

Evaluación del Corredor Interurbano

Río Torres, Costa Rica

Angélica Trujillo-Acosta¹

Manuel Jesús Peraza-Estrella¹

Jesús Gustavo Marina-Hipólito¹

Sergio Feoli Boraschi²

Resumen

A partir de la propuesta del Corredor Biológico Inter Urbano Río Torres (CBIRT) en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica, se evaluó el corredor con el método del manejo adaptativo. Se realizó una evaluación de los objetos de conservación del CBIRT por medio de información de entrevistas, talleres y muestreos previos y a partir de ello se desarrollaron estrategias de mitigación de amenazas dirigidas a las situaciones particulares del territorio. Se establecieron tres objetos de conservación a evaluar: la microcuenca del río Torres, la trama verde y las aves. El objeto de conservación con una evaluación de amenaza más alta fue Trama verde, por amenazas como la deforestación y el mal manejo de residuos

Abstract

Evaluation of biological Corridor Inter Urban Río Torres, Costa Rica

Since the proposal of Biological Corridor Inter Urban Río Torres (CBIRT) in the Great Metropolitan Area of Costa Rica, the corridor was evaluated with the method of adaptive management. Through information from interviews, workshops and previous studies, an evaluation by conservation target of CBIRT was carried and from it was proposed mitigation strategies of threats from particular situations of the territory. We assessed three conservation targets: the watershed of the Torres River, the green frame and birds. The conservation

1. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (ICOMVIS); San José, Costa Rica; atrujilloacosta@gmail.com

2. Compañía Nacional de Fuerza y Luz – CNFL; San José, Costa Rica.

Recibido: 27/07/2016

Aceptado: 11/10/2016

sólidos. El uso de esta metodología facilitó la priorización y monitoreo de acciones para mitigar amenazas y lograr los objetivos planteados para el corredor.

Palabras clave: Corredor biológico, Costa Rica, manejo adaptativo, planeamiento urbano.

Introducción

El paisaje constituye un nexo entre el ser humano y la naturaleza, pero el crecimiento de la población, así como las altas concentraciones de habitantes pueden causar serios daños en los recursos ambientales y naturales de una ciudad (Sorensen, Barzetti, Keipi y Williams, 1998), factores que propician la fragmentación del paisaje. Una de las estrategias para poder conservar la diversidad biológica y hacer frente a la fragmentación es la creación de corredores biológicos, los que tienen como función facilitar el movimiento de organismos entre fragmentos de hábitats (Kattan, 2002). Al favorecer la conectividad mediante la preservación de sistemas con áreas de vegetación, se mejora la calidad de vida de los habitantes, previniendo desastres naturales y proporcionando a la población lugares naturales para salvaguardar servicios ecosistémicos como el aire y el agua, además de proveer lugares de recreación (Sorensen et al., 1998).

El Programa Regional para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano, en la actualidad suma 37 corredores a lo largo de todo el territorio costarricense, con alrededor de 1 753, 822 ha en total, lo que representa el 34% del país (Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica - PNCB, 2009). Sin embargo ningún corredor incluye centros urbanos dentro de sus límites, con excepción del corredor Interurbano Río Torres del Gran Área Metropolitana (GAM) (Feoli, 2013). Liderado por la Municipalidad de San José y con el apoyo de entidades del sector público, privado, Organizaciones no gubernamentales (ONG's) y comunidades interesadas, esta iniciativa busca maximizar los servicios ecosistémicos de regulación y culturales dentro del área metropolitana. Las acciones realizadas buscan el mejoramiento de la conectividad de la trama verde a partir de un proceso de ordenamiento de la microcuenca urbana, rehabilitación de ecosistemas degradados y disminución de la cantidad de residuos sólidos que llegan directamente a las plantas hidroeléctricas principalmente Electriona y a Belén, en las cuales finaliza la microcuenca (Feoli, 2013).

El corredor al estar dentro de una matriz urbana y ser interinstitucional, requiere de herramientas de seguimiento. Una de estas es el manejo adaptativo, el

target with highest threat assessment was green frame, because of threats such as deforestation and poor management of solid waste. Using this methodology facilitates prioritization and monitoring of actions to mitigate threats and achieve the aims for the corridor.

Key words: Biological corridor, Costa Rica, adaptive management, urban planning.

cual permite la evaluación continua del proceso, para modificar o reforzar las estrategias que se propongan dentro los objetivos de conservación (Wilhere, 2002). Para llevar a cabo esta herramienta existe la Planificación para la Conservación de Áreas - PCA, que es una metodología creada por The Nature Conservancy en la que se puede incluir el manejo adaptativo para modificar y re-diseñar un proyecto (Granizo et al., 2006). Ejemplos de acciones de conservación realizadas usando esta metodología son las desarrolladas en el área natural del cañón del río Potomac en Estados Unidos (Allen & Flack, 2001), en la región semiárida de Guatemala (Secaira, Prado y Pérez, 2003), y las zonas marino costeras y de bosques húmedos de tierra firme hasta los 500 msnm en Costa Rica (Corrales y Herrera, 2005).

Por lo tanto, debido a la dimensión e incertidumbre con la que cuenta esta iniciativa de corredor inter urbano, se usó el método del manejo adaptativo que permite definir, priorizar y simplificar la realidad para generar estrategias de mitigación, conservación y es óptimo en la toma de decisiones de una zona (Sutherland, 2006), teniendo como base la metodología PCA. En el presente estudio se estableció como objetivos identificar objetos de conservación y sus amenazas, y proponer estrategias de mitigación y de conservación para el proyecto "Corredor Biológico Interurbano Río Torres" (CBIRT).

