

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

MOCUPP Urbano: Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos



Editorial

MOCUPP Urbano: Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos

Aspectos metodológicos, conceptuales y resultados del MOCUPP-Urbano

Francini Acuña Piedra

María José Elizondo Campos

Marlon Alfaro Cordero

MOCUPP-Urbano como herramienta para el análisis de efectividad de la normativa ambiental en las ciudades

Ana María Lobo Calderón

MOCUPP-Urbano como herramienta para avanzar en la implementación de la Política Nacional del Hábitat y otras políticas relacionadas con el desarrollo territorial sostenible

Raquel Salazar Bejarano

Miguel Cortés Sánchez

MOCUPP Urbano como brújula para la implementación de una herramienta de manejo de paisaje en el Campus TEC, Cartago, Costa Rica

Kathia Alfaro-Arias

Daniela Villalta

MOCUPP en la gestión del recurso hídrico

Natalia Gamboa Alpizar

MOCUPP Urbano: un insumo para la elaboración y evaluación de planes reguladores y de estrategias de renovación urbana

Silvia Valentinuzzi Núñez

Las ciudades verdes y las mujeres: Retos y oportunidades para la igualdad de género

Rafaella Sánchez Mora

Alejandra Martínez Gamboa

MOCUPP Urbano como herramienta basada en ciencia para la selección y priorización de la arborización en la ciudad y la cuantificación de los servicios ecosistémicos

Fabrizio Ballesteros Jiménez

Juan Sebastián Vargas Montero

El MOCUPP urbano y el Monitoreo Biológico Participativo para la toma de decisiones en conservación de la biodiversidad en Corredores

Biológicos Interurbanos

Jossy Calvo Villalobos

Tania Bermúdez Rojas

Marilyn Romero Vargas

Elena Vargas Fonseca

MOCUPP-Urbano. Una herramienta de Planificación Territorial para la Adaptación de las Municipalidades al Cambio Climático. El caso de la Municipalidad de San José

Lorena Romero Vargas

Oscar Antonio Núñez Román

Alber Mata Morales

Una ruta para la electrificación del transporte

Fernando Rodríguez Garro

Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

MOCUPP Urbano: Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos



Editor en jefe: Sergio A. Molina-Murillo

Editor adjunto: Jesús Ugalde Gómez

Consejo editor: Wilberth Jiménez, Luis Poveda, William Fonseca.

Asistencia y administración: Nancy Centeno Espinoza.

Diseño, diagramación e impresión:

Programa de Publicaciones, UNA

Fotografía de portada: Monitoreo biológico participativo en el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA).

Fotografía: Proyecto Paisajes Productivos, PNUD.

Apartado postal: 86-3000, Costa Rica

Correo electrónico: ambientico@una.ac.cr

Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

Redes sociales: Facebook, X, Instagram

La revista Ambientico es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. Aunque la mayoría de los artículos de la revista Ambientico son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas.



Sumario

Editorial	
MOCUPP Urbano: Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos	2
Aspectos metodológicos, conceptuales y resultados del MOCUPP-Urbano	
Francini Acuña Piedra	4
María José Elizondo Campos	
Marlon Alfaro Cordero	
MOCUPP-Urbano como herramienta para el análisis de efectividad de la normativa ambiental en las ciudades	14
Ana María Lobo Calderón	
MOCUPP-Urbano como herramienta para avanzar en la implementación de la Política Nacional del Hábitat y otras políticas relacionadas con el desarrollo territorial sostenible	20
Raquel Salazar Bejarano	
Miguel Cortés Sánchez	
MOCUPP Urbano como brújula para la implementación de una herramienta de manejo de paisaje en el Campus TEC, Cartago, Costa Rica	26
Kathia Alfaro-Arias	
Daniela Villalta	
MOCUPP en la gestión del recurso hídrico	34
Natalia Gamboa Alpízar	
MOCUPP Urbano: un insumo para la elaboración y evaluación de planes reguladores y de estrategias de renovación urbana	42
Silvia Valentínuzzi Núñez	
Las ciudades verdes y las mujeres: Retos y oportunidades para la igualdad de género	50
Rafaella Sánchez Mora	
Alejandra Martínez Gamboa	
MOCUPP Urbano como herramienta basada en ciencia para la selección y priorización de la arborización en la ciudad y la cuantificación de los servicios ecosistémicos	56
Fabrizio Ballester Jiméñez	
Juan Sebastián Vargas Montero	
El MOCUPP urbano y el Monitoreo Biológico Participativo para la toma de decisiones en conservación de la biodiversidad en Corredores Biológicos Interurbanos	65
Jossy Calvo Villalobos	
Tania Bermúdez Rojas	
Marilyn Romero Vargas	
Elena Vargas Fonseca	
MOCUPP-Urbano. Una herramienta de Planificación Territorial para la Adaptación de las Municipalidades al Cambio Climático. El caso de la Municipalidad de San José	74
Lorena Romero Vargas	
Oscar Antonio Núñez Román	
Alber Mata Morales	
Una ruta para la electrificación del transporte	83
Fernando Rodríguez Garro	
Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico	91

MOCUPP Urbano: Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos

Juan Carlos Barrios, en su artículo sobre los ecosistemas urbanos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (2010), recoge al siguiente mensaje de la Agencia Ambiental Europea: *las ciudades son ecosistemas abiertos y dinámicos que consumen, transforman y dispersan materiales y energía; se desarrollan, adaptan e interactúan con otros ecosistemas. Son altamente artificiales y dominados por una especie, la humana, pero sólo pueden sobrevivir y generar calidad de vida usando servicios básicos generados por la naturaleza y la biodiversidad de otros ecosistemas. Tales servicios, originados dentro y fuera del área urbana incluyen la regulación del ciclo del agua y el clima, la purificación del aire, el agua y el suelo y la producción de comida y otros bienes.*

Jared Diamond menciona entre los factores que contribuyeron al colapso de las sociedades pasadas a la deforestación y la destrucción del hábitat, los problemas de suelo (erosión, salinización y pérdidas de fertilidad del suelo), los problemas de manejo de agua (escasez de agua, contaminación hídrica y tratamiento de aguas residuales), la pesca excesiva, las consecuencias de introducir especies que suelen ser especies invasoras, el aumento del impacto per cápita en el medio ambiente (huella ecológica), los cambios climáticos ocasionado por el hombre (Influencia antropogénica sobre el clima) y el crecimiento poblacional humano.

El Informe Mundial de las Ciudades (2022), del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), señala entre los principales hallazgos:

- Las ciudades llegaron para quedarse, y el futuro de la humanidad es indudablemente urbano: estamos presenciando un mundo que seguirá urbanizándose durante las próximas tres décadas, del 56 por ciento en 2021 al 68 por ciento en 2050.
- La urbanización está entrelazada con varios desafíos globales existentes: las ciudades no existen aisladas de los desafíos globales.
- La construcción de resiliencia debe ser el núcleo del futuro de las ciudades: la construcción de resiliencia económica, social y ambiental, incluidas las estructuras institucionales y de gobernanza adecuadas, debe ser el núcleo del futuro de las ciudades.
- Los enfoques transformadores de género son cruciales para construir futuros urbanos inclusivos: en el futuro, las ciudades y los gobiernos subnacionales deben priorizar respuestas inclusivas y transformadoras de género que se produzcan en conjunto con las poblaciones urbanas vulnerables.
- Las ciudades deben adoptar la economía circular como una nueva frontera en la búsqueda de la sostenibilidad y la resiliencia: la Nueva Agenda Urbana promueve la adopción de políticas que conduzcan a una economía urbana circular para alejar el consumo y la producción de patrones insostenibles.
- Las soluciones basadas en la naturaleza deben formar parte de los procesos de planificación inclusivos para lograr un futuro urbano sostenible: los enfoques inspirados en la naturaleza para la planificación, la gobernanza y el diseño urbanos están revolucionando el pensamiento actual sobre las ciudades y los servicios urbanos.

En este contexto, el Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos (MOCUPP Urbano) es una herramienta tecnológica enfocada en la generación de datos geospaciales, independiente y de acceso abierto (gratuito), que se basa en el análisis y monitoreo de las coberturas de la tierra, que resulta fundamental para enfrentar estos retos y tendencias.



Instituto Costarricense de Turismo
(fran1993piedra@gmail.com)



Organización para Estudios Tropicales
(marijo1221.mje@gmail.com)



Consultor independiente
(marlon.alfaro@cfia.or.cr)

Aspectos metodológicos, conceptuales y resultados del MOCUPP-Urbano

Francini Acuña Piedra
María José Elizondo Campos
Marlon Alfaro Cordero

El Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos (MOCUPP Urbano) es una herramienta tecnológica enfocada en la generación de datos geoespaciales, independiente y de acceso abierto (gratuito), que se basa en el análisis y monitoreo de las coberturas de la tierra. Su objetivo es gestionar el territorio urbano mediante datos que sirven de referencia para la toma de decisiones, así como para futuros estudios y procesos de planificación.

Esta herramienta ha generado datos desde el año 2018 y surge del trabajo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el proyecto “*Conservando la biodiversidad a través de la gestión sostenible de los paisajes de producción en Costa Rica*”, conocido como proyecto Paisajes Productivos. Este esfuerzo contó con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), así como con la colaboración de diversas instituciones nacionales y municipales, destacando el apoyo del Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA), que fue el área piloto que dio origen al trabajo metodológico de la herramienta.

En 2022, mediante el proyecto *“Transición a una economía verde urbana y la generación de beneficios ambientales globales”* (conocido como proyecto TEVU), se replicó la metodología y se amplió a 20 cantones del Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica. Se contó nuevamente con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

El MOCUPP Urbano monitoreó 20 cantones del GAM, de los cuales siete pertenecen a la provincia de San José: Alajuelita, Curridabat, Desamparados, Goicoechea, Montes de Oca, Tibás y San José. Además, se incluyeron ocho cantones de la provincia de Heredia: Barva, Belén, Flores, Heredia, San Rafael, Santa Bárbara, Santo Domingo y San Pablo. En Cartago se trabajó en cuatro cantones: Cartago, La Unión,

Oreamuno y Paraíso; y en la provincia de Alajuela, el cantón del mismo nombre. Estos cantones suman un área de 118 615 ha, lo que representa el 2 % de la superficie terrestre de Costa Rica (**Figura 1**).

Los conceptos clave con los que trabaja el MOCUPP Urbano para ejecutar el monitoreo se fundamentan en analizar la trama verde, que corresponde a las áreas verdes naturales dentro del tejido urbano y responde al concepto de infraestructura verde. Este se define como una red de espacios verdes y otros elementos naturales de alto valor, planificada y desarrollada desde una perspectiva estratégica en la ciudad (Natural England, 2010, como se citó en Toribio y Ramos, 2017).

En Costa Rica, la trama verde se analiza desde los espacios de Corredores Biológicos Interurbanos (CBI), los cuales buscan que el territorio urbano proporcione

conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats modificados o naturales, que interconectan microcuencas y tramos verde de las ciudades. El objetivo es que estos espacios contribuyan a la conservación y generen beneficios para la biodiversidad (Decreto Ejecutivo 40043-MINAE, 2017).

Respecto a los usos de la tierra, estos se definen como el uso

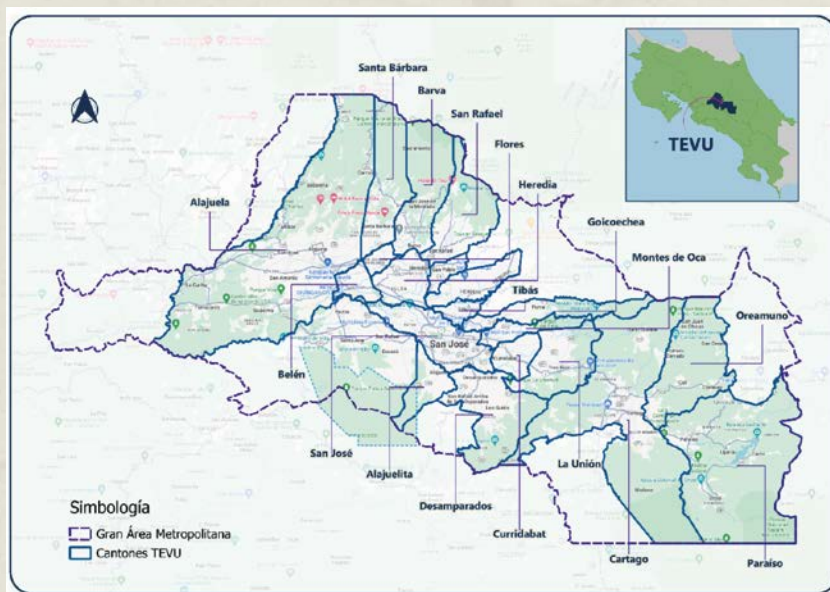


Figura 1. Área de trabajo del MOCUPP Urbano.

funcional de un sitio, considerando elementos biofísicos y culturales. Su determinación requiere una perspectiva humana y la interpretación de las actividades realizadas sobre la cobertura de la tierra en un sitio determinado y está asociado a un área mínima (SIMOCUTE, 2023).

Para realizar el mapeo sobre los usos y cobertura de la tierra se aplicaron técnicas de observación de la superficie terrestre, mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y apoyados en el mapeo enfocado en la teledetección. La teledetección permite capturar información a distancia de los objetos terrestres (Chuvieco, 2010). Al aplicar distintas metodologías de interpretación y clasificación digital de los píxeles de una imagen se pueden extraer los tipos de coberturas de la superficie terrestre.

El procesamiento de las imágenes satelitales se llevó a cabo utilizando SIG, específicamente los *software QGIS y ArcGIS*. El programa *QGIS*, un *software* de código abierto se empleó junto con el complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP, por sus siglas en inglés). Por otro lado, *ArcGIS*, un *software* comercial ampliamente utilizado, se usó en combinación con la herramienta *Iso Cluster Unsupervised Classification*. Para el análisis se utilizaron principalmente imágenes satelitales de alta resolución de los sensores comerciales *WorldView-2* y *WorldView-3*, así como imágenes de algunas áreas obtenidas con el sensor *GeoEye-1*.

Para clasificar el tipo de trama verde presente se utilizaron las clases citadas

en el Decreto Ejecutivo 40043-MINAE (2017), que identificaron tres categorías y 17 clases. Para los usos de la tierra se aplicaron la contextualización y adaptación del *Corine Land Cover* versión para Costa Rica (Rosales, 2016) y el Sistema de Clasificación de la Cobertura y Uso de la Tierra para Costa Rica, elaborado por el SIMOCUTE (SIMOCUTE, 2023) y se utilizaron ocho categorías y 13 clases (Figura 2).

La validación del mapeo se llevó a cabo mediante trabajo de campo, visitando los diferentes tipos de trama verde y usos de la tierra presentes en el área de estudio. Se recolectó la información en puntos de control utilizando un instrumento de Sistemas de Posicionamiento Global (GNSS, por sus siglas en inglés). Además, se emplearon imágenes de alta resolución para la obtención de la información de estos puntos. Para establecer la cantidad de puntos de validación se calculó el tamaño de la muestra de puntos de control para cada tipo de trama verde y usos de la tierra mapeado y, mediante una fórmula estadística, se determinó la cantidad de aciertos del mapeo en relación con la realidad (Chuvieco, 2010). Se aprobaron los resultados a partir de un 90 % de acierto. Este proceso permitió que los resultados obtenidos de la herramienta del MOCUPP Urbano se caractericen por tener estándares metodológicos de alta calidad, garantizando así la precisión de los datos.

Entre los principales hallazgos se destaca que el 49 % del área analizada se clasifica como trama verde, para un total



Figura 2. Categorías de trama verde, usos y coberturas de la tierra, MOCUPP Urbano.

de 58 508 hectáreas (**Figura 3**). Dentro del área de trabajo del MOCUPP Urbano se encuentran Áreas Silvestres Protegidas (ASP), como las Zonas Protectoras Cerros de Escazú, Cerros de La Carpintera y Río Tiribí, Río Navarro-Río Sombrero, así como los Parques Nacionales Volcán Irazú, Braulio Carrillo y Tapantí-Macizo de la Muerte y la Reserva Forestal Cordillera Volcánica Central. Todas estas ASP suman más de 10 000 ha que representan el 9 % el área del proyecto, aportando una importante extensión de trama verde.

La extensión de estos espacios naturales en la ciudad es crucial por los servicios ecosistémicos que brindan, por lo tanto, contar con esta gran extensión de trama verde en la GAM trae múltiples beneficios para la ciudad (González, 2011; Martínez et al., 2016). Sin embargo, es necesario continuar estudiando estos espacios de trama verde para conocer más sobre su estado de conservación, conectividad, características espaciales, entre otros (Núñez, 2021).

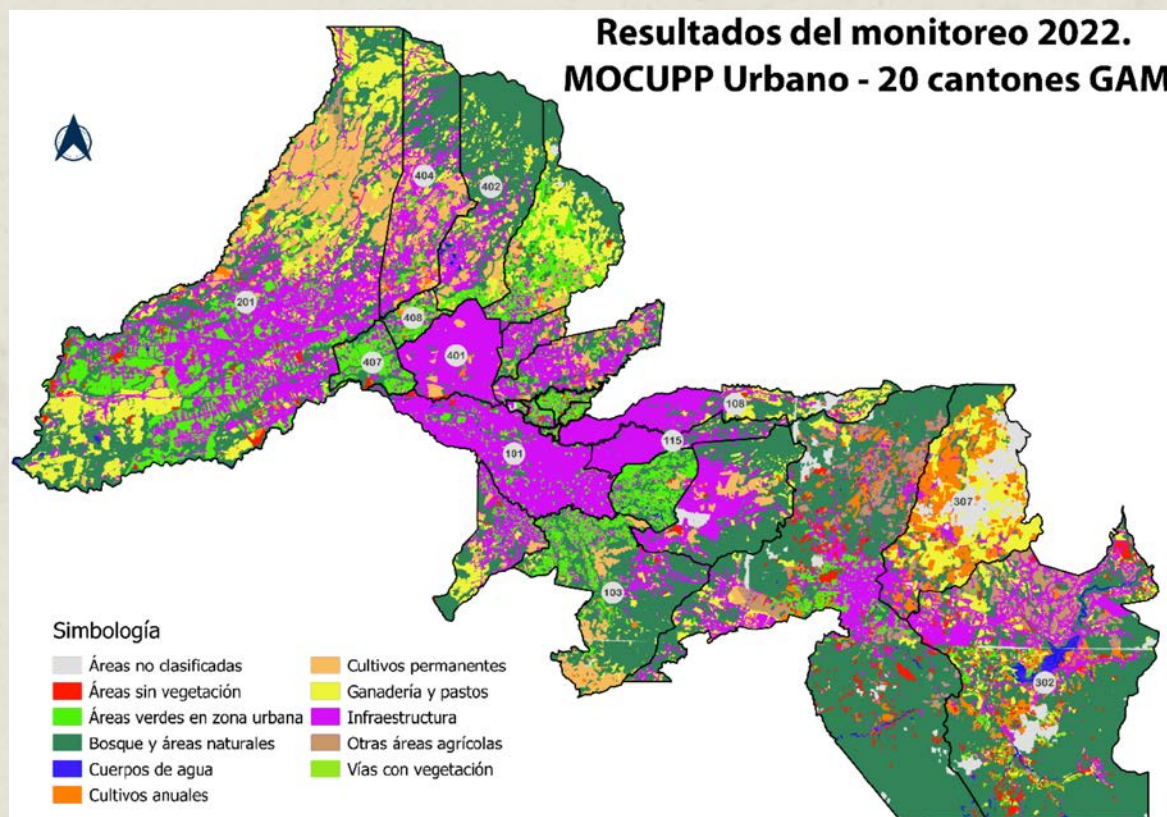


Figura 3. Resultados del monitoreo de MOCUPP Urbano 2022 en 20 cantones de la Gran Área Metropolitana (GAM).

Los tres cantones con mayor porcentaje de área verde son Cartago, San Rafael y Barva. El cantón de Cartago encabeza la lista con un 67 %, seguido de San Rafael con un 65 % y Barva con un 59 % (**Figura 4**).

Los cantones que reportan los menores porcentajes de trama verde en su territorio son San José, Tibás y Oreamuno. San José presenta un 30 %, Tibás un 25 % y Oreamuno un 23 % (**Figura 4**). A pesar de ser los cantones que tienen menos espacios de trama verde, los datos de MOCUPP Urbano permite contar con información para la toma de decisiones y promover el aumento o conservación de los espacios verdes que aún están presentes. Según [Sandoval \(2021\)](#), “los procesos de ciudades resilientes y sostenible, así como la planificación urbana, actualmente están orientando a las ciudades a promover el aumento y conservación de la infraestructura verde”.

Los resultados correspondientes a la categoría de infraestructura indican que 20 % del área analizada pertenece a

esta categoría, con un total de 24 092 ha (**Figura 3**). Este dato muestra la significativa proporción del territorio dedicada a construcciones y edificaciones, lo cual responde a los procesos de urbanización que ha experimentado la GAM. La urbanización en la GAM se dio de forma espontánea, desordenada y no planificada, los suelos agrícolas y ganaderos fueron sustituidos por paisajes urbanos a partir de 1960, primero por un proceso paulatino y, a partir de 1980, de forma explosiva, fenómeno que se extiende hasta nuestros días ([Pujol & Pérez, 2012, como se citó en Acuña-Piedra y Miranda, 2021](#)).

Los cantones con mayor porcentaje de infraestructura son Tibás, San José y Heredia. Tibás tiene un 70 %, San José un 67 % y Heredia un 59 %. Cabe resaltar que estos últimos cantones son cabeceras de provincia. Estos porcentajes reflejan una alta concentración de desarrollo urbano y también registran una mayor densidad de poblacional. Desde el año 2011, el cantón de Tibás se ubicada en el primer puesto de mayor densidad de población

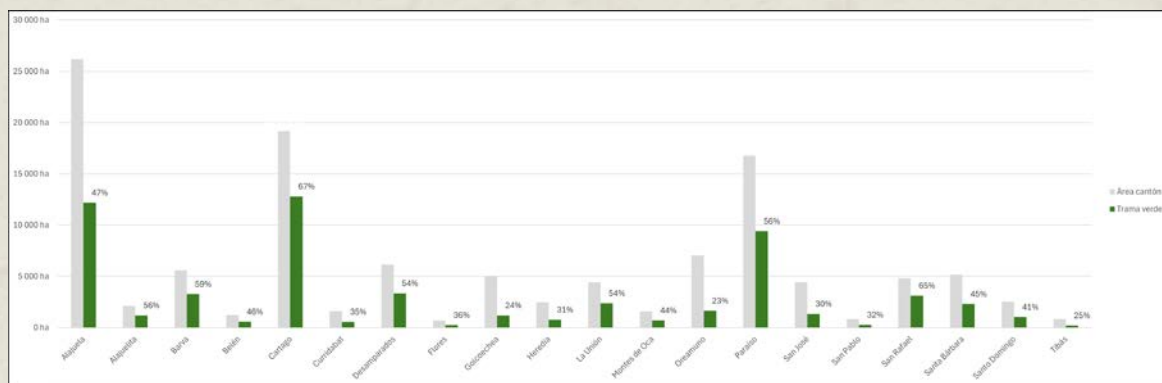


Figura 4. Distribución Trama verde por cantón.

en la GAM con más de 7 000 habitantes por kilómetro cuadrado; en el cantón de San José, se registraron de 6 000 a 7 000 habitantes por kilómetro cuadrado y en Heredia más de 5 000 habitantes por kilómetro cuadrado (Plan GAM, 2013).

Los cantones con menor porcentaje de infraestructura son Paraíso, Oreamuno y Santa Bárbara, con un 3 %, 8 % y 9 % respectivamente (Figura 5). Estos cantones destacan por ser unos de los territorios con mayor área dentro de la GAM. Paraíso tiene una extensión de 16 795 ha, Oreamuno de 7 066 ha y Santa Bárbara de 5 165 ha. Otra característica de estos territorios es que se encuentran en la periferia de la GAM, por lo que la densidad poblacional no supera los 1 000 habitantes por kilómetro cuadrado (Plan GAM, 2013). Aunado a esto, son cantones que dedican gran parte de su área en la producción agropecuaria; en el caso de Paraíso y Oreamuno a hortalizas y Santa Bárbara al cultivo de café (Wei-Salas y Durán-Quirós, 2015).

En el análisis de la categoría de paisajes productivos se identificó que el 25 % del área analizada se clasifica en esta categoría, lo que equivale a un total de 30 232 ha (Figura 3). El cantón con mayor porcentaje de paisajes productivos es Oreamuno con un 56 % de su superficie dedicada a actividades agrícolas, seguido por Santa Bárbara con un 46 % y Alajuela con un 34 % (Figura 6). Estos cantones se destacan por su producción agrícola, ganadera y de cultivos permanentes, como el café. El cantón de Oreamuno reportó más de 2 400 ha de hortalizas, Santa Bárbara alrededor de 1 600 ha de café y más de 500 ha de hortalizas y Alajuela tiene una fuerte actividad de siembra de hortalizas con más de 3 000 ha y el cultivo de café supera las 4 000 ha (Wei-Salas y Durán-Quirós, 2015).

Los paisajes productivos predominan en el área periurbana de la GAM. Morera *et al.* (2013) indican que “los sectores periurbanos en la ciudad implican un territorio que expresa una situación

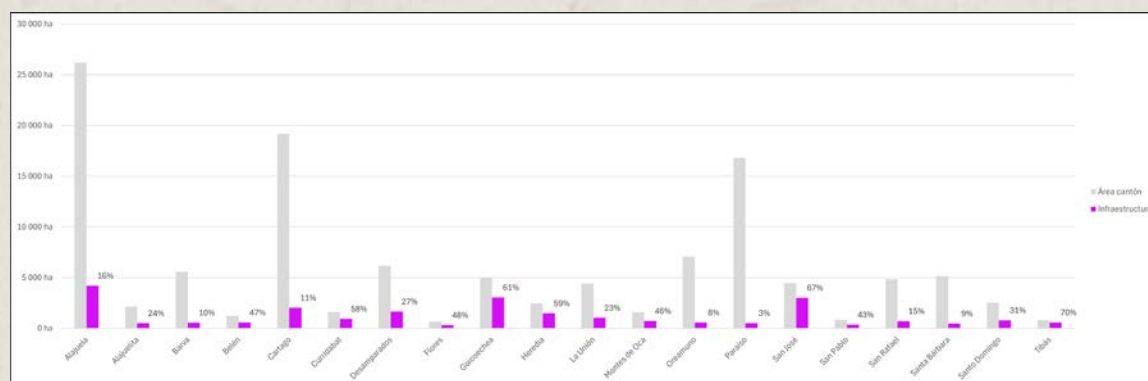


Figura 5. Distribución Infraestructura por cantón.

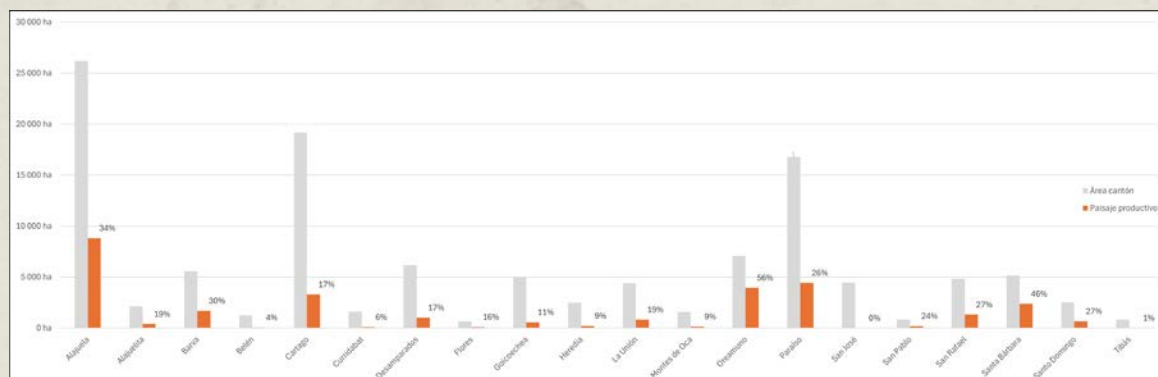


Figura 6. Distribución Paisaje productivo por cantón.

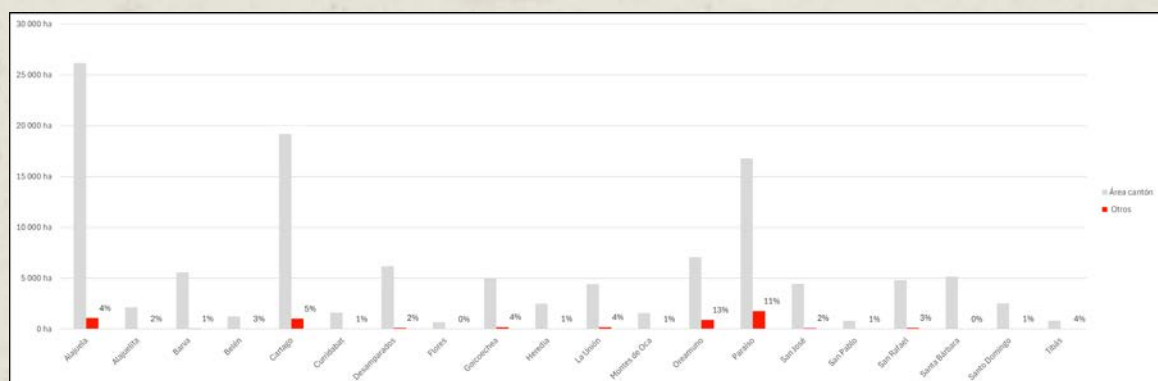


Figura 7. Distribución de otras categorías por cantón.

de interface entre el campo y la ciudad”. Estos espacios son importantes porque representan usos de la tierra, actividades económicas propias de un territorio. Además, estos paisajes permiten la conservación de la cubierta vegetal y los suelos, evitando su impermeabilización. También brindan algunos servicios ecosistémicos al entorno; sin embargo, son los sitios que tienen un alto potencial de enfrentar los cambios de usos de la tierra, ya que son terrenos orientados a ser urbanizados. A su vez, son espacios que se ven afectados muchas veces por factores

económicos relacionados con altibajos en los precios del sector agropecuario, lo que conlleva a la modificación de los usos de la tierra.

Las clases correspondientes a cuerpos de agua, áreas sin vegetación y las áreas no clasificadas, cubren un área de 5 782 ha, que equivale al 5 % del área total de estudio (**Figura 3**). Los cantones que tienen más área registrada con estas categorías son Oreamuno con un 13 %; Paraiso con el 11 % y Cartago con un 5 % del cantón (**Figura 7**). En el caso de las áreas no clasificadas es importante considerar

que, cuando se realicen próximos mapeos, se puedan encontrar imágenes satelitales que permitan observar el usos o cobertura de la tierra presentes, para un estudio completo de los territorios.

