



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
FACULTAD DE CIENCIAS  
POLÍTICA, GOBERNANZA E INSTITUCIONES

Análisis de indicadores para la conservación entre la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, México y  
el Parque Internacional La Amistad, Costa Rica-Panamá

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:  
DAVID ORAZIO LÓPEZ LÓPEZ MANJARREZ

TUTOR PRINCIPAL

DOCTOR JOSÉ LÓPEZ GARCÍA  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DOCTOR ARTURO GARCÍA ROMERO  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

DOCTORA TUYENI HEITA MWAMPAMBA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Coordinación de Estudios de Posgrado**  
**Ciencias de la Sostenibilidad**  
**Oficio: CGEP/PCS/153/2023**  
**Asunto: Asignación de Jurado**

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar Universidad**  
**Nacional Autónoma de México Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 71 del 24 de agosto de 2021, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, del alumno **López López Manjarrez David Orazio** con número de cuenta **306243994**, con la tesis titulada “Análisis de indicadores para la conservación entre la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, México y el Parque Internacional La Amistad, Costa Rica- Panamá”, bajo la dirección del Dr. José López García.

PRESIDENTA: DRA. LILIA DE LOURDES MANZO DELGADO  
VOCAL: DR. ARTURO GARCÍA ROMERO  
SECRETARIA: DRA. TUYENI HEITA MWAMPAMBA  
VOCAL: DR. JOSÉ LÓPEZ GARCÍA  
VOCAL: DR. ALDO DANIEL JIMÉNEZ ORTEGA

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”**  
**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 20 de junio de 2023.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

## **Agradecimientos**

Al posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme formar parte de este programa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado a través de la beca para estudios de maestría.

Al Dr. José Manuel Crespo por el apoyo incondicional, el tiempo y por sus importantes aportaciones.

A mi tutor y comité por guiarme y por apoyarme en este proceso, además de ayudarme a reafirmar mi concepción de la academia. Al jurado por enriquecer el proyecto, por su tiempo y por su disponibilidad:

Dra. Lilia de Lourdes Manzo Delgado

Dr. Arturo García Romero

Dra. Tuyeni Heita Mwampamba

Dr. José López García

Dr. Aldo Daniel Jiménez ortega

## **Dedicatoria**

A mi mamá, porque no importan mis tropiezos, tú siempre estás ahí para verme, tranquilizarme y apoyar mis decisiones. Por demostrarme que no es necesario depender de alguien y que es fundamental ser fiel a sí mismo. Te admiro y el mundo no te merece.

A mis amigos que estuvieron al pendiente de mis problemas durante esta fase y que me brindaron apoyo, además de presionarme para finalizar este ciclo.

A Lulú por escucharme durante todo el posgrado, por apoyarme y por estar presente.

## Contenido

<b>Índice de Cuadros</b> .....	6
<b>Índice de Tablas</b> .....	6
<b>Índice de Figuras</b> .....	6
<b>Índice de Gráficas</b> .....	7
<b>Glosario de acrónimos</b> .....	8
<b>Resumen</b> .....	9
<b>Abstract</b> .....	10
<b>Introducción</b> .....	11
<b>Marco teórico-conceptual</b> .....	15
<b>Antecedentes</b> .....	26
<b>Métodos</b> .....	29
Área en estudio .....	29
<i>Características de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an</i> .....	29
<i>Características del Parque Internacional La Amistad (PILA)</i> .....	36
Diseño y tipo de trabajo .....	42
Descripción del trabajo de gabinete.....	44
Descripción de encuestas .....	48
<b>Resultados</b> .....	49
<i>Cambio de cobertura forestal</i> .....	49
<i>Población total urbana y rural</i> .....	54
<i>Extensión de bosques tropicales</i> .....	70
<i>Superficie forestal recuperada</i> .....	76
<i>Programas de conservación (Restauración y Rehabilitación)</i> .....	86
<b>Discusión</b> .....	95
<i>Interpretación de indicadores</i> .....	95
<b>Conclusiones</b> .....	102
<b>Recomendación</b> .....	103
<b>Bibliografía</b> .....	104
<b>Anexos</b> .....	112

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Paradigma de las ANP .....	19
Cuadro 2. Clasificación multidimensional de conflictos .....	23
Cuadro 3. Problemas que afectan las ANP reportados a la UNESCO.....	28
Cuadro 4. Ejidos circundantes a Sian Ka'an.....	35
Cuadro 5. Zonas núcleo y subzonas de la RBSK .....	36
Cuadro 6. Zonas núcleo y subzonas del PILA .....	42
Cuadro 7. Indicadores utilizados para la conservación.....	43
Cuadro 8. Población total de municipios, distritos y cantones.....	55
Cuadro 9. Zonas de Influencia y número de poblados.....	56
Cuadro 10. Población en el área de 10 km, México 2017.....	58
Cuadro 11. Población en el área de 10 km, Costa Rica .....	59
Cuadro 12. Lugares en el área de 10 km, Panamá 2010 .....	60
Cuadro 13. Clasificación de bosque a partir de los resultados de CLASLite, 2017 .....	76
Cuadro 14. Programas de restauración y rehabilitación del PILA-Talamanca .....	89
Cuadro 15. Programas de restauración y rehabilitación del PILA-La Amistad .....	90
Cuadro 16. Subprogramas de restauración y rehabilitación del PILA-La Amistad .....	90
Cuadro 17. Componentes de restauración y rehabilitación de la RBSK .....	91

## Índice de Tablas

Tabla 1. Periodos de comparación.....	51
Tabla 2. Tasa de transformación de hábitat, RBSK.....	54
Tabla 3. Tasa de transformación de hábitat, PILA .....	54
Tabla 4. Población urbana y rural de México y Panamá.....	69
Tabla 5. Correspondencias de selva, RBSK 2017 .....	73
Tabla 6. Porcentajes de vegetación RBSK, 2017 .....	73
Tabla 7. Correspondencias de bosque, PILA 2017.....	75
Tabla 8. Porcentajes de vegetación PILA, 2017.....	75
Tabla 9. Pérdidas y ganancias .....	77
Tabla 10. Matriz de confiabilidad.....	85

## Índice de Figuras

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	16
Figura 2. Ejemplo del PER.....	24
Figura 3. Localización de la RBSK .....	32
Figura 4. Tipos de cobertura de la RBSK .....	34
Figura 5. Localización del PILA .....	38
Figura 6. Tipos de cobertura del PILA .....	40
Figura 7. Permanencia y cambio en el periodo 88-17 .....	52
Figura 8. Permanencia y cambio en el periodo 92-17 .....	53
Figura 9. Población y áreas de influencia, Sian Ka'an.....	67
Figura 10. Población y áreas de influencia, PILA .....	68
Figura 11. Vegetación identificada por CLASLite.....	72
Figura 12. Vegetación identificada por CLASLite.....	74
Figura 13. Ejemplos de verificación de cambio en la RBSK, 1988-2017 .....	79

Figura 14. Ejemplos de verificación de cambio en la PILA, 1992-2017 .....	80
Figura 15. Polígonos de recuperación y pérdida, RBSK 1988-2017 .....	82
Figura 16. Polígonos de recuperación y pérdida, PILA 1992-2017 .....	83
Figura 17. Estructura de los programas en el PM del PILA-Talamanca (Costa Rica) .....	86
Figura 18. Estructura de los programas y subprogramas en el PM del PILA-La Amistad.....	87
Figura 19. Estructura de los subprograma de conservación en el PM de la RBSK.....	88

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Permanencia de cobertura forestal.....	49
Gráfica 2. Cambio de cobertura forestal .....	50
Gráfica 3. Cantidad de poblados según la población .....	70
Gráfica 4. Cobertura de bosque .....	71
Gráfica 5. Comparación de superficie recuperada.....	78
Gráfica 6. RBSK, 1988-2017 (ha) .....	84
Gráfica 7. PILA, 1992-2017 (ha).....	85
Gráfica 8. Número de objetivos de restauración y rehabilitación .....	94



## **Glosario de acrónimos**

PM – Plan de Manejo

ANP – Área Natural Protegida

UNESCO - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible

RBSK – Reserva de la Biósfera Sian Ka'an

PILA – Parque Internacional la Amistad

PER – Modelo Presión-Estado-Respuesta

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

UICN - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

CBM - Corredor Biológico Mesoamericano

CONANP - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

## Resumen

Las áreas naturales protegidas son instrumentos de gestión para la conservación de ambientes terrestres y marinos; sin embargo, para la conservación de estas áreas, es fundamental tomar en cuenta los diversos actores y procesos humanos que influyen en estas. Por esta razón, es que existen los llamados planes de manejo, que son aquellos que contienen los lineamientos de operación de las áreas protegidas. En este trabajo se estudiaron dos áreas naturales protegidas localizadas en tres países distintos (México, Costa Rica y Panamá); igualmente, se analizaron tres planes de manejo (uno por cada país) con el objetivo de comprender su enfoque de conservación, características forestales, sostenibilidad y gobernanza.

En esta investigación se utilizó el modelo Presión-Estado-Respuesta como guía metodológica porque propone que el ser humano ejerce presiones sobre el ambiente, el cual se transforma y partir de esto se generan respuestas o acciones que pueden contribuir a la solución de los problemas. Se utilizaron cinco indicadores para comparar la conservación de las áreas naturales protegidas, y para la comparación se utilizaron los softwares CLASLite y ENVI junto con imágenes Landsat del periodo 1988-2017. Asimismo, se revisaron, se compararon y se analizaron los planes de manejo de cada área protegida para conocer el enfoque de conservación y el tipo de gobernanza; también, las tasas de transformación del hábitat obtenidas sirvieron para conocer la tasa de cambio entre los periodos.

El estudio del área protegida mexicana (Reserva de la Biósfera Sian Ka'an) mostró que existe interés de conservación de la cobertura forestal en sus planes de manejo, pero al mismo tiempo no hay programas que promuevan la educación ambiental o la sostenibilidad para la población que vive dentro. En contraparte, el estudio del área protegida centroamericana (Parque Internacional La Amistad) reveló que el cuidado ambiental, la vigilancia y las actividades sostenibles son fundamentales en los programas de los planes de manejo. Los resultados de este trabajo sientan las bases para futuros estudios de sostenibilidad orientados a comparar los tipos de conservación y manejo a nivel internacional, independientemente de los resultados condicionados por la tecnología de teledetección utilizada, así como por las condiciones climáticas de las áreas de estudio y por la metodología para la obtención de encuestas sobre gobernanza.

**Palabras Clave:** área natural protegida, conservación, planes de manejo, gobernanza, cobertura forestal, sostenibilidad.

## **Abstract**

Protected natural areas are management instruments for the conservation of terrestrial and marine environments. Nevertheless, to conserve these areas, it is essential to consider the various human actors and processes that influence them. For this reason, there are the so-called management plans which contain the operating guidelines of protected areas. This work studied two protected natural areas in three different countries (Mexico, Costa Rica, and Panama) and three management plans (one for each country) to understand their conservation approach, forest characteristics, sustainability and governance.

In this research, the Pressure-State-Response model was used as a methodological guide considering it proposes that the human being exerts pressure on the environment, which transforms itself, generating responses or actions that can solve problems. The conservation of protected natural areas was compared using five indicators, and for comparing, the CLASLite and ENVI software were used together with Landsat images of 1988-2017. Likewise, to know the conservation approach and the type of governance, the management plans of each protected area were reviewed, compared, and analyzed; also, the habitat transformation rates obtained served to get the rate of change between the proposed periods.

The study of the Mexican protected area (Sian Ka'an Biosphere Reserve) showed interest in the conservation of forest cover in their management plans; however, at the same time, there are no programs that promote environmental education or sustainability for the population that lives inside. On the other hand, the Central American protected area (Internacional Park La Amistad) studies revealed that environmental care, vigilance, and sustainable activities are fundamental in the programs of the management plans. The research demonstrated the importance of creating and updating management plans since any conservation area is a natural environment, exposed to various pressures that can generate positive or negative impacts on the surface so, it is necessary to attend to them. The results of this work provide the basis for future sustainability studies, guided to compare the types of conservation and management plans internationally, regardless of the conditioned results by the remote sensing technology used, as well as by the weather conditions of the study areas and by the methodology for obtaining surveys on governance.

**Key words:** protected natural areas, conservation, management plans, governance, forest cover, sustainability

## Introducción

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son estrategias de conservación directa de la biodiversidad y los ecosistemas (EL-Hajj, *et al.*, 2017). Estas son el principal instrumento de gestión de conservación y de mantenimiento de diversos servicios ambientales (terrestres y marinos) debido a su importancia paisajística y ecológica (Lausche, 2011); no obstante, la conservación no es posible aislando a las poblaciones de las áreas protegidas (Bennet, 2003), y se deben considerar e integrar los aspectos socioeconómicos de la población (EL-Hajj, *et al.*, 2017).

Por su parte, el desarrollo sostenible busca comprender las interacciones entre la sociedad y la naturaleza en un periodo de tiempo, además de conocer las capacidades de la sociedad para responder y generar nuevas trayectorias para la conservación de ANP; es decir, llevar a cabo una gobernanza equilibrada entre el ser humano y el medio ambiente (Kates *et al.*, 2001). Asimismo, es fundamental que se demuestre que la interacción entre el ser humano y un área protegida implica un sistema socio-ecológico; por esta razón, es primordial que se reconozcan y se ejemplifiquen las consecuencias de la relación humano-naturaleza en las ANP y finalmente, ser aceptadas por la sociedad (Fischer *et al.*, 2015).

Los cambios en la cobertura y el uso de la tierra tienen serias repercusiones en los servicios ambientales de una región, por lo que la creación de áreas protegidas contribuye en la reducción de la deforestación y en la prestación de servicios ambientales, tales como: secuestro y almacenamiento de carbono, protección de la biodiversidad y protección de cuencas hidrográficas (Wunder, 2005). Uno de los indicadores que permite evaluar áreas de alto valor de conservación ecológica es la cobertura forestal (EL-Hajj, *et al.*, 2016); de hecho, en las últimas décadas los cambios en la cobertura y uso del suelo han sido reconocidos como los factores más importantes en la modificación del medio ambiente en todo el mundo (Wang, *et al.*, 2006) porque los bosques son reservorios de biodiversidad, sumideros de carbono y proporcionan importantes servicios ambientales (Anderson -Teixeira, *et al.*, 2013).

De acuerdo con la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) el 14.7% de todas las tierras del planeta y el 10% de las aguas territoriales están bajo algún tipo de protección, pero la realidad es que ocho de cada diez áreas importantes para la biodiversidad carecen de una protección completa y rigurosa (UNEP-WCMC, *et al.*, 2018). Por tanto, la creación de áreas protegidas en el paisaje terrestre y marino requieren una planificación espacial de los recursos naturales, porque pueden mantener la biodiversidad y contribuyen al desarrollo sectorial; sin embargo, esto continúa siendo complicado porque muy pocos países han desarrollado planes y estrategias para mejorar esta integración e incorporado estos en las leyes y políticas pertinentes (UNEP-WCMC, *et al.*, 2018).

El tipo de gobernanza se define en el discurso planteado en los diversos instrumentos administrativos, políticos, declaratorias y programas nacionales e internacionales. Estos contienen

objetivos que esbozan los lineamientos para la caracterización de la conservación y las estrategias de uso sostenible que conllevan al mantenimiento de estas áreas (Brenner *et al.* 2010); un ejemplo de estos instrumentos son los planes de manejo (PM).

Este trabajo evalúa y analiza dos ANP: la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RBSK) y el Parque Internacional La Amistad (PILA), a partir de la premisa de que todos los sistemas de manejo de áreas de conservación necesitan ser evaluados de acuerdo con sus categorías y sus instrumentos administrativos (McNeeley y Mainka, 2009); aunado a que la perturbación y la recuperación de los bosques juega un papel importante en el balance de carbono regional y en los procesos del ecosistema forestal, impulsados por factores principalmente socio económicos (Frolking *et al.*, 2009).

La RBSK se ubica al sureste de México, mientras que el PILA se localiza en el sureste de Costa Rica y noroeste de Panamá; sin embargo, cada área cuenta con su propio PM (SEMARNAT y CONANP, 2015; ANAM, 2004; SINAC. 2012). Ambas áreas protegidas se encuentran en la categoría de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), esto significa que reciben apoyos financieros internacionales, estatales o privados y, por lo tanto, deben realizar y tener herramientas de gestión que permitan la sostenibilidad, además de generar evaluaciones periódicas con resultados y procesos a corto, mediano y largo plazo.

Los planes de manejo y las ANP se rigen por diversas bases legislativas con estatutos diferentes de acuerdo con el país de origen (México- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. DOF 28-01-1988; Costa Rica- Ley de Biodiversidad No. 7788, 30-04-1998; Panamá- Ley 41 del 1 de julio de 1998). Por esto, los procesos jurídicos para el cumplimiento de programas para la conservación dependen de intereses políticos y administrativos, además de elementos externos o internos que pueden influir en el cumplimiento de los objetivos de los PM; por esta razón, los programas y estrategias planteados en los planes de manejo pueden carecer de poder de ejecución (Phillips, 2003; SEMARNAT y CONANP, 2015; ANAM, 2004; SINAC, 2012).

Ambas ANP son bienes naturales, pero al mismo tiempo tienen distintas categorías de manejo y por lo mismo, son propensas a desarrollar diversos tipos de conflictos sociales y ambientales por sus recursos y accesibilidad; asimismo, comparten características culturales (Paz, 2014). En estas ANP, la vegetación es clasificada como selva, además de que están ubicadas dentro del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) que las categoriza como zonas ricas en recursos naturales y en endemismos (Álvarez, 2013). Por esta razón, es fundamental conocer el proceso de gobernanza planteado en los PM y que se ha llevado a cabo dentro del área, en la creación y en la actualización de los objetivos dentro de sus planes rectores y los problemas consecuentes de su decreto.

Esta investigación desarrolla la importancia de la actualización y el seguimiento de los planes de manejo, al igual que la necesidad de redactar y crear programas dentro de los PM enfocados al monitoreo de la cobertura forestal, principalmente en áreas muy extensas como es el caso de ambas ANP. Igualmente, ejemplifica la importancia del conocimiento de la dinámica (estado) de la

cobertura forestal y de los factores de presión a las áreas protegidas, con el objetivo de generar una respuesta a los posibles impactos.

También, se hace un análisis entre categorías de conservación distintas a nivel internacional, y propone la comparación entre paradigmas de conservación con el objeto de mejorar o continuar los esfuerzos de mantenimiento de las ANP a nivel nacional. Aunado a esto, se muestra un análisis de las relaciones entre la naturaleza y el ser humano, además de analizar la funcionalidad de los instrumentos administrativos utilizados para las ANP desde la perspectiva de la conservación forestal, porque los procesos de gobernanza o gobernabilidad implicados en la toma de decisiones y la creación de planes de manejo son esenciales para la relación humano-naturaleza.

### **Pregunta de investigación, hipótesis y objetivos**

La pregunta clave de esta tesis es la siguiente: ¿El decreto de áreas naturales protegidas y sus planes de manejo asisten a la conservación forestal? Esta investigación tiene como hipótesis que tanto la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an como el Parque Internacional La Amistad cuentan con un programa de manejo que contiene programas y subprogramas que favorecen la conservación de la cobertura forestal; sin embargo, sin la capacidad de gestión institucional y poblacional en la RBSK los cambios de cobertura se mostrarán en mayor escala en comparación con el PILA. Esto significa una carencia en la aplicación de métodos para el desarrollo sostenible y la conservación de los recursos forestales de la RBSK.

Con el objetivo de afirmar o refutar la hipótesis planteada, se propuso determinar a través de indicadores ambientales si los planes de manejo vigentes de la RBSK (México) y del PILA (Costa Rica-Panamá) han contribuido a la permanencia y conservación de la cobertura forestal y promovido el desarrollo sostenible en un periodo establecido.

A continuación, se enlistan los objetivos particulares que se siguieron para contestar la hipótesis y alcanzar el objetivo general.

1. Recopilar la bibliografía necesaria para justificar el trabajo.
2. Averiguar la importancia nacional e internacional de cada ANP.
3. Realizar un análisis comparativo de los planes de manejo de cada ANP para conocer su funcionamiento.
4. Reconocer los beneficios y los problemas generados por los programas de manejo dentro de las ANP.
5. Develar las características físicas y socioeconómicas de las ANP.
6. Analizar y comparar el estado de la conservación forestal de las dos ANP.

7. Relacionar el estado de la conservación con la gobernanza ambiental, la conservación participativa y los programas de manejo.

## Marco teórico-conceptual

### Desarrollo sostenible

Desde la década de 2010, la humanidad ha presenciado un incremento de movimientos sociales y tecnológicos en los cuales la ciencia ha tenido que participar para innovar hacia la sostenibilidad; de hecho, estos eventos han sido “...punto de partida como opinión ampliamente compartida de que el desafío del desarrollo sostenible es la reconciliación de los objetivos de desarrollo de la sociedad con los límites ambientales del planeta a largo plazo” (Clark *et al.*, 2003, p. 8059).

De acuerdo con la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) en Spangenberg (2011, p. 275) “El Desarrollo sostenible es un concepto global en desarrollo que da importancia primordial a la satisfacción de las necesidades humanas, en particular a los pobres globales, respetando los límites ambientales”. Por otra parte, Kates *et al.* (2001, p. 641) menciona que “Satisfacer las necesidades humanas fundamentales mientras se preservan los sistemas de soporte vital del Planeta Tierra es la esencia del desarrollo sostenible”. En este tenor, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en Spangenberg (2011) indica que el desarrollo sostenible se define como la capacidad del ser humano para continuar con procesos que mantengan la calidad de la vida humana, mientras se hace uso de la capacidad de los ecosistemas. Por esta razón, las ciencias de la sostenibilidad deben concentrar su atención en las interacciones que se generan entre la naturaleza y el ser humano (político, económico, social), para así guiar las interacciones de forma sostenible.

El objetivo esencial del desarrollo sostenible para la planeación y el manejo de los recursos naturales, según la Comisión Brundtland en Graymore, Sipe, y Rickson (2008, p. 362) demanda que el desarrollo “cumpla con las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de cumplir sus propias necesidades”. Por esto mismo, es importante que la información proporcionada sea relevante a diferentes niveles, para así destacar las acciones oportunas para generar una buena planeación por parte de los tomadores de decisiones (Graymore, Sipe, y Rickson, 2008).

A partir de estas definiciones, se entiende que los problemas que estudia la ciencia de la sostenibilidad son complejos y diversos porque los sistemas socio-ecológicos incluyen conflictos y problemas que se originan por procesos y actividades humanas, las cuales necesitan ser reconocidas y evaluadas porque tienen consecuencias en el ambiente (Fischer *et al.*, 2015).

### Objetivos de Desarrollo Sostenible

Previo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) existieron los Objetivos del Milenio (ODM), que a pesar de los grandes esfuerzos por cumplir sus objetivos, “...el progreso ha sido desigual a través de las regiones y los países, dejando enormes brechas” (ONU, 2015, p. 8). En el último informe de 2015 de los ODM, se alude a la importancia de los datos geoespaciales para apoyar el monitoreo porque permiten observaciones precisas de cualquier punto en la Tierra; estos tienen



diversos fines que pueden ser económicos, sociales y ambientales y que coadyuvan a los gobiernos a desarrollar estrategias de desarrollo (ONU, 2015).

México, Costa Rica y Panamá corresponden a la región *América Latina y el Caribe*, y de acuerdo con el Informe de 2015 de los ODM, el porcentaje de áreas terrestres protegidas aumentó de 8.8% en 1990 a 23.4% en 2014; no obstante, existen aspectos como la gestión, la conectividad de áreas, la protección, los servicios y el monitoreo que deben mejorar para así evaluar el progreso en el futuro (ONU, 2015).

Los ODM tuvieron logros, pero fueron insuficientes debido a la escala territorial y a la poca participación social (Vilches, *et al.*, 2014). Los ODS son más concretos para evitar las limitaciones que afectaron a los anteriores, estos objetivos se pusieron en marcha en 2016 y están divididos en 17 objetivos basados en los logros de los ODM (PNUD, 2018) (Figura 1).

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible.



Fuente: PNUD, 2018.

Los ODS denotan como conjunto lo llamado problemas perversos, estos tienen como característica principal la complejidad de sus interacciones; por esta razón, es necesario reconocer las distintas relaciones dentro del problema socio-ecológico, para así conocer la razón y poder alcanzar los objetivos en la toma de decisiones para lograr el desarrollo sostenible (Balint *et al.* 2011; Clark *et al.*, 2003). Es importante resaltar que, en algunos países, los aspectos de convivencia (humano-ambiente) la pobreza y la marginación están directamente relacionados con los recursos naturales.

### Conservación

De acuerdo con Sandbrook (2015, p. 1), conservación es una serie de "...acciones que pretenden establecer, mejorar o mantener buenas relaciones con la naturaleza" que al mismo tiempo es responsabilidad de los interesados (Leader-Williams *et al.*, 2010). Sandbrook (2015) explica su

idea de conservación como acciones activas en vez de pasivas porque reconoce que algunos ejercicios de conservación establecen nuevas relaciones humano-naturaleza, mientras que otras mejoran o mantienen las relaciones existentes. Por ello, se entiende que, a pesar de las buenas intenciones de conservación, no todas son exitosas, pero estas acciones generan nuevos espacios con nuevas ideas y perspectivas sobre conservación; al mismo tiempo que, permiten la comprensión de la naturaleza, incluido el humano y los recursos no vivos. En otras palabras, “La acción de conservación implica inevitablemente elecciones entre las poblaciones de diferentes especies y los estados de diversos ecosistemas, entre la preservación y la transformación por fuerzas económicas, entre las necesidades de las personas y las de otras especies, entre los intereses de algunas personas sobre otras.” (Leader-Williams *et al.*, 2010, p. 3).

Lo mencionado encaja con el nuevo debate del siglo XXI sobre conservación, porque reconoce el valor intrínseco de la naturaleza, desde lo intrínseco a lo instrumental, además de adoptar y aprovechar nuevas filosofías encaminadas a la protección y la restauración de la naturaleza que incorporan lo ético, lo económico, lo estético y lo utilitario (Tallis y Lubchenco, 2014 en Sandbrook, 2015).

Consecuentemente, se entiende que existen distintos enfoques de la conservación en los que se manejan diversos métodos y formas al usar y entender la política, la práctica y los resultados de la conservación. Bennett *et al.* (2017) utiliza el término “Ciencias Sociales de Conservación”, en el que también incluye la aportación de métodos para la conservación por parte de las humanidades ambientales. En este tenor, se enlistan las unidades, las escalas y los temas para la investigación y el análisis de las ciencias sociales, además de asegurar que los distintos métodos (cualitativo, cuantitativo, participativo, evaluativo, de planificación y pensamiento progresivo, espacial, histórico y meta-analítico) contribuyen con diferentes ideas, pero al mismo tiempo pueden beneficiar o generar inconvenientes.

Bennett *et al.* (2017) señala en su figura *The conservation social sciences – classic, interdisciplinary and applied traditions*, que los sistemas socio-ecológicos son un campo de conocimiento con tradición interdisciplinaria y que a través de estas se puede entender y mejorar la política de conservación y sus resultados. Entre las contribuciones a la conservación por parte de estas tradiciones, destaca que pueden ayudar a diagnosticar por qué la conservación es exitosa o fallida, qué escalas son las apropiadas para los procesos y los proyectos de conservación, además de documentar y proponer planeaciones de conservación, toma de decisiones y procesos de gobernanza, entre otros.

Por consiguiente, la conservación no se entiende solo como el cuidado de ciertas especies, sino que comprende una serie de acciones y procesos enfocados al uso sostenible que se generan por parte del ser humano en espacios específicos para el cuidado de estos. “El Convenio sobre la Diversidad Biológica” acordado en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en 1992, brinda una guía de los esfuerzos mundiales para la conservación de la diversidad biológica. En el Artículo 8° de este convenio, se señala la importancia de un sistema de áreas protegidas con medidas específicas

para conservar la biodiversidad; sin embargo, el establecimiento de áreas para la conservación en los países subdesarrollados ha generado diversos conflictos (Leader-Williams *et al.*, 2010).

Para la presente investigación, se considera el *Modelo de Conservación Participativa* como ejemplo a seguir para las poblaciones locales, además de ser considerado o fundamental en los programas de manejo de las ANP, como una forma de contribuir con la gestión del patrimonio y conservación de la diversidad biológica. Este modelo se puede utilizar en el área núcleo o en las zonas de amortiguamiento de las ANP. Para su funcionamiento es necesaria una visión compartida entre las comunidades indígenas y el gobierno; este modelo está fundamentado en la administración participativa de las áreas protegidas, las redes sociales de patrimonialización del área, el monitoreo biológico y la participación social (Proyecto PIMA *et al.*, 2017).

El Modelo de Conservación Participativa tiene la iniciativa de generar un uso racional de los recursos de las ANP, además de proveer beneficios a las comunidades indígenas, debido a la reducción de conflictos y al incremento de protección legal. Los resultados no solo favorecen de manera social y económica a la población, sino que también contribuyen a la reducción de la deforestación, a la conservación de las especies biológicas y previene el cambio de cobertura y la modificación del uso de suelo (Proyecto PIMA *et al.*, 2017).

### Área Natural Protegida

De acuerdo con la UICN, un ANP es “un área de tierra y/o mar especialmente dedicada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica, y de recursos culturales naturales y asociados, y administrada a través de medios legales u otros medios efectivos.” (Harmon, 2007 en Dudley y Stolton, 2008, p. 25). La Convención sobre Diversidad Biológica define un área protegida como el “área geográficamente definida que está designada o regulada y gestionada para lograr objetivos de conservación específicos.” (Dudley, 2007 en Dudley y Stolton, 2008, p. 21).

El decreto de un ANP implica conflictos y relaciones de poder, pero hay que recordar que no existen las ciencias de la sostenibilidad sin problemas políticos, económicos y sociales. Los conflictos dentro o fuera de las ANP pueden ser de diversa índole y al mismo tiempo, pueden crear redes de interacción social ya que una actividad económica, o cualquier proceso humano involucra a diversos actores y procesos (Martínez-Reyes, 2014 y Redpath *et al.*, 2013). Por esto, es importante recalcar que la participación de los actores es fundamental para la gobernanza de las ANP durante su decreto, pues así la conservación y el desarrollo sostenible estará fundamentado y amparará las acciones de los involucrados (Brenner *et al.* 2010).

Al tiempo que las generaciones cambian, los paradigmas se reinterpretan; por esta razón, es importante analizar si los objetivos y los programas de las ANP y otros factores que ejercen presión a estos espacios han cambiado o siguen conceptualizándose de la misma forma que hace décadas (Cuadro 1).

Phillips (2003) menciona que el cambio que se observa en el Cuadro 1, es el resultado de una mejor comprensión científica, aunado a un mejor entendimiento político, cultural y social que implica el

reconocimiento de los derechos humanos, y principalmente los avances en la gestión, la tecnología y la inversión económica. También, al analizar la figura se entiende que ya no solo hablamos de preservación del medio, sino de conservación porque ya existen objetivos encaminados a la relación humano-naturaleza. Por ello, mientras que antes se planteaba la gobernabilidad pura de las áreas protegidas, ahora es necesaria la participación de la comunidad y demás interesados (gobernanza) para el funcionamiento y logro de los objetivos de cada ANP. Además, las ANP dejan de ser solo de importancia nacional y comienzan a ser de importancia local, regional e internacional, debido a la relevancia cultural.

Cuadro 1. Paradigma de las ANP

TEMA	Cómo era: las áreas protegidas eran ...	Cómo es: las áreas protegidas son ...
<b>Objetivos</b>	Destinadas a la conservación Establecidas principalmente para proteger vida silvestre y bellezas escénicas espectaculares Manejadas principalmente para visitantes y turistas Valoradas como áreas naturales silvestres Para protección	Manejadas también con objetivos sociales y económicos Establecidas muchas veces por razones científicas, económicas y culturales Turismo como medio de contribuir a la economía local Valoradas por la importancia cultural de lo que se conoce como áreas en «estado silvestre» También para la restauración y rehabilitación
<b>Gobierno</b>	Administradas por el gobierno central	Gestionadas por muchos socios
<b>Población local</b>	Planificadas y gestionadas contra la población local Gestionadas sin considerar las Opiniones locales	Gestionadas con o para la población local y en algunos casos por la misma población local Gestionadas para satisfacer las necesidades de la población local
<b>Contexto mayor</b>	Desarrolladas en forma aislada Manejadas como «islas»	Planificadas como parte de los sistemas nacionales, regionales e internacionales Desarrolladas como «redes» (núcleos protegidos estrictamente, amortiguados y conectados por corredores verdes)
<b>Percepciones</b>	Consideradas principalmente como un bien nacional Consideradas solo de interés Nacional	Consideradas también como un bien de la comunidad Consideradas también como de interés internacional
<b>Técnicas de gestión</b>	Gestionadas de forma reactiva dentro de una escala de tiempo limitada Gestionadas de manera tecnocrática	Gestionadas de manera adaptativa Gestionadas con sensibilidad Política
<b>Capacidad de gestión</b>	Gestionadas por científicos y expertos en recursos naturales Dirigidas por expertos	Gestionadas por personas con capacidades múltiples Gestionadas tomando en consideración los conocimientos locales
<b>Finanzas</b>	Pagadas por los contribuyentes	Pagadas con recursos de muchas fuentes

Fuente: Phillips, 2003 en UICN, 2003.

En México, las ANP se definen como “...zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas; su objetivo principal es la protección de especies de flora y fauna, muchas de ellas endémicas o consideradas bajo algún esquema de protección.” (CONANP, 2014, p. 2).

Por su parte, en Costa Rica la clasificación, los requisitos y los mecanismos para el establecimiento de las Áreas Silvestres Protegidas se determinan en la Ley Orgánica del Ambiente. Por su parte, en la Ley de Biodiversidad No. 7788, Artículo 58. se define Área Silvestre Protegida como las “...zonas geográficas delimitadas, constituidas por terrenos, humedales y porciones de mar. Han sido declaradas como tales por representar significado especial por sus ecosistemas, la existencia de especies amenazadas, la repercusión en la reproducción y otras necesidades y por su significado histórico y cultural. Estas áreas estarán dedicadas a conservación y proteger la biodiversidad, el suelo, el recurso hídrico, los recursos culturales y los servicios de los ecosistemas en general.” (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1998, p. 30).

En Panamá se les nombra Área Protegida y son definidas como “Área geográfica terrestre, costera, marina o lacustre, declarada legalmente, para satisfacer objetivos de conservación, recreación, educación o investigación de los recursos naturales y culturales.” (Asamblea Legislativa de la República de Panamá, 1998, p. 1).

Al comparar cada una de las definiciones de área protegida queda claro que, aunque existen ciertas similitudes, la definición varía dependiendo de los intereses políticos, financieros y de gestión de cada país; por lo tanto, no es fácil aplicar para todos la definición propuesta por la UICN. No obstante, hay países como México que intentan seguir los parámetros de la UICN para las categorías de manejo.

### Corredor Biológico Mesoamericano

Este es un plan de ordenamiento territorial con un enfoque de desarrollo sostenible para una región (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá). El CBM surgió en la XIX Cumbre de presidentes de Centroamérica el 12 de Julio de 1997 con el objetivo de conservar y promover el uso adecuado de la biodiversidad. El órgano responsable de la Agenda Ambiental Centroamericana es la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). México se convirtió en país miembro extra regional de la CCAD en 1996 y participa como observador, mientras que Costa Rica es país fundador y Panamá se incorporó en 1991 (Álvarez, P., 2013).

Las ventajas del CBM son, que protege los sitios clave de biodiversidad, al igual que promueve formas de desarrollo socioeconómico alrededor de áreas de conservación. El CBM no es solo un puente terrestre en esta región, porque la importancia biológica de algunas ANP ha promovido que la UNESCO les otorgue el título de Patrimonio de la Humanidad, que supone un compromiso internacional entre la organización y las ANP (Grupo de Evaluación Independiente, 2011); este es el caso de la RBSK y el PILA.

### Gobernanza

De acuerdo con (Hufty, 2011, p. 405), “La gobernanza se refiere a una categoría de hechos sociales, a saber, los procesos de interacción y toma de decisiones entre los actores involucrados en un problema colectivo que conduce a la creación, refuerzo o reproducción de normas e instituciones

sociales.”. La gobernanza es fundamental a nivel local, regional y nacional porque permite entender los procesos humanos y sus relaciones, además de que se distingue por buscar una relación horizontal equilibrada entre los diversos actores. Asimismo, la gobernanza comprende todos los mecanismos, estrategias, procesos e instituciones a través de los cuales, la sociedad y otros actores ejercen sus derechos e intereses (Cerrillo y Martínez, 2005; Launay, 2005 en Velarde, 2018).

En esta línea, los PM deben de generar las estrategias de conservación y sostenibilidad adecuadas para los actores involucrados dentro y fuera de las ANP; así como también considerar los intereses, las preocupaciones y las concepciones del medio de los pobladores. Se trata de dejar atrás la gobernabilidad y hacer gobernanza, pues así se ejerce una normativa ética, donde se involucra la participación social en el manejo de las áreas protegidas y la democracia participativa entre el gobierno y las organizaciones civiles (Schteingart, 2007, en Brenner *et al.*, 2010).

La diferencia entre gobernabilidad y gobernanza radica en que la primera se enfoca en ejercer el poder como único actor (el Estado) unilateral y autoritario a partir del control y las sanciones; la segunda encamina sus esfuerzos a la toma de decisiones de manera consensual a través de la participación de diversos actores, donde las decisiones son participativas y se procede a través de acuerdos consensuados por los actores involucrados (Brenner *et al.*, 2010). Entonces, la gobernanza de un ANP se refiere a la toma de decisiones consensuadas para el uso adecuado de sus bienes públicos por parte de las poblaciones interiores o aledañas a través de un instrumento político, que tiene el fin de regular de forma estratégica los ecosistemas, los paisajes y la cultura.