Materiales y métodos

Área de estudio

El Gran Área Metropolitana (GAM) se encuentra ubicada en el centro de Costa Rica, está constituida por 4 provincias (San José, Alajuela, Cartago y Heredia) donde el crecimiento urbano ha sido espontáneo y desorganizado, hay deficiencias en el sistema vial y de transportes, así como falta de inversión en recuperación o mantenimiento de áreas verdes (Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos). Dentro de la misma, la Microcuenca del Río Torres se ubica en la provincia de San José, entre los cantones de San José, Goicoechea, Montes de Oca y Tibás (Artavia y Valle, 2013; Feoli, 2013). Corresponde a la ubicación geográfica entre 09°55' N - 83°56' W y 09°58' N - 84°10' W, con 4309 ha y una

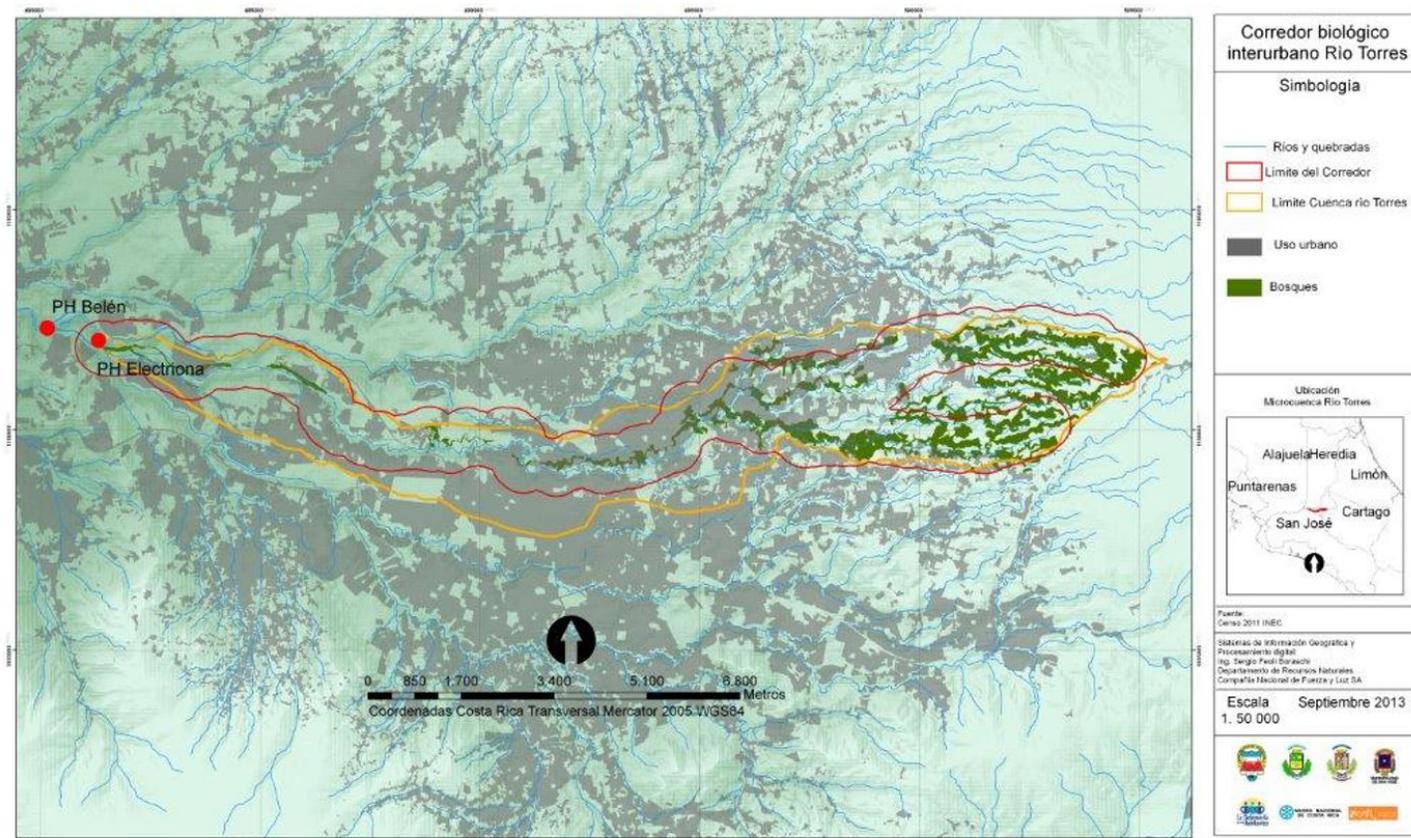


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio mostrando los límites del Corredor Biológico Interurbano Río Torres (CBIRT), Costa Rica.

Figure 1. Location map of the study area showing the boundaries of Biological Corridor Inter Urban Rio Torres (CBIRT), Costa Rica.

elevación aproximada de 1100 msnm. Los usos del suelo dominantes en esta Microcuenca son las zonas urbanas con el 47,88 % del área, seguido por bosques secundarios con 11,96 %, y en menor representación zonas de cultivo y pastizales, zonas industriales, charrales, entre otros.

