



VALORACIÓN ECONÓMICA DEL ECOSISTEMA DEL ARROYO ALAMAR EN LA CIUDAD DE TIJUANA

Dr. José García Gómez

Universidad Autónoma de Baja California: Facultad de Economía y Relaciones Internacionales
Calzada Universidad #14418, Parque Industrial Internacional
C.P. 22390, Tijuana, Baja California, México.
garcia.jose39@uabc.edu.mx

Jesús Martín Beas Becerra

Universidad Autónoma de Baja California: Facultad de Economía y Relaciones Internacionales
Calzada Universidad #14418, Parque Industrial Internacional
C.P. 22390, Tijuana, Baja California, México.
Martin.beas@uabc.edu.mx

Resumen

El mundo emprende proyectos para rescatar escurrimientos pluviales, algunos se han convertido en espacios icónicos y de atracción, sin embargo, en México se sigue considerando la "urbanización" sin límites como señal de progreso e impulsando proyectos de ingeniería hidráulica tradicional para abordar problemas de inundaciones, contaminación y demanda de espacio. Es el caso del proyecto del arroyo Alamar en Tijuana B.C. En ese sentido el objetivo del trabajo es la valoración económica de la pérdida ambiental que supone la construcción del referido proyecto, ésta se efectúa en parte con base a la propuesta de De la Lanza y colaboradores (2013); la cual se sustenta teórica y metodológicamente en el concepto y clasificación de los Servicios Ecológicos (SE) propuestos por el grupo de evaluación de ecosistemas del milenio (Millennium Ecosystem Assessment) en 2005. Los resultados señalan una pérdida monetaria anual de 2 335 124.96 dólares americanos, a al que habría que sumar no solo la ambiental si no también la "social" o urbana.

Palabras clave: valoración económica, servicios ambientales, ecosistema.

Abstract

World undertakes projects to rescue rain runoff, some have become iconic spaces and attraction, however, Mexico is follows considering the "urbanization" without limits as a sign of progress and promoting traditional hydraulic engineering projects to address problems of flooding, pollution and demand for space. It is the case of the project of the Alamar brook in Tijuana B.C. In this sense the objective of the work is the economic valuation of environmental loss posed by the construction of the concerned project, this is done in part based on the proposal of the De la Lanza and collaborators (2013); which is sustained theoretically and methodologically on the concept and classification of ecological services (SE) proposed by the Group of the Millennium Ecosystem Assessment (MEA) in 2005. The results indicate an annual monetary loss of 2 335 124.96 dollars, to which should be added not only the environmental if not also a social or urban.

Keywords: environmental assessment, ecosystem service, ecosystem.

JEL Codes: Q00, Q20, Q24, Q25, Q57.



1. Introducción

La zona del arroyo Alamar constituye una de las dos fuentes de abastecimiento de agua subterránea dentro de la mancha urbana de Tijuana, tiene una producción mensual de 146,000 m³, la cual se obtiene a través de unos 57 pozos (CONAGUA 2008). De la misma manera, de siempre una suerte de “abandono” y descuido institucional; pareciera que la autoridad no ha decidido la posición o uso que dentro del desarrollo de Tijuana debe tener la referida zona del arroyo Alamar; ha propiciado una ocupación irregular de gran parte de la misma, principalmente en las dos primeras de las tres secciones en que es común dividirla. Esa ocupación irregular con asentamientos habitacionales humanos, además de diversas actividades productivas y en las cuales es común se carezca de servicios públicos, tanto los básicos como agua potable, alcantarillado sanitario y electricidad, como otros, entre los que destaca por su impacto, la recolección de desechos, que sumado a que muchas de las actividades productivas en la zona tampoco llevan a cabo un buen manejo de sus residuos propician un gran deterioro ambiental.

De igual manera, esa ocupación irregular y caótica a la cual se suman las circunstancias topográficas, hidrológicas y en general las ambientales ya referidas, constituye un gran riesgo para los asentamientos urbanos allí asentados, tanto que periódicamente; particularmente en las temporadas de lluvia intensa; es necesario desalojar a sus pobladores. Lo anterior se ha repetido en diversas ocasiones, desde inicios de los años 70 del siglo pasado hasta el presente, en el que al parecer se ha efectuado un desalojo definitivo.

En razón de las circunstancias referidas, además de los periódicos desalojos también ya señalados, se han elaborado diversos proyectos de solución. Estos proyectos, hasta la fecha, básicamente pueden

clasificarse bajo dos enfoques generales. El primero que privilegia la protección a los asentamientos humanos presentes en el área y no considera en gran medida la función ambiental que los escurrimientos suponen para el ecosistema de la microcuenca, y de la ciudad en general, ni la importancia que los propios escurrimientos suponen para la hidráulica del acuífero local. El segundo de los enfoques, por el contrario, privilegia la función ambiental y el equilibrio y conservación del acuífero por sobre la viabilidad de usos urbanos en la zona (García, Mungaray y Beas 2012).