Esta investigación retoma la idea de la *gobernanza ambiental* pues “implica un análisis detallado de sectores sociales, movimientos ambientales, grupos empresariales, sindicatos y organizaciones científicas, así como de su papel en la solución de conflictos ambientales.” (Cohen, 2013, p. 76). Este marco analiza la participación de la población para la toma de decisiones sobre cuestiones ambientales de la mano de la *democracia deliberativa*. Actualmente se reconoce que ciertos mecanismos e instrumentos que se han aplicado en el actual sistema político-económico han incrementado el deterioro del ambiente y generado desigualdad social. Por esta razón, es necesario estudiar los conflictos identificados para llegar a nuevos acuerdos que concluyan en la formulación de nuevas políticas ambientales o en este caso, en la consideración del análisis y la participación de los actores para la redacción de los nuevos programas de manejo.

Al considerar la *gobernanza ambiental y democracia deliberativa*, se reflexiona en la participación a nivel local, nacional o regional, con el fin de tomar decisiones ambientales que sean incluyentes, transparentes y acordes con la realidad; por esto, “el giro deliberativo denota un importante esfuerzo para democratizar las políticas ambientales y, simultáneamente, fomentar su efectividad.” (Cohen, 2013, p. 83). De esta forma, se permite que la sociedad participe en las decisiones que influyen en sus vidas.

La autoevaluación de la gestión de ANP y de la planeación de programas es fundamental para reconocer errores y aciertos de la gobernabilidad y la gobernanza, porque evalúa la eficiencia y la eficacia de los programas y objetivos del futuro; por ello: “cada país debe preparar su propia

revisión de su sistema de áreas protegidas, para asegurar que todos los hábitats clave y las características naturales estén protegidos bajo la categoría de manejo apropiado.” (McNeeley y Mainka, 2009, p. 58). En esta línea, no solo es necesario considerar la categoría de manejo de las áreas naturales protegidas, sino que también “los esfuerzos de conservación y gestión requieren un mapeo de alta resolución para apoyar las políticas destinadas a proteger y promover la sostenibilidad de los ecosistemas y los servicios que proporcionan, así como la biodiversidad mundial.” (Asner, 2009, p. 21).

### Planes de Manejo

Los PM son instrumentos políticos/administrativos que se encargan de determinar las estrategias de conservación, sostenibilidad y uso de las ANP; en ellos se plantean las bases para la regulación de actividades, administración y lineamientos básicos de las ANP. Por esta razón y por un compromiso epistemológico, es necesario comparar los objetivos del espacio protegido y de los planes de manejo enfocados a la conservación, además de conocer el funcionamiento de estos y contrastar los procesos de participación social y gobernanza.

En México los programas de manejo son un requerimiento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) artículo 65. El reglamento de la LGEEPA, Artículo 3, Fracción XI, define al PM como un “Instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del área natural protegida respectiva.” (SEMARNAT, 2000, p. 2).

En Panamá un PM es “...una herramienta de apoyo a la gerencia de un área protegida, que establece las políticas, objetivos, normas, directrices, usos posibles, acciones y estrategias a seguir, definidas a (*sic*) base de los recursos, categoría de manejo, potencialidades y problemática, con la participación de los distintos actores involucrados y donde se concilian el desarrollo de acuerdo a la capacidad de los recursos.”(Autoridad Nacional del Ambiente, 2010, p. 1). Por su parte, Costa Rica define al Plan General de Manejo como “...el instrumento de planificación que permite orientar 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 [...] Es la base para el desarrollo de otros instrumentos de planificación y reglamentación de las Áreas Silvestres Protegidas” (Presidente de la República y Ministro del Ambiente y Energía, 1998).

### Conflicto

Los conflictos son originados por diversas causas y factores, muchos de estos se generan por la falta de una gestión adecuada, lo que ocasiona que el personal de las áreas protegidas ocupe varios roles en los conflictos dentro de las ANP. De acuerdo con Crespo, Jiménez y Nava (2019), los conflictos se generan por desigualdades en el acceso a recursos naturales, los cuales se ven reflejados en las actividades socioculturales; estos se pueden presentar en diferentes escenarios debido al uso, el aprovechamiento y el control de recursos, reflejados en un estado de incomodidad

en la convivencia de los actores. Por esto, la gestión de las ANP debería incluir mediadores, negociadores, expertos, tomadores de decisiones, entre otros; de hecho, si existiese el personal adecuado, además de un PM actualizado, las tensiones se podrían resolver con mecanismos legales e institucionales. Es así, que cualquier enfoque para el manejo de enfrentamientos debe ser apropiado para el contexto en que sucede y debe ser solucionado a nivel local e institucional (Lewis, 1996).

Desde la perspectiva de Gutiérrez, *et al.* (2016) el mapeo de conflictos, la exploración del conocimiento, los puntos de vista y las creencias de todos los interesados son fundamentales para la solución de tensiones, porque permite identificar los elementos de lucha y las oportunidades de acción. En este tenor, “los conflictos de conservación están aumentando y deben gestionarse para minimizar los impactos negativos en la biodiversidad, los medios de vida y el bienestar humano.” (Redpath *et al.*, 2013, p. 100). Por lo mismo, los conflictos no pueden entenderse a través de un solo paradigma y aquí encajan las ciencias de la sostenibilidad, porque pueden contribuir con el entendimiento y manejo de estos a diferentes escalas.

Existen diferentes clasificaciones de conflictos, pero en esta investigación se utiliza la clasificación multidimensional de Redorta (2004) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación multidimensional de conflictos

<b>Conflicto</b>	<b>Descripción</b>
Físico	Se refiere al conflicto territorial entre las partes.
Político	Se refiere al conflicto por poder entre grupos.
Legal	Se refiere a cuando alguna de los actores (partes) consideran que sus demandas no se adaptan a procedimientos aceptados en común.
Desplazado	Se refiere a aquel que tiene un trasfondo mucho más profundo del que parece.
Latente	Se refiere a aquel que no está presente en ese momento, pero que puede surgir de repente dependiendo de las circunstancias.
Diferencia en necesidades	Este se da entre las partes en conflicto y que puede ser una fuente conflictiva.
Comunicación indirecta	Este se refiere cuando existe información deficiente entre los grupos de la organización.
Entre Estados	Se refiere a las distintas relaciones que existen entre estados, que puede ser destructiva o de combinación.
Tipo I	Cuando las partes tienen objetivos incompatibles.
Tipo II	Cuando las partes quieren lo mismo, pero luchan por motivos distintos.

Fuente: Elaborado con base en Redorta (2004).



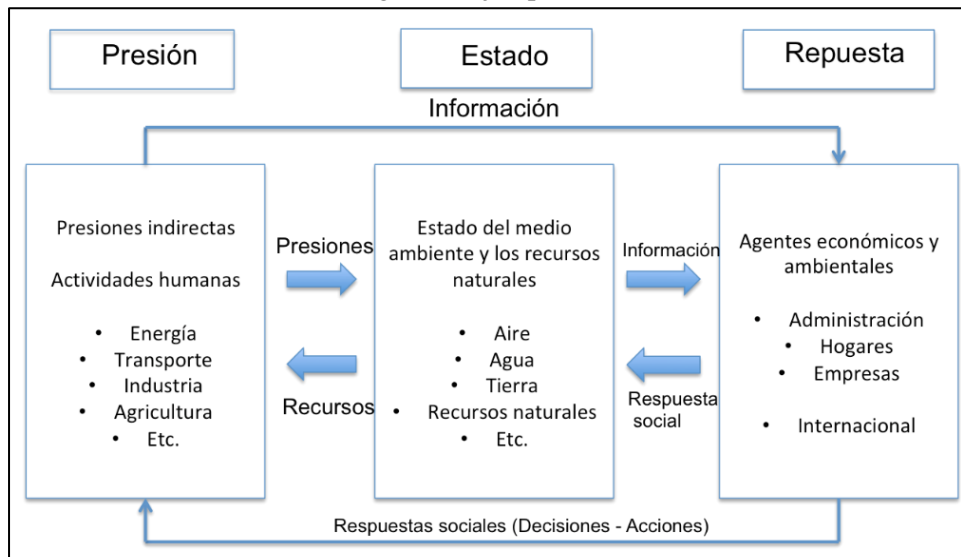
### Modelo Presión-Estado-Respuesta

El modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) surge del modelo de Friends y Raport (1979) que fue desarrollado después por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) con el objetivo de relacionar el medio físico, la sociedad y las políticas o respuestas generadas por las actividades humanas. (Gaviño y Sarandon, 1999). El modelo en cuestión plantea las siguientes preguntas, que son contestadas con los indicadores seleccionados (OCDE, 1993) (Figura 3): ¿Qué está afectando el ambiente?, ¿Cuál es el estado actual del ambiente?, ¿Qué se está haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?

El modelo está basado en la causalidad, aunque no es capaz de explicar las interacciones en los sistemas socio-ecológico, los cuales se entienden como todas las interacciones entre el humano y la naturaleza y que se caracterizan por ser complejas. El modelo toma en cuenta estados económicos, sociales y ecológicos y los simplifica o resta importancia; asimismo, utiliza como premisa que el ser humano ejerce presión sobre el ambiente el cual se transforma, y de este cambio surgen respuestas atinadas para la solución del problemas (Hardi y Pinter, 1995; Levrel *et al.*, 2009; Gamiño y Blanco, 2007; Watzin *et al.*, 2005).

Este modelo es una herramienta operacional para la toma de decisiones que tiene la capacidad de integrar aspectos del sistema socio-ecológico a nivel regional y en periodos cortos (Levrel, *et al.* 2009). Para la correcta obtención de información y sin sesgos, los indicadores seleccionados se utilizan de forma regional porque las tres ANP se encuentran en distintas divisiones territoriales.

Figura 2. Ejemplo del PER



Fuente: elaborado con base en OCDE, 1993.

### Indicador ambiental

De acuerdo con El Proceso de Montreal en (Palacio-Prieto *et al.*, 2004, p. 16) los indicadores son “...una medida de un aspecto del criterio.” De igual manera, la OCDE en (Chirino, *et al.*, 2008, p. 108) menciona que “...un indicador es un parámetro o un valor derivado de parámetros, que identifica y proporciona información acerca de/describe el estado de/un proceso, el medioambiente o área, con un significado que se extiende más allá del valor directamente asociado al parámetro.”. Igualmente, los indicadores ambientales son estadísticas que muestran un aspecto relevante o característico del estado del ambiente, así como también de la sostenibilidad de los recursos ambientales y de los procesos humanos (Velásquez y D’Armas, 2013).

Los indicadores son fundamentales para comunicar la información generada científicamente, también son tecnologías e instrumentos utilizados para la toma de decisiones, porque permiten comunicar información social y ambiental; además de la participación de los actores en el lugar (Rodríguez-Ortega y Flores-Martínez, 2009). Los indicadores ambientales son capaces de explicar distintos procesos sociales y ambientales (Velásquez y D’Armas, 2013), además de revelar conocimiento sobre un tema en específico que ayude a la planeación territorial (Palacio-Prieto *et al.*, 2004).

La selección de indicadores está relacionada a la dimensión espacial que requiere cada estudio. En este caso, el conjunto de indicadores seleccionados es de escala regional-internacional, ya que es un estudio de casos emplazados en tres países. Los indicadores seleccionados para este trabajo tienen el objetivo de marcar un umbral entre países respecto a temas específicos que permitan analizar las ANP de forma regional, porque ambas tienen una extensión territorial grande.

### Zona de influencia

Las zonas de influencia (buffer) son aquellas áreas creadas alrededor de un punto, línea o polígono; éstas son utilizadas para definir entidades que se encuentran dentro o fuera del nuevo polígono (área de influencia) (Burrough y McDonnell, 1998). Por otro lado, las zonas de influencia utilizadas en las ANP son aquellas superficies colindantes al polígono de un ANP que comparten características en la esfera social, económica y ecológica (Domínguez, 2009).

## Antecedentes

De acuerdo con información de la página oficial de la UNESCO, Sian Ka'an fue decretada como una Reserva de la Biosfera en 1986 y en 1987 recibió el nombramiento de Patrimonio de la Humanidad a partir de una iniciativa privada-pública por parte del Centro de Patrimonios de la Humanidad, junto con la Fundación de las Naciones Unidas, la Compañía Gillete y The Nature Conservancy, quienes aportaron un total de \$780 000 USD para la conservación de los humedales de la reserva (UNESCO, 2018b).

Desde 1987, México ha presentado solo cuatro reportes de Estado de Conservación de los años 2001, 2002, 2003 y 2004 en los que se identifican algunos problemas dentro del ANP. La reserva recibió un préstamo en octubre de 2007 de \$62 000 USD destinado a la recuperación de infraestructura ocasionado por el Huracán Dean (UNESCO, 2018b).

El Parque Internacional La Amistad fue decretado Reserva de la Biosfera en 1982 y se incorporó al Programa de Patrimonio de la Humanidad en 1983 debido a que el Buró de la UNESCO identificó varias reservas indígenas que fueron degradadas por la minería de carbón y construcción de carreteras. Por estas y otras razones se le pidió a Costa Rica contactar a la IUCN para delimitar un área de Patrimonio de la Humanidad. El siguiente paso fue sugerir en 1990 la adición del Parque Nacional La Amistad de Panamá a la Reserva de la cordillera de Talamanca a la lista de Patrimonio de la Humanidad, para que así ambos países pudiesen cooperar en la delimitación del parque como un sitio único (UNESCO, 2018c).

El PILA ha presentado 17 reportes de Estado de Conservación de los años 1990 a 1993, 1997, 2003, 2004, de 2007 a 2013 y de 2015 a 2017 (Cuadro 3). En el periodo 1982-1997, recibió \$276 350 USD para asistencia técnica, construcción de infraestructura, actividades de conservación y entrenamiento entre otras (UNESCO, 2018c).

El Cuadro 3 muestra los problemas que han sido reportados anualmente por cada país. Los espacios grises significan que no se hicieron reportes en ese año. Este cuadro denota que el compromiso y la rendición de cuentas periódicas a la UNESCO es principalmente de los gobiernos de Costa Rica y Panamá. Desafortunadamente se desconocen las razones de México (UNESCO, 2018a).

La lectura de los planes de manejo arrojó las siguientes ideas que fueron utilizadas para el diseño de las encuestas realizadas:

- En el plan de la RBSK predominan los conflictos de tipo político, físico, legal y diferencia en necesidades. En este programa se identificaron más conflictos de tipo desplazado y latente; esto debido a que en varias premisas se habla del turismo como proveedor de oportunidades y solucionador de problemas sin tomar en cuenta que esta actividad económica genera altos niveles de concentración económica, desigualdad de oportunidades, migración, desplazamiento de actividades primarias y problemas de transculturación en la cultura maya.

- En el caso del PILA-Costa Rica (PILA-Talamanca) la clasificación fue más heterogénea. Se reconocieron algunos problemas, pero los conflictos de tipo legal y político fueron los de mayor concurrencia. De la lista completa de premisas escritas en el PM, resalta que predomina la exigencia de los indígenas que viven dentro y fuera del ANP hacia las autoridades por atender sus necesidades e intereses reales, en lugar de acatar las impuestas por los planes de desarrollo sostenible.
- En el plan PILA-Panamá (PILA-La Amistad), los conflictos predominantes fueron diferencia en necesidades, comunicación indirecta y legal. Para la creación de este plan de manejo se realizaron primero talleres participativos para reconocer a los distintos actores, los conflictos y los problemas de los actores; por esta razón, el plan contiene un listado de conflictos latentes y desplazados que, aunque no se mencionan explícitamente, se reconocen.
- Se identificó el conflicto de Estado para los planes de manejo del PILA debido a que existe una relación entre Costa Rica y Panamá que tuvo como consecuencia la Comisión Binacional del Parque Internacional La Amistad que coordina las acciones de ambos países; de igual manera, en estos dos últimos se identificaron los conflictos Tipo II y Tipo III, porque se entiende que ambos países quieren cosas diferentes, pero luchan por la misma cosa, pero por motivos diferentes, pues está de por medio la declaración de Patrimonio de la Humanidad del ANP.

La RBSK tiene como base legislativa a la LGEEPA, pero también se menciona la Ley de Vida Silvestre, La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley Federal de Derechos, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley Federal de Procedimiento Administrativo (SEMARNAT y CONANP, 2015).

El PILA-Talamanca hace referencia a la Ley de Biodiversidad No. 7788 como la base legislativa, la Ley Indígena, la Ley de Parques Nacionales N° 6084, 1977, la Ley de Creación de Comisión Nacional de Asuntos Indígenas, la Ley de Asociaciones de Desarrollo Integral Decretos, la Ley Orgánica del Ambiente, la Ley de Creación de Parques Nacionales, la Ley Forestal, la Ley de Conservación de la Vida Silvestre, la ley General de Salud, la Ley de Conservación de la Vida Silvestre, la Ley de Informaciones Posesorias y la Ley de Biodiversidad (SINAC, 2012).

El PILA-Bocas del Toro y Chiriquí menciona como base legislativa a la Ley 41 del 1 de julio de 1998, la Ley de Vida Silvestre de Panamá y la Ley del Ambiente (ANAM, 2004).

Cuadro 3. Problemas que afectan las ANP reportados a la UNESCO.

Año	Sian Ka'an	PILA
1990 - 1997		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Infraestructura de transporte terrestre</li> <li>-Sistemas de manejo/Planes de manejo</li> <li>-Petróleo y gas</li> </ul>
2001	-Conversión de tierras	
2002	-Infraestructura para la acomodación de turistas	
2003	-Sistemas de manejo/Planes de manejo	-Infraestructura de transporte terrestre
2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Infraestructura de transporte terrestre</li> <li>-Vivienda</li> <li>-Infraestructura para la acomodación de turistas</li> </ul>	-Infraestructura de transporte terrestre
2007- 2017		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vivienda</li> <li>-Conversión de tierras</li> <li>-Infraestructura de agua</li> <li>-Ganadería</li> <li>-Infraestructura de transporte terrestre</li> <li>-Actividades ilegales</li> <li>-Sistemas de manejo/Planes de manejo</li> <li>-Otras amenazas: Falta de un programa de monitoreo biológico a largo plazo.</li> </ul>

Fuente: elaborado a partir de la UNESCO, 2018a.

## Métodos

### Área en estudio

El Parque Internacional La Amistad (PILA) es un ANP de la Reserva de la Biosfera La Amistad; a esta reserva también la conforman el Parque Nacional Chirripó, la Reserva Biológica Hitoy Cerere y las Reservas Indígenas Talamanca, Tayni, Telire y Cocles (Visit Costa Rica, 2018).

El Complejo Sian Ka'an se compone por la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

Es importante señalar que ambas ANP forman parte de los programas El Hombre y la Biosfera (Red IBEROMaB) y de lista de Patrimonio de la Humanidad sustentados y aplicados por la UNESCO. Ambas áreas cumplen con criterios que los destacan por su valor universal, Sian Ka'an cumple con los criterios VII y X, mientras que el PILA con el VII, VIII, IX y X<sup>1</sup> (UNESCO, 2018b y 2018c).

### *Características de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an*

La RBSK se encuentra en el estado mexicano de Quintana Roo y está integrada en la región administrativa de la CONANP llamada Península de Yucatán y Caribe Mexicano (RPYM) (Ortega-Rubio *et al.*, 2015). La RBSK se localiza en el litoral central de Quintana Roo y ocupa parte de los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum; esta tiene una extensión de 528147 ha de las cuales 153192 ha son de superficie marina y 374956 ha son superficie terrestre (CONANP y SEMARNAT, 2013) (Figura 3).

Esta región se caracteriza por tener una superficie sin elevaciones importantes donde predomina el karst y la roca sedimentaria. La zona es ausente de aguas superficiales, pero predominan las aguas subterráneas que han formado manantiales y resurgencias distintivas de la región. En gran parte del año hace calor y alcanza su mayor temperatura anual entre los meses de octubre y noviembre; los meses más frescos son diciembre, enero y febrero, mientras que marzo y abril son los más secos. Es una región en la que los vientos alisios permanecen todo el año y que su orogenia no permite la alta precipitación; además, la península recibe ciclones tropicales durante el verano y parte del

---

<sup>1</sup> VII - contener fenómenos naturales superlativos o áreas de excepcional belleza natural e importancia estética.

VIII - ser ejemplos sobresalientes que representan las principales etapas de la historia de la Tierra, incluido el registro de la vida, procesos geológicos en curso significativos en el desarrollo de accidentes geográficos o características geomórficas o fisiográficas significativas.

XI - ser ejemplos sobresalientes que representen procesos ecológicos y biológicos significativos en curso en la evolución y desarrollo de ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos y comunidades de plantas y animales.

X - contienen los hábitats naturales más importantes y significativos para la conservación in situ de la diversidad biológica, incluidos los que contienen especies amenazadas de valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia o la conservación.

otoño con dirección hacia el Golfo de México. De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, hay climas húmedos, subhúmedos, semiáridos y áridos. Finalmente, esta región contiene una gran superficie de selvas tropicales y manglares con ecosistemas de gran importancia para la conservación debido a su localización tropical (López Manjarrez, 2015).

La superficie es plana, sin elevaciones destacables, con una altura máxima menor a 20 msnm; cuenta con una barrera arrecifal de 120 kilómetros de longitud que lo hace el segundo arrecife más extenso del mundo; curiosamente, forma parte del área de amortiguamiento en el límite oriental de la reserva. Igualmente, la RBSK tiene playas arenosas y rocosas, manglares, bahías someras y marismas que contienen gran cantidad de diversidad biológica de importancia económica y endémica (CONABIO, 2010).

Debido a las características geológicas de la península, la RBSK posee cuerpos someros de agua marina en transición con agua dulce; sus suelos son jóvenes y poco evolucionados y los procesos de erosión por la vegetación han generado oquedades. La importancia de los arrecifes en la reserva se relaciona a la capacidad de estos para reducir el oleaje marino que puede ser destructivo en época de huracanes; estos factores contribuyen al desarrollo de manglares en la costa (CONANP y SEMARNAT, 2013).

El clima de la región es Aw o cálido subhúmedo con lluvias en verano, aunque mayo y octubre son los meses que presentan el 75% de las precipitaciones, mientras que septiembre es el mes más lluvioso y marzo el más seco; aunado a lo anterior, la nubosidad de la región es alta y por lo mismo es una zona que la mayor parte del año tiene nubes.

La vegetación de la zona destaca por su gran cantidad de endemismos y su gran relación con las Antillas, además de ser parte de la región Caribe en el reino neotropical (CONABIO, 2010). Con base en SEMARNAT y CONANP (2015) y CONABIO (2010), la cobertura vegetal de la RBSK se clasifica en 10 tipos de vegetación descritas a continuación (Figura 4):

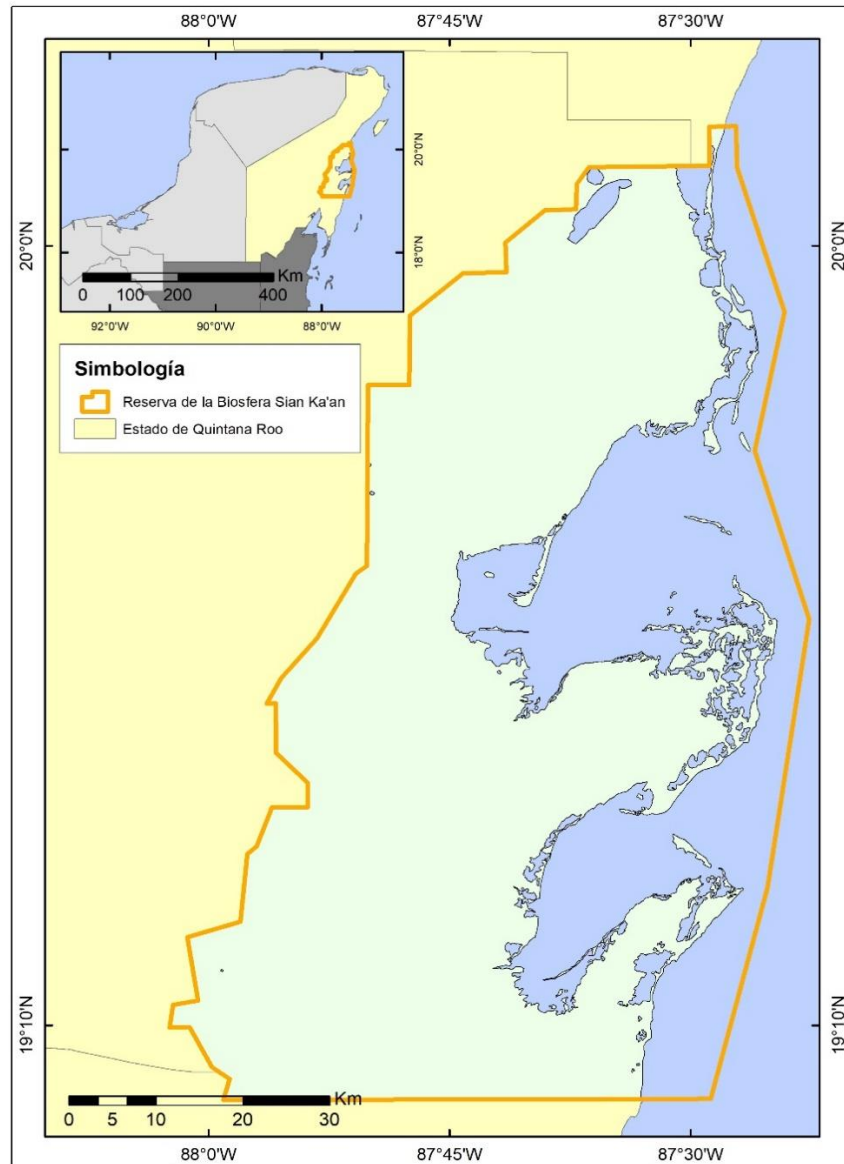
- *Selva mediana subperennifolia y mediana subcaducifolia*: este tipo de vegetación está presente en suelos secos y húmedos; la altura del dosel puede oscilar de 15 a 25 metros de altura. La selva mediana subperennifolia es la más abundante de la reserva, aunque la selva mediana subcaducifolia de esta zona contiene alrededor de 230 tipos de vegetación y arbustos que son endémicos de la península.
- *Selva baja inundable*: este tipo de vegetación es endémica de la península de Yucatán y se encuentra dispersa en la región; suele encontrarse en pequeños mosaicos dentro de la selva perennifolia. Este tipo de selva presenta cuatro variaciones de acuerdo con la especie dominante (pucteal, mucal, bucidal y tintal).
- *Tasistal*: este tipo de vegetación es un pantano de palmas que puede llegar a alcanzar una altura de 6 metros, suele desarrollarse en zonas inundables de transición hacia marismas ubicado comúnmente a lo largo de la costa; lleva este nombre por ser una

comunidad vegetal no diversa predominada por tasiste, el cual es resistente a los incendios.

- *Pantanos de zacates*: son terrenos de pastos costeros inundables con agua pluvial; este tipo de vegetación puede ocupar grandes superficies; las especies dominantes son el tule y la sabia.
- *Manglares de franja*: son pantanos que forman una franja a lo largo de la costa y en los bordes de las lagunas costeras; la altura puede variar de seis a 12 metros y sus especies principales son el mangle rojo y blanco.
- *Manglar chaparro*: este tipo de vegetación y los pantanos de zacates son los de mayor superficie en la RBSK; alcanzan dos metros de altura y los árboles de mangle no pueden crecer más debido a la abundancia de carbonato de calcio.
- *Petenes*: son islotes de vegetación arbórea que emergen en los humedales, estos son formaciones peculiares de asociaciones vegetales que representan una transición entre la vegetación selvática del interior y los pantanos inundables (los de mayor extensión pueden presentar un cenote al centro). Esta formación suele estar aislada y puede presentar vegetación de selva, manglar o selva-manglar.
- *Dunas costeras*: la vegetación de estas tiene una alta relación con las islas antillanas y se extiende en aproximadamente 100 kilómetros en una franja de 100 a 200 metros de ancho a lo largo del litoral. El 90% de esta área fue cultivada con palma de coco, pero debido al surgimiento de diversas enfermedades fue suspendida y actualmente se encuentra en recuperación.
- *Vegetación de cayos*: son pequeñas islas que surgieron de las bahías y lagunas costeras; la vegetación contiene elementos del manglar de franja, flora de dunas y otros de petenes.
- *Vegetación secundaria*: de acuerdo con la información del INEGI, los manglares y las sabanas interiores se catalogan como áreas perturbadas; existen áreas destinadas a actividades agrícolas, carreteras en las periferias y algunos potreros.



Figura 3. Localización de la RBSK



Fuente: elaborado con información de INEGI, 2017 y CONABIO, 2015.

En el contexto económico, la principal actividad dentro de la RBSK es turismo de bajo impacto (ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural) y está enfocado hacia un desarrollo alternativo, basado en los principios de sostenibilidad: la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

De acuerdo con el PM el 90% de la población de la RBSK se localiza en la zona costera, principalmente en la colonia Javier Rojo Gómez y se dedica principalmente a la pesca. Existen ocho sociedades cooperativas y siete empresas particulares que cuentan con autorización para

realizar actividades turísticas; se localizan en Muyil, Javier Rojo Gómez, Punta Herrero y el camino Arco Maya-Punta Allen (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

La RBSK colinda con los ejidos José María Pino Suárez, Chunyaxché, Tres Reyes, Felipe Carrillo Puerto, X-Hazil, Andrés Quintana Roo, Cafetal-Limones y Tollocan. Los pobladores de estos ejidos suelen hacer uso de los recursos de la región, principalmente la cacería y el uso de recursos maderables; en este tenor, el 94.7% de la propiedad de la tierra de la reserva es nacional y el restante (5.3%) es privado y ejidal. La franja costera donde se ubican los predios privados y ejidales están sujetos al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) en el que se incluyen los asentamientos de pescadores. En cuanto a la zona continental de la reserva los terrenos son nacionales; de acuerdo con el PM, no existe actividad agrícola en la zona colindante en la que resulte de la pérdida de cobertura vegetal (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

Los ejidos de Tulum y Felipe Carrillo Puerto colindan con la reserva, pero de acuerdo con el PM existen terrenos nacionales que aún deben ser entregados a la CONANP ubicados en el área circundante del ejido Chunyaxché. Por lo anterior, la colonia Javier Rojo Gómez necesita una estrategia para reducir el crecimiento urbano en los terrenos que ocupa. Estos ejidos realizan una agricultura de temporal, explotación forestal y ganadería extensiva (Cuadro 4) (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

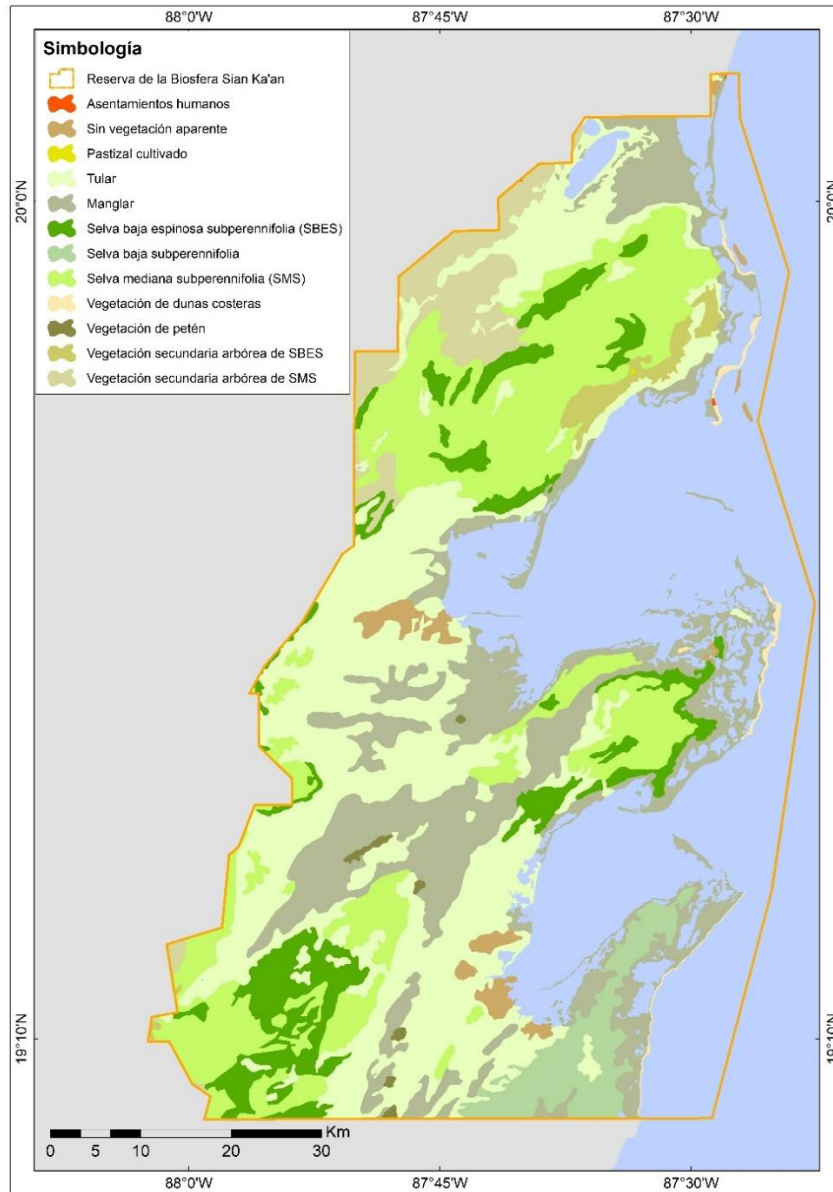
El desarrollo turístico es el principal factor causante del incremento de la población en la zona de influencia de la RBSK y esto debido a lo establecido en la ley sobre ANP. Este desarrollo comenzó en la localidad de Cancún extendiéndose hacia el Caribe mexicano, y en la costa a través de sitios arqueológicos. Este desarrollo no solo ha causado cambios en el entorno natural, sino también a la estructura social (proceso de transculturación) principalmente en los jóvenes, porque los valores y el conocimiento tradicional se han visto influenciados por la mundialización.

El desarrollo turístico mal planeado puede tener repercusiones en diversos objetos de conservación, esta actividad pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos del PM y de los proyectos de desarrollo porque reduce el capital natural y genera actividades indirectas; sin embargo, no existe un programa de desarrollo urbano de la colonia Javier Rojo Gómez ni del campamento Punta Herrero (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

Históricamente ha existido una explotación indiscriminada de los recursos que ha conducido al deterioro de ecosistemas en el mundo en general y en México en particular. En el caso de la RBSK, la explotación forestal se centraba en la actividad chiclera, pero actualmente se han realizado estudios de salud de los ecosistemas y de las poblaciones de cada sistema donde el cedro, la caoba y el guayacán también han sido explotados, pero el último se encuentra severamente amenazado (SEMARNAT y CONABIO, 2015). La franja costera ha sido modificada por la deforestación y la sustitución de especies por la plantación de palma de coco, además de la casuarina en la Bahía de Espíritu Santo; situación que contrasta con las selvas bajas y medianas subperennifolias de la RBSK, que se consideran saludables porque no se han identificado especies exóticas de fauna y mínima de flora (SEMARNAT y CONABIO, 2015). Las selvas están en constante riesgo de sufrir perturbación debido al uso de fuego como herramienta agrícola (roza-tumba-quema), al igual que por la construcción ilegal de infraestructura para el turismo, por la cercanía de las vías de

comunicación y por las incursiones para extraer maderas en las propiedades privadas en la Subzona de Preservación Uaymil (SEMARNAT y CONABIO, 2015).

Figura 4. Tipos de cobertura de la RBSK



Fuente: elaborado con información de INEGI (Serie VI), 2017 y CONABIO, 2010.

Cuadro 4. Ejidos circundantes a Sian Ka'an

Ejido	Centro de población	Superficie (ha)	Fecha de dotación
Tulum	Tulum	22060	19/11/38
José María Pino Suárez	José María Pino Suárez	10409	11/12/73
Chunyahché y Anexos	Chumpon	104115	22/08/35
Tres Reyes	Tres Reyes	10550	17/08/83
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	45922	15/02/36
X-Hazil y anexos	X-Hazil	56020	15/02/36
Andrés Quintana Roo	Andrés Quintana Roo	6350	24/10/79
El Cafetal	Limonos	28680	15/03/41
Tollocan	Villa de Cortez	7342	18/07/84

Fuente: elaborado con base en SEMARNAT y CONABIO, 2015.

En la reserva aún existen conflictos por la tenencia de la tierra, de hecho “en el interior de la RBSK existen territorios comunales de campesinos mayas y algunos prestadores de servicios turísticos, así como inmigrantes y propietarios de segundas residencias que viven en propiedades privadas en la costa.” (Brenner *et al.*, 2010). Estos conflictos se han originado debido a que la RBSK está rodeada de comunidades con diversas distinciones culturales, además de diferentes características socioeconómicas y de tenencia de la tierra; por lo tanto, estas comunidades tienen una fuerte relación con los bosques que los rodean (Ruiz-Mallén *et al.*, 2013; SEMARNAT y CONANP, 2015).

Cerca y dentro de la reserva existen vías de comunicación que comunican los ejidos y municipios entre sí, estas son importantes para el turismo como, la carretera federal Cancún-Tulum también llamada Carrillo Puerto-Tulum y otros caminos de terracería (CONABIO, 2010).