La densidad poblacional a lo largo de toda la Microcuenca no es homogénea, ya que presenta valores desde 202,71 habitantes/km² hasta 9 398,19 habitantes/km², con un promedio de 5 111,93 habitantes/km² (\pm 2 941,48; CV: 0,58). El mayor registro de densidad poblacional se presenta principalmente en la zona media y baja de la Microcuenca (e.g. distrito Cinco Esquinas, Guadalupe, Ipis, Purral, Pavas), mientras que la menor se encuentra en la zona alta de la Microcuenca (e.g. Rancho Redondo, San Rafael, Mata de Plátano).

Dentro de la Microcuenca, el CBIRT comprende los 300 m a cada lado del Río Torres dentro de la subcuenca del Río Virilla, abarca los cantones de Tibás, Montes de Oca, San José y Goicoechea. Inicia en Rancho Redondo y finaliza en la Planta Hidroeléctrica Electriona en Pavas y en la Planta Hidroeléctrica Belén.

Se utilizó la información publicada y la experiencia y conocimiento de los expertos del Programa de

Cuencas Hidrográficas y Corredores Biológicos de la Municipalidad de San José y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). Durante el año 2014, se realizaron cuatro entrevistas correspondientes a los cuatro expertos que están trabajando en la creación del corredor, para conocer detalles de los datos recopilados previamente a este estudio, así como la percepción que tiene cada uno de ellos sobre las problemáticas presentes en el área de estudio. A su vez, se efectuaron cuatro talleres a lo largo del año y dos salidas de campo para presenciar las realidades presentes dentro del corredor; los talleres sirvieron como medio de construcción común, en el que a los expertos se les involucró en la evaluación del corredor usando como método el manejo adaptativo.

El enfoque de manejo adaptativo desarrollado por La Alianza para las Medidas de Conservación (The Conservation Measures Partnership - CMP, 2007; Granizo et al., 2006), parte de la determinación de objetos de conservación, los cuales pueden abarcar cualquier grupo de organización biológica, desde especies, ecosistemas o procesos ecológicos específicos. Cada objeto debe representar y englobar de manera representativa la biodiversidad del CBIRT y a partir de ello llevar a cabo conservación (The Conservation Measures Partnership - CMP, 2007; Granizo et al., 2006).

Cuadro 1. Matriz de integridad ecológica para los objetos de conservación identificados en el Corredor Biológico Interurbano Río Torres - CBIRT, Costa Rica (Blake & Loiselle, 2000; Calvo y Mora, 2012; Artavia y Valle, 2013; S. Feoli, comunicación personal 2014; G. Sánchez, comunicación personal 2014). Se resalta el rango en el que actualmente se encuentra cada indicador del atributo.

Table 1. Ecological integrity matrix for the identified objects of conservation in the Biological Corridor Inter Urban Rio Torres CBIRT, Costa Rica (Blake & Loiselle, 2000; Calvo & Mora, 2012; Artavia & Valle, 2013; S. Feoli, personal communication 2014; G. Sánchez, personal communication 2014). The range in what is currently located each indicator attributes, is stands out.

Objeto de conservación	Atributo clave	Indicador	Calificaciones del indicador				Calificación deseada
			Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	
Microcuenca Río Torres	Cambio en el tamaño de la ribera del Río	Porcentaje de aumento anual en vertimiento de aguas residuales	≥12,7%	9,53-12,6%	6,36-9,52%	3,19-6,35%	Bueno
	Cambio en la composición química del río	Toneladas promedio anuales de residuos sólidos en el río	>100 Ton/año	100-50 Ton/año	50-10 Ton/año	<10 Ton/año	Muy Bueno
		Contenido coliformes fecales	> 41000/100ml	12000 - 41000 /100ml	321- 1000/100ml	≤ 320/100ml	Regular
Trama Verde	Composición y estructura del bosque ripario	Área de zacate removido	0-25%	26-50%	>51%	100%	Muy Bueno
	Composición y estructura del bosque	Porcentaje de mortalidad de árboles plantados	75-100%	50-75%	25-50%	0-25%	Muy Bueno
	Conectividad	Aumento en el Número de parches boscosos	≥ 11 (≥ 34 fragmentos)	6 - 10 (34-38 fragmentos)	1 - 5 (29-33 fragmentos)	0 (28 fragmentos)	Bueno
	Conectividad	Aumento el área verde por habitante	≥2	3-4	5-6	7	Muy bueno
Aves	Riqueza	Número de especies presentes	≤ 39	40 - 78	79 – 155	≥ 156	Bueno

Los objetos de conservación se usaron con el fin de generar una matriz de integridad ecológica usando el Libro de trabajo (The Nature Conservancy - TNC, 2003). Esta matriz mide por medio de indicadores de atributos ecológicos clave o características ecológicas de cada objeto, la situación actual de los objetos de conservación y la situación a la que se espera llegar con el tiempo. Los atributos ecológicos clave y los indicadores se obtuvieron a partir de la información generada por los participantes del corredor, entre ellos el criterio de expertos, investigaciones realizadas dentro de la zona de estudio e información secundaria generada por medio de capas de información geográfica disponibles. Cada indicador se evaluó en una escala de pobre, regular, bueno a muy bueno, asignando rangos de valor de acuerdo a la escala de medición de cada indicador. Los rangos se establecieron de acuerdo al criterio de los expertos en cada una de sus áreas y el rango actual se estableció de acuerdo a la información generada antes descrita.