Esa diversidad de proyectos y enfoques también se ve reflejada en aquellos que han sido sometidos a la evaluación ambiental federal y que han recibido de la misma la respectiva autorización, aunque bajo naturaleza condicionada. El primero de éstos fue elaborado bajo un enfoque de total respeto ambiental. No obstante se solicitaron diversas modificaciones al mismo, bajo las cuales se ha transformado el proyecto; al menos en sus dos primeras secciones; hacia enfoques hidráulicamente tradicionales, al parecer influidos por una visión que privilegia la maximización del lucro a través del mayor aprovechamiento del uso urbano.

En la actualidad y no obstante la no conclusión de mesas de trabajo (convocadas por el gobierno federal del sexenio anterior) enfocadas a establecer bajo consenso (federación-gobiernos locales-sociedad) un proyecto de solución a la referida problemática, el gobierno estatal lleva a cabo el encauzamiento del escurrimiento al amparo de la última de las modificaciones autorizadas. No obstante haber concluido la canalización en las dos primeras secciones, con estructura de concreto reforzado, la misma ha sido detenida merced a la oposición de grupos ciudadanos organizados que repudian este tipo de solución. Estos grupos en su mayoría, reclaman una solución eco-hidrológica al menos en la totalidad de la



tercera sección, aunque existen dentro de ellos posturas radicales que quisieran dar marcha atrás a todo el proyecto e incluso demoler la estructura ya construida.

Con base en lo señalado, el presente trabajo se enfoca en determinar el valor del ecosistema en la zona de estudio, sin obra de protección, así como la pérdida que supondría la construcción de una canalización como la que está en proceso de montaje, además de vislumbrar algunos otros impactos sociales o urbanos atribuidos al tipo de intervención en construcción.

2. Descripción de la zona de estudio

De acuerdo a Rodríguez, García y Méndez (2012), el arroyo Alamar forma parte de la cuenca del río Tijuana y a su vez conforma una cuenca transfronteriza con dos ramas principales: el arroyo Tecate que nace en parte en la sierra Juárez y el arroyo Alamar, con origen del lado norteamericano, donde recibe el nombre de Cottonwood Creek y constituye la rama principal. El arroyo Alamar-Cottonwood Creek alimenta dos presas en el condado de San Diego (Lake Barret y Morena Dam), para luego descender en forma más o menos paralela a la línea divisoria fronteriza. Poco antes de pasar a territorio mexicano se le une el arroyo Tecate y cambia su curso al lado mexicano; por medio de una corta "asa" que de inmediato regresa al lado norteamericano, a la altura del límite Norte del sitio denominado Valle Redondo, ya en el municipio de Tijuana; para volver a entrar de nuevo a territorio mexicano a la altura de la zona de San Isidro Ajolojol y donde cambia su nombre al de arroyo Alamar.

De la misma manera, los autores ya citados líneas arriba señalan que el arroyo Tecate a su vez nace de dos ramas paralelas, por ambos lados de la frontera y ambas situadas a más de mil metros de altitud. La del lado norteamericano, tiene su origen en la zona rural conocida como Campo, condado de San Diego y el ramal mexicano principia en los límites al Oeste de la sierra Juárez, al

Suroeste de Campo cerca del sitio conocido como El Hongo. El arroyo Tecate se une al Cottonwood Creek del lado norteamericano, en las inmediaciones del sitio conocido como Barron Valley. El arroyo Alamar es uno de los principales tributarios del río Tijuana.

La cuenca del arroyo Alamar tiene una superficie de 1,387 Km², de los que 1,196 (86.2%) corresponden al lado norteamericano y 191 (13.8%) están ubicados en territorio mexicano. La cuenca del arroyo Alamar representa más del 30% de la superficie total de la cuenca del río Tijuana, cuya superficie estimada es de 4,533 Km². Hidrológicamente la cuenca del Alamar por el lado mexicano, se ubica en la región hidrológica uno (RH1), Baja California Noroeste, en la Cuenca C, denominada río Tijuana-arroyo de Maneadero y a su vez en la Subcuenca F, río Tijuana. La región hidrológica RH1 (Cuenca C) representa el 10.95% de la superficie del estado de Baja California, con 7,834 Km². Su precipitación media anual es del orden de los 291.561 mm. La Subcuenca F (Río Tijuana) cuenta con dos obras hidráulicas importantes: la presa Abelardo L. Rodríguez en el río Tijuana, en el municipio del mismo nombre, y la presa de El Carrizo, localizada en el arroyo del mismo nombre, en el municipio de Tecate (INEGI 2001).

Retomando nuevamente a Rodríguez, García y Méndez (2012) e investigación ocular propia, se tiene que los tipos de vegetación predominantes en la cuenca, en ambos lados de la frontera, son el chaparral montano, el chaparral (mixto o típico) y el matorral de salvia. Estos tres tipos de comunidades representan más del 70% de la cobertura vegetal de la zona. Contrario a algunos informes, actualmente no existen evidencias del matorral costero rosetófilo en toda la cuenca del arroyo Alamar. Respecto del lado mexicano, el polígono del Sistema Ambiental Regional (SAR) y que corresponde en casi su totalidad con la Cuenca C, tiene una superficie de 7,973 Km². En este polígono la cobertura vegetal está conformada por un 74.2% de chaparral



(5,916 Km², incluido chaparral montano), matorral de salvia (1,658 Km², incluido matorral costero rosetófilo) 20.8%, y bosque de pinos un 5% (398 Km² incluido monte de piñoneros).

