o decisiones privadas, tiene que ver con su dificultad para ser valoradas monetariamente (Delacámara, 2008; EPA, 2009).

La valoración económica es un instrumento al servicio de la política ambiental mediante el cual se pretende imputar valores económicos a los bienes y servicios ambientales. La valoración económica resulta necesaria para lograr dos objetivos económicos prioritarios en todo sistema económico: la eficiencia económica y el crecimiento sostenible (Herruzo, 2002).

La valoración económica puede ser una herramienta eficaz para poner el tema de los humedales en las agendas de conservación y de desarrollo de quienes toman las decisiones. El concepto de valoración económica total se ha convertido en uno de los marcos de acción más utilizados para identificar y cuantificar la contribución de los servicios de los ecosistemas al bienestar humano. Considerar el valor económico total de un humedal esencialmente significa considerar la totalidad de sus características como un sistema integrado, sus reservas de recursos o bienes, flujos de servicios ambientales y las propiedades del ecosistema en su conjunto. Esta información permite considerar a los humedales como sistemas económicamente productivos, a la par con otros posibles usos del suelo, recursos y fondos. Proporciona una base analítica ya que considera los pros y contra y permite tomar las decisiones de manejo que más apoyan las aspiraciones y el bienestar de la gente. Una amplia gama de métodos, que se implementan más allá del uso directo de los precios de mercado, está disponible y en uso creciente para valorar los humedales (EM, 2005).

Hay una variedad de métodos que podrían usarse, el comité de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA, exige que sean legalmente permitidos y científicamente apropiados. Algunos de los métodos considerados por el comité han sido usados extensamente en contextos y decisiones específicas, otros son relativamente nuevos y en desarrollo. Los métodos difieren de manera importante, los conceptos y fuentes, las técnicas empíricas y analíticas, los datos que necesitan y las medidas que ellos generan, así como en la medida que ellos involucran a la gente (EPA,2009).



## 2. ANTECEDENTES

En Estados Unidos de América la urbanización de los humedales, costas y zonas ribereñas durante la década de los noventa, incrementó la presión para urbanizar estos ecosistemas. Con el fin de disolver este conflicto y poner fin a las amenazas que enfrenta la protección de los humedales, el gobierno elaboró un mecanismo de mercado con el objetivo de asegurar su conservación a un costo mínimo (tanto económico como político). Este mecanismo conocido como la banca de mitigación de los humedales, es un programa de intercambio comercial de hábitat que se ha probado empíricamente durante más de una década (Salzman y Ruhl, 2003).

Farber y Costanza (1989), determinaron el valor de los humedales costeros en el estado de Louisiana, Estados Unidos, el cual contiene el 40% de los humedales del país, los valores que estimaron fueron las capturas comerciales de peces, la caza de animales con trampas para aprovechar las pieles, la recreación y la protección contra tormentas. Este último representó el 80% del valor total estimado. Por tratarse de valores muy diferentes, para medirlos tuvieron que emplear diversas técnicas de valoración.

En 1997 Costanza et al, estimaron el valor de 17 servicios ecosistémicos de 16 biomas del planeta en 33 trillones de dólares; posteriormente en 2011 (Costanza et al, 2014), actualizaron la estimación de estos servicios en 125 trillones de dólares, incluyendo los cambios de área en los biomas y calcularon la pérdida de los servicios por el cambio del uso de suelo de entre 4.3-20.2 trillones de dólares.

Los humedales que rodean al Río Tana y su delta en Kenya brindan importantes servicios de atenuación de las inundaciones para la infraestructura circundante y los asentamientos humanos de los alrededores. Estos servicios fueron valorados parcialmente a través de la modelación del impacto de la pérdida de humedales sobre la frecuencia y gravedad de las inundaciones, así como a través de la evaluación de los costos de los daños potencialmente evitados para los caminos, edificios y otros tipos de infraestructura (EM,2005).

Ramírez Chasco et al (2004), realizaron la valoración económica de los medios fluviales urbanos, el modelo que presentan es basado en un análisis costo-beneficio clásico y pretende aportar una propuesta de valoración de las actuaciones de recuperación y potenciación del entorno fluvial del río Arga a su paso por la ciudad de Pamplona, revalorizando la vivienda por el mejoramiento del paisaje, incremento de usos recreativos y valor de existencia.

En Carolina del Norte, Estados Unidos, Moore y Hunt (2012), cuantificaron, evaluaron y compararon en 20 estanques y 20 humedales construidos para protección de tormentas, los servicios ecosistémicos de captura de carbono, biodiversidad y servicios culturales, demostrando el gran potencial de estos ecosistemas en la provisión de estos servicios y proveyendo una valoración inicial para futuras evaluaciones.

Tianhong et al (2010), realizaron un estudio para determinar las variaciones en los servicios ecosistémicos en respuesta al cambio de uso de suelo durante la urbanización, en Shenzhen, China, en los años 1996, 2000 y 2004, encontrando un decremento en el valor económico total de los

servicios ambientales de 231.3 millones de Yuan, así como que los humedales y bosques proporcionaban el 90% de los servicios totales de los diferentes usos del suelo.

Decaëns et al (2006), identificaron los valores de la fauna en el suelo y cómo participan en el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos clave, así como el vacío existente entre el reconocimiento de su utilidad y las políticas de protección, generando información base para los planeadores y tomadores de decisiones.

Manes et al (2012), evaluaron en la ciudad de Roma, Italia, la calidad del aire urbano relacionado con la abundancia, fisiología y distribución de diferentes especies de árboles, específicamente en la remoción de contaminantes y ozono, contra los costos públicos unitarios de las externalidades y muertes por ozono, durante los años 2003 y 2004, calculando el valor del servicio de estos entre 2 y 3 millones de dólares al año.

Un estudio realizado por Wu et al (2010), estima el valor comercial y no comercial de los bosques de Beijing en China, utilizando los datos de la última encuesta sobre los recursos forestales de esta ciudad. A diferencia de la mayor parte de los demás estudios de valoración, este trabajo incluye también un análisis de la distribución de los beneficios derivados de los bienes y servicios forestales entre los sectores económicos y entre beneficiarios locales, regionales y mundiales. El método de valoración seguido en este estudio supone la valoración de todos los servicios y bienes ecosistémicos forestales. Sus cantidades fueron calculadas principalmente según el método del valor de mercado, de la preferencia revelada directamente (costos de reposición, pérdidas de productividad, costo de la enfermedad, etc.) y de la transferencia de beneficios.

Ernstson y Sörlin (2013), realizaron un estudio de dos casos urbanos en Estocolmo, Suecia y Cape Town, Sur África, en el que concluyeron que los servicios ecosistémicos pueden ser visualizados y estudiados como una práctica social del valor de la articulación entre el conocimiento local, el conocimiento de expertos, artistas, políticos, diseñadores, arquitectos y medios de comunicación.

Un grupo de especialistas en México de distintas disciplinas en la zona costera se dio a la tarea de elaborar una metodología para estimar el Valor Económico (VE) de distintos ambientes costeros, que puede ser referido como valor/ha/año y puede extrapolarse como Valor Económico Total (VET), cuando se conoce la extensión del ecosistema y sus componentes. Inicialmente se realizó un ejercicio hipotético asignando valores económicos arbitrarios con base en la experiencia de los especialistas. La asignación final para cada uno de los cuatro ecosistemas del pacífico mexicano incluidos en este estudio, se hizo con base en una recopilación de valores estimados a nivel internacional (dólares americanos). Los rasgos ambientales costeros fueron elegidos por los expertos, según la heterogeneidad de la zona costera del país y los servicios ambientales correspondientes a partir de la propuesta metodológica de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, para la estimación del VET (De la Lanza, et al 2013).

Cotler et al (2011), determinaron el costo de la erosión del suelo en términos de pérdida de productividad y por pérdida de nutrientes. El análisis de 140 publicaciones mostró que la investigación se ha centrado a nivel de parcela, donde se concentra el 45% de los estudios. En ellas, el costo de la pérdida de suelo ocasionado por la erosión se ubica en el rango de US \$ 16.2 a US \$32.4 / Ha, mientras que el costo de reemplazo de los nutrientes perdidos asciende a US\$22.1 / Ha.

Vázquez et al (2011), estimó el valor económico total de ecosistemas y agroecosistemas en la región Chontalpa de Tabasco; específicamente para el servicio de regulación de contingencias (control de inundaciones), utilizó la capacidad del sistema natural para captar agua y de sobreponerse al embate de una inundación, así como la superficie con el servicio ambiental, la pérdida por efecto negativo o indirecto de la inundación más el costo de la construcción de una presa para almacenar agua.

Galmiche y Solana (2011), estimaron el valor económico del manglar en Tabasco considerando la producción de las pesquerías, madera y leña de mangle, actividad turística y captura de carbono, tomando los precios de mercado, censos turísticos y mercado de carbono, respectivamente, calculando que su valor asciende a 120 millones de pesos anuales, en una zona que agrupa a 9 localidades adyacentes al manglar de la costa tabasqueña, con 73,235 habitantes.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Una de las estrategias establecidas por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio 2005, para atraer la atención de los planeadores y creadores de las políticas públicas, es a través de la valoración económica de los servicios ecosistémicos, la cual les permite conocer los costos económicos y sociales que se asumen a nivel regional y global por la disminución o pérdida de éstos, y que el dinero que se destine a la restauración y conservación de los ecosistemas es una inversión, no un gasto. Es improbable que la protección de los servicios de la naturaleza se convierta en una prioridad, mientras los que los usan los sigan percibiendo como servicios gratuitos e inagotables: las políticas efectivas serán aquellas que hagan que se tomen en cuenta los costos naturales en todas las decisiones de tipo económico.

En Tabasco, son muy pocos los estudios enfocados a la valoración económica de los servicios ecosistémicos, por lo que destinar esfuerzos y recursos económicos para tal propósito, nos permitiría tener un enfoque diferente de la importancia del capital natural para el bienestar de la población y el desarrollo económico, así como de la relevancia de los servicios ambientales para disminuir el riesgo de la población, los daños y pérdidas a su patrimonio. Sobre todo, para los gobernantes y legisladores que diseñan y ejecutan las políticas públicas.

El vaso Cencali, se localiza en el centro turístico de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, a la entrada del extenso sistema lagunar de la laguna de Las Ilusiones. La laguna representa un ecosistema clave, al ser hábitat de especies silvestres en peligro de extinción como el manatí (*Trichechus manatus*), servir de espacio para la recreación, educación e investigación y fungir como vaso regulador de las aguas de lluvia de la ciudad, (van Afferden et al 2008).

La falta de acciones de prevención y conservación del vaso regulador Cencali por parte de las autoridades públicas competentes, ha disminuido su capacidad para controlar inundaciones debido al aporte continuo de sedimentos provenientes de las aguas residuales y escurrimientos de la cuenca, ya que se desconoce que la pérdida de este servicio ambiental pone en riesgo los bienes privados y públicos asentados en la misma; lo que podría evitarse o disminuirse si se destinan recursos públicos para acciones anuales que preserven la capacidad de captación hídrica del vaso. Por lo que estimar el valor económico de dicho servicio puede despertar el interés de los tomadores de decisión para planear y ejecutar acciones a partir del análisis de costo-beneficio.

#### 4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Quiénes son los beneficiarios del servicio ambiental de control de inundación del vaso regulador Cencali?
- ¿Cuál es el valor económico aproximado de los bienes inmuebles del área urbana?
- ¿Cuál es el costo del daño económico que asumirían los beneficiarios ante la pérdida del servicio ambiental?
- ¿Cuál es el costo de conservación del servicio ambiental?

#### 5. OBJETIVOS

##### 5.1 General

Calcular el valor económico del servicio ambiental de control de inundación del vaso Cencali a través del método indirecto de preferencias reveladas.

##### 5.2 Específicos

Analizar la información geográfica y socio-económica del área de estudio.

Estimar el valor económico de los bienes inmuebles

Estimar el costo del daño por inundación a los beneficiarios del servicio.

Estimar el costo de las acciones de conservación del servicio ambiental de control de inundación.

#### 6. MÉTODO

##### 6.1 Área de estudio.

El estado de Tabasco se ubica dentro del sistema hidrológico Grijalva - Usumacinta, en la región hidrológica N° 30, que comprende parte de los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Oaxaca, así como parte de la República de Guatemala. El escurrimiento medio anual alcanza los 115,000 Mm<sup>3</sup>, representando el 30% del escurrimiento medio de todo el país. Por su conformación topográfica, la ocurrencia de fenómenos meteorológicos locales y los grandes caudales que escurren desde sus partes altas, la cuenca Grijalva – Usumacinta es una zona susceptible de ser inundada. La zona de la planicie costera está formada por ríos, arroyos, lagunas y en su parte más baja, por pantanos, mientras que en la cuenca alta existe un sistema de presas que además de regular los escurrimientos, tiene otros fines (generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua y recreación, entre otros (CENAPRED, 2009).

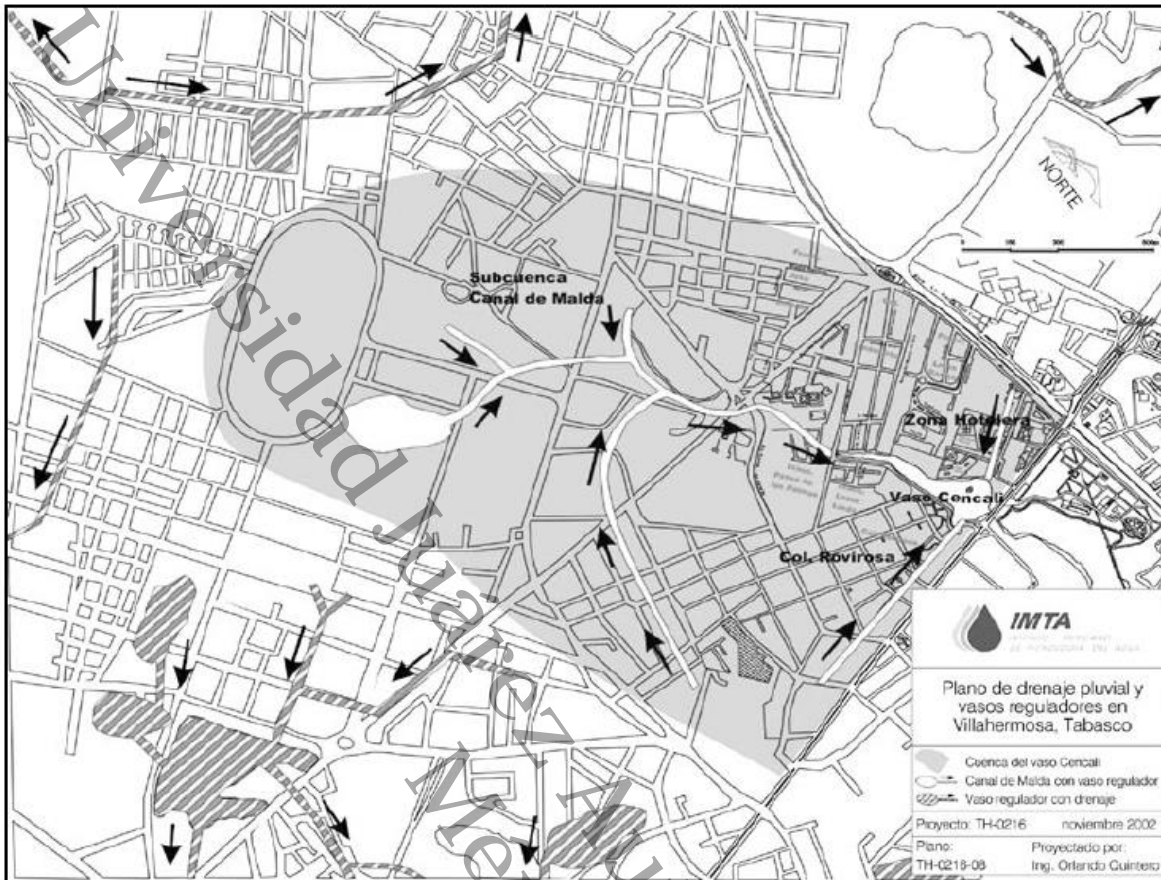
El municipio de Centro se localiza en la región Centro y tiene como cabecera municipal a la ciudad de Villahermosa, ubicada entre los paralelos 18°20' de latitud norte y 93°15' de longitud oeste; colinda al norte con los municipios de Nacajuca y Centla; al sur con los municipios de Jalapa y Teapa y el estado de Chiapas; al este con los municipios de Centla y Macuspana; al Oeste con el estado de Chiapas y los municipios de Cárdenas y Cunduacán. La extensión territorial del municipio es de 1,612 km<sup>2</sup>, los cuales corresponden al 6.9% respecto del total del Estado. Los principales recursos

hidrológicos del municipio son las aguas del río Grijalva con sus afluentes: los ríos Samaría, Carrizal y Viejo Mezcalapa (CONAGUA, 2014).