Además se identificaron amenazas de cada objeto y se evaluaron de acuerdo a los componentes de la misma,

los cuales son el alcance, severidad, irreversibilidad y contribución. Cada componente se valoró en categorías de Bajo, Medio, Alto y Muy Alto, de acuerdo a una concertación con los expertos, quienes basados en la percepción y la información que ellos han recogido del área de estudio, asignaron una categoría. Por amenaza de cada objeto de conservación se ponderó una categoría de valor usando el Libro de trabajo versión 4.0 (The Nature Conservancy - TNC, 2003), y se presentaron a través de una matriz de evaluación de amenazas por objeto de conservación.

Se establecieron estrategias, e indicadores para medirlas, que se puedan desarrollar para reducir las amenazas, mitigar y mejorar la situación actual de cada uno de los objetos de conservación definidos.

Cabe aclarar que todos los datos usados para la evaluación del corredor no se midieron en este estudio, sino que fueron obtenidos del trabajo adelantado por la Municipalidad de San José y la CNFL, y estudios previos publicados. Además, aunque se estableció la parte social como una parte importante dentro del corredor, no se tuvo

Cuadro 2. Matriz de evaluación de las amenazas por objeto de conservación y el estado de amenaza para cada objeto de conservación. El estado de amenaza se expresa en categorías de Bajo, Medio y Alto.

Table 2. Threat assessment matrix per conservation object and threat status for each conservation object. Threat status is presented in color categories: low, medium and high.

Amenazas a lo largo de sistemas		Microcuenca río Torres	Trama verde	Aves	Valor jerárquico global de amenaza
1	Deforestación	Bajo	Alto	Medio	Medio
2	Falta de sistemas de manejo de residuos sólidos y alcantarillado	Alto	-	-	Medio
3	Mal manejo de residuos sólidos	-	Alto	-	Medio
4	Crecimiento urbano mal planificado	-	Medio	-	Bajo
5	Presencia de especies invasoras	-	-	Bajo	Bajo
6	Prácticas de cultivo inadecuadas	Bajo	-	-	Bajo
7	Baja producción de frutos por contaminación	-	-	Bajo	Bajo
8	Vertimiento de residuos de chancheras y ganadería	Bajo	-	-	Bajo
9	Enfermedades	-	-	Bajo	Bajo
10	Ruido por mala organización del sistema de transporte	-	-	Bajo	Bajo
11	Hollín producido por transporte público	-	-	Bajo	Bajo
Estado de amenaza para objetos de conservación y el CBIRT		Medio	Alto	Bajo	Alto

en cuenta dentro de la evaluación ya que la información estaba en proceso de compilación y publicación.

Resultados

Se definieron tres objetos de conservación para el CIBRT: la Microcuenca del Río Torres referente al recurso agua, la Trama Verde en el tema bosques y las Aves como bioindicadores de fauna. Particularmente para la microcuenca del Río Torres se dividió a su vez en tres zonas debido a las características diferenciales en el uso del suelo: Microcuenca Alta, Media y Baja. La microcuenca alta es más rural con presencia de sistemas productivos agropecuarios, mientras que la media y baja son zonas urbanas con mayor densidad de personas y construcciones, así como la presencia de sistemas de comercio y procesamiento industrial.

Los indicadores usados en la matriz de integridad ecológica se obtuvieron de los estudios de diversidad de aves (Blake & Loiselle, 2000; Artavia y Valle, 2013), y contaminación fecal (Calvo y Mora, 2012), de la medición de parches a través de las capas de cobertura provistas por la CNFL, y el área verde por habitante calculada con la información de cobertura y número de habitantes. Los demás indicadores y sus respectivas evaluaciones actuales fueron usados gracias a la información medida por el Programa de Cuencas y Corredores Biológicos para el objeto de trama verde y por la CNFL para el objeto de microcuenca del río Torres.

Se establecieron en total siete atributos ecológicos clave para los tres objetos de conservación calificados en su

mayoría (5 atributos) en el nivel pobre, el atributo de riqueza de aves en el nivel regular y el de composición y estructura del bosque en el nivel bueno. Para todos los atributos de los tres objetos se tiene por meta las calificaciones de bueno y muy bueno (Cuadro 1).

Las amenazas fueron detectadas a través de las entrevistas y consolidadas en los talleres (Cuadro 2). Para el objeto de conservación Microcuenca del Río Torres, son comunes la deforestación y la falta de sistemas de manejo de residuos sólidos y alcantarillado. Particularmente en la Microcuenca alta por su condición rural, se presentan también amenazas como el uso de prácticas de cultivo inadecuadas y el vertimiento de residuos de producción de cerdos. Para la Microcuenca media se identificaron amenazas comunes para las demás microcuencas que fueron la falta de sistemas de manejo de residuos sólidos y alcantarillado, el crecimiento urbano mal planificado y la deforestación. En cuanto a la Microcuenca baja se encontró que es afectada también por el crecimiento urbano mal planificado y por el mal manejo de residuos sólidos propios y ajenos provenientes de los cantones ubicados corriente arriba del Río Torres.

Para los objetos de conservación de Trama Verde y aves, la amenaza que comparten es la deforestación. La Trama Verde muestra también las amenazas de mal manejo de residuos sólidos y crecimiento urbano mal planificado. Las aves que habitan dentro del Corredor Interurbano se ven afectadas también, de acuerdo a las entrevistas, por diversas amenazas como la presencia de especies invasoras, enfermedades, baja producción de frutos por contaminación, ruido y hollín por los

Cuadro 3. Estrategias para el mejoramiento del Corredor Biológico Interurbano Río Torres (CBIRT), Costa Rica y los indicadores bajo los cuales se evaluará el proceso de avance.