Los próximos pasos de la herramienta se centran en capacitar a las personas funcionarias de los municipios en el uso de la información generada por MOCUPP Urbano y en fortalecer sus conocimientos para que puedan crear sus propios datos, con el objetivo de contar con información actualizados para la toma de decisión en sus territorios.

Además, se puede concluir que la información geoespacial generada por MOCUPP Urbano marca un paso significativo hacia una transición efectiva a la economía verde urbana. Esta herramienta se perfila como un instrumento innovador y tecnológico, que permite brindar datos de los usos y cobertura de la tierra en el área urbana de Costa Rica. También, con estos datos, se pueden diseñar estrategias más efectivas para la conservación de áreas verdes, la promoción de infraestructuras sostenibles, la generación de procesos de renovación urbana y la mejora de la calidad de vida en las ciudades costarricenses.

Finalmente, es importante enfatizar que es una herramienta de acceso abierto y transparente, gracias a la publicación de los datos en la plataforma GeoExplora del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (OET-PNUD-GEF, 2024).

Referencias

- Acuña-Piedra, J. F. y Miranda, M. (2021). Monitoreo de los cambios en el uso y cobertura del suelo paisaje urbano. *Ambientico*, (276), 20-25. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/monitoreo-de-los-cambios-en-el-uso-y-cobertura-del-suelo-del-paisaje-urbano/>
- Acuña-Piedra, J. F. y Padilla, C. (2023). Experiencias en el monitoreo de la trama verde con herramientas geoespaciales y reverdecimiento en el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA). *Ambientico*, (284), 30-42. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/experiencias-en-el-monitoreo-de-la-trama-verde-con-herramientas-geoespaciales-y-reverdecimiento-en-el-corredor-biologico-interurbano-maria-aguilar-cbima/>
- Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. Editorial Ariel.
- Decreto Ejecutivo 40043-MINAE. (2017). [Ministerio de Ambiente y Energía]. *Regulación del Programa Nacional de Corredores Biológicos*. Diario Oficial La Gaceta, n.º 20, 27 de enero de 2017. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83609&nValor3=107552&strTipM=TC
- González, C. (2011). Áreas verdes en las ciudades: nuevas formas de entender la naturaleza urbana. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, (97), 46-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3800774>
- Martínez, J., Montero, M., López, L. y De la Roca Chiapas, J. (2016). Efectos psicoambientales de las áreas verdes en la salud mental. *Interamerican Journal of Psychology*, 50(2), 204-2014. <https://www.redalyc.org/journal/284/28447010004/>
- Morera, C., Romero, M. y Sandoval, L. (2013). *Geografía, paisaje y conservación*. Universidad Nacional.
- Núñez, J. M. (2021). Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Economía, sociedad y territorio*, 21(67), 803-833. <https://doi.org/10.22136/est20211661>

- OET-PNUD-GEF. (2024). *MOCUPP Urbano en bibliografía*. Proyecto Transición a una economía verde urbana (TEVU). <https://geoexplora-mivah.opendata.arcgis.com/datasets/MIVAH::mocupp-urbano-2022/about>
- Plan GAM. 2013. *Mapa de densidad poblacional 2011*. Secretaría Técnica del Plan Nacional de Desarrollo Urbano 2013-2030. https://www.mivah.go.cr/Documentos/PlanGAM2013/03-CARTOGRAFIA/2_Vivienda_y_Equipamiento_Social/Densidad_Poblacional.pdf
- Rosales, A. (2016). *Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica (Leyenda Corine land cover versión Costa Rica v 1.0)*. Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P32-10829.pdf>
- Sandoval Rodríguez, D. I. (2021). *Identificación y análisis de los espacios verdes en el planeamiento urbanístico: aportes para la creación de un sistema ambiental* [Tesis de maestría no publicada]. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/357237>
- Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). (2023). *Sistema de Clasificación de la Cobertura y Uso de la Tierra para Costa Rica: versión 2.0*. San José, Costa Rica. H. Acevedo y Y. Villalobos (Eds.). https://simocute.go.cr/assets/documents/Sistema_de_Clasificaci%C3%B3n_Cobertura_y_Uso_v2.pdf
- Toribio, F. y Ramos, S. (2017). Naturaleza y ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (74), 117-141. <https://doi.org/10.21138/bage.2447>
- Wei-Salas, S. y Durán-Quirós, A. (2015). Caracterización del uso del suelo en las principales áreas agrícolas de la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 151-160. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n01_149.pdf



**Abogada, Especialista
en Derecho Ambiental
Proyecto Transición a
una Economía Verde
Urbana OET-GEF-PNUD
(ana.lobo@tropicalstudies.org)**

MOCUPP-Urbano como herramienta para el análisis de efectividad de la normativa ambiental en las ciudades

..... || **Ana María Lobo Calderón** ||

 El diseño y conceptualización del marco legal-ambiental en Costa Rica, así como la jurisprudencia judicial y administrativa resultante de su interpretación y aplicación, han sido, en muchos aspectos, visionarios y ambiciosos. Sin embargo, su aplicación no ha resultado igualmente efectiva. Las ciudades costarricenses son los sitios donde resulta más evidente la falta de una correcta aplicación y cumplimiento de esta normativa.

Reconocidos especialistas en derecho ambiental han afirmado que el principal problema actual del derecho ambiental es su falta de efectividad, existiendo claras falencias tanto en el logro de sus objetivos y metas, como en su aplicación y cumplimiento sostenido y recurrente (Peña, 2016). El Informe Estado de la Nación ha planteado que el país ha generado una gran cantidad de normativa en temas ambientales. Sin embargo, no existen formas sistemáticas y sólidas para analizar su alcance y efectividad, algo que es relevante considerando que para muchos impactos ambientales que se registran en el país, se dispone de una normativa que está destinada a evitarlos (Cabrera, 2020).

El Monitoreo de Cambio de Uso del Suelo en Paisajes Productivos (MOCUPP) es un instrumento con el potencial de contribuir a ese necesario análisis sobre la aplicación, efectividad e impacto de las regulaciones ambientales. Basado en el análisis de imágenes satelitales de alta resolución, es una referencia fundamental para la toma de decisiones y procesos de planificación, así como una poderosa herramienta visual para medir el impacto del cumplimiento (o incumplimiento) de normas ambientales.

En el caso específico del MOCUPP Urbano, que adapta y replica la metodología desarrollada por el MOCUPP en cultivos expansivos como piña, palma aceitera, pastos para ganadería y café, este realiza un monitoreo de la expansión de la huella urbana, permitiendo visualizar el cumplimiento de normativa como las que regulan las áreas de protección de ríos, las áreas silvestres protegidas en entornos urbanos y periurbanos, y las zonas de protección especial definidas en normativa urbanística con fines de conservación ambiental.

Las imágenes satelitales que usa el MOCUPP Urbano fueron procesadas utilizando algoritmos automatizados de clasificación espectral, propios de los sistemas de información geográfica, lo que permitió clasificar los diferentes usos de la tierra: áreas verdes en zona urbana, infraestructura gris, bosques y áreas naturales, cultivos permanentes y temporales, vías con vegetación, cuerpos de agua, entre otros, dentro del área de estudio.

El proceso fue llevado a cabo por un equipo de profesionales en el uso de sistemas de información geográfica (SIG) del PNUD y la OET. Esta información geoespacial, junto con otras capas de información disponibles o que se puedan llegar a generar en el futuro, permite realizar infinidad de análisis, indispensables para una gestión urbana integrada y sostenible, incluyendo el análisis de efectividad y cumplimiento de la legislación ambiental, constituyendo un ejercicio de trabajo interdisciplinario para buscar respuestas a uno de los problemas principales que enfrentan las personas juristas dedicadas al análisis, estudio, aplicación y mejora de la normativa ambiental.

La efectividad consistiría en la capacidad de la norma para lograr los objetivos y fines para los cuales fue creada en primera instancia, desplegando plenamente las consecuencias previstas en la misma sobre la sociedad, el ambiente y los habitantes (Cabrerá, 2020; Peña, 2016).

Con esta definición y utilizando datos del MOCUPP Urbano, es posible realizar el análisis de efectividad de la normativa ambiental existente en, al menos, los ejemplos que se explican a continuación.

Efectividad de la normativa sobre áreas silvestres protegidas (ASP) urbanas.

En el área donde existen datos del MOCUPP Urbano identificamos la existencia de tres áreas silvestres protegidas (ASP) debidamente declaradas y oficializadas: la Zona Protectora El Tiribí y la Zona Protectora Cerros de la Carpintera

de forma total y la Zona Protectora Cerros del Escazú, de forma parcial (únicamente el sector de Alajuelita).

Estas tres ASP, creadas hace casi 50 años vía decretos ejecutivos en el año 1976, pueden ser consideradas, conforme a lineamiento internacionales, áreas protegidas urbanas, las cuales definiremos para el contexto costarricense, con base en Trzyna (2014), como *espacios protegidos oficialmente declarados, situados dentro o en los límites de las principales ciudades del país o región. Cumplen con la definición de área silvestre protegida de la Ley de Biodiversidad N° 7788 y pueden estar en cualquiera de las categorías de manejo reconocidas por la normativa vigente.*

El MOCUPP Urbano, junto con otras fuentes de información geoespacial, como la capa oficial de áreas silvestres protegidas de Costa Rica, la red hídrica, datos geoespaciales sobre áreas de recarga acuífera y ubicación de pozos y nacientes, permite realizar un análisis de efectividad de la declaratoria de estas ASP, de la normativa ambiental y urbanística general que les aplica, así como de sus instrumentos de gestión específicos, como su Plan General de Manejo.

En otras palabras, los datos detallados y actualizados sobre uso del suelo dentro y los límites de las citadas Zonas Protectoras son una herramienta clave para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), las municipalidades, propietarios privados, Acueductos y Alcantarillados, acueductos municipales,

ASADAS, entre otros, para determinar si el objetivo primario de creación de las mencionadas Zonas Protectora, es decir, la regulación del régimen hidrológico, la protección del suelo y de las cuencas hidrográficas, se está cumpliendo de forma efectiva, de manera que se puedan tomar acciones concretas y a la medida para continuar con las prácticas que sí resulten eficaces y corregir aquellas donde hay incumplimiento de la normativa.

Como se indicó anteriormente, la creación de las principales Zonas Protectoras de la GAM está a punto de cumplir 50 años. El MOCUPP Urbano es una herramienta que ofrece la oportunidad de realizar un análisis profundo de su efectividad con datos actualizados, confiables y dinámicos, de cara a los retos del presente y el futuro.

Un análisis de efectividad similar es posible para otros sitios de gran importancia ambiental presentes en el área de estudio, que no cuentan con declaratoria de ASP, pero que fueron definidos como Zonas Especiales de Protección Forestal por el Plan Regional de Desarrollo Urbano Gran Área Metropolitana, sus anexos y reformas (Decreto Ejecutivo N° 13583-VAH-OFIPLAN, 1982). El Decreto Ejecutivo N° 38145-PLAN-MINAE-MIVAH-MOPT-S-MAG (2014) oficializa el Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana Plan GAM 2013-2030, que actualiza el plan anterior, manteniendo la definición y limitaciones ambientales y urbanísticas establecidas para las Zonas de Protección

Especial Forestal. Esta normativa se ampara en lo establecido en los artículos 2, 4, 63 y transitorio 2 de la Ley Planificación urbana ([Ley No. 4240, 1968](#)).

Nos referimos específicamente a Loma San Antonio, en Tirrases, Curridabat y la Loma Salitral, en Desamparados. El citado reglamento y la normativa urbanística emitida en años subsiguientes establecen una serie de limitaciones ambientales a las propiedades públicas y privadas ubicadas en esos espacios, sin embargo, estos carecen de un modelo de gestión específico.

Si bien han existido iniciativas para dotarlas de una categoría de manejo de ASP que se adecue a sus características particulares, esto aún no se ha concretado. Por lo anterior, el uso de información del MOCUPP Urbano como parte de un análisis comparativo de efectividad de la normativa urbanística y ambiental entre las Zonas Especiales de Protección Forestal que cuentan con categoría de manejo (Zona Protectora La Carpintera, Zona Protectora Tiribí, Zona Protectora Cerros de Escazú) y las que no (Loma San Antonio -Tirrases- y Loma Salitral) podrían brindar información valiosa para la toma de decisiones sobre la gestión de estos espacios, cada vez más presionados y amenazados por el crecimiento horizontal, desordenado y mal planificado de la ciudad.

Efectividad de la normativa sobre áreas de protección de ríos, quebradas, arroyos y nacientes y gestión con enfoque de cuenca.

Otro ejemplo del uso del MOCUPP Urbano es la gestión de las áreas de protección de ríos y nacientes, espacios que, por mandato de la Ley Forestal ([Ley No. 7575, 1996](#)) en sus artículos 33, 34 y 58, deben estar cubiertos por árboles y vegetación propia del sitio, con el fin de proteger el recurso hídrico. El MOCUPP Urbano pertinente identificar la presencia de usos no permitido en estos sitios y, por tanto, el incumplimiento del citado marco legal. Esto es posible a través del uso de capas de información geoespacial sobre la red hídrica, y de la ubicación de nacientes con o sin uso para consumo humano.

Una vez ubicada la red hídrica, utilizando la Metodología para la delimitación digital de las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos ([Lobo Calderón y Soto Vega, s. f.](#)), es posible definir el área de protección que corresponda al cuerpo de agua en particular, es decir, 10 metros en zona urbana, 15 metros en zona rural y 50 metros, sin importar la zona, en las riberas de los ríos donde la pendiente sea mayor a 40 por ciento. Delimitada el área de protección, se aplica la capa del MOCUPP Urbano para determinar el uno del suelo y definir si esta es conforme o no con lo establecido en la legislación.

Un ejercicio similar es posible al superponer la capa de información de nacientes, delimitar el radio de protección (100 metros cuando no están captadas para consumo humano, 200 metros cuando sí, conforme a la Ley de Aguas de 1942).

Es importante recordar el MOCUPP Urbano no solo mapea la mancha urbana y la trama verde, sino que también monitorea cultivos, por lo que es posible identificar la presencia de este tipo de actividades no conformes con el régimen de áreas de protección. Asimismo, cabe destacar que la herramienta MOCUPP también cuenta con capas de cultivos extensivos particulares como piña, palma aceitera y pastos, lo que aumenta la posibilidad de análisis de cumplimiento de la legislación sobre áreas de protección en sitios fuera de la GAM.

Para finalizar, el MOCUPP Urbano otorga la posibilidad de realizar análisis con enfoque de cuenca para la prevención de inundaciones urbanas. Los datos del MOCUPP Urbano, sumados a análisis hidrológicos, permiten comprender mejor el desarrollo de eventos que provocan inundaciones, lo que es base para el abordaje preventivo, apoyado en datos técnicos y científicos, así como para analizar la efectividad de la normativa sobre uso urbano, pero también periurbano, y plantear reformas necesarias para controlar la alta impermeabilización del suelo, especialmente en zonas de alto riesgo.

Un caso práctico donde se realizó este análisis es la microcuenca del río Cañas, ubicado en el cantón de Desamparados, que tiene grandes problemas de inundaciones. Usando datos del MOCUPP Urbano y sumando diferentes capas de información disponibles, fue posible determinar que, aunque se preserva la vegetación en los márgenes del río, el resto del

territorio de la microcuenca se encuentra sumamente construido río arriba y las áreas verdes son casi inexistentes, es decir, el suelo está muy impermeabilizado y el agua no tiene donde filtrarse. Esto, sumado a las fuertes pendientes, hace que el agua llovida escurra a gran velocidad, generando las lamentables inundaciones urbanas que provocan dolorosas pérdidas humanas y materiales.

Con esta información, es posible ejecutar acciones planificadas y estratégicas que permitan evitar que esto continúe ocurriendo o que se repita en otras zonas, así como cuestionar la efectividad de la normativa vigente para proponer reformas y modernizaciones urgentes y necesarias.

En conclusión, el MOCUPP Urbano es una línea base o radiografía inicial que nos dice cómo está el uso del suelo, y a partir de esto, sumar otras capas de información que nos permita realizar análisis para la toma de decisiones basada en datos precisos y actualizados para planificar ciudades más verdes, resilientes y sostenibles, amparadas en marcos normativos efectivos, eficaces y basados en la mejor información técnica y científica disponible.

Referencias

- Cabrera Medaglia, J. (2020). Normativa, capacidades regulatorias y efectividad del derecho ambiental en Costa Rica. Informe Estado de la Nación 2021. Investigación base. https://www.researchgate.net/publication/356290013_Normativa_capacidades_regulatorias_y_efectividad_del_derecho_ambiental_en_Costa_Rica_en_el_2020

- Decreto Ejecutivo N° 13583-VAH-OFIPLAN. (1982). [Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Oficina de Planificación Nacional y Política Económica]. *Oficializa el Plan Regional de Desarrollo Urbano Gran Área Metropolitana*. Diario Oficial La Gaceta, Colección de leyes y decretos: Año: 1982, Semestre: 1, Tomo: 2, Página: 398. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=11107&nValor3=102199
- Decreto Ejecutivo N° 38145-PLAN-MINAE-MIVAH-MOPT-S-MAG. (2014). [Ministerio de Planificación y Política Económica, Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Ganadería]. *Oficializa el Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana Plan GAM 2013-2030*. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=77099&nValor3=96496
- Ley No. 4240. (1968). *Ley de Planificación Urbana*. Colección de leyes y decretos del Año 1968, Semestre, 2, Tomo 2 Página 740. <https://www.invu.go.cr/documents/20181/33489/Ley%20de%20Planificaci%C3%B3n%20Urbana>
- Ley No. 7575. (1996). *Ley Forestal*. 16 abril de 1996. Diario Oficial La Gaceta N° 72, Alcance 21. <https://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Leyes/Ley%20Forestal%20N%C2%BA%207575.pdf>
- Lobo Calderón, A. M. y Soto Vega, A. M. (s. f.). *Metodología para la delimitación digital de las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos. De conformidad con el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal No. 7575*. INVU, PNUD. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cr/undp_cr_Metodologia_DelimitacionDigital_19.pdf
- Peña Chacón, M. (2016). El camino hacia la efectividad del derecho ambiental. *Innovare. Revista de Ciencia y Tecnología*, 5(1), 34–48. <https://revistas.unitec.edu/innovare/article/view/34>
- Trzyna, T. (2014). *Urban Protected Areas: Profiles and best practice guidelines. Best Practice Protected Area*. Guidelines Series No. 22. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-022.pdf>



**Abogada, Proyecto
Transición a una
Economía Verde Urbana
OET/GEF/PNUD (raquel.
salazar@tropicalstudies.
org)**

MOCUPP-Urbano como herramienta para avanzar en la implementación de la Política Nacional del Hábitat y otras políticas relacionadas con el desarrollo territorial sostenible

**Raquel Salazar Bejarano
Miguel Cortés Sánchez**



**Director, Dirección de
Gestión Integrada del
Territorio
Ministerio de Vivienda
y Asentamientos
Humanos
(cmiguel@mivah.cr)**

El MOCUPP-Urbano es una herramienta geoespacial de acceso abierto, disponible para 20 cantones ubicados en la Gran Área Metropolitana (GAM), a saber: Alajuelita, Alajuela, Barva, Belén, Cartago, Curridabat, Desamparados, Flores, Goicoechea, Heredia, La Unión, Montes de Oca, Oreamuno, Paraíso, San José, San Pablo, San Rafael, Santa Bárbara, Santo Domingo y Tibás. Esta herramienta permite visualizar los diferentes usos de la tierra en el área analizada, tales como áreas verdes en zona urbana, infraestructura, bosque y áreas naturales, cuerpos de agua, cultivos, ganadería y pastos, vías con vegetación, entre otras. Fue generada por el Proyecto Transición a una Economía Verde Urbana (TEVU), del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF7).

La información geoespacial que proporciona el MOCUPP-Urbano es data valiosa para la toma de decisiones en la gestión del territorio o implementación de la política pública. Por ejemplo, permite priorizar espacios a reverdecer o rehabilitar, aplicando criterios como la fragmentación

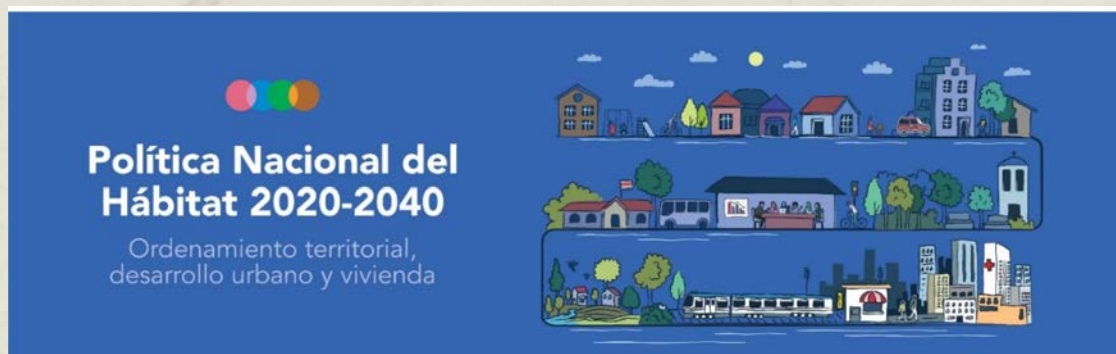
de los parches verdes, la proximidad a rutas de conectividad y cercanía a áreas de protección de nacientes, ríos y quebradas.

Su potencial se incrementa al combinarse con otras capas de información disponibles en plataformas de acceso abierto, como el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) o GeoExplora, lo que amplía el análisis geoespacial del territorio. Los productos generados pueden facilitar el diseño y la toma de decisiones para interconectar parches de bosque y áreas verdes en corredores biológicos, especialmente en áreas interurbanas o comunidades vulnerables. Además, permiten identificar tendencias y patrones de crecimiento urbano, mejorar el control constructivo y promover la recuperación sistemática de zonas invadidas. Esta herramienta también ayuda a comprender los fenómenos de inundaciones en las ciudades, permitiendo realizar acciones correctivas ante la pérdida de cobertura arbórea o áreas permeables, así como apoyar la inversión en obra pública en zonas de prioridad.

En ese sentido, y considerando la producción constante de información en

diferentes periodos, el MOCUPP-Urbano no solo permite el direccionamiento y evaluación de la política pública, sino también su ejecución. Un ejemplo es Política Nacional de Hábitat (PNH), oficializada mediante el **Decreto Ejecutivo No. 43467-MP-MIVAH-MINAE-PLAN-MOPT (2023)**, liderada por el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos en colaboración con otras instituciones relevantes para el desarrollo territorial sostenible, como el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, el Instituto de Desarrollo Rural, el Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias y el Banco Hipotecario de la Vivienda. Esta Política tiene como visión promover un país *donde la planificación y el ordenamiento, de los territorios y los asentamientos humanos, se realiza bajo un marco del desarrollo sostenible y genera intervenciones en el territorio que aumentan el bienestar de las personas y sus ecosistemas.*

La PNH adopta una mirada holística del territorio y aspira a posicionarlo como el elemento transversal y articulador del



accionar público de las instituciones relacionadas con el ordenamiento territorial. Parte del supuesto de que el desarrollo sostenible se torna efectivo a escala local y de forma coordinada entre el gobierno nacional; sus ejes estratégicos buscan fortalecer la coherencia entre las instituciones gubernamentales, tanto nacionales como locales, para dar una mejor respuesta a los retos territoriales.

Otra premisa fundamental de la PNH es que considera la conservación del ambiente como medida indispensable para lograr el bienestar de los ecosistemas y, por tanto, de todas las personas. Propone vincular la planificación urbana y el ordenamiento territorial con otras políticas centrales para el desarrollo del país, como movilidad, gestión del recurso hídrico, conservación de la biodiversidad, gestión del riesgo de desastre y resiliencia, entre otros.

Lo anterior surge en atención a los problemas identificados en la elaboración de la PNH, entre los cuales se pueden mencionar: i) ausencia de datos para la planificación y asignación eficiente de recursos, ii) débil coordinación intersectorial y multiescalar, iii) incomprensión por parte de la institucionalidad y la población sobre los temas vinculados al desarrollo territorial y planificación urbana, iv) falta de incorporación del enfoque ecosistémico, gestión de riesgo y adaptación al cambio climático en los procesos territoriales, lo cual ha contribuido a la pérdida de conectividad y degradación de la biodiversidad, v) invisibilización de la trama verde y servicios ecosistémicos en

las ciudades, y vi) contaminación del suelo y el recurso hídrico, entre otros.

Como se puede deducir, para atender todo lo anterior se necesitan datos que permitan profundizar en el análisis geoespacial del área a intervenir antes de tomar decisiones. Con base en ese marco, este artículo expone cómo el MOCUPP-Urbano, además de generar información para orientar acciones específicas en el territorio, apoya la implementación de la PNH, principalmente en tres de sus ejes.

Ejes de la Política Nacional de Hábitat (PNH).

El Eje 1 de la PNH *Gobernanza territorial, educación y participación*, es el eje transversal y estructurador de la política, pues incide directamente en el cumplimiento de los objetivos, lineamientos y acciones del resto de ejes: Planificación territorial (2), Desarrollo territorial sostenible (3) y



Desarrollo integral de asentamientos humanos y vivienda adecuada (4). Su objetivo es *fortalecer el conocimiento relevante y la articulación, multinivel e intersectorial, entre las instituciones públicas, los gobiernos locales, el sector privado, la academia y la población, desde un enfoque territorial y participativo; con miras a mejorar la efectividad en la gestión y la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo de los territorios y los asentamientos humanos del país.*

Con ese objetivo en mente, el MIVAH desarrolló GeoExplora, una plataforma para propiciar el acceso de la información geoespacial a la población costarricense, mejorando los servicios públicos brindados por las instituciones que realizan intervenciones en el territorio. Además, incluyó el MOCUPP-Urbano en esa plataforma, lo que aumenta la cantidad y calidad de información disponible desde el gobierno central, permitiendo que otras instituciones nacionales y gobiernos locales tomen decisiones para gestionar el territorio basadas en evidencia, así como el público en general, lo cual apoya el cumplimiento del Lineamiento 5.1. *Generación y actualización de información geoestadística para la planificación territorial a escala nacional, regional y local* y el Lineamiento 5.2. *Fortalecimiento de las plataformas y herramientas tecnológicas nacionales, en ordenamiento territorial, desarrollo urbano, desarrollo rural y vivienda, para aumentar la cantidad y calidad de información disponible para tomar decisiones sobre la gestión del territorio*, de la PNH.

Por otro lado, el MOCUPP-Urbano incide en la implementación del Eje 3. *Desarrollo territorial sostenible*, cuyo objetivo es integrar el enfoque ecosistémico y de gestión del riesgo en los procesos de desarrollo territorial, promoviendo el desarrollo de ciudades verdes donde los seres vivos coexistan en un ambiente saludable, seguro y resiliente ante amenazas y desastres. La utilización del MOCUPP-Urbano por parte de gobiernos locales, Corredores Biológicos Interurbanos (CBI) o sociedad civil, en procesos de gestión territorial apoya el cumplimiento de cuatro lineamientos de la PNH:

- Recuperación, regeneración y conservación, de los paisajes urbanos y sus servicios ecosistémicos, mediante la promoción de acciones de gestión y soluciones basadas en la naturaleza (Lineamiento 17.2).
- Fomento de la interconectividad y la diversidad biológica de la trama verde, mediante la consolidación de los CBI actuales (Lineamiento 17.3).
- Sensibilización a los gobiernos locales para la incorporación de los servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza en los planes reguladores y su gestión municipal (Lineamiento 17.4).
- Recuperación y mejoramiento de la calidad ambiental, mediante estrategias de manejo de calidad de cuerpos de agua (Lineamiento 19.2).

Además, es necesario visualizar que el uso del MOCUPP-Urbano no solo está asociado a mejorar la conservación de la biodiversidad; ampliar y consolidar la infraestructura verde en la ciudad genera múltiples beneficios sociales. Por ejemplo, aumenta la salud o bienestar emocional de las personas, reduce la contaminación del aire y padecimientos asociados a la salud, genera más espacios de cohesión social, puede aumentar la percepción de seguridad y mitiga el efecto de las islas de calor. Asimismo, contar con más áreas verdes en la ciudad aumenta la permeabilidad del suelo y puede mitigar las inundaciones urbanas y daños asociados. En ese sentido, el uso del MOCUPP-Urbano también apoya el cumplimiento del Eje 4, *Desarrollo integral de asentamiento humanos y vivienda adecuada*, que tiene como objetivo impulsar el desarrollo de asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, equipados con infraestructura, servicios y espacios públicos de calidad, que permitan el disfrute de la vida, en igualdad de oportunidades y derechos.

La utilización del MOCUPP-Urbano puede apoyar el cumplimiento del Lineamiento 23, que promueve que los asentamientos humanos cuenten áreas verdes y espacios recreativos *bien localizados; y respetando criterios de inclusión y equidad*. Así, las municipalidades pueden utilizar los datos del MOCUPP-Urbano y otros datos de GeoExplora para priorizar el mejoramiento de áreas verdes y recreativas en comunidades vulnerables (23.1),

democratizando el uso de los recursos públicos y generando justicia social, así como planificar acciones para ampliar la cobertura de área verde por habitante (23.3). Por otro lado, el uso MOCUPP-Urbano por parte de personas particulares puede proporcionar insumos para gestionar y presionar a los gobiernos locales por más áreas verdes en sus comunidades.

La PNH entiende territorio como extensión de suelo en donde se expresan múltiples procesos - sociales, ambientales, económicos y culturales - dinámicos y complejos, que comprenden una realidad cambiante entre lo que es y lo que está emergiendo. Por lo tanto, uno de los principales retos del MOCUPP-Urbano, así como otras herramientas geoespaciales y de la institucionalidad pública, es mantener los datos actualizados para la toma de decisiones. Esto permitiría ampliar y potenciar los usos que se le puede dar a la herramienta, como supervisar el aumento o la disminución de la cobertura vegetal o infraestructura verde de la ciudad, evaluar la efectividad de los procesos de reverdecimiento urbano e implementar un sistema de incentivos para promover el reverdecimiento de las áreas urbanas (por ejemplo, el otorgamiento de derechos adicionales de construcción en altura, considerando el porcentaje de área verde que se pretenda mantener en un predio).

Por ello, es indispensable posicionar la necesidad de promover la articulación institucional, principalmente entre el gobierno central y los gobiernos locales, así como con la academia, para lograr la

generación periódica de estudios científicos e información de calidad, que faculten la toma de decisiones y que permitan la evaluación y seguimiento a las políticas públicas que se formulen para la gestión del suelo, con el fin de lograr una gestión pública exitosa de la ciudad y el territorio.