Más específicamente, señalan los mismos investigadores, en los cauces con mayores escurrimientos de agua se presenta el denominado bosque ripario o bosque de galería. Está dominado por especies de salicáceas, como son los sauces y álamos de los cuales se pueden citar las siguientes especies: sauce blanco *Salix lasiolepis*, sauce rojo *Salix laevigata*, sauce negro *Salix goodingii*, sauce plateado *Salix exigua*, álamo *Populus fremontii*, aliso *Platanus racemosa*, fresno *Fraxinus velutina*, varias especies de encinos y otras latifolias. En las zonas de inundación es común encontrar el tule *Typha domingensis*, la estera *Scirpus acutus*, *Carex spp*, las eneas *Cyperus spp* y numerosas herbáceas bosque ripario o bosque de galería.

a. Zona de estudio

El territorio al cual se hace referencia y que constituye la zona de estudio del presente trabajo, es la parte terminal de la cuenca del arroyo Alamar, está comprendido dentro de los límites del sitio denominado Cañón del Padre y tiene una longitud aproximada de 9.8 Km. Sus linderos quedan definidos entre el punto conocido como La Bocina; donde desde mediados de los ochentas termina la segunda etapa de canalización del río Tijuana, con revestimiento de concreto; y el puente Cañón del Padre; situado en las cercanías de la caseta de cobro de la autopista Tijuana-Tecate. Las coordenadas de la zona de estudio (aproximadas debido a que la misma es una área irregular) son: latitudes: 32°30'44.76"- 32°32'31.68" N y Longitudes: 116°56'16.86"- 116°51'23.88" O (figura 1).

1: localización de zona de estudio



Fuente: modificado de García, J., Mungaray, A., Beas, M., 2012.



De acuerdo a Rodríguez, García y Méndez (2012) e investigación ocular y análisis propios sobre el ambiente en la zona de estudio, se tiene que respecto a la vegetación existen tres tipos: el ya referido bosque ripario, del que se conserva un segmento importante, en condiciones de desarrollo sorprendentemente buenas, no obstante signos palpables de impactos, como son desmontes y tala clandestina. De igual forma, existen vestigios de las comunidades de chaparral y matorral de salvia, con representantes dispersos entre áreas impactadas y dominadas por pastos introducidos y vegetación ruderal, manifestación indiscutible de impactos por actividad humana frecuentes y severos. Estos efectos son patentes sobre todo en las pronunciadas laderas del lado sur o margen izquierdo del arroyo.

Bajo las mismas fuentes se determina que el señalado bosque ripario manifiesta huellas claras de impactos tales como tala, desmontes para usos agrícolas, habitacionales, comerciales, industriales o de otra índole, como bancos de materiales pétreos y recolección de ramas y renuevos para utilizarse como leña o postes en cercos; aun así, las masas restantes ofrecen un aspecto vigoroso y lozano, estando en pleno crecimiento la mayor parte del arbolado. Se trata de un bosque joven que debe de haberse regenerado hace menos de 40 años, a partir de sobrevivientes a talas masivas anteriores, como atestiguan algunos individuos maduros, con tallas de 18 a 20 metros, con troncos gruesos y ramaje retorcido, dispersos entre el arbolado joven.

Es claro que ambientalmente, en la zona de estudio el rasgo más notable lo constituye el referido segmento de bosque de galería o bosque ripario, el cual se extiende de manera ininterrumpida desde el cruce del boulevard Terán-Terán, hasta el puente Cañón del Padre. De hecho, el bosque continúa más allá del puente referido, se prolonga siguiendo el faldeo de la montaña

de Otay y se interna por el cauce del arroyo montaña más arriba. De la misma manera, este bosque asume notable importancia ecológica dentro de la zona de estudio por varias razones:

a) Constituye una reserva forestal dentro de la mancha urbana. De hecho es la única comunidad de este tipo que subsiste dentro de la mancha urbana de la ciudad de Tijuana, con excepción de un pequeñísimo segmento presente en Playas de Tijuana (Cañada de los Sauces).

b) Contribuye a contrarrestar el déficit de áreas verdes de la ciudad, el cual supera las 400 hectáreas.

c) Es parte del paisaje semirural de la microcuenca, contrarresta en algo la contaminación visual de numerosas naves industriales que invaden el cauce en algunos puntos, así como de los socavones producto de la extracción de materiales pétreos (barro, arena, grava, etc.) presentes en varios puntos de la microcuenca.

d) Contribuye de manera notable a la infiltración de los escurrimientos superficiales hacia los mantos freáticos, por lo que mejora la capacidad de recarga del acuífero.

e) Funciona como un filtro que disminuye la contaminación del agua, problema notable en la microcuenca.

f) Aloja numerosas especies de fauna nativa, sirviendo como una ruta de migración para diversas especies de aves, por lo que funciona como un corredor biológico.

g) Frena la velocidad del flujo superficial del arroyo, con lo cual reduce los efectos adversos durante las crecidas periódicas del mismo, particularmente la erosión de los bancos, así como a amortiguar el efecto de las inundaciones.