Table 3. Improvement strategies for the Biological Corridor Inter Urban Río Torres (CBIRT), Costa Rica and indicators to evaluate the advance process.

Monitoreo	Indicadores
Recolección de basura por parte de las Municipalidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de sitios de disposición de residuos sólidos en áreas críticas 2. Número de rutas municipales de recolección de residuos en zonas no cubiertas actualmente 3. Municipios que realizan la gestión de recolección de residuos sólidos en su jurisdicción
Separación de desechos sólidos por parte de la población y Municipalidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hogares que implementan la separación en la fuente 2. Denuncias por disposición ilegal de residuos en el Río y sus laderas 3. Número de campañas de Municipalidades promoviendo la separación en la fuente
Reforestación de superficies degradadas en la Microcuenca Río Torres	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de plántulas que sobreviven al cabo de un año de su siembra 2. Proporción de área reforestada respecto a área degradada
Cabildeo para desincentivar prácticas agrícolas de alto impacto en la Microcuenca alta del Río Torres	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visitas de socialización del Ministerio de Agricultura y Ganadería para promover sus políticas de producción sostenible y sus beneficios. 2. Número de participantes en las actividades de socialización. 3. Estrategias de comunicación para informar aspectos sobre legislación ambiental
Implementación de un programa de vigilancia que evita la construcción de viviendas en bordes del Río	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menos viviendas construidas al borde del río 2. Menos reportes de casas inundadas y colapsadas por causa de derrumbes 3. Porcentaje de la longitud del río recorrida anualmente con fines de vigilancia 4. Denuncias por irregularidades en el uso de zona de protección del río
Desarrollo de actividades económicas productivas en la población que habita alrededor del Río Torres	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de actividades productivas establecidas en la población aledañas al Río Torres 2. Menos habitantes en el borde del Río Torres
Participación institucional a través de mecanismos de gobernanza participativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de acciones a favor del control de residuos sólidos que vierten en el Río Torres por cada distrito. 2. Número de programas gestionados por las Municipalidades para la implementación del manejo de desechos sólidos en el Río Torres.
Promoción de prácticas alternativas de fuentes energéticas en la Microcuenca del Río Torres	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registro de la aplicación de nuevas prácticas alternativas establecidas en la Microcuenca del Río Torres. 2. Mayor % de cobertura boscosa 3. Número de personas y/o comunidades usando las prácticas alternativas ofrecidas.
Talleres de educación ambiental sobre manejo de residuos sólidos en la población local	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de talleres otorgados sobre manejo de residuos sólidos en la población local 2. Número de personas capacitadas en los talleres sobre manejo de desechos sólidos 3. Reducción en el porcentaje de desechos sólidos en la Microcuenca del Río Torres 4. Mayor número de contenedores de basura utilizados y separados por la población

factores propios de las ciudades como lo son el sistema de transporte y la reducción de la cobertura vegetal para el aumento de la construcción.

Por medio de la correspondiente evaluación, se resalta como amenaza crítica para la microcuenca la falta de sistemas en el manejo de residuos sólidos y alcantarillado con una calificación alta. Esto es debido a que esta amenaza está presente en las tres secciones de la microcuenca, por la gran cantidad de residuos que se vierten al río, ya sea procedentes de las viviendas construidas en la orilla formal, informalmente o desde empresas como las automotrices y mecánicas

adyacentes (Cuadro 2).

La Trama Verde es el objeto de conservación con un nivel alto de amenaza general puesto a que las amenazas de crecimiento urbano mal planificado y deforestación tienen un nivel alto. El objeto de conservación Aves no presenta niveles altos.

Entre los indicadores de las estrategias de mitigación producto de las amenazas destacadas y las entrevistas realizadas, algunos ya están implementados como “Número de plántulas que sobreviven al cabo de un año de su siembra” y “Reducción en el porcentaje de desechos

sólidos en la Microcuenca del Río Torres” (Cuadro 3). Se tiene en consideración otros indicadores que están en proceso de planeación como “Número de campesinos beneficiados con plántulas para reforestación y cercas vivas del vivero” implementado por la CNFL y “Número de programas gestionados por las Municipalidades para la implementación del manejo de desechos sólidos en el Río Torres”.

Discusión

La generación de áreas verdes dentro de proyectos de planeación urbana se ha realizado en diferentes países como Colombia (Arias-González y Carreño-Martínez, 2011; Ramírez, Trespacios, Ruíz y Otero-García, 2008; Remolina-Angarita, 2006), Bolivia (Rodríguez-Laredo, 2011), México (Suárez, Camarena, Herrera y Lot, 2011), España (Benito-Molina, 2014; Ajuntament de Barcelona, 2013). Estos procesos muestran características comunes en países y zonas diferentes dentro de un mismo entorno urbano, reflejándose en las amenazas que presentan así como en las estrategias que se emplean para mejorar el entorno. Algunas similitudes en cuanto a las amenazas detectadas para el CBIRT, están: Contaminación atmosférica (Rodríguez-Laredo, 2011), contaminación hídrica por vertimientos, mala disposición y tratamiento de residuos sólidos, pérdida acelerada de la biodiversidad y deterioro de los ecosistemas naturales por la expansión de la actividad agrícola y las zonas urbanas, altos procesos de urbanización del 94% en las ciudades (Arias-González y Carreño-Martínez, 2011). Entre las estrategias comunes se presentan el uso de la conectividad del paisaje como herramienta de aseguramiento del flujo de servicios ambientales, continuidad de espacios verdes y mejoramiento urbanístico, a través de la identificación de áreas protegidas, implementación de sistemas silvopastoriles, y reforestación (Ramírez et al., 2008); (Remolina-Angarita, 2006).