CONAGUA en 2014, a través del Instituto de Geografía de la UNAM delimitó 19 microcuencas en el municipio de Centro. Con la denominación "Carri 6" y coordenadas geográficas 18°0'17.74" de latitud y 92°55'32.64" de longitud, área de 10 km<sup>2</sup> y elevaciones mínimas y máximas de entre 5.18 y 28.67 m, es la microcuenca a la cual pertenece el área de estudio (área de captación hídrica), la cual comprende un área urbana y un cuerpo de agua conocido como vaso Cencali. El área urbana está conformada por avenidas, áreas verdes, viviendas, negocios de diversos sectores, escuelas, hospitales, instituciones públicas y servicios públicos. El vaso regulador forma parte de la Laguna de las Ilusiones, área natural protegida de carácter estatal de aproximadamente 259 hectáreas, (Periódico oficial, 2014). El vaso tiene un área aproximada de 3.1 Ha, con longitud máxima de 520 m en la dirección suroeste-noreste y ancho máximo de 190 m. Las partes más angostas del vaso corresponden a la entrada del Canal de Malda, con 3.8 m y la salida a la laguna de Las Ilusiones con 9 m de ancho, respectivamente (Hansen et al, 2007).

Sin embargo, al utilizar un sistema de información geográfica (mapa digital) y carecer de coordenadas del estudio realizado por Hansen y van Afferden, la superficie cambió, tal y como se muestra en las figuras 1 y 2. La superficie estimada por estos fue de 293.89 ha, incluyendo el vaso Cencali y la estimada a través del SIG, fue de 323.59 ha.

La laguna representa un ecosistema clave, al ser hábitat de especies silvestres en peligro de extinción, servir de espacio para la recreación, educación e investigación, así como fungir como vaso regulador de las aguas de lluvia de la ciudad y de sedimentador de los escurrimientos pluviales y aguas residuales (van Afferden et al, 2008).

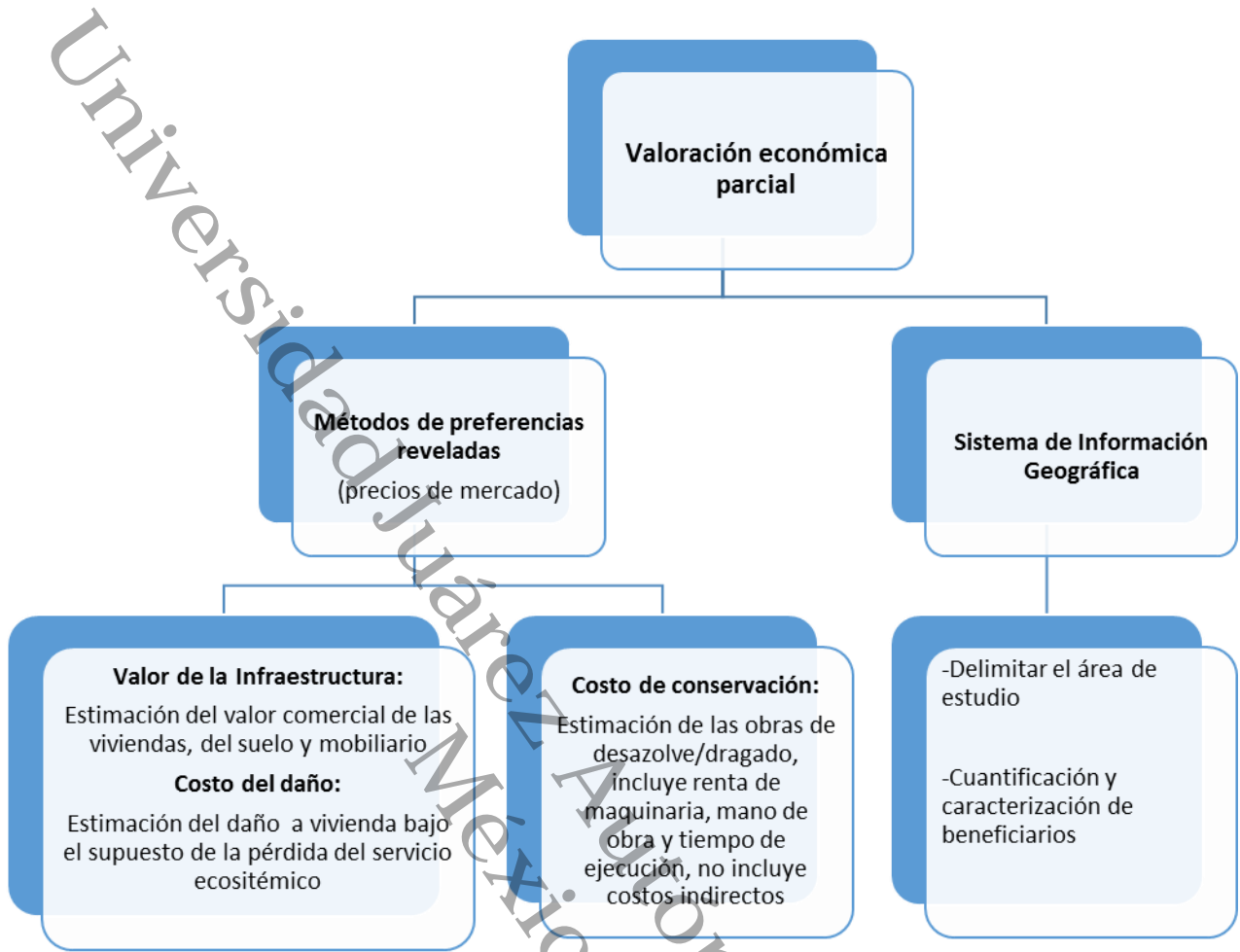


**Fig 1. Área de estudio propuesta por Hansen et al, 2007. Las flechas muestran la dirección de los escurrimientos.**

La laguna de las Ilusiones se comunica mediante una compuerta con el río Carrizal, situado hacia el norte de dicha localidad. Como es típico en lagunas de contacto, presenta una forma dendrítica de carácter irregular y en realidad se comporta como cuerpo de agua cerrado o endorreico, (Rodríguez, 1997).

El vaso regulador Cencali recibe aproximadamente 7'000,000 m<sup>3</sup>/año de agua y 5 200 m<sup>3</sup>/año de sedimentos. Los escurrimientos urbanos contienen diferentes contaminantes provenientes del lavado de calles, techos, plantas y suelos. Especialmente los sólidos suspendidos (polvo de las calles, suelo de zonas de erosión, materia orgánica) se sedimentan en vasos receptores y conforman los sedimentos (Hansen et al, 2007).





**Diagrama 1. Método de valoración económica.**

Fuente: Elaboración propia.



## 6.2 Sistema de información Geográfica SIG

Se construyó un SIG a partir del Mapa Digital de México, para los siguientes propósitos: a) Delimitar el área de estudio (área de captación hídrica de la microcuenca hidrográfica Carri 6); b) Cuantificar los habitantes del área; c) Estimar la cantidad de manzanas, viviendas y su tipología; d) Conocer la cantidad y tipo de infraestructura pública y de servicios; f) Identificar y agrupar los sectores económicos, usando información del SCINCE 2010; DENUE, Inventario Nacional de Vivienda 2013; SCIAN, 2013 y Censo de Población y Vivienda, 2010.

## 6.3 Valoración Económica.

Para definir el enfoque de valoración y método de evaluación se consideró el marco analítico propuesto por Barbier, et al, 1997. Con base en lo anterior, se definió que la valoración económica debía ser parcial, ya que solo se evaluaría el servicio ambiental de regulación de inundación.

Por la naturaleza del servicio, los objetivos y la información económica disponible, el grupo de métodos más adecuado es el que se engloba en el **método de preferencias reveladas o indirectos**, mismo que emplea datos de mercados relacionados con el del bien a valorar, generando unos precios de mercado sustitutos. Para la investigación se eligieron dos de ellos el de “costo de daños evitados” y el de “costo de conservación” (Lomas, et al, 2005; Riera et al, 2008; Delacámara, 2008; Penna et al, 2011; EPA,2009; Herruzo,2002).

El método de costos de daños evitados tiene dos enfoques, pero considerando que el vaso Cencali es un bien público, entonces se utilizó el relacionado con la pérdida potencial de bienes que generaría en la sociedad la pérdida de los servicios ambientales, con el fin de estimar los costos que tendría que afrontar la sociedad; por lo que hay que estimar los daños probables a los bienes, si los recursos no se restauran o conservan. (Osorio y Correa, 2005; Lomas et al, 2005; EM, 2005; Cristeche y Penna 2008; Sorensen et al ,1998, TEEB 2011, GFDRR, 2010).

El método del costo de conservación, que se basa en la identificación del gasto realizado en la conservación de un determinado espacio o especie (Osorio y Correa, 2005; Lomas et al, 2005; EM, 2005; Cristeche y Penna 2008).

### 6.3.1. Para estimar el valor económico de los inmuebles y muebles en el área de estudio.

Se visitó la Expo Vivienda 2015, realizada en el Centro de Convenciones de Villahermosa, Tabasco y organizada por la Cámara Nacional de Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda, CANADEVI, donde se obtuvo información de empresas inmobiliarias relacionada con ubicación, tipo y precios de viviendas en Villahermosa y zonas conurbadas. También se visitaron desarrollos inmobiliarios ubicados en diferentes puntos de la ciudad de Villahermosa. Se establecieron 5 tipos de vivienda con base en la Comisión Nacional de Vivienda CONAVI, pero con rangos de superficie y valor promedio por cada una, ya que la información de mercado varía en estos aspectos. Como el INEGI agrupa las viviendas por número de cuartos en tres categorías, se estableció una equivalencia con la tipología de la CONAVI para tener una estimación económica más aproximada y actual.

Se realizaron entrevistas con funcionarios de la Dirección de Catastro del municipio del Centro; Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC, Delegación Tabasco; Instituto de

Vivienda de Tabasco, INVITAB; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, Tabasco, para obtener o validar información.

Las técnicas de avalúo recomiendan utilizar el valor catastral para estimar valuaciones masivas, ya que la valuación catastral es eficaz para determinar el valor de los inmuebles de forma objetiva y universal, (Aragón, 2011; Leal, s/a). Sin embargo, el valor catastral del suelo y la construcción para el municipio de Centro no han sido actualizados hace más de 10 años, lo que equivaldría a subestimar ampliamente el valor de los inmuebles, por lo que solo se utilizó como una referencia y comparación con el valor comercial.

Al valor comercial promedio de las viviendas se le adicionó un porcentaje de demérito por antigüedad del 20 % para viviendas de entre 20 y 30 años y un 10 % de demérito considerando un grado de conservación regular (H. Aytto Centro, 2004), más el valor del mobiliario calculado para tipo de vivienda, utilizando las características por tipo de vivienda (CONAVI, 2010).

Visita a tiendas departamentales como Chedraui, Home Depot y Comercial Mexicana, para obtener rangos de precios máximos y mínimos de equipo y mobiliario existentes en una vivienda.

Debido a que la información obtenida en campo y de fuentes oficiales era diversa, se decidió realizar los cálculos utilizando promedios de los precios obtenidos para el mobiliario y equipo.

Para estimar el valor económico total del área urbana, se sumó el valor estimado para las viviendas y el valor comercial promedio del suelo ocupado por escuelas, centros comerciales, hospitales, parques, áreas verdes, servicio públicos, calles y avenidas ya que no se contaba con información como superficie de construcción, que pudiese aproximarnos a un valor de dicha infraestructura; por lo que se decidió utilizar únicamente el valor comercial del suelo, evitando con ello la especulación, aun cuando se esté subestimando el valor económico del área urbana. El valor del salario mínimo se utiliza como una referencia y se consideró 70.1 pesos en 2015, establecido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, CNSM.

### **6.3.2 Para estimar el costo del daño a viviendas**

Para estimar los daños por inundación, se consideró el escenario de la pérdida del servicio ambiental de regulación de inundación, estimándose que los 7 millones de m<sup>3</sup> de agua que ingresan anualmente al vaso regulador estimado por Hansen et al (2007), generarían una lámina de agua homogénea en el área de estudio de 2.17 cm, ésta se estimó dividiendo el escurrimiento calculado entre el área de estudio en m<sup>2</sup>.

Con el valor económico promedio por tipo de vivienda, se estimó el porcentaje de daño por inundación para mobiliario propuesto por Baró et. al (2011); y los daños al inmueble se calculó utilizando los montos de los apoyos económicos que brinda el Fondo Nacional de Desastres Naturales ante inundación (Diario Oficial, 2011) y los pagos que realiza la aseguradora Mapfre S.A. de C.V. por daños a vivienda (INFONAVIT, 2015); utilizando además criterios del Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de desastres (GFDRR, 2010) y el Centro Nacional y Prevención de Desastres (CENAPRED, 2007).

### **6.3.3. Para estimar el costo de conservación**

La estimación se realizó con base en los datos de van Afferden, 2007, referentes al tipo de transporte, volúmenes de extracción de agua-sedimento, tiempo de acarreo y % de humedad. Los precios para una obra de dragado, fueron calculados a partir del Catálogo de Costos Directos de Maquinaria 2013 que emite la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2013), considerando el costo, tipo y disponibilidad de maquinaria en Tabasco sugeridas por la CONAGUA para los desazolves del Sistema Samaria-río González, (CONAGUA, 2014) y del Manifiesto de Impacto Ambiental para la Rehabilitación y Desazolve Preventivo del río Viejo Mezcalapa, (GRUPO JUABET S.A. de C.V., 2008). No se consideraron costos indirectos para la obra de desazolve / dragado.

### **6.4 Presupuesto Estatal 2015**

Se realizó un análisis comparativo del valor económico de la infraestructura del área de estudio, los posibles daños por inundación y los costos de conservación para mantener el servicio ambiental de regulación, contra el presupuesto de egresos del estado 2015, establecido en el Periódico Oficial del Estado en diciembre de 2014, decreto 144.

## 7. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran de forma concentrada los datos socio-económicos y geográficos del área de estudio, obtenidos a partir de la plataforma pública del mapa digital del INEGI, dicha información está disponible a nivel de manzana.

**Tabla 1. Datos generales (área de estudio, habitantes, viviendas, negocios e infraestructura beneficiaria).**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	CANTIDAD	SUPERFICE OCUPADA EN m <sup>2</sup> y hectáreas
Geográfico	Área de estudio (3)	N/A	3,235,929 – 323.59.29
Geográfico	Área del vaso Cencali	N/A	35,774 – 3.57.74
Geográfico	Área de Manzanas (4)	148	2,043,813 – 204.38.13
Geográfico	Área de calles y avenidas	N/A	452,267 – 45.22.67
Social	Población total	22,849	N/A
Social	Vivienda total	8,185	2,747,888 – 274.78.88
Social	Infraestructura y servicios públicos	77(2)	704,705 – 70.47.05
Económico	Sectores económicos	1,852 (1)	

FUENTE: Elaboración propia

- 1) Incluye los 20 sectores de actividad, productores de bienes y servicios de acuerdo al SCIAN, 2013.
- 2) Incluye Instalaciones deportivas, centros comerciales, hospitales, radiodifusoras, parques, camellones y glorietas, central de policía, cementerio, templos, escuelas y albercas.
- 3) Incluye la superficie del área de estudio= área urbana y vaso regulador Cencali.
- 4) Para calcular el número total de manzanas solo se consideraron 148 que se encontraban ya sea totalmente dentro del polígono del área de estudio o aquellas cuya superficie estuviese dentro del polígono en más del 50 %, de un total de 155.
- 5) N/A No Aplica

Con el SIG se estimó la superficie urbana y la del vaso Cencali, en 320 hectáreas y 3.59 Ha. respectivamente, donde habitan y se benefician directa o indirectamente con el servicio de regulación de inundación 22,849 personas el 1.02 % de la población total del estado de Tabasco en 2010, así como infraestructura diversa tal como 8,185 viviendas; 1,852 negocios; 32 escuelas, 7 hospitales, 3 instalaciones deportivas, 5 templos, 6 parques, 4 centros comerciales, 4 albercas públicas, central de policía federal, fiscalía de justicia del estado y un cementerio (Tabla 1).