Como se ha señalado, en la zona de estudio la relevancia ecológica incluye el albergue de diversas especies de flora y fauna.

a. Flora y fauna de la zona de estudio

El análisis de la flora del sitio llevado a cabo por Rodríguez, García y Méndez (2012), arroja 84 especies de plantas vasculares, una cifra baja si se toma en cuenta la extensión de la zona de proyecto. De éstas, 67 son plantas dicotiledóneas y 17 son monocotiledóneas. Las especies introducidas o exóticas son 3, el resto, 49 especies, son nativas. Un rasgo notable es la virtual ausencia de dos especies indicadoras del bosque ripario: el álamo *Populus fremontii*, que bautizara al arroyo, y el aliso *Platanus racemosa*. Ambas especies serían buenos indicadores de la salud de esta comunidad. El deterioro del hábitat, principalmente por contaminación, favorece la presentación de infestaciones de hongos patógenos que eventualmente eliminan o reducen considerablemente la población de ambas especies. Ese bien pudo haber sido el caso.

De la misma manera, respecto a la fauna en la zona en estudio, dentro de los vertebrados se detectan 44 especies, de las cuales 5 son reptiles, 34 aves y 5 mamíferos. De estos elementos faunísticos, 5 especies son introducidas, siendo el resto nativas. También se hace notar que gran parte de la avifauna está compuesta por especies migratorias que hacen su aparición durante diferentes períodos del año, en ocasiones con permanencia muy breve.

Los mismo autores citados líneas arriba señalan que en relación a los anfibios, se sabe que estos son muy sensibles a la contaminación del agua y suelo, por lo que su virtual ausencia (no se pudo detectar ninguna especie) se puede explicar en gran medida por la contaminación patente que se observa a lo largo del cauce, desde los límites con el rancho Ontiveros; cerca del puente Cañón del Padre y fin de la zona de estudio; hasta la zona de La Bocina; inicio de

la zona de estudio. Otras, como algunas especies de reptiles, probablemente sean detectables en la época de calor, pues han sido citadas en diversas fuentes de información, no así varias especies de víboras de cascabel (*Crotalus spp*), las cuales es muy improbable que estén presentes en un área tan poblada y transitada como lo es ahora la zona de estudio.

De acuerdo, a un estudio publicado por la Universidad Estatal de San Diego, SDSU, denominado Arquitectura Fluvial Sustentable en el arroyo Alamar, Tijuana, Baja California, México (Espinoza, Magdaleno y Ponce 2007) la zona de estudio constituye una de las dos fuentes de abastecimiento de agua subterránea dentro de la mancha urbana de Tijuana, con una producción mensual de 146,000 m³ de agua la cual se obtiene a través de unos 57 pozos (CONAGUA 2008).

Como ya se ha mencionado, la circunstancia que ha propiciado la afectación ambiental ya referida es una suerte de “abandono” y descuido institucional: pareciera que la autoridad no ha decidido la posición o uso que dentro del desarrollo de Tijuana debe tener la referida zona del arroyo Alamar.

a. Problemática urbana en la zona de estudio

Como también se ha señalado, esa circunstancia de “abandono” y descuido institucional ha propiciado una ocupación irregular de gran parte de la zona, principalmente en las dos primeras de las tres secciones en que es común dividirla. Ocupación irregular que al ser llevada a cabo bajo condiciones precarias y carecer de diversos servicios públicos, entre los cuales destaca por su impacto la recolección de desechos; tanto en los desarrollos habitacionales como por las diversas actividades productivas allí asentadas; propician un gran deterioro ambiental.



También se reitera, esa ocupación irregular y caótica a la cual se suman las circunstancias topográficas, hidrológicas y en general las ambientales ya referidas han configurado un gran riesgo tanto para los asentamientos urbanos allí asentados como para los nuevos desarrollos ubicados en sus inmediaciones. La circunstancia referida ha provocado que los continuos desalojos de la zona, principalmente en temporadas de lluvia intensa, involucren más población, superficie y bienes a proteger.

De la misma manera, las circunstancias reseñadas han llevado a asumir como solución el encauzamiento del escurrimiento y motivado la elaboración de diversos estudios y proyectos con ese objetivo. En ese sentido se reitera, el objetivo principal del trabajo es valorar económicamente la pérdida ambiental como consecuencia de la obra de canalización actualmente detenida, lo anterior, con el propósito de que se retome aunque sea parciamente (por ejemplo en la tercera etapa) un proyecto ambientalmente más favorable.