Los objetos de conservación definidos responden a las necesidades de la iniciativa y a los procesos ya iniciados, como el plan de desarrollo municipal de San José 2012-2016, que contempla como proyecto el desarrollo de un plan de manejo integral de microcuencas urbanas (Río Torres y posteriormente María Aguilar y Tiribí), en el que se proponen metas para el manejo, conservación y rehabilitación de la Microcuenca del Río Torres. El proyecto del CBIRT ha desarrollado estudios como la caracterización biológica de la Microcuenca del Río Torres, que cuenta con un diagnóstico de la avifauna en el cantón de San José (Artavia y Valle, 2013), la caracterización de las especies arbóreas utilizadas para la restauración de una zona de los bosques Los Conejos y Cristal (Barrantes-Núñez, Herrera-Martínez, Rodríguez-Corrales y Venegas-Alvarado, 2012) y un estudio sobre la conectividad estructural entre bosques urbanos en el mismo sitio (Vargas, Zamora y Zamora,

2012), información que sirve como base para conocer el estado actual del corredor propuesto.

Respecto a la flora en los sectores de Los Conejos y Cristal se han realizado proyectos de restauración con especies nativas y exóticas, siendo el Roble Sabana Tabebuia rosea (Bignoniaceae), *Malpighia glabra* (Malpighiaceae) y por último *Dilodendron costarricense* (Sapindaceae) más abundantes en el primer sitio y *Lafoensia puniceifolia* (Lythraceae) y *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), son más abundantes para el segundo sitio respectivamente (Barrantes-Núñez et al., 2012). Así mismo el Programa de Cuencas Hidrográficas y Corredores Biológicos de la Municipalidad de San José, pioneros de la iniciativa CBIRT, han plantado 88 especies entre las que se destacan el Almendro de montaña (*Andira inermis*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro amargo (*Cedrela salvadorensis*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Cirrío colorado (*Mauria heterophylla*), Higuerón (*Ficus* spp.) y el Níspero (*Eriobotrya japonica*), con el fin de reforestar y combatir la presencia de zacate elefante (*Pennisetum purpureum*), y conforme con las necesidades de reforestación en el área metropolitana (Sánchez y Artavia, 2013). De acuerdo a esta iniciativa desarrollada por el Programa, hasta el 2014 se ha removido una cuarta parte del zacate en estos sectores y aunque por el momento tiene una calificación de Pobre, la iniciativa se mantiene vigente y con un porcentaje de mortalidad favorable para continuar removiendo zacate elefante.

Las aves son el grupo de fauna más representativo y del que se conoce más información (por ser fácil y económico el muestreo). Las familias Tyrannidae y Parulidae presentaron la mayor cantidad de especies en Los Conejos y Cristal, así como también la familia Embericidae, debido a la gran cantidad de área cubierta por pastizales, los cuales son utilizados por las especies de esta familia (Gutiérrez, Arce, Franco y Chang, 2012). A nivel general para el CBIRT las especies más abundantes son el yigüirro (*Turdus grayi*), la golondrina (*Notiochelidon cyanooleuca*), la viudita (*Thraupis episcopus*), el zanate (*Quiscalus mexicanus*), y se identificó la necesidad de generar más parches que permitan la percha y movilización de aves (Artavia y Valle, 2013). Sin embargo, no se han realizado inventarios de anfibios, reptiles y mamíferos terrestres o voladores por lo que no es posible por el momento determinar su potencial como objeto de conservación.

En la Microcuenca del Río Torres, de acuerdo al artículo 33 de la Ley Forestal 7575, inciso b, las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos urbanos incluyen 10 m medidos horizontalmente a cada lado del cuerpo de agua, sin embargo esto no se está cumpliendo en toda la extensión del río. El incumplimiento de la ley no sólo afecta directamente los cuerpos de agua, sino que también a la comunidad aledaña y a la sociedad en general, por la disminución en la disponibilidad

de espacios verdes en la ciudad que puede generar segregación socioambiental (Arias y Quesada, 2011), generando así la amenaza de crecimiento urbano mal planificado en unión con la de deforestación y se refleja en la evaluación pobre de conectividad usando de indicador el número de parches boscosos.

Teniendo como referencia la Organización Mundial de la Salud que determina que el parámetro mínimo área verde por habitante es de 10 m²/habitante, y conociendo que el cantón de San José está urbanizado en cerca del 90%, se ha propuesto realizar esfuerzos de recuperación de las áreas de protección de los ríos para mitigar el déficit de áreas verdes por habitantes (Arias y Quesada, 2011) y evitar que la segregación ambiental aumente. La cobertura vegetal tiene gran importancia ecológica ya que proporciona sitios funcionales para refugio o paso de especies de insectos, aves o mamíferos y a su vez aumentan la heterogeneidad y conectividad estructural, así como la funcionalidad del paisaje (Harvey, Guindon, Haber, Hamilton y Murry, 2007).