## Tipología de vivienda

**Tabla 2. Tipología y costo de la vivienda de acuerdo a la CONAVI y equivalencia con INEGI**

PROMEDIOS	Económica	Popular	Media	Residencial	Residencial Plus
SUP. CONSTRUIDA EN m2	30	42.5	97.5	145	225
VALOR EN PESOS (2)	251,576 (3)	339,094	1,172,706	2,398,606	3,198,213 (4)
VECES EL SALARIO MÍNIMO MENSUAL EN MÉXICO (1)	Hasta 118	118.1-200	350.1-750	750.1-1,500	>1,500.1
NÚMERO DE CUARTOS	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor 1 a 2 recamaras	Baño y ½ Cocina sala comedor 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio	3 a 5 baños cocina sala comedor 3 a 4 recámaras cuarto de sala familiar	3 a 5 baños Cocina Sala Comedor 3 a más recámaras 1 a 2 cuartos de servicio sala familiar
EQUIVALENCIA CON INEGI	1	2	3 a 25	3 a 25	3 a 25

FUENTE: Adaptada de la CONAVI.

- 1) La CONAVI establece el valor de la vivienda en salarios mínimos
- 2) Este valor es el resultado de multiplicar el salario mínimo mensual en México por el # total de salarios mínimos por tipo de vivienda.
- 3) La estimación en pesos se calculó considerando el máximo de 118 salarios mínimos.
- 4) La estimación en pesos se calculó considerando el mínimo de 1,500.1 salarios mínimos, 70.1 pesos en 2015 de acuerdo a la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

La CONAVI establece el valor de la vivienda en salarios mínimos, por lo que se estimó en pesos con el propósito de utilizar estos montos en la estimación del valor económico de las viviendas del área de estudio (Tabla 2). La CONAVI establece seis tipos de vivienda. Sin embargo, para este trabajo solo se utilizaron cinco. Dado que el INEGI solo establece tres tipos de vivienda de acuerdo al número de cuartos fue necesario realizar una equivalencia con la tipología de la comisión; por lo que las viviendas de uno y dos cuartos, son los equivalentes a la vivienda económica y popular; y en las de 3 a 25 cuartos se incluyen la media, residencial y residencial plus. (Tabla 2).

## Valor del mobiliario y equipo por tipo de vivienda

Tabla 3. Tipo de mobiliario con base a la tipología de la vivienda

TIPO DE VIVIENDA	DE Baño (1)	Cocina	Área de Usos Múltiples	Estancia – Comedor	Sala-Comedor	Recámaras	Cuarto de servicio	Sala familiar
ECONÓMICA	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora	Sala Comedor Cama Ropero Plancha T.V. Ventilador	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C
POPULAR	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora	N/C	Sala-Comedor Plancha T.V.	N/C	2 camas 2 roperos 3 ventiladores de pedestal	N/C	N/C
MEDIA	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora Microondas	N/C	N/C	Sala-Comedor T.V. P.C.	2-climas 3-camas 3-roperos 3-ventiladores de techo	Lavado-ra	N/C
RESIDENCIAL	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora Microondas	N/C	N/C	Sala-Comedor T.V. P.C.	3-climas 3-camas 3-roperos 3-ventiladores de techo	Lavadora Plancha	Sala T.V.
RESIDENCIAL PLUS	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora Microondas	N/C	N/C	Sala-Comedor T.V. P.C.	4-climas 4-camas 4-roperos 4-ventiladores de techo T.V.	Lavadora Plancha	Sala T.V.

FUENTE: Elaboración propia

(1) Para los baños no se consideraron muebles o equipos.

N/A, no aplica

N/C, no contiene

Considerando las características de las viviendas tipo CONAVI, se estimó la cantidad del mobiliario y equipo que puede encontrarse en cada una (Tabla 3), el costo utilizando los promedios de los rangos de precios mínimos para las viviendas económica y popular fue de \$28,754 y \$36,446, respectivamente; para la vivienda de tipo medio de \$85,235 y es el resultado del promedio de los rangos mínimo y máximo por tipo de artículo; y para las viviendas residencial y residencial plus el precio del mobiliario fue de \$136,427 y \$163,804 respectivamente, montos derivados del promedio de los rangos máximos de precios. Estos montos fueron utilizados para calcular el valor total del mobiliario por tipo y número de vivienda (Tabla 4). Como resultado del análisis de la información de precios y superficies obtenidas en campo se pudieron establecer rangos de superficie por tipo de vivienda, y asignar porcentajes de demérito por antigüedad y conservación a las viviendas, dado que la zona urbana en estudio no es de reciente creación (Tabla 4).

## Estimación del valor económico de las viviendas

Valor comercial de una vivienda de acuerdo a su tipología,  $VCVt = VCt - DA - DC + VM$

Donde:

VCt= Promedio del valor comercial de acuerdo al tipo de vivienda (económica, popular, media, residencial y residencial plus)

DA= % de demérito por antigüedad

DC= % de demérito por grado de conservación

VM= Valor comercial promedio del mobiliario de acuerdo al tipo de vivienda

**Tabla 4. Valor Comercial de las Viviendas**

TIPO DE VIVIENDA y SUPERFICIE	# DE VIVIENDAS	VALOR COMERCIAL PROMEDIO POR TIPO DE VIVIENDA	VALOR TOTAL POR TIPO DE VIVIENDA	DEMÉRITO POR ANTIGÜEDAD (20%)	DEMÉRITO POR CONSERVACIÓN (10%)	VALOR DEL MOBILIARIO (3)	VALOR ECONÓMICO DE LAS VIVIENDAS
Económica Hasta 40m2	787	251,576	197,990,312	39,598,062.4	15,839,224.96	22,629,398	165,182,422.648
Popular 41-80m2	883	577,916.66	510,300,410.78	102,060,082.15	40,824,032.86	32,181,818	399,598,113.778
Media 81-120m2 (2)	3,826	947,235.33	3,624,122,372.58	724,824,474.51	289,929,798.80	326,109,110	2,609,368,099.27
Residencial (2) 121-160m2	1,640	2,368,401.5	3,884,178,460	776,835,692	310,734,276.8	223,740,280	3,020,348,771.2
Residencial Plus >161m2 (1)	1,049	3,138,123	3,291,891,027	658,378,205.4	263,351,282.16	171,830,396	2,541,991,935.44
	8,185					776,491,002	
						<b>TOTAL</b>	<b>8,736,489,342.32</b>

FUENTE: Elaboración propia

- (1) Para calcular la cantidad de vivienda residencial plus se consideró la superficie total de fraccionamientos y privadas, descontando la superficie de las manzanas de los hoteles Hyatt y Calinda, Torre Empresarial, restaurante Vips, superficie del hotel Calinda y un 10 % de calles y avenidas, posteriormente se dividió la superficie entre los m2 para este tipo de vivienda estimado por la CONAVI
- (2) Para estimar la cantidad de vivienda residencial y media se consideró un criterio arbitrario con base a los recorridos de campo de 30% y 70% respectivamente, por lo que una vez estimada y descontada la cantidad de vivienda económica, popular y residencial plus, se calculó el porcentaje mencionado en base a 5,466 viviendas restantes.
- (3) Es el resultado de multiplicar el valor del mobiliario por tipo de vivienda por el número total de viviendas en cada categoría.

### **Valor económico estimado de las viviendas y del suelo en el área urbana.**

El valor económico aproximado del área urbana, considerando solo el valor comercial de las viviendas y del suelo en el 2015 se estima con datos conservadores en \$15'599, 647,246 millones de pesos (Tabla 5), equivalente al 48.7 % de los daños ocasionados por la inundación del 2007 (estimada en 32 mil millones de pesos); y el 35.89 % del presupuesto de egresos del estado en 2015.

**Tabla 5. Valor Económico de la Vivienda y el Suelo**

<b>USO DEL SUELO</b>	<b>SUPERFICIE EN m2</b>	<b>VALOR ECONÓMICO TOTAL EN MILLONES DE PESOS</b>
<b>Valor comercial de las viviendas</b>	2,043,813 (1)	<b>8,736,489,342.32</b>
<b>Valor del suelo de la Infraestructura y servicios públicos (2)</b>	704,705 (2)	<b>4,180,310,060 (4)</b>
<b>Calles y Avenidas (3)</b>	452,267 (3)	<b>2,682,847,844 (5)</b>
		<b>15,599,647,246.32</b>

FUENTE: Elaboración propia

- (1) Se considera la superficie total de las manzanas estimada en el SIG
- (2) Superficie estimada por el SIG para calcular el valor comercial del suelo
- (3) Superficie estimada por el SIG para calcular el valor comercial del suelo
- (4) Es el resultado de multiplicar los m2 de superficie por el valor comercial del suelo en m2
- (5) Es el resultado de multiplicar los m2 de superficie por el valor comercial del suelo en m2

### **Costo del daño por inundación**

El promedio del monto para estimar el daño a viviendas por inundación es de \$4,750 (cuatro mil setecientos cincuenta pesos 00/100 m.n.), cantidad que resulta de los apoyos del FONDEN para rehabilitación de daños menores y el del pago de daño por inundación menor a 30 cm establecido por la aseguradora mencionada (Tabla 6).

Para el mobiliario y con una afectación del 10%, equivalente a una lámina de agua de hasta 10 cm, solo la sala-comedor de las viviendas sería afectada (Tabla 6).



**Tabla 6. Estimación económica del daño a inmuebles y muebles por tipo de vivienda**

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL DE VIVIENDAS	PAGO PROMEDIO POR DAÑOS A INMUEBLE= 4,750, (1), TV* DI	TOTAL DE DAÑO A MOBILIARIO EN PESOS (2)	TOTAL DEL DAÑO POR TIPO DE VIVIENDA EN PESOS= DI+DM	TOTAL DEL DAÑO EN SALARIO MÍNIMO 2015 (3)
Económica	787	3,738,250	596,860.8	4,335,110.8	61,841.8
Popular	883	4,194,250	669,667.2	4,863,917.2	69,385.4
Media	3826	18,173,500	4,002,761.2	22,176,261.2	316,351.8
Residencial	1640	7,790,000	2,187,760	9,977,760	142,336.09
Residencial Plus	1049	4,982,750	1,399,336	6,382,086	91,042.59
	<b>8185</b>	<b>38,878,750</b>	<b>8,856,385.2</b>	<b>47,735,135</b>	<b>680,957.7</b>

FUENTE: Elaboración propia

DI= Daño al inmueble

DM= Daño al mobiliario

TV= Total de viviendas

(1) = Promedio obtenido de los pagos realizados por FONDEN y Aseguradora Mapfre Tepeyac.

(2) = Daño estimado 10% de acuerdo a la lámina de agua, tomado de Baró et. al, 2011.

(3) = Salario mínimo para el país, 70.1 pesos (2015) de acuerdo a la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

El monto total del daño a todas las viviendas del área urbana bajo el escenario de la pérdida del servicio ambiental sería de \$47'735,135 es decir, un daño por vivienda de \$5,832 pesos anuales; 3.6 veces la inversión inicial para el desazolve y 36.9 veces el costo anual de conservación.

**Tabla 7. Volumen de sedimentos, % de agua y tiempo de acarreo**

Estimado en 1999 (1)	17,287 m3
Estimado en 2002 (2)	31,550 m3
Acumulado por año (2)	5,200 m3
Acumulado en 10 años (3)	52,000 m3
Agua en sedimentos (2)	65%
Tiempo de viaje por unidad	40 min(2) 60 min (3)

FUENTE: Elaboración propia

(1) Batimetría realizada por la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental del Estado.

(2) Batimetría y estimaciones por Hansen y Van Afferden.

(3) Estimación propia.

**Tabla 8. Costo de desazolve o dragado considerando solo maquinaria, mano de obra y tiempo de ejecución.**

TIPO DE MAQUINARIA Y RECURSO HUMANO	CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA (1)	COSTOS POR JORNADA DE 8 HRS. (2)	CANTIDAD	COSTO DIARIO	COSTO DEL DESAZOLVE EN PRIMER AÑO (3)	COSTO TOTAL ANUAL DE CONSERVACIÓN (4)	COSTO DE DESAZOLVE DE ACUERDO A CONAGUA, ACARREO, 100 PESOS POR M <sup>3</sup> (5)
<b>Draga marina de succión</b>	-Barrena horizontal -12" de extracción -tubería de descarga de 10" -1,200 m <sup>3</sup> en 8hrs. -máxima distancia de tiro de 435 mts	17,563.52	1	17,563	4,074,616	407,461.6	
<b>Camión -pipa</b>	-8000 lts - 170 hp	3,132.24	10	31,322.4	7,266,796.8	726,679.68	
<b>Operador de 1<sup>a</sup>. Para equipo mayor</b>		604	1	604	140,128	14,012.8	
<b>Operador de 1<sup>a</sup>. Para equipo medio</b>		564	10	5,640	1,308,480	130,848	
<b>Ayudante</b>		284	2	568	131,776	13,177.6	
				<b>55,697.4</b>	<b>12,921,796.8</b>	<b>1,292,179.08</b>	<b>5,200,000 Inicial 520,000 Anual</b>

FUENTE: Elaboración propia.

- (1) Características tomadas del equipo usado para el desazolve del río viejo Mezcalapa, utilizando los costos de la CMIC
- (2) Catálogo de costos directos de maquinaria de La CMIC, 2013
- (3) Considerando un azolvamiento de 52,000 m<sup>3</sup>
- (4) Costo anual de desazolve de 5,200 m<sup>3</sup>.
- (5) Costo de la CONAGUA para el desazolve del sistema Samaria- río González.

La inversión estimada para el desazolve del vaso durante el 1er año es de \$12'921,170, lo que representa el 0.2 % del valor económico estimado del área de estudio y el 0.04 % del costo de la inundación en 2007 (Tabla 8). La inversión inicial equivale a que cada persona que habita en el área pagara por el servicio ambiental \$565.5 pesos anuales (12.3 salarios mínimos al año), es decir, \$47.12 pesos mensuales. Por vivienda equivaldría a que el propietario o responsable pagaría \$1,578 pesos anualmente, con pagos mensuales de \$131.5 pesos, es decir el 27 % del daño a la vivienda.

El costo de conservación anual se reduce a un 10%, igual a \$1'292,179 (Tabla 8), lo que equivale a que cada persona aportaría 56.5 pesos anualmente o 4.7 pesos mensuales. Si el costo de conservación se calcula por vivienda entonces cada propietario de vivienda estaría pagando 157.8 pesos anuales o bien pagos mensuales de 13.15 pesos mismos que se pueden cargar al recibo de agua o impuesto predial como un pago por servicio ambiental, PSA.

## Presupuesto general de egresos 2015

Tabla 9. Presupuesto de egresos del estado de Tabasco para el 2015

CLASIFICACIÓN DEL PRESUPUESTO	MONTO EN MILLONES DE PESOS	ORIGEN Y DESTINO
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	43,461,942,831	Incluye recursos federales e ingresos propios, 86 y 14 % respectivamente.
<b>PRESUPUESTO PARA PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>	1,535,271,321	Ejercido por varias dependencias del ejecutivo estatal que tienen atribución en materia ambiental.

FUENTE: Elaboración propia.

Si los costos de inversión inicial son asumidos por el gobierno estatal estaría representando el 0.02 %, del presupuesto anual de egresos del estado en 2015, que fue de 43 mil 461 millones 942 mil 831 pesos. El costo anual de conservación entonces representaría el 0.002 % del presupuesto, pero con un beneficio a una población que representa el 1.02 % de la población estatal. El presupuesto asignado a protección ambiental en 2015 fué de \$1,535'271,321; la inversión inicial de desazolve y la de conservación anual representan el 0.8% y 0.08% respectivamente (Tabla 9).

## 8. DISCUSIÓN

El vaso regulador Cencali pertenece al área natural protegida de la Laguna de las Ilusiones y de acuerdo al marco legal, está considerada como un bien público, por lo que las instituciones públicas y ciudadanos somos responsables de su conservación y los beneficiarios de los bienes y servicios que provee. En este sentido, *The Economics of Ecosystems & Biodiversity, Manual for cities: Ecosystems Services for Urban Management* (TEEB, 2011), plantea cuatro preguntas para identificar los servicios ecosistémicos (SE) más relevantes en la solución de problemas y guiar las políticas públicas; ¿Cuáles SE son centrales para la sociedad y la economía local?, ¿Cuáles sectores de la sociedad dependen más de estos SE?, ¿Cuáles SE están en riesgo? y ¿Cómo los problemas y las políticas los afectan?, mismas que son congruentes con las preguntas de investigación del estudio, los objetivos y los resultados obtenidos.