De acuerdo con el PM, las zonas núcleo y subzonas de la RBSK se encuentran en buen estado de conservación (casi prístinas), además de que las actividades humanas no han ocasionado cambios importantes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Zonas núcleo y subzonas de la RBSK

La RBSK cuenta con tres zonas núcleo:	
A.	Zona Núcleo Muyil (cuenta con 33418 ha)
B.	Zona Núcleo Uaymil (con 240180 ha)
C.	Zona Núcleo Cayo Culebras (con 6105 ha)
Las Subzonas de cada Zona Núcleo se enlistan a continuación:	
A.1.	Subzona de Protección Muyil (SPr1)
B.1.	Subzona de Protección Uaymil (SPr2)
C.1.	Subzona de Uso Restringido Fondos de las Bahías (SUR1)
C.2.	Subzona de Uso Restringido Cayo Culebras (SUR2)
Las Zonas de Amortiguamiento están divididas en 15 subzonas	
Subzonas de Preservación:	
1.	Subzona de Preservación Tzigual (SP1)
2.	Subzona de Preservación Punta Nilut, Cayo Culebras, Lagunas Pájaros y Tres Marías (SP2)
3.	Subzona de Preservación El Río (SP3)
4.	Subzona de Preservación Xamach (SP4)
5.	Subzona de Preservación Marina Yuyum-Mario Lara, Mox Kaanab y Tantaman (SP5)
6.	Subzona de Preservación Refugios Pesqueros (SP6)
Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales:	
7.	Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marinos (SASM1), (SASM2), (SASM3)
8.	Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Terrestre Chunyaxché, Santa Teresa y Vigía Chico (SAST1)
Subzonas de Uso Público:	
9.	Subzona de Uso Público Chunyaxché (SUP1)
10.	Subzona de Uso Público Caapechén- Boca Paila (SUP2)-Mosquitero (SUP3)
Subzonas de Asentamientos Humanos:	
11.	Subzona de Asentamientos Humanos colonias de Pescadores Javier Rojo Gómez y Punta Herrero (SAH)
Subzona de Recuperación:	
12.	Subzona de Recuperación El Playón (SR)
Subzona de Preservación Costero-Marina:	
13.	Subzona de Preservación Costero-Marina (SPCM)
Subzona de Aprovechamiento Especial Costera:	
14.	Subzona de Aprovechamiento Especial Costera (SAEC)
Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera:	
15.	Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina-Costera Boca Paila (SAS- CMBP).

Fuente: elaborado con información de SEMARNAT y CONABIO, 2015.

### *Características del Parque Internacional La Amistad (PILA)*

El PILA se localiza en la región central-sur de Costa Rica y la zona centro occidental de Panamá, ocupa una superficie calculada de 418928 ha que la convierte en la zona de bosque tropical más extensa de Centroamérica (Figura 5). En Costa Rica el parque está dividido administrativamente en las provincias de Puntarenas y Limón, mientras que en Panamá está dividido en las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí.

Este parque se administra de acuerdo con la legislación y planeación de cada país. En Costa Rica, el PILA es administrado por cuatro entes, que son el Área de Conservación la Amistad Pacífico (ACLA-P) y Área de Conservación La Amistad Atlántico (ACLA-A) por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) con ayuda del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE); mientras que en Panamá lo administra la Dirección Regional de Bocas del Toro y la

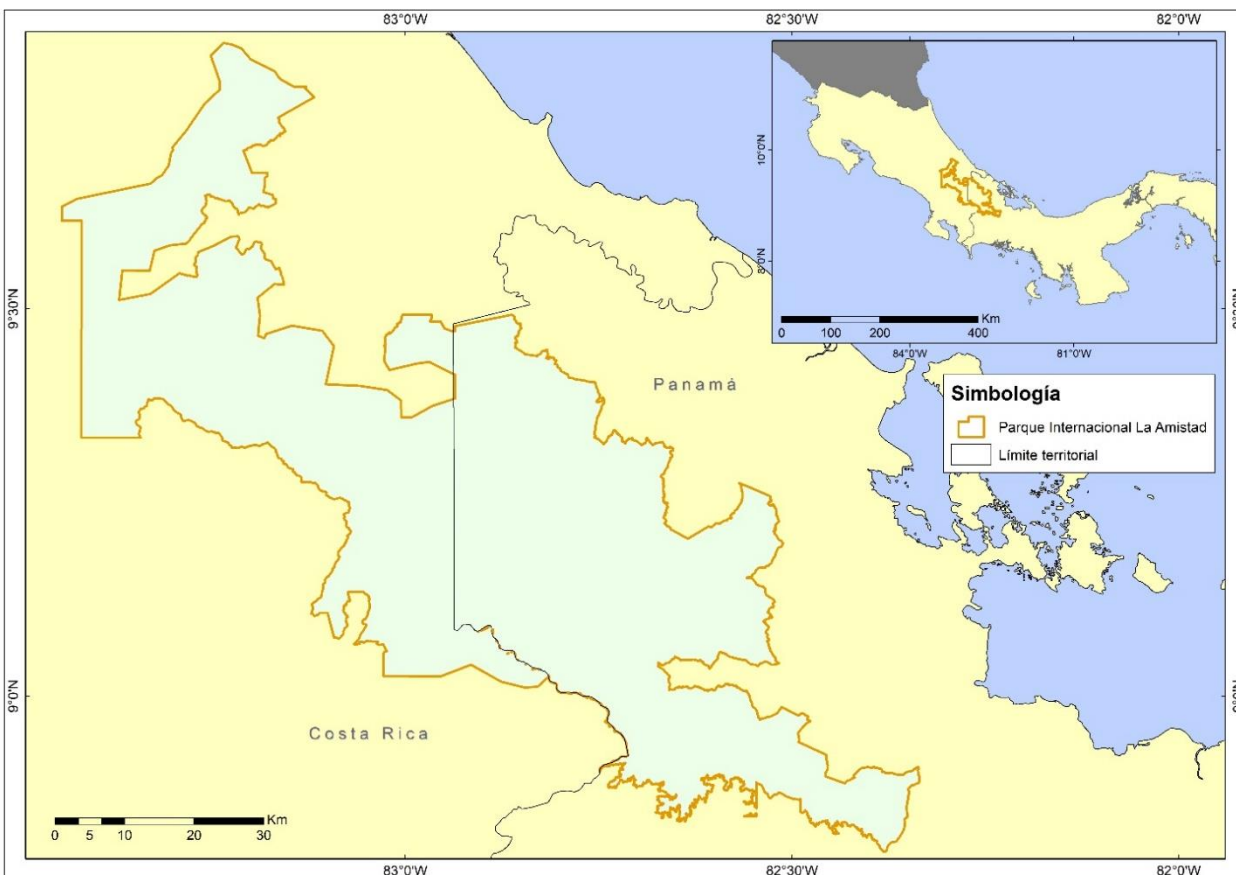
Dirección Regional de Chiriquí como dependencias del Ministerio de Ambiente de Panamá (MiAMBIENTE) antes ANAM, que además colabora con la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON).

En Costa Rica, el parque se sitúa en el centro de la Cordillera de Talamanca hasta llegar al límite fronterizo con Panamá y ocupa el 88% (175520 ha) de la Vertiente del Caribe y el 12% (23897 ha) de la Vertiente del Pacífico. El PILA está rodeado de otras ANP y de territorios indígenas, que son de importancia regional porque contribuyen a la conservación de los parques. La Cordillera de Talamanca se originó por tectonismo relacionado al Bloque de Talamanca y a sedimentos aluviales y de biomasa; en sí, el paisaje de este parque ha sido moldeado por el régimen de lluvias el cuál es muy alto y por el cual se le puede apreciar como dendrítico (ANAM, 2004; SINAC, 2012).

En Panamá, el parque tiene una extensión de 207000 ha y se extiende de la cordillera Central de oeste a este. Esta parte del parque se formó también por eventos tectónicos y volcánicos que descienden hacia la costa del Caribe. En esta región el drenaje es considerado bueno (ej. el río Teribe) y por esta característica, contiene una población grande de indígenas que se dedican a actividades agrícolas, entre otras actividades (ANAM, 2004).

El PILA tiene una topografía que ondula entre los 5 msnm a más de 3500 m. Esta diferencia de altitud permite diversos climas acompañados de una alta diversidad biológica que resulta en ecosistemas valiosos para su conservación debido a que albergan a una gran variedad de fauna. En la zona del Caribe se reciben fuertes lluvias durante noviembre y febrero producidas por el efecto de vaguada, ocasionado por la Zona de Convergencia Tropical que provoca que los vientos alisios choquen con la cordillera, pero en la zona del Pacífico ocurre lo contrario, ya que los vientos carecen de humedad y generan un periodo seco; así, las precipitaciones de esta zona se concentran entre septiembre y noviembre, originadas por lluvias convectivas (SINAC, 2012).

Figura 5. Localización del PILA



Fuente: elaborado con base en la WDPA, 2018.

Conforme a la clasificación de climas de Panamá, el PILA contiene dos franjas climáticas; la primera es un clima oceánico de montaña baja y la segunda es un clima tropical de montaña media y alta (ANAM, 2004; SINAC, 2012). Por otro lado, de acuerdo con la clasificación de Köppen-Geiger, el PILA tiene climas Af (tropical húmedo) y Am (tropical monzónico) (Peel, Finlayson y McMahon, 2007).

De acuerdo con el mapa de ecosistemas del PILA creado por el Museo de Historia Nacional del Reino Unido (NHM), el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), la Universidad de Costa Rica (UCR), la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM) y la Autoridad Marítima de Panamá (PMA), del Proyecto de Herramientas Básicas para el Manejo del PILA (PHBMPILA) de 2006-2009, las zonas de biodiversidad del parque se clasifican de la siguiente forma:

- *Bosque mixto basal*: se encuentra entre los 100 y 700 m; en este se encuentra la mayor diversidad de plantas, aunque destacan las palmas arbóreas, del sotobosque y las lianas.

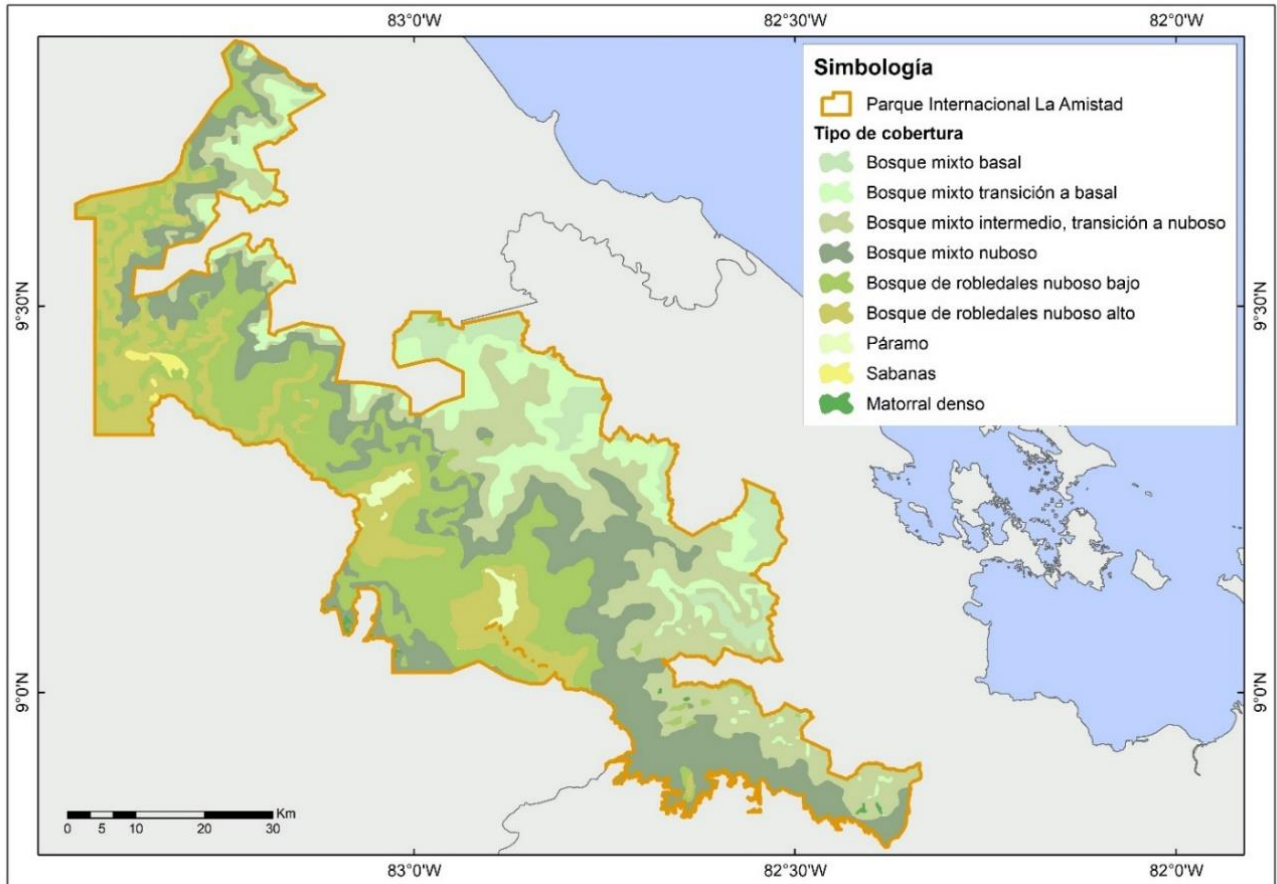
- *Bosque mixto transición a basal*: oscila entre los 700 y 1200 m de elevación; a partir de aquí se observa la diferencia florística entre el Caribe y el Pacífico.
- *Bosque mixto intermedio, transición a nuboso*: se encuentra entre los 1200 y 1600 m; a partir de aquí la vegetación es siempre verde por la humedad, está dividido en dos subzonas (Pacífica y Caribe).
- *Bosque mixto nuboso*: este bosque se localiza entre los 1600 y 2100 m; presenta nubosidad permanente, además de tener gran cantidad de biomasa y de plantas epífitas como los helechos arborescentes. Este bosque se solapa con los bosques nubosos de elevaciones mayores; también se divide en Pacífico y Caribe donde la diferencia se distingue porque en el Caribe la nubosidad inicia a menor elevación.
- *Bosque de robledales nuboso bajo*: se localiza entre los 2100 y 2600 m; es dominado por robles (entre cuatro a seis especies) aunque también hay un sotobosque dominado por bambúes y palmas pequeñas con poca diversidad florística. En este bosque predominan los helechos arborescentes; al igual que las otras zonas, está dividido en dos (Caribe y Pacífico).
- *Bosque de robledales nuboso alto*: oscila entre los 2200 y los 3100 m de elevación, la vegetación abundante es de roble (al menos dos especies), tiene un sotobosque dominado por bambúes, pero sin la presencia de palmeras pequeñas y la diversidad florística es baja. Los helechos, bambúes y líquenes epífitos tienen gran presencia; también está dividido en Pacífico y Caribe.
- *Páramo*: se localiza entre los 3100 y 3500 m, la vegetación es de poca estatura sin presencia de árboles y predomina el bambú de interior y plantas leñosas.
- *Sabana*: se encuentra entre los 2000 y 2700 m de elevación y se distingue por sus características húmedas, predominan las gramíneas; esta zona pertenece al área de meseta con relieve y aspecto plano-ondulado.
- *Herbazal*: de origen inducido, cubierto principalmente por gramíneas o plantas herbáceas.
- *Matorral denso*: se distingue por ser una zona transicional dominada por arbustos; en esta se presentan deslizamientos fuertes debido a las pendientes fuertes y suelos frágiles en el bosque mixto nuboso y bosque mixto intermedio o transición a nuboso.

La Figura 6 se realizó a través de la creación de polígonos georreferenciados a partir del mapa realizado por la NHM, INBio, SINAC, UCR, ANAM y el PMA. Este mapa muestra de forma



homogénea los tipos de cobertura de forma regional para todo el parque y es meramente representativo de los tipos de ecosistemas.

Figura 6. Tipos de cobertura del PILA



Fuente: elaborado a partir del mapa del Proyecto de herramientas básicas para el manejo del PILA en Zamora y Monro, 2007.

Los grupos de población identificados por los diagnósticos de cada PM son los bribris y los cabécares en Costa Rica, y los ngäbe-bugle, naso o teribe y bribri en Panamá; por otra parte, la población mestiza y migratoria ha aumentado en la zona de Chiriquí (ANAM, 2004; SINAC, 2012).

Un punto importante de esta ANP es que existen territorios indígenas también llamados Reservas Indígenas o Áreas de Conservación Comunitaria Indígena. Estos grupos realizan de forma tradicional la conservación del área que habitan; de hecho, la mayoría de los grupos se localizan en los alrededores o en el límite del área, pero llevan a cabo algunas actividades dentro de la misma. En contraparte, en el PM de Panamá se menciona que la mayoría de las parcelas dentro del parque no cuentan con título de propiedad, pero dichas no son habitadas de forma permanente. Por el

contrario, el PM de Costa Rica no menciona la tenencia de la tierra, aunque si indica la extensión y población de cada reserva indígena, además de la inseguridad de los indígenas por la tenencia de la tierra (ANAM, 2004; SINAC, 2012).

La población aledaña al PILA vive diversos problemas, como son la falta de alternativas económicas sostenibles, el aumento y la concentración de la población, la pérdida de la identidad cultural, el alcoholismo y la drogadicción, la deficiente respuesta legal y política a los derechos de los pobladores, la deficiente capacitación laboral, la mayor presión por el uso y el manejo de los recursos en los territorios indígenas, la debilidad por parte de las organizaciones locales para el desarrollo autóctono, las amenazas de proyectos mineros, la poca inversión social, el poco control en los proyectos de conservación y desarrollo sostenible, el desconocimiento y poca divulgación de las políticas de conservación, la ausencia de un programa de producción viable para las poblaciones indígenas, la carencia de servicios básicos, el crecimiento de la frontera agropecuaria, la invasión de tierras, la inapropiada utilización de los recursos, el agotamiento de recursos por extracción y recolección, las prácticas pecuarias y forestales no compatibles con el desarrollo sostenible, los incendios provocados no controlados, la poca participación de las comunidades y el posible aumento desordenado del ecoturismo (ANAM, 2004; SINAC, 2012).

En cuanto a las actividades económicas en la región, las entidades territoriales (cantones del Pacífico y el Atlántico) de Costa Rica parecen estar mejor desarrolladas porque la población se dedica a la agricultura, la ganadería, el comercio, la reparación, la industria manufacturera, el transporte, la comunicación y la enseñanza, aunque predominan las primeras dos. En Panamá, la población indígena y no indígena se dedica principalmente a la agricultura, la caza, la pesca, la cría de animales domésticos y el trueque; en algunas zonas existe también el turismo, la industria maderera y la industria del café. (ANAM, 2004; SINAC, 2012).

La infraestructura para el turismo es viable (uso público), aunque en algunas zonas del parque está limitada por las características del relieve; de hecho, las partes más altas del PILA se consideran bosques prístinos. Existen diversas formas de llegar al parque, pero de acuerdo con los PM, Panamá cuenta con más vías de acceso al parque, mientras que en Costa Rica el acceso es limitado por la presencia de los territorios indígenas, las ASP y las características hídricas y del relieve; lo anterior también lo aísla del desarrollo humano (ANAM, 2004; SINAC, 2012).

Las zonas núcleo y subzonas del PILA se mencionan en los PM de Costa Rica y Panamá (Cuadro 6).

Cuadro 6. Zonas núcleo y subzonas del PILA

El PILA-Costa Rica se divide de la siguiente forma:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de Protección Absoluta (95.06% del territorio del parque)</li> <li>• Zona de Uso Restringido (4.46% del Parque Internacional La Amistad)</li> <li>• Zona de Uso Público (ocupa el 0.1% del área)</li> <li>• Zona de Uso Especial (ocupa un 0.2% del total del parque)</li> <li>• Zona de Amortiguamiento (las ASP que rodean al PILA)</li> </ul>
El PILA-Panamá se divide de la siguiente forma:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona Núcleo (toda la superficie de la unidad de manejo)</li> <li>• Sub-zona de protección absoluta</li> <li>• Sub-zona de recuperación</li> <li>• Sub-zona de uso extensivo</li> <li>• Sub-zona de uso intensivo</li> <li>• Área de manejo especial (solicitud de comarca de la comunidad Naso)</li> <li>• Sub-zona de vecindad</li> </ul>

Fuente: elaborado con información de ANAM, 2004 y SINAC, 2012.

### Diseño y tipo de trabajo

Para este trabajo, se utilizaron indicadores que generaron datos e información sobre la presión, el estado y la respuesta de los temas seleccionados, y que complementaron las perspectivas previamente expuestas en artículos por académicos que conocen y trabajan en estas ANP. Lo anterior se realizó con el propósito de contrastar los instrumentos administrativos (programas de gestión) y el estado de la cobertura forestal de las dos ANP (México, Costa Rica-Panamá) y así relacionar la conservación y la sostenibilidad.

Para la construcción de indicadores ambientales enfocados al desarrollo sostenible, se crearon las hojas metodológicas planteadas por la Organización de las Naciones Unidas (1996) que muestran el concepto del indicador, método de medición, intereses del investigador, entre otras; adicionalmente, es necesario que cada indicador tenga fuentes de información referenciadas además de ser creíble, relevante y legítima (López, 2009 y Cash *et al.*, 2003).

Por lo anterior, es que cada indicador está fundamentado en uno o más ODS porque son de importancia contemporánea y altamente relacionados con la sostenibilidad y conservación de áreas protegidas (PNUD, 2018). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible seleccionados para este trabajo son los números 11, 12, 13 y 15.

Los tipos de indicadores, la metodología del análisis, la periodicidad y la relación entre indicadores se presentan en el Cuadro 7, que también muestra el listado completo de indicadores que fueron trabajados.

El Cuadro 7 clasifica los tres tipos de indicadores que se utilizaron para analizar la conservación de acuerdo con el modelo PER. En este cuadro se asignó un inciso a cada parámetro para reconocer

las relaciones entre indicadores junto a sus implicaciones correspondientes. Asimismo, muestra cómo y con qué herramienta se realizó el análisis de cada indicador, al igual que la periodicidad del análisis.

Los indicadores se seleccionaron conforme a lo considerado como presión humana, el estado de la cobertura forestal, y las respuestas directas e indirectas al cambio; lo anterior, de acuerdo con la revisión bibliográfica del área de estudio, aunado a la información propuesta por el SNIARN y sus Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental en México.

Las hojas metodológicas de cada indicador se encuentran en el Anexo de este trabajo y están divididas en seis partes: 1) Indicador; 2) Relevancia; 3) Descripción metodológica y definiciones importantes; 4) Evaluación de la disponibilidad de información de fuentes nacionales e internacionales; 5) Instituciones/organismos involucrados en el desarrollo del indicador; 6) Referencias adicionales. Estas hojas muestran parte de la metodología a seguir por cada indicador.

Cuadro 7. Indicadores utilizados para la conservación

<b>Indicadores (tipos)</b>	<b>Metodología</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Relación</b>
<b>1. Indicadores de Presión</b>			
a) Cambio de cobertura forestal	CLASLite, ENVI, SIG	Cada 10 años, periodo 1988-2017	b,c,d,e
b) Población total urbana y rural	Bibliográfica	Censos 1990, 2000, 2010 *	a,c,d,e
<b>2. Indicador de Estado</b>			
c) Extensión de bosques tropicales	CLASLite, ENVI, SIG	Cada 10 años, periodo 1988-2017	a,b,d,e
<b>3. Indicadores de Respuesta</b>			
d) Superficie forestal recuperada	CLASLite, ENVI, SIG	Cada 10 años, periodo 1988-2017	a,b,c,e
e) Programas de Conservación (Restauración y Rehabilitación)	Bibliográfica	2004, 2012, 2014	a,b,c,d

Fuente: elaborado con base en Finegan, Céspedes, y Sesnie; Sesnie, Steven; Induni, Gustavo; Herrera, (2009).

\* Este dependió de la disponibilidad de la información.

## Descripción del trabajo de gabinete

Este trabajo tuvo como punto de partida el análisis de los tres planes de manejo con el propósito de identificar las leyes que se mencionan en cada PM; pues son las encargadas en ejercer los procesos regulatorios y judiciales pertinentes en cada área. También se identificaron los posibles conflictos generados a partir de la delimitación y decreto de las ANP. Se utilizó la clasificación multidimensional de conflictos planteada por Josep Redorta (2004), en la que menciona los elementos útiles en la confrontación para identificar conflictos junto con las distintas tipologías.

Se retomaron las características de gobernanza ya mencionadas para justificar la necesidad de conocer los problemas y los conflictos que se han generado y han existido en las zonas en estudio. Este análisis funcionó para reconocer carencias procedimentales y epistemológicas en los planes de manejo, pero al mismo tiempo, para identificar algunos conflictos reconocidos en las ANP y mencionados en los PM.

Después se realizó la clasificación de la cobertura forestal en: píxeles enmascarados, píxeles de suelo y píxeles de bosque. De esta forma, se reconocieron los polígonos de bosque y suelo de las ANP, con el fin de identificar los demás indicadores y enlistar y mapear los diversos procesos de pérdida y ganancia de cobertura en las ANP.

Para esto, se utilizaron imágenes Landsat Thematic Mapper (TM) y Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+), que ofrecieron datos de teledetección satelital con resolución media-alta en píxeles de 30 metros x 30 metros. Esta calidad resolutive es suficiente para hacer un estudio a nivel regional, además de haber demostrado ser funcional para el estudio de la cobertura en bosques (Romero-Sánchez, 2017). Sin embargo, presenta ciertas limitaciones principalmente para calcular la biomasa debido a la incidencia y la reflectividad de energía en el dosel, también dificulta el cálculo de la distribución del dosel. Por esta razón es necesario corroborar la información con bases de datos de instituciones (Romero-Sánchez, 2017).

El software base para esta investigación es CLASLite (Carnegie Landsat Analysis System) pues provee un mapeo de la cobertura forestal, deforestación y perturbación de forma más sencilla y rápida. Este software realiza una corrección atmosférica avanzada además de un enfoque de procesamiento de señales espectrales con imágenes Landsat, SPOT, ASTER y MODIS. El software fue desarrollado con la intención de mapear a gran escala la perturbación de bosques tropicales, desde una perspectiva operacional, es utilizado para el monitoreo de selva tropical. Una característica de CLASLite es que enmascara de forma automática cuerpos de agua, ríos y lagos; este enmascaramiento se logra al detectar propiedades de la reflectancia que se caracterizan por un decremento en la reflectancia de la banda azul (~400 nm) al casi infrarrojo (>800 nm). CLASLite también utiliza el submodelo AutoMCU (Automated Monte Carlo Unmixing), que provee de un análisis cuantitativo del porcentaje de vegetación viva o muerta; por lo mismo, este submodelo fue creado para sabanas, bosques y matorrales, pero después fue modificado para bosques tropicales de hoja ancha (Asner G. *et al.*, 2009).

Se utilizó CLASLite para obtener mapas de cobertura de bosque a partir de las imágenes satelitales seleccionadas. Es importante señalar que para disponer de un resultado funcional y acertado con la realidad de la superficie de Sian Ka'an, se tuvieron que ajustar los niveles de Suelo y de Vegetación Fotosintética o Bosque (VF) debido a que en esta ANP existe una gran superficie de litoral inundable que puede tener una alta concentración de vegetación acuática (Asner G. *et al.*, 2009).

Como muestra el Cuadro 3, los resultados del indicador a, c y d se lograron a partir de la utilización del software CLASLite; no obstante, la periodicidad se modificó por los siguientes factores: disponibilidad de las imágenes satelitales, menor cantidad de nubes y vapor de agua e imágenes que no necesitaran corrección de bandas; es decir, imágenes que no necesitaran *Gap Filling* causado por la falla del *Scan Line Corrector* (SLC) en 2003 del satélite Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+).

Al realizar la depuración de imágenes para el procesamiento y clasificación de imágenes, se decidió utilizar las imágenes de 1992 para el PILA, debido a que las imágenes Landsat 4 del año 1988, 1989 y 1990 contenían gran cantidad de nubes que cubrían por completo la parte centro y noroeste del ANP. Así, las imágenes del periodo (2003-2013) no fueron utilizadas para evitar la creación de píxeles (información) por interpolación y de esta forma lograr un resultado más fiel a los píxeles reales de cada imagen.

Para la obtención del mapa de cobertura forestal el software se siguieron los siguientes pasos:

1. Corrección radiométrica y atmosférica de la información satelital
2. Enmascaramiento de nubes, agua y sombras
3. Descomposición de los subpíxeles en coberturas de superficie fraccionadas
4. Clasificación de las imágenes dependiendo del tipo de cobertura

En el paso 2 se llevó a cabo un enmascaramiento para evitar el análisis de esos píxeles en los siguientes pasos; este enmascaramiento se realiza a partir de la identificación de píxeles que reciben o carecen de luz solar directa en las imágenes de reflectancia. Para el paso 3, el software utiliza el submodelo AutoMCU que genera un análisis cuantitativo del porcentaje de cobertura fraccional clasificada como Vegetación Fotosintética (VF), Vegetación No Fotosintética (VNF) y Suelo Expuesto (S). El paso 4 consiste en generar un mapa de cobertura forestal que se define a través de un árbol de decisión, que categoriza los píxeles de la siguiente manera:

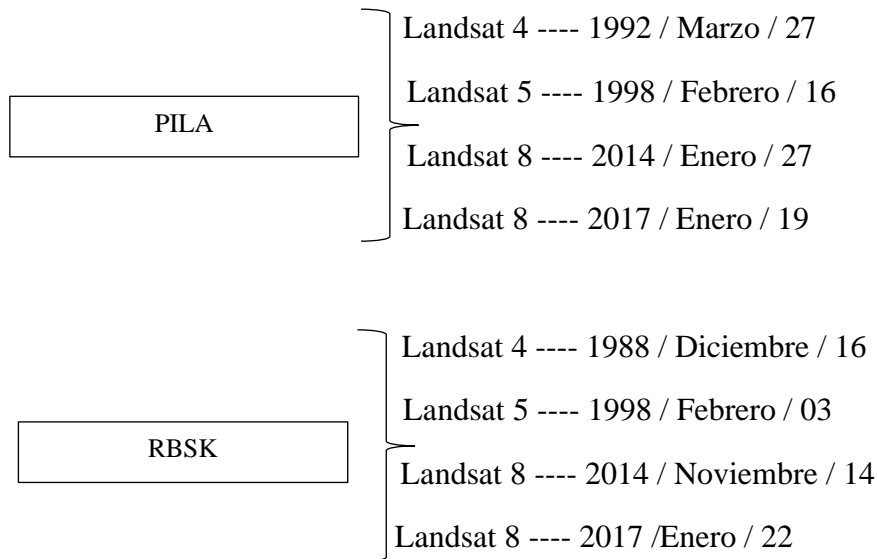
$$VF \geq 80 \text{ y } S \leq 20 \text{ (Bosque)}$$

$$VF < 80 \text{ y } S > 20 \text{ (No Forestal)}$$

En el paso 4 existe la opción de modificar los valores de VF y S para obtener un mapa de cobertura que coincida con las características de la superficie y reflectancia de cada área de estudio. Debido a que las dos ANP tienen diferentes características geográficas, los valores de VF y S tuvieron que adaptarse para la RBSK debido a la existencia de zonas inundables (pantanos y manglares) a  $VF > 90$  y  $S < 10$ . La razón del cambio de los valores es que el estándar de CLASLite en esta zona

identificaba como Bosque a pequeños polígonos en aguas someras que son zonas inundables con mucha población de algas.

La información del satélite y la fecha de las imágenes utilizadas se enlistan a continuación:



Se verificaron los resultados de los mapas de cobertura de bosque a través de una matriz de confiabilidad, para posteriormente utilizar el software ENVI para procesar los mapas obtenidos y convertirlos en vectores; esto fue fundamental para analizar la cobertura y los cambios en el tiempo con un Sistema de Información Geográfica (SIG). Este paso ayudó a clasificar y distinguir los otros indicadores; también, se corroboraron los resultados obtenidos con la Serie I-6 de INEGI y Google Earth (Chicas, Omine y Saqui, 2016; Romero-Sánchez, 2017).

Se realizaron matrices de cambio para los años 88-98/92, 98-14, 14-17 y 88/92-17 obtenidas a través de ArcGIS, además de polígonos que mostraron cambio de cobertura forestal y polígonos cercanos a las poblaciones. Con estos vectores, se realizó una interpretación del cambio forestal, de la extensión de bosques y de la superficie forestal recuperada; también se interpretó el estado de conservación de la cobertura forestal de las ANP.

Los indicadores bibliográficos o de gabinete (Cuadro 7) se obtuvieron a partir de la descarga de los censos de población de las páginas oficiales del INEGI, INEC-Costa Rica e INEC-Panamá, seguido de la descarga de vectores que contenían las coordenadas, puntos o polígonos de los límites estatales, municipales, distritales o cantonales, además de las poblaciones en cada región.

Se identificó el enfoque de conservación de cada uno de los programas de los PM de acuerdo con los paradigmas de Phillips, seguido de una investigación teórica que definió *restauración ecológica*

y *rehabilitación ambiental*; así, se pudo distinguir y contar los programas de cada PM que se enfocan a la restauración o a la rehabilitación.

Se obtuvo la tasa de transformación del hábitat para conocer la tasa de cambio entre los periodos ya mencionados. Con la ecuación siguiente, se obtuvo un porcentaje que permitió conocer la relación entre las hectáreas de bosque y el periodo de años; esta tasa fue propuesta por la FAO en 1996 y ha sido utilizada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2003) y diversos investigadores en estudios de comparación de vegetación por periodos (Ramírez *et al.*, 2005).

$$\delta = 1 - \left[ 1 - \frac{S_1 - S_2}{S_1} \right]^{1/n}$$

Donde:

$\delta$  = tasa de cambio

$S_1$  = superficie forestal, al inicio del periodo

$S_2$  = superficie forestal, al final del periodo

$n$  = número de años entre las dos fechas

Para poder comparar la cobertura forestal de los distintos tipos de vegetación y así facilitar la descripción de la extensión de los bosques de las ANP, se utilizó la siguiente clasificación de la FAO (1996):

<b>Clases principales</b>	<b>Clases adicionales</b>
Bosque cerrado (>40%)	Densidad alta (>70%)
	Densidad media (40-70%)
Bosque abierto (10-40%)	
Arbusto	Arbusto denso (>40%)
	Arbusto disperso (10-40%)

La clasificación se asignó a cada resultado dependiendo del porcentaje que obtuvo de Bosque identificado por CLASLite, ENVI y ArcGIS del total de la superficie de cada tipo de vegetación de los polígonos del INEGI (Serie VI), y del Proyecto de herramientas básicas para el manejo del PILA.



## Descripción de encuestas

Se redactó una encuesta con la escala de Likert, que es una escala ordinal que permite medir la percepción o perspectiva de los entrevistados sobre un tema previamente planteado. Se enviaron vía internet 10 encuestas para investigadores que han trabajado en la RBSK y 10 para investigadores que han trabajado con el PILA. Para estas encuestas se tomaron como base los problemas reportados en los PM y ante la UNESCO, los conflictos identificados en los planes de manejo y sus programas (Fernández de Pinedo, 2006); además de las características sobre los indicadores planteados, sobre la gobernanza y la conservación de la reserva.

La información requerida por las encuestas no fue suficiente, ni complementaria, debido a que solo se recibieron tres respuestas y solo una con la encuesta contestada; por lo tanto, se utilizó bibliografía científica para completar y comparar cada indicador, además de explicar los procesos de gobernanza y conservación.

## Resultados

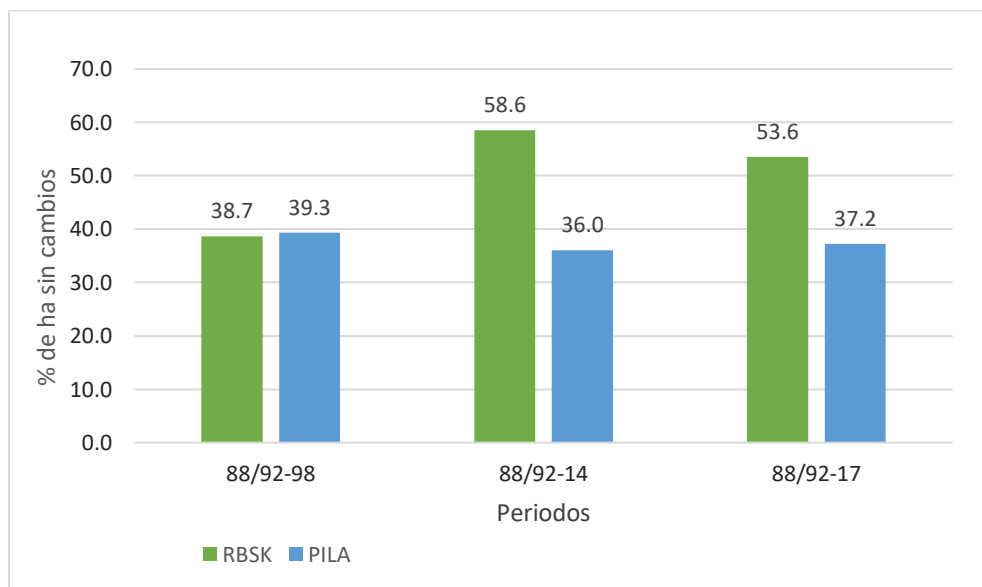
Los resultados se encuentran separados y enlistados de acuerdo con los tipos de indicadores presentados en el Cuadro 7.