3. Materiales y métodos

La problemática en la zona además de los periódicos desalojos, ha sido abordada también frecuente y periódicamente, particularmente después de temporadas de lluvia intensa, desde distintos enfoques de intervención técnica o de ingeniería hidráulica. En primer término se hará un recuento de los distintos enfoques y/o proyectos de solución planteados. En segundo lugar, después de una descripción más específica de los bienes y recursos ambientales en la zona de estudio y en parte con base a la propuesta de De la Lanza, Ruiz, Fuentes, Camacho, Blanco, Zamorano, López, Robles, Ortiz, Penié y Arroyo (2013); la cual se sustenta teórica y metodológicamente en el concepto y clasificación de los Servicios Ecológicos (SE) propuestos por el grupo de evaluación de ecosistemas del milenio (Millennium Ecosystem Assessment 2005); se llevará a

cabo la valoración económica de la pérdida ambiental de la zona de estudio.

a. Enfoques y/o proyectos de solución

Las distintas intervenciones proyectadas para dar solución definitiva a la problemática del arroyo Alamar dentro de la ciudad de Tijuana, hasta la fecha, básicamente pueden clasificarse bajo dos enfoques generales. El primero se sustenta bajo una óptica de ingeniería hidráulica "tradicional" que conceptualmente pretende privilegiar la protección de los asentamientos humanos presentes en la zona y no considera en gran medida tanto la función ambiental que los escurrimientos suponen para el ecosistema de la microcuenca y de la ciudad en general como tampoco la importancia que los propios escurrimientos suponen para la hidráulica del acuífero local. El segundo de los enfoques, por el contrario, privilegia la función ambiental y el equilibrio y conservación del acuífero por sobre la viabilidad de usos urbanos en la zona (García, Mungaray M y Beas 2012) o la liberación de mayor superficie para el crecimiento de la ciudad.

Esa diversidad de proyectos y enfoques es la misma que se manifiesta en aquellos proyectos que promovidos por autoridades locales; municipio o estado; han sido sometidos a la evaluación ambiental en el ámbito federal y recibido la respectiva autorización, aunque bajo naturaleza condicionada. El primero de éstos fue elaborado bajo un enfoque de total respeto ambiental: contempló secciones de mampostería tanto para taludes como para la plantilla de canalización. No obstante se han solicitado diversas modificaciones a la autorización y/o proyecto, bajo las cuales se ha transformado de manera importante el proyecto original, al menos en sus dos primeras secciones, hacia enfoques hidráulicamente tradicionales, taludes y plantilla de concreto reforzado. Lo anterior, al parecer bajo la influencia de una visión que privilegia la maximización del lucro a



través del mayor aprovechamiento del uso urbano, el cambio de estructura supone la liberación de mayor superficie para ese uso.

Como ya se ha señalado, en la actualidad y no obstante la no conclusión de mesas de trabajo (convocadas por el gobierno federal del sexenio anterior) enfocadas a establecer bajo consenso (federación-gobiernos locales-sociedad) un proyecto de solución a la referida problemática, el gobierno estatal en coordinación con la autoridad municipal lleva a cabo el encauzamiento del escurrimiento, al amparo de la última de las modificaciones autorizadas: contempla estructura de concreto armado en las tres secciones del arroyo. No obstante, la situación no es del todo clara ni se ha dado completa solución a la problemática.

A pesar de haber concluido la construcción del canal en las dos primeras secciones, con estructura de concreto reforzado, la misma ha sido detenida merced a la oposición de grupos ciudadanos organizados que repudian este tipo de solución. Estos grupos en su mayoría, reclaman una solución ecohidrológica al menos en la totalidad de la tercera sección, aunque existen posturas radicales que quisieran dar marcha e incluso demoler la estructura ya construida.

B. ¿Qué se pierde?

Dadas las características de Tijuana en materia hidráulica, parece claro que la pérdida más importante que la canalización a base de concreto armado en su totalidad

provocaría son los 3.01 Mm³ que como mínimo promedio anual dejarían de infiltrarse en el acuífero local (Ponce, 2001). Este volumen de 3.01 Mm³ representa el 15.84 % de la recarga y el 17.71 % de la extracción del acuífero Alamar, medias anuales ambas y significan asimismo, el 313 % del volumen total de agua del acuífero concesionado en la zona de estudio. De la misma manera y no obstante la importante pérdida que por sí misma supone la no infiltración acuífera, ésta acarrea otro gran perjuicio. El no conservar el escurrimiento supone tanto la eliminación del ecosistema “natural” que todavía se observa como su eventual ampliación, particularmente respecto al valioso ecosistema ripario.

Ambientalmente, como ya se señaló, el rasgo más notable en la zona lo constituye el segmento de bosque de galería o bosque ripario (figura N° 2), la única comunidad de este tipo que subsiste dentro de la mancha urbana de la ciudad de Tijuana, con excepción de un pequeñísimo segmento presente en Playas de Tijuana (Cañada de los Sauces). Se trata de un segmento de dimensiones importantes para la ciudad, alcanza alrededor de 3.5 km de longitud, 71.28 hectáreas (Implan, 2007). Adicionalmente, en la zona de estudio también se observan algunas masas fragmentadas de bosque ripario, en las secciones de proyecto de canalización 1 y 2, que en conjunto sumarían alrededor de otras 20 hectáreas (Rodríguez, García y Méndez 2012).