En 2008 se estableció formalmente la Asociación para el Ambiente y Reducción del Riesgo ante Desastres (PEDRR -siglas en inglés-), que es una alianza de agencias de la Naciones Unidas, organizaciones no gubernamentales e institutos especializados que tiene como tema central la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo por Desastres (ISDR -siglas en inglés-). El PEDRR busca promover y aumentar la implementación de la reducción del riesgo de desastres basado en ecosistemas (ECO-DRR -siglas en inglés-) y asegurar que sea la corriente principal en la planeación del desarrollo a nivel global, nacional y local, alineado al marco de referencia de Hyogo para la acción (CNRD-PEDRR ,2013), lo que significa que el manejo sustentable, la conservación y restauración de los ecosistemas contribuyen a la reducción del riesgo y el desarrollo sustentable. Lo que reafirma la importancia de generar información acerca de la condición actual de los ecosistemas y los beneficios que proveen para reducir los impactos socio-económicos y ambientales a diferentes escalas.

De acuerdo con EM 2005; EPA, 2009; Fisher, 2009 y TEEB, 2011, los humedales pueden proveer múltiples servicios ambientales que se clasifican en servicios de provisión, como alimento y agua; de regulación, como la protección contra tormentas, tratamiento de aguas o control de inundación; culturales, como el turismo y la recreación; y de soporte, como el hábitat de especies y la diversidad genética; sin embargo, estos pueden variar en cantidad y calidad, debido al grado de conservación, ubicación y actividades permitidas, entre otros, tal es el caso del vaso regulador Cencali, donde los principales servicios identificados y cuantificados por Hansen et al (2007) y Van Afferden et al (2008), son los de regulación (control de inundación y retención de sedimentos); y otros que se identificaron sin cuantificarse (recreación y hábitat de especies) ya que se requiere de más recursos humanos, tiempo y otros métodos de valoración económica. Con base en lo anterior y la información disponible, solo pudo realizarse la valoración económica parcial, ya que para determinar el valor económico total (VET) es necesario determinar los usos directos, indirectos, de opción y de existencia (Barbier et al, 1997; Lomas et al, 2005; DelaCámara, 2008; Cristeche y Penna, 2008).

La valoración económica se puede utilizar para el análisis de políticas específicas, planeación en el cambio de usos del suelo urbano y regional y para pago por servicios ambientales; además, varía de acuerdo a la escala espacial y temporal (EPA, 2009; Costanza et al, 2014). La cuantificación de las funciones de un humedal es esencial antes de valorarlo, esto conlleva a generar o contar con información suficiente sobre los procesos ecológicos e hidrológicos del humedal e identificación del o los servicios que provee (Barbier et al, 1997). Para este embalse, la cuantificación del área de captación y el volumen anual de escurrimientos, de la capacidad de la cuenca del vaso, del origen y cantidad de sedimentos que se depositan en él anualmente, fue crucial para establecer el alcance y

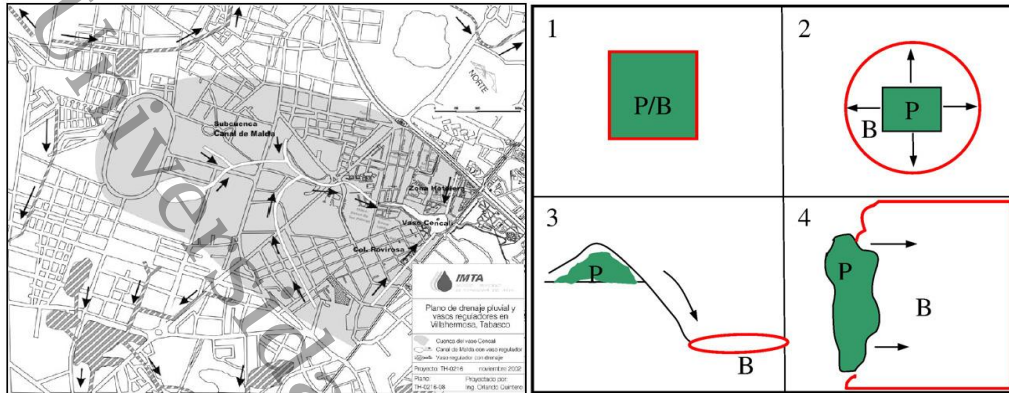
método de valoración económica, que puede ser mejorado y utilizado para determinar los servicios ambientales y beneficiarios tanto en una escala local como regional.

En Tabasco, durante el 2007 y de acuerdo a (CENAPRED, 2009), el sector social más afectado fue el de la vivienda; sector en el que se centra la estimación económica del estudio, toda vez que es el que predomina, en cantidad y superficie, lo que refuerza el argumento de la importancia de los humedales urbanos, evitándose pérdida innecesaria del bienestar, costo para las ciudades y disminución de oportunidades de negocios, es decir, un uso sub-óptimo del capital natural tal y como lo señala el informe TEEB 2011, por lo que preservarlos representa una inversión, no un gasto. Por lo anterior, es indispensable priorizar los servicios de regulación, tal y como lo sugiere Balvanera et al (2009) en este caso de los humedales urbanos, por lo que identificarlos, cuantificar y priorizar los servicios ecosistémicos que proveen, así como valorarlos económicamente, es una tarea impostergable. Los resultados nos muestran precisamente que el costo de conservación es evidentemente más bajo que asumir los costos de daños por la pérdida o disminución del servicio de regulación de este ecosistema.

La ciudad de Villahermosa como muchas áreas urbanas o capitales de estado, representa gran parte de la economía estatal y es la ciudad con mayor número de habitantes de Tabasco. Los resultados del estudio muestran que un humedal urbano como el vaso Cencali, con una superficie de aproximadamente el 10% del área urbana de la que recibe los escurrimientos, evita daños económicos significativos; por ejemplo, en Carolina del Norte, E.U. se han construido estanques y conservado humedales para protección de tormentas y la provisión de otros servicios ecosistémicos como captura de carbono, refugio de la biodiversidad y actividades culturales (Moore y Hunt, 2012).

El área de estudio presenta una topografía irregular, con presencia de lomas y zonas con altitud similares a las del vaso regulador Cencali; lo que indica que la vulnerabilidad ante inundaciones es diferenciada; sin embargo, esto no significa que los habitantes del sitio no sean beneficiados por el servicio de regulación de inundación independientemente de la altitud. Los escurrimientos provienen de varias direcciones tal y como se puede observar en la figura 3 (Hansen et al, 2007); lo que indica que el servicio de acuerdo con la relación espacial entre el área que provee el servicio y el área beneficiada es omnidireccional, de acuerdo con la clasificación realizada por Fisher et al (2009). Ver figura 4, en donde a) *in situ*, el área donde se origina el servicio y la que lo recibe se encuentran en el mismo sitio, recuadro 1, b) direccional, cuando el área beneficiada es una localidad específica de acuerdo a la dirección del flujo, recuadros 3 y 4, y c) la omnidireccional el beneficio del servicio lo reciben los habitantes alrededor del sitio de origen.

Cuenca del vaso Cencali. Las flechas indican la dirección de flujo del agua.



**Fig.3 Dirección de los escurrimientos**

**Fig 4. Tipo de servicio de acuerdo a la relación espacial**

La pérdida del servicio de regulación, no afectaría a todos los beneficiarios e infraestructura por igual, es decir, habría mayor impacto en las zonas con menor altitud, lo que significa que los daños y costos económicos se concentrarían en la población más vulnerable del área de estudio a diferencia del escenario propuesto, en donde el daño afecta a todos por igual, por lo que los costos de conservación deben ser asumidos por todos los beneficiarios y no por el grado de vulnerabilidad. El vaso regulador Cencali, capta miles de metros cúbicos de agua y sedimentos al año, estos últimos, provenientes de las aguas residuales y del lavado de calles, pero la falta de infraestructura e inversión para la separación de las pluviales y domésticas, así como la carencia del desazolve periódico, ha disminuido su capacidad hídrica, en otras palabras, el servicio de regulación de inundación ha disminuido de manera importante, tal y como lo muestran los datos obtenidos por Hansen et al (2007). Farber y Costanza (1989), determinaron que el servicio de protección contra tormentas de los humedales costeros de Louisiana, E.U. representaba el 80% del valor económico total de los servicios ecosistémicos brindados por estos ecosistemas. Tianhong et al (2010), determinaron variaciones en los servicios ecosistémicos, por cambio de uso de suelo durante la urbanización en Shenzhen, China, en 1996, 2000 y 2004, encontrando una disminución en el valor económico total de los servicios ambientales de 231.3 millones Yuan y que los humedales y bosques proporcionaban el 90% de los servicios totales de los diferentes usos del suelo. Costanza et al (2014) identificaron que el cambio de uso de suelo provocó una disminución en el área de humedales en el mundo de 142 millones de ha. y de su valor económico de 9.9 trillones de dólares. En México la pérdida de suelos por erosión de acuerdo con Cotler et al (2011) anda en el rango de US \$ 16.2-32.2 /ha al año.

Si uno de los grandes retos para las ciudades de Latinoamérica en el siglo XXI de acuerdo con la CEPAL (2003) y Tiessen (2013) es el de disminuir los riesgos ante fenómenos hidrometeorológicos, entonces la conservación de los humedales urbanos y los servicios ecosistémicos que proporcionan, es indispensable, lo que implica inversión pública, privada o ambas para el rescate y preservación de estos; o bien, el establecimiento de programas de pago por servicios ambientales (PSA), donde el beneficiario del servicio ambiental es el que paga por dicho servicio, para este caso serían los habitantes y empresas del área de estudio los que tendrían que asumir dicho costo, ya que tal y como señala CNRD-PEDRR (2013), muchos esquemas para el pago por servicios ambientales no consideran la reducción del riesgo ante desastres y la adaptación al cambio climático.

Este estudio propone un método (con fortalezas y debilidades) para la valoración económica de los humedales urbanos y su capacidad de regulación de inundación, siempre y cuando estén o sean

previamente cuantificados. Aún con deficiencias es más ventajoso contar con métodos que nos permitan acercarnos a los beneficios de los ecosistemas y el impacto por su pérdida; ya que la ausencia de éstos no permite asignar responsabilidades ni mecanismos de recuperación o compensación del daño, tal y como afirma De la Lanza et al (2012). También representa un insumo importante para los planes de ordenamiento territorial de escala local o regional que aporta información sobre la importancia y prioridad de delimitar y conservar estos ecosistemas en el desarrollo urbano y con ello incrementar el bienestar social a través de la permanencia de los bienes y servicios.

El propósito más importante que subyace en el presente estudio tal y como señala Costanza et al (2014), es el de despertar la conciencia pública y de los tomadores de decisiones; en este caso, la importancia que estos actores asignen presupuesto para la conservación de los humedales urbanos dada su importancia en la protección contra inundaciones. Los resultados indican que las acciones preventivas (costos de conservación), son significativamente menores que los daños potenciales por la pérdida de estos ecosistemas. La ausencia de políticas e instrumentos para la valoración de la pérdida o transformación de los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas en México, el poco o nulo reconocimiento institucional, la falta de integración en la agenda pública y la escasa asignación presupuestal para la cuantificación y conservación de los SE es sustantivo para el bienestar social (Balvanera et al, 2009; Wu et al, 2010; De la Lanza et al, 2012; Costanza et al, 2014).

## **9. CONCLUSIONES**

Tabasco está rezagado con respecto al tema de la valoración económica de los servicios ecosistémicos, considerando que a nivel internacional y nacional el fomento y generación de estudios se han incrementado significativamente. Dada la ubicación geográfica y orografía del estado, es indispensable identificar los ecosistemas y servicios ambientales prioritarios para disminuir el riesgo de la población y el daño o pérdida de su patrimonio, sobre todo en las zonas urbanas con mayor densidad poblacional y donde se concentran las principales actividades económicas. Considerando la inexistencia de estudios a escala urbana sobre la valoración económica de los servicios ambientales en Tabasco, este trabajo es una aproximación del valor económico de uno de varios servicios que proporciona el vaso Cencali; es un punto de partida y una referencia para incrementar y generar información de este cuerpo de agua y de otros que se localizan en esta ciudad. Para estudios posteriores se sugiere realizar la valoración económica total de los servicios, para tener una aproximación más cercana y real. Es indispensable generar información al respecto, ya que las estimaciones económicas de los servicios ambientales de los ecosistemas enriquecen los argumentos para el análisis costo- beneficio, sobre todo para la planeación e instrumentación de las políticas públicas, así como en la asignación presupuestal para la restauración y conservación de los mismos. Los costos para la restauración y mantenimiento de humedales urbanos pueden ser significativamente menores a los beneficios que brindan a la población y su patrimonio, tal y como lo demuestran los resultados del estudio. Sin embargo, no necesariamente los costos de conservación deben asumirse por los gobiernos estatales y municipales; la implementación de un programa de pago por servicios ambientales puede ser una opción viable. En este caso, la incorporación de costos marginales en el recibo de agua potable o pago del predial puede ser analizada y establecida.

Es de gran relevancia establecer programas o acciones de difusión ciudadana para informar sobre la importancia de los ecosistemas y los servicios ambientales que proveen para el bienestar humano. Existe una desproporción injustificada entre el beneficio económico y social que brinda un humedal

como la laguna de las ilusiones a la cual pertenece el vaso Cencali y el escaso presupuesto gubernamental asignado para su conservación. El presupuesto de egresos del estado y la asignación a rubros como la protección ambiental, nos permite tener referencias económicas de comparación y análisis, considerando la estimación económica de daños bajo escenarios de pérdida o disminución de los servicios ambientales de un ecosistema y la inversión requerida para la conservación de estos, tal y como se muestra en el estudio.

## **10. AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento al Lic. Juan Cliff del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en Tabasco, por su apoyo y disposición incondicional para elaborar la componente geográfica y social de este trabajo; a la Biól. Cristina Pérez López, en la revisión general y corrección ortográfica; al Dr. José Gaspar Génico por su guía técnica; a la Dra. Lilia Gama Campillo por su confianza al haber aceptado ser mi directora de tesis y por supuesto, al Dr. Alberto Sánchez Martínez, Dr. Adalberto Galindo Alcántara, y a la Dra. Ena Mata Zayas por sus comentarios y sugerencias para mejorar este trabajo.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.



## 11. LITERATURA CITADA

Balvanera, P., y H. Cotler (2009). "Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos", en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 185-245.

Barbier, E., M. Acreman, M. y D. Knauer (1997). "Valoración económica de los humedales". Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención Ramsar, Gland, Suiza.

Baró Suárez J.E., C.D. Delgado, G. Calderón, M.V. Esteller, E. Cadenas (2011) "Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México", *Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica en México*, vol II, núm 3. pp. 201-218.

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2013) "Maquinaria, catálogo de costos directos 2013".

CENAPRED (2009). "Características e impactos socioeconómicos de los principales desastres naturales ocurridos en la república mexicana en el año 2007". *Serie. Impacto socioeconómico de los desastres en México*. núm 9.

CENAPRED (2014). "Inundaciones", Serie Fascículos, ([http:// www.cenapred.gob.mx.](http://www.cenapred.gob.mx))

CEPAL (2003). "Manual para la evaluación socioeconómica y ambiental de los desastres".

CNRD-PEDRR (2013) *Disasters, Environment and Risk Reduction – Eco-DRR Master's Module, Instructor's Manual*. Cologne and Geneva: Center for Natural Resources and Development, Partnership on Environment and Disaster Risk Reduction.

CONAGUA (2011). "Manual para el control de inundaciones", SEMARNAT, México D.F.

CONAGUA (2014). "Estudio para delimitar microcuencas urbanas y definir los gastos pluviales", Capítulo 3, Informe final, *Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB)*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.

CONAGUA (2014). "Propuesta para incrementar la capacidad del drenaje fluvial mediante acciones de desazolve (dragado) del sistema Samaria-río González", Capítulo 2, Informe final, *Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB)*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.

CONAVI (2010). "Código de edificación de vivienda", Segunda Edición, Gobierno Federal, México.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Suttonkk and M. van den Belt (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, vol 387, pp. 253-160.

Costanza R., R de Groot, P. Sutton, S. van der Ploeg, S. J. Anderson, I. Kubiszewski, S. Farber, and R. K. Turner (2014). "Changes in the global value of ecosystem services", *Global Environmental Change* 26, pp. 152–158.