En conclusión, la deuda histórica que tiene el país en ordenamiento territorial y planificación urbana se expresa de forma evidente en el territorio. Esta deuda histórica, mayoritariamente, se basa en este primer eslabón: la generación de datos para la toma de decisiones. Ese vacío de información ha fomentado ciudades con dinámicas que generan deterioro ambiental, pérdida de la funcionabilidad de los ecosistemas en zonas urbanas y disminución de la calidad de vida en nuestros asentamientos humanos. Para revertir lo anterior, es indispensable contar con datos para planificar el desarrollo urbano y tomar decisiones basadas en evidencia. El MOCUPP-Urbano es una herramienta simple, de fácil acceso y uso, que genera datos para apoyar la incorporación de una mirada verde en las decisiones para el desarrollo territorial y avanzar en las metas establecidas en nuestras políticas públicas.

Referencias

Decreto Ejecutivo No. 43467-MP-MIVAH-MINAE-PLAN-MOPT. (2023). [Ministerio de la Presidencia, Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Ministerio de Ambiente y Energía, Planificación Nacional y Política Económica, Ministerio de Obras Públicas y Transportes]. *Oficializa la Política Nacional del Hábitat y Creación del Sistema Nacional del Hábitat 2021 - 2040 (PNH) y su Plan de Acción*. Diario Oficial La Gaceta, n.º 169, 14 de setiembre de 2023. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=100265&nValor3=137468&strTipM=TC



**Bióloga, Máster en
Gestión de Recursos
Naturales y Tecnologías
de Producción
Consultora Especialista
en Recursos Naturales,
Transición hacia una
Economía Verde Urbana
(TEVU)**
(kathia.alfaro@
ekosistemacr.com)



**Ingeniera Agrónoma
Consultora en
Agricultura Sostenible,
Transición hacia una
Economía Verde Urbana
(TEVU)**
(d.villama5@gmail.com)

MOCUPP Urbano como *brújula* para la implementación de una herramienta de manejo de paisaje en el Campus TEC, Cartago, Costa Rica.

**Kathia Alfaro-Arias
Daniela Villalta**

Recientemente, el proyecto TEVU (Transición hacia una Economía Verde Urbana) publicó la *Guía de principios básicos en arboricultura: especies para uso urbano* (Ballesteros *et al.*, 2023). Los países en desarrollo, ubicados en los trópicos, no solo poseen la mayor parte de la biodiversidad del planeta, sino también las tasas de crecimiento demográfico y de urbanización más altas y aceleradas (Marzluff, 2001; McKinney 2002, como se citó en Ballesteros *et al.*, 2023). Ciertamente, nuestras ciudades se expanden constantemente, lo que plantea la pregunta de si este *desarrollo urbanístico acelerado* se lleva a cabo con una planificación urbana sostenible que considere la implementación de herramientas de manejo del paisaje, las cuales mejoren los hábitats y aumenten la conectividad funcional, o bien que cumplan ambas funciones simultáneamente para beneficiar a la biodiversidad nativa (Lozano-Zambrano, 2009).

La respuesta a este cuestionamiento es evidente: basta con caminar por nuestras ciudades (si es que las personas lectoras tienen la suerte de contar con aceras adecuadas y seguras en su barrio) para darnos cuenta de las grandes oportunidades de mejora que enfrentamos como sociedad.

En la Gran Área Metropolitana (GAM) percibimos nuestras ciudades como inseguras y completamente cementadas, donde experimentamos sensaciones de calor intenso y dificultad para caminar o desplazarnos, en general, como espacios donde las personas no se sienten cómodas, lo que genera el deseo de escapar rápidamente de ellas.

Para TEVU, la Visión de Ciudad Verde es aquella ciudad accesible e inclusiva que se gestiona con la participación de sus habitantes, donde abundan los espacios naturales, la biodiversidad y la infraestructura azul; estos elementos impactan de manera directa en su capacidad de resiliencia. Su fin último es maximizar el bienestar humano, lo que resulta en bajos niveles de contaminación, mejora en la apropiación del espacio urbano y propicia interacciones positivas para la recreación, la salud física y mental, con un enfoque ecosistémico (ERUS-TEVU, 2023). A través del proyecto TEVU se propone arborizar la ciudad y recuperar ecosistemas dañados, como humedales urbanos y áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos. Se busca conservar los hábitats naturales urbanos y proteger la biodiversidad urbana, mejorando la conectividad funcional (ERUS-TEVU, 2023).

Adicionalmente, es fundamental en la gestión de TEVU contribuir a mejorar la conectividad, que busca aumentar el grado de conexión biológica, tanto estructural como funcional, dentro de las ciudades y simultáneamente entre éstas y su periferia. Esto tiene como fin asegurar la

conectividad para la biodiversidad necesario para mantener la funcionalidad de los ecosistemas urbanos, lo cual se posiciona como un imperativo del desarrollo urbano y territorial; esto también resultaría en una mejora de la calidad de vida. La conectividad estructural se basa totalmente en la estructura del paisaje, es decir, en la existencia de infraestructura verde (vegetación) y azul (agua) que permita a las especies de fauna y flora desplazarse como parte de su ciclo de vida. La conectividad funcional se mide a partir de la transferencia de materia, energía y las conductas de los organismos dentro del paisaje; por lo tanto, se determina para cada especie y depende de otros factores que van más allá de la presencia de infraestructura verde o azul (ERUS-TEVU, 2023).

El esfuerzo por contribuir en la visión de una Ciudad Verde que se impulsa por el proyecto TEVU nos lleva a identificar oportunidades para la implementación de herramientas de manejo del paisaje en el territorio, identificando espacios con potencial para ejecutar acciones que mejoren el entorno productivo, con el objetivo de lograr productividad y sostenibilidad simultáneamente. Algunos ejemplos de las herramientas de manejo de paisaje que se ejecutan en el seno de TEVU son:

- Cercas vivas: Forman redes complejas a lo largo de paisajes que, de otro modo, estarían deforestados o fragmentados. Este patrón contribuye a mejorar la heterogeneidad del paisaje y aumenta la conectividad

del hábitat forestal, ofreciendo beneficios significativos para la conservación. Dado que las cercas vivas son elementos duraderos, una vez establecidas, es probable que mejoren la estructura, composición y funcionalidad de los paisajes rurales durante varias décadas (Harvey *et al.*, 2003).

- Cortina rompevientos: Actúan como barrera contra el viento y el polvo mediante una alineación de hileras de árboles o arbustos. Utilizada en sistemas agroforestales, mejora la productividad agrícola y protege el medio ambiente al resguardar cultivos, animales y el suelo de los efectos del viento (López, 2010).
- Restauración ecológica, viveros e implementación de especies nativas: Promueven la recuperación y el restablecimiento de ecosistemas que han sufrido degradación, daño o destrucción (Society for Ecological Restoration International, 2004).

Adicionalmente, se desarrollan instrumentos de planificación del territorio en dos vías:

- Plan de Manejo: Un instrumento de planificación que orienta la gestión de un área silvestre protegida hacia el cumplimiento de sus objetivos de conservación a largo plazo. Se fundamenta en líneas de acción estratégicas a mediano plazo y en objetivos de manejo para los elementos naturales y culturales incluidos

dentro del área, así como en su relación de estos últimos con el entorno socio ambiental. Es la base para el desarrollo de otros instrumentos de planificación y reglamentación de las Áreas Silvestres Protegidas (Ley No. 7788, 1998). Se realiza en la Zona Protectora Cerros de Escazú.

- Plan de Gestión en Corredor Biológico: Este instrumento de planificación estratégica contribuye a la promoción de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica, desde una perspectiva de conectividad ecosistémica funcional y estructural (SINAC, s. f.). Se ejecuta en cinco corredores biológicos del proyecto TEVU.

En el marco del Comité Local del Corredor Biológico Cobri Surac, surge una alianza entre personas funcionarias del Tecnológico de Costa Rica (TEC), la Oficina Subregional Cartago del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), la Presidencia del Comité Local del Corredor Biológico, una representante estudiantil del TEC y la unidad técnica TEVU. Esta colaboración identifica la oportunidad de implementar herramientas de manejo del paisaje en el campus del TEC. De esta manera, se busca fortalecer las áreas naturales y su conectividad, mejorar la adaptación y mitigación al cambio climático, mantener los servicios ecosistémicos, articular con otros sectores, y fortalecer los modelos de participación y gobernanza para el beneficio de la sociedad (SINAC, s. f.).

Una vez identificada la oportunidad, el equipo de trabajo realizó una gira con fecha del 6 de junio de 2024, para identificar necesidades en el campus de la sede central del TEC, Cartago, Costa Rica. En el recorrido, el equipo identificó oportunidades de implementación en áreas como movilidad activa, segura y accesible, creación de espacios con sombra; plantación de algunas especies nativas forestales, frutales, arbustos y polinizadoras en jardines; así como la planificación de uso de espacios públicos y planificación interpretativa en senderos, áreas verdes, humedales

y jardines, incluyendo una línea de acción para gestionar la interacción con fauna silvestre (existen reportes de avistamiento de coyotes, serpientes, y otras especies silvestres con personas usuarias del campus).

La acción priorizada para su ejecución es la arborización urbana en el campus, utilizando especies nativas, forestales y frutales. En este contexto, el instrumento del MOCUPP Urbano funcionó como una *brújula* para la implementación de la herramienta de manejo del paisaje. La Oficina de Ingeniería del TEC proporcionó la capa con el levantamiento del

campus y desde TEVU se procedió a crear los mapas para identificar las posibles áreas donde se realizarían las campañas de plantación. El campus del TEC presenta cuatro tipos de uso del suelo, según la categorización del MOCUPP Urbano; estos usos incluyen *bosques y áreas naturales, áreas verdes en zona urbana, infraestructura*, así como una presencia menor de *cuerpos de agua y áreas sin vegetación* (Figura 1). Se debe tomar en cuenta que algunas quebradas, así como el río Toyogres, que atraviesan el campus no se visualizan en esta figura

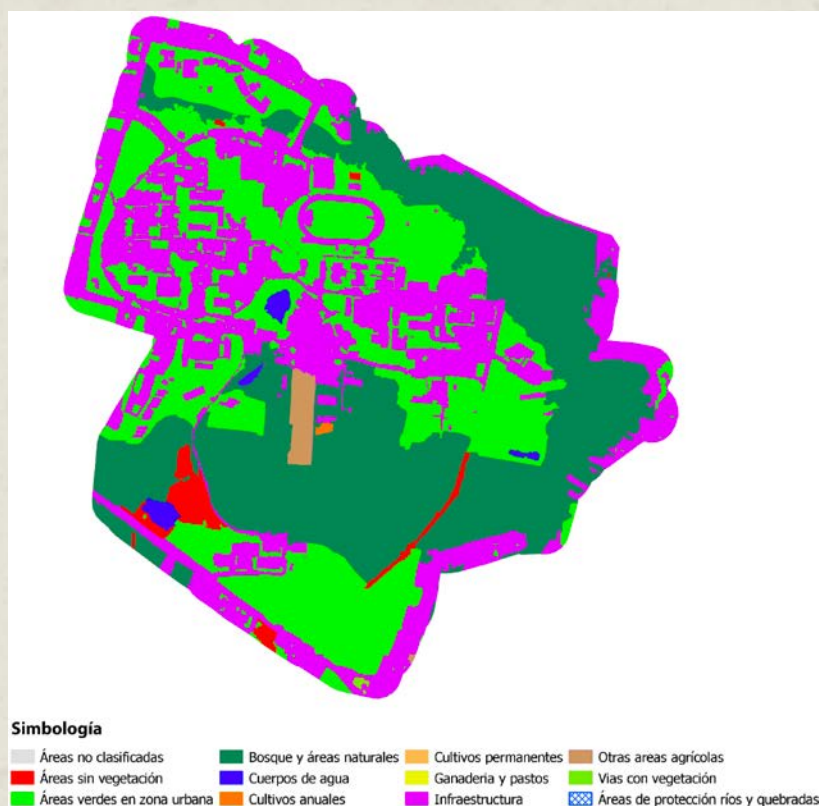


Figura 1. MOCUPP Urbano mapa con detalle por categorías de uso de suelo, Campus TEC, 2024. Fuente: Elaboración por Marlon Alfaro, Ingeniero Topógrafo, Proyecto TEVU, con capa TEC suministrada por Oficina de Ingeniería, TEC.

porque se encuentran cubiertos por vegetación, como se muestra en la **Figura 2**.

El mapa proporcionado por el MOCUPP Urbano es muy útil para identificar sectores y puntos adecuados para la plantación, considerando aspectos de conectividad biológica. Además, facilita el monitoreo tanto previo como posterior a la intervención. Una vez realizada la plantación y transcurrido un tiempo adecuado, se puede actualizar la capa del MOCUPP Urbano para observar el crecimiento de los individuos plantados y la mejora en la conectividad. Este proceso puede complementarse con monitoreos biológicos recurrentes para identificar la presencia de fauna silvestre. También se puede consultar a las personas usuarias del campus sobre su percepción de los árboles plantados y los servicios ecosistémicos que podrían ofrecer a la comunidad estudiantil, tales como sombra, atenuación de islas de calor, belleza escénica y avistamiento de avifauna, entre otros.

Con las oportunidades identificadas y potenciadas por los mapas del MOCUPP, el equipo de trabajo decidió implementar dos campañas de plantación (Campaña A y Campaña B). Con el apoyo de la unidad técnica de TEVU y el visto bueno de una persona ingeniera forestal del TEC, quien colabora en el comité del corredor biológico, se priorizaron los sectores, las especies y la cantidad de individuos para cada plantación.

La Campaña A se enfocó en plantar 80 individuos (**Cuadro 1**) en un sector específico con características de ladera y baja afluencia por parte de los usuarios. Esta campaña se llevará a cabo el miércoles 7 de agosto de 2024, con la colaboración de estudiantes del Programa de Actividades Socioambientales del TEC.

Por otro lado, la Campaña B tiene como objetivo la plantación de 30 individuos de especies forestales y arbustos (**Cuadro 1**) en áreas comunes y de alto

Cuadro 1. Nombre común, nombre científico y cantidad de individuos según campaña de plantación en el Campus TEC, Cartago.

Nombre común	Especie	Campaña A	Campaña B
Guachipelín	<i>Diphysa americana</i>	7	2
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	10	3
Uruca	<i>Trichilia havanensis</i>	10	4
Vainillo	<i>Tecoma stans</i>	10	4
Dama	<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	10	4
Tucuico	<i>Ardisia compressa</i>	8	3
Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>		3
Guaba	<i>Inga spp.</i>	8	2
Quizarrá	<i>Nectandra sp.</i>		3
Sotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>	10	
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	7	
Higuerón	<i>Ficus spp.</i>		1
Roble sabana	<i>Tabebuia rosea</i>		1
Total		80	30

tránsito de peatones en el campus, como bordes de aceras, espacios sin cobertura vegetal entre edificios y zonas de recreación, entre otros. Esta campaña está programada para el miércoles 21 de agosto de 2024, también con la colaboración de estudiantes del Programa de Actividades Socioambientales. Los árboles fueron proporcionados por el proyecto TEVU y cumplen con las características necesarias para asegurar una plantación adecuada y maximizar la probabilidad de supervivencia.

Adicionalmente, se utilizó la herramienta del MOCUPP Urbano para identificar los sitios específicos donde se realizó la plantación en la Campaña B, que se enfocó en áreas comunes del campus. Personal del TEC realizó un recorrido por el campus utilizando el mapa mostrado en la **Figura 2**, que sirvió como guía para localizar las áreas prioritarias para la plantación de los 30 árboles.

La asignación de los sitios se basó en una evaluación de la capacidad de cada área, considerando factores como infraestructura

subterránea, cables de electricidad y la especie adecuada, entre otros. Una vez implementada la campaña, se georreferenciarán los puntos de cada árbol plantado. Esta información se podrá ingresar en el mapa del MOCUPP Urbano para el campus del TEC, proporcionando trazabilidad a la intervención.

Las herramientas de manejo del paisaje, como el diseño sostenible, la planificación verde y la gestión ecológica, aportar numerosos beneficios a los entornos de campus universitarios, transformando estos espacios en entornos más funcionales,

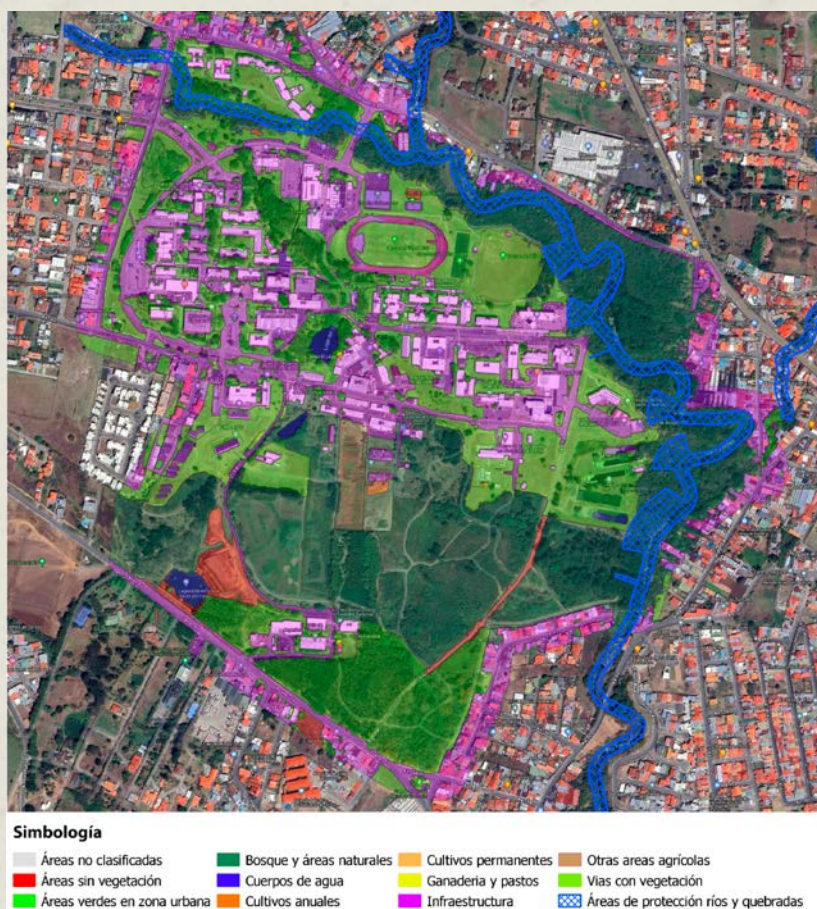


Figura 2. MOCUPP Urbano del campus TEC, Cartago, Costa Rica. Fuente: Elaboración por Marlon Alfaro, Ingeniero Topógrafo, Proyecto TEVU, con capa TEC suministrada por Oficina de Ingeniería, TEC.

atractivos y resilientes. Implementar prácticas de diseño paisajístico que incorporen vegetación nativa, sistemas de recolección de aguas pluviales y áreas de hábitat natural no solo mejora la estética del campus, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Estas herramientas ayudan a reducir la huella ecológica del campus al promover la biodiversidad, controlar la erosión y mejorar la calidad del aire y del agua. Además, los espacios verdes bien diseñados proporcionan a las personas estudiantes y funcionarias áreas de descanso y recreación, fomentando el bienestar y la productividad. La integración de soluciones basadas en la naturaleza, como jardines de lluvia y techos verdes, también puede reducir el impacto de las inundaciones urbanas y mitigar el efecto de isla de calor, creando un entorno más agradable y saludable para todos.

En definitiva, las herramientas para el paisaje pueden, además, enriquecer la experiencia educativa y comunitaria al ofrecer espacios que apoyan el aprendizaje, la investigación y la interacción social en un entorno más armonioso con la naturaleza.

Referencias

- Ballesteros, F., Padilla, C., Solano, E. y Lobo, A. (2023). *Guía de principios básicos en arboricultura: especies para uso urbano, una experiencia en el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBUMA)*. PNUD. <https://www.tevucr.org/node/137>
- ERUS-TEVU. (2023). *Estrategia de Renovación Urbana Sostenible Verde y Azul (ERUS) (Borrador)*. TEVU-PNUD. https://tevucr.org/sites/default/files/content/documents/TEVU_Borrador%20ERUS.pdf
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacis, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., ... Sinclair, F. (2003). Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería En Las Américas*, 10(39-40), 30–39. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5963/Contribucion_de_las_cercas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marluff, J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. En J. M. Marzlou, R. Bowman y R. Donnelly (Eds.). *Avian ecology and conservation in an urbanizing world* (pp. 19-47). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_2
- Mata, A. y Quevedo, F. (1998). *Diccionario didáctico de ecología*. Editorial de la Universidad de Costa Rica (UCR).
- McKinney, M. (2002). Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52(10), 883-884. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- Ley No. 7788. (1998). Ley de biodiversidad. 27 de mayo de 1998. Diario Oficial La Gaceta No. 101. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=0&strTipM=TC
- López, J. (2010). *Manual De Sistemas Agroforestales Para El Desarrollo Rural Sostenible*. Centro Internacional de Investigación de Las Ciencias Agropecuarias Del Japón. https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline-_42.pdf
- Lozano-Zambrano, F. H. (Ed.). (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13044>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (s. f.). *Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB)*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. <https://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Paginas/pncb.aspx>

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. Society for Ecological Restoration International. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf

Agradecimientos

A la Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral (GASEL); Oficina Subregional Cartago, SINAC; Presidencia, Comité Local del Corredor Biológico Cobri Surac; Ingeniero Forestal, Comité Local del Corredor Biológico Cobri Surac; persona estudiante TEC; Programa de Actividades Socioambientales, TEC.



Programa de las
Naciones Unidad
para el Desarrollo
y Organización de
Estudios Tropicales
(natalia.gamboa.alpizar@undp.org)

MOCUPP en la gestión del recurso hídrico

Natalia Gamboa Alpizar



La variada topografía de Costa Rica ha dado origen a 34 cuencas hidrográficas. Además, la posición geográfica del país proporciona un clima tropical con patrones de alta precipitación (Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto Meteorológico Nacional, 2021). Esto ha generado una percepción errónea sobre la alta disponibilidad de agua, fomentando una planificación y desarrollo ineficientes en su uso.

Los efectos de un desarrollo no planificado generan malestar social y afectan negativamente la economía y la eficiencia de diversos sectores productivos, retrasando la resiliencia y adaptación al cambio climático de las actividades en el territorio. Además, los factores sociopolíticos a menudo influyen en la toma de decisiones basadas en la ciencia y la técnica. Un claro ejemplo es la falta de una figura de gobernanza de cuencas, ya que las estructuras político-administrativas del territorio, representadas por los gobiernos locales, no favorecen el trabajo coordinado entre municipalidades para abordar problemas territoriales dentro de las cuencas.

Por ejemplo, los cantones de la parte alta de Heredia deben proteger las zonas de recarga acuífera no solo para su población, sino también para los cantones de la cuenca media y baja, lo cual se visualiza como una reducción en la capacidad de recaudar recursos económicos debido a la baja construcción y densidad poblacional. Por otro lado, los cantones de la cuenca baja deben invertir grandes sumas de su presupuesto en gestionar los efectos de las inundaciones causadas por la escorrentía de las zonas altas y la impermeabilización del suelo.

La Ley de Aguas N°276, aprobada en 1942, amplió las aguas de dominio público para incluir las aguas subterráneas y superficiales (Astorga Espeleta, 2013). Sin embargo, la vigencia de esta ley ha sido ampliamente discutida debido a los cambios demográficos, económicos, sociales y ambientales experimentados en las últimas décadas. Desde 2001, se han realizado varios intentos de modificarla, pero estos esfuerzos han sido rechazados por diversos sectores de la sociedad (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, 2008).

A pesar de contar con instrumentos legales para la gestión del recurso hídrico, Costa Rica carece de un cuerpo normativo sistemático y coherente que regule globalmente la protección, extracción, uso, gestión y administración eficiente de los recursos hídricos. Además, la normativa actual se centra en aguas superficiales, dejando vacíos en la regulación de las aguas subterráneas (Ministerio de

Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, 2008).

Los gobiernos locales tienen la responsabilidad y la potestad de velar por la protección de los recursos hídricos. El Código Municipal (Ley No. 7794, 1998) establece que las Municipalidades deben desarrollar una política integral de planeamiento urbano, que busque el desarrollo eficiente y armónico de los centros urbanos, garantizando servicios eficientes de electrificación, comunicación, agua potable y saneamiento.

Los gobiernos locales también deben recibir denuncias sobre acciones que incumplan los planes reguladores, reglamentos municipales y normas técnicas, tales como:

- Incumplimiento de los planes reguladores o violación de áreas de amortiguamiento y nacientes.
- Incumplimiento de reglamentos o normas técnicas para servicios públicos como agua potable y saneamiento.
- Incumplimiento de requisitos ambientales en la construcción, determinando la suspensión temporal o definitiva de actividades.
- Incumplimiento de requisitos ambientales para permisos de funcionamiento.

En este contexto, la planificación territorial es fundamental para resolver la crisis del recurso hídrico, proceso que requiere de un equipo multidisciplinario

para analizar los diversos elementos del territorio y aplicar herramientas que faciliten el conocimiento y la toma de decisiones técnicas.

El **MOCUPP Urbano** es una herramienta que permite comprender la interacción de los usos del suelo, para una adecuada gestión y protección de los recursos dentro de los territorios. Este sistema, mediante el análisis y procesamiento de imágenes satelitales, ofrece una alta precisión de la conformación del territorio estudiado.

El primer análisis se realizó para 20 cantones del Gran Área Metropolitana (GAM) (**Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2024**) y les permitirá conocer el porcentaje de obra construida, zonas de pastos, áreas de protección de ríos y pulmones verdes en su cantón. Además, podrán implementar acciones para la despavimentación, el arbolado urbano, la protección de zonas de recarga acuífera, mejorando la conectividad biológica, la recuperación de las cuencas y la calidad de vida con ciudades más verdes.

La información obtenida a través del MOCUPP Urbano puede ser utilizada en la planificación territorial para establecer zonas de protección, medidas pertinentes, desarrollar actividades o proyectos según la capacidad de carga y características hidrológicas e hidrogeológicas de cada área dentro de la cuenca, promoviendo el desarrollo sostenible que garantiza la cantidad y calidad del recurso hídrico y la continuidad de los ecosistemas.

Un ejemplo de regulación es la figura de la zona especial protección de agua (ZEPA), como el caso del Plan Regulador de la Municipalidad de Barva. Este plan tiene como propósito *contener el desarrollo urbano no compatible con la vocación del suelo, establecer restricciones para garantizar la protección del recurso hídrico y los afloramientos de agua, estimular la reforestación y el desarrollo de actividades de bajo impacto compatibles con la fragilidad del terreno, entre ellas el ecoturismo, la protección y la investigación* (**Municipalidad de Barva, 2023**). Las ZEPA establecen limitaciones en áreas constructivas y en los tamaños de segregaciones de terrenos, con el fin de evitar influencias negativas en el aprovechamiento e infiltración del agua de la zona norte del cantón.

Para mostrar el uso de esta herramienta en la gestión del recurso hídrico, se presentarán tres iniciativas de monitoreo y calidad del agua en cuerpos superficiales y nacientes. Los resultados de estas iniciativas se analizaron junto con los datos del MOCUPP Urbano. Los análisis indican que las actividades humanas y la forma en que se desarrolla el territorio afectan la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

El primer caso se basa en los resultados del muestreo de aguas superficiales realizado por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) en el marco de *Ríos Limpios. Estrategia Nacional para la Recuperación de Cuencas Urbanas 2020-2030* (**MINAE, 2020**) en los ríos María Aguilar y Torres. Esta estrategia busca recuperar los ríos urbanos.

A lo largo de cuatro años, se realizaron análisis fisicoquímicos mediante Índice Holandés de Valoración de la Calidad para los cuerpos de agua superficiales, que incluye el porcentaje de saturación de Oxígeno, la Demanda Bioquímica de Oxígeno y el Nitrógeno Amoniacal. También se llevaron a cabo análisis biológicos utilizando

el índice Biological Monitory Work Party (BMWP) y se midió la concentración de coliformes fecales (Decreto No. 33903-MINAE-S, 2007). Los análisis indicaron que la calidad del agua varía según la época y la ubicación respecto a la microcuenca.

Las tres metodologías utilizan una escala de valores de cinco colores,

donde el color azul representa agua sin contaminación, el color verde agua con contaminación incipiente, el color amarillo agua con contaminación moderada, el color anaranjado agua con contaminación severa y el color rojo agua con contaminación muy severa. De acuerdo con resultados ponderados de los análisis para los dos cuerpos de agua, ambos ríos muestran altos niveles de contaminación fecal (presencia de coliformes) y la calidad de agua deficiente en los puntos de muestreo ubicados abajo de las nacientes (zona alta en caso del río Torres) (Figuras 1 y 2).

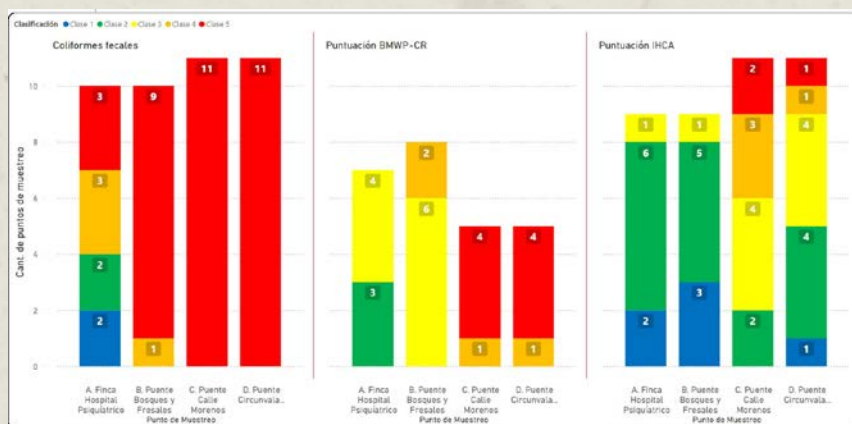


Figura 1. Coliformes totales, Puntuación BMWP-CR e índice holandés para el río Ma Aguilar. Fuente: Reportes de resultados del LNA de 2020 a 2024, procesados en Power BI por Karina Shum Estrada, colaboradora del proyecto TEVU.