Figura 2: segmento de bosque ripario en zona de estudio.





De la misma manera, la obra de canalización con revestimiento impermeable no solo elimina el bosque ripario también impide una eventual ampliación del mismo. Si la tercera sección, sin ningún programa de reforestación, logró recuperarse en alrededor de 40 años ((Rodríguez, García y Méndez 2012), sin duda, un buen programa lograría una recuperación en toda la zona de estudio en un periodo similar o incluso en un tiempo más corto. En general se elimina uno de los más importantes eslabones para la eventual conformación de un sistema de corredores ecológicos urbanos.

Respecto a flora y fauna, en la zona de estudio se observa una cifra baja de especies de plantas vasculares, si se toma en cuenta su extensión. No obstante habría que destacar que 49 de éstas son nativas. De la misma manera, en relación con la fauna y sí bien también la misma resulta escasa, la gran mayoría de las existentes, son nativas de la región. No obstante, se reconoce que gran parte, sobre todo de la avifauna, está compuesta por especies migratorias que hacen su aparición durante diferentes periodos del año, en ocasiones con permanencia muy breve (Rodríguez, García y Méndez 2012).

b. Valoración económica de la pérdida: metodología y resultados

Sí bien se toma nota de la discusión nacional e internacional respecto a la validez del concepto y clasificación de los Servicios Ecológicos (SE) propuestos por el grupo de evaluación de ecosistemas del milenio (Millennium Ecosystem Assessment 2005), se considera pertinente su uso para el presente trabajo, por el peso teórico y conceptual que tiene su propuesta, además de las características ya señaladas por De la Lanza, Ruiz, Fuentes, Camacho, Blanco, Zamorano, López, Robles, Ortiz, Penié y Arroyo (2013): gestación multidisciplinaria, interinstitucional y multinacional, y en relación a otras propuestas, su mayor difusión y aceptación a nivel internacional (De la Lanza y col. 2013).

De la misma manera, se utiliza en parte la metodología planteada por De la Lanza y col. (2013) por entender que en la misma se estructura de buena manera lo planteado por el grupo de evaluación de ecosistemas del milenio. Igualmente, se entiende pertinente utilizar los VE determinados por De Groot y colaboradores debido a la robusta base de



datos que sirven de soporte para el cálculo de los mismos.

Conforme a lo señalado, los SE utilizados serán los de Soporte (S), Aprovechamiento (A), Regulación (R) y Culturales (C). Para el cálculo del Valor Económico Total (VET) se utiliza una matriz, con los componentes del ecosistema a evaluar en las filas y los SE en las columnas, similar a la propuesta por Millennium Ecosystem Assessment (2005) para estimar la magnitud relativa de los SE. El proceso consiste en la identificación de los SE presentes en cada componente ambiental (De la Lanza y col. 2013). Hasta aquí se utiliza la metodología propuesta por De la Lanza y colaboradores y se prosigue con la asignación de valores económicos (VE) de manera directa para cada uno de los SE. Estos VE son los determinados para cada uno de los SE por biomasa por parte de De Groot y colaboradores (2012), los cuales están expresados en dólares normalizados a la economía de 2007 y expresados por hectárea y anualmente.

Los servicios ecológicos identificados y evaluados son 16, en una superficie de 91.28 hectáreas que es la extensión forestada hasta antes de iniciar la construcción de canalización (conforme a información de Implan (2007) y Rodríguez, García y Méndez (2012). Se consideran estos 16 servicios ecológicos porque del resto de servicios que pueden ser proporcionados en el tipo de ecosistema estudiado, no se encontró evidencia en la zona de estudio.

La valoración económica (cuadro 1) se lleva a cabo bajo una óptica conservadora, se consideró el valor total medio de servicios determinado por De Groot y colaboradores para cada uno de los servicios ecológicos considerados. El valor total mínimo calculado por los mismos autores es de 16 534 dólares y el máximo de 104 924, ambos también por hectárea y por año. Conforme a lo señalado, la pérdida, considerando sólo la parte forestada, sería de 2 335 124.96 dólares americanos anualmente (25 682 dólares (2007)/hectárea/año).