Costanza R. y S. Farber (1989) "Valoración de humedales costeros en el sudeste de los Estados Unidos", en *Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores*. Oficina de la Convención Ramsar, Gland, Suiza, pp. 79-85

Cotler, H., C.A. López, S. Martínez-Trinidad (2011) "¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México", *Investigación Ambiental* 3(2):31-43

Cristeche E., y J.A. Penna (2008). "Métodos de valoración económica de los servicios ambientales", Proyecto Específico, *Evaluación del Impacto Económico de los Servicios Ambientales en los Sistemas de Producción y las Externalidades Asociadas: los casos de las Ecorregiones Pampeana y Chaqueña*, Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad, núm 3, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.

De Aragón Amunárriz F. (2011) "Descripción del nuevo modelo de valoración", Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, Madrid, España, pp.33-53.

Delacámara G. (2008) "Guía para decisores – Análisis económico de externalidades ambientales", *Colección Documentos de proyectos*, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

De la Lanza Espino G, A. Ruiz, P. Fuentes, V. Camacho, M. Blanco, P. Zamorano, R. A. López Pérez, E. Robles, M. A. Ortiz Pérez, I. Penié y Regina Arroyo (2013), "Propuesta metodológica para la valoración económica en sistemas costeros de México", *Investigación Ambiental*, 5(1):7-32.

Decaëns, T., J.J. Jiménez, C. Gioia, G.J. Measey, P. Lavelle (2006). "The values of soil animals for conservation biology", *European Journal of Soil Biology* 42 (2006) S23–S38.

Diario Oficial (2011) "Lineamientos de operación específicos del Fondo de Desastres Naturales", tercera sección, Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Environmental Protection Agency, EPA (2009), "Valuing the Protection of Ecological Systems and Services", a report of the EPA science advisory board, Washington D.C.

Ernstson, H. and S. Sörlin (2013) "Ecosystem services as technology of globalization: On articulating values in urban nature". *Ecological Economics* 86, pp. 274-284.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, EM (2005). "Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua", *Informe de Síntesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, EM (2005). "Estamos gastando más de lo que poseemos", *Capital Natural y Bienestar Humano*, Declaración del Consejo.

Fisher Brendan., Turner Kerry R., Morlin P (2009)." Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68, pp.643-653.

Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres, GFDRR (2010). "Evaluación de Daños y Pérdidas Ocasionadas por los Desastres", volumen 2, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial, Washington, D.C.

Galmiche Tejeda, A. y N. Solana (2011) "El contexto de vulnerabilidad de las poblaciones costeras y valores asignados al manglar en Tabasco". Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco. México.

Gómez-Baggethun E, y R. de Groot (2007). "Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía", Ecosistemas 16 (3): 4-14. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, Asociación Española de Ecología Terrestre.

Grupo Juabet S.A. de C.V. (2008). "Rehabilitación y desazolve preventivo del cauce del río Viejo Mezcalapa", Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, Villahermosa, Tabasco.

Hansen, A.M., V.M Afferden, y B.F. Torres (2007),"Saneamiento del vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco. I. Contaminación y reúso de sedimentos", Ingeniería hidráulica en México, vol. XXII, núm. 4, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, pp. 87-102.

H. Ayuntamiento Constitucional de Centro (2004), "Estudio para la actualización de valores unitarios de suelo y de construcción del municipio de Centro", Tabasco, México.

Herruzo, A.C (2002) "Fundamentos y métodos para la valoración de bienes ambientales", Jornada temática: *Aspectos Medioambientales de la Agricultura*, Departamento de Economía y Gestión Forestal, Universidad Politécnica de Madrid, pp.1-13.

INEGI (2014). "Taller básico, mapa digital de México para escritorio versión 6, versión imprimible".

INEGI (2010). Marco Geoestadístico Municipal 2010. Versión 5.0

INFONAVIT (2015) "Guía informativa del seguro de daños a la vivienda", Póliza contratada 3301400000191, aseguradora-Mapfre Tepeyac S.A., vigencia 31/05/2014 al 31/05/2016.

Lomas, P. L., B. Martin, C. Louit, D. Montoya, y C. Montes (2005)" Guía Práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas", Departamento Interuniversitario de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, España, pp.1-76.

Laterra, P.; Jobbagy, E. G.; Paruelo, J (.2011). Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones para el Ordenamiento Territorial.

Leal Bejarano A. (s/a)." Valuación catastral y valuación comercial: dos enfoques diferentes para propósitos distintos. Materia: Sistemas catastrales, pp.1-8.

Manes F., G. Incerti, E. Salvatori, M. Vitalle, C. Ricotta and R. Costanza (2012)" Urban ecosystem services: tree diversity and stability of tropospheric ozone removal". *Ecological Applications*, 22(1), Ecological Society of America, Institute for Sustainable Solutions Publications, Portland State University, pp. 349-360.

Moore, T. and W. F. Hunt (2012) "Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds - A means for evaluation?", *Water research* 46) 6811-6823.

Osorio, Múnera, J.D. y F. Correa Restrepo (2005) "Valoración Económica de Costos Ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación". Semestre Económico, Facultad de Economía Industrial, Universidad de Medellín, pp. 159-193.

Penna, J., J. de Prada, J., y E. Cristeche (2011). "Valoración Económica de Servicios Ambientales: Teoría, métodos y aplicaciones", en Laterra, P.; Jobbagy, E. G.; Paruelo, J (eds.). *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones para el Ordenamiento Territorial*.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de San Luis, Argentina y Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, pp. 70-85.

Periódico Oficial (2014), Decreto 144, suplemento 7544 B, Villahermosa, Tabasco. pp. 1-40.

Periódico Oficial (1995), Acuerdo 5470, Villahemosa Tabasco.

Polo Ballinas, M. (2014). "Los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos y su contribución en la adaptación al cambio climático en las ciudades mexicanas", *Investigación Ambiental* (6) 1. Sección Divulgación. pp.43-51.

Ramírez Chasco F., J. Cabrejas, A. Seco, J.L. Torres (2004). "El valor económico de los medios fluviales urbanos", *Ingeniería Hidráulica en México*, vol XIX, núm. 4, pp. 21-31.

Riera P., D., García, B. Kriström, y R. Brännlund (2008) "Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales", Madrid, España, pp. 117-137.

Rodríguez Rodríguez E., M. Ruiz, L.A. Vertíz (1997). "Procesos de eutroficación en siete lagunas urbanas de Villahermosa, Tabasco, México", Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Sorensen, M., Barzetti,V., Keipi K., y J. Williams ( 1998). "Manejo de las áreas verdes urbanas". División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo,BID.

Tianhonga, L., L. Wenkai, Q. Zhenghan (2010). "Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen", *Ecological Economics* 69, pp.1427-1435.

Tiessen Holm (coord.2013). " Respuestas Urbanas al Cambio Climático en América Latina", *Colección documentos de proyectos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

TEEB-The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). "TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management", United Nations Environment Programme and European Commission.

Salzman, J., y B. Ruhl (2003). "Pagos por la protección de los servicios de las cuencas hidrológicas: La banca de humedales en los Estados Unidos de América", en Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell-Mills (eds.). La venta de servicios ambientales forestales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional Forestal, México, pp. 137-158.

Van Afferden, M.; A.M. Hansen, y B.F. Torres, (2008). "Saneamiento del vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco.II. Diseño del proceso ". Ingeniería hidráulica en México, vol. XXIII, núm. 1, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, pp. 57-70.

Vázquez Navarrete, C.J., E.E. Mata., D.J. Palma., A. López., G. Márquez (2011) "Valoración económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera en Tabasco". Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco. México.

Wu, S., Y. Hou y G. Yuan (2010). " Valoración de los bienes y servicios ecosistémicos y del capital forestal natural de la municipalidad de Beijing (China)", *Los bosques al servicio de la gente*, Tema 3. Unasyva 234/235, Vol. 61.

#### Internet

[http://: www.conasami.gob.mx](http://www.conasami.gob.mx)

[http://: www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

[http://: www.infonavit.gob.mx](http://www.infonavit.gob.mx)

## 12. ANEXO. ARTÍCULO

### TÍTULO:

Cálculo del valor económico del servicio ecosistémico de regulación de inundación: vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco, México.

### AUTORES:

Biol. Andrés Eduardo Pedrero Sánchez

[apedreros3@hotmail.com](mailto:apedreros3@hotmail.com)

9933836471

Dr. José Angel Gaspar Génico

[genico220@gmail.com](mailto:genico220@gmail.com)

9931968461

### INSTITUCIÓN:

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

División Académica de Ciencias Biológicas

Carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 s/n. Entronque a Bosques de Saloya, c.p.86150.

Tel. (993)3581500 ext. 6400.

Villahermosa, Tabasco

## **Cálculo del valor económico del servicio ecosistémico de regulación de inundación: vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco.**

### **RESUMEN**

Con un área de 3.5 has., el vaso Cencali, en Villahermosa, Tabasco, recibe 7 millones m<sup>3</sup>/año de agua y 5,200 m<sup>3</sup>/año de sedimentos, provenientes de un área urbana de 320 has.; donde habitan y se benefician 22,849 personas y 8,185 viviendas. El valor económico aproximado de las viviendas y el suelo urbano, es de 15,599, 6477,246.32 millones de pesos; los daños bajo el escenario de la pérdida del servicio de regulación de inundación es de 47 millones 735 mil pesos y el costo para su conservación de \$12,921,796.00 el primer año y de \$1,292,179.00 para el mantenimiento anual, es decir, 0.02 % y 0.002%, del presupuesto de egresos del Estado 2015.

La valoración económica, proporciona argumentos para el análisis costo-beneficio en la planeación e instrumentación de políticas públicas. Este trabajo pretende aproximarse a los beneficios sociales y económicos que está proporcionando este cuerpo de agua en la ciudad capital del Estado.

**Palabras clave:** valoración económica, servicio ecosistémico, regulación de inundación.

## INTRODUCCIÓN

Las ciudades dependen de un ambiente natural saludable que le provee una cantidad de beneficios conocido como servicios ecosistémicos. Algunos ejemplos de estos incluyen agua para beber, aire limpio, alimento saludable y protección contra inundaciones. Carencia de información, comprensión y planeación afectan las decisiones en el ambiente, esto puede guiar a la pérdida de beneficios de los servicios ecosistémicos. Desde un punto de vista económico significa un uso sub-óptimo del capital natural, resultando en pérdida innecesaria del bienestar, costo para las ciudades y disminución de oportunidades de negocios (TEEB, 2011).

Cada año más de 200 millones de personas son afectadas por sequías, inundaciones, tormentas tropicales, terremotos, incendios forestales y otras amenazas. De todos los fenómenos naturales las inundaciones son quizás el tipo de desastre más frecuente y uno de los más destructores. En los últimos 50 años el registro estadístico de las inundaciones se ha multiplicado por factores de cinco y diez; hoy se observan inundaciones 10 veces más que hace 50 años y 5 veces más que hace sólo 10 años (CONAGUA, 2011). Los humedales disminuyen la naturaleza destructiva de las inundaciones y por lo tanto, la pérdida de humedales aumenta los riesgos de inundaciones. Humedales como las llanuras de inundación, lagos y embalses, son las principales fuentes de control potencial de inundaciones en sistemas de aguas continentales. Cerca de 2,000 millones de personas viven en áreas de alto riesgo de inundaciones, un riesgo que aumentará si los humedales son eliminados o degradados (EM, 2005).

El deterioro ambiental generado por acciones antrópicas en las cuencas hidrográficas ha limitado la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios o ser resilientes a los impactos del cambio climático, por ejemplo la regulación de inundaciones, provisión de agua y alimentos, conservación del suelo, entre otros (Polo, 2014).

El 2007 marcó un hito en la historia de los desastres en México, en primer lugar porque superó la cifra de daños registrados en el año 2005 con la presencia de los huracanes Emily, Stan y Wilma que sumaron 4,248 millones de dólares y en segundo lugar, porque se presentó uno de los mayores desastres de los últimos veinte años como fueron las inundaciones de Tabasco provocadas por el frente frío número cuatro, en las cuales tres cuartas parte del territorio del estado quedaron bajo el agua. La repercusión económica por la ocurrencia de los desastres en el 2007 ascendió a 50,644 millones de pesos, es decir 4,633 millones de dólares. Sólo las inundaciones de Tabasco representaron 31 mil 871 millones de pesos, igual al 63% del total de los daños computados; fenómeno que por la cantidad de perjuicios registrados, es el segundo más importante en la época moderna, sólo por debajo del sismo de 1985 en la Ciudad de México y que se puede atribuir al aumento de la vulnerabilidad, la cantidad de bienes expuestos de la población y los cambios drásticos e inesperados de la



naturaleza. La población afectada fue de 1'500,000 habitantes; infraestructura dañada: 123,386 viviendas; 3,876 escuelas; 252 hospitales; 6,485 km de caminos; así como 93,319 hectáreas de cultivos y pastizales. Dentro del sector social el que tuvo los mayores daños fue el de vivienda con un monto de \$2,526 millones de pesos (CENAPRED, 2009).

El uso de humedales y parques como importante componente del sistema de control de inundaciones en una ciudad, no solo es recomendable sino muy viable. Al ubicar a los parques y áreas verdes cerca de las zonas de inundación de ríos y arroyos y otros sistemas de drenaje natural, los planificadores pueden incrementar la superficie permeable disponible para captación de agua, reducir las tasas de la velocidad de las corrientes (comparado con las superficies sin vegetación como el asfalto) y eliminar daños a edificios y asentamientos humanos, que de otra manera podrían haber sido construidos en el área (Sorensen et al, 1998).

Uno de los grandes retos para el desarrollo de las áreas urbanas de América Latina es reducir la exposición de los riesgos asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos y elaborar alternativas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el siglo XXI (CEPAL, 2003; Tiessen, 2013).

Los servicios ecosistémicos se definen como los aspectos de los ecosistemas usados activa o pasivamente para producir bienestar humano, considerando que los servicios son fenómenos ecológicos y que no necesariamente deben ser directamente utilizados; por lo tanto, los servicios ambientales incluyen la estructura y función de los ecosistemas, los procesos y funciones que pueden ser utilizados directa o indirectamente (Fisher et al, 2009; EM 2005; EPA 2009).

La relación espacial entre las áreas que producen el servicio y las que lo reciben, pueden ser de tres tipos: a) *in situ*, b) *omni –direccional* (en todas direcciones) ó c) unidireccional, donde los servicios benefician a un área debido a la dirección del flujo (Fisher et al 2009).

Lo relevante en todo caso es entender que la desaparición de un ecosistema o en el mejor de los casos, su degradación, implica la pérdida de capacidad del mismo para proveer determinados bienes y prestar determinados servicios. Estos son mucho más importantes de lo que tiende a creerse (Delacámara, 2008).

Es necesario hacer mayor énfasis en los servicios de regulación, no solo en los de provisión. La planeación adecuada de las actividades productivas, la prevención de consecuencias negativas, la incorporación de los costos ambientales en la obtención de los servicios, así como el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y su biodiversidad son indispensables para asegurar el mantenimiento de los servicios de regulación. Estos servicios son de fundamental importancia para el bienestar humano pero prácticamente no son considerados dentro de los esquemas de desarrollo (Balvanera et al 2009).

La valoración de los ecosistemas y sus servicios no debe ser entendida como un fin en sí mismo, sino como una herramienta pragmática que busque la consideración de la naturaleza y los costos asociados a su degradación dentro de la toma de decisiones. El papel de la conceptualización de la naturaleza en términos de capital natural y servicios no debería buscar la suplantación de los valores intrínsecos por los valores instrumentales como acicate para la conservación, sino la complementariedad de los mismos, haciendo llegar argumentos conservacionistas a foros donde a menudo han sido ignorados (Gómez-Baggethun y de Groot, 2007).

Lambert, 2003 en Penna et al, 2011; define a la valoración como la “asignación de un valor cuantitativo y monetario a los bienes y servicios suministrados por los recursos o sistemas ambientales, ya sea que se cuente o no con precios de mercado que nos puedan prestar asistencia.” Estos métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales VESA permiten encontrar un indicador monetario del bienestar que percibe la sociedad por los bienes y servicios que proveen los ecosistemas y los hace comparables con los demás bienes y servicios (Azqueta Oyarzun, 1994 en Penna et al, 2011). Por lo tanto, los métodos VESA permiten la consideración de esos bienes y servicios en el proceso de toma de decisiones público y privado (Penna et al 2011).