### *Cambio de cobertura forestal*

Con los mapas de cobertura forestal de los años 1988, 1992, 2014 y 2017 se calculó el área de los polígonos creados con ENVI y ArcGIS, seguido de la unión de los polígonos de acuerdo con el periodo para conocer los porcentajes totales de las ANP que tuvieron una dinámica de cambio, además de la permanencia de la cobertura (bosque a bosque y no forestal a no forestal). Así, se generaron los mapas que muestran los tipos de vegetación que tuvieron más alteraciones.

Para entender el contexto de la Gráfica 1, es necesario comprender que la presencia de nubes y agua es inherente a las imágenes satelitales de las zonas de estudio. Cada imagen contiene un gran número de píxeles que fueron enmascarados y que, si ese número no fuese tan alto o no existiese, los otros porcentajes de la matriz tendrían valores distribuidos que actualmente se concentran en píxeles enmascarados.

Gráfica 1. Permanencia de cobertura forestal



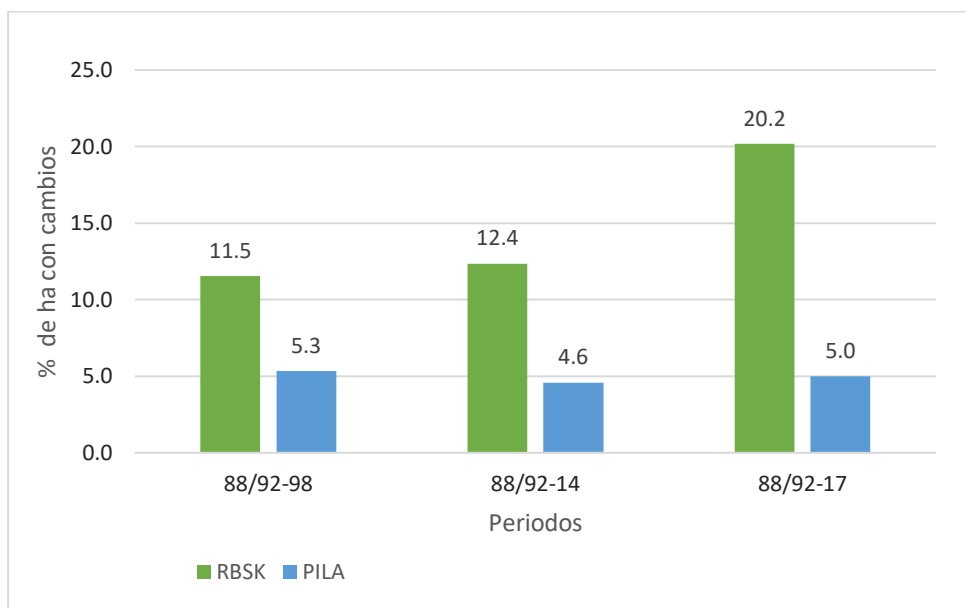
Fuente: elaborado a partir de estadística de datos.

En el primer periodo se aprecia que existe una diferencia de 0.6% entre la RBSK y el PILA; en el segundo, una diferencia de 22.5%; y en el último periodo, una diferencia de 16.3%. Es necesario considerar que en el periodo de 88/92-14 el porcentaje de píxeles enmascarados para el PILA fue

de 59.4%, en 88/92-17 el porcentaje enmascarado de 57.8% y en el periodo 88/92-17 de 55.3%; por lo anterior, no se puede afirmar categóricamente que la RBSK ha conservado de forma más eficiente su cobertura forestal.

La permanencia de la cobertura no es el único objetivo por analizar en este indicador; por eso, adelante se muestra la Gráfica 2, que expresa el porcentaje acumulado (ganancias y pérdidas) de superficie terrestre que presentó cambios. Como se aprecia a simple vista, el porcentaje de cambio en el PILA parece constante y sin incrementos notables, en comparación con la RBSK que muestra un incremento potencial de 11.5 a 20.2 desde 1988 hasta el 2017. Esta gráfica puede parecer contradictoria a la anterior porque permite interpretar que el PILA es mucho más estable, esto sucede debido a que los polígonos con cambio apenas representan el 50% del mínimo de la RBSK; sin embargo, existen muchos factores que influyen en la interpretación, como la temporalidad de los periodos.

Gráfica 2. Cambio de cobertura forestal



Fuente: elaborado a partir de estadística de datos.

Si se utilizara otra temporalidad, los datos mostrarían otro patrón como se presenta en la Tabla 1; no obstante, el periodo que mejor muestra los cambios de la cobertura es el de 88/92-17 porque es el más largo y hace más visibles las variaciones de la superficie.

La Tabla 1 ejemplifica de color verde el porcentaje con mayor permanencia y cambio, mientras que el color naranja representa menor permanencia y cambio; estos periodos explican de forma contraria las gráficas anteriores, principalmente en la permanencia de vegetación. En contraste con el periodo 98-14, el periodo de 2014 a 2017 es el único en el que la diferencia entre píxeles

enmascarados es mínima entre ambas reservas; por ello, el ANP que ha prevalecido tanto en su cobertura boscosa como no forestal o de suelo es el PILA.

Tabla 1. Periodos de comparación

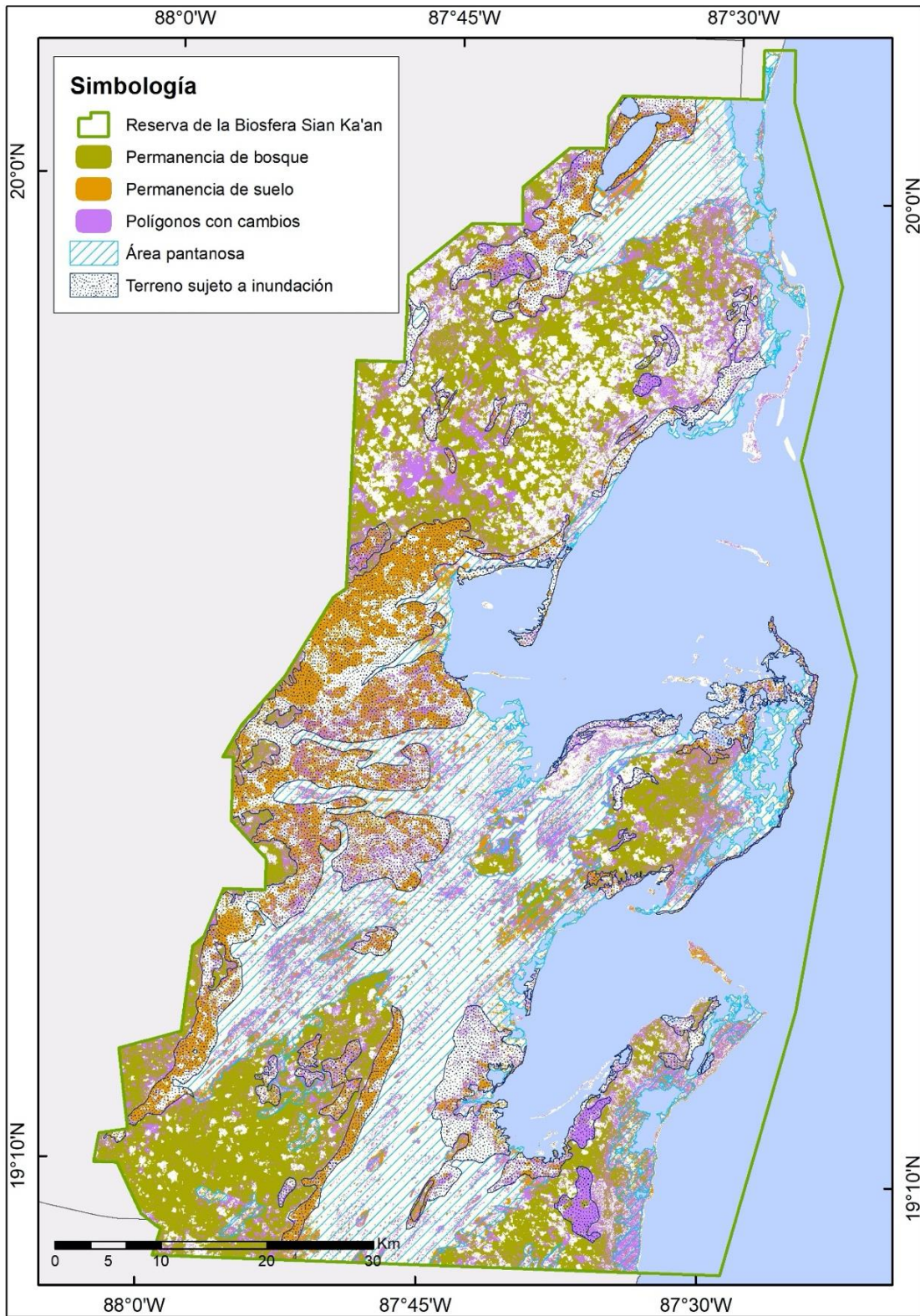
Periodo	%					
	88/92 - 98		98-14		14-17	
Tipo	RBSK	PILA	RBSK	PILA	RBSK	PILA
Permanencia	38.7	39.3	35.4	57.6	48.2	59.0
Cambio	11.5	5.3	7.1	7.0	15.3	4.1
Enmascarado	49.8	55.3	57.5	35.4	36.5	36.9

Fuente: elaborado a partir de estadística de datos.

La Figura 7 muestra la distribución de los polígonos obtenidos a partir de los procesos ya mencionados; en este mapa se aprecia que las zonas que tuvieron cambios se encuentran en su mayoría dentro de las zonas de inundación y pantanos. Por otro lado, se aprecia que la mayor parte de los polígonos de permanencia de suelo se encuentran en la parte central de la reserva, mientras que los polígonos de bosque están distribuidos en conglomerados. Los espacios de color blanco son la superficie que fue enmascarada por el software, con un porcentaje que corresponde al 26.3 del total; es decir, a aproximadamente 95010 ha. Igualmente, el color naranja y verde corresponden a 193800 ha que significan el 53.6% de permanencia.

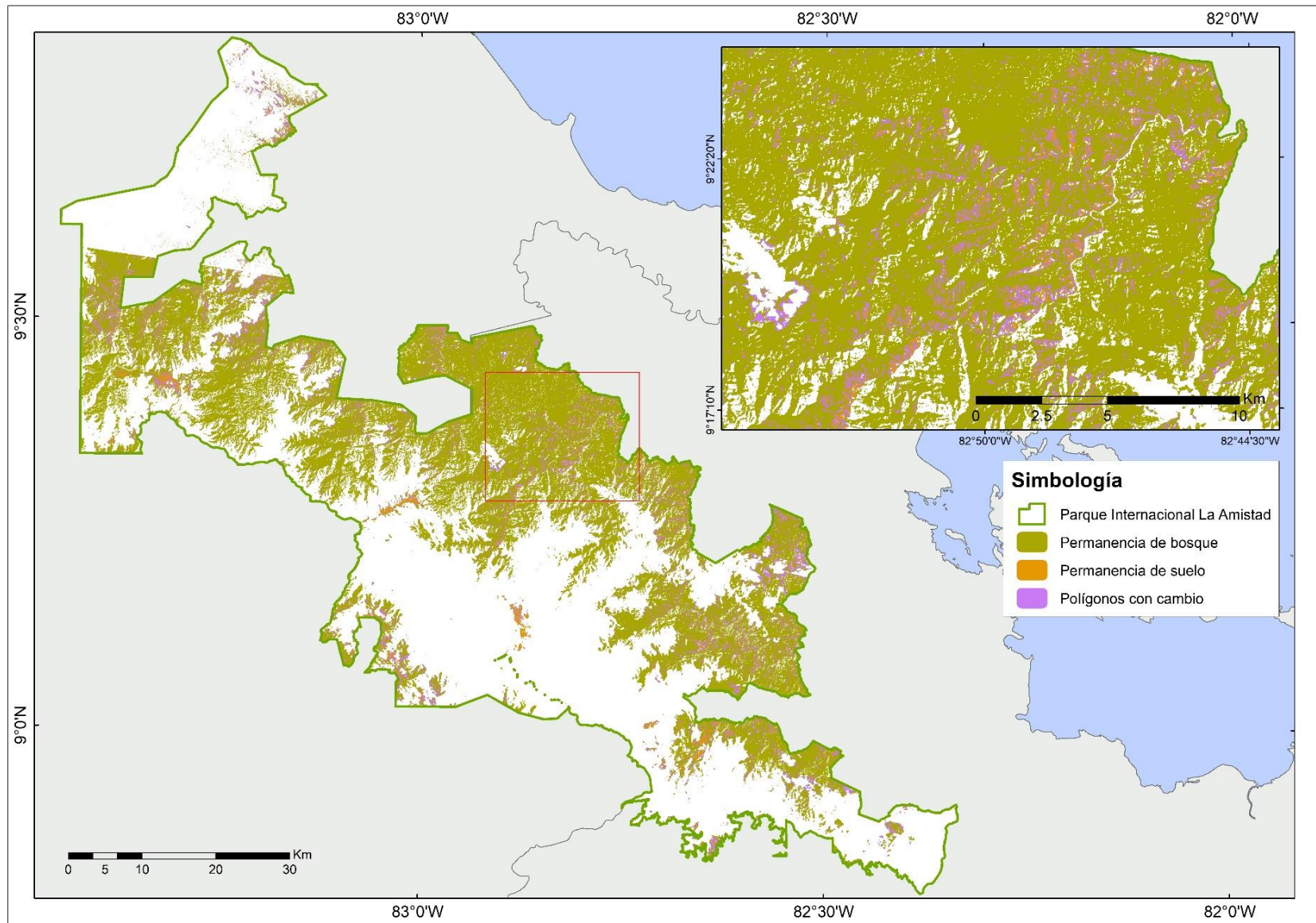
La Figura 8 ejemplifica la permanencia y polígonos de cambio en el periodo 92-17 en el PILA; en este mapa, es más visible el enmascaramiento del 57.8%. Resalta a la vista la permanencia de bosque, ya que los polígonos de permanencia de suelo y de cambio no son grandes y, por lo tanto, se muestra un cuadro secundario que hace visible la distribución irregular entre ambos. También, se aprecia que el apéndice noroeste del parque está completamente cubierto por nubes, al igual que la región centro-sur, en comparación con la RBSK donde las nubes se encuentran distribuidas en toda el ANP.

Figura 7. Permanencia y cambio en el periodo 88-17



Fuente: elaborado a partir de ArcGIS, INEGI (2017).

Figura 8. Permanencia y cambio en el periodo 92-17



Fuente: elaborado a partir de ArcGIS.

Para comparar la cobertura, se obtuvo la tasa de transformación de hábitat a través de la ecuación utilizada por la FAO. A continuación, se muestran dos tablas con los datos correspondientes a la tasa de transformación de cada ANP.

Para la construcción de las Tablas 2 y 3 se utilizaron las superficies totales de bosque de cada año, el siguiente paso consistió en la ejecución de la ecuación de la tasa de cambio, seguido de la multiplicación por 100 para obtener el porcentaje y, finalmente, se realizó una división entre las hectáreas de cambio entre el número de años para conocer cuántas hectáreas cambiaron por año.

Tabla 2. Tasa de transformación de hábitat, RBSK

Periodo	S1	S2	Cambio (ha)	Año	Tasa de cambio	% Tasa de cambio	ha/año
1988-1998	138741	148151	9410	10	0.006584	0.7	941.0
1998-2014	148151	156117	7966	16	0.003279	0.3	497.9
2014-2017	156117	182395	26278	3	0.053224	5.3	8759.3
1988-2017	138741	182395	43654	29	0.009478	0.9	1505.3

Fuente: elaborado con base en CONANP, 2009, a través de estadística de datos obtenidos con ArcGIS.

Tabla 3. Tasa de transformación de hábitat, PILA

Periodo	S1	S2	Cambio (ha)	Año	Tasa de cambio	% Tasa de cambio	ha/año
1992-1998	181880	296566	114686	6	0.084899	8.5	19114.3
1998-2014	296566	269445	-27121	16	-0.005976	-0.6	-1695.1
2014-2017	269445	278501	9056	3	0.011080	1.1	3018.7
1992-2017	181880	278501	96621	25	0.017890	1.8	3864.8

Fuente: elaborado con base en CONANP, 2009, a través de estadística de datos obtenidos con ArcGIS.

### *Población total urbana y rural*

Con la información bibliográfica recopilada se generaron tablas y gráficas, al igual que la cartografía de la población que habita dentro de las áreas protegidas y que colindan con el perímetro de las reservas. Desafortunadamente, no se obtuvo el número de habitantes por poblado en Costa Rica, además de solo estar disponible un censo con el número de habitantes de cada poblado en Panamá y México; no obstante, las bases de datos obtenidas contenían información suficiente para analizar de forma somera la población que vive en las ANP.

El Cuadro 8 considera a aquellos distritos y cantones mencionados en los PM, que en investigaciones previas se han estudiado por la importancia de los grupos indígenas y su cercanía con el área protegida; igualmente, en el PM se mencionan diversos pueblos o localidades consideradas por su ubicación en zonas de amortiguamiento o parques contiguos a la reserva La Amistad, pero que no necesariamente pertenecen al área de la reserva o a su área de influencia.

Este cuadro también muestra las provincias que albergan las reservas, además de la población total de cada uno de acuerdo con los censos de 1990, 2000, 2010 y 2011.

Cuadro 8. Población total de municipios, distritos y cantones

País	Provincia	Municipio/Distrito/Cantón	Población Total			
			Censo 1990	Censo 2000	Censo 2010	Censo 2011
México	----	Felipe Carrillo Puerto	47234	60365	75026	
		Solidaridad		63752		
		Tulum		63752	28263	
Panamá	Bocas del Toro	Bocas del Toro	18444	9916	16135	
		Changuinola	56430	71922	98310	
		Chiriquí Grande	18487	7431	43360	
	Chiriquí	Renacimiento	15168	18257	20524	
		Bugaba	57890	68570	78209	
		Boquete	14126	16943	21370	
		Boquerón	9738	12275	15029	
		Dolega	13199	17243	25102	
		Gualaca	7680	8348	9750	
	Comarca Ngäbe-Buglé	David	102678	124280	144858	
		Kankintú		19670	33121	
		Mironó		10419	15010	
		Mina/Müna		28330	36075	
		Nole Duima		9294	14928	
		Ñürüm		10833	13172	
Kusapin			14691	20909		
Besiko		16843	23532			
Costa Rica	Limón	Limón		89933		94415
		Talamanca		25857		30712
	Puntarenas	Coto Brus				38453
		Buenos Aires		40139		45244

Fuente: elaborado a partir de las bases de datos del INEGI (2019), INEC - Costa Rica e INEC- Panamá (2019).

Los municipios, los distritos y los cantones que se encuentran resaltados de color amarillo, son aquellos que tienen contacto directo con la delimitación del ANP, o que parte de su área es ocupada por las reservas. En este caso, la reserva de Sian Ka'an ocupa una franja al sur de su perímetro que corresponde a la porción noroeste de Bacalar, pero no existe ninguna población cercana como se muestra el Cuadro 9

El municipio de Solidaridad fue fundado en 1993 y en el 2000 se convirtió en Tulum; por esta razón, sus datos de población para 1990 no son accesibles. En el caso de la comarca Ngäbe-Buglé no existen registros asequibles de la población de 1990, debido a que esta comarca indígena no fue creada hasta el 7 de marzo de 1997.

En Costa Rica, los censos de población no solían realizarse cada 10 años; de hecho, el censo previo al 2010 se realizó en 1984 pero, se hizo un censo piloto en 2010 solo en Palmares (cantón de la provincia de Alajuela) por sugerencia internacional. En este censo se hicieron varias pruebas relacionadas a la obtención de información censal; no obstante, existen estimaciones y



proyecciones de población para diversos años, pero para este estudio se decidió no tomarlas en cuenta debido a que son ejercicios estadísticos y no cifras censadas. No hay información oficial de la población de Coto Brus hasta el año 2011.

Dado que no existe un estatuto internacional en el que se especifique el área de influencia sobre un ANP; para determinar la zona de influencia se tomó en consideración que una persona es capaz de desplazarse alrededor de 5 kilómetros en un día. En otras palabras, de los polígonos de las reservas se generaron dos buffers (uno de 5 y otro de 10 km) el de 5 fue para determinar cuántos poblados se encuentran en el área de influencia de las áreas protegidas, y el de 10 se realizó a partir de un buffer de las ciudades presentes en el radio de 5 km para conocer e incluir el perímetro completo de las ciudades (Cuadro 9). También, se extrajeron aquellos polígonos que se sitúan dentro del área de las reservas y que no se encuentran dentro del área de influencia.

Cuadro 9. Zonas de Influencia y número de poblados

ANP	País	Provincia	Municipio/Distrito/Cantón	Poblados/Lugares en radio de 5km	Poblados/Lugares en radio de 10km
Reserva de la Biósfera Sian Ka'an	México	----	Felipe Carrillo Puerto	9	20
			Tulum	1	2
			Bacalar	0	0
La Amistad	Panama	Bocas del Toro	Changuinola	48	113
		Chiriquí	Renacimiento	4	16
			Bugaba	43	58
			Boquete	37	58
Comarca Ngäbe-Buglé	Kankintú	0	16		
La Amistad - Talamanca	Costa Rica	Limón	Limón	1	1
			Talamanca	11	17
		Puntarenas	Coto Brus	3	13
			Buenos Aires	3	14

Fuente: Elaborado a partir de procesos de análisis espacial a través de ArcGIS, con vectores de la base de datos de ESRI (2018).

Los lugares o poblados de las poblaciones del PILA se encontraron en dos tipos de vectores, para Panamá la información se encontró en polígonos, descargados de la base de datos en línea de ArcGIS; mientras que, para Costa Rica la información de los poblados solo se encuentra referenciada en puntos, por lo que no se puede hacer una comparación de superficie ocupada por la población total, además de que los vectores de Costa Rica no contienen el número de habitantes de cada poblado. Estas diferencias en la representación de la información vectorial impiden un análisis a profundidad de la población, pero evidencian las diferentes capacidades de cada institución sobre el acceso a las comunidades, al igual que la transparencia de la información y la capacidad cartográfica de cada país.

Al realizar el ejercicio del área de influencia, resultó que en Panamá se contabilizan 26 poblados o partes de polígonos dentro del perímetro del parque; aunado a esto, en el buffer de 10 km se incluyen tres áreas del distrito de Boquerón y una en Dolega. En Costa Rica, en el buffer de 10 km

se incluyen tres poblados del cantón Pérez Zeledón y un poblado del cantón de Turrialba; no se registran poblados dentro del perímetro del parque.

En Sian Ka'an, se contabilizan 16 poblados dentro del perímetro situados en la línea de costa, estos no son parte de la zona de influencia debido a que el polígono de la reserva incluye varios kilómetros de mar por la zona de coral; 8 de los poblados se localizan en el municipio de Tulum y el resto en Felipe Carrillo Puerto. Además, existen los ejidos mencionados en el Cuadro 4.

Panamá es el país con mayor número de lugares en la zona de influencia de la reserva en comparación con México y Costa Rica; también, de acuerdo con los datos vectoriales solo 16 localidades de la comarca Ngäbe-Buglé (Kankintú) podrían tener contacto de alguna forma con el parque, si es que se desplazan alrededor de 10 km o más hacia el parque para realizar actividades de recolección y caza.

De acuerdo con la base de datos de los vectores, la mayoría de los poblados que se encuentran dentro o en los alrededores de las reservas son de tipo rural. El área total de los poblados dentro del polígono del PILA es de 35643 ha que corresponde a 35.6 km<sup>2</sup>; es decir, que el área total de los poblados dentro del PILA corresponde al 0.85% del total de la superficie de la reserva. El único polígono cartografiado dentro de la RBSK es el pueblo de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) que tiene un área de 19 ha y una población de 469 personas (en 2017); asimismo, Tulum es el poblado urbano más cercano al perímetro de la reserva y por esta razón, una parte de su área se encuentra dentro del área de influencia de 10 km.

El Parque La Amistad de Panamá es el que contiene más núcleos de población en los alrededores y dentro de la reserva, en comparación con Costa Rica y México respectivamente. A continuación, se muestran las tablas 8, 9 y 10 que presentan los núcleos de población que se contabilizaron dentro del área de influencia de 10 km.

Los Cuadros 10 y 11 muestran el tipo de poblado y el número de habitantes totales de cada lugar, además del municipio y distrito al que pertenecen. El Cuadro 12 solo muestra el nombre del poblado y el cantón al que pertenecen, porque el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica (INEC) no provee las cifras exactas, más que estimaciones y proyecciones a nivel provincia, cantón y distrito.

Cuadro 10. Población en el área de 10 km, México 2017

Nombre del poblado	Tipo	Población total	Municipio
Casa Del Niño	Rural	1	Tulum
Casa Godi	Rural	3	Tulum
Casa De Los Pelicanos	Rural	2	Tulum
El Faro	Rural	0	Tulum
Bahía Xamach	Rural	3	Tulum
Boca Paila	Rural	9	Tulum
Crucero De Las Ruinas De Tulum	Rural	6	Tulum
Javier Rojo Gómez (Punta Allen)	Rural	469	Tulum
Tulum	Urbana	18233	Tulum
Paso Juana	Rural	7	Tulum
San Juan	Rural	2	Felipe Carrillo Puerto
Rancho Víctor	Rural	4	Felipe Carrillo Puerto
El Gallito	Rural	0	Felipe Carrillo Puerto
La Guadalupana	Rural	0	Felipe Carrillo Puerto
Punta Estrella	Rural	0	Felipe Carrillo Puerto
Punta Herrero	Rural	61	Felipe Carrillo Puerto
Vigía Chico	Rural	0	Felipe Carrillo Puerto
Cecilio Chí (Kilómetro Sesenta Y Cuatro)	Rural	70	Felipe Carrillo Puerto
Chunyaxché	Rural	191	Felipe Carrillo Puerto
Sahcabchén	Rural	10	Felipe Carrillo Puerto
Tres Reyes	Rural	82	Felipe Carrillo Puerto
Santa Amalia	Rural	68	Felipe Carrillo Puerto
Chanchén	Rural	4	Felipe Carrillo Puerto
El Albur	Rural	4	Felipe Carrillo Puerto
El Coleguita	Rural	1	Felipe Carrillo Puerto
La Maravilla	Rural	7	Felipe Carrillo Puerto
José María Pino Suárez	Rural	45	Felipe Carrillo Puerto
Los Chiquiles	Rural	3	Felipe Carrillo Puerto
El Olvido (Kulché)	Rural	5	Felipe Carrillo Puerto
Mosquiteros	Rural	3	Felipe Carrillo Puerto
Tampalán	Rural	2	Felipe Carrillo Puerto
El Progreso	Rural	2	Felipe Carrillo Puerto
Punta Pájaros	Rural	3	Felipe Carrillo Puerto
Chancah Veracruz	Rural	416	Felipe Carrillo Puerto
Chumpón	Rural	717	Felipe Carrillo Puerto
Reforma Agraria	Rural	314	Felipe Carrillo Puerto
Andrés Quintana Roo	Rural	346	Felipe Carrillo Puerto

Fuente: Elaborado a partir de la Serie VI, INEGI (2017).

Cuadro 11. Población en el área de 10 km, Costa Rica

<b>Nombre del poblado</b>	<b>Cantón</b>
Vesta	Limón
Cuen	Limón
San Jose Cabecar	Talamanca
Kichuguecha	Talamanca
Coriña	Talamanca
Sukut	Talamanca
Alto Uren	Talamanca
Alto Lari	Talamanca
Suretka	Talamanca
Sepeque	Talamanca
Boca Uren	Talamanca
Bratsi	Talamanca
Coroma	Talamanca
Shewab	Talamanca
Amubri	Talamanca
Katsi	Talamanca
Bris	Talamanca
Sorokicha	Talamanca
Telire	Talamanca
Naranjos	Buenos Aires
Alto Sabalo	Buenos Aires
Peje	Buenos Aires
Mosca	Buenos Aires
Bomba De Cedro	Buenos Aires
Alto Cruz	Buenos Aires
Joron	Buenos Aires
Campo Alegre	Buenos Aires
Altamira	Buenos Aires
Angel Arriba	Buenos Aires
Convento (Santa Maria)	Buenos Aires
Cordoncillo	Buenos Aires
Sabanilla	Buenos Aires
Santa Rosa	Buenos Aires
Coto Brus	Coto Brus
Palma	Coto Brus
Camaquiri	Coto Brus
Agua Caliente	Coto Brus
Santa Fe	Coto Brus
Palmira	Coto Brus
Alturas De Coton	Coto Brus
Progreso	Coto Brus
Tigra	Coto Brus
Lucha	Coto Brus
Mellizas	Coto Brus
Piedra De Candela	Coto Brus
San Francisco	Coto Brus
Esperanzas (San Jeronimo)	Pérez Zeledón
Zapotal	Pérez Zeledón
San Juancito	Pérez Zeledón
Chirripo Arriba	Turrialba

Fuente: Elaborado a partir de vectores obtenidos de ArcGIS Online 2019.

Cuadro 12. Lugares en el área de 10 km, Panamá 2010

Nombre del lugar	Tipo	Población total	Distrito
Zegla	Rural	65	Changuinola
Sodi	Rural	190	Changuinola
Loma Bandera	Rural	50	Changuinola
San San Druy	Rural	432	Changuinola
Duerpsco	Rural	47	Changuinola
Drunaac	Rural	62	Changuinola
Coquital	Rural	11	Changuinola
Solon	Rural	170	Changuinola
Tibite	Rural	337	Changuinola
Siekin	Rural	394	Changuinola
Bondi	Rural	45	Changuinola
Bonky	Rural	43	Changuinola
Bonyic	Rural	108	Changuinola
Groncho	Rural	12	Changuinola
Cuinco	Rural	3	Changuinola
Cugin	Rural	11	Changuinola
Pena Blanca	Rural	49	Changuinola
Rancho Quemado	Rural	19	Changuinola
Chupsco	Rural	17	Changuinola
Druey	Rural	31	Changuinola
Struri	Rural	52	Changuinola
Cabecera De Culebra	Rural	28	Changuinola
Velorio	Rural	32	Changuinola
Guayabo	Rural	44	Changuinola
Cedrales	Rural	1	Changuinola
Culebra	Rural	9	Changuinola
Sibube Adentro	Rural	28	Changuinola
La Playita	Rural	0	Changuinola
Guayacan	Rural	329	Changuinola
Ceiba	Rural	183	Changuinola
Boroni	Rural	38	Changuinola
Nachuido O Quebrada Pluma	Rural	132	Changuinola
Tscui	Rural	5	Changuinola
Nirionte No. 2	Rural	155	Changuinola
Bris	Rural	21	Changuinola
Alto Romero	Rural	117	Changuinola
Dakles O Daclis	Rural	50	Changuinola
La Colondrina	Rural	3	Changuinola
Boca De Colubre O Pena Blanca	Rural	8	Changuinola
Katsi	Rural	9	Changuinola

Tolote U Oriente Del Risco (P)	Rural	329	Changuinola
Sanury O Dos Bocas	Rural	24	Changuinola
Valle Del Risco	Rural	1171	Changuinola
Kapequicha O Alto Yorkin	Rural	149	Changuinola
Namuwuoki	Rural	44	Changuinola
Agua Salud O Los Pozos De Agua Te	Rural	267	Changuinola
Charco La Pava No. 2	Rural	317	Changuinola
Valle El Rey	Rural	117	Changuinola
Fabrega	Rural	22	Changuinola
Cana Blanca	Rural	31	Changuinola
Quebrada Yorkin	Rural	10	Changuinola
Ceiba Arriba	Rural	128	Changuinola
Uri	Rural	51	Changuinola
Quebrada Carbon No. 1	Rural	28	Changuinola
Ojo De Agua (P)	Rural	8	Changuinola
Nueva Esperanza	Rural	78	Changuinola
Rio Oeste Arriba	Rural	360	Changuinola
Quebrada Puerco	Rural	71	Changuinola
Buena Vista	Rural	26	Changuinola
Campamento Bracha	Rural	18	Changuinola
Quebrada Guabo	Rural	356	Changuinola
Isla Venado	Rural	19	Changuinola
Quebrada Carbon No. 2	Rural	32	Changuinola
Marco O Bable Guia	Rural	83	Changuinola
Quebrada De Leon	Rural	42	Changuinola
Betania	Rural	19	Changuinola
Corriente Grande	Rural	37	Changuinola
Boquisco	Rural	54	Changuinola
La Mina	Rural	96	Changuinola
Alto De Sori	Rural	105	Changuinola
Sursuba	Rural	96	Changuinola
Endi	Rural	2	Changuinola
Pana Jungla	Rural	0	Changuinola
Huecso	Rural	32	Changuinola
Santa Marta De Yorkin (P)	Rural	44	Changuinola
Cuin O Cuin	Rural	53	Changuinola
Sieyik	Rural	196	Changuinola
Soron	Rural	19	Changuinola
Nudobiri	Rural	350	Changuinola
La Soledad	Rural	206	Changuinola
Nance Risco (P)	Rural	210	Changuinola
Ojo De Agua (P)	Rural	443	Changuinola
San San (P)	Rural	83	Changuinola
Quebrada Conejo (P)	Rural	2	Changuinola
Quebrada Conejo (P)	Rural	15	Changuinola

Buena Selva	Rural	172	Changuinola
Gavilan	Rural	9	Changuinola
Boca De Yorkin	Rural	22	Changuinola
Valle Libre	Rural	136	Changuinola
La Gloria (P)	Rural	930	Changuinola
Selvina	Rural	69	Changuinola
Bajo Colubre (P)	Rural	282	Changuinola
Cochigro	Rural	201	Changuinola
Bajo Colubre (P)	Rural	85	Changuinola
El Guabo	Rural	43	Changuinola
Santa Clara (P)	Rural	92	Changuinola
El Bajo De La Esperanza	Rural	149	Changuinola
Bajo Gavilan	Rural	113	Changuinola
Boca Chica (P)	Rural	59	Changuinola
Boca Chica (P)	Rural	15	Changuinola
Santa Marta De Yorkin (P)	Rural	169	Changuinola
Santa Marta De Yorkin (P)	Rural	17	Changuinola
Punta Pena Blanca (P)	Rural	0	Changuinola
Punta Pena Blanca (P)	Rural	9	Changuinola
Changuinola Arriba (P)	Rural	22	Changuinola
Changuinola Arriba (P)	Rural	141	Changuinola
Nance Risco (P)	Rural	558	Changuinola
Guayabal (P)	Rural	37	Changuinola
Guayabal (P)	Rural	13	Changuinola
Santa Rosa (P)	Rural	29	Changuinola
Santa Rosa (P)	Rural	168	Changuinola
San San (P)	Rural	43	Changuinola
Dos Rios	Rural	60	Changuinola
San Antonio Arriba O Chiquero	Rural	186	Renacimiento
Valle Del Centinela O Bajo Chitra	Rural	42	Renacimiento
San Antonio	Rural	589	Renacimiento
Santa Clara Abajo	Rural	436	Renacimiento
Caisan Primavera	Rural	344	Renacimiento
Las Lagunas (P)	Rural	9	Renacimiento
Jurutungo	Rural	6	Renacimiento
Zambrano	Rural	82	Renacimiento
Rio Guisado Arriba	Rural	94	Renacimiento
Miraflores	Rural	786	Renacimiento
Rio Guisado	Rural	288	Renacimiento
Piedra Candela	Rural	648	Renacimiento
Palmarito	Rural	797	Renacimiento
Santa Clara	Rural	1360	Renacimiento
Cotito (P)	Rural	103	Renacimiento
La Fila Del Caisan (P)	Rural	6	Renacimiento

El Mirador	Rural	1	Bugaba
El Desierto	Rural	41	Bugaba
Alto Tribaldo	Rural	79	Bugaba
Finca Los Beltran	Rural	0	Bugaba
Alto Los Rubios	Rural	92	Bugaba
Finca Berard	Rural	41	Bugaba
Alto Los Guerras	Rural	40	Bugaba
Entre Rios	Rural	493	Bugaba
Barriles	Rural	154	Bugaba
Mague	Rural	37	Bugaba
Ojo De Agua	Rural	64	Bugaba
Las Lagunas (P)	Rural	51	Bugaba
Los Pozos	Rural	61	Bugaba
Brazos De Gariche	Rural	149	Bugaba
Silla De Pando	Rural	133	Bugaba
Cerro Paja	Rural	4	Bugaba
La Amenaza	Rural	58	Bugaba
Alto De Guadalupe	Rural	4	Bugaba
Las Cumbres	Rural	151	Bugaba
Las Nubes	Rural	484	Bugaba
Los Gonzalez O Vietnam	Rural	31	Bugaba
Las Mirandas O Alto Las Nubes	Rural	174	Bugaba
Monte Azul O La Montana	Rural	98	Bugaba
La Garita	Rural	222	Bugaba
La Filipina	Rural	65	Bugaba
Alto Pineda	Rural	147	Bugaba
Barrio Guadalupe	Rural	1019	Bugaba
Nueva Suiza	Rural	166	Bugaba
Cerro Punta	Urbano	1568	Bugaba
Colorado	Rural	120	Bugaba
Finca San Isidro	Rural	23	Bugaba
Los Pinos	Rural	88	Bugaba
Quebrada De Agua	Rural	39	Bugaba
Alto Tisingal	Rural	20	Bugaba
Cotito No. 2	Rural	15	Bugaba
Laguna Chica	Rural	9	Bugaba
La Laguna	Rural	13	Bugaba
Finca Palomar	Rural	42	Bugaba
Finca Guardia	Rural	11	Bugaba
Finca Ceba	Rural	8	Bugaba
Tisingal	Rural	127	Bugaba
Bajo Tisingal O Los Pinedas	Rural	10	Bugaba
Palo Santo	Rural	2	Bugaba
Finca Los Cantares	Rural	36	Bugaba