Cuadro 1: Valoración económica de la pérdida ambiental en la zona de estudio

Servicio ecológico		Valor (Dólares 2007)/Ha/Año	Importe
Tipo	Concepto		
Aprovechamiento	Alimento	614	56 045.92
	Agua	408	37 242.24
	Formación de suelo	425	38 794.00
	Recursos estéticos	114	10 405.92
Regulación	Clima	488	44 544.64
	Protección c/avenidas	2986	272 562.08
	Ciclo hidrológico	5606	511 715.68
	Control de erosión	2607	237 966.96
	Control biológico	948	86 533.44
	Filtración de contaminantes	3015	275 209.20
	Ciclo de nutrientes	1713	156 362.64
Soporte	Diversidad genética	1168	106 615.04
	Servicios sanitarios	1287	117 477.36
Culturales	Estéticos	1292	117 933.76
	Recreación	2211	201 820.08
	Inspiración	700	63 896.00
Total anual			2 335 124.96

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusión

El principal objetivo se cumple, como ya se ha señalado, la pérdida monetaria sería de 2 335 124.96 dólares americanos



anualmente. Se reconoce, las limitaciones del presente estudio son las mismas que observan muchos trabajos de este tipo, información no específica para cada uno de los SE analizados, corta en el aspecto temporal, etc. Por el contrario, su fortaleza se cimienta en el marco conceptual propuesto por el grupo de evaluación de ecosistemas del milenio, la propuesta metodológica de De la Lanza y colaboradores y las estimaciones y/o valores aportados por De Groot y colaboradores.

De la misma manera, se quiere enfatizar y quizá como previamente pudiera suponerse por el tipo de intervención planteado (canalización de escurrimiento a base de concreto armado), los detrimentos más cuantiosos son sobre los SE del tipo de regulación, a estos corresponden \$ 1 584 894.54 casi el 68 % de los perjuicios totales. Y dentro de estos SE afectados destacan los de ciclo hidrológico, la filtración de contaminantes, la protección contra avenidas y el control de la erosión.

Desde luego, la justificación para la construcción de la estructura de canalización señalada es la protección de los desarrollos urbanos, por lo que pudiera pensarse que la protección contra avenidas y el control de la erosión estarían salvaguardados. No obstante, se tiene el convencimiento que tanto la protección contra avenidas como el control de la erosión se pueden conseguir de maneras ambientalmente más amigables. Asimismo, el mantener ecosistemas naturales saludables, en armonía con desarrollos urbanos adecuados, salvaguardan también SE diversos que regulan el control biológico, la filtración de contaminantes y el propio clima, volviéndolo más estable y benigno.

De la misma manera, se observa que en el caso en estudio, el peso que tienen los SE de soporte y culturales es mucho menor. Sin embargo, no deben ser menospreciados, una mejor gestión de este tipo de ecosistemas bien puede incrementar su importancia. Se tiene el convencimiento que esa es la razón por la cual en el mundo se

emprenden proyectos para rescatar los escurrimientos pluviales naturales: Cheonggyecheon en Seúl, Arcadia en Kalamazoo, Michigan, el Broad Branch Stream en Washington D.C., Saw Mill y el Sunswick Cree en Nueva York y el Neglinnava en Moscú, (Mxcity, 2014), entre otros. Algunos de los cuales se han convertido en espacios icónicos y de atracción en sus localidades; como es el caso del Cheonggyecheon que llega a recibir alrededor de medio millón de visitantes (Mxcity 2014).

No obstante en México se sigue considerando la “urbanización” sin límites como señal de progreso e impulsando proyectos de ingeniería hidráulica tradicional al momento de abordar problemas de inundaciones, contaminación y demanda de espacio. Como ya se señaló, en el caso del arroyo Alamar también se pierde la parte conservada de bosque ripario, prácticamente la única comunidad de este tipo dentro de la mancha urbana de Tijuana, con todas las importantes funciones ambientales que el mismo lleva a cabo e incluso se pierde la oportunidad de regenerar toda la zona: los casi 10 km de extensión.

Es así que se considera se pierde un elemento valioso para una eventual conexión entre el entorno urbano y el ambiente natural en Tijuana. El arroyo Alamar era visualizado por muchos como un importante eslabón para la eventual construcción de un sistema de corredores ecológicos en la ciudad. De hecho el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tijuana (PDUCPT) contempla el ideal de conectar todos los cauces pluviales (incluso aquellos que han sido interrumpidos por las construcciones legales o ilegales) mediante una red de áreas verdes urbanas.

Lo anterior resulta todavía más relevante si se considera que Tijuana ofrece a sus residentes menos de un metro cuadrado de área verde, contra los diez metros que recomiendan las normas internacionales para garantizar el sano desarrollo de cada



persona (Martínez 2005). No obstante lo ya señalado y la importancia de la pérdida ambiental que supone la construcción de la canalización, no es este el único ámbito en el que resulta perjudicada la ciudad, la

afectación urbana y social es más amplia y relevante: si la canalización del Río Tijuana ya dividió a la ciudad en dos partes (ver figuras N° 3 y N° 4).

Figura 3: Canalización río Tijuana.Figura



Fuente: google.com.mx.Fuente:

Figura 4: Canalización del arroyo Alamar.



Fuente: google.com.mx.