La elección de los métodos de VESA dependerá de la situación a estudiar y de la disponibilidad de información y de recursos. Los resultados que se obtengan a partir tanto de métodos directos como indirectos constituyen aproximaciones al valor económico de los servicios ambientales. En el caso de los métodos indirectos, las valoraciones se derivan a partir de inferencias que se realizan de las vinculaciones que existen entre bienes y servicios ambientales que no cuentan con un mercado y bienes y servicios privados (Penna et al 2011).

Las externalidades ambientales son sólo una clase particular de externalidades (o efectos externos). No son más importantes que cualquier otro tipo de externalidad económica pero no sería posible encontrar argumentos racionales para justificar que lo son menos. Si se desea adoptar decisiones más complejas y por lo tanto mejores, estas externalidades deberían ser debidamente cuantificadas e incorporadas en el marco de un análisis costo-beneficio de las decisiones públicas o privadas de la sociedad. A menudo se argumenta que el mayor obstáculo para incorporar estas externalidades en el análisis económico de políticas públicas o decisiones privadas tiene que ver con su dificultad para ser valoradas monetariamente (Delacámara, 2008; EPA, 2009).

La valoración económica es un instrumento al servicio de la política ambiental mediante el cual se pretende imputar valores económicos a los bienes y servicios ambientales. La valoración económica resulta necesaria para lograr dos objetivos económicos prioritarios en

todo sistema económico: la eficiencia económica y el crecimiento sostenible (Herruzo, 2002).

La valoración económica puede ser una herramienta eficaz para poner el tema de los humedales en las agendas de conservación y de desarrollo de quienes toman las decisiones. El concepto de valoración económica total se ha convertido en uno de los marcos de acción más utilizados para identificar y cuantificar la contribución de los servicios de los ecosistemas al bienestar humano. Considerar el valor económico total de un humedal esencialmente significa considerar la totalidad de sus características como un sistema integrado, sus reservas de recursos o bienes, flujos de servicios ambientales y las propiedades del ecosistema en su conjunto. Esta información permite considerar a los humedales como sistemas económicamente productivos, a la par con otros posibles usos del suelo, recursos y fondos. Proporciona una base analítica ya que considera los pros y contra y permite tomar las decisiones de manejo que más apoyan las aspiraciones y el bienestar de la gente. Una amplia gama de métodos, que se implementan más allá del uso directo de los precios de mercado, está disponible y en uso creciente para valorar los humedales (EM, 2005). En varios países se han realizado valoraciones económicas de diferentes servicios ambientales, en diversos ecosistemas a escalas globales, regionales y locales; utilizando variedad de métodos y de información (Costanza et al, 1997; Costanza et al, 2014; Moore y Hunt, 2012; Tianhong et al, 2010; Manes et al, 2012; Ernston y Sörlin, 2013, Wu et al ,2010; Dëcaens et al,2006; Ramírez Chasco et al, 2004; Salzman, J., y B. Ruhl ,2003). De la Lanza et al, 2013 y Cotler et al, 2011 han realizado algunos estudios similares en México, y en Tabasco, Vázquez et al, 2011 y Galmiche y Solana, 2011.

El presente trabajo plantea el objetivo general siguiente: Calcular el valor económico del servicio ambiental de control de inundación del vaso Cencali, a través del método indirecto de preferencias reveladas y pretende dar respuesta a preguntas tales como ¿Quiénes son los beneficiarios del servicio ambiental de regulación de inundación del cuerpo de agua vaso Cencali?, ¿Cuál es el costo del daño bajo el escenario de la pérdida del servicio? y ¿Cuál es costo de conservación del servicio de regulación de inundación?.

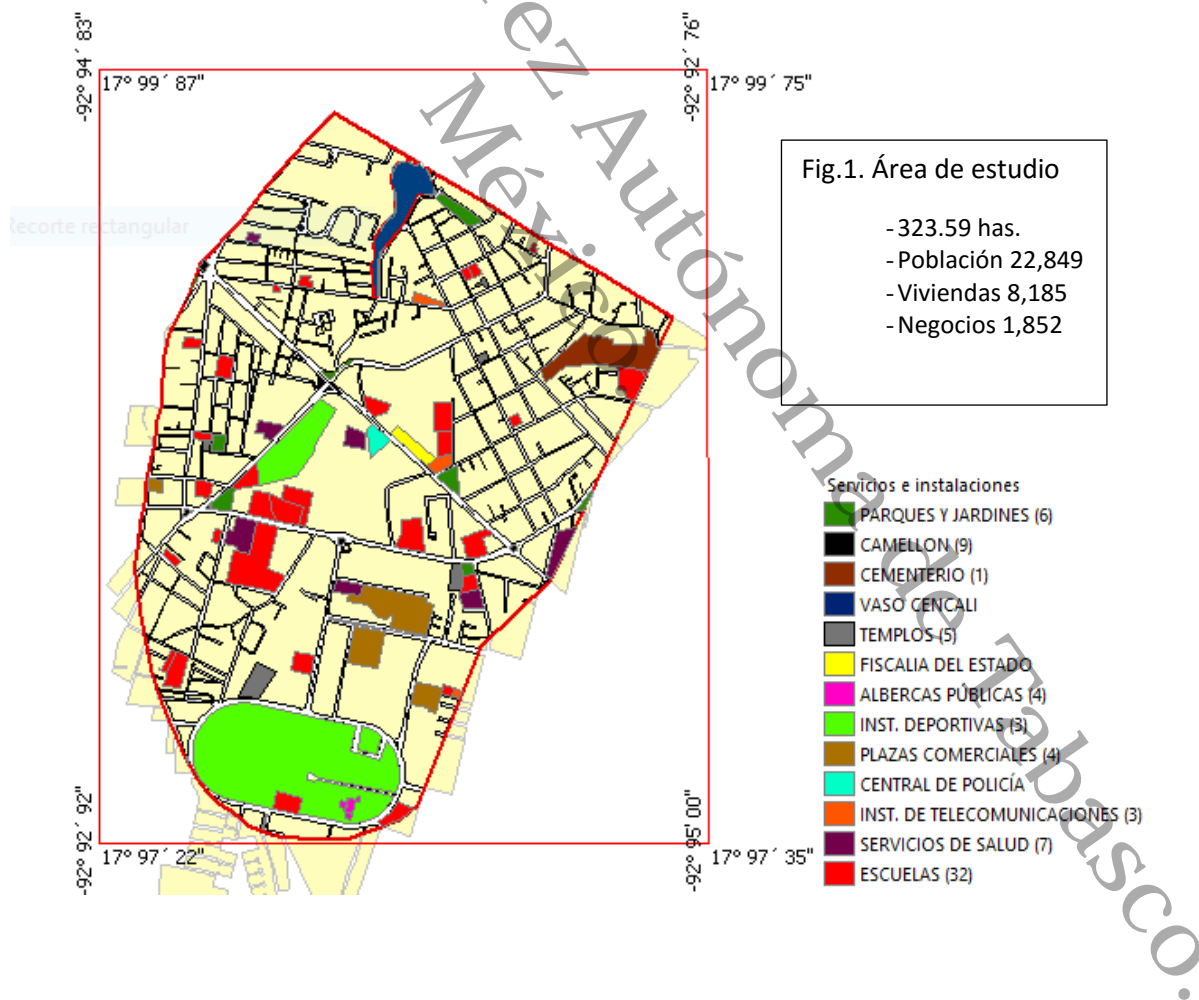
## **MÉTODO**

### **Área de estudio.**

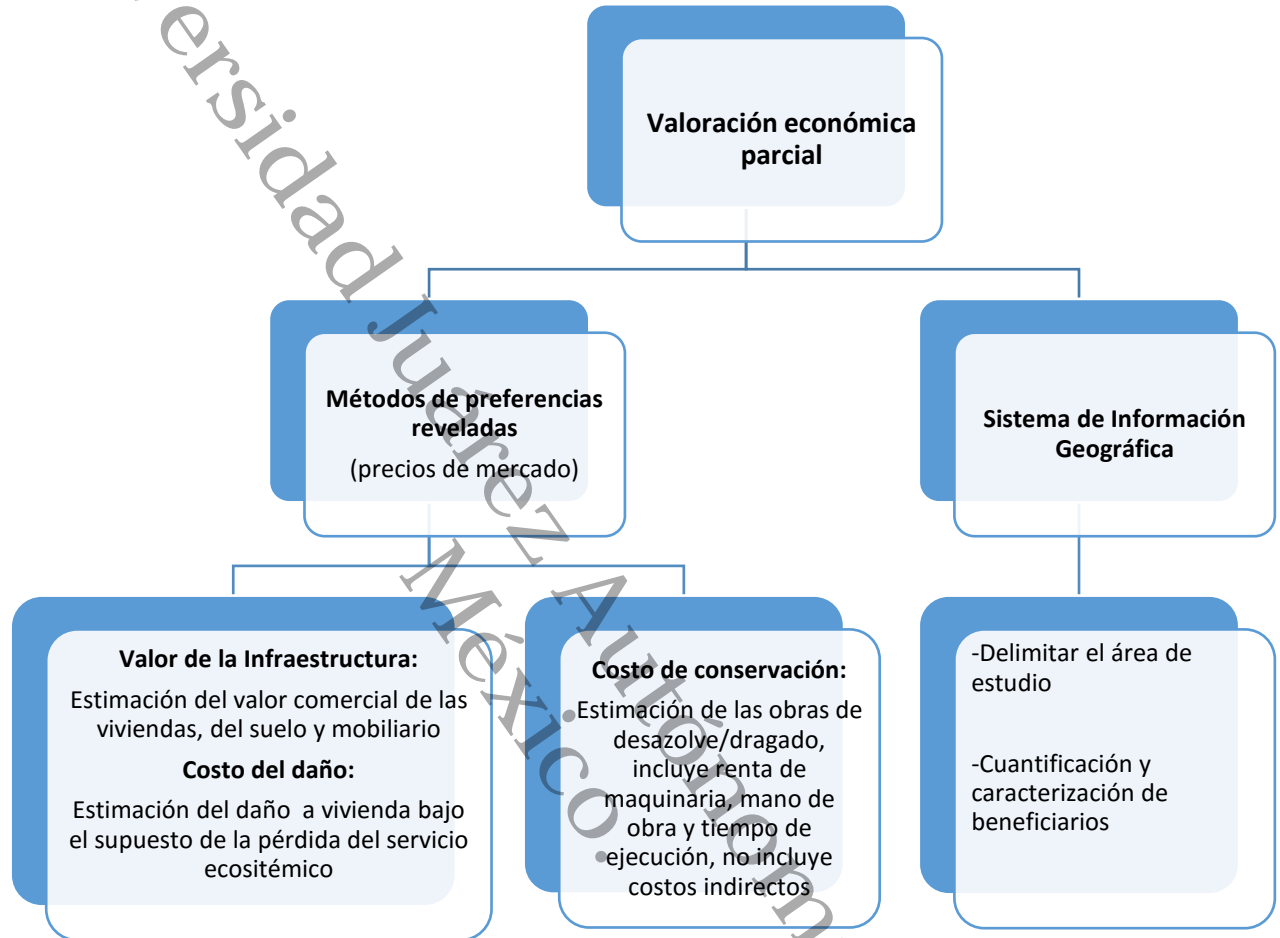
El estado de Tabasco se ubica dentro del sistema hidrológico Grijalva - Usumacinta, en la región hidrológica número 30, que comprende parte de los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Oaxaca, así como parte de la República de Guatemala. El escurrimiento medio anual alcanza los 115,000 Mm<sup>3</sup>, representando el 30% del escurrimiento medio de todo el país (CENAPRED, 2009).

El municipio de Centro se localiza en la región Centro y tiene como cabecera municipal a la ciudad de Villahermosa, ubicada entre los paralelos 18°20' de latitud norte y 93°15' de

longitud oeste. Los principales recursos hidrológicos del municipio son las aguas del río Grijalva con sus afluentes: los ríos Samaría, Carrizal y Viejo Mezcalapa (CONAGUA 2014). CONAGUA en 2014, delimitó 19 microcuencas en el municipio de Centro. Con la denominación "Carri 6" y coordenadas geográficas 18°0'17.74" de latitud y 92°55'32.64" de longitud, área de 10 km<sup>2</sup> y elevaciones mínimas y máximas de entre 5.18 y 28.67 m, es la microcuenca a la cual pertenece el área de estudio (área de captación hídrica), la cual comprende un área urbana y un cuerpo de agua conocido como vaso Cencali. El vaso tiene un área aproximada de 3.1 ha, con longitud máxima de 520 m en la dirección suroeste-noreste y ancho máximo de 190 m. Las partes más angostas del vaso corresponden a la entrada del Canal de Malda, con 3.8 m, y la salida a la laguna de Las Ilusiones con 9 m de ancho, respectivamente (Hansen et al, 2007). El vaso regulador Cencali recibe aproximadamente 7'000,000 m<sup>3</sup>/año de agua y 5,200 m<sup>3</sup>/año de sedimentos. Los escurrimientos urbanos contienen diferentes contaminantes provenientes del lavado de calles, techos, aguas residuales, plantas y suelos (Hansen et al, 2007).



**Diagrama 1. Método**



### **Sistema de información Geográfica (SIG)**

Se construyó un SIG a partir del Mapa Digital de México, para los siguientes propósitos: a) Delimitar el área de estudio (área de captación hídrica de la microcuenca hidrográfica Carri 6); b) Cuantificar los habitantes del área; c) Estimar la cantidad de manzanas, viviendas y su tipología; d) Conocer la cantidad y tipo de infraestructura pública y de servicios; f) Identificar y agrupar los sectores económicos, usando información del SCINCE 2010; DENUE, Inventario Nacional de Vivienda 2013; SCIAN, 2013 y Censo de Población y Vivienda, 2010.

## Valoración Económica

Para definir el enfoque de valoración y método de evaluación se consideró el marco analítico propuesto por Barbier et al, 1997. Por la naturaleza del servicio, los objetivos y la información económica disponible el grupo de métodos más adecuado es el que se engloba en el **método de preferencias reveladas o indirectos** (Lomas et al, 2005; Riera et al, 2008; Delacámara, 2008; Penna et al, 2011; EPA 2009; Herruzo 2002).

El método de costos de daños evitados tiene dos enfoques, pero, considerando que el vaso Cencali es un bien público, entonces se utilizó el relacionado con la pérdida potencial de bienes que generaría en la sociedad la pérdida de los servicios ecosistémicos, con el fin de estimar los costos que tendría que afrontar la sociedad; por lo que hay que estimar los daños probables a los bienes, si los recursos no se restauran o conservan (Osorio y Correa, 2005; Lomas et al, 2005; EM 2005; Cristeche y Penna, 2008; Sorensen et al, 1998, TEEB 2011, GFDRR, 2010). El método del costo de conservación, que se basa en la identificación del gasto realizado en la conservación de un determinado espacio o especie, (Osorio y Correa, 2005; Lomas et al, 2005; EM, 2005; Cristeche y Penna, 2008).

### El valor económico de los inmuebles y muebles en el área de estudio

Para estimar el valor económico se visitó la *Expo Vivienda 2015* realizada en el Centro de Convenciones de Villahermosa, Tabasco y organizada por la Cámara Nacional de Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda CANADEVI, donde se obtuvo información de empresas inmobiliarias relacionada con ubicación, tipo y precios de viviendas en Villahermosa y zonas conurbadas. Se visitaron desarrollos inmobiliarios ubicados en diferentes puntos de la ciudad de Villahermosa. Se establecieron 5 tipos de vivienda con base en la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI 2010), pero con rangos de superficie y valor promedio por cada una, ya que la información de mercado varía en estos aspectos. Como el INEGI agrupa las viviendas por número de cuartos en tres categorías, se estableció una equivalencia con la tipología de la CONAVI para tener una estimación económica más aproximada. Las técnicas de avalúo recomiendan utilizar el valor catastral para estimar valuaciones masivas, ya que la valuación catastral es eficaz para determinar el valor de los inmuebles de forma objetiva y universal (Aragón, 2011; Leal s/a). Sin embargo, el valor catastral del suelo y la construcción para el municipio de Centro no han sido actualizados hace más de 10 años, lo que equivaldría a subestimar ampliamente el valor de los inmuebles, por lo que solo se utilizó como una referencia y comparación con el valor comercial. Al valor comercial promedio de las viviendas se le adicionó un porcentaje de demérito por antigüedad del 20% para viviendas de entre 20 y 30 años y un 10% de demérito considerando un grado de conservación regular (H. Ayuntamiento Centro, 2004), más el valor del mobiliario calculado para tipo de vivienda, utilizando las características por tipo de vivienda.