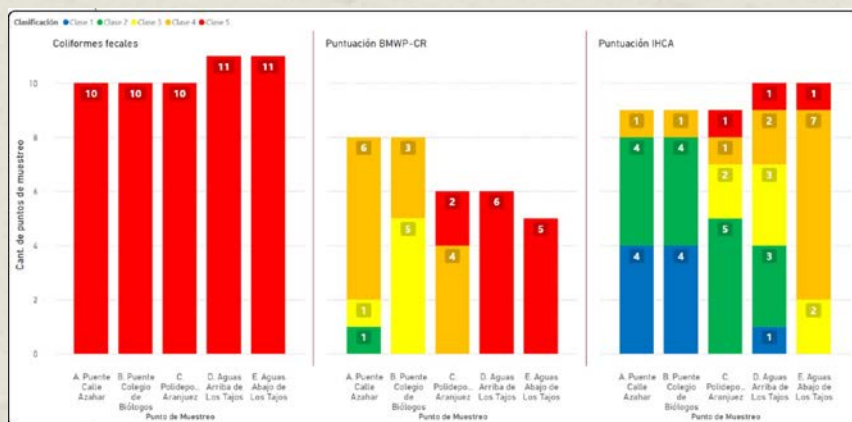


Figura 2. Coliformes totales, Puntuación BMWP-CR e índice holandés para el río Torres. Fuente: Reportes de resultados del LNA de 2020 a 2024, procesados en Power BI por Karina Shum Estrada, colaboradora del proyecto TEVU.

El análisis del territorio, a través del MOCUPP Urbano, muestra que la contaminación aumenta en los puntos muestreados a medida que se expande la mancha urbana de la ciudad y también en las áreas con mayor presencia de construcciones en la zona de protección del río (**Figura 3**). Entre las razones destacan las descargas de aguas residuales a los ríos y las intervenciones para entubarlos o encausarlos en ciertas secciones, lo que afecta la dinámica natural del río y su entorno.

El siguiente caso es la relación entre los resultados de calidad de agua del río Toyogres y los usos de suelo de su microcuenca, categorizados en el MOCUPP Urbano para los cantones de Oreamuno y Cartago. Esta investigación fue realizada por la estudiante de Ingeniería Ambiental, Rebeca Camacho Jiménez, con el apoyo técnico e insumos, por ejemplo,

información geoespacial para el análisis del uso de suelo, del proyecto TEVU para la socialización de la información y la presentación a escala local a instituciones y gobiernos locales de la microcuenca.

El primer objetivo fue el muestreo de la calidad de agua en nueve puntos de la microcuenca durante cuatro periodos en el año 2023. Se utilizó el índice de calidad de aguas superficiales en Costa Rica desarrollado por Calvo Brenes (2019). Este índice integra veinte parámetros físicoquímicos en contraste con los tres que se utilizan para el índice holandés, sin embargo, mantiene la escala de colores.

En la **Figura 4** se muestran seis de los nueve puntos, que presentan los resultados del índice por el código de color y su ubicación en el mapa, junto con la categorización del suelo según su uso. El punto 1 se ubica en el margen derecho superior y continúan en orden creciente de 1

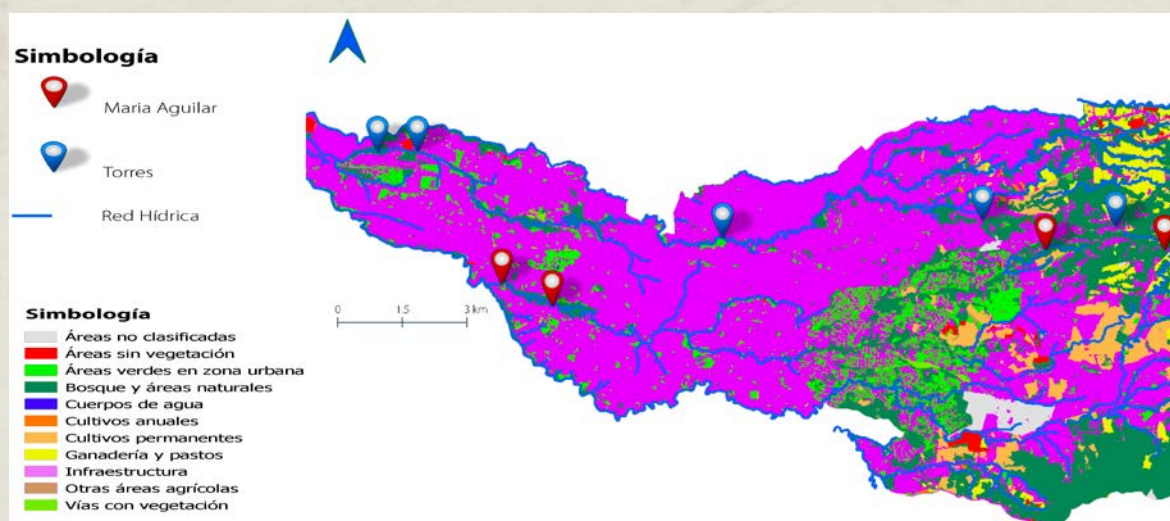


Figura 3. Análisis de usos de suelo con MOCUPP Urbano de los puntos de muestreo de los ríos María Aguilar y Torres. Fuente: Marlon Alfaro Cordero.

a 6. Los puntos con mayor contaminación presentan más infraestructura (puntos 1, 5 y 6) y actividades agrícolas (punto 2). El punto 3 muestra menor contaminación debido a que la zona de protección del río se mantiene protegida; de igual manera, el punto 4 presenta contaminación incipiente. Este comportamiento permite inferir que el cuerpo de agua tiene capacidad depuradora en este tramo del río.

El tercer caso donde el MOCUPP Urbano permite visualizar el uso de la tierra en la zona norte de la provincia Cartago y compararlo con los resultados del análisis del equipo de estudiantes de la Universidad de Delf y el apoyo del Instituto Tecnológico de Costa Rica sobre la presencia de altas concentraciones de nitratos en las fuentes de agua potable. En este análisis se muestra la alta presencia

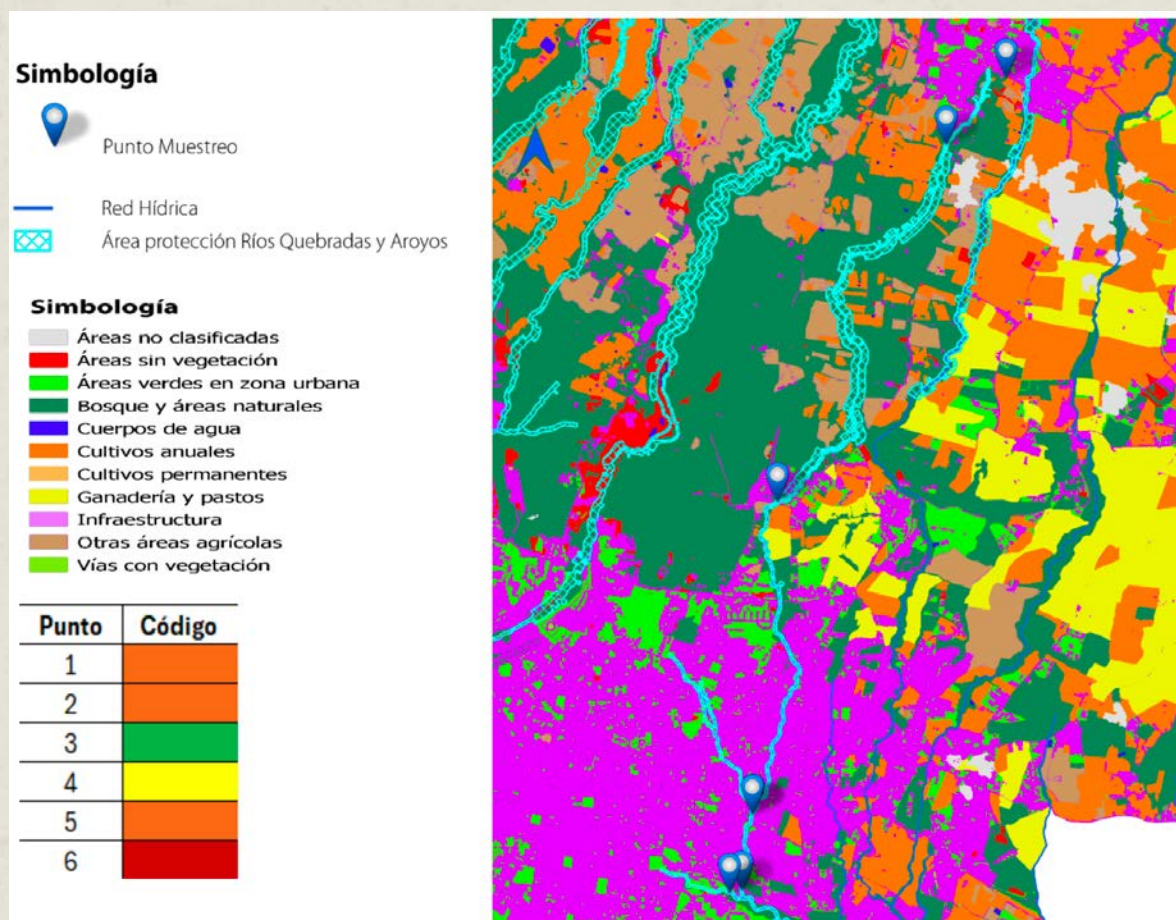


Figura 4. Microcuenca del Río Toyogres. Fuente: Rebeca Camacho Jiménez. Mapa: Marlon Alfaro Cordero.

de actividades agrícolas cerca de las fuentes de agua potable y el irrespeto a las áreas de protección (**Figura 5**).

En esta investigación se reunió información de diversas instituciones como el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), ASADAS, SENARA, Dirección de Aguas. La información recopilada corresponde a análisis de calidad de agua, estudios hidrogeológicos de la zona y capas oficiales. Además, se realizaron análisis que relacionan diversas variables que demuestran la necesidad de implementar áreas de protección

en las nacientes. Información adicional en [Bravenhoer *et al.* \(2023\)](#).

Si bien los tres ejemplos podrían constituir un artículo en sí mismo, en este espacio se presenta el análisis que permite la categorización más precisa realizada en el MOCUPP Urbano. Este detalle facilita conocer la distribución de las actividades humanas en el territorio y permitiría la planificación organizada y programática para mejorar la protección del recurso hídrico y el aprovechamiento del territorio desde una perspectiva verde y azul.

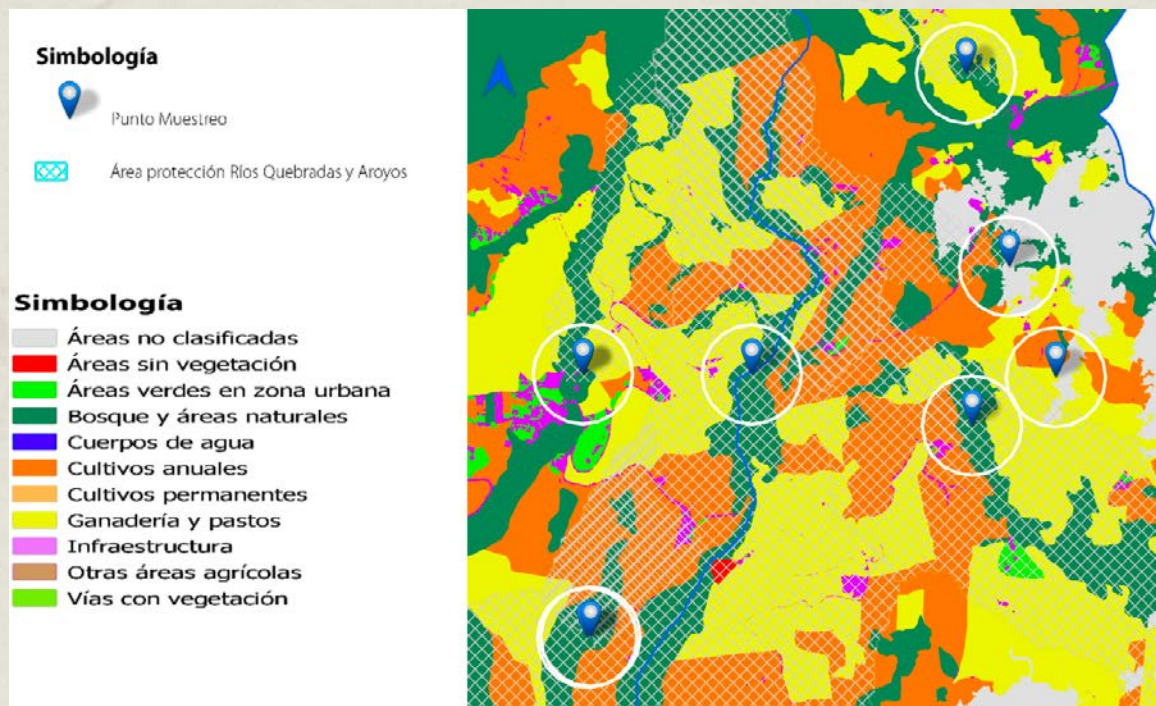


Figura 5. Sección de nacientes con altas concentraciones de nitratos en zona norte de Cartago.

Fuente: Bravenhoer et al., 2023. Mapa: Marlon Alfaro Cordero.

Referencias

- Astorga Espeleta, Y. (2013). Gestión del recurso hídrico en Costa Rica. *Ambientico*, (270), 17-24. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/gestion-del-recurso-hidrico-en-costarica/#:~:text=Limitaciones%20en%20la%20accesibilidad%20al%20agua%20potable%20como%20causa%20de>
- Bravenhoer, B., Bulte, S., Helmich, M., Knoop, J., Neijenhuis, O., & Wolf, M. (2023). Nitrate Pollution in the Northern Cartago Region. *TU Delft Research Repository*. <https://repository.tudelft.nl/record/uuid:d79fab47-f203-4de2-ae6-047c92f67afd>
- Calvo-Brenes, G. (2019). Nuevo índice para valorar la calidad de aguas superficiales en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 32(4), 104-115. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i4.4796>
- Decreto No. 33903-MINAE-S. (2007). [Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Salud]. *Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales*. Diario Oficial La Gaceta, n.º 178, 17 de setiembre de 2007. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?nValor1=1&nValor2=61013&nValor3=69088#:~:text=Reglamento%20para%20la%20Evaluaci%C3%B3n%20y%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20de
- Ley No. 7794. (1998). Código Municipal. 18 de mayo de 1998. Diario Oficial La Gaceta No. 94. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=40197&nValor3=0&strTipM=TC
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). Ríos Límpios. Estrategia Nacional para la Recuperación de Cuencas Urbanas 2020-2030. Ministerio de Ambiente y Energía. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cr/undp_cr_Estrategia-Nacional-Rios-Limpios_2020.pdf
- Ministerio de Ambiente y Energía; Instituto Meteorológico Nacional. (2021). IMN. Obtenido de Programa de Cambio Climático: Estudio de las cuencas hidrográficas de Costa Rica: <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/EstudioCuencas/EstudioCuencasHidrograficasCR.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. (2008). El Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH). MINAET - BID.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (19 de junio de 2024). Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. Obtenido de Mocupp Urbano 2022: <https://geoexplora-mivah.opendata.arcgis.com/maps/MIVAH::mocupp-urbano-2022/about>
- Municipalidad de Barva. (07 de diciembre de 2023). Plan Regulador. Obtenido de Reglamentos de Desarrollo Urbano: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=100945&nValor3=138709&strTipM=TC



Planificadora urbana
e Ingeniera civil
([silvia.valentinuzzi@
tropicalstudies.org](mailto:silvia.valentinuzzi@tropicalstudies.org))

MOCUPP Urbano: un insumo para la elaboración y evaluación de planes reguladores y de estrategias de renovación urbana

Silvia Valentinuzzi Núñez



El MOCUPP Urbano es una base de información geoespacial y una valiosa herramienta para la planificación urbana y el ordenamiento territorial. Esta herramienta de acceso abierto permite visualizar los diferentes usos de la tierra en los 20 cantones beneficiarios del proyecto Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU). En Costa Rica, el plan regulador es el principal instrumento para la planificación urbana cantonal, regulado por la Ley de Planificación Urbana ([Ley No. 4240, 1968](#)), que establece que es *el instrumento de planificación local que define en un conjunto de planos, mapas, reglamentos y cualquier otro documento, gráfico o suplemento, la política de desarrollo y los planes para distribución de la población, usos de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales, y construcción, conservación y rehabilitación de áreas urbanas* (Art. 1). Dentro del plan regulador hay una herramienta particular que es la renovación urbana, la cual debe reglamentarse específicamente.

En la base de todo proceso de planificación urbana debe encontrarse el uso de información para la toma de

decisiones. Esta debe ser tanto de carácter cualitativo como cuantitativo, siendo de vital importancia usar información cartográfica, la cual podrá y deberá ser tan variada, detallada y especializada como el proceso a desarrollar lo requiera. Un buen ejemplo de este tipo de información, que ofrece insumos valiosos para dicha toma de decisiones, es el MOCUPP Urbano. El presente artículo presenta la aplicación de este insumo en la formulación y evaluación de los planes reguladores y el diseño de estrategias de renovación urbana, incluyendo la perspectiva verde.

En lo que se refiere a la formulación de un plan regulador, una de las capas de información más importantes que debe levantarse en la etapa del Diagnóstico Territorial es la de uso del suelo, la cual debe ser analizada como parte del Eje Físico-Espacial. Esta se refiere a la utilización del suelo considerando aspectos tales como clase, forma o intensidad de su aprovechamiento, entre otros elementos. Esta información se constituye en una especie de fotografía, con base en la cual se podrán tomar decisiones sobre lo que será la zonificación de uso del suelo. La representación final se hace en un mapa que incluye la clasificación de la utilización propuesta de las zonas que conforman el área de planificación -usualmente el cantón- considerando aspectos tales como clase, forma o intensidad de su aprovechamiento, entre otros (INVU, 2021).

Si bien el uso del suelo es una de las múltiples capas de información a utilizar para definir la zonificación, también es,

sin duda, una de las capas centrales, pues para pensar en lo que puede proponerse a futuro para el desarrollo de un territorio, se requiere conocer en detalle lo que hay actualmente, de ahí la relevancia y el valor del este insumo.

Al momento de definir la zonificación, es necesario hacer una superposición de capas para entender tanto la dinámica actual del área de planificación como las potencialidades y limitaciones para el futuro desarrollo territorial, en alineación con la visión de desarrollo que se tiene. De este modo, al agregar, por ejemplo, la capa de calles, la de límites importantes (como el Anillo de Contención del Gran Área Metropolitana), la de las Áreas Silvestres Protegidas, la de amenazas naturales y la de zonas de recarga de acuíferos, entre otras, es posible tener un panorama del territorio que permita demarcarlo en zonas donde se preserven los usos actuales que se deseen, se impulsen usos que sean compatibles con la vocación del territorio, se protejan los recursos naturales que lo requieran, se prevea la protección de la vida humana y de los bienes materiales de las personas, y se respete lo establecido por normativa de rango superior.

Por ejemplo, el cantón de Santo Domingo de Heredia está formulando el plan regulador. En la **Figura 1** se pueden observar algunas ideas para la zonificación considerando la información del MOCUPP Urbano.

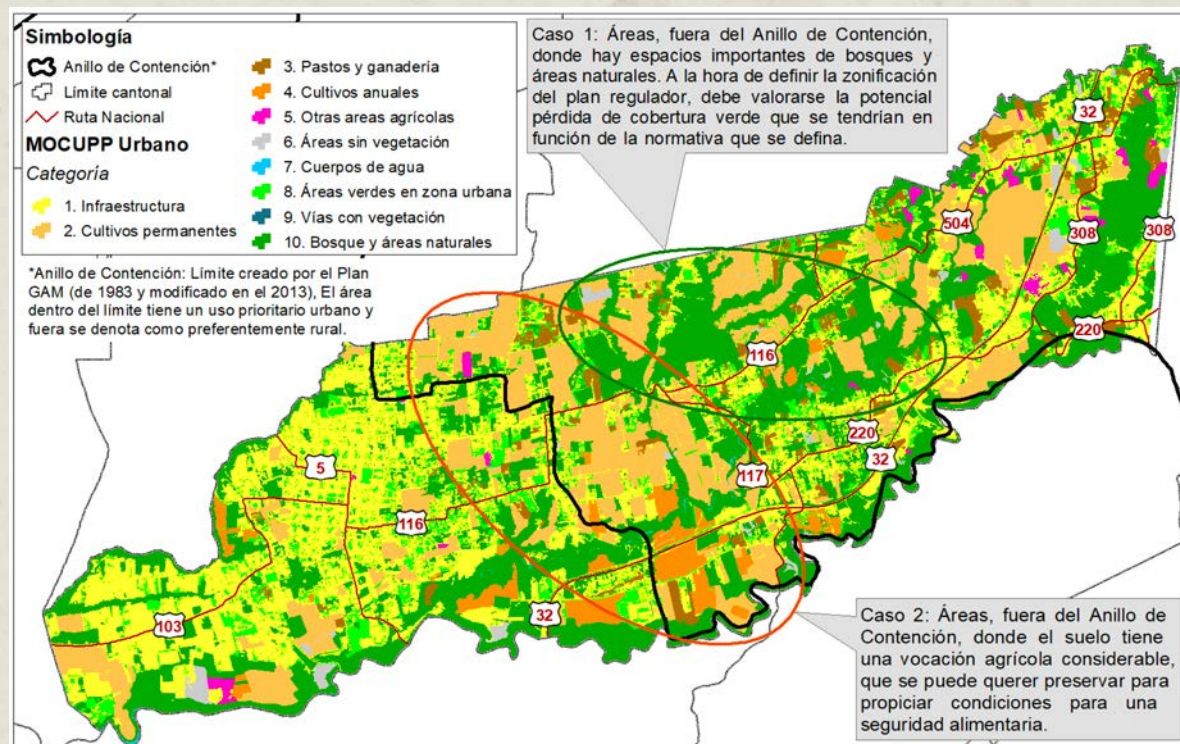


Figura 1. MOCUPP Urbano para Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.

Una forma de aprovechar el MOCUPP Urbano al formular la zonificación del plan regulador (**Figura 1**, caso 1) es identificar lo que se propone para las áreas donde aún hay bastante cobertura arbórea (categoría “Bosque y áreas naturales” del MOCUPP Urbano), pero que se espera se dé un desarrollo inmobiliario que podría significar su disminución. Ante esta situación, en el plan regulador podría definirse normativa para conservar porcentajes significativos sin construir e, incluso, buscar incentivos para promover proyectos que ocupen menos superficie del terreno disponible, dejando más espacio para áreas verdes y naturales, y la

creación de corredores verdes, donde se propicie el uso de soluciones basadas en la naturaleza que permitan disminuir las islas de calor, aumentar la capacidad de infiltración del agua de lluvia y propiciar la conectividad biológica en el cantón.

En el caso de cantones donde ya se cuenta con un plan regulador, el MOCUPP Urbano permitiría hacer un análisis que prevea el impacto que la zonificación podría tener en la cobertura verde del cantón, estimando la potencial de pérdida en función del porcentaje de cobertura del suelo permitido por cada zona. Para ello, debería usarse también la capa del catastro. Con base en los resultados se podrían

definir acciones para preservar o mantener un mínimo suficiente de cobertura verde, especialmente en aquellas zonas que sean más transitadas, habitadas u ocupadas por personas a lo largo del día. También podría ser valioso identificar el estado de la cobertura verde por zona para determinar posibles necesidades de reverdecimiento o, incluso, aprovechar oportunidades existentes.

Otro ejemplo de la aplicación de esta herramienta se refiere a la Municipalidad de La Unión, Cartago, que en setiembre del 2023 aprobó la modificación de su Plan Regulador. La zonificación de uso del suelo se cruzó con la información del MOCUPP Urbano en tres tipos de categorías: Áreas verdes en zona urbana, Bosque y áreas naturales e Infraestructura (**Cuadro 1**). A continuación, se presentan los hallazgos y reflexiones más relevantes:

- *Zona Histórico Patrimonial.* En la parte central del cantón hay mucha infraestructura y poca cobertura verde. Se sugiere mejorar la infraestructura verde para beneficio de quienes visitan la zona.
- *Zona Comercial.* Abarca diversas áreas por todo el cantón, el porcentaje de áreas verdes es bajo a pesar del alto flujo de personas. Se recomienda analizar con los propietarios la posibilidad de implementar soluciones basadas en la naturaleza para mejorar el confort térmico y ampliar el suministro de servicios ecosistémicos.
- *Zona Mixta de Servicios y Comercio.* Hay poca infraestructura construida y pocas áreas verdes en zona urbana, pero abundan los bosques y espacios naturales. Dado que el plan prevé una futura expansión hacia esta zona, por lo que la Municipalidad de La Unión deberá revisar cada nuevo proyecto inmobiliario para equilibrar el área a impermeabilizar con las áreas verdes, e incentivar prácticas ambientales responsables.
- *Zonas Residenciales* (Alta, Media, Baja y Muy baja densidad). El porcentaje de las áreas verdes por cada zona va en aumento conforme la densidad disminuye, lo cual no resulta lógico, ya que debería haber más espacios verdes donde hay más personas (mayor densidad). Se recomienda un análisis más detallado para identificar oportunidades de mejora en las Zonas Residenciales de densidad Alta y Media.
- *Zona de Renovación Urbana.* Hay bastante infraestructura y un porcentaje de áreas verdes considerable. Se sugiere que la renovación urbana incluya un enfoque verde para incrementar la cobertura verde.
- *Zona de Protección Forestal.* Coincide en su gran mayoría con las áreas de protección de los ríos, quebradas y arroyos, solo un 72 % es bosque, áreas naturales o áreas verdes, con un 28 % para otros usos, 7 % de infraestructura, 10 % de cultivos

permanentes y 8 % de ganadería y pastos. Se recomienda utilizar la información del catastro para identificar a los propietarios de las tierras en esta zona, lo que facilitará la implementación de medidas de conservación y recuperación.

Una vez aprobado y en vigencia el Plan Regulador, es esencial que la Municipalidad realice un seguimiento a su implementación. Según el INVU, la Fase de Gestión del Plan Regulador incluye una etapa de *Implementación, evaluación y seguimiento* (INVU, 2021), con un seguimiento anual y una evaluación quinquenal. Para verificar que las disposiciones del Plan se están cumpliendo, el Manual sugiere implementar *instrumentos de medición, métodos, o procedimientos adicionales* (INVU, 2021, pág. 98). Una de las formas más efectivas para realizar este seguimiento es mediante el monitoreo del cambio de uso del suelo, en este caso,

mediante el MOCUPP Urbano, lo cual es viable siempre que la Municipalidad actualice periódicamente la información.

El MOCUPP Urbano se presenta como una herramienta valiosa para la priorización de acciones de renovación urbana. Según la Ley de Planificación Urbana (Ley No. 4240, 1968), la renovación urbana se define como *el proceso de mejoramiento dirigido a erradicar las zonas de tugurios y rehabilitar las áreas urbanas en decadencia o en estado defectuoso y la conservación de áreas urbanas y la prevención de su deterioro* (Art. 1). El Reglamento específico en esta materia del plan regulador se regula en la misma ley, en los artículos 51 a 55. En el 2017, el INVU emitió un Reglamento de Renovación Urbana (INVU, 2017) que detalla las causas para la renovación urbana, incluyendo: la deficiencia o inexistencia de parques y facilidades comunales y la protección ambiental de recursos naturales (Art. 6).

Cuadro 1. Porcentaje del área de la Zona del Plan Regulador de La Unión, según categorías del MOCUPP Urbano.

Zona del Plan Regulador	Áreas verdes en zona urbana	Bosque y áreas naturales	Infraestructura
Zona Histórico Patrimonial	13 %	3%	84 %
Zona Comercial	13 %	8%	67%
Zona Mixta de Servicios y Comercio	4 %	58 %	17%
Zona Mixta Residencial-Comercial	14%	13%	30%
Zona Residencial de Alta Densidad	13%	9%	57 %
Zona Residencial de Media Densidad	19%	25%	29%
Zona Residencial de Baja Densidad	22%	39 %	24%
Zona Residencial de Muy Baja Densidad	27 %	17%	8%
Zona de Renovación Urbana	20%	19%	60 %
Zona de Protección Forestal	6%	66%	7 %

Las acciones que pueden priorizarse utilizando el MOCUPP deben centrarse en la mejora de espacios verdes y azules. Estas acciones pueden integrarse en una estrategia más amplia, orientada a: mejorar áreas deterioradas, implementando iniciativas que regeneren espacios que han sufrido deterioro; conservar y prevenir el deterioro, protegiendo y manteniendo en buen estado aquellas áreas que aún se encuentran en condiciones adecuadas; y la renovación urbana verde, orientada a ampliar el suministro de servicios ecosistémicos que la naturaleza proporciona a la comunidad.

Para llevar a cabo un análisis efectivo sobre la cobertura verde en el cantón, se propone el siguiente enfoque: evaluar

cuánta cobertura verde hay en el cantón, desglosando la información por zonas del plan regulador, distritos o barrios; combinar los datos de cobertura verde con información sobre áreas y edificios públicos, así como con la población residente, para ayudar a identificar los espacios con mayores necesidades de reverdecimiento y las oportunidad para implementar de iniciativas de reverdecimiento; para luego definir con las comunidades las necesidades de y prioridades. Como ejemplo se presenta un caso hipotético donde se definieron límites de barrios (A, B y C) para identificar necesidades específicas y establecer prioridades con base en la información del MOCUPP Urbano (**Figura 2, Cuadros 2 y 3**).

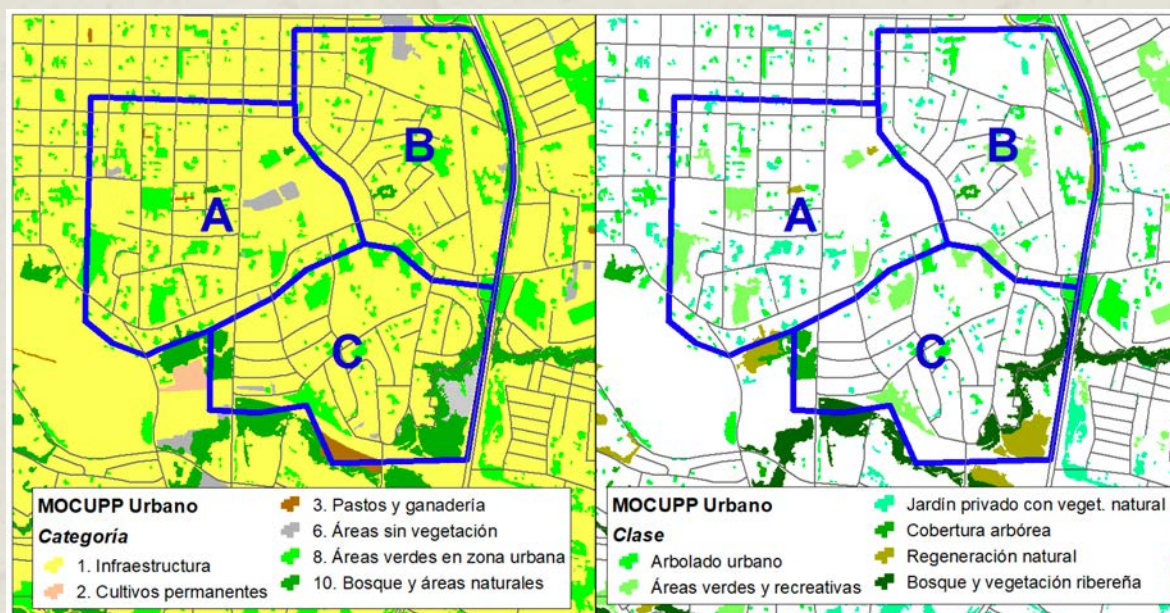


Figura 2. Clasificación del MOCUPP Urbano por categoría y por clase para un escenario hipotético de 3 barrios (A, B y C).