Construidas ambas canalizaciones, la del río Tijuana y la del arroyo Alamar, con sus vialidades paralelas y contiguas dividirán a

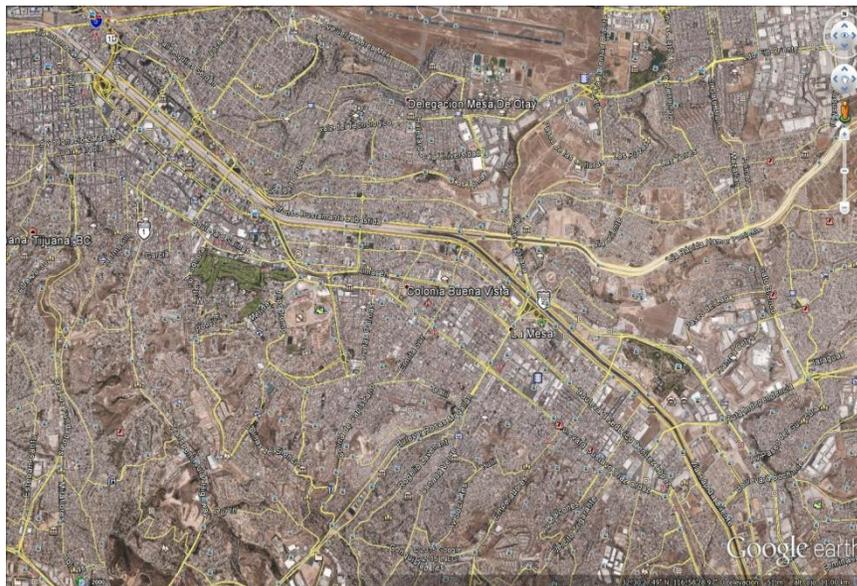
Tijuana en tres partes (ver figura N° 5), fragmentando vida social, comodidades y servicios (Graizbord 2002), modificando



drásticamente el paisaje en el noreste de la ciudad y si consideramos la problemática suscitada en la canalización del río Tijuana, generando más espacios a la inseguridad. La canalización del río Tijuana atraviesa la ciudad casi por el centro de la actual mancha urbana en dirección Noroeste-Sureste y la del arroyo Alamar inicia en el cuadrante

Noreste y se une a la del río Tijuana al Norte de la mancha urbana y casi al centro de la misma.

Figura 5: Canalizaciones arroyo Alamar-Río Tijuana.



5. Referencias bibliográficas

Beas, M., Comunicación personal, 2014.

CONAGUA., 2008. Estadísticas del Agua en México 2008. 1ª. ed. México: SEMARNAT.

De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., Mcvittie, A., Portela, R., Rodríguez, L., Ten Bronk, P., Van Beukering, P., 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services* 1 (2012): 50–61. Consultado en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101>

De La Lanza, G., Ruiz, A., Fuentes, P., Camacho, V., Blanco, M., Zamorano, P., López, R., Robles, E., Ortiz, M., Penié, I., Arroyo, R., 2013. Propuesta metodológica para la valoración económica en sistemas costeros de México. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, Vol. 5, No 1. Consultado en: http://www.gaceta.ine.gob.mx/index.php/rev_amb/article/view/175

Espinoza, A., Magdaleno, P., Ponce, V., 2005. *Arquitectura Fluvial Sustentable en el Arroyo Alamar*. Centro de Estudios Sociales y Sustentables, Tijuana, B.C. San Diego State University, San Diego, California. Consultado en:



http://ponce.sdsu.edu/alarmar_arquitectura_sustentable_reporte1.html

García, J., Mungaray, A., Beas, M., 2012. La dimensión técnica en el arroyo alamar. En Gestión y diseño de políticas públicas en zonas urbanas de alto riesgo. El caso del Arroyo Alamar en Tijuana, Baja California. Selección Libro Universitario 2009-2010. México. Editorial UABC.

Graizbord, C., 2002. Los ríos urbanos de Tecate y Tijuana: Estrategias para ciudades sustentables. El proyecto del Rio Alamar: Una estrategia de desarrollo urbano para Baja California. Institute for Regional Studies of the Californias. San Diego State University.

IMPLAN., 2007. Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Arroyo Alamar 2007-2018. Tijuana B.C. XVIII Ayuntamiento de Tijuana, B.C.

INEGI., 2001. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Baja California.

Martínez, J., 2005. (Octubre 12). Déficit de áreas verdes: una historia de impunidad. Contralínea Baja California. Consultado en: www.bcalifornia.contralinea.com.mx/archivo/2005/octubre/hm/deficit+areas+verdes.htm

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. Assessed the consequences of ecosystem change for human well-being. From 2001 to 2005, the MA involved the work. Washington, D.C., USA. Consultado en: <http://www.maweb.org/en/Condition.aspx>

MXCITY., 2014. ¿Y si rescatáramos los ríos del DF? Consultado en: <http://mxcity.mx/2014/10/y-si-rescataramos-los-rios-del-df/>

Ponce, V., 2001. Hidrología de avenidas del Arroyo Binacional Cottonwood - Alamar, California y Baja California. San Diego, California. San Diego State University. Consultado en: <http://alarmar.sdsu.edu/alarmar/alarmar.html>

Rodríguez, A., García, J., Méndez, H., 2012. La dimensión ambiental en el arroyo alamar.

En Gestión y diseño de políticas públicas en zonas urbanas de alto riesgo. El caso del Arroyo Alamar en Tijuana, Baja California. Selección Libro Universitario 2009-2010. Editorial UABC.