Visita a tiendas departamentales como Chedraui, Home Depot y Comercial Mexicana, para obtener rangos de precios máximos y mínimos de equipo y mobiliario existentes en una vivienda. Debido a que la información obtenida en campo y de fuentes oficiales era diversa, se decidió realizar los cálculos utilizando promedios de los precios obtenidos para el mobiliario y equipo.

Para estimar el valor económico total del área urbana, se sumó el valor estimado para las viviendas y el valor comercial promedio del suelo ocupado por escuelas, centros comerciales, hospitales, parques, áreas verdes, servicio públicos, calles y avenidas ya que no se contaba con información como superficie de construcción, que pudiese aproximarnos a un valor de dicha infraestructura; por lo que se decidió utilizar únicamente el valor comercial del suelo, evitando con ello la especulación aun cuando se esté subestimando el valor económico del área urbana.

### **Estimación del costo del daño a viviendas**

Para estimar los daños por inundación se consideró el escenario de la pérdida del servicio ambiental de regulación de inundación, estimándose que los 7 millones de m<sup>3</sup> de agua que ingresan anualmente al vaso regulador generarían una lámina de agua homogénea en el área de estudio de 2.17 cm. Con el valor económico promedio por tipo de vivienda, se estimó el porcentaje de daño por inundación para mobiliario propuesto por Baró et al, 2011 y los daños al inmueble se calcularon utilizando los montos de los apoyos económicos que brinda el Fondo Nacional de Desastres Naturales ante inundación (Diario Oficial, 2011) y los pagos que realiza la aseguradora Mapfre S.A. de C.V. por daños a vivienda (INFONAVIT, 2015); utilizando además criterios del Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de desastres (GFDRR, 2010) y el Centro Nacional y Prevención de Desastres (CENAPRED, 2007).

### **Para estimar el costo de conservación**

La estimación se realizó con base en los datos de van Afferden et al. 2008, referentes al tipo de transporte, volúmenes de extracción de agua-sedimento, tiempo de acarreo y porcentaje de humedad. Los precios para una obra de dragado, fueron calculados a partir del Catálogo de Costos Directos de Maquinaria 2013, que emite la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2013), considerando el costo, tipo y disponibilidad de maquinaria en Tabasco sugeridas por la CONAGUA para los desazolves del Sistema Samaria-río González (CONAGUA, 2014) y del Manifiesto de Impacto Ambiental para la Rehabilitación y Desazolve Preventivo del río Viejo Mezcalapa (GRUPO JUABET S.A. de C.V. 2008). No se consideraron costos indirectos para la obra de desazolve / dragado.

## Presupuesto estatal 2015

Se realizó un análisis comparativo del valor económico de la infraestructura del área de estudio, los posibles daños por inundación y los costos de conservación para mantener el servicio ambiental de regulación, contra el presupuesto de egresos del estado 2015 establecido en el Periódico Oficial del Estado en diciembre de 2014, decreto 144.

## RESULTADOS

**Figura 2. Área de estudio, habitantes, viviendas, negocios e infraestructura beneficiaria.**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	CANTIDAD	SUPERFICIE OCUPADA EN m <sup>2</sup> y hectáreas
Geográfico	Área de estudio (3)	N/A	3,235,929 – 323.59.29
Geográfico	Área del vaso Cencali	N/A	35,774 – 3.57.74
Geográfico	Área de Manzanas (4)	148	2,043,813 – 204.38.13
Geográfico	Área de calles y avenidas	N/A	452,267 – 45.22.67
Social	Población total	22,849	N/A
Social	Vivienda total	8,185	2,747,888 – 274.78.88
Social	Infraestructura y servicios públicos	77(2)	704,705 – 70.47.05
Económico	Sectores económicos	1,852 (1)	

FUENTE: Elaboración propia

- 6) Incluye los 20 sectores de actividad, productores de bienes y servicios de acuerdo al SCIAN, 2013.
- 7) Incluye Instalaciones deportivas, centros comerciales, hospitales, radiodifusoras, parques, camellones y glorietas, central de policía, cementerio, templos, escuelas y albercas.
- 8) Incluye la superficie del área de estudio= área urbana y vaso regulador Cencali.
- 9) Para calcular el número total de manzanas solo se consideraron 148 que se encontraban ya sea totalmente dentro del polígono del área de estudio o aquellas cuya superficie estuviese dentro del polígono en más del 50 %, de un total de 155.
- 10) N/A No Aplica

El SIG permitió recalcular la superficie urbana y la del vaso Cencali, estimándose un total de 323.5 has. En el área urbana con 320 has., el total de personas que habitan y se benefician directa o indirectamente con el servicio de regulación de inundación es de 22,849, el 1.02 % de la población total del estado de Tabasco en 2010, así como infraestructura diversa tal como 8,185 viviendas; 1,852 negocios; 32 escuelas, 7 hospitales, 3 instalaciones deportivas, 5 templos, 6 parques, 4 centros comerciales, 4 albercas públicas, central de policía federal, fiscalía de justicia del estado y un cementerio.(fig. 2)



**Tipología de vivienda, de acuerdo a la Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI y el INEGI**

**Figura 3. Tipología y costo de la vivienda de acuerdo a la CONAVI y equivalencia con INEGI**

PROMEDIOS	Económica	Popular	Media	Residencial	Residencial Plus
SUP. CONSTRUIDA EN m2	30	42.5	97.5	145	225
VALOR EN PESOS (2)	251,576 (3)	339,094	1,172,706	2,398,606	3,198,213 (4)
VECES EL SALARIO MÍNIMO MENSUAL EN MÉXICO (1)	Hasta 118	118.1-200	350.1-750	750.1-1,500	>1,500.1
NÚMERO DE CUARTOS	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor 1 a 2 recamaras	Baño y ½ Cocina sala comedor 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio	3 a 5 baños cocina sala comedor 3 a 4 recámaras cuarto de servicio sala familiar	3 a 5 baños Cocina Sala Comedor 3 a más recámaras 1 a 2 cuartos de servicio sala familiar
EQUIVALENCIA CON INEGI	1	2	3 a 25	3 a 25	3 a 25

FUENTE: Adaptada de la CONAVI.

- 5) La CONAVI establece el valor de la vivienda en salarios mínimos
- 6) Este valor es el resultado de multiplicar el salario mínimo mensual en México por el # total de salarios mínimos por tipo de vivienda.
- 7) La estimación en pesos se calculó considerando el máximo de 118 salarios mínimos.
- 8) La estimación en pesos se calculó considerando el mínimo de 1,500.1 salarios mínimos

La CONAVI establece el valor de la vivienda en salarios mínimos, por lo que se estimó en pesos con el propósito de utilizar estos montos en la estimación del valor económico de las viviendas del área de estudio (fig. 3). La CONAVI establece seis tipos de vivienda, sin embargo, para este trabajo solo se utilizaron cinco. Dado que el INEGI solo establece tres tipos de vivienda de acuerdo al número de cuartos fue necesario realizar una equivalencia con la tipología de la comisión; por lo que las viviendas de uno y dos cuartos, son los equivalentes a la vivienda económica y popular; y en las de 3 a 25 cuartos se incluyen la media, residencial y residencial plus. (fig 3).

## Valor del mobiliario y equipo por tipo de vivienda

**Figura 4. Tipo de mobiliario con base a la tipología de la vivienda**

TIPO DE VIVIENDA	Baño (1)	Cocina	Área de Usos Múltiples	Estancia – Comedor	Sala-Comedor	Recámaras	Cuarto de servicio	Sala familiar
<b>ECONÓMICA</b>	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora	Sala Comedor Cama Ropero Plancha T.V. Ventilador	N/C	N/C	N/C	N/C	N/C
<b>POPULAR</b>	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora	N/C	Sala-Comedor Plancha T.V.	N/C	2 camas 2 roperos 3 ventiladores de pedestal	N/C	N/C
<b>MEDIA</b>	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora Microondas	N/C	N/C	Sala-Comedor T.V. P.C.	2-climas 3-camas 3-roperos 3-ventiladores de techo	Lavadora	N/C
<b>RESIDENCIAL</b>	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora Microondas	N/C	N/C	Sala-Comedor T.V. P.C.	3-climas 3-camas 3-roperos 3-ventiladores de techo	Lavadora Plancha	Sala T.V.
<b>RESIDENCIAL PLUS</b>	N/A	Refrigerador Estufa Licuadora Microondas	N/C	N/C	Sala-Comedor T.V. P.C.	4-climas 4-camas 4-roperos 4-ventiladores de techo T.V.	Lavadora Plancha	Sala T.V.

FUENTE: Elaboración propia

(2) Para los baños no se consideraron muebles o equipos.

N/A, no aplica

N/C, no contiene

Considerando las características de las viviendas tipo CONAVI, se estimó la cantidad del mobiliario y equipo que puede encontrarse en cada una (fig. 4), el costo utilizando los promedios de los rangos de precios mínimos para las viviendas económica y popular, fue de \$28,754 y \$36,446, respectivamente; para la vivienda de tipo medio de \$85,235, y es el resultado del promedio de los rangos mínimo y máximo por tipo de artículo; y para las viviendas residencial y residencial plus el precio del mobiliario fue de \$136,427 y \$ 163,804, respectivamente, montos derivados del promedio de los rangos máximos de precios. Estos montos fueron utilizados para calcular el valor total del mobiliario por tipo y número de vivienda tal y como se muestra en la (fig. 5). Como resultado del

análisis de la información de precios y superficies obtenidas en campo se pudieron establecer rangos de superficie por tipo de vivienda, y asignar porcentajes de demérito por antigüedad y conservación a las viviendas dado que la zona urbana en estudio no es de reciente creación (fig.5)

### **Estimación del valor económico de las viviendas**

Valor comercial de una vivienda de acuerdo a su tipología,  $VCVt = VCt - DA - DC + VM$

Donde:

VCt= Promedio del valor comercial de acuerdo al tipo de vivienda (económica, popular, media, residencial y residencial plus)

DA= % de demérito por antigüedad

DC= % de demérito por grado de conservación

VM= Valor comercial promedio del mobiliario de acuerdo al tipo de vivienda

**Figura 5. Valor Comercial de las Viviendas**

TIPO DE VIVIENDA y SUPERFICIE	# DE VIVIENDAS	VALOR COMERCIAL PROMEDIO POR TIPO DE VIVIENDA	VALOR TOTAL POR TIPO DE VIVIENDA	DEMÉRITO POR ANTIGÜEDAD (20%)	DEMÉRITO POR CONSERVACIÓN (10%)	VALOR DEL MOBILIARIO (3)	VALOR ECONÓMICO DE LAS VIVIENDAS
Económica Hasta 40m <sup>2</sup>	787	251,576	197,990,312	39,598,062.4	15,839,224.96	22,629,398	165,182,422.64
Popular 41-80m <sup>2</sup>	883	577,916.66	510,300,410.78	102,060,082.15	40,824,032.86	32,181,818	399,598,113.77
Media 81-120m <sup>2</sup> (2)	3,826	947,235.33	3,624,122,372.58	724,824,474.51	289,929,798.80	326,109,110	2,609,368,099.27
Residencial (2) 121-160m <sup>2</sup>	1,640	2,368,401.5	3,884,178,460	776,835,692	310,734,276.8	223,740,280	3,020,348,771.2
Residencial Plus >161m <sup>2</sup> (1)	1,049	3,138,123	3,291,891,027	658,378,205.4	263,351,282.16	171,830,396	2,541,991,935.44
	8,185					776,491,002	
						<b>TOTAL</b>	<b>8,736,489,342.32</b>

FUENTE: Elaboración propia

- (4) Para calcular la cantidad de vivienda residencial plus se consideró la superficie total de fraccionamientos y privadas, descontando la superficie de las manzanas, de los hoteles Hyatt y Calinda, Torre Empresarial, restaurante Vips, superficie del hotel Calinda y un 10% de calles y avenidas, posteriormente se dividió la superficie entre los m<sup>2</sup> para este tipo de vivienda estimado por la CONAVI
- (5) Para estimar la cantidad de vivienda residencial y media se consideró un criterio arbitrario con base en los recorridos de campo de 30% y 70% respectivamente, por lo que una vez estimada y descontada la cantidad de vivienda económica, popular y residencial plus, se calculó el porcentaje mencionado en base a 5,466 viviendas restantes.
- (6) Es el resultado de multiplicar el valor del mobiliario por tipo de vivienda por el número total de viviendas en cada categoría.

### **Valor económico estimado de las viviendas y del suelo en el área urbana.**

El valor económico aproximado del área urbana, considerando solo el valor comercial de las viviendas y del suelo en el 2015 se estima con datos conservadores en 15,599'647,246 millones de pesos (fig. 6), equivalente al 48.7 % de los daños ocasionados por la inundación del 2007(estimada en 32 mil millones de pesos); y el 35.89 % del presupuesto de egresos del estado en 2015.

**Figura 6. Valor Económico de la Vivienda y el Suelo**

USO DEL SUELO	SUPERFICIE EN m2	VALOR ECONÓMICO TOTAL EN MILLONES DE PESOS
<b>Valor comercial de las vivienda</b>	2,043,813 (1)	<b>8,736,489,342.32</b>
<b>Valor del suelo de la Infraestructura y servicios públicos (2)</b>	704,705 (2)	<b>4,180,310,060 (4)</b>
<b>Calles y Avenidas (3)</b>	452,267 (3)	<b>2,682,847,844 (5)</b>
		<b>15,599,647,246.32</b>

FUENTE: Elaboración propia

(6) Se considera la superficie total de las manzanas estimada en el SIG

(7) Superficie estimada por el SIG para calcular el valor comercial del suelo

(8) Superficie estimada por el SIG para calcular el valor comercial del suelo

(9) Es el resultado de multiplicar los m2 de superficie por el valor comercial del suelo en m2

(10) Es el resultado de multiplicar los m2 de superficie por el valor comercial del suelo en m2

### **Costo del daño por inundación**

El promedio del monto para estimar el daño a viviendas por inundación es de \$4,750 (cuatro mil setecientos cincuenta pesos 00/100 m.n.) cantidad que resulta de los apoyos del FONDEN para rehabilitación de daños menores y el del pago de daño por inundación menor a 30 cm establecido por la aseguradora mencionada, (fig. 7).

Para el mobiliario y con una afectación del 10%, equivalente a una lámina de agua de hasta 10 cm, solo la sala-comedor de las viviendas sería afectada (fig.7)

**Figura 7. Estimación económica del daño a inmuebles y muebles por tipo de vivienda**

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL DE VIVIENDAS	DE PAGO PROMEDIO POR DAÑOS A INMUEBLE= 4,750, (1), TV* DI	TOTAL DE DAÑO A MOBILIARIO EN PESOS(2)	TOTAL DEL DAÑO POR TIPO DE VIVIENDA EN PESOS= DI+DM	TOTAL DEL DAÑO EN SALARIO MÍNIMO 2015 (3)
Económica	787	3,738,250	596,860.8	4,335,110.8	61,841.8
Popular	883	4,194,250	669,667.2	4,863,917.2	69,385.4
Media	3826	18,173,500	4,002,761.2	22,176,261.2	316,351.8
Residencial	1640	7,790,000	2,187,760	9,977,760	142,336.09
Residencial Pluss	1049	4,982,750	1,399,336	6,382,086	91,042.59
	<b>8185</b>	<b>38,878,750</b>	<b>8,856,385.2</b>	<b>47,735,135</b>	<b>680,957.7</b>

FUENTE: Elaboración propia

DI= Daño al inmueble

DM= Daño al mobiliario

TV= Total de viviendas

(1)= Promedio obtenido de los pagos realizados por FONDEN y Aseguradora Mapfre Tepeyac.

(2)= Daño estimado 10% de acuerdo a la lámina de agua, tomado de Baró et. al. 2011.

(3)= Salario mínimo para el país, 70.1 pesos (2015) de acuerdo a la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

El monto total del daño a todas las viviendas del área urbana bajo el escenario de la pérdida del servicio ambiental sería de \$47,735,135 es decir, un daño por vivienda de \$5,832 pesos anuales; 3.6 veces la inversión inicial para el desazolve y 36.9 veces el costo anual de conservación.