Finca Carmen Estate Coffe	Rural	15	Bugaba
Finca La Florentina	Rural	157	Bugaba
Nuevo Bambito (P)	Rural	1	Bugaba
Volcan	Urbano	10286	Bugaba
Bambito	Rural	431	Bugaba
Paso Ancho (P)	Rural	76	Bugaba
Finca Eureka	Rural	22	Bugaba
Paso Ancho (P)	Rural	1156	Bugaba
Cotito (P)	Rural	46	Bugaba
Bajo Grande	Rural	301	Bugaba
La Fila Del Caisan (P)	Rural	28	Bugaba
Nuevo Bambito (P)	Rural	870	Bugaba
Bella Vista	Rural	611	Bugaba
Las Vueltas (P)	Rural	42	Bugaba
Ventanita	Rural	0	Boquete
Canas Verdes	Rural	88	Boquete
Rio Colga	Rural	6	Boquete
Palmira Abajo	Rural	429	Boquete
La Colonia	Rural	87	Boquete
El Roble	Rural	16	Boquete
Las Huacas	Rural	6	Boquete
Manga Vieja	Rural	63	Boquete
Jaramillo Abajo (P)	Rural	7	Boquete
Alto Jaramillo	Rural	342	Boquete
El Huacal (P)	Rural	93	Boquete
Los Cabezos (P)	Rural	61	Boquete
Los Valle Arriba	Rural	5	Boquete
Alto Jaramillo	Rural	7	Boquete
Buenos Aires	Rural	4	Boquete
La India Vieja Abajo	Rural	14	Boquete
La India Vieja Arriba	Rural	0	Boquete
La Casa Del Tigre	Rural	3	Boquete
La Horqueta	Rural	291	Boquete
Callejon Seco	Rural	110	Boquete
Bajo Chorro	Rural	10	Boquete
Alto Chiquero	Rural	37	Boquete
Bajo Lino	Rural	271	Boquete
Barriada Las Flores	Rural	63	Boquete
Colograma	Rural	32	Boquete
El Santuario	Rural	95	Boquete
Arco Iris	Rural	10	Boquete
Los Ladrillos	Rural	107	Boquete
El Pianista	Rural	8	Boquete

La Pandura	Rural	40	Boquete
Los Cabezos (P)	Rural	611	Boquete
El Huacal (P)	Rural	28	Boquete
San Ramon O Bajo Mono	Rural	219	Boquete
Alto Quiel	Rural	963	Boquete
Alto Lino	Rural	706	Boquete
Los Naranjos	Rural	452	Boquete
Santa Lucia	Rural	184	Boquete
Volcancito (P)	Rural	1434	Boquete
El Salto (P)	Rural	452	Boquete
Camiseta (P)	Rural	12	Boquete
La Estrella (P)	Rural	15	Boquete
Palmira Arriba	Rural	229	Boquete
Palmira Centro	Rural	920	Boquete
La Estrella (P)	Rural	257	Boquete
Agua Blanca (P)	Rural	2	Boquete
Agua Blanca (P)	Rural	67	Boquete
Alto Boquete	Urbano	4746	Boquete
Jaramillo Abajo (P)	Rural	578	Boquete
Cielo Paraiso	Rural	0	Boquete
Jaramillo Centro	Rural	702	Boquete
Volcancito (P)	Urbano	0	Boquete
Bajo Boquete	Urbano	2257	Boquete
Palo Alto	Rural	346	Boquete
Jaramillo Arriba (P)	Rural	36	Boquete
Jaramillo Arriba (P)	Rural	753	Boquete
El Salto (P)	Rural	91	Boquete
Camiseta (P)	Rural	61	Boquete
Respingo	Rural	9	Boquete
Quebrada Pita	Rural	123	Kankintú
Alto Pena	Rural	36	Kankintú
Coclesito	Rural	29	Kankintú
Quebrada Macho	Rural	9	Kankintú
Guayabal	Rural	152	Kankintú
Medio Oriente	Rural	48	Kankintú
Tolote	Rural	152	Kankintú
Caracol O Guari	Rural	109	Kankintú
Canizo	Rural	75	Kankintú
Comunidad De Alto Oriente	Rural	2	Kankintú
Lajas	Rural	2	Kankintú
Cabecera De Quebrada Arena	Rural	32	Kankintú
Quebrada Arena	Rural	42	Kankintú
Quebrada Laurel	Rural	36	Kankintú
Quebrada Conejo O Nu	Rural	18	Kankintú
Pueblo Santo O Santos	Rural	234	Kankintú
Los Naranjos	Rural	68	Boqueron

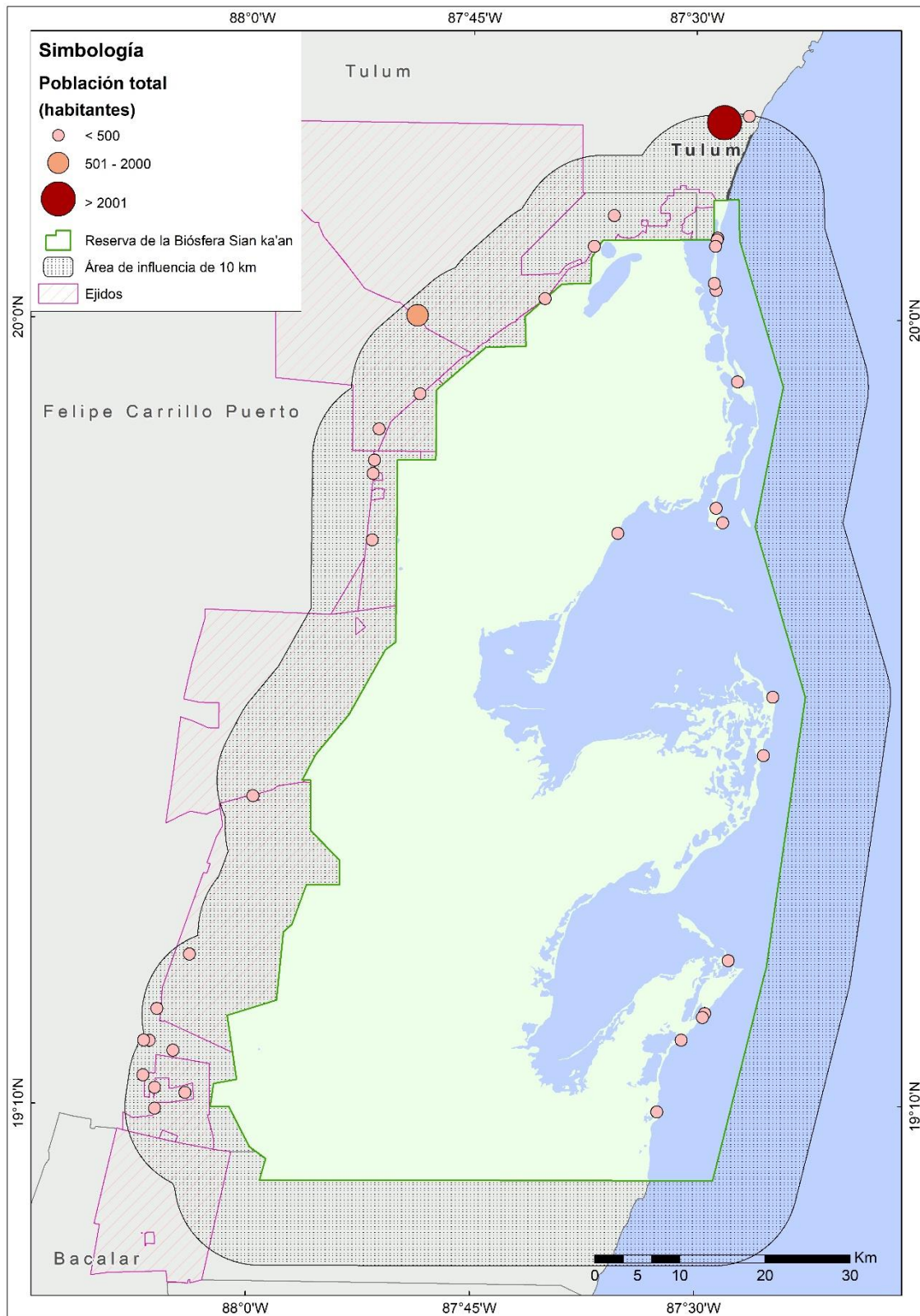
Los Higuas	Rural	5	Boqueron
Cordillera Arriba	Rural	45	Boqueron
Palo Suave	Rural	0	Boqueron
Aguacatal	Rural	0	Boqueron
Las Vueltas (P)	Rural	12	Boqueron
El Burro	Rural	3	Dolega

Fuente: Elaborado a partir de vectores obtenidos de ESRI (2019).

En las tres listas, se contabilizaron 5 poblados de tipo urbano. El primero es Tulum (México) con una población de 18233 personas, seguido de Volcán (Panamá) con 10286 habitantes, Alto Boquete (Panamá) con 4746, Bajo Boquete (Panamá) con 2257 y finalmente Cerro Punta (Panamá) con 1568 personas (Figura 9 y 10).

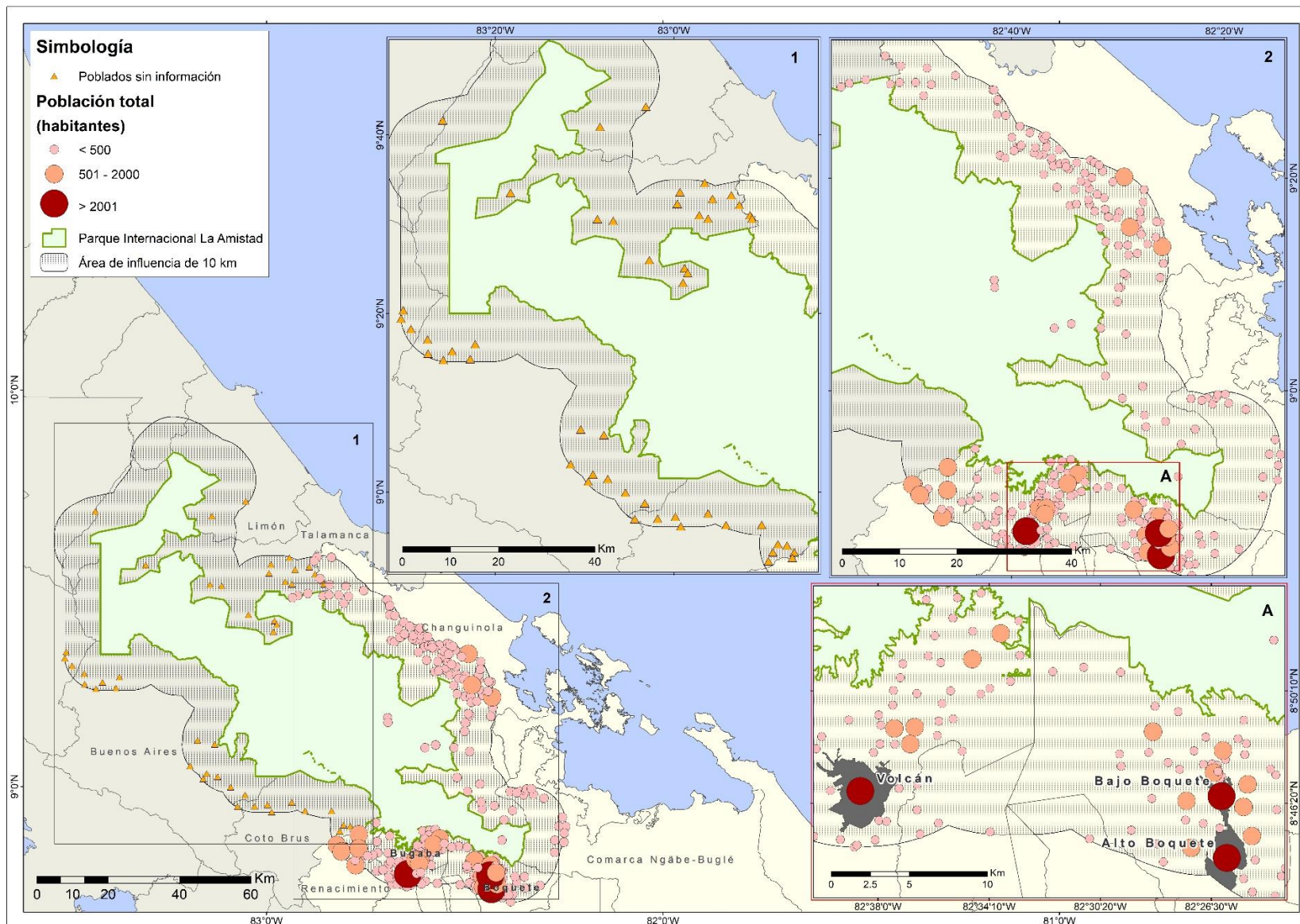
Es necesario mencionar que el INEGI clasifica como población urbana a aquella en la que residen 2500 habitantes o más en un lugar definido; mientras que, en Panamá, el INEC define a una población urbana cuando viven 1500 personas o más en un lugar. Por la diferencia de directrices y con el propósito de homologar y poder comparar la población de cada lugar, se estableció para este estudio que una población urbana es aquella que contiene más de 2000 habitantes.

Figura 9. Población y áreas de influencia, Sian Ka'an



Fuente: elaborado con vectores de INEGI (Serie VI), 2017 y a través de procesos con ArcGIS.

Figura 10. Población y áreas de influencia, PILA



Fuente: elaborado a partir de vectores obtenidos de ArcGIS Online (2019) y a través de procesos con ArcGis.

La Tabla 4 enlista el número de poblados de tipo urbano y rural de cada municipio y distrito, el total de habitantes de cada poblado, el número de habitantes urbanos y rurales, y el porcentaje que representa la población urbana y rural del total de habitantes dentro del área de 10 km de influencia. Aunque existen tres ciudades con más de 2000 personas en La Amistad, la población que vive en zonas rurales predomina con el 70.4%; mientras que, la población urbana localizada en Sian Ka'an representa el 86.4% del total de la población.

Tabla 4. Población urbana y rural de México y Panamá

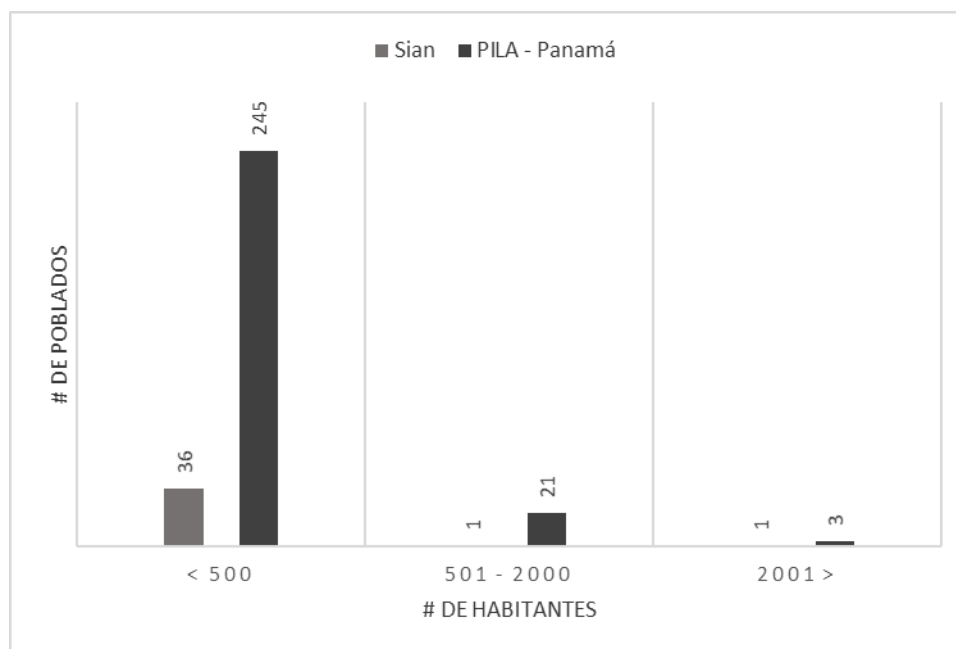
ANP	Poblados TU	Poblados TR	Total de hab. de poblados	# hab. Urbanos	# hab. Rurales	% que representa PU	% que representa PR	Ciudad
Sian Ka'an	1	36	21100	18233	2860	86.4	13.6	
<b>Municipios</b>								
Felipe Carrillo Puerto	0	27	2367	0	2367	0	11.2	----
Tulum	1	9	18733	18233	500	86.4	2.4	Tulum
La Amistad	4	264	58501	17289	41209	29.6	70.4	
<b>Distritos</b>								
Changuinola	0	113	12826	0	12826	0	21.9	----
Renacimiento	0	16	5776	0	5776	0	9.9	----
Bugaba	2	56	20232	10286	9946	17.6	17.0	Volcán
Boquete	2	56	18435	7003	11432	12.0	19.5	Alto Boquete/Bajo Boquete
Kankintú	0	16	1099	0	1099	0	1.9	----
Boqueron	0	6	130	0	130	0	0.2	----
Dolega	0	1	3	0	3	0	0	----

Fuente: elaborado a partir de las bases de datos del INEGI (2019), INEC - Costa Rica e INEC- Panamá (2019).

\* Tipo Urbano (TU), Tipo Rural (TR), Población Urbana (PU), Población Rural (PR).

La Gráfica 3 complementa la Figura 9 y 10, además de tener la finalidad de comparar y facilitar la comprensión del número de poblados urbanos y rurales previamente enlistados.

Gráfica 3. Cantidad de poblados según la población



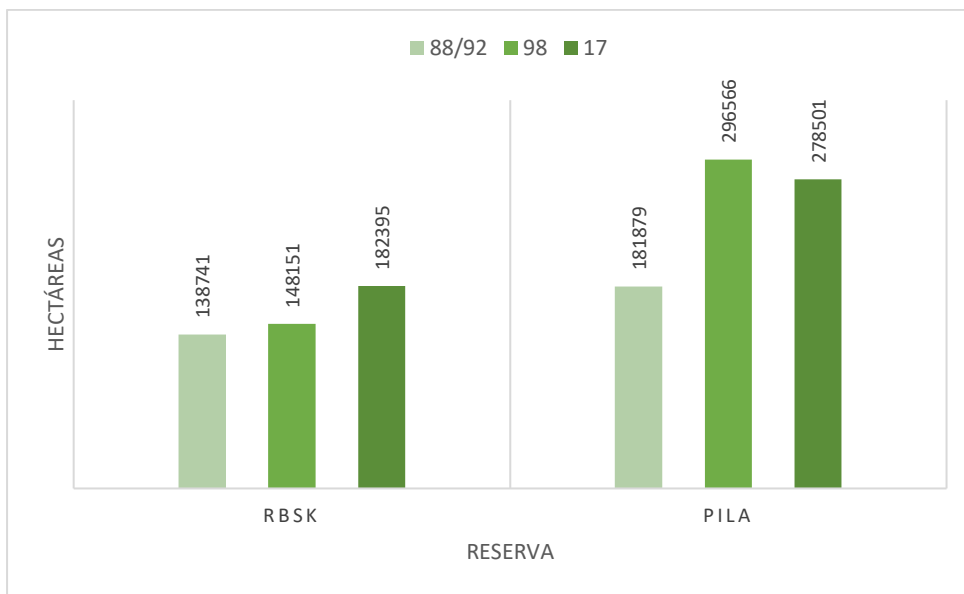
Fuente: elaborado a partir del análisis población.

### *Extensión de bosques tropicales*

Este indicador es una referencia del estado de las ANP, porque a través de este se conoce la cantidad de hectáreas aproximadas de bosque existentes en la superficie de las reservas. Es importante reconocer que los datos presentados en este indicador fueron obtenidos a partir de los mapas de cobertura forestal de CLASLite; asimismo, es necesario tomar en cuenta el problema de píxeles enmascarados.

La superficie total de bosque se obtuvo a través de ArcGIS a partir del cálculo de la geometría de los polígonos de los años 1988, 1992, 1998 y 2017. La Gráfica 4 ejemplifica el total de hectáreas con vegetación fotosintética identificada como bosque. En esta se aprecia que en la RBSK hay un incremento constante del área de bosque en comparación con el PILA, que tiene casi el doble para el año 1998, aunado a un decremento en el periodo 1998–2017. La diferencia de hectáreas entre ambas corresponde a 13.5% para el año 88/92, a 33.3% para 98 y a 39.6% para 2017.

Gráfica 4. Cobertura de bosque



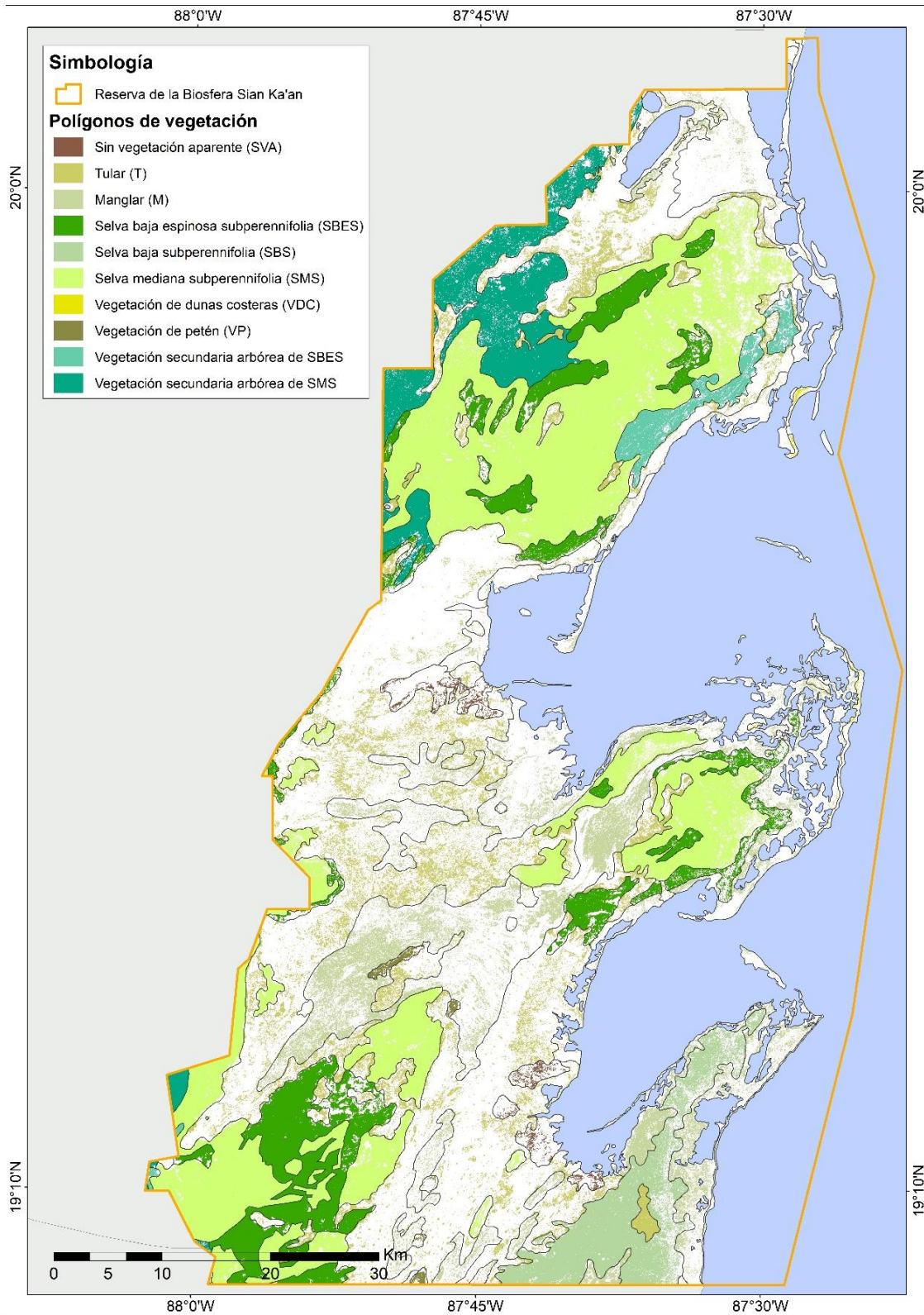
Fuente: elaborado a partir del análisis de polígonos de bosque.

Para este trabajo se tomó el año 2017 como principal indicador de extensión de cobertura forestal. A partir de los polígonos de bosque del 2017 obtenidos con CLASLite y de los tipos de vegetación identificados en el capítulo 2, se calculó y representó el área de bosques y selvas en cada polígono de tipos de vegetación.

Las Figuras 11 y 12 ejemplifican la distribución y categorización de los tipos de vegetación de acuerdo con el mapa de cobertura forestal obtenido a través de CLASLite y ENVI, es decir, ejemplifican el área total de los polígonos de bosque de acuerdo con el tipo de selva identificada.



Figura 11. Vegetación identificada por CLASLite



Fuente: elaborado con ArcGIS y con vectores de INEGI (2017).

La Tabla 5 señala en hectáreas y porcentajes la superficie de vegetación representada en la Figura 11. Esta muestra que, aunque la Selva Mediana Subperennifolia (SMS) es donde se sitúa la mayoría de las nubes debido a su localización cercana al litoral, también tiene mayor porcentaje de selva. En la tabla se excluye al Pastizal Cultivado, la Vegetación secundaria arbórea de Selva Baja Subcaducifolia y la Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia, debido a que los valores no alcanzaban las 1000 ha.

Tabla 5. Correspondencias de selva, RBSK 2017

	SVA	T	M	SBES	SBS	SMS	VDC	VP	VS Arbórea SBES	VS Arbórea SMS	TOTAL
ha	1106	25466	21270	25874	11763	75256	231	546	4190	16363	182395
%	0.6	14.0	11.7	14.2	6.4	41.3	0.1	0.3	2.3	9.0	100.0

Fuente: elaborado a partir de la cobertura forestal e INEGI (2017).

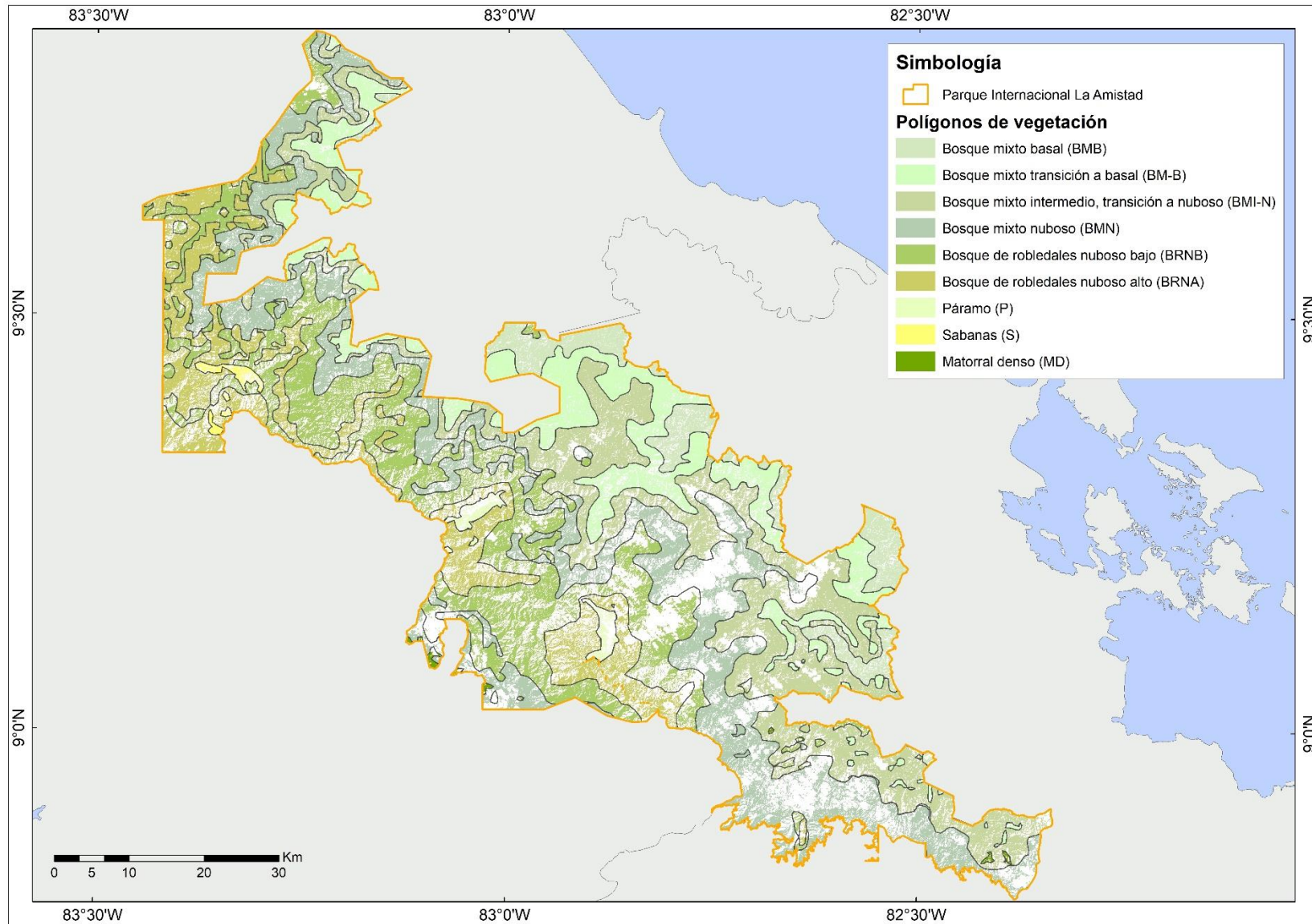
La Tabla 6 muestra las áreas totales de los polígonos de cada tipo de vegetación proporcionado por la Serie VI de INEGI, al igual que de los polígonos generados con CLASLite y ENVI; además del porcentaje que corresponden los de CLASLite y ENVI, a los polígonos del INEGI para el año 2017.

Tabla 6. Porcentajes de vegetación RBSK, 2017

	INEGI (ha)	CLASLite (ha)	% de bosque	% sin bosque
<b>SVA</b>	5883	1106	18.8	81.2
<b>T</b>	117216	25466	21.7	78.3
<b>M</b>	79646	21270	26.7	73.3
<b>SBES</b>	31248	25874	82.8	17.2
<b>SBS</b>	14509	11763	81.1	18.9
<b>SMS</b>	83468	75256	90.2	9.8
<b>VDC</b>	1882	231	12.3	87.7
<b>VP</b>	1082	546	50.5	49.5
<b>VS Arbórea SBES</b>	5133	4190	81.6	18.4
<b>VS Arbórea SMS</b>	18085	16363	90.5	9.5

Fuente: elaborado a partir de INEGI, CLASLite y estadística de datos.

Figura 12. Vegetación identificada por CLASLite



Fuente: elaborado con ArcGIS y con información del PHBMPILA (2006-2009).

La Tabla 7 tiene el mismo propósito que la Tabla 5 pero con información del PILA. La diferencia de los porcentajes de vegetación del PILA no es tan radical como en Sian Ka'an porque la mayoría de las nubes se suelen concentrar en la parte centro del parque como si la vegetación de BMN y BRNB fueran un parteaguas, pero esto se explica por la morfología de las montañas de la reserva. Al comparar los polígonos de vegetación de la RBSK, se observa que en el PILA el menor porcentaje es de 0.2% de matorral denso mientras que, en Sian Ka'an es la Vegetación de dunas costeras con 0.1%.

Tabla 7. Correspondencias de bosque, PILA 2017

	BMB	BM-B	BMI-N	BMN	BRNB	BRNA	P	S	MD	TOTAL
ha	18102	39981	62655	62516	58279	34745	1696	1212	583	279769
%	6.5	14.3	22.4	22.3	20.8	12.4	0.6	0.4	0.2	100.0

Fuente: elaborado a partir de la cobertura de bosque y de ArcGIS.

La Tabla 8 tiene la misma estructura que la Tabla 6, pero con los datos correspondientes al PILA. Al comparar ambas, se aprecia que el polígono de la vegetación con mayor área de Sian Ka'an es el Tular con 117216 hectáreas de las cuales, CLASLite identifico como vegetación fotosintética solo el 21.7% del total; que, al mismo tiempo, parte de esta zona se encuentra en el polígono de zona inundable. Asimismo, en el PILA el tipo de vegetación con mayor área de acuerdo con la georreferenciación del mapa del PHBMPILA es el Bosque mixto nuboso con 104015 ha, y que CLASLite identifico 60.1% del área como fotosintética.

Tabla 8. Porcentajes de vegetación PILA, 2017

	PHBMPILA (ha)	CLASLite (ha)	% de bosque	% sin bosque
<b>BMB</b>	22780	18102	79.5	20.5
<b>BM-B</b>	50243	39981	79.6	20.4
<b>BMI-N</b>	85799	62655	73.0	27.0
<b>BMN</b>	104015	62516	60.1	39.9
<b>BRNB</b>	95348	58279	61.1	38.9
<b>BRNA</b>	55345	34745	62.8	37.2
<b>P</b>	3547	1696	47.8	52.2
<b>S</b>	1820	1212	66.6	33.4
<b>MD</b>	861	583	67.7	32.3

Fuente: elaborado a partir del PHBMPILA, CLASLite y estadística de datos.

Para este ejercicio, el factor de enmascaramiento, la fecha de la imagen satelital y la categorización de VF y S fueron fundamentales; por lo tanto, las tablas 5, 6, 7 y 8 sirven para ejemplificar la

extensión de bosques tropicales y qué polígonos de vegetación tienen una reflectancia adecuada para ser equivalentes a Forestal y No Forestal.

La clasificación de bosque del Cuadro 13 describe y mide la cobertura forestal de manera fácil, además de permitir la comparación del tipo de bosque que tiene cada polígono de vegetación de cada ANP. En este cuadro se aprecia que la RBSK tiene la clasificación de *Bosque abierto* para el tular, el manglar y para la vegetación de dunas costera; esto es comprensible debido a su localización en la reserva. En confrontación, todos los tipos de vegetación del PILA están clasificados como *Bosques cerrados*, comprensible porque la accesibilidad al ANP es limitada. Se clasificó como arbusto al tular, manglar, páramo y sabana por su tipo de vegetación y sus características biogeográficas o de bioma.

Cuadro 13. Clasificación de bosque a partir de los resultados de CLASLite, 2017

RBSK			PILA		
Vegetación	% de cobertura	Clasificación	Vegetación	% de cobertura	Clasificación
T	21.7	Arbusto disperso	BMB	79.5	Bosque cerrado de densidad alta
M	26.7	Bosque abierto	BM-B	79.6	Bosque cerrado de densidad alta
SBES	82.8	Bosque cerrado de densidad alta	BMI-N	73.0	Bosque cerrado de densidad alta
SBS	81.1	Bosque cerrado de densidad alta	BMN	60.1	Bosque cerrado de densidad media
SMS	90.2	Bosque cerrado de densidad alta	BRNB	61.1	Bosque cerrado de densidad media
VDC	12.3	Arbusto disperso	BRNA	62.8	Bosque cerrado de densidad media
VP	50.5	Bosque cerrado de densidad media	P	47.8	Arbusto denso
VS Arbórea SBES	81.6	Bosque cerrado de densidad alta	S	66.6	Arbusto denso
VS Arbórea SMS	90.5	Bosque cerrado de densidad alta	MD	67.7	Bosque cerrado de densidad media

Fuente: elaborado a partir de estadística de datos, CLASLite y FAO (1996).

### *Superficie forestal recuperada*

Este indicador es de respuesta porque puede interpretarse como una respuesta directa o indirecta de los indicadores de presión; puede ser directa porque la superficie recuperada (ganada) es consecuencia de las acciones del hombre, pero también indirecta porque puede significar un proceso de recuperación natural, es decir sin intervención humana.

Para la obtención de este indicador se generaron matrices de cambio, de las cuales se obtuvo el porcentaje de pérdida (Bosque a Suelo) y ganancia (Suelo a Bosque) en los distintos periodos; consecuentemente, se seleccionaron 20 puntos en la RBSK y en el PILA que sirvieron para corroborar los polígonos recuperados de forma remota en ausencia de trabajo de campo.

La Tabla 9 muestra los porcentajes de superficie forestal perdida y ganada. El color verde significa que la ganancia para esa ANP fue mayor, mientras que el color naranja significa que las pérdidas para ese periodo fueron mayores a las ganancias de superficie. Como se aprecia en el cuadro, los porcentajes de recuperación son mucho mayores en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, pero al mismo tiempo los porcentajes de pérdida son mayores en comparación con el PILA.