Cuadro 2. Porcentaje del área de cada barrio por algunas Categorías del MOCUPP Urbano.

Categoría MOCUPP Urbano	Barrio A	Barrio B	Barrio C
Áreas verdes en zona urbana	12 %	11 %	9 %
Bosque y áreas naturales	1 %	1 %	13 %
Cultivos permanentes			0.01 %
Ganadería y pastos	0.2 %		2 %
Infraestructura	85 %	86 %	73 %
Áreas sin vegetación	2 %	2 %	3 %

Cuadro 3. Porcentaje del área de cada barrio por algunas Clases del MOCUPP Urbano

Clase MOCUPP Urbano	Barrio A	Barrio B	Barrio C
Áreas verdes y recreativas	6 %	4 %	5 %
Arbolado urbano	3 %	5 %	3 %
Jardín privado con vegetación natural	3 %	2 %	1 %
Cobertura arbórea	0.01 %	0.5 %	2 %
Regeneración natural	1 %	1 %	4 %
Bosque y vegetación ribereña			7 %

A partir del análisis de los datos, se pueden extraer conclusiones para cada barrio:

- Barrio A. Tiene el mayor porcentaje de áreas verdes en zona urbana. La Municipalidad tiene la posibilidad de intervenir directamente. Además, cuenta con un alto porcentaje de jardines privados con vegetación, lo que sugiere la oportunidad de trabajar con los propietarios para promover la conservación y mejora de estos espacios.
- Barrio B. Presenta el mayor porcentaje de arbolado urbano, lo que requiere protección. La presencia de áreas verdes y recreativas es significativa, ofreciendo oportunidades para la intervención municipal directa en su mantenimiento y mejora.

- Barrio C. Tiene la menor cantidad de áreas verdes en zona urbana, pero el mayor porcentaje de bosque y áreas naturales. Es crucial aprovechar este potencial para conservar la cobertura verde, especialmente en las áreas de protección de ríos, que representan un 7 % del área del barrio. Esto implica un reto en el trabajo con propietarios privados para asegurar la conservación de dichos espacios.

Al adentrarse en los datos y cruzarlos con otra información, será posible tener un mayor conocimiento a fin de priorizar acciones, las cuales siempre deben considerar el mejoramiento de los espacios públicos verdes, incluyendo el reverdecimiento de aceras y parques, pero también, la posibilidad de incidir en los espacios verdes privados, como por

ejemplo incentivando la implementación del uso de soluciones basadas en la naturaleza en jardines y en la regeneración de las áreas de protección de los ríos.

Es fundamental reconocer que el entorno urbano está integrado en un ecosistema natural. Para avanzar hacia una planificación más sostenible, es necesario: regenerar procesos y ciclos naturales que han sido alterados por desarrollos anteriores, promoviendo un equilibrio entre el entorno construido y la naturaleza; desarrollar acciones basadas en los datos del MOCUPP Urbano, para identificar oportunidades y estrategias que permitan conservar o recuperar la vegetación en entornos habitados; ; e impulsar una renovación urbana que sea sostenible, resiliente y regenerativa, para beneficio de todas las formas de vida que habitan el territorio.

Referencias

- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo [INVU]. (2017). Reglamento de Renovación Urbana. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. [https://www.invu.go.cr/documents/20181/32857/Reglamento+de+Renovaci%C3%B3n+Urbana#:~:text=al%20Instituto%20Nacional%20de%20Vivienda%20y%20Urbanismo%20\(INVU\)%20a%20dictar](https://www.invu.go.cr/documents/20181/32857/Reglamento+de+Renovaci%C3%B3n+Urbana#:~:text=al%20Instituto%20Nacional%20de%20Vivienda%20y%20Urbanismo%20(INVU)%20a%20dictar)
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo [INVU]. (2021). Manual de Planes Reguladores como Instrumentos de Ordenamiento Territorial. 31 de enero de 2018. Diario Oficial La Gaceta, No. 18, 31 de enero de 2018, Alcance 21. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=85812&nValor3=128472&strTipM=FN
- Ley N°4240. (1968). *Ley de Planificación Urbana*. 15 de noviembre de 1968. Colección de Leyes y Decretos, Semestre 2, Tomo 2, Página 740.
- OET-PNUD-GEF. (2024). *Proyecto Transición a una economía verde urbana (TEVU)*. https://geoexplora-mivah.opendata.arcgis.com/datasets/a4c2a6de13584b4e890bf6eb29c7f9db_0/explore



Especialista Senior y Coordinadora de la Unidad Técnica para la Igualdad de Género y Empoderamiento de las Mujeres (PNUD)
(rafaella.sanchez@undp.org)

Las ciudades verdes y las mujeres: Retos y oportunidades para la igualdad de género

Rafaella Sánchez Mora
Alejandra Martínez Gamboa



Especialista en Igualdad de Género del proyecto Transición Hacia una Economía Verde Urbana (TEVU), OET y PNUD
(alejandra.martinez@tropicalstudies.org)

Las ciudades verdes son esenciales para el bienestar humano, ofreciendo múltiples beneficios individuales y comunitarios. La presencia de espacios verdes urbanos, como parques, jardines, etc., contribuye significativamente a la salud física y mental de las personas, ya que proporcionan lugares accesibles para el ejercicio, la recreación y la socialización.

Estos espacios también mejoran la calidad del aire, reducen el estrés y fomentan un mayor sentido de comunidad y cohesión social. Además, las ciudades verdes juegan un papel crucial en la mitigación de los efectos del cambio climático, regulando las temperaturas urbanas y gestionando el agua de lluvia. Pero ¿qué relación tienen estos importantes y necesarios espacios verdes con la igualdad de género?

Históricamente, las mujeres han sido invisibilizadas en las acciones de conservación y reforestación debido a normas sociales discriminatorias de género. Esto se traduce en su exclusión de los espacios de toma de decisiones ambientales y en un menor acceso y control sobre los recursos económicos y bienes, como la tenencia de la tierra,

y menores oportunidades de mecanismos financieros y crediticios para actividades verdes y gestión integral de la biodiversidad, los recursos tecnológicos de innovación verde, además de la sobrecarga del trabajo doméstico y de los cuidados. Sin embargo, las mujeres han desempeñado un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, la reforestación y la acción por el clima. En la mayoría de las comunidades, son las mujeres quienes impulsan iniciativas de educación ambiental, se encargan de la transmisión de conocimientos ecológicos tradicionales, y participan activamente en jornadas de reforestación y manejo sostenible de la tierra. Reconocer y visibilizar su trabajo no solo es un acto de justicia, sino también una estrategia crucial para fortalecer la trama verde, ya que la inclusión de sus perspectivas y experiencias enriquecerá las políticas y prácticas de conservación, uso y gestión de los recursos naturales.

El acceso y uso de espacios verdes por parte de las mujeres evidencia desafíos y oportunidades, reflejando una *compleja intersección entre género y urbanismo*. Este acceso varía significativamente según la ubicación geográfica dentro de los cantones. No obstante, se identifican factores comunes para todas las

mujeres. Por ejemplo, el *trabajo doméstico y de los cuidados* representa el doble del tiempo para las mujeres (31 horas 51 minutos) que para los hombres (15 horas 20 minutos) (INEC, 2024). Esto se convierte en una barrera importante para que ellas puedan acceder y disfrutar plenamente de estos espacios. En muchas áreas urbanas, las preocupaciones sobre la *seguridad personal* pueden limitar la frecuencia con la que las mujeres utilizan parques y áreas recreativas, especialmente en espacios mal iluminados o mantenidos donde la percepción de riesgo



Inauguración del mural participativo del Parque Mariana en Curridabat. Fotografía: Alejandra Martínez Gamboa.

puede ser alta. Esta percepción está fundamentada en datos, dado que las denuncias de delitos sexuales contra mujeres representan la cuarta causa de mayores denuncias ante el Ministerio Público, según los datos del Observatorio de violencia de género contra las mujeres y acceso a la justicia (**Observatorio de Género del Poder Judicial**, s. f.).

Las *desigualdades en la planificación urbana y la distribución de los espacios verdes* perpetúan la brecha de acceso entre mujeres y hombres. En muchas ciudades, los espacios verdes no están distribuidos equitativamente. Si las áreas con menor cobertura verde tienden a ubicarse en zonas de menor ingreso, se agudiza las consecuencias desproporcionadamente hacia las mujeres, especialmente a aquellas en situación de vulnerabilidad. Por ejemplo, de los 20 cantones en los que se aplicó el MOCUPP urbano, los que tienen menor trama verde son Oreamuno (23 %), Goicochea (24 %), Tibás (25 %), San José (30 %), Heredia (31 %), San Pablo (32 %) y Curridabat (35 %).

La falta de atención a las necesidades específicas de las mujeres en la planificación urbana puede resultar en infraestructuras que no satisfacen adecuadamente sus demandas, como la ausencia de espacios verdes comunitarios y seguros, la falta de centros de cuidado que faciliten el acceso laboral de las mujeres, y mayor propensión a inundaciones y situaciones de riesgo de desastre. Superar estos retos requiere un enfoque inclusivo en el diseño urbano que considere las

experiencias y necesidades diversas de las mujeres, garantizando que todas las personas de la comunidad puedan disfrutar equitativamente de los beneficios de los espacios verdes.

La tenencia de la tierra representa una barrera estructural para que las mujeres puedan acceder y ejercer sus derechos sobre propiedades, y se vincula directamente con los espacios verdes y las ciudades. En Costa Rica, se estima un 15.6 % de productoras agropecuarias, pero únicamente 8.1 % de los títulos de propiedad con fines agropecuarios está a nombre de ellas y solo 5 % de las mujeres posee fincas de 5 ha. Según el Banco Mundial para 2021, solo un 10 % del total de los créditos y un 5 % del total de asistencia técnica son recibidos por mujeres (**PNUD, 2023**). Esta situación perpetúa las desigualdades y limita la capacidad de las mujeres para participar plenamente en el desarrollo económico y comunitario de sus regiones.

Además, la falta de formalización de la tenencia de la tierra puede tener impactos profundos en la capacidad de las mujeres para tomar decisiones y acceder a servicios básicos. Sin títulos de propiedad, las mujeres en zonas periurbanas enfrentan dificultades para acceder a créditos, subsidios y programas de desarrollo que podrían mejorar sus condiciones de vida y fomentar el crecimiento económico local. La informalidad en la tenencia de la tierra también puede llevar a conflictos de propiedad y a una mayor vulnerabilidad ante fenómenos naturales



Participante en las brigadas de monitoreo biológico participativo en el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA). Fotografía: Proyecto Paisajes Productivos, PNUD.

y cambios en las políticas urbanas. Para abordar estos desafíos, es crucial implementar políticas que promuevan la igualdad de género en la tenencia de la tierra, garantizando que las mujeres puedan acceder a la propiedad y a los recursos necesarios para mejorar sus comunidades y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas periurbanas del GAM.

La *compleja intersección entre género y urbanismo* revela la importancia del papel y los aportes de las mujeres en los espacios verdes. Su participación en la gestión y gobernanza ambiental es crucial para el desarrollo sostenible y la

preservación de los recursos naturales. En los 20 cantones del Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica donde interviene el TEVU (Tibás, Goicochea, San José, Alajuelita, Curridabat, Desamparados, Montes de Oca, La Unión, Cartago, Paraíso, Oreamuno, San Pablo, Santo Domingo, Heredia, Santa Bárbara, San Rafael, Flores, Barva, Belén y Alajuela), las mujeres han asumido un papel de liderazgo en las jefaturas ambientales de los gobiernos locales y son clave en la formulación e implementación de políticas y estrategias ambientales. Su liderazgo es esencial para avanzar hacia una

gobernanza ambiental más equitativa y eficiente.

Las mujeres destacan en las brigadas de reforestación, educación ambiental, monitoreo biológico participativo, diseño participativo, rehabilitación de espacios públicos y gestión del agua a través de las ASADAS. En el **Cuadro 1 se resume** la participación de las mujeres en las actividades desarrolladas en los 20 cantones con los que se trabaja en el proyecto TEVU.

Las iniciativas ambientales, que van desde la plantación de árboles hasta la sensibilización de la comunidad sobre prácticas ambientales sostenibles, son impulsadas significativamente por esfuerzo y la dedicación de las mujeres. Su participación en las brigadas de reforestación no solo contribuye a la restauración de los ecosistemas locales, sino que también fortalece la resiliencia comunitaria frente al cambio climático.

En las actividades de educación ambiental, las mujeres se convierten en agentes de cambio, promoviendo una mayor conciencia ambiental y fomentando la participación ciudadana en la protección

del entorno. Este involucramiento activo de las mujeres en la gestión y gobernanza ambiental subraya su papel crucial en la construcción de comunidades más sostenibles y resilientes.

Es evidente que las ciudades necesitan aumentar significativamente los espacios verdes para beneficiar a todas las personas. Sin embargo, hacerlo sin considerarla la perspectiva de género, perpetúa desigualdades históricas. La premisa fundamental es adoptar un enfoque multidimensional y catalizador en el diseño urbano verde, esencial para la conservación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos de la crisis climática. Es necesario revertir las barreras de acceso y uso que persistente en la intersección entre género y urbanismo, asegurando al mismo tiempo el empoderamiento económico, social, político y ambiental de las mujeres en las ciudades. Es crucial reconocer el papel fundamental que las mujeres desempeñan y las contribuciones significativas que realizan.

Cuadro 1. Participación de mujeres en actividades de conservación ambiental en el marco del proyecto TEVU.

Actividades	Porcentajes
Diseño participativo y restauración de restauración de espacios públicos verdes urbanos	60.28 %
Brigadas de monitoreo biológico participativo	55.32 %
Actividades de reforestación	51.73 %
Gestión del agua comunitaria	63.24 %
Jefaturas en departamentos ambientales de gobiernos locales	61 %

Referencias

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). *Encuesta Nacional del Uso del Tiempo*. INEC. <https://www.inec.cr>
- Observatorio de Género del Poder Judicial. (s. f.). *Ley contra el acoso sexual callejero: Estadísticas. Poder Judicial de Costa Rica*. Poder Judicial de Costa Rica. <https://observatoriodegenero.poder-judicial.go.cr/index.php/soy-especialista-y-busco/estadisticas/ley-contra-el-acoso-sexual-callejero>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (7 de noviembre de 2003). *Foro urge mejorar el acceso, uso y control de la tierra por parte de las mujeres*. UNDP. <https://www.undp.org/es/costa-rica/comunicados-de-prensa/foro-urge-mejorar-el-acceso-uso-y-control-de-la-tierra-por-parte-de-las-mujeres>
- Transición hacia una economía verde urbana [TEVU]. (17 de julio de 2017). *Lanzamiento MOCUPP URBANO*. Organización para Estudios Tropicales. <https://tevucr.org/node/260>



**Ingeniero Forestal
y especialista en
arboricultura
Transición a una
economía verde urbana
(TEVU)**

fabricio.ballestero@
tropicalstudies.org

MOCUPP Urbano como herramienta basada en ciencia para la selección y priorización de la arborización en la ciudad y la cuantificación de los servicios ecosistémicos

**Fabricio Ballestero Jiménez
Juan Sebastián Vargas Montero**



**Arquitecto, egresado de
la Maestría en Diseño y
Construcción
Sostenible, Tecnológico
de Costa Rica**

jsvargasm@gmail.com

Las ciudades se han convertido en las áreas más pobladas del mundo, experimentando un crecimiento exponencial a menudo acompañado de una deficiente planificación territorial. Esta dinámica afecta tanto la cantidad como la calidad de los espacios verdes disponibles para sus habitantes (MINAE-GEF-PNUD, 2019).

Costa Rica no escapa de esta realidad. Eliminamos la cobertura forestal existente para desarrollar la infraestructura necesaria para albergar a más población, pero con esto se han perdido todos los beneficios que nos brinda la infraestructura verde. Un ejemplo de esto es el Gran Área Metropolitana (GAM), cuya expansión urbana se ha caracterizado por una planificación insuficiente y un crecimiento desorganizado, impulsado principalmente por el mercado inmobiliario debido a la debilidad en la implementación de políticas locales y regionales (Valverde, 2015). Estudios realizados en el GAM han revelado una relación significativa entre la escasez de áreas verdes y el calentamiento urbano (Barrantes Sotela, 2020; MINAE-SINAC-GIZ, 2021; Municipalidad de Curridabat, 2019).

Los árboles mejoran la resiliencia y la habitabilidad de los entornos urbanos a través de beneficios como la reducción del calor, la mitigación de inundaciones, la purificación del aire (Livesley *et al.*, 2016), así como, el secuestro de carbono (Nowak y Crane, 2002). Además, generan bienestar físico, mental y social (Harting *et al.*, 2014; Nesbitt *et al.*, 2017).

Es evidente que existen conflictos entre el reverdecimiento y la densificación de la ciudad. Por lo tanto, es crucial que exista una planificación estratégica para la adaptación climática, mientras se manejan los espacios y los recursos limitados para satisfacer las necesidades locales (Hamin y Gurran, 2009).

Por ejemplo, según Czekajlo *et al.* (2024) “una densidad mayor de desarrollo dificulta o hace más retador brindar procesos de reverdecimiento o creación de parques”. Además, la falta de espacio para el establecimiento de árboles urbanos y la remoción de árboles maduros es un proceso común durante el desarrollo constructivo.

El proyecto Transición hacia una economía verde urbana (TEVU), desarrollado por la OET (Organización para Estudios Tropicales), el GEF (Global Environment Facility) y el PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) destaca por la implementación del Sistema de Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos (MOCUPP Urbano) para 20 cantones del GAM. Este sistema se encarga de monitorear y clasificar el uso de la tierra.

En este proceso se abordó el concepto de trama verde, entendiendo que son áreas verdes naturales dentro del tejido urbano y que se relaciona con el concepto de infraestructura verde, definida como una red de espacios verdes y otros elementos naturales de alto valor, planificada y desarrollada desde una perspectiva estratégica en la ciudad (Natural England, 2010, como se citó en Toribio y Ramos, 2017).

Para monitorear la trama verde, el proyecto TEVU utilizó imágenes satelitales de alta resolución. La clasificación espectral y la extracción de las áreas de trama verde y usos de la tierra presentes en el área de estudio se desarrollaron mediante procesos automatizados de mapeo. Para clasificar el tipo de trama verde presente se utilizaron las clases citadas en el Decreto Ejecutivo 40043-MINAE (2017), de las cuales se identificaron tres categorías y 14 clases (Acuña y Miranda, 2021).

La medición de la cobertura de copas de los bosques urbanos, también conocidos como infraestructura verde, a través de sensores remotos, como la generada por MOCUPP Urbano, ha sido realizada en otros estudios con diferentes fuentes de información, técnicas de interpretación y categorías de clasificación. Algunos ejemplos son: uso de imágenes aéreas (Nowak *et al.*, 1996), imágenes digitales de alta resolución (Myeong *et al.*, 2001), imágenes satelitales de resolución media (Huang *et al.*, 2001) e imágenes satelitales de baja resolución (Dwyer *et al.*, 2000).

La información geoespacial generada en capas de usos de suelo se ha utilizado en otros estudios para determinar y evaluar los beneficios de la trama verde en las ciudades. Por ejemplo, [Dwyer y Miller \(1999\)](#) utilizaron la información del uso y cobertura de suelo para determinar y evaluar los beneficios producidos por la cobertura forestal o dosel arbóreo de la ciudad de Stevens Point, Winsconsin.

En esta misma línea, autores como [Nowak *et al.* \(2008\)](#) implementaron métodos para evaluar la estructura y los servicios ecosistémicos de los bosques urbanos, utilizando el modelo denominado Urban Forest Effects (UFORE). Este modelo requiere obligatoriamente datos sobre uso

del suelo y datos de campo, mediante el establecimiento de parcelas de muestreo o de inventarios. Obtener esta información o bases de datos suelen asociarse a la cooperación de instituciones locales, generalmente gobiernos locales. Esto denota no solo la necesidad de contar con la información del uso de suelo, sino también de inventarios que refuercen la precisión de los servicios que brindan los bosques urbanos o trama verde.

En su primera fase de desarrollo, el MOCUPP Urbano generó información sobre el uso del suelo y la trama verde dentro del Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA) (**Figura 1**), que abarca cinco cantones del GAM. [Acuña y](#)

[Padilla \(2022\)](#) utilizaron las categorías de uso de la trama verde, red hídrica y puntos de restauración generados para aplicar líneas de conectividad estructural con herramientas geoespaciales, estableciendo así estrategias de reverdecimiento en este importante corredor interurbano.

De acuerdo con [Acuña y Miranda \(2021\)](#), la evaluación y el monitoreo de la trama verde son igualmente

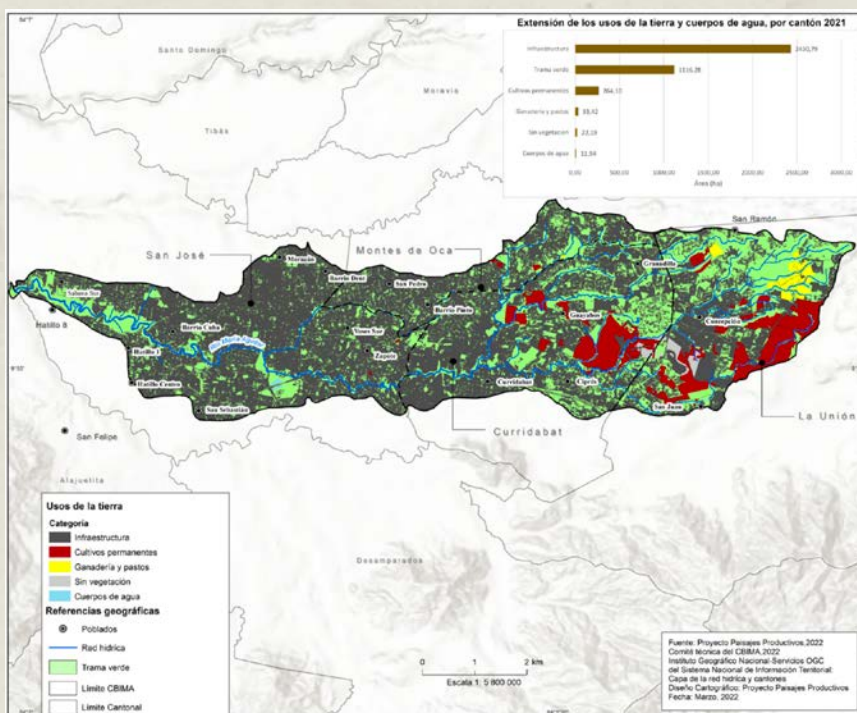


Figura 1. Usos de la tierra del CBIMA, para el año 2021. Fuente: Proyecto Paisajes Productivos (MINAE-SINAC-PNUD, 2022).

importantes que las actividades de reverdecimiento, arborización y mantenimiento, ya que facilitan la generación de conocimiento sobre islas de calor, conectividad, endemismo de especies vegetales en áreas urbanas, restauración del paisaje y mejoramiento de los servicios ecosistémicos, entre otros.

Las actividades de evaluación y monitoreo de la trama verde, como las de MOCUPP Urbano, proporcionan información sobre los beneficios que los árboles y la vegetación aportan a las ciudades a través de los servicios ecosistémicos, entre otros. Con la clasificación y el mapeo de la trama verde es posible identificar sectores críticos y prioritarios para intervenir, mejorando el entorno urbano y fortaleciendo los servicios ecosistémicos de apoyo, abastecimiento y regulación, así como los servicios culturales y de esparcimiento. Esta información se convierte en un recurso para mejorar la resiliencia y la calidad de vida en entornos urbanos.

El MOCUPP Urbano genera información científica para profundizar en temas relacionados con la trama verde y sus beneficios en las ciudades. Por ejemplo, en un Trabajo Final de Graduación de la Maestría en Diseño y Construcción Sostenible del Tecnológico de Costa Rica, se utilizaron las capas de trama verde

y usos de la tierra generadas por MOCUPP Urbano, para evaluar el impacto de la trama verde en la temperatura de la superficie (LST, por las siglas en inglés: Land Surface Temperature) y la regulación del clima urbano dentro del CBIMA (Vargas-Montero, 2024).

A través del procesamiento y análisis de los tipos de cobertura y la LST en la zona estudiada, la investigación identificó las islas de calor urbanas, así como las zonas con menores temperaturas, demostrando su relación con la infraestructura y la trama verde. Se confirmó que los bosques y áreas naturales tienen una influencia significativa en la regulación del clima, manteniendo temperaturas más bajas en comparación con la infraestructura (**Figura 2**). Estos hallazgos subrayan la importancia de preservar, proteger y restaurar los entornos naturales. Asimismo, se evidenció que las áreas verdes urbanas contribuyen a

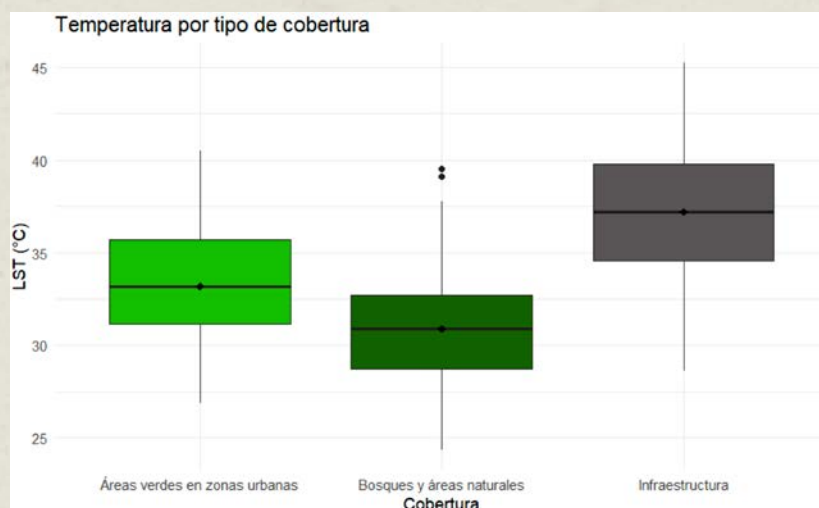


Figura 2. Temperatura de la superficie (LST) de diferentes tipos de cobertura del CBIMA. Fuente: Vargas-Montero (2024).

la regulación del clima, resaltando la necesidad de integrarlas en la planificación urbana (Vargas-Montero, 2024). También se encontraron diferencias en la LST de los diferentes tipos de trama verde, donde las menores temperaturas se presentaron en los bosques y áreas naturales, lo que concuerda con lo señalado por Marando *et al.* (2022), quienes indican que la capacidad de enfriamiento de los espacios verdes urbanos puede variar según los tipos de vegetación y cobertura, como pastos, arbustos o árboles, alcanzando el máximo efecto en los bosques urbanos.

El estudio de las métricas del paisaje dentro del CBIMA, utilizando las capas de cobertura del MOCUPP Urbano, permitió determinar la relación entre la morfología urbana y la LST. Se

reflejó el impacto de la infraestructura en el calentamiento urbano dentro de la zona de estudio, mostrando una tendencia lineal creciente: a medida que aumenta el porcentaje de infraestructura aumenta también la LST (Figura 3) (Vargas-Montero, 2024). Los resultados concuerdan con los hallazgos de otros investigadores, quienes también evidenciaron el impacto de la impermeabilización de las superficies y la falta de vegetación en el calentamiento urbano (An *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022). Conocer cómo los patrones de cobertura y la fragmentación de la trama verde influyen en la temperatura es crucial para la toma de decisiones orientadas a una planificación sostenible y resiliente. La diversidad en los tipos de cobertura, el

aumento de superficies permeables y la arborización dentro de la ciudad surgen como posibles soluciones para la mitigación de las islas de calor.

El estudio realizado permitió estimar el efecto de enfriamiento de 20 espacios verdes dentro de la zona de estudio, evidenciando su contribución a la mitigación del calentamiento urbano. Se demostró que tanto el tamaño de los espacios

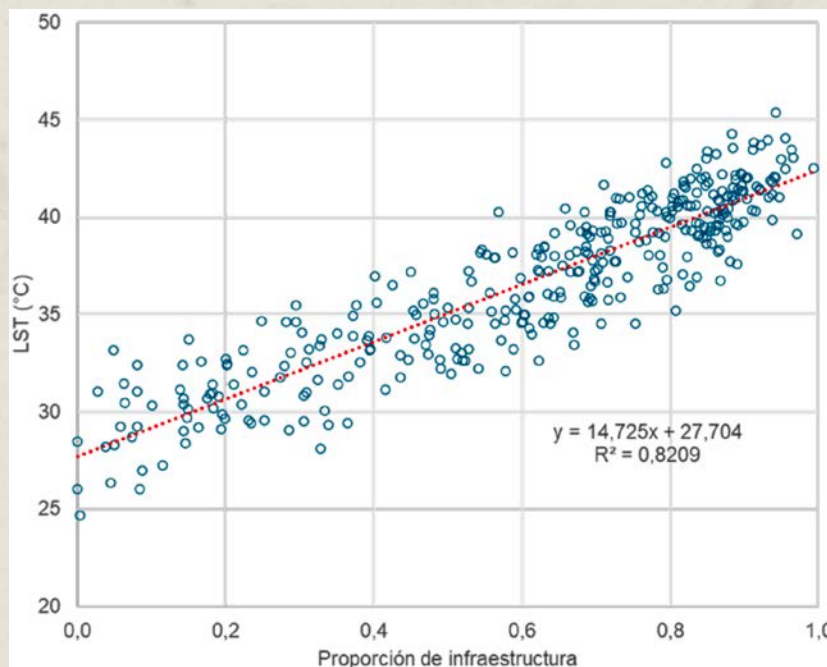


Figura 3. Regresión lineal entre proporción de infraestructura y LST. Fuente: Vargas-Montero (2024).

verdes (**Figura 4**) como el área con cobertura arbórea (**Figura 5**) son factores determinantes en la intensidad de enfriamiento. Un alto porcentaje de los espacios verdes estudiados que presentaron mayor intensidad de enfriamiento cuentan con infraestructura azul, lo que es otro factor importante para considerar en las estrategias para la planificación urbana sostenible (Vargas-Montero, 2024). Para estimar el efecto refrescante de los espacios verdes se utilizó una metodología similar a la aplicada por Arellano Ramos *et al.* (2019), Chibuike *et al.* (2018) y Feyisa *et al.* (2014) en Barcelona, Nigeria y Etiopía, respectivamente; donde se emplearon anillos concéntricos para cuantificar la extensión e intensidad del enfriamiento.