La región atraviesa diferentes usos de la tierra entre los que se encuentran la agricultura con el cultivo de papa y fresa principalmente, la ganadería y porcicultura, y el uso urbano ya sea residencial, comercial o industrial. Estos usos son representados en diferentes porcentajes entre las microcuencas alta, media y baja, lo que genera matrices de amenazas y acciones a desarrollar diferentes de acuerdo a la zona. Debido a que las características socioeconómicas de las poblaciones presentes y la cobertura vegetal existente, cumplen un papel determinante en la toma de decisiones, la generación de estrategias de mitigación debe corresponder a la situación actual y particular de cada sector.

Así pues, a nivel social existe un gradiente rural-urbano que influye en las actividades de producción y que tiene a su vez percepciones del territorio diferentes entre sí; estas percepciones conllevan a consecuencias ambientales diferentes como la erosión de suelos por la pérdida de nutrientes por agricultura y pastoreo, la deforestación por la ampliación de la frontera agropecuaria, por construcción o por necesidad de madera, contaminación de las aguas por lixiviación de agroquímicos, por vertimiento de aceites y aguas domésticas residuales e industriales, o por el depósito de desechos sólidos, entre otras. Esto se ve reflejado en las amenazas identificadas como el vertimiento de residuos de chancheras y ganadería, la deforestación y prácticas de cultivo inadecuadas como el cultivo extensivo.

A nivel regional se debe destacar la presión política por generar acciones para reducir la contaminación del agua y reparar el daño ambiental generado sobre el Río Grande de Tárcoles, presión originada como consecuencia del Voto Constitucional del 27 de abril de 2007 o Voto Garabito que presenta el impacto negativo

sobre las playas del cantón de Garabito de Puntarenas por causa del indebido tratamiento de residuos sólidos y líquidos, provenientes de cada cantón ubicado en la cercanías de las subcuencas que surten el cauce principal y que generan condiciones ambientales y de deficiencia sanitaria en la cuenca del Río Grande de Tárcoles (Corte Suprema de Justicia, 2007). En respuesta a este recurso de amparo, el MINAE por medio del Decreto N° 38071-MINAE estipula la creación de la Comisión de Gestión Integral de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles, la cual tiene por objetivo “generar una instancia gestora en aspectos de coordinación, planificación, protección y rehabilitación a través del diseño y construcción conjunta de soluciones técnicas viables, que promueva el desarrollo sostenible, la calidad de vida de la población, la protección de los recursos naturales y la biodiversidad de los territorios incluidos en dicha cuenca” (Ministerio de Ambiente y Energía - MINAE, 2013). Esta norma abre un camino para iniciar iniciativas de restauración, recuperación y rehabilitación ambiental sobre los territorios alrededor y en los ríos.

Conclusiones

La identificación de objetos de conservación, definición de amenazas y propuesta de estrategias de la iniciativa de CBIRT usando los parámetros del manejo adaptativo sirve como una hoja de ruta que será implementada para el manejo de la Microcuenca del Río Torres ante la ausencia de planificación interinstitucional y de estrategias de monitoreo de la efectividad de las acciones que se vienen desarrollando alrededor del proyecto.

Alternativas de conservación en áreas urbanas como el mantenimiento de parches boscosos, restauración de bosques riparios, rehabilitación de la cobertura vegetal planificada y otras acciones, deben considerar la funcionalidad ecológica de las especies, priorizando especies que contribuyan a la rehabilitación del paisaje, favoreciendo relaciones interespecíficas y procesos ecológicos.

El proyecto Corredor Biológico Interurbano Río Torres se constituye en un reto por las condiciones ambientales y ecológicas en las que se encuentra la microcuenca, debido a las dinámicas sociales, económicas y urbanísticas que influyen directamente sobre éste.

Recomendaciones

Es recomendable realizar monitoreos constantes de conteo de plantas nuevas en sitios que han sido parte de los procesos de restauración, con el fin de cuantificar eficacia de los procesos de rehabilitación que se están llevando a cabo en la Microcuenca baja. Así como también es recomendable utilizar una mayor diversidad

de plantas y árboles, con el fin de beneficiar a las especies aves que usan el territorio.

Si bien el presente documento es una línea base, éste fue realizado utilizando la información existente y accesible en el momento de su realización, por lo que se recomienda continuar la evaluación de los objetos de conservación para actualizar y enriquecer el plan de conservación, y así evaluar la efectividad del mismo a través de su aplicación.

Agradecimientos

La participación de todos los miembros del Programa de Cuencas Hidrográficas y Corredores Biológicos de la Municipalidad de San José, en especial la de Gabriela Sánchez, fue vital para el desarrollo de este documento. Asimismo agradecemos la participación de Diego Hoyos, Christian Herrera y Víctor Bravo en los talleres, desarrollo y socializaciones del plan.

Referencias

Ajuntament de Barcelona. (2013). BCN. Plan del verde y de la biodiversidad de Barcelona 2020. M. A.-H. Urbà & A. d. Barcelona (Eds.) Barcelona, España.

Allen, O. & Flack, S. (2001). Potomac George Site Conservation Plan. Washington, D.C. and Arlington, Virginia: National Park Service and The Nature Conservancy.

Arias, J. y Quesada, G. (2011). Ecología urbana en el cantón central de San José: un análisis geográfico (Tesis). Universidad Nacional: Heredia, Costa Rica.

Arias-González, V. y Carreño-Martínez, J. (2011). Propuesta de lineamientos de ordenamiento ambiental para el Corredor Urbano de la ecorregión eje cafetero (Trabajo de grado para optar al título de Administrador Ambiental). Universidad Tecnológica de Pereira: Pereira, Colombia.