Tabla 9. Pérdidas y ganancias

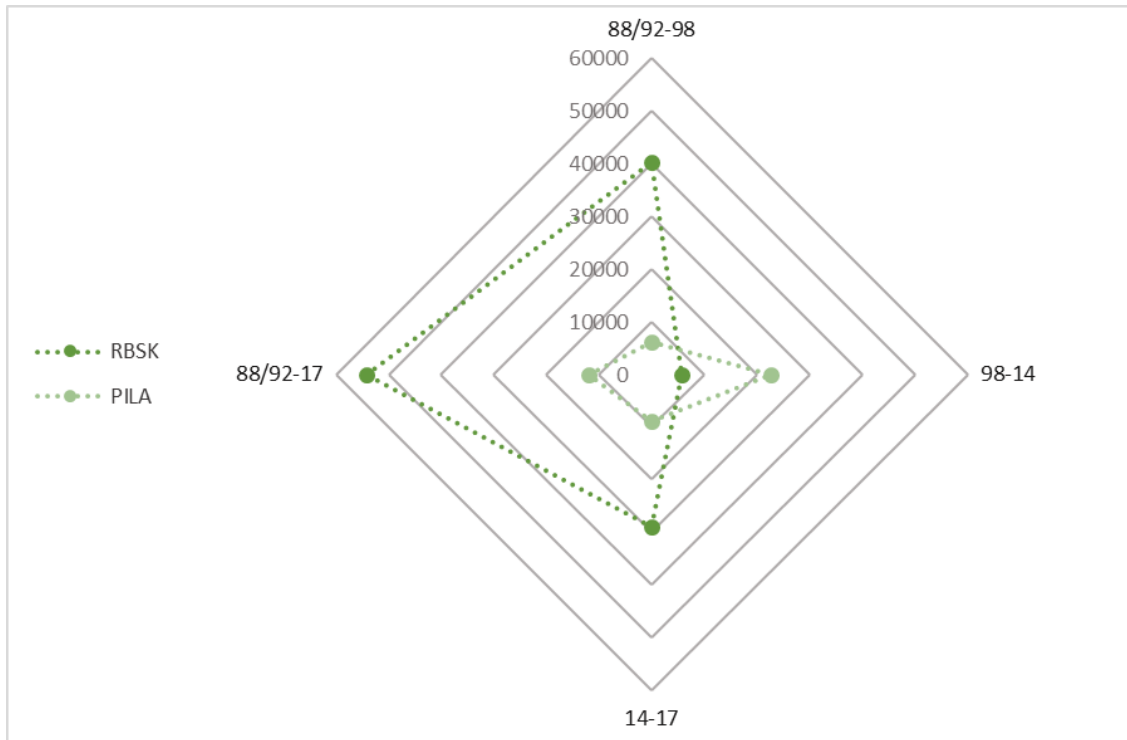
88/92 - 98		
<b>% RBSK</b>	<b>% PILA</b>	<b>Pérdida</b>
0.7	3.9	
10.8	1.5	<b>Ganancia</b>
98-14		
<b>% RBSK</b>	<b>% PILA</b>	<b>Pérdida</b>
5.6	1.4	
1.5	5.6	<b>Ganancia</b>
14-17		
<b>% RBSK</b>	<b>% PILA</b>	<b>Pérdida</b>
7.3	1.9	
8.1	2.2	<b>Ganancia</b>
88/92-17		
<b>% RBSK</b>	<b>% PILA</b>	<b>Pérdida</b>
5.2	2.0	
15.0	3.0	<b>Ganancia</b>

Fuente: elaborado a partir de estadística de datos.

Si solo se analiza el periodo 88/92-17 se aprecia que ambos tuvieron mayor ganancia de superficie forestal, que el porcentaje de la RBSK es cuatro veces más el porcentaje del PILA, pero la diferencia de porcentajes en la pérdida no es tan significativa, aunque la diferencia entre la pérdida y ganancia de la RBSK es mayor al del PILA.

La Grafica 5 permite comprender visualmente la diferencia de superficie forestal recuperada entre ambas ANP, y al mismo tiempo complementa al indicador *a* (Cambio de cobertura forestal). Al observar el periodo con más años, se aprecia la gran diferencia que existe de recuperación entre ambas, pero como ya se mencionó en el subcapítulo 1.2 y 3.1, los pixeles enmascarados juegan un fuerte papel en la carencia de información. En términos generales, la RBSK tiene más hectáreas recuperadas a lo largo del tiempo en el periodo 1988-2017.

Gráfica 5. Comparación de superficie recuperada

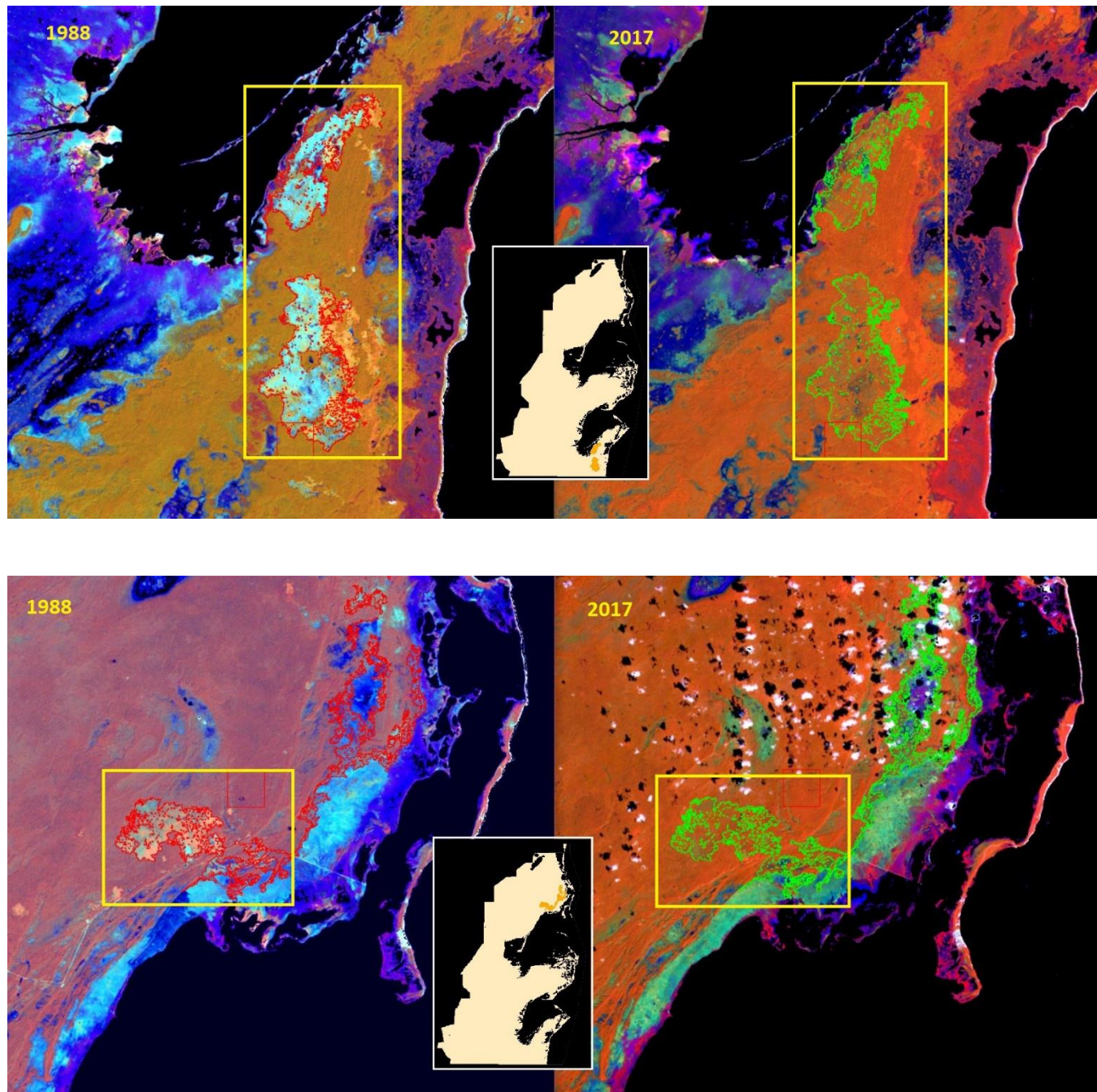


ha	88/92-98	98-14	14-17	88/92-17
RBSK	40265	5631	29083	54183
PILA	6000	22580	8897	12056

Fuente: elaborado a partir de estadística de datos.

En las Figuras 13 y 14 se muestran cuatro recortes (dos en cada figura) para ejemplificar la verificación y comprobación de polígonos de cambio de los resultados de CLASLite; los recortes muestran el cambio de Suelo desnudo a Bosque (ganancia). Para verificar e identificar estos puntos, se compararon las dos imágenes de reflectancia de ambos años y se agregaron los polígonos de ganancia para así comparar e identificar los cambios. En las figuras se señala dentro de los rectángulos amarillos los polígonos de cambio seleccionados, y en la parte superior izquierda, de color amarillo, los años de las imágenes.

Figura 13. Ejemplos de verificación de cambio en la RBSK, 1988-2017

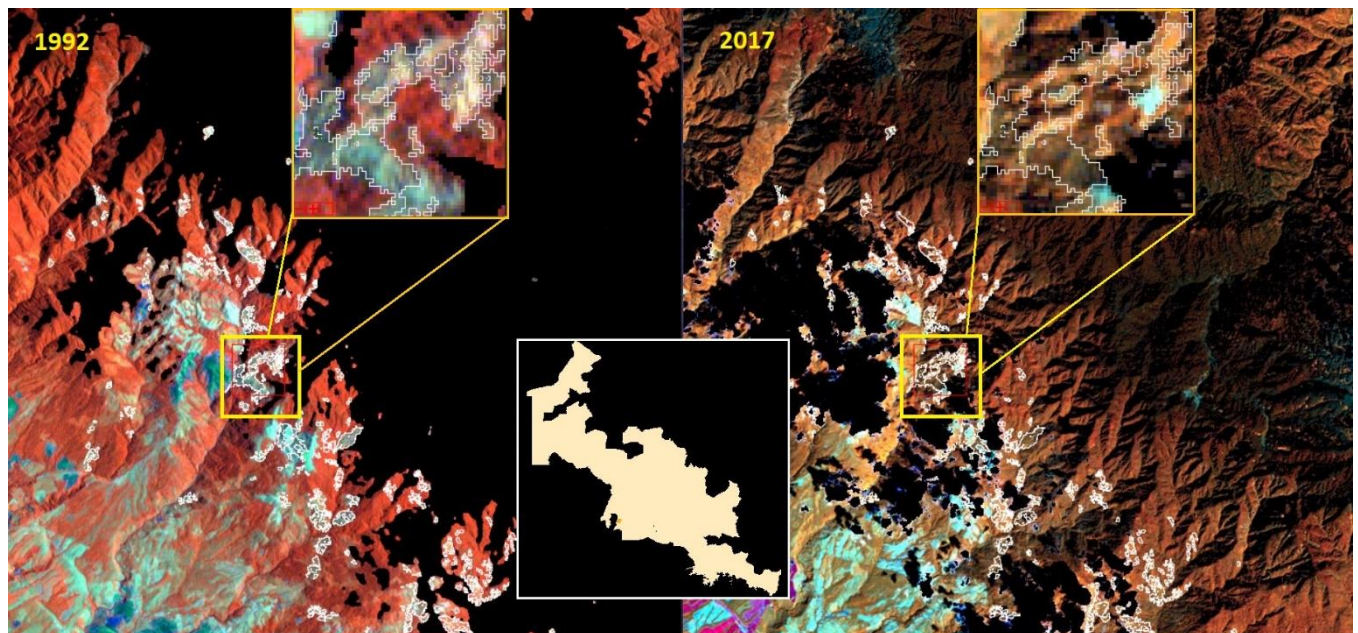
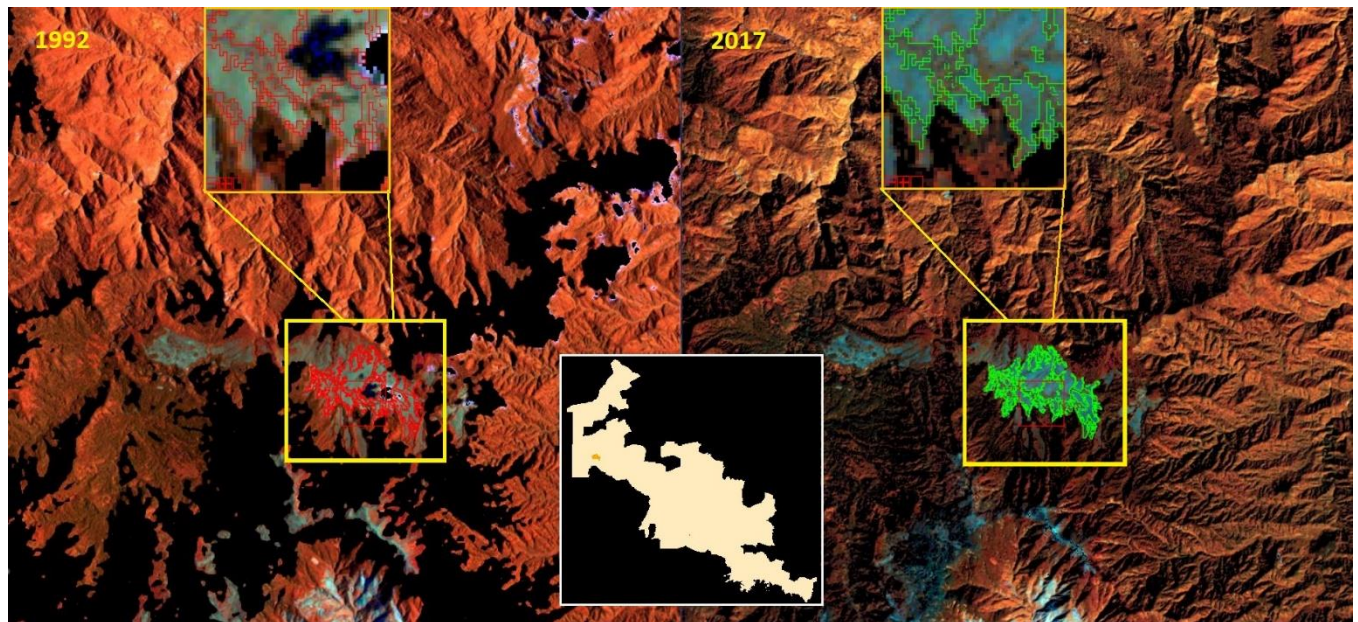


Fuente: obtenido a través de ENVI.

Los dos polígonos mostrados en esta figura son dos de los más grandes y representativos de cambio (ganancia) en Sian Ka'an, los polígonos de cambio en la RBSK son visualmente más llamativos y de mayor tamaño en comparación con La Amistad.



Figura 14. Ejemplos de verificación de cambio en la PILA, 1992-2017



Fuente: obtenido a través de ENVI.

La Figura 15 representa de manera gráfica los polígonos identificados a partir de la unión de vectores del periodo 88-17. En el mapa se incluyen los polígonos de pixeles enmascarados, en Sian Ka'an, el 11.3% (42837 ha) corresponde a pixeles que no se pudieron analizar porque en un año se

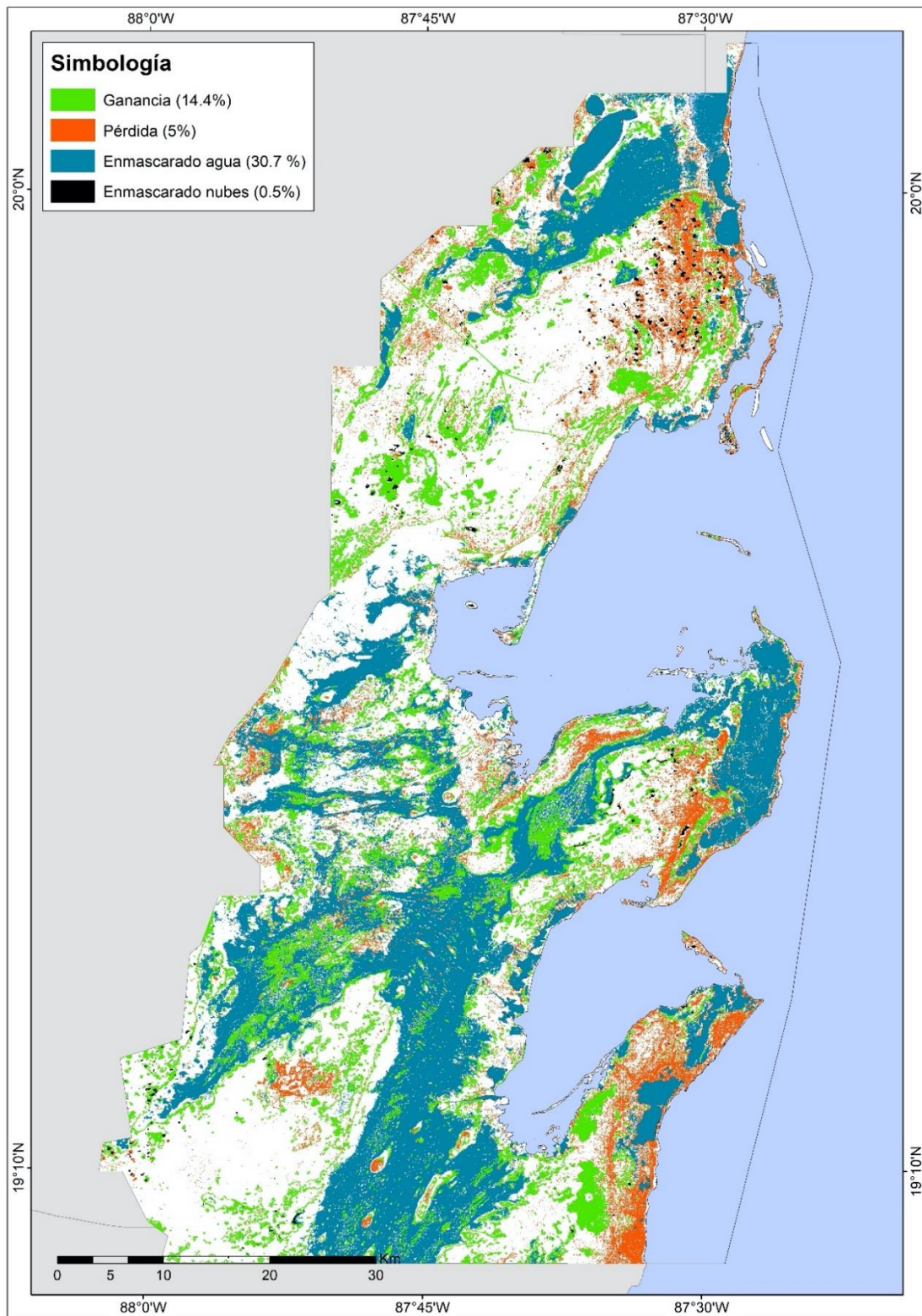
identificaron como enmascarado y al siguiente año no fueron enmascarados o viceversa, mientras que el 38.1% corresponde a la superficie sin cambios.

En el caso de la Figura 16, el 38.8% (157277 ha) corresponde a pixeles que no se pudieron analizar porque en un año se identificaron como enmascarado y al siguiente año no o viceversa, y el 37.2% corresponde a la superficie sin cambios.

Los porcentajes de pixeles que no pudieron analizarse se obtuvieron a partir del análisis de los polígonos (Enmascarado, Bosque y Suelo) identificados por CLASLite. Para este ejercicio fue importante reconocer las hectáreas de polígonos que no se pueden tomar en cuenta; es decir, los cambios (1 a 2 y 1 a 3) de cada año porque este paso contribuye a la confiabilidad de los resultados.

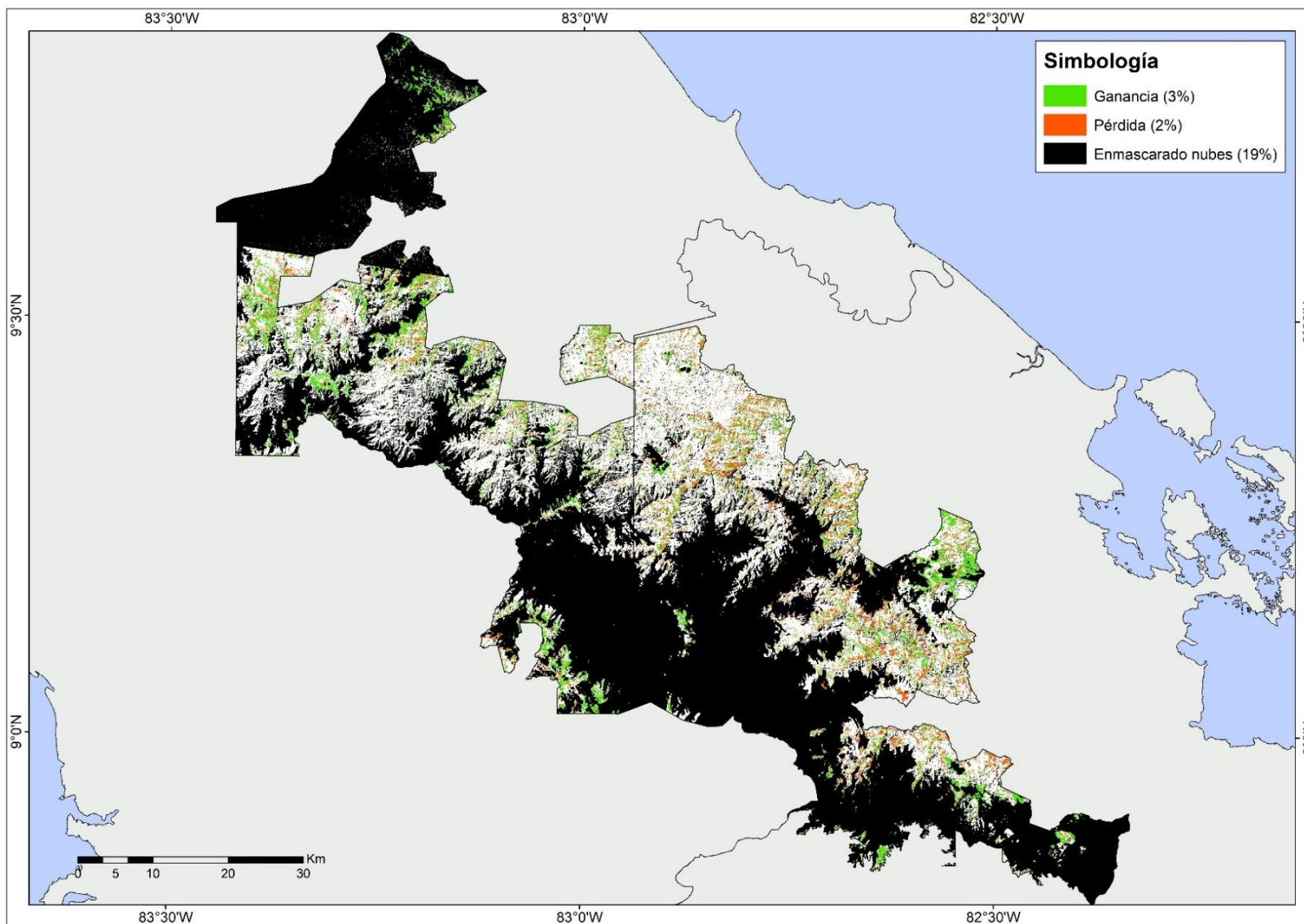
El total de hectáreas del PILA que no se pudieron analizar para el año 1992 fue de 126836, y para 2017 fueron 30441; por su parte, en la RBSK las hectáreas sin poder analizarse para el año 1988 fue de 31196, y para 2017 fue de 11641 h

Figura 15. Polígonos de recuperación y pérdida, RBSK 1988-2017



Fuente: elaborado con ArcGIS.

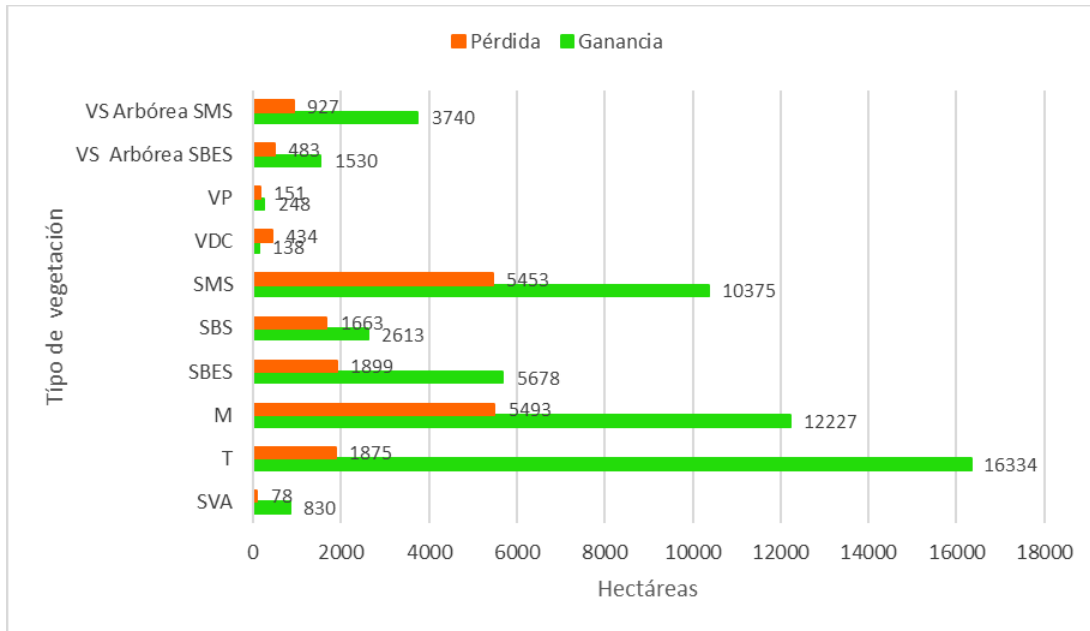
Figura 16. Polígonos de recuperación y pérdida, PILA 1992-2017



Fuente: elaboración propia con ArcGIS.

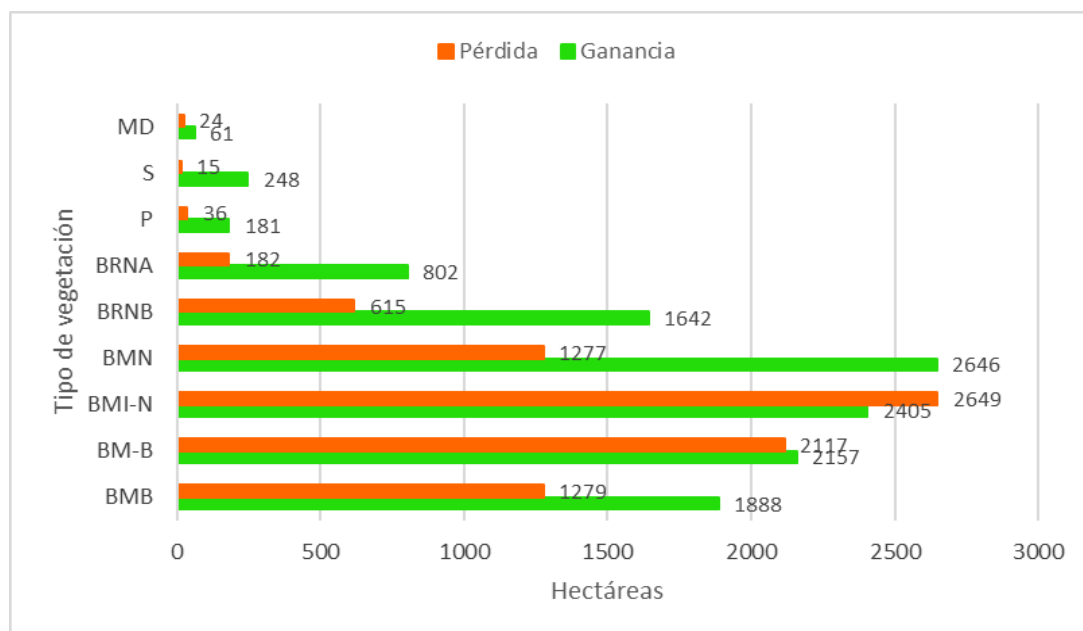
Las Gráficas 6 y 7 facilitan la comparación, el análisis de cambio, el total de hectáreas ganadas y perdidas por cada tipo de vegetación, de acuerdo con los resultados de CLASLite y los polígonos de vegetación.

Gráfica 6. RBSK, 1988-2017 (ha)



\*(VS Arbórea SMS) Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, (Vs Arbórea de Selva Baja Espinosa Subperennifolia, (VP) Vegetación de Petén, (VDC) Vegetación de Dunas Costeras, (SMS) Selva Mediana Subperennifolia, (SBS) Selva Baja Subperennifolia, (SBES) Selva Baja Espinosa Subperennifolia, (M) Manglar, (T) Tular, (SVA) Sin vegetación aparente.

Gráfica 7. PILA, 1992-2017 (ha)



\*(MD) Matorral denso, (S) Sabana, (P) Páramo, (BRNA) Bosque de Robledales Nuboso Alto, (BRNB) Bosque de Robledales Nuboso Bajo, (BMN) Boque Mixto Nuboso, (BMI-N) Bosque Mixto Intermedio transición a Nuboso, (BM-B) Bosque Mixto transición a Basal, (BMB) Bosque Mixto Basal.

La tabla 10 es una matriz que muestra la verificación de los polígonos obtenidos por CLASLite en la que se combinaron 35 muestras de la RBSK y 35 del PILA por cada clase (Enmascarado, Bosque y Suelo); las muestras observadas para este estudio reflejan una confiabilidad (confrontación y verificación de las clases) del 91%. Este cuadro se realizó a partir de un muestreo aleatorio simple (Mas *et al.*, 1990) ejemplificado en la Figura 15 y 16.

Tabla 10. Matriz de confiabilidad

CLASE	Enmascarado	Bosque	Suelo	Total
Enmascarado	70	0	0	<b>70</b>
Bosque	0	70	10	<b>80</b>
Suelo	0	12	82	<b>94</b>
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>92</b>	<b>244</b>

Fuente: elaborado a través de estadística de datos.

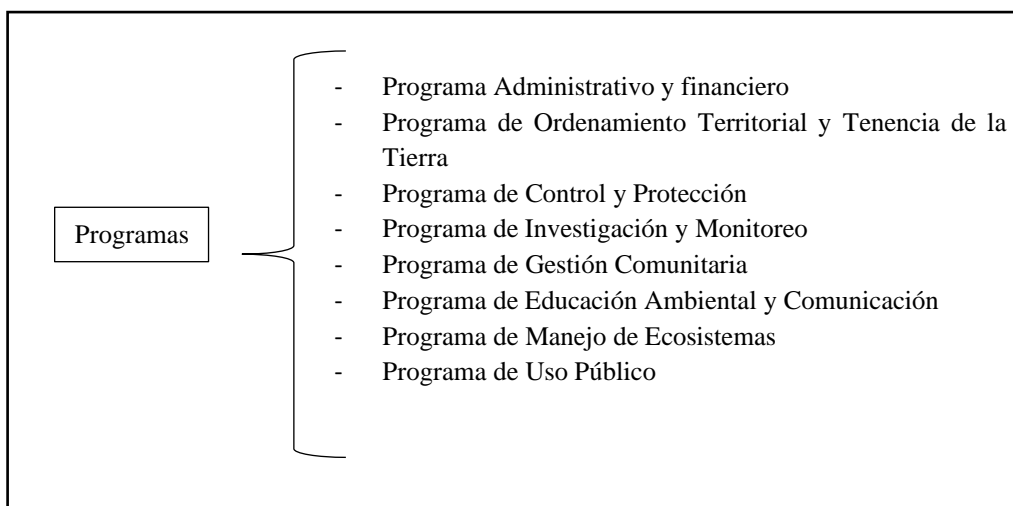
### *Programas de conservación (Restauración y Rehabilitación)*

A partir de la lectura de los PM, se identificaron los programas de cada ANP que tienen un enfoque de restauración y rehabilitación de los ecosistemas o meramente forestal. De acuerdo con la hoja metodológica *e* y al concepto de conservación, se entiende que de los programas o subprogramas de conservación se despliegan dos ramas de acción que son la restauración y rehabilitación.

Este índice surge de la idea de que se realizan evaluaciones de los planes rectores y operativos de los programas de manejo previos a los vigentes, y a partir de ahí se generaron programas o subprogramas de conservación enfocados en solucionar nuevos problemas o continuar con algunas estrategias de los PM anteriores. Las Figuras 17, 18 y 19 muestran la estructura de los programas y subprogramas de forma breve y simple, de los PM de cada ANP.

La estructura de los programas del PM del Parque Internacional La Amistad Talamanca (Costa Rica) es simple, cada programa tiene descritos sus objetivos y un cuadro donde se plantean las estrategias, la descripción de las acciones y los actores de cada estrategia.

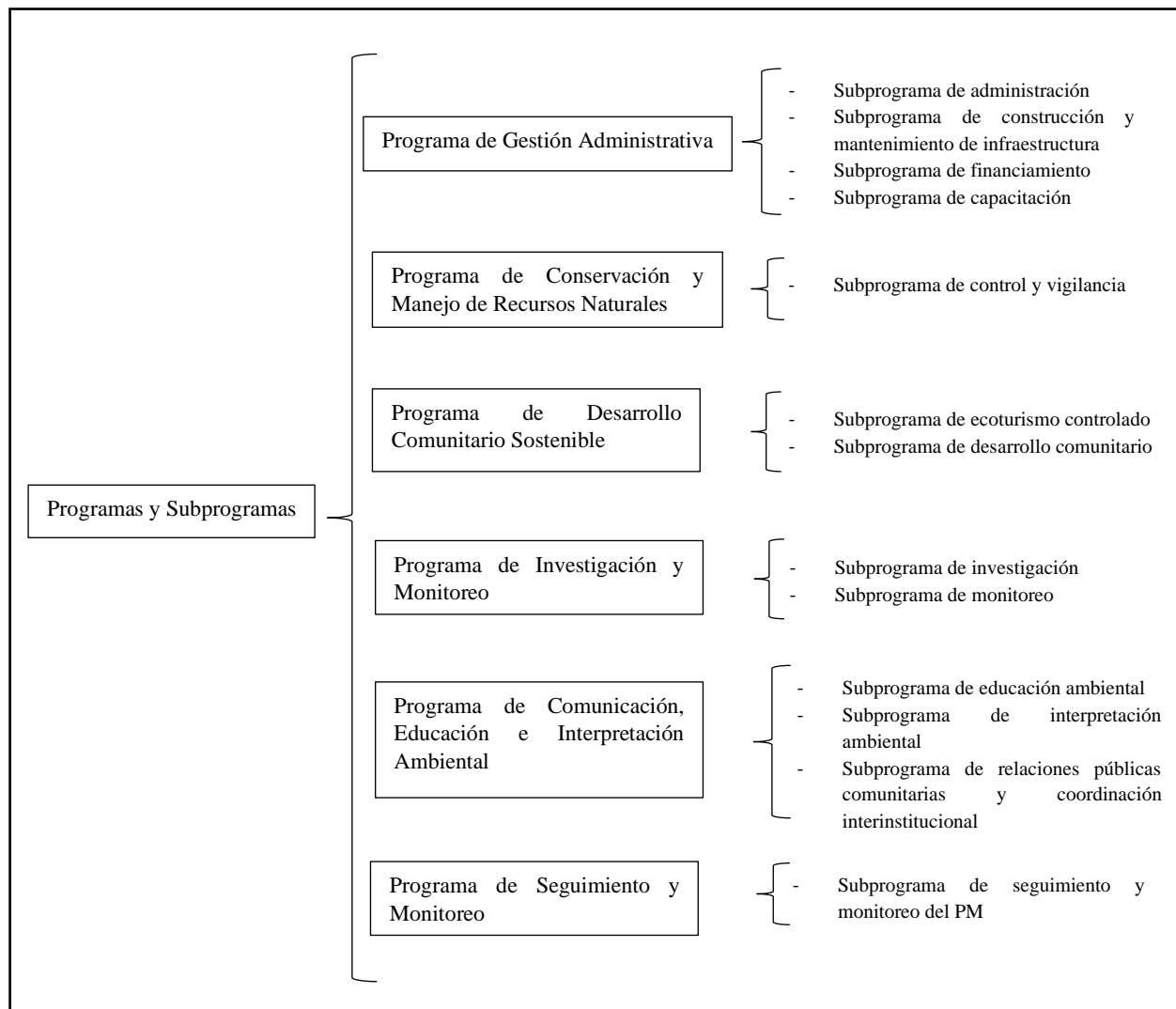
Figura 17. Estructura de los programas en el PM del PILA-Talamanca (Costa Rica)



Fuente: elaborado a partir de SINAC (2012).

La estructura de los programas del PM del Parque Internacional La Amistad (Panamá) es simple y está compuesta por las directrices del programa, seguido del subprograma y sus objetivos. Estos dos muestran una estructura parecida que a simple vista parece ser concreta; sin embargo, en Panamá se muestran cuadros de cada subprograma en los que se mencionan las actividades, el producto esperado, el tiempo de ejecución, los apoyos necesarios y los responsables, además de observaciones, de aclaraciones y el periodo de acción.