La metodología implementada por MOCUP Urbano para la clasificación y mapeo de la trama verde, junto con la utilizada para estudiar la temperatura y el clima urbano, puede replicarse en otras zonas del país. Esto brinda a los gobiernos locales e instituciones la oportunidad de generar información científica útil para el ordenamiento territorial, identificando puntos críticos para priorizar estrategias de arborización que favorezcan la mitigación del

calentamiento urbano. Además, permite establecer un control y monitoreo sobre cómo las decisiones urbanas y las soluciones basadas en naturaleza influyen en el clima de las ciudades.

La LST es un indicador sencillo de calcular con imágenes satelitales Landsat, que son gratuitas y permiten el estudio desde el año 1982, facilitando comparaciones de variaciones en la LST debido a cambios de cobertura. Asimismo, se puede desarrollar la modelización espacial de escenarios con diferentes arreglos de árboles y construcciones a escala de barrio, evaluando las condiciones actuales y futuras de los bosques y la silvicultura urbana (Czekajlo *et al.*, 2024).

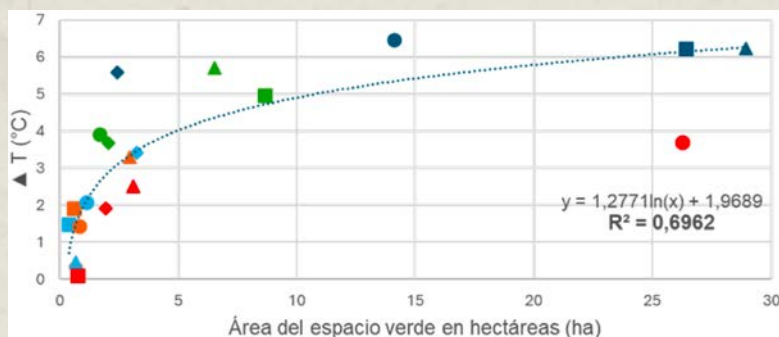


Figura 4. Intensidad de enfriamiento versus tamaño del espacio verde. Fuente: Vargas-Montero (2024).

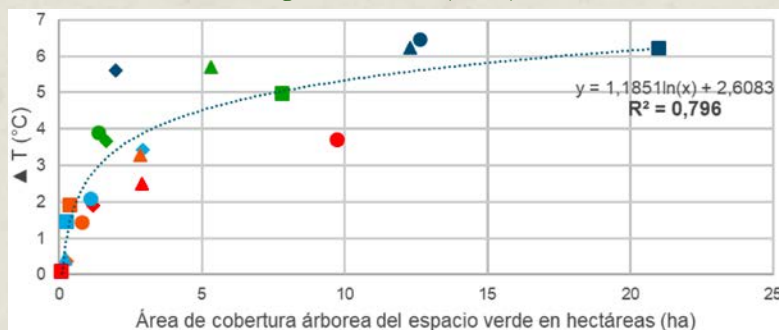


Figura 5. Intensidad de enfriamiento versus área de cobertura arbórea. Fuente: Vargas-Montero (2024).

Para lograr estos procesos de reverdecimiento es importante seguir las directrices de planificación o indicadores como la regla 3-30-300 (Konijnendijk, 2022), que define cómo las ciudades pueden proporcionar un acceso equitativo y coherente a los árboles y espacios verdes en todas las escalas. Además, la plantación estratégica de árboles puede mejorar la movilidad al aumentar los niveles de confort, definir los espacios peatonales y proporcionar sombra para dinamizar la ciudad (Langenheim *et al.*, 2020). Aunque, la mayoría de los estudios recientes se centran en ciudades más grandes que las de Costa Rica, esto no debe ser una limitante; se insta a que los datos generados por el MOCUPP Urbano llenen los vacíos de información y permitan tomar decisiones informadas.

Referencias

- Acuña-Piedra, J. y Miranda, M. (2021). Monitoreo de los cambios en el uso y cobertura del suelo del paisaje urbano. *Ambientico*, (276), 20-25. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/monitoreo-de-los-cambios-en-el-uso-y-cobertura-del-suelo-del-paisaje-urbano/>
- Acuña-Piedra, J. y Padilla, C. (2022). Experiencias en el monitoreo de la trama verde con herramientas geoespaciales y reverdecimiento en el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA). *Ambientico*, (284), 30-42. <https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/39325/ART-284-05.pdf>
- An, H., Cai, H., Xu, X., Qiao, Z., & Han, D. (2022). Impacts of urban green space on land surface temperature from urban block perspectives. *Remote Sensing*, 14(18), 4580. <https://doi.org/10.3390/rs14184580>
- Arellano Ramos, B., García Haro, A. y Roca Cladera, J. (2019). *Definición espacial del efecto de enfriamiento de los espacios verdes urbanos mediante teledetección: Estudios de caso en el Área Metropolitana de Barcelona*. En XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city": UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8956. <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8956>
- Barrantes Sotela, O. E. (2020). *Análisis del efecto del cambio de la cobertura de la tierra en el fenómeno de Isla de Calor Urbano (ICU) en la ciudad de Heredia, Costa Rica*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstreams/875a63b8-616b-46b4-a9f3-8617487c2f12/download>
- Chibuike, E. M., Ibukun, A. O., Abbas, A., & Kunda, J. J. (2018). Assessment of green parks cooling effect on Abuja urban microclimate using geospatial techniques. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 11, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.04.006>
- Czekajlo, A, Cheng, Z., Barron, S., Girling, C., & Nesbitt, L. (2024). Modelling Four Neighbourhood-Scale Urban Forest Scenarios for 2050: Vancouver, Canada. *Arboriculture & Urban Forestry*, 50(1), 18–56. <https://doi.org/10.48044/jauf.2023.025>
- Decreto Ejecutivo No. 40043- MINAE. (2017). [Ministerio de Ambiente y Energía]. *Regulación del Programa Nacional de Corredores Biológicos*. Diario Oficial La Gaceta, n.º 20, Alcance 19, 27 de enero de 2017. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83424&nValor3=107128&strTipM=TC
- Dwyer, M., & Miller, R. (1999). Using GIS to assess urban tree canopy benefits and surrounding greenspace distributions. *Journal of Arboriculture*, 25(2), 102-107. <https://doi.org/10.48044/jauf.1999.016>
- Dwyer, J. F., Nowak, D. J., Noble, H. M., & Sisinni, S. M. (2000). *Connecting People with Ecosystems in the 21st Century: An Assessment of Our Nation's*

- Urban Forests*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-490. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-490>
- Feyisa, G. L., Dons, K., & Meilby, H. (2014). Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa. *Landscape and Urban Planning*, 123, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.008>
- Hamin, E. M. & Gurran, N. (2009). *Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia*. *Habitat International, Climate Change and Human Settlements*, 33(3):238-245. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.005>
- Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207-228. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>
- Huang, C., Yang, L., Wylie, B., and Homer, C. (2001). *A Strategy for Estimating Tree Canopy Density Using Landsat 7 ETM+ and Higher Resolution Images Over Large areas*. In: Third International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, Denver, CO. https://digitalcommons.unl.edu/usgspubs/111/?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fusgspubs%2F111&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Konijnendijk, C. C. (2022). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 Rule. *Journal of Forestry Research*, 34, 821-830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- Marando, F., Heris, M. P., Zulian, G., Udías, A., Mentaschi, L., Chrysoulakis, N., Parastatidis, D., & Maes, J. (2022). Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103564. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564>
- MINAE-GEF-PNUD. (2019). *Diagnóstico multidimensional del Corredor Biológico Interurbano María Aguilar*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Proyecto Conservando la biodiversidad a través de la gestión sostenible en los paisajes de producción en Costa Rica. Costa Rica. <https://www.undp.org/es/costa-rica/publicaciones/diagnostico-multidimensional-del-corredor-biologico-interurbano-maria-aguilar-cbima>
- MINAE-SINAC-GIZ. (2021). *Atlas de Servicios Ecosistémicos de la Gran Área Metropolitana*. MINAE-SINAC-GIZ. <https://atlasverde.net/isla-de-calor/>
- MINAE-SINAC-PNUD. (2022). *Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos Urbanos (MOCUPP Urbano)*. Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA). Datos para el 2021. <https://mocupp.org/download/mocupp-urbano-cambios-en-trama-verde-2019-2021/?wpdmdl=3728&refresh=64752273812bf1685398131>
- Municipalidad de Curridabat. (2019). *Islas de calor, impactos y respuestas: El caso del Cantón de Curridabat*. Curridabat, Costa Rica. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9345/Islas_de_calor_impactos_y_respuestas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Myeong, S., Hopkins, P. F., and Nowak, D. J. (2001). Urban cover mapping using digital, high-spatial resolution aerial imagery. *Urban Ecosystems*, 5, 243–256. https://www.nrs.fs.usda.gov/pubs/jrnl/2003/ne_2003_myeong_001.pdf
- Nesbitt, L., Hotte, N., Barron, S., Cowan, J., and Sheppard, S. R. J. (2017). The social and economic value of cultural ecosystem services provided by urban forests in North America: A review and suggestions for future research. *Urban Forestry & Urban Greening*, 25, 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.005>
- Nowak, D. J., Rowntree, R. A., McPherson, E. G., Sisin, S. M., Kerkmann, E. R. and Stevens, J. C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*, 36, 49–57. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(96\)00324-6](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(96)00324-6)
- Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116(3), 381-389. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)

- Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C., Hoehn, R. E., Walton, T., & Bond, J. (2008). Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34(6):347–358. <http://dx.doi.org/10.48044/jauf.2008.048>
- Langenheim N., White, M., Tapper, N., Livesley, S. J., & Ramirez-Lovering, D. (2020). Right tree, right place, right time: A visual-functional design approach to select and place trees for optimal shade benefit to commuting pedestrians. *Sustainable Cities and Society*. 52, 101816. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101816>
- Livesley, S. J., McPherson, E. G., & Calfapietra, C. (2016). The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *Journal of Environmental Quality*, 45(1), 119-124. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0567>
- Toribio, J. M. F. y Ramos, J. S. (2017). Naturaleza y ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (74). <https://doi.org/10.21138/bage.2447>
- Valverde, J. M. (2015). Ordenamiento territorial: implicaciones para el desarrollo humano. En Vigésimosegundo Informe Estado De La Nación En Desarrollo Humano Sostenible (pp. 273--326). Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica). Programa Estado de la Nación. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/86>
- Vargas-Montero, S. (2024). *Impacto de la morfología urbana y la trama verde en la temperatura de la microcuenca del río María Aguilar, Gran Área Metropolitana de Costa Rica*. [Proyecto de graduación no publicado]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15196>
- Zhang, Y., Wang, Y., Ding, N., & Yang, X. (2022). Spatial pattern impact of impervious surface density on urban heat island effect: A case study in Xuzhou, China. *Land*, 11(12), 2135. <https://doi.org/10.3390/land11122135>



**Biólogo
Proyecto
Transición
hacia una
Economía Verde
Urbana (TEVU)**
Jossy.calvo@
tropicalstudies.org



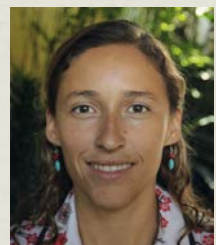
**Académica,
Escuela Ciencias
Biológicas, UNA**
tania.bermudez.
rojas@una.ac.cr

El MOCUPP urbano y el Monitoreo Biológico Participativo para la toma de decisiones en conservación de la biodiversidad en Corredores Biológicos Interurbanos

Jossy Calvo Villalobos
Tania Bermúdez Rojas
Marilyn Romero Vargas
Elena Vargas Fonseca



**Académica,
Escuela de
Geografía, UNA**
marilyn.romero.
vargas@una.ac.cr



**Oficial de
Programa
Naturaleza,
Clima y Energía
PNUD**
elena.vargas@
undp.org

El paisaje es una unidad ecológica de análisis espacial cuyos atributos son la estructura y la funcionalidad, los cuales permiten la conectividad ecológica. La estructura está compuesta por un mosaico de coberturas y usos de la tierra que conforman nodos, fragmentos y corredores (Morera *et al.*, 2007; Morera *et al.*, 2013). El paisaje, a través de su estructura, permite, reduce o impide el flujo de materia, energía e información, lo que favorece o limita la conectividad biológica. A mayor naturalidad del paisaje (presencia de hábitats naturales), menores barreras ecológicas y, por tanto, mayor funcionalidad biológica, siendo la fragmentación del paisaje una de las mayores amenazas a la conectividad (Morera y Sandoval, 2018; Morera *et al.*, 2021).

Por tal razón, como acertadamente señala el I Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR) (SINAC, 2015), la conservación del paisaje natural presume la posibilidad de preservar unidades paisajísticas, tales como bosques de diferentes tamaños y cualidades, así como espacios

con cafetales, pastos arbolados, jardines, entre otros, que forman una trama verde que propicia el movimiento de la fauna y la funcionalidad del ecosistema en general. La mejora en las unidades que conforman la trama verde son la base para la conformación de los Corredores Biológicos Interurbanos (CBIs). En la ciudad y su periferia, aún con toda su complejidad, hay una relación entre el paisaje natural y la conectividad biológica: Los Corredores Biológicos constituyen una estrategia que, junto a las Áreas Silvestres Protegidas (ASP), contribuye a la conservación de la naturaleza.

Los CBIs son estrategias público-privadas que apoyan la conservación de la naturaleza y los servicios ecosistémicos en espacios urbanos y periurbanos y cuentan con un alto componente de participación ciudadana y múltiples actores sociales (Sancho, 2021). Estos últimos promueven y participan activamente en distintas actividades con el propósito de mantener y mejorar la conectividad estructural y

funcional de los ecosistemas. Una de estas actividades es el Monitoreo Biológico Participativo (MBP) que, unido a la herramienta del Sistema de Monitoreo del Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Productivos (MOCUPP), principalmente el MOCUPP Urbano, puede brindar información precisa, confiable y constante sobre los cambios que ocurren en los paisajes y ecosistemas de los CBIs.

Gran parte de los territorios de los ocho CBIs (**Cuadro 1**) presentes en la GAM cuentan con datos parciales o totales del MOCUPP Urbano, usos y coberturas de la tierra, base de la estructura del paisaje y de los ecosistemas que los conforman (**Figura 1**). Los CBIs María Aguilar, río Torres - Reserva de la Biosfera y Cubujuquí tienen datos de todo su territorio. Garcimuñoz, Pará Toyopán, Bicentenario Tiribí y Cobrí Surac tienen datos parciales. El CBI Achiote es el único sin datos por estar fuera del límite de la región GAM.

Cuadro 1. Corredores Biológicos Interurbanos, 2023.

Corredores Biológicos Interurbanos	Tamaño (km²)
Garcimuñoz	319.74
Cubujuquí	261.6
Bicentenario Tiribí	218.28
Cubric Surac	188.34
Pará Toyopán	64
Río Torres Reserva de la Biosfera	60.85
Achiote	55.23
María Aguilar	38.74
Total	1206.78

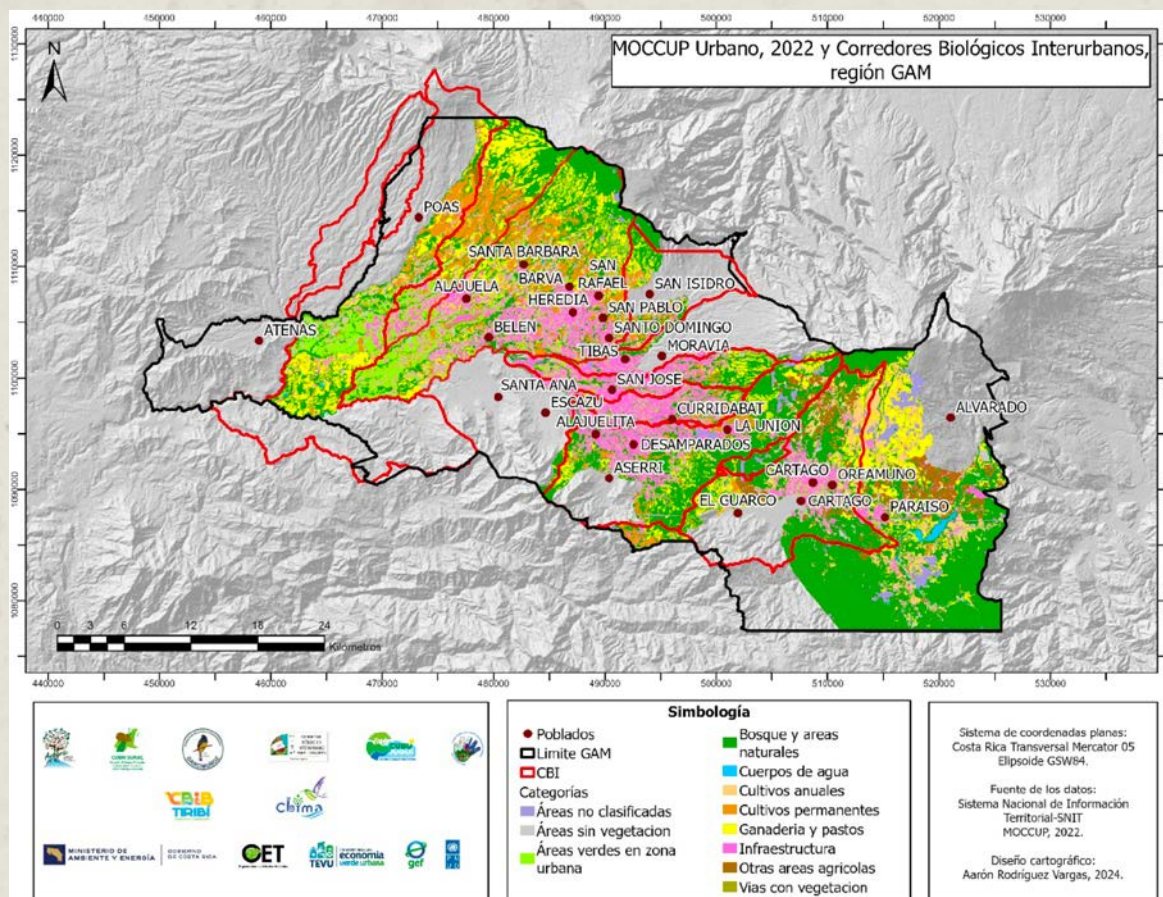


Figura 1. Gran Área Metropolitana (GAM) con los principales usos y cobertura de la tierra obtenidos del MOCUPP, incluyendo los principales poblados y en rojo los Corredores Biológicos Interurbanos.

El MBP de aves es un ejemplo de monitoreo ciudadano realizado en los CBI, dirigido por expertos en avifauna y organizado de manera conjunta por los Comités Locales de los corredores, el SINAC y el Proyecto Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU). Los MBP permiten el empoderamiento comunitario en la generación de datos ciudadanos, ya que las personas poseen un amplio conocimiento de su entorno y las especies (Reed *et al.*,

2016), aumentando el sentido de identidad territorial y responsabilidad ecológica de su entorno. Además, el MBP proporciona datos continuos, a largo plazo y de amplia cobertura, que pueden ser visualizados en mapas, permitiendo la toma de decisiones informadas, actualizadas e identificando tendencias y cambios en el tiempo y, de esta forma, obteniendo respuestas rápidas a problemas emergentes (Evans y Guariguata, 2016). Aunado a lo anterior, estas

prácticas aumentan la conciencia y educación ambiental, aportan conocimiento espacial a los participantes y fomentan la colaboración entre las comunidades, científicos, ONG y el Gobierno.

Desde 2022 y para algunos CBIs desde 2019, se han realizado dos ediciones anuales de conteos de aves participativos en 60 rutas de monitoreo distribuidas en los CBIs, con la participación de cerca de 500 personas en cada conteo y más de 80 entidades colaboradoras (incluyendo 20 municipalidades y seis universidades). A través de estos monitoreos, con la colaboración de personas expertas voluntarias en cada ruta, se han reportado 399 especies de aves.

Con el propósito de relacionar la estructura y funcionalidad del paisaje se realizó, a manera de ejemplo, la integración de las herramientas MOCUPP y MBP. La información de conteos de aves se categorizó y se analizó la riqueza de este grupo taxonómico en la categoría de especies endémicas, con base en las actualizaciones oficiales de la Asociación Ornitológica de Costa Rica y la *Lista Oficial de Especies en peligro de extinción y con poblaciones reducidas y amenazadas* (Garrigues *et al.*, 2023; Resolución No. 092 R-SINAC-CONAC-092-2017, 2017). Las especies endémicas solo se encuentran en un área geográfica específica, por esta razón son más vulnerables a las perturbaciones ambientales, como la destrucción del hábitat (Noguera-Urbano, 2017). Además, por su distribución geográfica muchas son particularmente vulnerables al cambio climático. Su monitoreo puede proporcionar

información valiosa sobre el éxito de las políticas y prácticas de conservación implementadas en una región específica.

Como resultados relevantes para la conservación y mejora de la conectividad funcional, se observa que la gran mayoría del endemismo en avifauna en los CBIs se concentra en las zonas de vida de mayor altitud, específicamente en Bosque muy húmedo premontano (bmh-P), los bosques húmedo y muy húmedo montano bajo (bh-MB, bmh-MB) y los bosques pluviales (**Figura 2**).

Este grupo resulta de alto interés para la conservación ya que, por ejemplo, de las 50 especies con endemismo reportadas en la región, el 90 % dependen de estas zonas de vida como *refugios* y corredores climáticos, cerca del 75 % están asociadas también a bosques secundarios y maduros y el 32 % están amenazadas (en peligro de extinción o con poblaciones reducidas en el país) (**Figura 3**).

En términos de manejo y de la relación espacial encontrada, la recuperación de la conectividad biológica se debe enfocar en estos pisos altitudinales, que se distribuyen de oeste a este en corredores como el Achiote, Garcimuñoz, Cubujuquí, Pará Toyopán y Cobri Surac (**Figura 2**). Esto contrasta con la distribución de los principales ríos y quebradas de estos territorios, los cuales se distribuyen en dirección contraria, es decir norte a sur, y constituyen vías naturales de conectividad estructural ya que conservan mucho de la vegetación arbórea y arbustiva riparia de los CBIs, por lo que son una prioridad de intervención.

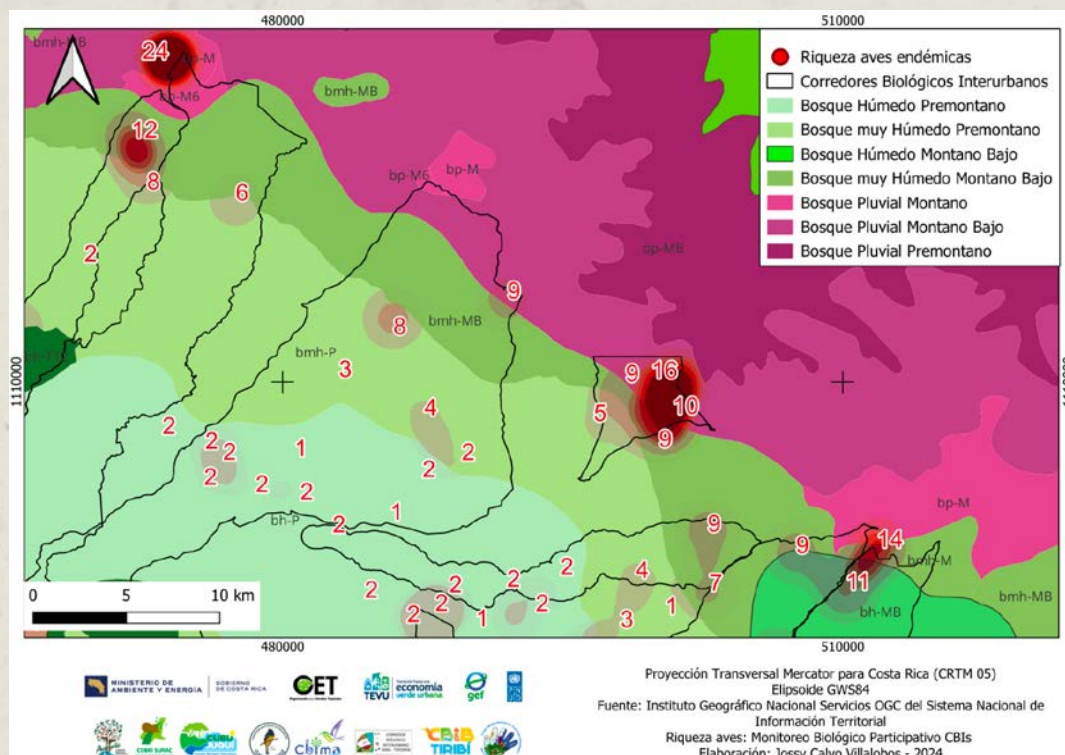


Figura 2. Mapa de calor de riqueza de avifauna endémica de acuerdo con resultados del Programa de Monitoreo de Aves Participativo de CBIs (diciembre 2022- abril 2024). Los puntos de monitoreo donde se reporta mayor riqueza de aves endémicas se representan como islas de calor con tonalidades rojas más intensas. Fuente: Proyecto TEVU (2024).



Figura 3. Ejemplo de aves endémicas reportadas en los monitoreos. Trepamusgo Cuellirojizo (*Thripadectes rufobrunneus*), endémica regional, amenazada y dependiente de áreas boscosas; Rualdo (*Chlorophonia callophrys*), endémica regional, peligro de extinción y sensible a pérdida de conectividad. Fotografías: Cristian Bonilla y Verónica Vargas respectivamente.

Los índices de biodiversidad, en este caso riqueza de endemismo, se proyectan como herramientas complementarias y necesarias para la toma de decisiones. A su vez, cuando se complementan con herramientas geoespaciales como el MOCUPP permiten, con mayor facilidad, planificar y priorizar acciones de intervención que propicien rutas de conectividad, conservación del paisaje y mejora de calidad de hábitat.

Así bien, es necesario conocer con precisión cómo se configura el paisaje para planificar y ejecutar adecuadamente

herramientas para su manejo y mejora. Por ejemplo, en la **Figura 4** se muestra un sector del cantón de Santa Bárbara (dentro del CBI Cubujuquí) y cómo en diferentes usos de la tierra se pueden implementar distintas estrategias, cada una con necesidades social-administrativas y de recursos específicos. Para priorizar acciones más específicas como sitios y tipos de intervención se pueden considerar elementos como las menores distancias viables para crear conexiones estructurales entre áreas naturales y el objetivo de facilitar la conectividad en dirección

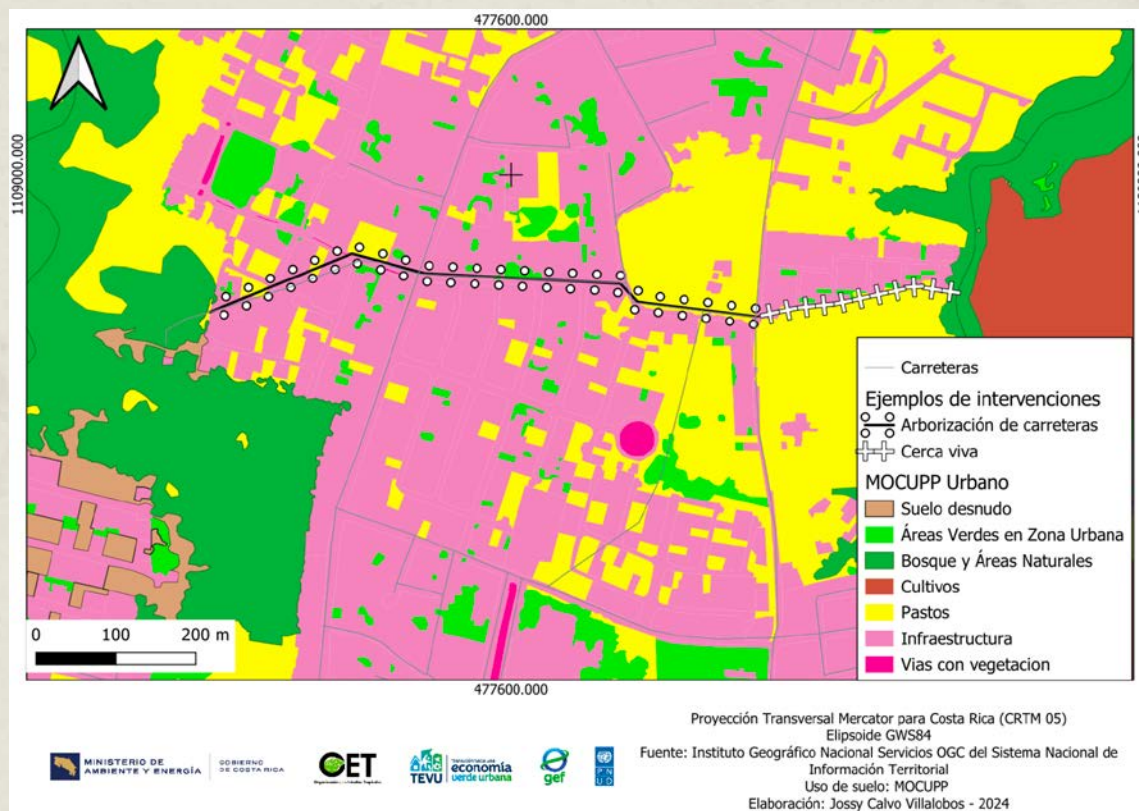


Figura 4. Ejemplos de tipos de intervenciones para promover rutas de conectividad biológica endémica en un sector del cantón de Santa Bárbara, priorizando la orientación este a oeste, de acuerdo con información del MOCUPP y necesidades de conectividad para aves endémicas identificadas a través de monitoreos biológicos participativos.

de las franjas altitudinales, de oeste a este. En las **Figuras 4 y 5** se ejemplifican dos tipos de intervenciones según el uso de suelo, carreteras arboladas y cercas vivas. Otras intervenciones como ace-ras arboladas en áreas urbanas, barreras rompevientos, la rehabilitación ecológica de áreas naturales existentes o el enriquecimiento de áreas verdes en zonas urbanas también dependerán del uso del suelo (**Figura 5**).

Como conclusión, el monitoreo periódico de la conectividad biológica funcional y estructural es una herramienta necesaria para la generación de información técnica y científica, con el fin de tomar decisiones basadas en evidencia y atender diversas necesidades ambientales, económicas y sociales. Además, considerando que metodologías como la ciencia ciudadana permite a su vez fomentar la apropiación y cultura de cuidado de parte de diversos actores en los territorios.