Artavia, R. y Valle, D. (2013). Diagnóstico preliminar de avifauna para instaurar el corredor biológico interurbano Río Torres en el cantón de San José. *Ambientico*, (232-233), 51-55.

Barrantes-Núñez, M., Herrera-Martínez, C., Rodríguez-Corrales, A. y Venegas-Alvarado, J. (2012). Caracterización biológica y ecológica de las especies arbóreas utilizadas para la restauración en una zona urbana y San José, Costa Rica. En: T. Bermúdez (Ed.), *Monografía del curso Ecología y Manejo de Bosques*. Costa Rica: Universidad Nacional.

Benito-Molina, V. (2014). Los Corredores Verdes; su importancia en la estructuración ambiental y urbanística en entornos metropolitanos. El caso práctico del Suroeste Metropolitano de Madrid. En: XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. Alicante., 293-301.

Blake, J. & Loiselle, B. (2000). Diversity of birds along an elevational gradient in the Cordillera Central, Costa Rica. *The auk*, 117 (3), 663-686.

Calvo, G. y Mora, J. (2012). Contaminación fecal en varios ríos de la

Gran Área Metropolitana y la Península de Osa. *Tecnología en marcha* (25), 33-39.

Corrales, L. y Herrera, R. (2005). Plan de Conservación Amistad - Cahuita - Río Cañas. Guatemala: PROARCA/APM y TNC.

Corte Suprema de Justicia. (27 de abril de 2007). Resolución N° 2007-05894 de las 11:58hrs. San José, Costa Rica.

Feoli, S. (2013). Corredor biológico interurbano del Río Torres y corredores biológicos en general. *Ambientico*(232-233), 51-55.

Granizo, T., Molina, M., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., . . . Castro, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito, Ecuador: TNC y USAID.

Gutiérrez, S., Arce, A., Franco, J. y Chang, A. (2012). Riqueza de la avifauna en los bosques urbanos Cristal y Los Conejos, San José, Costa Rica. En: T. Bermúdez (Ed.), *Monografía del Curso Ecología y Manejo de Bosques*. Universidad Nacional: Heredia, Costa Rica.

Harvey, C., Guindon, C., Haber, W., Hamilton, D. y Murry, K. (2007). Importancia de los fragmentos de bosques, árboles dispersos y las cortinas rompevientos para la biodiversidad local y regional: Caso de Monteverde, Costa Rica. En C. Harvey, & J. Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de paisajes fragmentados de Mesoamérica* (197-224 pp.). Heredia, Costa Rica: Editorial del Instituto de Biodiversidad INBio.

Kattan, G. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En: M. Guariguata, & G. Kattan (Eds.), *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. EULAC/GTZ (561-590 pp.). Cartago, Costa Rica: Ediciones LUR.

Ministerio de Ambiente y Energía - MINAE. (28 de octubre de 2013). Decreto N° 38071-MINAE. Costa Rica: La Gaceta 34.

Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (s.f.). Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana 2011-2030. Recuperado de http://www.mivah.go.cr/Documentos/potgam/PROPUESTAS-3_21_AGOSTO_2012.pdf

Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica - PNCB. (2009). Memoria: Establecimiento de la red nacional de corredores biológicos de Costa Rica. O. Chassot (Ed.) San José, Costa Rica: Sistema Nacional de Áreas de Conservación - SINAC; Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones; GEF; SGP; PNUD.

Ramírez, D., Trespalacios, O., Ruíz, F. y Otero-García, J. (2008). Conectividad ecológica en la zona rural de la Localidad de Suba. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, Colombia.

Remolina-Angarita, F. (2006). Propuesta de tipología de Corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. *Revista nodo*, 1(1), 13-20.

Rodríguez-Laredo, D. (2011). La gestión del verde urbano como un criterio de mitigación y adaptación al cambio climático. *Investig@ UMSA*, 2(1), 55-70. Recuperado http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/51745/Documento_completo.pdf-PDFa.pdf?sequence=1

- Sánchez, G. y Artavia, R. (2013). Inventario de la foresta en San José: Gestión Ambiental Urbana. *Ambientico*, (232-233), 26-33.
- Secaira, E., Prado, P. y Pérez, S. (2003). Plan de conservación de la región semiárida del valle del Motagua, Guatemala. Guatemala: TNC y USAID.
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K. y Williams, J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de buenas prácticas. Washington, D.C.
- Suárez, A., Camarena, P., Herrera, I. y Lot, A. (2011). Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México: México D.F.
- Sutherland, W. (2006). Predicting the ecological consequences of environmental change: a review of a methods. *Journal of Applied Ecology*, 43, 599-616.
- The Conservation Measures Partnership - CMP. (2007). Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (Versión 2.0 ed.). USAID.
- The Nature Conservancy - TNC. (2003). Libro de Trabajo para la Administración de Proyectos de Conservación: Una herramienta para el desarrollo de estrategias, la toma de acciones y la medición del éxito. Recuperado de <http://www.conservationgateway.org>
- Vargas, R., Zamora, L. y Zamora, P. (2012). Conectividad estructural entre el bosque urbano Los Conejos y Cristal con otras áreas verdes en San José, Costa Rica. En: T. Bermúdez (Ed.), *Monografía del Curso Ecología y Manejo de Bosques*. Universidad Nacional: Heredia, Costa Rica.
- Wilhere, G. (2002). Adaptive Management in Habitat Conservation Plans. *Conservation Biology*, 16 (1), 20-29.