Figura 18. Estructura de los programas y subprogramas en el PM del PILA-La Amistad

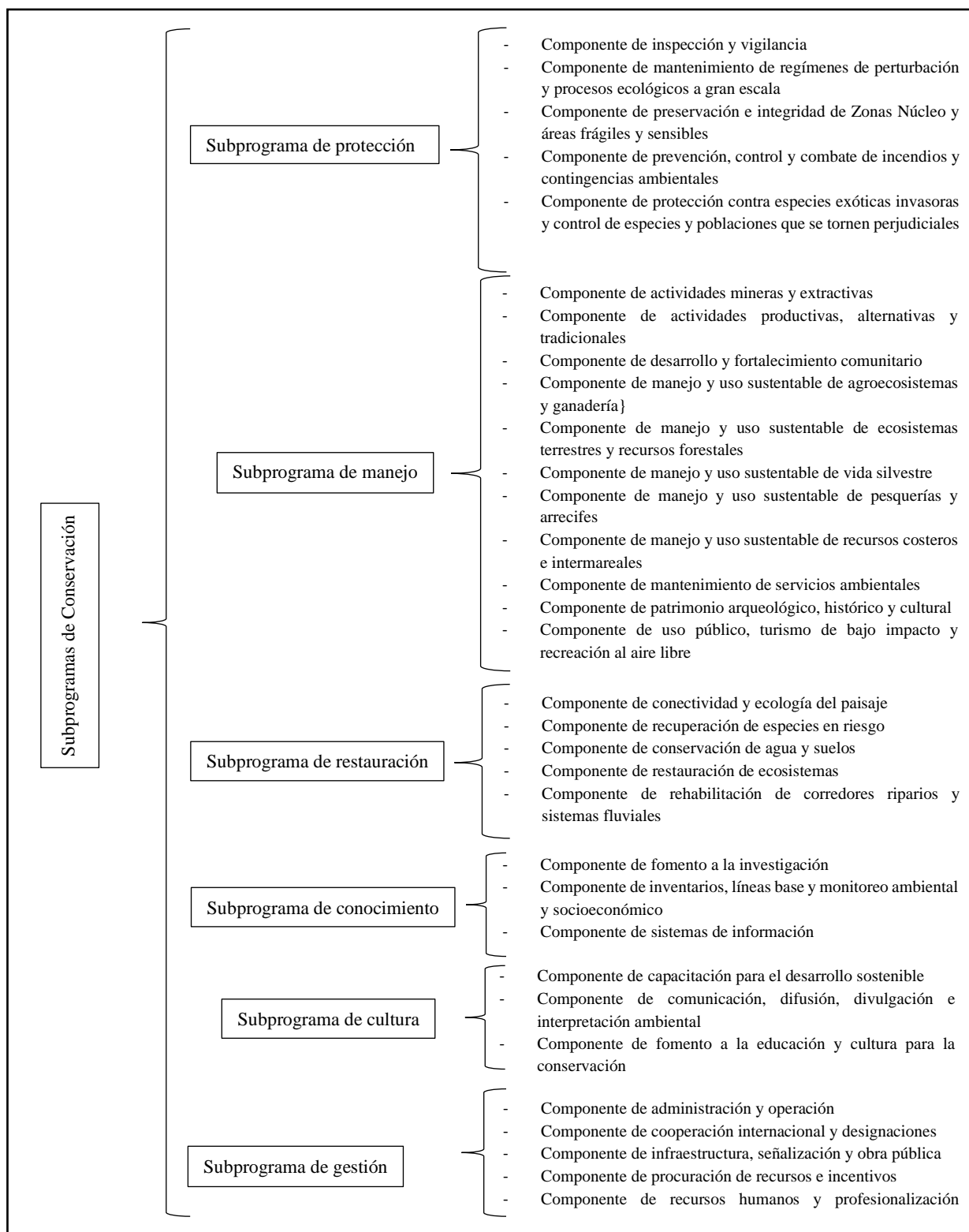


Fuente: elaborado a partir de ANAM (2004).

La estructura de los subprogramas de conservación de la RBSK es más compleja debido a que cada subprograma contiene un objetivo general y estrategias, seguido de los componentes, los cuales tienen objetivos específicos, metas, resultados esperados y un cuadro con las actividades y acciones, además del tipo de plazo de acción (corto, mediano y largo).



Figura 19. Estructura de los subprograma de conservación en el PM de la RBSK



Fuente: elaborado a partir de CONANP y SEMARNAT (2014).

Para identificar el enfoque que tienen los programas, se utilizaron las definiciones de restauración y rehabilitación descritas en la hoja metodológica e y se seleccionaron de acuerdo con los objetivos de cada programa. Los Cuadros 14, 15 y 16 muestran los programas, subprogramas y componentes enfocados a la restauración ecológica y rehabilitación ambiental. Los objetivos están acompañados del número que comprenden en la lista de objetivos de cada programa.

En el cuadro del PM Pila-Talamanca; en el “Programa de Ordenamiento Territorial y Tenencia de la Tierra” se especifica que no es un objetivo sino una estrategia, esta carece de descripción del programa y de objetivos, y es la única estrategia del programa. La descripción de los otros objetivos permite comprender que van encaminados hacia la creación de proyectos relacionados con la rehabilitación de espacios degradados, estos incluyen la participación de la población para mejorar el aprovechamiento de los servicios de la reserva; sin embargo, en los objetivos no se mencionan actividades que asistan al restablecimiento de zonas degradadas a través de la mitigación o reducción de un problema en específico.

Es necesario destacar que en la descripción de acciones del “Programa de Manejo de Ecosistemas” del PM PILA-Talamanca, se plantean acciones de importancia para la conservación, como son: el control de especies invasoras, la restauración de ecosistemas, la adaptación de los ecosistemas ante el cambio climático, el fortalecimiento del manejo de ecosistemas a través de talleres, las prácticas de campo y las capacitaciones. Este es el único programa que menciona problemas específicos relacionados a la ecología de la reserva.

Cuadro 14. Programas de restauración y rehabilitación del PILA-Talamanca

Programa	Objetivo	
	Restauración	Rehabilitación
Programa de Ordenamiento Territorial y Tenencia de la Tierra	(Estrategia) Diseñar e implementar una estrategia para recuperación de tierras en manos de particulares dentro del parque	
Programa de Control y Protección	2. Velar por el control y manejo de los incendios forestales.	
Programa de Manejo de Ecosistemas		2. Desarrollar capacidades para el manejo de ecosistemas del Parque Internacional La Amistad, integrando a diversos actores interesados, de modo que se disponga del mejor conocimiento para la toma de decisiones.

Fuente: elaborado a partir de SINAC (2012).

En el Cuadro 15 se muestran los dos programas del PM PILA-La Amistad que en sus directrices hacen referencia a dos objetivos de restauración y uno de rehabilitación; algunos subprogramas del PILA-La Amistad tienen sus propios objetivos de restauración y rehabilitación, como se aprecia en el Cuadro 16.

Cuadro 15. Programas de restauración y rehabilitación del PILA-La Amistad

Programa	Directrices (Objetivos)	
	Restauración	Rehabilitación
Programa de Conservación y Manejo de Recursos Naturales	2.Reversión de usos no compatibles según la zonificación. 3.Restauración de áreas degradadas	
Programa de Desarrollo Comunitario Sostenible		2. Promover actividades de ecoturismo controlado

Fuente: elaborado a partir de ANAM (2004).

Cuadro 16. Subprogramas de restauración y rehabilitación del PILA-La Amistad

Subprograma	Objetivos	
	Restauración	Rehabilitación
Subprograma de desarrollo comunitario		2. Conducir las actividades productivas que se den en el PILA a los propósitos de esta unidad de manejo.
Subprograma de educación ambiental		3. Establecer un mecanismo de monitoreo de los efectos que ocasiona el uso público sobre los recursos naturales, con el fin de adoptar medidas a tiempo para su uso adecuado.
Subprograma de seguimiento y monitoreo del PM	2. Dar seguimiento a los riesgos y condiciones críticas, y dar cumplimiento de los objetivos de la unidad de manejo.	

Fuente: elaborado a partir de ANAM (2004).

Aunque parte de las acciones planteadas en el PILA-Talamanca implican la rehabilitación de un ecosistema, es fundamental entender cómo se relacionan las actividades sostenibles de la población con los proyectos y mecanismos planteados en los programas; asimismo, es importante conocer la causa de los problemas ecológicos y sociales.

En contraste con los programas del PILA, los componentes de la RBSK (Cuadro 17) tienen bastantes objetivos enfocados a la restauración y rehabilitación de problemas identificados en el mismo PM. Algunos objetivos están orientados a reducir el impacto de un tema en específico, y otros encauzados a fomentar o desarrollar programas y proyectos para contrarrestar el impacto ocasionado por un conjunto de factores.

Es necesario mencionar que los componentes de los programas de la RBSK no son las acciones por realizar, y por lo mismo, la estructura de los programas de conservación es mucho más compleja para entender y llevar a cabo. Los objetivos de la RBSK son complejos y ambiciosos, pero si la evaluación de estos señala que se han cumplido, entonces los programas del PM significarían un ejemplo de eficiencia.

Cuadro 17. Componentes de restauración y rehabilitación de la RBSK

Componentes	Objetivos	
	Restauración	Rehabilitación
Componente de inspección y vigilancia	2. Disminuir las actividades ilícitas mediante el incremento de la presencia del personal en todas aquellas áreas donde se ha identificado una mayor presión hacia los recursos, mediante la aplicación de las leyes y reglamentos vigentes en la materia.	
Componente de mantenimiento de regímenes de perturbación y procesos ecológicos a gran escala		3. Mantenimiento de los ambientes necesarios para el desarrollo del ciclo biológico de las especies de amplia distribución en los próximos cinco años.
Componente de preservación e integridad de Zonas Núcleo y áreas frágiles y sensibles		1. Lograr la permanencia de los hábitat especialmente sensibles al deterioro mediante su delimitación espacial y manejo, para prevenir y controlar los factores de perturbación.
Componente de prevención, control y combate de incendios y contingencias ambientales	2. Reducir el riesgo de incendios forestales, así como la superficie afectada mediante acciones de prevención y combate. 5. Reducir el riesgo de afectación de incendios a la masa forestal del Complejo Sian Ka'an mediante la concientización de las y los pobladores locales y de la Zona de Influencia en las zonas de mayor riesgo. 6. Reducir el número de encallamientos que se dan en el sistema arrecifal del Complejo Sian Ka'an.	
Componente de protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales	2. Prevenir la introducción de especies ajenas al Complejo Sian Ka'an mediante la difusión de información y un plan de control, supervisión y vigilancia a los usuarios. 3. Disminuir las poblaciones de las especies exóticas invasoras mediante la ejecución de programas de erradicación, previniendo impactos en las especies nativas. 4. Disminuir la probabilidad de invasión mediante la identificación, delimitación y erradicación de las zonas que son banco de semillas.	

<p>Componente de actividades mineras y extractivas</p>	<p>2. Reducir el mínimo impacto ambiental derivado de las actividades, no utilizando maquinaria para el aprovechamiento y evitando la apertura de otros bancos de material.</p>	
<p>Componente de actividades productivas, alternativas y tradicionales</p>	<p>2. Disminuir el impacto ambiental de las actividades agropecuarias, pesqueras y turísticas mediante la oferta de alternativas productivas que diversifiquen las actividades económicas. 3. Disminuir las alteraciones o daños causados por el aprovechamiento de un número limitado de especies y técnicas mediante la promoción de actividades tradicionales sustentables.</p>	
<p>Componente de manejo y uso sustentable de ecosistemas terrestres y recursos forestales</p>		<p>2. Minimizar el impacto negativo del aprovechamiento de los recursos naturales mediante el ordenamiento de las actividades productivas, con la participación coordinada de los tres órdenes de gobierno, las OSC y los centros e institutos de investigación. 3. Fomentar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables, mediante la promoción del establecimiento de UMA en la Zona de Influencia.</p>
<p>Componente de manejo y uso sustentable de vida silvestre</p>		<p>2. Reducir los aprovechamientos indiscriminados de las especies silvestres mediante campañas de información sobre el valor potencial de las mismas. 5. Promover el aprovechamiento de especies animales y vegetales no utilizadas o subutilizadas con valor comercial mediante la creación, promoción y establecimiento de esquemas de producción sustentable.</p>
<p>Componente de manejo y uso sustentable de pesquerías y arrecifes</p>	<p>2. Disminuir hasta eliminar el uso de redes de enmalle, trampas tipo corazón y redes para la captura de langosta 8. Disminuir la pesca ilegal de especies</p>	
<p>Componente de manejo y uso sustentable de recursos costeros e intermareales</p>	<p>2. Minimizar los impactos negativos que derivan de las actividades productivas y maximizar los beneficios económicos y sociales para la región, mediante la participación coordinada de instituciones y centros de investigación, que permita apoyar las actividades productivas..</p>	

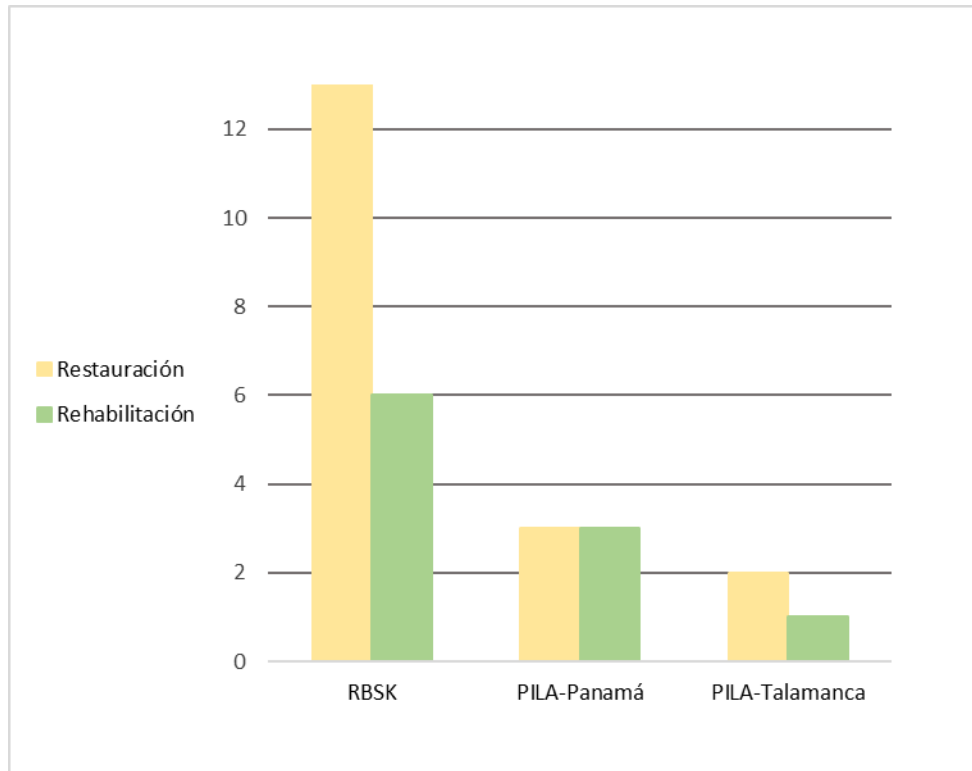
Componente de uso público, turismo de bajo impacto y recreación al aire libre	3. Minimizar el impacto ambiental de las actividades recreativas mediante la determinación de la capacidad de carga o límite de cambio aceptable.	
Componente de recuperación de especies en riesgo	2. Desarrollar programas de restauración de flora y fauna en los sitios que han sido afectados por la actividad humana y por eventos naturales. 4. Desarrollar programas de restauración de la flora y fauna locales. 5. Reducir el impacto negativo de las actividades humanas sobre los hábitat de las especies de interés prioritario, mediante la implementación de actividades productivas alternativas que eliminen la presión sobre el hábitat y sus especies.	
Componente de restauración de ecosistemas	1. Recuperar las áreas donde se ha tenido algún tipo de impacto natural o inducido y donde se aplica el programa de erradicación de especies introducidas o exóticas, mediante la elaboración de un programa, tanto de investigación como de técnicas aplicadas para la selección, acopio y conservación de germoplasma.	

Fuente: elaborado a partir de CONANP y SEMARNAT (2003).

Como muestra la Gráfica 8, la RBSK tiene más componentes encaminados a la restauración ecológica y rehabilitación ambiental que los del PILA juntos. Si se suman todos los objetivos de Panamá y Costa Rica, apenas alcanzan la mitad de los objetivos de restauración de Sian Ka'an; esto se explica por la categoría de manejo de ambas ANP.

Sian Ka'an tiene características de conservación que involucran el uso sostenible y beneficio mutuo ya que es una Reserva de la Biosfera (área protegida manejada), mientras que el PILA es un Parque Internacional que no permite las actividades humanas dentro, pero si promueven la protección de la biodiversidad aunada a la promoción de la educación y uso recreativo.

Gráfica 8. Número de objetivos de restauración y rehabilitación



Fuente: elaborado a partir de la clasificación de programas.

## Discusión

### *Interpretación de indicadores*

Los objetivos del indicador *a* (Cambio de cobertura forestal) se cumplieron satisfactoriamente. El indicador mostró que en los periodos cortos (88/92-98, 98-14, 14-17) el PILA tuvo mayor permanencia de bosques, menor pérdida de superficie de bosque y menor ganancia. Para el periodo 88/92-17 existe una diferencia de 31.5% de píxeles enmascarados entre ambas ANP; la RBSK mostró mayor pérdida y mayor ganancia que el PILA, además de 16.3% más de permanencia de bosque.

Los resultados permiten dilucidar que aunque la RBSK tiene mayor porcentaje de permanencia y ganancia en el periodo de 29 años, es también un área muy sensible donde las variaciones climáticas tienen un papel importante; esto debido a la gran extensión de manglar y pantano que está en contacto con la costa. En contraparte, el PILA parece ser más resistente a los cambios en los periodos cortos, la pérdida de bosque es menor, al igual que la permanencia de la vegetación forestal.

Las tasas de transformación sirvieron para conocer la relación de cambio entre la cantidad de hectáreas y los periodos. Se observó que el PILA tiene porcentajes de cambio mayores que la RBSK, además de que en el periodo de 16 años el PILA muestra una pérdida de 1695 ha por año, en comparación con las 497 ha ganadas por año en Sian Ka'an. Por su parte, los porcentajes de las tasas de cambio muestran que el PILA tiene mayores cambios e incluso pérdidas en comparación con la RBSK, pero es importante considerar la falta de información ráster (píxeles) del año 1992.

Los objetivos del indicador *b* (Población total urbana y rural) se consideran incompletos por la falta de información de las poblaciones urbanas, rurales y número de habitantes de Costa Rica. Por esta razón, el resultado final careció de ese punto de comparación; aunado a esto, el proceso de búsqueda de información tomó más tiempo de lo esperado, debido a las limitaciones contempladas en la hoja metodológica. De este indicador se infieren algunos procesos humanos, pero solo se interpretó la investigación bibliográfica y estadística.

Con los resultados de este indicador, se infiere que el tipo de población con mayor influencia en el área noreste del buffer para la RBSK es de tipo urbana, principalmente por la ciudad de Tulum; mientras que, el tipo de población con mayor influencia dentro y en el buffer del polígono de La Amistad-Panamá es rural, localizado al norte cercano al límite con Costa Rica.

Lo anterior se explica porque en el PM de Sian Ka'an es importante el desarrollo del turismo como fuente económica. El principal receptor de turistas cercano a la RBSK es la ciudad de Tulum, que es la principal vía de acceso a la reserva de la biosfera porque la segunda vía es por el poblado de Majahual, al sur de la reserva. En contraste, el PM del Parque La Amistad (Panamá) da prioridad a la atención de las necesidades básicas y de desarrollo sostenible de las poblaciones cercanas al parque. Es importante mencionar que no promueven el turismo a la misma escala que la RBSK, y



se entiende que las actividades rurales pueden impactar de forma negativa al medio al realizar actividades que no son controladas por ser tradicionales.

Los resultados muestran que en el radio de 10 km del PILA-La Amistad predominan los poblados rurales, aunque en el mismo radio existen 3 ciudades que suman un total de 17289 habitantes. Esto no significa que las tres ciudades ejercen mayor presión al ANP, porque existen distintos elementos que pueden impedir el ingreso y la obtención de recursos del ANP, como son: la categoría de conservación del ANP, los hábitos de las personas de ciudad y la patrimonialización cultural al ANP, entre otros.

Por otra parte, las ciudades de Volcán, Bajo Boquete y Alto Boquete son centros de recepción de turistas, estas ciudades se enfocan en el uso recreativo de los servicios ambientales y de servicios paisajísticos del Parque La Amistad; asimismo, estas ciudades pueden ser el hogar de personas que realizan actividades turísticas y agropecuarias de temporal en las tierras cercanas al PILA.

En el PILA, los polígonos que no son ciudades parecen ser de actividades agropecuarias; no por esto se le adjudica a la población que lleva a cabo esas actividades, los cambios reflejados en CLASLite. No obstante, existen reportes de incendios a lo largo del tiempo en la región; los que son dentro del PILA son por causas humanas, aunque la mayoría se presentan en las afueras y en la región La Amistad-Pacífico (Valverde, 2005).

En la RBSK, la cantidad de poblados en el buffer y dentro de la reserva es mucho menor a la del PILA. Esto no es evidencia de que no generan impactos en la superficie de la reserva; de hecho, existen varias denuncias a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en las que se reporta la tala injustificada y construcción de nuevas infraestructuras dentro del ANP, con el objetivo de recibir al turismo o al acomodamiento familiar (Diario de Yucatán, 2017).

Los cambios de cobertura en el PILA identificados por CLASLite no son de la misma magnitud que los de la RBSK. En la RBSK no están directamente ligados al crecimiento de la población, o por lo menos no son visibles a la escala a la que se realizó el trabajo; los cambios visibles en la RBSK se sitúan en áreas o zonas inundables. El único vector que muestra un pequeño cambio de pérdida de cobertura es Punta Allen, que es un centro receptor de turistas; de hecho, existe un camino que se desprende de la Carretera Cancún-Chetumal que cruza la reserva hasta Vigia Chico y Punta Allen. En este camino, el dosel a los lados de la vía parece haber incrementado en el transcurso del tiempo y por lo tanto, se muestra como zona de ganancia, al igual que otros asentamientos cercanos a Muyil, que antes se encontraban dentro del polígono de la Reserva.

Los objetivos del indicador *c* (Extensión de bosques tropicales) se cumplieron. Estos objetivos fueron fundamentales para conocer la superficie de bosque en el 2017 y el tipo de vegetación, además de facilitar la clasificación de la cobertura forestal a partir de los procesos de clasificación de vegetación fotosintética y no fotosintética de CLASLite. Este indicador está altamente relacionado con el indicador *a*; sin embargo, este parámetro se enfoca más en la extensión de bosque y selva identificada por CLASLite.

La representación de los resultados en mapas fue efectiva visualmente y sirvió para identificar los tipos de vegetación con mayor extensión. Los mapas y las tablas de los porcentajes de vegetación señalan que, el tipo de selva con mayor porcentaje para el año 2017 en la RBSK es la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, a la par de la selva mediana subperennifolia, seguido de la selva baja espinosa subperennifolia; mientras que, en el PILA la vegetación predominante es el bosque mixto transición a basal, a la par del bosque mixto basal y el bosque mixto intermedio transición a nuboso.

Existe una diferencia de 97374 ha de bosque a favor del PILA para el año 2017 debido a su categoría de conservación. La vegetación con mayor porcentaje de la RBSK se encuentra ubicada en zonas de difícil acceso, mientras que el bosque mixto transición a basal y el bosque mixto basal del PILA se localizan cercanos a los polígonos de población rural de Panamá, ubicados en el límite del ANP. Esto sugiere que algunas zonas con este tipo de vegetación dentro del ANP son utilizadas para actividades agropecuarias.

Con respecto a la clasificación de bosque, la RBSK tiene cinco tipos de bosques cerrados de densidad alta en comparación con el PILA que tiene tres. El PILA tiene cuatro bosques cerrados de densidad media, mientras que la RBSK tiene un bosque cerrado de densidad media y un bosque abierto; asimismo, ambas ANP tienen dos tipos de vegetación de tipo arbustiva. Esta clasificación permite comprender que la cobertura de dosel de la RBSK es mucho más densa que la del PILA; no obstante, esta clasificación es meramente representativa del total de polígonos identificados, y por esa razón, no se puede afirmar que la superficie de bosque para 2017 es consecuencia del cambio de cobertura forestal y tampoco de la población.

Los objetivos del indicador *d* (Superficie forestal recuperada) se efectuaron satisfactoriamente porque su obtención fue a partir de las matrices de cambio creadas para cada periodo. Este indicador se considera como indirecto, es decir, que es una respuesta a la presión porque no es posible comprobar la participación humana debido al tamaño del periodo y a la magnitud de los cambios. Es así que, los resultados de este indicador pueden utilizarse para entender de forma somera las consecuencias del cambio climático en las ANP y la importancia del ODS #15.

Los resultados de este indicador ejemplifican que ambas ANP tuvieron mayor ganancia de superficie forestal que de pérdida, esto significa que los valores de reflectancia para la clasificación de Vegetación Fotosintética y Suelo tuvieron un papel fundamental en el resultado final del mapa (véase Paso 4 de utilización del software); por ejemplo, en el primer año (1988) la Vegetación Fotosintética pudo ser identificada como Suelo debido a la escasa concentración de clorofila por ser suelos descubiertos, cubiertos con agua o con vegetación de pastos.

Al comparar las matrices de cambio, se demostró que la respuesta a la presión es positiva debido a que la ganancia de cobertura tiene mayor porcentaje que la pérdida en el periodo 88/92-17; sin embargo, la diferencia de ganancia entre ambas ANP es del 12% pero como ya se mencionó, este porcentaje se explica por el constante cambio de las zonas inundables del tular, el manglar y la vegetación de algas. El mapa de la RBSK muestra que gran cantidad de los polígonos de ganancia

se localizan en las zonas inundables, en comparación con la pérdida que se localiza principalmente en la costa. En esta línea, en el mapa del PILA se aprecia que la mayoría de los polígonos de pérdida se localizan en el área del ANP que corresponde a Panamá.

Para complementar los resultados del indicador de estado, se decidió calcular las hectáreas perdidas y ganadas en cada polígono de vegetación. Las gráficas de este indicador muestran que la ganancia de área para el tular, el manglar y la selva mediana subperennifolia son mayores a mil. Por otro lado, la superficie de ganancia del bosque mixto nuboso es la de mayor número, pero el bosque mixto intermedio transición a nuboso es el único que tiene menor ganancia que pérdida; asimismo, el bosque mixto transición a basal tiene 40 ha más de ganancia que de pérdida. También, la sabana es el tipo de vegetación con menor pérdida de todos los tipos de vegetación, ya que el polígono de vegetación en la RBSK clasificado como “Sin vegetación aparente” perdió 78 hectáreas y ganó 830 ha.

Con los resultados de este indicador, se afirma que la respuesta a la presión por parte de la RBSK es positiva, aunque también es necesario tomar en consideración que muchos de los polígonos de ganancia en los polígonos del tular y manglar son mucho más pequeños a una hectárea y que son áreas inundables con alta concentración de clorofila, y que son reconocidas por CLASLite como Vegetación Fotosintética. En contraparte, la respuesta a la presión por parte del PILA también es positiva, aunado a que la diferencia entre los porcentajes de pérdida y ganancia a lo largo del tiempo no es tan visible en comparación con la RBSK; lo anterior sugiere que la información de los pixeles con los que se trabajó representa de manera confiable la respuesta al cambio.

Los objetivos del indicador *e* (Programas de conservación) se cumplieron, la clasificación de restauración y rehabilitación es subjetiva y cualitativa; igualmente, los resultados permiten comprender a los indicadores previos. Este indicador muestra que hay diferentes discursos de conservación debido a la ubicación geográfica de cada área protegida, su contexto histórico, sus intereses político-económicos y su categoría de conservación; sin embargo, en ambas ANP está presente la importancia de implementar acciones que promuevan el desarrollo sostenible y, por consiguiente, la conservación de la superficie protegida.

Una diferencia que destacar entre los dos planes de manejo del PILA es que, aunque ambos consideran a la sociedad como parte fundamental del manejo de las reservas, los programas de Costa Rica tienen identificadas ciertas debilidades ambientales causadas por especies invasoras o cambios en el ecosistema ocasionados por la población. En cambio, en el plan de Panamá la mayoría de los programas propuestos están enfocados al desarrollo comunitario y su inclusión en procesos de sostenibilidad con el ecosistema, sus objetivos no están orientados al restablecimiento de alguna zona degradada o al restablecimiento de procesos ambientales, de productividad y de servicios ambientales. De hecho, aunque se menciona en un objetivo la restauración de áreas degradadas, no se indica cuáles son las causas de la degradación ni las acciones directas para contrarrestar la degradación.

En el PM de Panamá al igual que en el de Costa Rica se mencionan las amenazas que existen en las áreas protegidas; de hecho, el enfoque para resolver o evitar esos procesos de degradación está

encaminado a la educación ambiental, a la enseñanza del cuidado y al uso sostenible de los recursos; para así prevenir la degradación ambiental a largo, mediano y corto plazo. Por su parte, el PM de la RBSK tiene un enfoque gubernamental para la solución de problemas dentro del ANP, en este no se incluye a la población en la prevención de conflictos y problemas dentro del área, pero se considera la participación de institutos para la investigación; al igual que, la participación de organizaciones que actúan como mediadoras en el aprovechamiento de recursos y servicios.

La cantidad de programas enfocados a la restauración o rehabilitación en los PM del PILA se explica con el argumento de que, la mayoría de los pobladores que tienen acceso al ANP son indígenas que realizan técnicas tradicionales, mismas que no generan un impacto importante, aunado a la dificultad de acceso al área protegida. No obstante, como muestra el mapa de población, existen varios polígonos de poblados en los alrededores que representan un riesgo debido a que la mayoría son de tipo rural, y en este tipo de localidades predominan actividades primarias.

Las líneas de acción de los programas del PILA son acordes a los problemas planteados en ambos PM; estas están orientadas a un modelo participativo de conservación en el que los pobladores de la zona tienen que contribuir con acciones sostenibles para la conservación de las ANP. Asimismo, los programas de la RBSK son acordes a los problemas planteados en su PM, aunque en la descripción de los problemas no se hace énfasis a las consecuencias y a las soluciones que genera y puede proponer la población, las instituciones y las organizaciones.

En la revisión del programa de manejo de la RBSK se identificó que el Subprograma de Protección, el Subprograma de Manejo y el Subprograma de Restauración son aquellos que contienen diversas acciones encaminadas a prevenir y a cuidar la cobertura forestal. En cuanto a la población total, el Subprograma de Cultura es el único que contiene directrices enfocadas en la enseñanza de acciones sostenibles del medio. Con respecto al Cuadro 1, se entiende que el paradigma de conservación de la RBSK es consistente con su categoría de conservación, pero en transición a “Cómo es:” porque en los objetivos del ANP está presente el turismo, las razones científicas para estudiar y proteger el área, y los beneficios económicos de su conservación; también, tiene importancia local, nacional e internacional, pero la ANP es administrada por el gobierno central y dirigida por expertos.

En cuanto a la población, el PM menciona los conflictos ocasionados por la gente, pero ningún programa habla sobre la inclusión de los pobladores hacia una gestión local (participativa). La reserva parece tener una gestión dinámica y adaptativa ya que contiene planes a largo, mediano y corto plazo, al igual que planes operativos de evaluación de objetivos; al mismo tiempo, la ANP recibe fondos de contribuyentes y de organizaciones como la UNESCO.

En la revisión del PM PILA-Talamanca se identificó que los Programas de Control y Protección, al igual que el de Manejo de Ecosistemas son aquellos con acciones encaminadas a la vigilancia de la cobertura forestal, aunque los Programas de Gestión Comunitaria y de Educación Ambiental y Comunicación están mucho más completos y enfocados a la integración de la población. En la revisión del PM PILA-La Amistad, el Programa de Conservación y Manejo de Recursos Naturales es el único enfocado a la vigilancia de aspectos ecológicos de la reserva; no obstante, el Programa de Desarrollo Comunitario Sostenible, y el Programa de Comunicación, Educación e Interpretación Ambiental son los que contienen más acciones encaminadas al manejo de la población del ANP.

De acuerdo con la Cuadro 1, el paradigma de conservación del PILA no es tan distinto al de la RBSK, en este caso los objetivos son científicos, sociales y económicos, y se buscan métodos sostenibles para la economía local, además de la búsqueda de la patrimonialización de la población que vive dentro del ANP. En el PM se menciona la participación de ciertos grupos que representan a las poblaciones que están en constante comunicación con el gobierno central; esto significa que existe la intención de que la población gestione el área para poder satisfacer sus necesidades. El PILA es parte de la Reserva de la Biósfera La Amistad (RBLA); por lo tanto, es considerada de importancia local, nacional e internacional, pero también es considerada un bien local. En cuanto al tipo de gestión, es dinámica y adaptativa porque manejan objetivos a distintos plazos, y en la capacidad de gestión se habla de tomar en cuenta la participación, capacidades y conocimientos locales. El PILA recibe fondos de los contribuyentes y de otras organizaciones como la UNESCO.

En sí, las diferencias entre ambas ANP radican en su categoría de manejo, en la participación social y en el cuidado de los recursos naturales porque, aunque en la RBSK no se hable de la gestión local como algo fundamental, los mismos pobladores realizan actividades para el aprovechamiento de los recursos de la reserva, aunque ese sentimiento de patrimonio no ha sido reconocido y explicado por las autoridades en el instrumento de manejo.

Con base en que solo se recibió una encuesta contestada, se utilizaron diferentes artículos para complementar el discurso de gobernanza y de conservación participativa.

Una gran parte de la población costarricense se encuentra en contacto con áreas boscosas y con áreas protegidas; es por esta razón que Bonilla-Carrión y Rosero-Bixby (2000) proponen que los gobiernos locales desarrollen alertas tempranas que prevengan la deforestación, debido a que se contempla que los bosques serán deforestados en años futuros porque los bosques de Costa Rica sufren de una presión demográfica importante, que en parte es culpa institucional. Aunado a lo anterior, Vargas (2013) menciona que, aunque existen diversas organizaciones que colaboran con el gobierno y los pobladores para promover el turismo en las ANP, también se debe llegar a un consenso entre turismo y conservación para evitar poner en peligro los ecosistemas.

En contraparte, Masardule (2012) menciona que en Panamá la gestión y uso de tierras de pueblos indígenas de algunas comunidades como el pueblo Naso (dentro del PILA), no recibe el reconocimiento adecuado por parte del ANAM, además de que existían intereses políticos para la creación de una hidroeléctrica en la afluente del Río Teribe. Una de las acciones estratégicas de los grupos indígenas es exigir la participación en la discusión y modificación de la ley de áreas naturales protegidas, además de proponer nuevos sistemas de gobernanza que reconozcan y respeten la gestión colectiva de áreas de conservación indígena. También, se propone identificar y caracterizar conflictos entre las ANP y la gestión de territorios indígenas, además de fortalecer la participación de autoridades locales para la solución de conflictos.

En la RBSK la situación es igual de complicada, Brenner *et al.*, (2010) menciona que la cantidad de actores involucrados en la reserva ha incrementado considerablemente y por esta razón los problemas de gobernabilidad y gobernanza han incrementado. Otro problema es el paradigma del sistema político-económico actual, ya que este genera contradicciones entre la conservación y las

actividades turísticas. Lo anterior significa que no hay coherencia ni comunicación institucional con los pobladores y asociaciones; por lo mismo, se han generado más conflictos sociales. Asimismo, existen diferencias entre los actores locales y externos porque los mecanismos de participación para la gobernanza no son los adecuados, puesto que manejan un paradigma de conservación antiguo en el que solo puede participar la élite local.

El análisis de esta tesis no es similar al de otros estudios ya que el punto de partida de este trabajo son los instrumentos de manejo y la comparación de estos a nivel internacional para el conocimiento del desarrollo sostenible y la conservación de las ANP. Usualmente, los trabajos de investigación no suelen incluir tantos temas de estudio y se centran en las distintas aristas de la gobernanza, la conservación, el desarrollo sostenible o los instrumentos de manejo. Sin embargo, lo mencionado es una limitación, ya que resulta ser un trabajo extenso y difícil de completar porque es una investigación que requiere trabajo de campo, de la participación de diversas ciencias y disciplinas, mucho capital y acceso a información privada.

El modelo PER permite utilizar indicadores ambientales; no obstante, existen otros modelos y métodos que permiten estudiar y comprender de manera más profunda los problemas complejos, entender los sistemas socio-ecológicos y llevar a cabo un desarrollo sostenible. Por otra parte, es necesario considerar que los PM analizados, vigentes en 2018, se redactaron y se publicaron previos al establecimiento de los ODS en 2015 y por esta razón, los programas y subprogramas de los planes no incluyen una perspectiva de gobernanza actual.

Es importante señalar que la categoría de conservación puede ir de la mano con los resultados de esta tesis debido a que los objetivos, los lineamientos y las características de las reservas de la biósfera y los parques son distintas. De cualquier manera, la actualización de los PM es fundamental, al igual que la gobernanza, el monitoreo y la aplicación de los programas y subprogramas encaminados a la conservación y desarrollo sostenible de las ANP.

## Conclusiones

El PER funcionó como una guía metodológica que permitió organizar y priorizar los indicadores con los que se trabajó, además de ser un modelo sencillo que concedió la comprensión del problema de desarrollo sostenible sin tener que utilizar el modelo DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impact and Response; asimismo, permitió analizar y comprender los instrumentos de gestión y la conservación de las ANP.

La mayoría de los indicadores estuvieron orientados hacia aspectos forestales por el tipo de metodología de la tesis; aun así, se pudo contestar la hipótesis y estudiar las ANP, aunque faltó la integración de indicadores económicos que contrastaran los procesos humanos y ambientales. El análisis y cotejo de los PM permitió formular un bosquejo de las actividades económicas de la región y así, comprender e interpretar los resultados de los indicadores.

Esta investigación contribuye al estudio del cambio forestal en las ANP, porque además de utilizar un software diferente al estándar, también manifiesta la importancia de la dinámica de la cobertura forestal en la época actual. Por otra parte, este trabajo demuestra la importancia del estudio de ordenamientos territoriales como el Corredor Biológico Mesoamericano, y la importancia de considerar una gobernanza ambiental y una conservación participativa en instrumentos de manejo de ANP.

Esta tesis denota que el análisis multitemporal es capaz de evidenciar los cambios en la extensión forestal; asimismo, señala la importancia de la superficie recuperada y perdida de los diferentes tipos de vegetación de cada área protegida. También, expone la importancia de los PM para el cuidado de las ANP, y la necesidad de democratizar la gobernanza

La revisión y la comparación de los PM favoreció al entendimiento de las ventajas de la conservación participativa y la gobernanza ambiental, además de la identificación de los distintos programas y enfoques en el paradigma de conservación de las ANP. Esta tesis denota la importancia de una gobernanza horizontal, en la que se incluyan los objetivos de la Agenda 2030, además de monitorear y promover una participación deliberativa de todos los actores en la redacción de los nuevos objetivos, metas y programas de manejo.