Finalmente, estas necesidades se entretrejen en las dinámicas regionales y se han posicionado en importantes instrumentos a nivel global. Por ejemplo, el Marco Mundial de Diversidad Biológica en 2022, en el que Costa Rica tuvo un papel importante, plasmó en la meta 21: *Garantizar que los responsables de la toma de decisiones, los profesionales y el público tengan acceso a los mejores datos, información y conocimientos disponibles a fin de guiar una gobernanza eficaz y equitativa y una gestión integrada y participativa de la biodiversidad* (CBD, 2022). Por lo que dichas herramientas son reflejo de las tendencias mundiales para la atención de las crisis planetarias asociadas al cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Hoy por hoy cinco de cada seis países tienen consagrado en sus legislaciones el derecho humano a un ambiente sano (Alves *et al.*, 2023), algo que en Costa Rica se estableció de forma visionaria desde 1948 a nivel



Figura 5. Algunas intervenciones para promover la conectividad biológica en el Cantón de Santa Bárbara. Arborización de calles y aceras y cercas vivas. Fotografía: TEVU.

constitucional y que ha sido el cimiento por excelencia de los diversos logros ambientales que puede acreditarse el país, con el reto pendiente de los ecosistemas urbanos y periurbanos.

Es ampliamente aceptado que no hay calidad de vida sin contacto con la naturaleza (Zylstra *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2015; Frumkin *et al.*, 2017) y por lo tanto el acceso a espacios verdes urbanos es un derecho aún por conquistar en la Gran Área Metropolitana. Tanto MOCUPP como el MBP son soluciones que están implementando en Costa Rica y pueden constituirse en herramientas exitosas con impactos positivos para la naturaleza, la salud humana y la economía, por medio de actividades como el senderismo y la observación de aves. Una vez más Costa Rica puede ser pionero en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y demostrarle al mundo que es posible impulsar una economía verde e innovadora, tomando decisiones basadas en ciencia y de forma participativa e inclusiva.

Referencias

- Alves, F., Costa, P. M., Novelli, L. y Vidal, D. G. (2023). The rights of nature and the human right to nature: an overview of the European legal system and challenges for the ecological transition. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1175143. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1175143>
- CBD. (2022). *Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity. 15/4. Kunming-Montreal global biodiversity framework. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Fifteenth meeting, Montreal, Canada.* <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>
- Evans, K. A., & Guariguata, M. R. (2016). *Éxito desde la base: el monitoreo participativo y la restauración de bosques*. Documentos Ocasionales 167. CI-FOR. <https://doi.org/10.17528/cifor/006393>
- Frumkin, H., Bratman, G. N., Breslow, S. J., Cochran, B., Peter, P. H. Jr., Lawler, J. J., Levin, P. S., Tandon, P. S., Varanasi, U., Wolf, K. L., & Wood, S. A. (2017). Nature Contact and Human Health: A Research Agenda. *Environmental Health Perspectives*, 125(7), e075001. <https://doi.org/10.1289/EHP1663>
- Garrigues, Richard., P. Camacho-Varela, M. Montoya, P. O'Donnell, O. Ramírez-Alán, J. Zook. (2023). Lista Oficial de las Aves de Costa Rica 2023-2024 – Actualización Octubre 2023. Comité de Especies Raras y Registros Ornitológicos de Costa Rica (Comité Científico), Asociación Ornitológica de Costa Rica. The Cornell Lab of Ornithology. (Julio 2024). *Birds of the World*. Cornell University. <https://birdsoftheworld.org>
- Lee, A., Jordan, H., & Horsley, J. (2015). Value of urban green spaces in promoting healthy living and wellbeing: prospects for planning. *Risk Management and Healthcare Policy*, 8, 131-137 <https://doi.org/10.2147/rmhp.s61654>
- Morera, C., Pintó, J. y Romero, M. (2007). Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: Aproximación conceptual. En O. Chassot y C. Morera (Eds.), *Corredores Biológicos: Acercaamiento conceptual y experiencias en América* (pp. 11-47). Centro Científico Tropical, Universidad Nacional. https://www.researchgate.net/publication/256495889_PAISAJE_PROCESOS_DE_FRAGMENTACION_Y_REDES_ECOLOGICAS_APROXIMACION_CONCEPTUAL
- Morera, C., Romero, M. y Sandoval, L. (2013). *Geografía, paisaje y conservación*. Universidad Nacional de Costa Rica. https://www.researchgate.net/publication/256513844_Geografia_paisaje_y_conservacion
- Morera, C. y Sandoval, L. (2018). Fragmentación y conectividad de la cobertura natural a nivel cantonal en Costa Rica durante los años 2000 y 2015. *Revista Geográfica de América Central*, 4, 37-61. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/11786/15791>

- Morera, C., Sandoval, L. y Alfaro, L. (2021). *Evaluación de corredores biológicos en Costa Rica: estructura del paisaje y procesos de conectividad-fragmentación*. *Revista Geográfica de América Central*, 4(61E) 37-61. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/11786/15791>
- Noguera-Urbano, E. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 89-107. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000100089&lng=es&tlng=es
- Proyecto TEVU (Transición hacia una economía verde y urbana). (2024). *Informe de resultados del Censo Participativo de Aves de Corredores Biológicos Interurbanos 2024*. TEVU. <https://tevucr.org/node/253>.
- Reed, J., Van Vianen, J., Deakin, E. L., Barlow, J., & Sunderland, T. (2016). Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: Learning from the past to guide the future. *Global Change Biology*, 22, 2540–2554. <https://doi.org/10.1111/gcb.13284>
- Resolución No. 092 R-SINAC-CONAC-092-2017. (2017). [Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Consejo Nacional de Áreas de Conservación]. *Establece la Lista Oficial de Especies en peligro de extinción y con poblaciones reducidas y amenazadas*. Diario Oficial La Gaceta, n.º 187, Alcance 239, 3 de octubre de 2017. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=84908&nValor3=0&strTipM=TC
- Sancho, J. (2021). Corredores Biológicos de Costa Rica: Estrategia de conservación participativa. *Ambientico*, 280, 14-17. <https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/37027/004-Sancho.pdf>
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2015). *Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR. Ámbitos: Terrestre, Aguas Continentales y Marino-Costero*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Costa Rica. <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/PROMEC-Integrado.pdf>
- Zylstra, M. J., Knight, A. T., Esler, K. J., & Le Grange, L. (2014). *Connectedness as a Core Conservation Concern: An Interdisciplinary Review of Theory and a Call for Practice*. *Springer Science Reviews*, 2, 119–143. <https://doi.org/10.1007/s40362-014-0021-3>



Geógrafa, Encargada de la Oficina Municipal Gestión de Riesgo a Desastres, Municipalidad de San José
(lromero@msj.go.cr)



Geógrafo, Oficina Municipal Gestión de Riesgo a Desastres, Municipalidad de San José
(onunez@msj.go.cr)



Especialista de M&E del Proyecto TEVU, gestión del riesgo y administrador público, Proyecto TEVU
(alber.mata@tropicalstudies.org)

MOCUPP-Urbano. Una herramienta de Planificación Territorial para la Adaptación de las Municipalidades al Cambio Climático. El caso de la Municipalidad de San José

**Lorena Romero Vargas
Oscar Antonio Núñez Román
Alber Mata Morales**

Costa Rica, a partir de los años 1970, experimentó un crecimiento poblacional y de urbanización, pasando de ser una sociedad predominantemente rural a una urbana, generando una planificación inadecuada y un impacto contradictorio en la calidad de vida de los residentes y el medio ambiente; situación que se acrecentó con el tiempo y el cambio en las dinámicas de desarrollo local en búsqueda de sostenibilidad ambiental y social. El crecimiento urbano constituye en la actualidad la segunda amenaza más importante para los bosques y las zonas agroecológicas del país. El fomento de la recuperación y protección de las áreas verdes naturales y de la biodiversidad se convierte en uno de los principales ejes a trabajar en los próximos años, esto con la creación de Agencias de Cuencas (AIRMA y AIRTO), Corredores Biológicos por ejemplo Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA) Corredor Biológico Interurbano Pará Toyopán, Comisión de Gestión Integral de la Cuenca del Río Tárcoles (CGICRGTÁRCOLES), entre otros.

Según datos del Instituto de Estadística y Censo (INEC) para el 2024, Costa Rica tendría un aproximado de

5 309 625 habitantes, de los cuales el 80 % se concentra en las áreas urbanas (INEC, 2014). El cantón de San José alberga la ciudad más grande de Costa Rica, con una superficie de 2 044 km² y el 60 % de la población del país; es parte del Gran Área Metropolitana (GAM) junto con parte de las provincias de Alajuela, Cartago y Heredia, comprende 31 municipalidades de las 84 que conforman el país.

En los últimos años, la expansión urbana de baja densidad ha ejercido presión e invasión en las zonas agrícolas y naturales, tanto en las zonas periféricas como el área central de la GAM, generando importantes cambios en el uso de la tierra y acrecentando las vulnerabilidades del desarrollo urbano ante el cambio climático.

Los eventos hidrometeorológicos extremos en el futuro incrementarían su frecuencia y severidad, (IPCC 2007) convirtiéndose en eventos de corta duración, pero con precipitaciones muy altas, poniendo en riesgo la infraestructura urbana, la salud pública y los ecosistemas locales. Por tanto, las municipalidades enfrentarían el desafío de desarrollar estrategias de adaptación efectivas y sostenibles.

En las últimas décadas, los ciclos naturales de oscilación en la temperatura y la precipitación se han caracterizados por fuertes variaciones que conducen a extremos climáticos y meteorológicos en diferentes partes del planeta. El efecto antropogénico asociado a la contaminación con gases de efecto invernadero es uno de los generadores de estas marcadas

oscilaciones de la variabilidad climática. Algunos científicos coinciden en que los efectos de la variabilidad climática interanual se están mezclando y potenciando con los efectos del cambio climático (IPCC, 2007; Zwiers et al.; como se citó en IMN, 2008, pág. 8).

Debido al aumento de las inundaciones en zonas urbanas, así como al aumento de la temperatura en varias áreas de las ciudades, la pérdida de conectividad biológica producto de la infraestructura gris, el faltante de recurso hídrico en ciertas épocas del año, la deforestación en zonas de protección de los ríos, entre otros; el proyecto TEVU, ejecutado por la Organización para Estudios Tropicales (OET), a través del programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) por medio de sus oficinas en Costa Rica y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF7), identificó el estado de situación de 20 ciudades de la GAM por medio de la herramienta *MOCUPP Urbano, Monitoreo de Cambios de Uso y Cobertura de la Tierra en Paisajes Urbano*.

El MOCUPP Urbano monitorea la trama verde, definida por las áreas naturales dentro del entramado urbano, para ser utilizadas en los procesos de planificación y toma de decisiones referidas a la infraestructura verde urbana de los cantones, como una alternativa para entender los factores subyacentes al riesgo (IPPC, 2012) que pueden potenciar la afectación de los eventos hidrometeorológicos en las ciudades. Estos factores subyacentes pueden incrementar el impacto de los fenómenos

meteorológicos, generando eventos como lluvias intensas, inundaciones, tormentas, deslizamientos, destrucción de la infraestructura pública y privada en áreas urbanas; y pueden incluir:

- *Infraestructura inadecuada:* Sistemas de drenaje insuficientes, construcciones vulnerables o falta de planificación urbana adecuada.
- *Crecimiento urbano descontrolado:* Expansión de las ciudades sin considerar los riesgos ambientales y climáticos.
- *Vulnerabilidad social:* Poblaciones en situación de pobreza, con limitado acceso a recursos y servicios esenciales.
- *Cambios en el uso del suelo:* Deforestación, urbanización desmedida o pérdida de áreas verdes que regulan el clima local.
- *Cambio climático y gestión del riesgo a desastres:* Aumento de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos debido al calentamiento global y eventos hidrometeorológicos.

Esta herramienta complementa esfuerzos para contar con información técnico-científica que permita el fortalecimiento de las capacidades de las instituciones públicas, las organizaciones privadas y la sociedad civil, de forma que se facilite y forjen pactos y acuerdos nacionales, innovadores, transformadores y basados en el diálogo, con el fin de

acelerar el cumplimiento de los ODS para un desarrollo sostenible con igualdad (Proyecto TEVU, 2021, pág. 1).

El MOCUPP Urbano cuenta con información geoespacial que permite entender el estado de situación y con ello tomar decisiones que permitan lograr la descarbonización de la GAM, particularmente en San José, mediante reformas y políticas nacionales y locales; una planificación urbana más integrada y sostenible, más verde; inversiones bajas en emisiones; ciudades más resiliencia; promover la conservación y restauración de la tierra urbana; identificar mecanismos de financiación innovadora; así como promover el intercambio de conocimientos y el desarrollo de capacidades y las alianzas (Proyecto TEVU, 2021, pág. 2), para contar con una ciudad capital, en el 2050, adaptada a los temas climáticos, socioeconómicos y ambientales.

Esto se complementa con la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (Ley No. 8488, 2006), que establece un marco legal que apoya estas iniciativas, promoviendo la gestión integral del riesgo y la adaptación al cambio climático a nivel municipal y comunitario; la Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030 (Decreto Ejecutivo No. 39322-MP-MINAE-MIVAH, 2016) y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2022-2026 (Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía, 2022), que proporcionan un marco estratégico y operativo para la gestión del riesgo y la adaptación climática en

Costa Rica, orientando acciones y políticas hacia la reducción de la vulnerabilidad y la mejora de la resiliencia ante el cambio climático. El Programa de Gobierno de la Municipalidad de San José 2024-2028 (Tribunal Supremo de Elecciones, 2024) incluye objetivos y estrategias específicas para mejorar la resiliencia urbana y la adaptación al cambio climático, integrando las herramientas y políticas nacionales en el contexto local.

La Municipalidad de San José fue seleccionada como caso de estudio debido a su alta vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos como inundaciones, con una densidad urbana significativa y una infraestructura crítica expuesta a riesgos climáticos. De acuerdo con la información del MOCUPP-Urbano, el 67 % del territorio del cantón se encuentre en una categoría de *infraestructura gris*, el mayor porcentaje de los 20 cantones estudiados y el 29 % en una categoría de *áreas verdes en zona urbana y áreas verdes recreativas* (Figuras 1 y 2).

Dadas estas características surge la necesidad de replantear el proceso de

planificar y redefinir acciones de intervención en la ciudad mediante:

- Control del inadecuado manejo de residuos sólidos en laderas de los cañones de los ríos, áreas verdes, sistema de alcantarillado pluvial y cuerpos de agua.

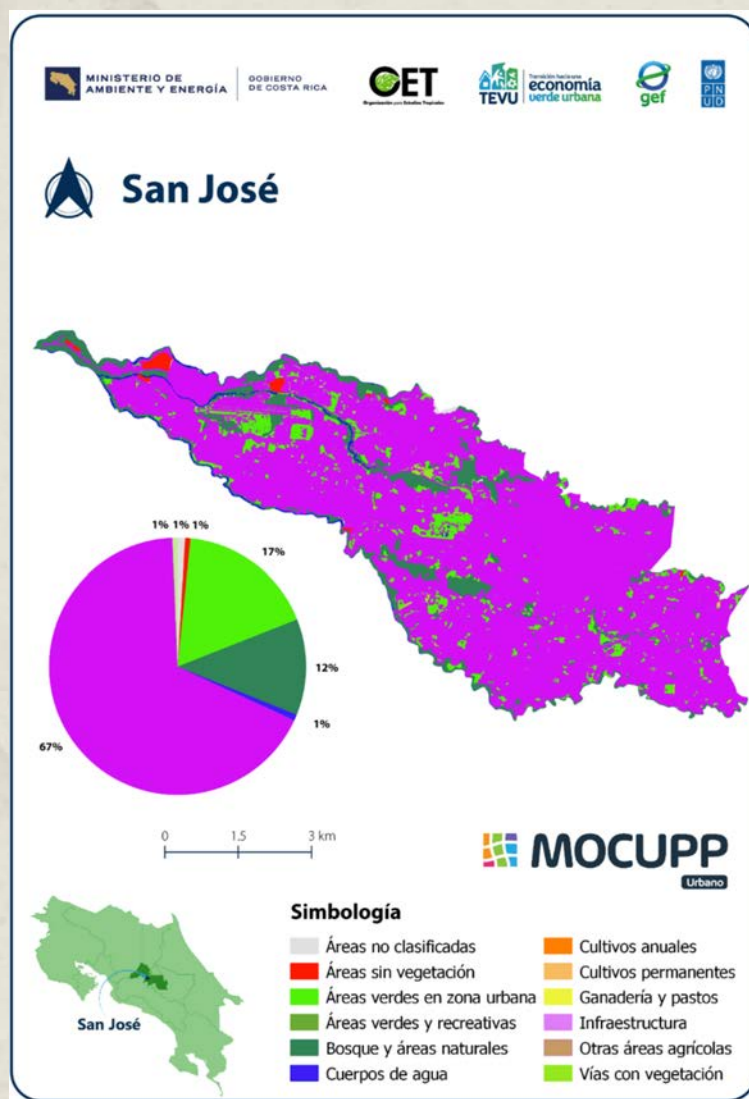


Figura 1. MOCUPP Urbano, Canto de San José. Fuente: Proyecto TEVU (2024).

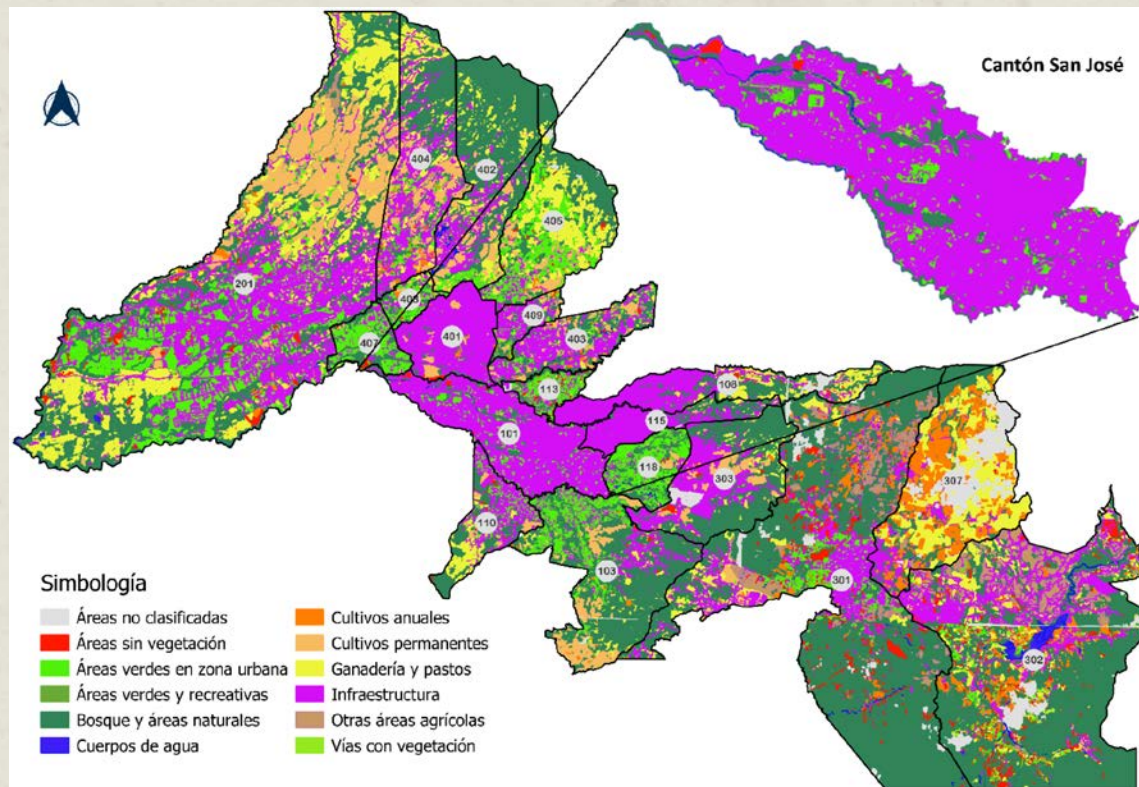


Figura 2. MOCUPP Urbano y los 20 cantones de intervención del Proyecto TEVU. Fuente: Proyecto TEVU (2024).

- Desarrollo de infraestructura verde con Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).
 - Saneamiento y recurso hídrico, mediante la protección de los cuerpos de agua.
 - Movilidad urbana y descarbonización, mediante el uso de espacios para peatones y desplazando los vehículos del casco central de la ciudad.
 - Arborización urbana para contrarrestar las islas de calor, así como el reverdecimiento de parques, aceras y sitios con potencial forestal.
 - Regulación del suelo mediante el Plan Director Urbano (PDU), fortaleciendo la inclusión de criterios técnicos en materia ambiental, riesgo y adaptación al cambio climático.
- Con la información generada por el MOCUPP-Urbano, el gobierno local cuenta con insumos importantes para seguir fortaleciendo el ordenamiento y la planificación territorial en los siguientes temas:
- *Identificación y seguimiento de zonas críticas:* Identificar zonas específicas del cantón con mayor riesgo de

inundaciones, permitiendo una priorización de los recursos económicos, sociales y ambientales. Por ejemplo, la identificación de las zonas de protección y su porcentaje de invasiones a lo largo de los ríos y quebradas, por lo que la personas que laboran en la Oficina Municipal de Gestión de Riesgo a Desastres pueden analizar diferentes capas geográficas, superponiéndolas de la siguiente manera: MOCUPP-Urbano + Áreas de Protección + Construcciones + Catastro y con ello priorizar sitios a intervenir (Figura 3).

- *Estrategias de adaptación efectivas:* Desarrollar estrategias adaptativas que incluyan la mejora de la infraestructura de drenaje de aguas de lluvia, la creación de espacios verdes para la absorción de agua y la disminución de la escorrentía

superficial, así como la gestión de procesos de planeamiento con entidades competentes para la reubicación de comunidades en riesgo.

- *Mejora en la capacidad de respuesta:* Incrementar la capacidad para responder a eventos climáticos extremos, reduciendo la vulnerabilidad de la población, a partir de procesos de despavimentación, lo que cambia los porcentajes actuales de infraestructura.
- *Cumplimiento del marco legal y político:* La integración de la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (Ley No. 8488, 2006), la Política Nacional de Gestión del Riesgo 2022-2026 (Decreto Ejecutivo No. 39322-MP-MINAE-MIVAH, 2016), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía, 2022) y el Programa de

Gobierno de la Municipalidad de San José 2024-2028 (Tribunal Supremo de Elecciones, 2024) facilitaría la implementación de políticas y acciones concretas de prevención y atención de emergencias, asegurando que las estrategias de adaptación sean coherentes con el marco legal y político nacional.

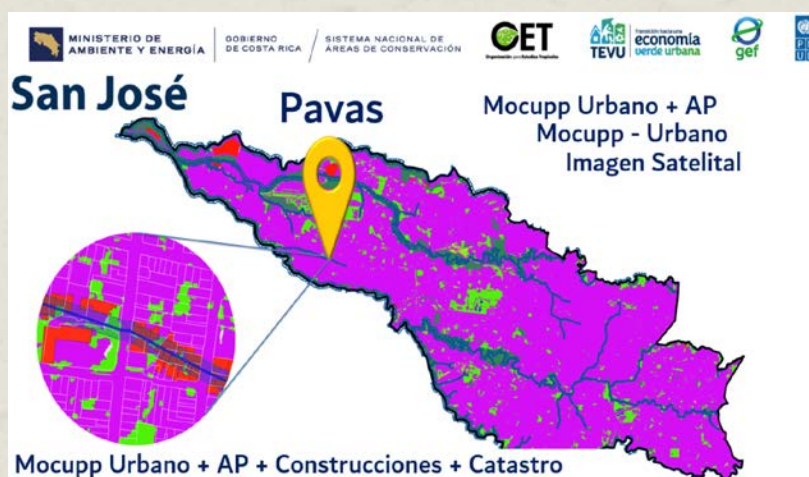


Figura 3. MOCUPP Urbano, Caso de estudio San José. Fuente: Proyecto TEVU (2024) y Oficina Municipal Gestión de Riesgo a Desastres.

- *Monitorear los cambios en el uso de la tierra:* Permitiría un seguimiento detallado de cómo se transforman el área urbana a partir de las intervenciones y realizar comparaciones del estado actual y futuro.
- *Gestionar las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos:* Proporciona datos cruciales para la gestión y manejo de los recursos hídricos.
- *Crear nuevas rutas de conectividad (Trama verde):* Sirve como base vital para el diseño de rutas que conecten espacios verdes.
- *Elegir y optimizar áreas a reforestar:* Ayuda a identificar las zonas más adecuadas para la reforestación.
- *Desafíos ante la variabilidad climática:* Enfrentar los desafíos del cambio climático y la urbanización descontrolada.
- *Gestión urbana sostenible:* Fomentar una cultura donde el desarrollo y la conservación ambiental van de la mano.

La implementación de MOCUPP-Urbano ayudará a las áreas técnicas de la Municipalidad de San José a fortalecer la planificación y el ordenamiento territorial con el fin de tomar decisiones, mejorando la eficiencia y efectividad de las estrategias municipales en temas de trama verde y despavimentación de los espacios; generar escenarios ante el cambio climático y mejorar la gestión del territorio, así como el desarrollo de estrategias de adaptación y mejora de la resiliencia urbana.

La gestión del riesgo corresponde a un factor del desarrollo y es necesario su comprensión por parte de las personas tomadoras de decisión. La sociedad costarricense encara retos importantes en torno a los factores de riesgo que son inherentes a su modelo desarrollo, que se resumen en interrogantes respecto a cómo identificarlos y medirlos, cómo reducirlos y cómo enfrentar los efectos perniciosos. Estos son retos complejos en la medida en que deben ser atendidos en el marco de la propia gestión del desarrollo; una gestión tal que reduzca el riesgo y de manera anticipada prepare a la sociedad ante riesgos futuros, producto de nuevas necesidades, posibles inequidades y un entorno cambiante, siempre retador (CNE, 2016, p.5).

Es fundamental que el municipio cuente con una planificación orientada a la *Acción Climática por San José*, ya que los desafíos del cambio climático son multivariantes y se debe garantizar un desarrollo sostenible y resiliente. Los procesos de participación deben tener presente el papel de diferentes actores, entre ellos:

- *Transporte e infraestructura vial:* Promoción del transporte público, movilidad eléctrica y movilidades limpias.
- *Uso del suelo y urbanismo:* Planificación urbana sostenible, protección de áreas verdes y agricultura urbana.
- *Agua:* Gestión eficiente del agua, protección de fuentes de agua y prevención de inundaciones.

El tema normativo adquiere relevancia con una serie de acciones habilitantes orientadas a políticas y regulaciones que fomenten prácticas sostenibles. Se debe tener presente el cumplimiento de normativas y compromisos nacionales e internacionales, como el Acuerdo de París y otros relacionados con el cambio climático y la gestión del riesgo a desastres.

Se debe tener presente la mejora de la calidad de vida de los habitantes y visitantes, reduciendo la contaminación del aire y otros impactos ambientales negativos que afectan la salud de los ciudadanos y la calidad del ambiente, mediante el fomento y el desarrollo de infraestructuras verdes y sostenibles y el uso de herramientas de manejo del paisaje.

Estos resultados se pueden atender desde la visualización gráfica del MOCUPP Urbano, que contribuye a la creación de una ciudad, San José, más sostenible, saludable y resiliente, capaz de enfrentar los desafíos del cambio climático de manera progresiva, efectiva y equitativa.

Referencias

- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias [CNE]. (2016). Acuerdo de Junta Directiva N° 041-03-2016 de Sesión Ordinaria N°04-03-16 del 02 de marzo del 2016. *Aprobación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo*. CNE.
- Decreto Ejecutivo No. 39322-MP-MINAE-MIVAH. (2016). Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030. [Ministerio de la Presidencia, Ministerio de Ambiente y energía, Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos]. 15 de octubre de 2015, Diario Oficial La Gaceta, No. 232.
- http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80654&nValor3=102417&strTipM=TC
- Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía. (2022). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica, 2022 - 2026*. Dirección de Cambio Climático; Ministerio de Ambiente y Energía. <https://cambioclimatico.minae.go.cr/plan-nacional-de-adaptacion/>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2008). *Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica*. <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/CambioClimatico/climaVariabilidadCambioClimaticoCR.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2014). Estimaciones y proyecciones de población distritales por sexo y grupos de edades 2000-2025. Instituto Nacional de Estadística y Censos https://inec.cr/wwwisis/documentos/INEC/Estimaciones%20y%20Proyecciones/Estimaciones_Proyecciones_Distritales_2000-2025_2014.pdf
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (SREX)*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). *Cambio Climático 2007. Base de Ciencia Física. Resumen para responsables de políticas: Informe del grupo de trabajo I del panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Resumen técnico. Preguntas frecuentes*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg1-sum-vol-sp.pdf>
- Ley No. 8488. (2006). *Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo*. 11 de enero de 2006. Diario Oficial La Gaceta No. 8. https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=56178&nValor3=0&strTipM=FN

- Proyecto TEVU. (2021). *ProDoc: La transición a una economía verde urbana y la generación de beneficios ambientales globales*. MINAE-GEF-PNUD. <https://www.undp.org/es/costa-rica/publicaciones/prodoc-proyecto-transicion-hacia-una-economia-verde-urbana>
- Proyecto TEVU. (2024). Proyecto Territorios Vulnerables: Evaluación y Mitigación de Riesgos en Comunidades Urbanas. Organización para Estudios Tropicales. <https://www.tevucr.org/node/260>
- Tank, A., Zwiers, F., and Zhang, X. (2009). Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation. *World Meteorological Organization*. https://www.ecad.eu/documents/WCDMP_72_TD_1500_en_1.pdf
- Tribunal Supremo de Elecciones. (2024). *Plan de Gobierno de la Municipalidad de San José 2024-2028*. Municipalidad de San José. https://www.tse.go.cr/fichas/static/4cf8f3c5b03790761e790c30a2e9b5df/295_15_114120884.pdf



**Economista, Proyecto
Transición hacia una
Economía Verde Urbana
(TEVU)**
(fernando.rodriguez@
tropicalstudies.org)

Una ruta para la electrificación del transporte

..... || **Fernando Rodríguez Garro**



La electrificación del transporte en el país puede convertirse en la siguiente gran transformación de nuestra economía, con un impacto en el ambiente muy importante. Pero, el proceso requiere considerar múltiples factores que en este momento no se están ponderando en una política pública de amplio alcance, que involucre a los diferentes actores involucrados y considere el uso de instrumentos económicos que impulsen y orienten esa transformación.

No ajena a algunas dificultades y con algunas consecuencias negativas, la necesidad de transformación que sufrió el país como consecuencia de la crisis de deuda externa a inicios de los 80 llevó a la implementación de una agenda de políticas para impulsar nuestra economía y llevarla por una senda de desarrollo distinta. El turismo, por ejemplo, se convirtió en nuestra principal fuente de divisas y las zonas francas en la principal fuente de exportaciones del país, esto no habría sido posible sin el uso de incentivos apropiados y el alineamiento de la institucionalidad con ese fin.