**Figura 8. Volumen de sedimentos, % de agua y tiempo de acarreo**

Estimado en 1999 (1)	<b>17,287 m3</b>
Estimado en 2002 (2)	31,550 m3
Acumulado por año (2)	5,200 m3
Acumulado en 10 años(3)	52,000 m3
Agua en sedimentos (2)	65%
Tiempo de viaje por unidad	40 min(2)
	60 min (3)

FUENTE: Elaboración propia

(1) Batimetría realizada por la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental del Estado.

(2) Batimetría y estimaciones por Hansen y Van Afferden.

(3) Estimación propia.

**Figura 9. Costo de desazolve/ dragado considerando solo maquinaria, mano de obra y tiempo de ejecución**

TIPO DE MAQUINARIA Y RECURSO HUMANO	CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA (1)	COSTOS POR JORNADA DE 8 HRS. (2)	CANTIDAD	COSTO DIARIO	COSTO TOTAL DEL DESAZOLVE EN PRIMER AÑO (3)	COSTO ANUAL DE CONSERVACIÓN (4)	COSTO DE DESAZOLVE DE ACUERDO A CONAGUA, ACARREO, 100 PESOS POR M3 (5)
<b>Draga marina de succión</b>	-Barrena horizontal -12" de extracción -tubería de descarga de 10" -1,200 m3 en 8hrs. -máxima distancia de tiro de 435 mts	17,563.52	1	17,563	4,074,616	407,461.6	
<b>Camión -pipa</b>	-8000 lts - 170 hp	3,132.24	10	31,322.4	7,266,796.8	726,679.68	
<b>Operador de 1°. Para equipo mayor</b>		604	1	604	140,128	14,012.8	
<b>Operador de 1°. Para equipo medio</b>		564	10	5,640	1,308,480	130,848	
<b>Ayudante</b>		284	2	568	131,776	13,177.6	
				<b>55,697.4</b>	<b>12,921,796.8</b>	<b>1,292,179.08</b>	<b>5,200,000 Inicial 520,000 Anual</b>

FUENTE: Elaboración propia

- (6) Características tomadas del equipo usado para el desazolve del río viejo Mezcalapa, utilizando los costos de la CMIC
- (7) Catálogo de costos directos de maquinaria de La CMIC, 2013
- (8) Considerando un azolvamiento de 52,000 m3
- (9) Costo anual de desazolve de 5,200 m3.
- (10) Costo de la CONAGUA para el desazolve del sistema Samaria- río González.

La inversión estimada para el desazolve del vaso durante el 1er año es de \$12'921,170 lo que representa el 0.2 % del valor económico estimado del área de estudio y el 0.04 % del costo de la inundación en 2007 (fig.9). La inversión inicial equivale a que cada persona que habita en el área pague por el servicio ambiental 565.5 pesos anuales (12.3 salarios mínimos al año) es decir, 47.12 pesos mensuales. Por vivienda, equivaldría a que el propietario o responsable pagaría 1,578 pesos anualmente, con pagos mensuales de 131.5 pesos, es decir el 27 % del daño a la vivienda.

El costo de conservación anual se reduce a un 10%, igual a 1,292,170 (fig.9), lo que equivale a que cada persona aporte 56.5 pesos anualmente o 4.7 pesos mensuales. Si el costo de conservación se calcula por vivienda entonces cada propietario de vivienda estaría pagando

157.8 pesos anuales o bien pagos mensuales de 13.15 pesos mismos que se pueden cargar al recibo de agua o impuesto predial como un pago por servicio ambiental, PSA.

### **Presupuesto general de egresos 2015**

**Figura 10. Presupuesto de egresos del estado para el 2015**

<b>CLASIFICACIÓN DEL PRESUPUESTO</b>	<b>MONTO EN MILLONES DE PESOS</b>	<b>ORIGEN Y DESTINO</b>
PRESUPUESTO TOTAL	43,461,942,831	Incluye recursos federales e ingresos propios, 86 y 14 % respectivamente.
PRESUPUESTO PARA PROTECCIÓN AMBIENTAL	1,535,271,321	Ejercido por varias dependencias del ejecutivo estatal que tienen atribución en materia ambiental.

FUENTE: Elaboración propia

Si los costos de inversión inicial son asumidos por el gobierno estatal estaría representando el .02 %, del presupuesto anual de egresos del estado en 2015, que fué de 43 mil 461 millones 942 mil 831 pesos. El costo anual de conservación entonces representaría el .002 % del presupuesto, pero con un beneficio a una población que representa el 1.02 % de la población estatal. El presupuesto asignado a protección ambiental que es de \$1,535'271,321; la inversión inicial de desazolve y la de conservación anual representan el 0.8% y 0.08% respectivamente (fig.10).

### **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Tabasco está rezagado con respecto al tema de la valoración económica de los servicios ecosistémicos, considerando que a nivel internacional y nacional el fomento y generación de estudios se han incrementado significativamente. Dada la ubicación geográfica y orografía del estado, es indispensable identificar los ecosistemas y servicios ambientales prioritarios para disminuir el riesgo de la población y el daño o pérdida de su patrimonio, sobre todo en las zonas urbanas con mayor densidad poblacional y donde se concentran las principales actividades económicas. Considerando la inexistencia de estudios a escala urbana sobre la valoración económica de los servicios ambientales en Tabasco, este trabajo es una aproximación del valor económico de uno de varios servicios que proporciona el vaso Cencali; es un punto de partida y una referencia para incrementar y generar información de este cuerpo de agua y de otros que se localizan en esta ciudad. Para estudios posteriores se sugiere realizar la valoración económica total de los servicios, para tener una aproximación más cercana y real. Es indispensable generar información al respecto, ya que las estimaciones económicas de los servicios ambientales de los ecosistemas enriquecen los argumentos para el análisis costo- beneficio, sobre todo para la planeación e instrumentación de las políticas

públicas, así como, en la asignación presupuestal para la restauración y conservación de los mismos. Los costos para la restauración y mantenimientos de humedales urbanos pueden ser significativamente menor a los beneficios que brindan a la población y su patrimonio, tal y como lo demuestran los resultados del estudio. Sin embargo, no necesariamente los costos de conservación deben asumirse por los gobiernos estatales y municipales; la implementación de un programa de pago por servicios ambientales puede ser una opción viable. En este caso, la incorporación de costos marginales en el recibo de agua potable o pago del predial puede ser analizada y establecida.

Es de gran relevancia establecer programas o acciones de difusión ciudadana para informar sobre la importancia de los ecosistemas y los servicios ambientales que proveen para el bienestar humano. Existe una desproporción injustificada entre el beneficio económico y social que brinda un humedal como la laguna de las ilusiones a la cual pertenece el vaso Cencali y el escaso presupuesto gubernamental asignado para su conservación. El presupuesto de egresos del estado y la asignación a rubros como la protección ambiental, nos permite tener referencias económicas de comparación y análisis, considerando la estimación económica de daños bajo escenarios de pérdida o disminución de los servicios ambientales de un ecosistema y la inversión requerida para la conservación de estos, tal y como se muestra en el estudio.

#### **LITERATURA CITADA**

Balvanera, P. y H. Cotler (2009). “Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos”, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 185-245.

Barbier, E., M. Acreman, M. y D. Knauler (1997). “Valoración económica de los humedales”. Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención Ramsar, Gland, Suiza.

Baró Suárez J.E., C.D. Delgado, G. Calderón, M.V. Esteller, E. Cadenas (2011) “Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México”, *Tecnología y Ciencias del Agua*, antes *Ingeniería Hidráulica en México*, vol II, núm 3. pp. 201-218.

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2013) “Maquinaria, catálogo de costos directos 2013”.

CENAPRED (2009). “Características e impactos socioeconómicos de los principales desastres naturales ocurridos en la república mexicana en el año 2007”. *Serie. Impacto socioeconómico de los desastres en México*. núm 9.

CENAPRED (2014). “Inundaciones”, Serie Fascículos, ([http:// www.cenapred.gob.mx](http://www.cenapred.gob.mx).)



CEPAL (2003). “Manual para la evaluación socioeconómica y ambiental de los desastres”.

CONAGUA (2011).”Manual para el control de inundaciones”, SEMARNAT, México D.F.

CONAGUA (2014). “Estudio para delimitar microcuencas urbanas y definir los gastos pluviales”, Capítulo 3, Informe final, *Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB)*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.

CONAGUA (2014). “Propuesta para incrementar la capacidad del drenaje fluvial mediante acciones de desazolve (dragado) del sistema Samaria-río González”, Capítulo 2, Informe final , *Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB)*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.

CONAVI (2010).”Código de edificación de vivienda”, Segunda Edición, Gobierno Federal, México.

Costanza, R., R. d’Arge, R. de Groot, S. Farber , M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O’Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Suttonkk and M. van den Belt (1997). “The value of the world’s ecosystem services and natural capital”. *Nature*, vol 387, pp. 253-160.

Costanza R., R de Groot, P. Sutton, S. van der Ploeg, S. J. Anderson, I. Kubiszewski, S. Farber, and R. K. Turner (2014). “Changes in the global value of ecosystem services”, *Global Environmental Change* 26 pp. 152–158.

Cotler, H., C.A. López, S. Martínez-Trinidad (2011) “¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos?

Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México”, *Investigación Ambiental* 3(2):31-43

Cristeche E., y J.A. Penna (2008). “Métodos de valoración económica de los servicios ambientales”, Proyecto Específico, *Evaluación del Impacto Económico de los Servicios Ambientales en los Sistemas de Producción y las Externalidades Asociadas: los casos de las Ecorregiones Pampeana y Chaqueña*, Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad, núm 3, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.

De Aragón Amunárriz F. (2011) “Descripción del nuevo modelo de valoración”, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, Madrid, España, pp.33-53.

Decaëns, T., J.J. Jiménez, C. Gioia, G.J. Measey, P. Lavelle (2006). "The values of soil animals for conservation biology", *European Journal of Soil Biology* 42 (2006) S23–S38.

Delacámara G. (2008) "Guía para decisores – Análisis económico de externalidades ambientales", *Colección Documentos de proyectos*, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

De la Lanza Espino G, A. Ruiz, P. Fuentes, V. Camacho, M. Blanco, P. Zamorano, R. A. López Pérez, E. Robles, M. A. Ortiz Pérez, I. Penié y Regina Arroyo (2013), "Propuesta metodológica para la valoración económica en sistemas costeros de México", *Investigación Ambiental*, 5(1):7-32.

Diario Oficial (2011) "Lineamientos de operación específicos del Fondo de Desastres Naturales", tercera sección, Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Environmental Protection Agency, EPA (2009), "Valuing the Protection of Ecological Systems and Services", a report of the EPA science advisory board, Washington D.C.

Ernstson, H. and S. Sörlin (2013) "Ecosystem services as technology of globalization: On articulating values in urban nature". *Ecological Economics* 86, pp. 274-284.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, (2005). "Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua", *Informe de Síntesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, EM (2005). "Estamos gastando más de lo que poseemos", *Capital Natural y Bienestar Humano*, Declaración del Consejo.

Fisher Brendan, Turner Kerry R., Morlin P. (2009). "Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68, pp.643-653.

Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres, GFDRR (2010). "Evaluación de Daños y Pérdidas Ocasionadas por los Desastres", volumen 2, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial, Washington, D.C.

Galmiche Tejada, A. y N. Solana (2011) "El contexto de vulnerabilidad de las poblaciones costeras y valores asignados al manglar en Tabasco". Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco. México.

Gómez-Baggethun E. y R. de Groot (2007). "Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía", *Ecosistemas* 16 (3): 4-14. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, Asociación Española de Ecología Terrestre.

Grupo Juabet S.A. de C.V. (2008). “Rehabilitación y desazolve preventivo del cauce del río Viejo Mezcalapa”, Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, Villahermosa, Tabasco.

Hansen, A.M., V.M Afferden, y B.F. Torres (2007) “Saneamiento del vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco. I. Contaminación y reúso de sedimentos”, Ingeniería hidráulica en México, vol. XXII, núm. 4, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, pp. 87-102.

H. Ayuntamiento Constitucional de Centro (2004) “Estudio para la actualización de valores unitarios de suelo y de construcción del municipio de Centro”, Tabasco, México.

Herruzo, A.C (2002) “Fundamentos y métodos para la valoración de bienes ambientales”, Jornada temática: *Aspectos Medioambientales de la Agricultura*, Departamento de Economía y Gestión Forestal, Universidad Politécnica de Madrid, pp.1-13.

INEGI (2014). “Taller básico, mapa digital de México para escritorio versión 6, versión imprimible”.

INFONAVIT (2015) “Guía informativa del seguro de daños a la vivienda”, Póliza contratada 3301400000191, aseguradora-Mapfre Tepeyac S.A., vigencia 31/05/2014 al 31/05/2016.

Lomas, P. L., B. Martin, C. Louit, D. Montoya, y C. Montes (2005) “Guía Práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas”, Departamento Interuniversitario de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, España, pp.1-76.

Lattera, P.; Jobbagy, E. G.; Paruelo, J (.2011). Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones para el Ordenamiento Territorial.

Leal Bejarano A. (s/a).” Valuación catastral y valuación comercial: dos enfoques diferentes para propósitos distintos. Materia: Sistemas catastrales, pp.1-8.

Manes F., G. Incerti, E. Salvatori, M. Vitalle, C. Ricotta and R. Costanza (2012) “Urban ecosystem services: tree diversity and stability of tropospheric ozone removal”. *Ecological Applications*, 22(1), Ecological Society of America, Institute for Sustainable Solutions Publications, Portland State University, pp. 349-360.

Moore, T. and W. F. Hunt (2012) “Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds - A means for evaluation?”, *Water research* 46) 6811-6823.

Osorio, Múnera J.D. y F. Correa Restrepo (2005) “Valoración Económica de Costos Ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación”. Semestre Económico, Facultad de Economía Industrial, Universidad de Medellín, pp. 159-193.

Penna, J., J. de Prada, J., y E. Cristeche (2011). “Valoración Económica de Servicios Ambientales: Teoría, métodos y aplicaciones”, en Laterra, P.; Jobbagy, E. G.; Paruelo, J (eds.). *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones para el Ordenamiento Territorial*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de San Luis, Argentina y Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, pp. 70-85.

Periódico Oficial (2014), Decreto 144, suplemento 7544 B, Villahermosa, Tabasco. pp. 1-40.

Polo Ballinas, M. (2014). “Los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos y su contribución en la adaptación al cambio climático en las ciudades mexicanas”, *Investigación Ambiental* (6) 1.Sección Divulgación. pp. 43-51.

Ramírez Chasco F., J. Cabrejas, A. Seco, J.L. Torres (2004). “El valor económico de los medios fluviales urbanos”, *Ingeniería Hidráulica en México*, vol XIX, núm. 4, pp. 21-31.

Riera P., D., García, B. Kriström, y R. Brännlund (2008) “Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales”, Madrid, España, pp. 117-137.

Rodríguez Rodríguez E., M. Ruiz, L.A. Vertíz (1997). “Procesos de eutroficación en siete lagunas urbanas de Villahermosa, Tabasco, México”, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi K. y J. Williams (1998). “Manejo de las áreas verdes urbanas”. División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo,BID.

Tianhonga, L., L. Wenkai, Q. Zhenghan (2010). “Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen”, *Ecological Economics* 69, pp.1427-1435.

Tiessen Holm (coord.2013).”Respuestas Urbanas al Cambio Climático en América Latina”, *Colección documentos de proyectos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

TEEB The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2011). “TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management”, United Nations Environment Programme and European Commission.

Salzman, J., y B. Ruhl (2003).”Pagos por la protección de los servicios de las cuencas hidrológicas: La banca de humedales en los Estados Unidos de América”, en Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell-Mills (eds.).*La venta de servicios ambientales forestales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Comisión Nacional Forestal, México, pp. 137-158.

Van Afferden, M.; A.M. Hansen, y B.F. Torres, (2008). “Saneamiento del vaso Cencali, Villahermosa, Tabasco.II. Diseño del proceso “. Ingeniería hidráulica en México, vol. XXIII, núm. 1, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, pp. 57-70.

Vázquez Navarrete, C.J., E.E. Mata., D.J. Palma., A. López., G. Márquez (2011) “Valoración económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera en Tabasco”. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco. México.

Wu, S., Y. Hou, y G. Yuan (2010). ”Valoración de los bienes y servicios ecosistémicos y del capital forestal natural de la municipalidad de Beijing (China)”, *Los bosques al servicio de la gente*, Tema 3. Unasylva 234/235, Vol. 61.

Internet

[http:// www.conasami.gob.mx](http://www.conasami.gob.mx)

[http:// www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

[http:// www.infonavit.gob.mx](http://www.infonavit.gob.mx)