En los años 80, el país aprobó una legislación especial para impulsar el desarrollo de la actividad turística, por medio de la Ley de Incentivos para el Desarrollo Turístico ([Ley No. 6990, 1985](#)), que establecía como incentivos a la actividad turística la exoneración de cualquier impuesto a la importación y compra local de bienes para la instalación, construcción, remodelación, ampliación y operación de las empresas turísticas; así como otras exoneraciones debido al tipo de actividad turística, ya sean hoteles, restaurantes, empresas de alquiler de vehículos, etc. ([Rodríguez, 2018](#)). Se contaba también con una institucionalidad creada para impulsar la actividad, por medio de la creación del ICT en la década de los 50s, que se fue fortaleciendo con el tiempo.

En los 90s sucedió con las zonas francas y el fortalecimiento de los mecanismos de atracción de inversión extranjera. En diciembre de 1990 se aprobó la actual Ley de Régimen de Zonas Francas ([Ley No. 7210, 1990](#)), con un esquema de incentivos por medio de exoneraciones y la creación de la Corporación de Zonas Francas ([Rodríguez, 2018](#)). Con la creación del Ministerio de Comercio Exterior, en el año 1996, se fortaleció el régimen y se sustituyó a la Corporación de Zonas Francas con la Promotora de Comercio Exterior, que ha tenido un papel fundamental en la atracción de empresas extranjeras y la promoción de exportaciones del país. A eso debe sumarse el uso de otros incentivos, como los Certificados de Abono Tributario, que eran un subsidio

directo a la exportación, y una política cambiaria que facilitó el impulso de una estrategia de desarrollo enfocada en la exportación de bienes y servicios.

En el caso de la electrificación del transporte, el proceso se vislumbra complejo y requerirá, dada la historia nacional con la transformación post crisis de los 80s, también de la reforma de nuestra institucionalidad y del uso de incentivos para garantizar que el proceso se realice involucrando a la mayor parte de la población, se maximicen los beneficios ambientales y no surjan problemas inmanejables que se conviertan en costos ambientales futuros. Muchos aspectos deberán considerarse a fin de que cumplan con esos objetivos, a continuación, una reflexión sobre algunos de ellos.

Para que la electrificación del transporte se convierta en una realidad y no se quede en una mera aspiración, debemos considerar cómo vamos a hacer la transición de la flota vehicular existente, la mayoría de ella con muchos años de antigüedad. Según el Anuario de la Revisión Técnica Vehicular del 2021 ([RITEVE, 2022](#)), el último emitido por la empresa RITEVE, en el año 2021 apenas el 11.3 % de los automóviles tenían entre 0 y 5 años de antigüedad, un 17.2 % tenía entre 6 y 10 años, un 32.1 % tiene entre 11 y 20 años, mientras que un 39.4 % de los automóviles del país tiene más de 20 años de antigüedad, lo que da una antigüedad promedio de 18 años en el caso de los automóviles. Para asegurar el proceso de transición hacia nuevas tecnologías y,



particularmente, al uso de vehículos eléctricos, debemos plantear una estrategia para la sustitución de esos vehículos de combustión, con muchos años de antigüedad, por vehículos eléctricos.

Este proceso no será fácil, pues la mayoría de los propietarios de vehículos usados no están en la posición de comprar un vehículo eléctrico nuevo a los precios actuales, particularmente los dueños de vehículos más viejos, por lo que será necesaria una política pública que vaya más allá de la exoneración existente de impuestos, puesta en vigencia con la Ley de Incentivos al Transporte Eléctrico (*Ley No. 9518, 2018*).

Para muchas personas será necesario pensar en poner a disposición vehículos eléctricos de menor valor, con un precio subsidiado y con un financiamiento en condiciones muy blandas, a un costo financiero muy por debajo de lo que tenemos hoy en el mercado de crédito. Las

personas podrán financiar esa compra con los ahorros generados por la transición de combustibles fósiles a electricidad y un menor costo de mantenimiento.

El hecho de que los vehículos eléctricos chinos se estén vendiendo globalmente a un menor costo, e incluso que estén enfrentando barreras arancelarias en Estados Unidos y Europa, podría ser una oportunidad para abrir el mercado nacio-

nal a estos vehículos, a condición de que se adquieran por personas que piensen migrar a la nueva tecnología y que permita sacar al vehículo viejo de combustión de circulación.

La importación de vehículos usados, un mercado que suple aproximadamente un tercio de los vehículos traídos al país. La entrada de automóviles usados no solo podría frenar la posible transición a nuevas tecnologías, sino que ha venido sumando años de antigüedad a la flota vehicular nacional. En el año 2021, por ejemplo, el 60 % de los vehículos usados que se importaban al país tenían 10 años o más de antigüedad¹, muchos provenientes de Estados Unidos y con un récord de uso que los hace estar muy cerca del agotamiento de su vida útil. Aunque el país siempre ha tenido abierta la importación

¹ Este cálculo se hizo utilizando información del Ministerio de Hacienda sobre importación de vehículos, en las partidas arancelarias 8703 y 8704.

de vehículos usados, después de una reducción del impuesto selectivo de consumo a estos vehículos en el 2013, la importación de usados más que crecer se focalizó en vehículos de mayor antigüedad.

Aunque el mercado de vehículos sigue dominado por la importación de vehículos nuevos, será necesario regular o incluso prohibir la importación de vehículos usados, a fin de facilitar la transición tecnológica en la flota vehicular nacional y hacer algo fundamental en este proceso, que tendrá repercusiones ambientales muy importantes: ralentizar el crecimiento de la flota vehicular actual para concentrarse en su transformación, a fin de contar con una flota más limpia. Incluso vehículos híbridos pueden tener un espacio en ese proceso, mientras tomemos decisiones firmes con la importación de vehículos usados de gran antigüedad, algo que ya se aplica en varios países de la región.

Masificar la propiedad de vehículos eléctricos tendrá dos consecuencias importantes en el corto plazo: será necesario impulsar fuertemente la inversión en infraestructura de carga, de todo tipo, y la presión de demanda sobre la generación eléctrica hará necesario incrementar la generación eléctrica en los próximos años. En cuanto al primer punto, si bien muchas personas podrían instalar puntos de carga en sus hogares, lo que requeriría de una normativa apropiada a fin de evitar problemas de recarga o accidentes mayores, la mayoría de la población no tendría esa posibilidad, por lo que desarrollar

una infraestructura de carga de acceso público, densa y bien distribuida por todo el territorio nacional, es un imperativo en el corto y mediano plazo. Hay que pensar en decenas de miles o cientos de miles de vehículos eléctricos haciendo uso de una red de ese tipo, a fin de imaginar el tamaño de lo que se requiere.

En primera instancia, lo lógico es que la infraestructura de las actuales estaciones de combustible sean los primeros sitios donde se ubique una infraestructura de carga rápida, de alto alcance. Eso tiene que obligarnos a hacer ajustes normativos para permitir la comercialización de energía eléctrica para carga vehicular, por parte de particulares, siendo que el papel de las empresas distribuidoras de energía sea el de la venta al por mayor. Sería un modelo similar al que sigue RECOPE con las propias gasolineras hoy, lo que además permitiría acelerar la inversión en colocación de los centros de carga.

Segundo, las grandes superficies de estacionamientos, como centros comerciales, supermercados, hoteles, parqueos públicos o estacionamientos de centros de trabajo deberían también tener estaciones de carga, a fin de aprovechar los “tiempos muertos” de los vehículos para poder cargarse. Igualmente, se le puede permitir a estos lugares comercializar la energía “al por menor”, a fin de que puedan financiar la inversión y obtener un rédito por la prestación del servicio, como hacen las gasolineras hoy.

El incremento en la demanda de energía, que se producirá por el incremento de la cantidad de vehículos eléctricos, ya sea que cada día vayan entrando más o por un proceso de sustitución programado de la flotilla vehicular existente. En un análisis que realizó el Proyecto Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU) (Proyecto TEVU, 2024), por intermedio de un consultor contratado para ese efecto, se determinó que la demanda de electricidad producto de la electrificación del transporte requerirá duplicar la oferta de energía hacia el 2050. En el análisis realizado se supuso que la transición se aceleraría a partir del 2038, lo que se daría en ausencia de otras políticas para motivar la sustitución en el corto plazo, y que, en términos generales, se movería principalmente por la electrificación de la flotilla de automóviles particulares, seguida de lo que suceda con la electrificación del transporte público modalidad bus.

Duplicar la capacidad de generación de energía no es menor cosa, pues requiere duplicar el valor presente de las inversiones realizadas a lo largo de muchos años, en un periodo de 25 años, desde ahora y hasta el 2050. ¿Quién debería asumir esas inversiones y cómo se financiarían?, son los grandes cuestionamientos del proceso, además de una duda fundamental: ¿Qué fuente de energía utilizar?

Desde el punto de vista ambiental y económico, esto debería motivar el planteamiento de alternativas, pues duplicar la capacidad de generación eléctrica podría no ser tarea fácil. Una opción sería

impulsar un transporte público de mayor calidad, eficiente, más diverso en cuanto a tipos de transporte y, evidentemente, electrificado. Pensar en la electrificación de los autobuses es fundamental, pero también debemos pensar en otras opciones como el impulso al servicio de tren, tranvías en algunas ciudades y el uso de teleférico donde sea posible, lo que ya está pasando en varios países de América Latina.

La densificación de las ciudades, algo que debería ir de la mano de una política de reducción de emisiones del transporte, y que permita también enfrentar el enorme crecimiento de la demanda de energía eléctrica. Una ciudad poblada, donde la gente resida cerca del lugar de trabajo y se desplace distancias más cortas, es más eficiente y consume menos combustibles o menos electricidad, según sea el caso, para desplazarse. Densificar las ciudades requerirá incentivos públicos, probablemente inversión pública en alternativas de residencias urbanas de alta densidad y accesibles para la clase media y media baja, así como alternativas de financiamiento a muy bajo costo, que incentiven a las personas a residir de vuelta en ciudades como San José, Heredia, Alajuela u otras que han perdido población en las últimas décadas.

Otra alternativa de densificación es desarrollar núcleos de población cerca de centros de trabajo, como los parques industriales, los centros comerciales y las zonas hoteleras, iniciativa que igual requeriría de apoyo público. Por ejemplo: en el caso del desarrollo de parques industriales y de

espacios para las zonas francas, se podrían ajustar los incentivos de la Ley de Zonas Francas para que las empresas desarrolladoras se vean en la obligación de construir zonas residenciales, como parte de la inversión de las áreas destinadas a superficie industrial, que esté aledaña a la zona franca y que pueda hospedar trabajadores de esas empresas.

Esta opción ayudaría también a reducir la necesidad de energía producto de la movilización de las personas, ya sea combustibles en la actualidad o energía eléctrica en el futuro, lo que ayudaría a la transición hacia una flota vehicular electrificada.

La electrificación del transporte público modalidad bus, algo que puede sonar más simple, dado que en el país hay unas 8500 unidades, pero que, considerando el costo de las unidades de transporte y el hecho de ser un servicio financiado por la tarifa cobrada, podría ser un proceso complejo. En primer lugar, el marco legal en el que opera este

servicio es sumamente anticuado ([Ley No. 3503, 1965](#)), nunca fue reglamentada, lo que ha complicado su aplicación, pero que además no logra reflejar la realidad cambiante de nuestros pueblos y ciudades, tratando la regulación del transporte en los núcleos urbanos y en las zonas rurales de igual forma, algo irreal, y no dejando espacio para el impulso del transporte multimodal.

Segundo, el mecanismo de prestación del servicio por medio de concesiones a privados, resta posibilidad de prestación del servicio maximizando la utilidad para el usuario, debiendo garantizar una utilidad particular que sostenga el negocio para el concesionario. Esto resta posibilidad de dar servicios de transporte para movilizar el mayor número de personas, algo fundamental en la ciudad, aun cuando esto no sea financieramente rentable pero sí económicamente beneficioso (si se toman en cuenta los beneficios ambientales). Además, limita la posibilidad de prestar de forma conjunta el servicio de



bus con otras modalidades de transporte (tren, tranvía, teleférico, por ejemplo).

Tercero, la sustitución de los buses de combustión por unidades eléctricas es un proceso oneroso, cuyo costo habrá que ubicar en la tarifa, sin que implique un desincentivo para que el usuario utilice el servicio de bus. Un financiamiento en condiciones blandas, nuevamente, incluso subsidiado, puede ser fundamental para ese proceso, pero las concesiones se otorgan por siete años, según la señalado por la ley en la actualidad, y ese plazo es muy corto para un financiamiento más barato, de una unidad con una vida útil de 15 años. Este es otro obstáculo que debe solventarse, corregir el plazo de concesión para que se puedan otorgar por hasta 15 años, en aquellos casos en los que se preste el servicio con unidades eléctricas.

Por último, en este punto, el transporte público debe contar con otras modalidades y a otros actores que presten el servicio, no solo buses y taxis, sino también impulsar la instalación de un tren de pasajeros (y que no sea solo en la GAM), servicios de tranvía en las mayores ciudades para el transporte intraurbano e, inclusive, el uso del teleférico, que pueda unir poblaciones en lugares con topografías variadas y convertirse en un atractivo turístico urbano.

¿Qué hacer con los residuos provocados por la electrificación del transporte, particularmente las baterías? Interesante pregunta que a menudo se hace cuando se promueve la transición energética en el transporte, que deberíamos también

estar respondiendo hoy, con los vehículos de combustión. ¿Qué hacemos con los vehículos de combustión cuando acaban su vida útil? Pues bien, no hay una respuesta para eso, pero debemos desarrollarla si queremos pensar en la masificación del transporte eléctrico. Debemos tener claridad sobre cómo disponer apropiadamente de los vehículos que dejan de funcionar, cumplen su vida útil y se convierten en residuos, muchos de ellos aprovechables en otros usos, incluyendo los repuestos y las partes de los vehículos.

Esto no solo debe tomar en cuenta los vehículos de combustión de hoy, entre los que se encuentran una cantidad importante de vehículos abandonados en distintos lugares del país, incluso en las vías públicas, sino que lo que se decida con estos vehículos debe servirnos para definir una estrategia futura para cuando los vehículos eléctricos, o sus partes, cumplan su vida útil. Hoy en Costa Rica se reciclan baterías de vehículos, así que ya tenemos un antecedente para cuando avancemos en la transición tecnológica.

Estos son solo algunos temas que atender en el proceso de electrificación del transporte, que nos proporcionen una ruta clara en un proceso, que no puede dejarse a la mera voluntad particular, sin una política pública bien definida detrás, porque en algún momento podría derivar en una situación crítica o restarnos capacidad de transformación, cuando el mundo se dirige a un proceso de cambio en el transporte eléctrico. Este proceso puede ser una oportunidad de impulsar nuestra

alicaída economía, que entre el año 2010 y el año 2023 creció en promedio un 3.6 % anual, insuficiente para garantizarnos un salto de desarrollo importante.

La electrificación del transporte puede constituir en estímulo para diversas actividades económicas y en un acicate para la inversión pública, al tiempo que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero en el país y este se convierte en un lugar más sostenible para vivir, empezando por el impulso a mejores condiciones ambientales en las ciudades. Pero, tal y como sucedió en su momento con el turismo y las zonas francas, se necesitan recursos públicos y medidas claras para impulsar esta transición, así como el alineamiento de la institucionalidad nacional, para garantizar un proceso exitoso en este caso.

Referencias

- Ley No. 3503. (1965). *Ley Reguladora Transporte Remunerado Personas Vehículos Automotores*. 10 de mayo de 1965. Colección de leyes y decretos: Año: 1965, Semestre: 1, Tomo: 2, Página: 570. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=9433&nValor3=116338&strTipM=TC
- Ley No. 6990. (1985). *Incentivos para el Desarrollo Turístico*. 4 de julio de 2001. Colección de leyes y decretos: Año: 1985, Semestre: 2, Tomo: 1, Página: 16. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=1388&nValor3=1495&strTipM=TC
- Ley No. 7210. (1990). *Ley de Régimen de Zonas Francas*. 23 de noviembre de 1990. Diario Oficial La Gaceta N° 238, Colección de leyes y decretos: Año: 1990, Semestre: 2, Tomo: 1, Página: 574. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11593&nValor3=0&strTipM=TC
- Ley No. 9518. (2018). *Incentivos y promoción para el transporte eléctrico*. 6 de febrero del 2018. Diario Oficial La Gaceta N° 22, Alcance 22. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=85810&nValor3=0&strTipM=TC
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Gobierno de Costa Rica. (2019). Plan Nacional de Descarbonización, 2018-2050. Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica. <https://cambioclimatico.minae.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf>
- OCDE (2017). Análisis de las Políticas Fiscales de la OCDE: Costa Rica 2017. Éditions OCDE, París. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2017/08/oecd-tax-policy-reviews-costa-rica-2017_g1g7b0fd/9789264278608-es.pdf
- Proyecto Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU), OET/PNUD. (2024). Estimación del Cambio en la Demanda Eléctrica como Consecuencia de la Electrificación del Transporte en Costa Rica. Mimeo.
- RITEVE (2022). Anuario Revisión Técnica Vehicular 2021. Departamento de Comunicación y Responsabilidad Social, Riteve SyC.
- Rodríguez Garro, F. (2018). *Las reformas tributarias en Costa Rica: cuatro décadas de ajustes e intentos fallidos*. Análisis No. 8, Fundación Friedrich Ebert. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/14600.pdf>

Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

1. Acerca de la revista Ambientico

La revista Ambientico es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica.

2. Equipo editorial:

Editor en jefe: Dr. Sergio A. Molina-Murillo
Editor adjunto: M.Sc. Jesús Ugalde Gómez
Dr. William Fonseca González
M.Sc. Wilbert Jiménez Marín
Lic. Luis Poveda Álvarez

3. Público meta

Nuestro público meta está constituido por la sociedad costarricense interesada en conocer sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. De manera específica los artículos de la revista Ambientico están dirigidos a personas tomadoras de decisiones de los Poderes de la República, gobiernos locales, docentes de todos los niveles, estudiantes, personas profesionales y aquellas que lideran grupos y comunidades locales.

4. Política de acceso abierto

La revista Ambientico ofrece acceso abierto, libre e inmediato de su contenido bajo el principio de que hacer disponible de manera abierta y gratuita la investigación a la sociedad, fomenta un mayor intercambio de conocimiento local y global. Por tanto, no existe costo por acceso a los artículos por parte de las personas lectoras (usuarios individuales o instituciones), ni por el procesamiento, revisión, envío y publicación de los artículos por parte de las personas autoras.

Los artículos publicados se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que las personas lectores (usuarios individuales o instituciones) puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

No es necesario solicitar permisos a la persona editora o autora, siempre y cuando el contenido se utilice de acuerdo con la licencia CC BY NC SA 4.0 Internacional, tal y como se explica arriba.

5. Propiedad intelectual

Los artículos publicados se distribuyen bajo una *Creative Commons* Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.una.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra. Las personas autoras se comprometen a enviar firmada —junto con el escrito— la Carta de Originalidad y Cesión de derechos.

6. Política sobre plagio

La Revista penaliza el plagio en todas sus formas. La detección del plagio implica la conclusión del proceso editorial en cualquiera de sus etapas. En el caso de artículos ya publicados, estos serán eliminados del acervo y se contactará a las instituciones empleadoras para informar de este tipo de conducta. La Revista velará para que tanto el equipo editorial como el de revisión y autoría cumplan con las normas éticas en el proceso de revisión y publicación de un artículo a través de proceso transparente y libre de plagio. Para más información se recomienda consultar la norma *International Standards for editors and authors* del Comité de Ética en la Publicación (COPE) y las del *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE). Para detectar plagio la revista utiliza el programa Turnitin.

7. Declaración de privacidad

De conformidad con la Ley N° 8968 de Cosa Rica, ley de protección de la persona frente al tratamiento de sus datos personales, la(s) PERSONA(s) AUTORA(s) consienten en facilitarle a la Revista un correo electrónico de contacto, así como los datos personales necesarios para la identificación de la autoría del artículo. A su vez, autorizan a la Revista a publicar junto con el artículo, los datos personales necesarios (nombre y apellidos, puesto, especialidad, institución, ciudad/país, correo).

8. Pertinencia de artículos

Aunque la mayoría de los artículos de la revista Ambientico son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas (usar bibliografía en los casos necesarios). De manera general, se reciben artículos cortos (2 000 palabras), claros (entendibles e informativos para una audiencia general no científica), rigurosos (con sustento científico) y coherentes (que el escrito siga un flujo ordenado de ideas).

9. Modo de entrega

El artículo ha de ser presentado en Word y entregado al correo ambientico@una.ac.cr

10. Tamaño, formato, elementos gráficos y separaciones internas

- El artículo no excede las 2 000 palabras.
- Escribir a espacio sencillo en letra Calibre tamaño 11.

- **Secciones:** En *Ambientico* no se usan subtítulos para separar secciones (apartados). Para separar secciones, dejar un renglón entre ellas.
- **Párrafos:** Dentro de cada sección, los párrafos inician solamente con una sangría y no requiere agregar renglones entre párrafos.
- Incluir los **Cuadros** en formato Word y no como imágenes o capturas de pantalla.
- **Figuras:** Favor ilustrar el artículo con fotografías, figuras, ilustraciones, mapas, gráficos, etc. Incluir todas estas figuras en el mismo documento de Word *cerca de donde se espera ser presentadas*, pero asegurarse de que sean en alta resolución (300 dpi o mayor a 2Mb). Enviar en Excel los gráficos elaborados en ese programa para su más fácil edición. Incluir debajo de cada fotografía un título descriptivo. Si las figuras —incluyendo fotografías— no son propiedad del autor, deben indicar el nombre de la persona autora.

11. Sobre las personas autoras

- Se requiere enviar aparte, una fotografía del rostro de la persona autora en alta resolución (300 dpi o mínimo 2Mb).
- Solamente incluir el puesto (p. ej. Consultor independiente, Ministro de Ambiente, Profesor de economía), la organización para la que labora, y el correo electrónico.
- En caso de varias personas autoras, la anterior información debe ser provista para cada una de ellas.

12. Uso de cursivas y de comillas

Se usará cursivas —nunca negritas ni subrayado— para enfatizar conceptos. Vocablos en otras lenguas no aceptados por la Real Academia Española de la Lengua, y neologismos, han de escribirse también en cursivas. Asimismo, irán en cursivas nombres de obras de teatro y cinematográficas, de libros, de folletos, de periódicos, de revistas y de documentos publicados por separado. Capítulos de libros y artículos de publicaciones periódicas se pondrán entrecomillados.

13. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un espacio para separar los grupos de tres dígitos (p.ej., 1 320). Para los decimales ha de usarse punto (p.ej., 1.5 ¡atención en los cuadros!). Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas, y separadas por un espacio del número (p.ej., 50 % o 18.3 mm)

14. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenegé y mipyme, por ejemplo), se escriben con todas las letras minúsculas. Los acrónimos no lexicalizados y que, por tanto, se leen destacando cada letra por separado (como UCR y EU, por ejemplo), se escriben con todas las letras mayúsculas.

15. Palabras clave

Si bien *Ambientico* no publica las palabras clave de cada artículo, se le solicitan al autor no más de cinco para usarlas en el buscador del sitio web.

16. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 40 palabras, no han de ponerse en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

17. Comunicaciones personales o entrevistas

La mención en el texto de comunicaciones personales o entrevistas se hará así: luego de una apertura de paréntesis se consigna la inicial del nombre de pila del entrevistado, después se coloca un punto y, enseguida, el apellido del entrevistado. A continuación, se pone una coma y, posteriormente, la frase “comunicación personal”; luego se coloca el nombre del mes y el día, que se separa con una coma del año en que se efectuó la comunicación; finalmente, se pone el paréntesis de cierre. Ejemplo: “... (L. Jiménez, comunicación personal, septiembre 28, 1998) ...”. Las comunicaciones personales no se consignan en la sección de Referencias.

18. Notas a pie de página

Podrá usarse notas a pie de página para aclarar o ampliar información o conceptos, pero solo en los casos en que, por su longitud, esos contenidos no puedan insertarse entre paréntesis en el texto.

19. Citas bibliográficas

A partir de la 7ma versión original del *Manual de la American Psychological Association (APA)* (2019), seguimos los siguientes lineamientos respecto a citación de fuentes bibliográficas. Hay dos modalidades de

presentación de las referencias bibliográficas intercaladas en el texto. En una, la persona autora citada es el sujeto de la oración; en la otra, la persona autora citada, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por ella. Ejemplo del primer caso: “... Acuña (2008) asegura que el sistema de áreas protegidas...”. Ejemplo del segundo: “... Los problemas ambientales han resultado el principal foco de conflicto (Morales, 2009)...”.

Obra con un autor

Entre paréntesis, se coloca el apellido del autor al que se hace referencia, separado por una coma del año de publicación de la obra. Ejemplo: “... (Pacheco, 1989) ...”.

Obra con más de un autor

Cuando la obra tiene dos autores, se cita a ambos, separados por la conjunción “y”. Ejemplo: “... (Núñez y Calvo, 2004) ...”.

Cuando la obra es de más de dos autores, se cita solamente el apellido del primer autor seguido de “*et al.*” en cursiva y con punto después de la contracción “al.”. Ejemplo: “... (Pérez *et al.*, 2009) ...”.

Obra con autor desconocido o anónimo

Si la obra carece de autor explícito, hay que consignar en vez de él, y entre comillas, las primeras palabras del título (entre paréntesis). Ejemplo: “... (“Onu inquieta”, 2011) ...”; o, alternativamente, el nombre de la obra y, después de una coma, la fecha de publicación. Ejemplo: “... *La Nación* (2011) ...”.

Solo cuando se incluye una cita textual debe indicarse la/s página/s. Ejemplo: "... (Pérez, 1999, p. 83) ...".

20. Presentación de las obras referenciadas

Al final del artículo, debajo del subtítulo **Referencias**, habrá de consignarse todas las obras referenciadas en orden alfabético.

Libro

Primero se anotará el apellido del autor, luego, precedido de una coma, la inicial de su nombre; después, e inmediatamente luego de un punto, el año de publicación de la obra entre paréntesis; seguidamente, y en cursivas, el título de la obra; posteriormente, y después de un punto, el lugar de publicación de la obra (si la ciudad es internacionalmente conocida no hace falta señalar el país, pero, si no, solo se consigna el país), y, finalmente, antecedido por dos puntos, el nombre de la editorial. Ejemplo: Pérez, J. (1999). *La ficción de las áreas silvestres*. Barcelona: Anagrama.

Artículo contenido en un libro

En este caso, se enuncia el apellido del autor seguido de una coma, luego se pone la inicial del nombre de pila seguida de un punto; inmediatamente, entre paréntesis, la fecha. Enseguida ha de ponerse la preposición "En", y, luego, el apellido seguido de una coma y la inicial del nombre de pila del editor o compilador de la obra; indicando a continuación entre paréntesis "Ed." o "Comp.", como sea el caso; inmediatamente se señala el nombre del libro en cursivas y, entre paréntesis, las páginas del artículo precedidas por la abreviatura "p."

o "pp." seguido de un punto; posteriormente, el lugar de publicación de la obra, y, antecedido por dos puntos, la editorial. Ejemplo: Mora, F. (1987). Las almitas. En Ugalde, M. (Ed.) *Cuentos fantásticos* (pp. 12-18). Barcelona: Planeta.

Artículo contenido en una revista

En este caso, se indica el apellido del autor y, luego precedido por una coma, se coloca la letra inicial de su nombre de pila; luego de un punto, y entre paréntesis, la fecha; después el título del artículo y un punto. Enseguida, va el nombre de la revista, en cursivas; inmediatamente, se indica el número de la edición o del volumen separado por una coma de las páginas que constituyen el artículo, luego se coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008). Las huellas de los dinosaurios en áreas silvestres protegidas. *Fauna prehistórica*, 39, 26-29.

Artículo contenido en un periódico

Si la referencia fuera a un diario o semanario, habría de procederse igual que si se tratara de una revista, con la diferencia de que la fecha de publicación se consignará completa iniciando con el año, separado por una coma del nombre del mes y el día, todo entre paréntesis. Antes de indicar el número de página, se coloca la abreviatura "p." o "pp.". Ejemplo: Núñez, A. (2017, marzo 16). Descubren vida inteligente en Marte. *La Nación*, p. 3A.

Material en línea

(Note que ya no se utiliza el "Disponible en:" o "Recuperado de:" antes del link)

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y luego se

coloca la dirección electrónica, sin punto al final. Ejemplo: Brenes, A. y Ugalde, S. (2009, noviembre 16). La mayor amenaza ambiental: dragado del río San Juan afecta el río Colorado y los humedales de la zona. *La Nación*. http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html

Para artículos con DOI, al final de la referencia no se debe incluir la palabra DOI como se acostumbraba, sino incluir únicamente el link completo. Ejemplo: Molina-Murillo, S., Perez, J.P. y Herrera, M.E. (2014). Assessment of environmental payments on indigenous territories: The case of Cabecar-Talamanca, Costa Rica. *Journal of Ecosystems Services*, (8), 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.02.003>

Autores múltiples

Cuando el texto referenciado tenga dos autores, el apellido de cada uno se separa con una coma de la inicial de su nombre de pila; además, entre un autor y otro se pondrá la conjunción “y”. Ejemplo: Otárola, A. y Sáenz, M. (1985). *La enfermedad principal de las vacas*. San José: EUNED.

Tratándose de tres o más autores, se coloca el apellido de cada autor separado por una coma de la inicial de su nombre de pila, luego de la que va un punto; y, entre uno y otro autor

media una coma. Antes del último autor se coloca la conjunción “y”. Ejemplo: Rojas, A., Carvajal, E., Lobo, M. y Fernández, J. (1993). *Las migraciones internacionales*. Madrid: Síntesis.

Sin autor ni editor ni fecha

Si el documento carece de autor y editor, se colocará el título del documento al inicio de la cita. Al no existir una fecha, se especificará entre paréntesis “s.f.” (sin fecha). La fuente se indica anteponiendo “en”.

En caso de que la obra en línea haga referencia a una edición impresa, hay que incluir el número de la edición entre paréntesis después del título. Ejemplo: Heurístico. (s.f.). En diccionario en línea Merriam-Webster’s (ed. 11). <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic>. Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). *Radio Dignidad*, 185. http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=44

Puede utilizarse corchetes para aclarar cuestiones de forma, colocándolos justo después del título, y poniendo en mayúscula la primera letra: [Brochure], [Podcast de audio], [Blog], [Abstract], etcétera. Ejemplo: Cambro-nero, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. *Fusil de chispa* [Blog]. <http://www.fusildechispas.com>

AMBIENTICO

Web: www.ambientico.una.ac.cr

Email: ambientico@una.ac.cr

Tel: (506) 2277 3688

Redes Sociales: Facebook | X | Instagram