Con respecto a la pregunta clave de la investigación, se afirma que efectivamente el decreto de ANP al igual que los PM favorecen a la conservación forestal porque a lo largo del tiempo, la superficie forestal se ha mantenido e incrementado; sin embargo, la conservación es multifactorial y depende de los intereses políticos estatales, nacionales e internacionales, de las limitaciones de capital, de la interacción social participativa y de la gobernanza, entre otros. Como respuesta a la hipótesis de la tesis; se afirma que la RBSK tuvo cambios más notables en áreas de mayor tamaño, en comparación con el PILA. Lo anterior no significa que los recursos forestales estén en peligro; aun así, es fundamental que el PM de la RBSK promueva la enseñanza de métodos para la conservación y la gestión sostenible del área.

El objetivo principal se cumplió, aunque la metodología de encuestas escritas vía electrónica no funcionó debido a la metodología. Por esto, la discusión sobre gobernanza ambiental y conservación participativa se redujo a lo observado en los PM y a lo investigado en artículos científicos y en línea. Los objetivos particulares se cumplieron, pero el último objetivo particular no se pudo complementar por lo mencionado anteriormente. Esta situación demuestra que es necesario trabajar en la solidaridad entre científicos, y al mismo tiempo, sirve como referente del largo camino que tiene por recorrer la transdisciplina, principalmente cuando existen barreras geográficas.

Esta tesis está enfocada al área de política, gobernanza e instituciones del posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad; por esta razón, es que se utilizó un modelo que permitiera estudiar un problema complejo con distintas variables y que permitiera comprender la complejidad de los instrumentos de gestión. También, contribuye al análisis de un problema humano-naturaleza (sistema socio-ecológico), al estudio de un problema complejo de sostenibilidad que es actual y que está en constante evolución, además de servir como punto de referencia para el estudio de la conservación, y de los PM de México, Costa Rica y Panamá.

### **Recomendación**

Con respecto al software CLASLite, si se tienen planes para analizar la cobertura forestal de bosques tropicales con zonas pantanosas o inundables, yo propondría la utilización de otro software debido a que el ajuste de los parámetros de Suelo y Vegetación Fotosintética pueden generar confusión y sesgos en el resultado final. Aunado a lo anterior, el software puede llegar a clasificar pixeles con neblina como cambio de cobertura de un año al otro cuando se encuentra junto a pixeles enmascarados completamente; este fue el caso de los mapas de cobertura del PILA.



## Bibliografía

- Álvarez, P. (2013). Corredor Biológico Mesoamericano en México. CONABIO. *Biodiversitas*, 110, 1–5.
- ANAM. (2004). Plan de Manejo Parque Internacional La Amistad. Panamá.
- Anderson-Teixeira, K. J., Miller, A. D., Mohan, J. E., Hudiburg, T. W., Duval, B. D., & DeLucia, E. H. (2013). Altered dynamics of forest recovery under a changing climate. *Global Change Biology*, 19(7), 2001–2021. <https://doi.org/10.1111/gcb.12194>
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1998). Ley de Biodiversidad. Costa Rica.
- Asamblea Legislativa de la República de Panamá. (1998). Ley N° 41 (De 1 de julio de 1998) “General de Ambiente de la República de Panamá”. Panamá.
- Asner, G.; Knapp, D.; Balaji, A; Páez-Acosta, G. (2009). Automated mapping of tropical deforestation and forest degradation: CLASlite. *Journal of Applied Remote Sensing*, 3(1), 033543. <https://doi.org/10.1117/1.3223675>
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2010). *RESOLUCIÓN No. AG- 1102-2009*. Panamá.
- Balint, P., Stewart, R., Desai, A., & Walters, L. (2011). *Wicked Environmental Problems*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Bennett, A. F. (2003). Linkages in the landscape : the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2004.FR.1.en>
- Bennett, N. J., Roth, R., Klain, S. C., Chan, K., Christie, P., Clark, D. A., ... Wyborn, C. (2017). Conservation social science: Understanding and integrating human dimensions to improve conservation. *Biological Conservation*, 205, 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.006>
- Bonilla-Carrión, R., & Rosero-Bixby, L. (2000). Presión demográfica sobre los bosques y áreas protegidas, Costa Rica 2000, (2001), 20.
- Burrough, P. & McDonnell. (1998). *Principles of GIS*. Oxford University Press. Inglaterra
- Brenner, L., Vargas, D., & Río, D. (2010). Gobernabilidad y gobernanza ambiental en México. La experiencia de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. *Polis*, 6(2), 115–154.
- Cash, D. W., Clark, W. C., Alcock, F., Dickson, N. M., Eckley, N., Guston, D. H., ... Kennedy, J. F. (2003). Knowledge systems for sustainable development. *PNAS*, 100(14), 6.
- Cerrillo, I. Martínez, A. (coord). (2005). La gobernanza hoy: 10 textos de referencia. Madrid, Institut Internacional de Governabilitat de Catalunya (IIG), *Estudios de Goberna*, Ministerio de Administraciones Públicas, Instituto Nacional de Administración Pública, pp.13.
- Chicas, S. D., Omine, K., & Saqui, P. (2016). CLASlite algorithms and social surveys to asses and identify deforestation and forest degradation in Toledo ' s protected areas and forest ecosystems , Belize. *Applied Geography*, 75, 144–155.

<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.08.012>

- Chirino, E., Abad, J., & Bellot, J. (2008). Uso de indicadores de presión-estado- respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa , SE , España. *Ecosistemas*, 17(1), 107–114. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892003000500016>
- Clark, W. C., Dickson, N. M., Cash, D. W., Alcock, F., Eckley, N., Guston, D. H., ... Mitchell, R. B. (2003). Sustainability science: the emerging research program. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8059–8061. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231333100>
- Cohen, M. A. (2013). Democracia deliberativa y gobernanza ambiental: ¿conceptos transversales de una nueva democracia ecológica? *Sociológica (Méx.)*, 73–122. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-01732013000300003&lang=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732013000300003&lang=pt)
- CONABIO.(2010). *Reserva de la Biosfera Sian Ka'an*. México, D.F. Retrieved from <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/reservasBiosfera3.pdf>
- CONANP. (2003). Estimación de la Tasa de Transformación del habitat en la Reserva de la Biósfera “La Encrucijada” Periodo 1975-2000, 29.
- CONANP. (2014). Lineamientos internos para el otorgamiento de apoyos para la ejecución del programa para la integración o modificación de los programas de manejo de las áreas naturales protegidas competencia de la federación (PROMANP). México.
- CONANP, & SEMARNAT. (2013). La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, una Área Natural Protegida de valor universal. México, D.F. Retrieved from [http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id\\_subcontenido=530](http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=530)
- Crespo Guerrero, J. M., Jiménez Pelcastre, A., & Nava Martínez, J. D. (2019). Tensiones y conflictos territoriales en la pesca ribereña del Estado de Campeche, México (2013–2018). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, (82), 1–53. <https://doi.org/10.21138/bage.2764>
- Diario de Yucatán. (2017). PROFEPA clausura trabajos en reserva ecológica de Tulum. Diario de Yucatán. Publicado el: 15 de septiembre de 2017 - 2:42 pm. Consultado el: 19 de agosto de 2018. Disponible en: <http://yucatan.com.mx/qroo/profepa-clausuran-trabajos-reserva-ecologica-tulum>
- Diario de Yucatán. (2017). Clausuran dos obras en la reserva de Sian Ka'an. Diario de Yucatán, 2018. Publicado el: 13 de agosto de 2018 - 5:04 pm. Consultado el: 19 de agosto de 2018. Disponible en: <http://www.yucatan.com.mx/mexico/quintana-roo/clausuran-dos-obras-en-la-reserva-de-sian-kaan>
- Domínguez Cervantes, E. (2009). Conectividad biológica y social. Zonas de influencia de las áreas naturales protegidas. *Corredor Biológico Mesoamericano México, Conocimien*(5).
- Dudley, N., Stolton, S. (2008). *Defining protected areas: An international conference in Almeria, Spain Mayo 2007. IUCN Protected Areas Categories Summit*. <https://doi.org/978-2-8317-1132-4>

- El-Hajj Sawaya, R., Khater, C., Vela, E., Khalife, A., & Tatoni, T. (2016). Pertinence of protected areas networks in biodiversity conservation strategies: insights from an eastern Mediterranean context. *Ecologia Mediterranea*, 42(2), 5–19. <https://doi.org/10.3406/ecmed.2016.1988>
- ESRI (2019). ArcGIS Online. Consultado el 3 de marzo de 2019. Disponible en: <https://www.arcgis.com/home/index.html>
- FAO. (1996). Forest resources assessment 1990, Survey of tropical forest cover and study of change processes. Consultado el 25 de Junio de 2018. <http://www.fao.org/3/w0015e/W0015E00.htm>
- Fernández de Pinedo, I. (2006). NTP 15: Construcción de una escala de actitudes tipo Likert. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, 1–8. <https://doi.org/NTP15>
- Finegan, B., Céspedes, M., & Sesnie; Sesnie, Steven; Induni, Gustavo; Herrera, B. (2009). El monitoreo ecológico como herramienta de manejo para la conservación Bases conceptuales y estructura del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, (54), 66–73.
- Fischer, J., Gardner, T. A., Bennett, E. M., Balvanera, P., Biggs, R., Carpenter, S., ... Tenhunen, J. (2015). Advancing sustainability through mainstreaming a social-ecological systems perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14(JUNE), 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.06.002>
- Frolking, S., Palace, M. W., Clark, D. B., Chambers, J. Q., Shugart, H. H., & Hurtt, G. C. (2009). Forest disturbance and recovery: A general review in the context of spaceborne remote sensing of impacts on aboveground biomass and canopy structure. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 114(3). <https://doi.org/10.1029/2008JG000911>
- Gaviño, M., y Sarandon, R. (1999). El uso de indicadores ambientales y de intervención en la gestión ambiental. *Facultad de Ingeniería (UNLP)-Estudio E3*, (September), 1–20.
- Graymore, M. L. M., Sipe, N. G., & Rickson, R. E. (2008). Regional sustainability: How useful are current tools of sustainability assessment at the regional scale? *Ecological Economics*, 67(3), 362–372. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.002>
- Grupo de Evaluación Independiente. (2011). El Corredor Biológico Mesoamericano. Análisis de Programa Regional, 5(2).
- Gutiérrez, R. J., Wood, K. A., Redpath, S. M., & Young, J. C. (2016). Conservation Conflicts: Future Research Challenges. *Wildlife Research Monographs*, 1(May 2018). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27912-1>
- Hardi, P., & Pinter, L. (1995). Models and methods of measuring sustainable development performance. *Development*, 36.
- Hufty, M. (2011). Investigating policy processes: The Governance Analytical Framework (GAF). *Research for Sustainable Development: Foundations, Experiences, and Perspectives*, 403–424. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- INEGI (2017). Uso de Suelo y Vegetación. Consultado el 10 de Marzo de 2018. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas>
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., ... Iii, B. M. (2001). Sustainability Science. *Science (New York, N.Y.)*, 292(5517), 641–642. <https://doi.org/10.1126/science.1059386>
- Lausche, B. (2011). Guidelines for Protected Areas Legislation. Environmental Policy and Law. Gland, Switzerland: IUCN. Retrieved from [http://data.iucn.org/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?AC=GET\\_RECORD&XC=/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll&BU=http://data.iucn.org/dbtw-wpd/commande/index\\_newsite.htm&TN=iucn&SN=AUTO5511&SE=258&RN=0&MR=20&TR=0&TX=1000&ES=0&CS=1&XP=&RF=WebRes&EF=&DF=WebAff&RL=0&EL=0&DL=0&](http://data.iucn.org/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?AC=GET_RECORD&XC=/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll&BU=http://data.iucn.org/dbtw-wpd/commande/index_newsite.htm&TN=iucn&SN=AUTO5511&SE=258&RN=0&MR=20&TR=0&TX=1000&ES=0&CS=1&XP=&RF=WebRes&EF=&DF=WebAff&RL=0&EL=0&DL=0&)
- Launay, C. (2005). "La gobernanza: Estado, ciudadanía y renovación de lo político. Origen, definición e implicaciones del concepto en Colombia". *Controversia*, num 185, Colombia, CINEP, diciembre, 2005, p. 95.
- L. López Manjarrez, D. O. (2015). *Impacto territorial de los transgénicos en la apicultura orgánica en la Península de Yucatán*. UNAM.
- López, INP. C. R. (2009). "Experiencias del INEGI en la elaboración de Indicadores Ambientales y el Desarrollo Sustentable" en: Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México. Instituto de Geografía, UNAM, Ciudad de México, México. p.27-55
- Leader-Williams, N., Adams, W. M., & Smith, R. J. (2010). *Trade-Offs in Conservation: Deciding What to Save*. *Trade-Offs in Conservation: Deciding What to Save*. <https://doi.org/10.1002/9781444324907>
- Levrel, H., Kerbiriou, C., & Couvet, D. (2009). OECD pressure – state – response indicators for managing biodiversity : a realistic perspective for a French biosphere reserve, *18(7)*, 1719–1732. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9507-0>
- Lewis, C. (1996). *Managing Conflicts in Protected Areas*. Retrieved from <https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/1996-013.pdf>
- Lourdes, M. De, Gamiño, R., & Blanco, J. L. (2007). Primer Coloquio sobre Conceptos y Aplicación de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad en México, Instituto de Geografía, UNAM, 21 de noviembre 2006. *Investigaciones Geográficas*, (63), 2006–2008.
- Martinez-Reyes, J. (2014). Beyond Nature Appropriation: Towards Post-development Conservation in the Maya Forest. *Conservation and Society*, 12(2), 162. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.138417>
- Mas, J. F., Reyes Diaz, J., & Pérez Vega, A. (1990). Evaluación de la confiabilidad temática de mapas o de imágenes clasificadas. *Investigaciones Geográficas*, (51), 53–72. <https://doi.org/10.1155/2014/372349>
- Masardule, O. (2012). Reconocimiento y apoyo a las ICCAS en Panamá: Global Overview and National Case Studies. *Convención de Diversidad Biológica*, (64), 1–49.

- McNeeley, J. A., & Mainka, S. A. (2009). *Conservation for a new era*.  
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2009.16.en>
- OCDE. (1993). Modelo Presión Estado Respuesta (PER), 5.
- ONU.(2015).*Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2015*. ONU.  
<https://doi.org/10.1108/17427370810932141>
- ONU.(2016).Vida de Ecosistemas Terrestres: Por qué es importante, 2. Retrieved from  
[http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/15\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/15_Spanish_Why_it_Matters.pdf)
- Ortega-Rubio, A., Jiménez-Badillo, C. L. J.-S. L., Pinkus-Rendón, M. J., Arriola-Padilla, V. J., Sosa-Ramírez, J., Valadez-Cruz, F., ... Pinkus-Rendón, M. J. (2015). Prioridades de investigación para las áreas naturales protegidas. In *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México* (pp. 493–512).
- Palacio-Prieto, J. L., Sánchez-Salazar, M. T., Casado-Izquierdo, J. M., Propin Frejomil, E., Delgado Campos, J., Velázquez Montes, a., ... Ortiz Álvarez, M. I. (2004). *Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio*. Ine.Gob.Mx. Retrieved from  
[http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=434](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=434)
- Paz, M. F. (2014). Conflictos, conflictividades y movilizaciones socioambientales en México. Problemas comunes, lecturas diversas. México.
- Peel, M.C; Finlayson, B.L; McMahon, T.(2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633–1644.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Phillips, A. (2003). Turning Ideas on Their Head. *The George Wright Forum*, 20(Article 2), 8–32.
- PNUD. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consultado el: 10 de Enero de 2018. Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Presidente de la República & Ministro del Ambiente y Energía. (1998). Reglamento a la Ley de Biodiversidad.
- Proyecto PIMA;INRENA;GEF; Banco Mundial. (2017). *LA CONSERVACION PARTICIPATIVA MEMORIA DEL PROYECTO PIMA. Participación de las Comunidades Nativas en el Manejo de Areas Naturales Protegidas de la Amazonía*. Retrieved from  
[http://siteresources.worldbank.org/INTPERUINSPANISH/Resources/MEMORIA\\_DEL\\_PROYECTO\\_PIMA.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTPERUINSPANISH/Resources/MEMORIA_DEL_PROYECTO_PIMA.pdf)
- Ramírez, M. I., Zubieta, R., Luna, L., & López, C. (2005). Análisis regional y comparación metodológica del cambio en la cubierta forestal en la Región Mariposa Monarca Informe Técnico Final Convenio KE31, 52. Retrieved from  
[http://awsassets.panda.org/downloads/mmonarca\\_analisis\\_cambio\\_forestal.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/mmonarca_analisis_cambio_forestal.pdf)
- Redpath, S. M., Young, J., Evely, A., Adams, W. M., Sutherland, W. J., Whitehouse, A., ...

- Gutiérrez, R. J. (2013). Understanding and managing conservation conflicts. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(2), 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.08.021>
- Redorta, J. (2004). Tipología de conflictos. In *Cómo analizar conflictos. La tipología de conflictos como herramienta de mediación* (pp. 83–95). España: Paidós.
- Rodríguez-Ortega, C. y Flores-Martínez, A. (2009). "El Sistema nacional de Indicadores Ambientales (SNIA)" en: Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México. Instituto de Geografía, UNAM, Ciudad de México, México. p.15-26.
- Romero-Sánchez, M. E. (2017). Assessing and Monitoring Forest Degradation in a Deciduous Tropical Forest in Mexico via Remote Sensing Indicators. <https://doi.org/10.3390/f8090302>
- Ruiz-Mallén, I., Newing, H., Porter-Bolland, L., Pritchard, D. J., García-Frapolli, E., Méndez-López, M. E., ... Reyes-García, V. (2013). Cognisance, participation and protected areas in the Yucatan Peninsula. *Environmental Conservation*, 41, 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0376892913000507>
- Sandbrook, C. (2015). What is conservation? *Oryx*, 49(4), 565–566. <https://doi.org/10.1017/S0030605315000952>
- SEMARNAT. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas, Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT y CONANP. (2015). Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*, 481. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- SINAC. (2012). Plan de Manejo del Parque Internacional La Amistad Talamanca. Costa Rica.
- Spangenberg, J. H. (2011). Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation*, 38(03), 275–287. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000270>
- Schteingart, M. (2007). “Gobernanza y participación en la gestión local. Algunos ejemplos de municipios mexicanos”, en: Juan Antonio Flores Vera, ed., Estado, metrópoli y políticas sociales, México, Plaza y Valdés, pp. 185-193.
- UICN. (2003). V Congreso Mundial de Parques de la UICN: Beneficios más allá de las fronteras. *Conservación Mundial*, 34, 32. Retrieved from [https://cmsdata.iucn.org/downloads/vth\\_iucn\\_es.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/vth_iucn_es.pdf)
- UNEP-WCMC, IUCN, y NGS. (2018). *Protected Planet Report 2018*. IUCN, Gland, Switzerland .... Gland, Switzerland; Washington, D.C., USA: Cambridge UK.
- UNESCO. (2018a). The Criteria for selection. Consultado el 10 de Junio de 2018. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/criteria/>

- UNESCO.(2018b). Sian Ka'an. Consultado el: 7 de Junio de 2018. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/410/>
- UNESCO. (2018c). Talamanca Range-La Amistad Reserves / La Amistad National Park. Consultado el 7 de Junio de 2018. Disponible en: <https://whc.unesco.org/en/list/205>.
- Valverde, S. L. (2005). Situación y problemática de los incendios forestales, Costa Rica.
- Vargas Ulate, G. (2013). Turismo y Espacios Naturales Protegidos en Costa Rica: Enfrentamiento o Concertación. *Revista de Ciencias Sociales*, (123–124). <https://doi.org/10.15517/rsc.v0i123-124.8814>
- Velarde C. J. A. (2018). La Organización de Naciones Unidas y su papel en el fortalecimiento de la gobernanza en la Ciudad de México. En *La gobernanza en la Ciudad de México, Visiones multidisciplinarias*. México, Escuela de Administración Pública de la Ciudad de México, 121-139.
- Velásquez, L., y D'Armas, M. (2013). Indicadores de desarrollo sostenible para la planificación y toma de decisiones en el municipio de Caroní. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 17(66), 19–27. Retrieved from <http://www.scielo.org.ve/pdf/uct/v17n66/art03.pdf>
- Vilches, A.; Gil Pérez, D.; Calero M.; Toscano, J.C.; Macías, O. (2014). Objetivos de desarrollo sostenible, (May 2016). Retrieved from <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Visit Costa Rica (2018). Reserva de la Biósfera y Parque Internacional La Amistad. Consultado el 10 de Junio de 2018. Disponible en: <https://www.visitcostarica.com/es/costa-rica/where-to-go/protected-areas/la-amistad-international-park-and-biosphere-preserve>
- Watzin, M. C., Smyth, R. L., Cassell, E. A., Cully, W., Manning, R. E., & Wang, D. (2005). Ecosystem Indicators and an Environmental Score Card for the Lake Champlain Basin Program, (46).
- Wang, W., Pechacek, P., Zhang, M., Xiao, N., Zhu, J., & Li, J. (2013). Effectiveness of Nature Reserve System for Conserving Tropical Forests: A Statistical Evaluation of Hainan Island, China. *PLoS ONE*, 8(2), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057561>
- WCPA [World Database of Protected Areas]. (2018). International La Amistad Costa Rica. Consultado el 20 de Junio de 2018. Disponible en: <https://dopa-explorer.jrc.ec.europa.eu/wdpa/2553>
- Wunder, S. (2005). Payments for environmental services: some nuts and bolts. *Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts*, (42). <https://doi.org/10.17528/cifor/001765>
- Zamora, N., y Monro, A. (2007). Herramientas básicas para el manejo del Parque Internacional La Amistad (PILA): Costa Rica/ Panamá. *Boletín Semestral Iniciativa Darwin*, 2. Retrieved from <http://www.inbio.ac.cr/pila-darwin/pdf/anexo-2-boletin-2.pdf>





## Anexos

a	Nombre del indicador	Cambio de cobertura forestal
Dimensión del indicador: Ambiental	ODS #13 y #15	Categoría en Modelo PER: <u>Presión</u>
<b>1</b>	<b>Indicador</b>	
1.1	<u>Nombre:</u> Cambio de cobertura forestal	
1.2	<u>Definición breve:</u> Transición del área forestal (más de 0.5 ha de árboles de una altura superior a 5 metros) a áreas de suelo expuesto, de producción humana o de otro tipo de vegetación.	
1.3	<u>Unidad de medida:</u> ha	
<b>2</b>	<b>Relevancia</b>	
2.1	<u>Propósito:</u> mostrar la permanencia o cambio del área boscosa.	
2.2	<u>Relevancia para el desarrollo sostenible:</u> los árboles son recursos naturales que proveen diversos servicios ambientales para el hombre, son el hogar de especies animales y vegetales y son fundamentales para la regulación del ciclo hidrológico, para la regulación climatológica; además de ser la fuente de diversos productos usados por el ser humano.	
2.3	<u>Relación con otros indicadores:</u> Población total urbana y rural, Extensión de bosques tropicales, Superficie forestal recuperada, Programas de Conservación, Restauración y Rehabilitación.	
2.4	<u>Objetivos y metas:</u>  Objetivos: 1) Denotar la permanencia y cambio del área boscosa del ANP. 2) Conocer la tasa de cambio en los diferentes periodos.  Metas: 1) Contribuir con el análisis del cambio forestal de las áreas protegidas. 2) Demostrar la importancia de la medición de hectáreas que han cambiado con el tiempo.	
<b>3</b>	<b>Descripción metodológica y definiciones importantes</b>	
3.1	<u>Definiciones y conceptos:</u>  Cambio: Se refiere a la acción o transición de un estado inicial a otro diferente, según se refiera a un individuo, objeto o situación; también puede referirse a la acción de sustituir o reemplazar algo.  Cobertura forestal: Es el área que se extiende por más de 0,5 ha dotada de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de copas superior al 10%, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye las plantaciones utilizadas fundamentalmente para fines forestales o de protección. Excluye las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola, por ejemplo, plantaciones frutales y sistemas agroforestales. Excluye también los árboles que crecen en parques y jardines urbanos.	
3.2	<u>Métodos de medición:</u> a través del cálculo de la geometría (polígonos) en ha con ArcMap a partir de imágenes satelitales y/o a través de vectores y a través de la ecuación para la tasa de transformación de hábitat.	
3.3	<u>Limitaciones del indicador:</u> depende de la existencia cartográfica (vectores); las hectáreas pueden variar debido a la clasificación hecha por CLASLite.	
<b>4</b>	<b>Evaluación de la disponibilidad de información de fuentes nacionales e internacionales</b>	
4.1	<u>Datos necesarios para compilar el indicador:</u> polígonos con área calculada.	
4.2	<u>Disponibilidad nacional e internacional de datos:</u> estos datos dependen de las autoridades federales o privadas encargadas de cada país.	
<b>5</b>	<b>Instituciones/organismos involucrados en el desarrollo del indicador</b>	
5.1	<u>Instituciones responsables:</u> CONABIO, INEGI.	

6	<b>Referencias adicionales</b>
6.1	<p data-bbox="386 241 820 262"><u>Información estadística y documentos adicionales:</u></p> <p data-bbox="386 289 755 310"><a href="https://www.ecured.cu/Cobertura_boscosa">https://www.ecured.cu/Cobertura_boscosa</a></p> <p data-bbox="386 338 1209 359"><a href="https://proteccionforestal.files.wordpress.com/2011/05/dinamica_cambio_cobertura_forestal.pdf">https://proteccionforestal.files.wordpress.com/2011/05/dinamica_cambio_cobertura_forestal.pdf</a></p> <p data-bbox="386 386 1112 407"><a href="http://www.ibiologia.unam.mx/directorio/r/ricker_pdf/Deforestacion_Mexico_08.pdf">http://www.ibiologia.unam.mx/directorio/r/ricker_pdf/Deforestacion_Mexico_08.pdf</a></p> <p data-bbox="386 434 860 455"><a href="http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/">http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/</a></p> <p data-bbox="386 483 844 504"><a href="http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/usosuelo/">http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/usosuelo/</a></p> <p data-bbox="386 531 1307 552"><a href="https://wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin-wrm/seccion1/la-agricultura-y-la-ganaderia-de-la-deforestacion/">https://wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin-wrm/seccion1/la-agricultura-y-la-ganaderia-de-la-deforestacion/</a></p> <p data-bbox="386 579 1112 600"><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/</a></p> <p data-bbox="386 627 950 648"><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/</a></p> <p data-bbox="386 676 641 697"><a href="https://www.gob.mx/conabio">https://www.gob.mx/conabio</a></p> <p data-bbox="386 724 1015 745"><a href="https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/infys/estudio-cobertura-forestal">https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/infys/estudio-cobertura-forestal</a></p> <p data-bbox="386 772 1323 793"><a href="https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/07_forestales/07_forestales_esquema.html">https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/07_forestales/07_forestales_esquema.html</a></p>

b	Nombre del indicador	<b>Población total urbana y rural</b>
Dimensión del indicador: Social	ODS #11 y #12	Categoría en Modelo PER: <u>Presión</u>
<b>1</b>	<b>Indicador</b>	
1.1	<u>Nombre:</u> Población total urbana y rural	
1.2	<u>Definición breve:</u> Número de habitantes en localidades urbanas y rurales	
1.3	<u>Unidad de medida:</u> Cientos, miles o millones de habitantes	
<b>2</b>	<b>Relevancia</b>	
2.1	<u>Propósito:</u> conocer el número de personas que viven dentro o en las afueras de las ANP.	
2.2	<u>Relevancia para el desarrollo sostenible:</u> la población humana es el principal factor de presión sobre los recursos naturales porque las personas necesitan servicios como el agua, luz, drenaje entre otros; por esta razón, el tamaño de la población está altamente relacionado con la expansión urbana y rural.	
2.3	<u>Relación con otros indicadores:</u> Cambio de cobertura forestal, Extensión de bosques tropicales, Superficie forestal recuperada, Programas de Conservación, Restauración y Rehabilitación.	
2.4	<u>Objetivos y metas:</u> Objetivos: 1) Cuantificar el número de personas que habitan en los municipios, provincias o cantones cerca y dentro del ANP 2) Conocer la cantidad de poblaciones urbanas y rurales dentro y fuera del ANP. Metas: 1) Demostrar la importancia del tamaño de las poblaciones humanas.	
<b>3</b>	<b>Descripción metodológica y definiciones importantes</b>	
3.1	<u>Definiciones y conceptos:</u> Población urbana: Es aquella que reside en localidades de 2 500 y más habitantes. Población rural: Es la población que reside en localidades menores de 2 500 habitantes.	
3.2	<u>Métodos de medición:</u> se calcula a partir de los Censos de Población.	
3.3	<u>Limitaciones del indicador:</u> depende de la disponibilidad de los Censos Generales de Población de cada país y de la existencia de la información vectorial.	
<b>4</b>	<b>Evaluación de la disponibilidad de información de fuentes nacionales e internacionales</b>	
4.1	<u>Datos necesarios para compilar el indicador:</u> Censos de población y polígonos o puntos para ubicar las poblaciones.	
4.2	<u>Disponibilidad nacional e internacional de datos:</u> estos datos dependen de las autoridades federales o privadas encargadas de cada país.	
<b>5</b>	<b>Instituciones/organismos involucrados en el desarrollo del indicador</b>	
5.1	<u>Instituciones responsables:</u> INEGI, CEPAL, INEC Panamá, INEC Costa Rica.	
<b>6</b>	<b>Referencias adicionales</b>	

6.1	<p><b>Información estadística y documentos adicionales:</b></p> <p><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/</a></p> <p><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/</a></p> <p><a href="https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/06_biodiversidad/06_biodiv_terrestres_esquema.html">https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/06_biodiversidad/06_biodiv_terrestres_esquema.html</a></p> <p><a href="https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/indicador/02_agua/2_1_1.html">https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/indicador/02_agua/2_1_1.html</a></p> <p><a href="http://www.beta.inegi.org.mx/temas/estructura/default.html#Informacion_general">http://www.beta.inegi.org.mx/temas/estructura/default.html#Informacion_general</a></p> <p><a href="https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/default.html#Tabulados">https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/default.html#Tabulados</a></p> <p><a href="https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa">https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa</a></p> <p><a href="http://www.inec.go.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion">http://www.inec.go.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion</a></p> <p><a href="http://sistemas.inec.cr/pad4/index.php/catalog/113/study-description">http://sistemas.inec.cr/pad4/index.php/catalog/113/study-description</a></p> <p><a href="http://www.snitcr.go.cr/about">http://www.snitcr.go.cr/about</a></p> <p><a href="http://ignpanama.anati.gob.pa/">http://ignpanama.anati.gob.pa/</a></p> <p><a href="https://www.contraloria.gob.pa/INEC/Avance/Default.aspx">https://www.contraloria.gob.pa/INEC/Avance/Default.aspx</a></p> <p><a href="http://www.registrnacional.go.cr/instituto_geografico/enlaces.htm">http://www.registrnacional.go.cr/instituto_geografico/enlaces.htm</a></p> <p><a href="https://www.arcgis.com/home/index.html">https://www.arcgis.com/home/index.html</a></p>
-----	---

c	Nombre del indicador	<b>Extensión de bosques tropicales</b>
Dimensión del indicador: Ambiental	ODS #13 y 15	Categoría en Modelo PER: <u>Estado</u>
<b>1</b>	<b>Indicador</b>	
1.1	<u>Nombre:</u> Extensión de bosques tropicales	
1.2	<u>Definición breve:</u> Se refiere a la abundancia de recursos forestales tropicales que existen en un área determinada.	
1.3	<u>Unidad de medida:</u> ha	
<b>2</b>	<b>Relevancia</b>	
2.1	<u>Propósito:</u> conocer las hectáreas de bosque y selva que existen dentro de las áreas protegidas.	
2.2	<u>Relevancia para el desarrollo sostenible:</u> este indicador es utilizado por el Gobierno del Reino Unido como Indicador de Desarrollo Sostenible; por otro lado, depende de la abundancia de recursos forestales la estabilidad ecológica de un área, ya que estas áreas contienen una gran cantidad de especies forestales que son utilizadas por el hombre y contrarrestan el cambio climático.	
2.3	<u>Relación con otros indicadores:</u> Cambio de cobertura forestal, Población total urbana y rural, Superficie forestal recuperada, Programas de Conservación, Restauración y Rehabilitación.	
2.4	<u>Objetivos y metas:</u> Objetivos: 1) Cuantificar las hectáreas de bosque y selvas actuales dentro de cada área protegida. 2) Describir el tipo de bosque de los diferentes tipos de vegetación dependiendo de su extensión. Metas: 1) Contribuir con el estudio de la extensión de bosques tropicales 2) Demostrar la importancia de la extensión forestal.	
<b>3</b>	<b>Descripción metodológica y definiciones importantes</b>	
3.1	<u>Definiciones y conceptos:</u> Extensión: Es la acción o efecto de extender, aunque también puede utilizarse el término para nombrar a la medida del espacio que ocupa un cuerpo y a la capacidad para ocupar una parte del espacio. Bosque tropical: Son aquellos que se encuentran situados en la franja intertropical y que presentan un clima tropical.	
3.2	<u>Métodos de medición:</u> se calculan las ha a partir de la geometría de polígonos con ArcGIS.	
3.3	<u>Limitaciones del indicador:</u> la escala y los resultados del software.	
<b>4</b>	<b>Evaluación de la disponibilidad de información de fuentes nacionales e internacionales</b>	
4.1	<u>Datos necesarios para compilar el indicador:</u> polígonos (vectores).	
4.2	<u>Disponibilidad nacional e internacional de datos:</u> estos datos dependen de las autoridades federales o privadas encargadas de cada país.	
<b>5</b>	<b>Instituciones/organismos involucrados en el desarrollo del indicador</b>	
5.1	<u>Instituciones responsables:</u> CONAFOR, INEGI.	
<b>6</b>	<b>Referencias adicionales</b>	
6.1	<u>Información estadística y documentos adicionales:</u> <a href="http://www.fao.org/3/i3010s/i3010s.pdf">http://www.fao.org/3/i3010s/i3010s.pdf</a> <a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/</a> <a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/</a>	

	<p><a href="https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/infys/estudio-cobertura-forestal">https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/infys/estudio-cobertura-forestal</a></p> <p><a href="http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/">http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/</a></p> <p><a href="http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/usuarios/">http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/usuarios/</a></p> <p><a href="https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/indicador/07_forestales/7_6.html">https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/indicador/07_forestales/7_6.html</a></p> <p><a href="https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/07_forestales/07_forestales_esquema.html">https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/07_forestales/07_forestales_esquema.html</a></p> <p><a href="https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259594">https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259594</a></p>
--	---

d	Nombre del indicador	Superficie forestal recuperada
Dimensión del indicador: Ambiental	ODS #13 y 15	Categoría en Modelo PER: <u>Respuesta</u>
<b>1</b>	<b>Indicador</b>	
1.1	<u>Nombre:</u> Superficie forestal recuperada	
1.2	<u>Definición breve:</u> Es el área que cambio de suelo expuesto, agricultura u otro estado a cobertura forestal.	
1.3	<u>Unidad de medida:</u> ha	
<b>2</b>	<b>Relevancia</b>	
2.1	<u>Propósito:</u> conocer las hectáreas de ganancia de área forestal	
2.2	<u>Relevancia para el desarrollo sostenible:</u> la superficie forestal es importante porque indica que existen procesos humanos o naturales que permiten la recuperación de áreas con coberturas o uso diferentes al forestal; asimismo, estas superficies pueden tener diversos propósitos como por ejemplo la reforestación.	
2.3	<u>Relación con otros indicadores:</u> Cambio de cobertura forestal, Población total urbana y rural, Extensión de bosques tropicales, Programas de Conservación, Restauración y Rehabilitación.	
2.4	<u>Objetivos y metas:</u> Objetivos: 1) Cuantificar las hectáreas de bosque tropical recuperadas. 2) Denotar la ganancia o pérdida de superficie forestal. Metas: 1) Demostrar la importancia de la superficie forestal en las áreas protegidas.	
<b>3</b>	<b>Descripción metodológica y definiciones importantes</b>	
3.1	<u>Definiciones y conceptos:</u> Se refiere al restablecimiento de una masa forestal arbórea, arbustiva o con cactáceas en superficies de pastoreo o malezas, de uso agrícola o de suelo expuesto.	
3.2	<u>Métodos de medición:</u> se calculan las ha a partir de la geometría de polígonos con ArcGIS.	
3.3	<u>Limitaciones del indicador:</u> la escala.	
<b>4</b>	<b>Evaluación de la disponibilidad de información de fuentes nacionales e internacionales</b>	
4.1	<u>Datos necesarios para compilar el indicador:</u> polígonos (vectores).	
4.2	<u>Disponibilidad nacional e internacional de datos:</u> estos datos dependen de las autoridades federales o privadas encargadas de cada país.	
<b>5</b>	<b>Instituciones/organismos involucrados en el desarrollo del indicador</b>	
5.1	<u>Instituciones responsables:</u> CONAFOR, INEGI.	
<b>6</b>	<b>Referencias adicionales</b>	
6.1	<u>Información estadística y documentos adicionales:</u> <a href="http://www.fao.org/3/i3010s/i3010s.pdf">http://www.fao.org/3/i3010s/i3010s.pdf</a> <a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/</a> <a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/</a> <a href="https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/infys/estudio-cobertura-forestal">https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/infys/estudio-cobertura-forestal</a> <a href="http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/12/154Modelos%20de%20Recuperaci%20Forestal%20Propuestas%20para%20la%20Regi%20IV.%20Balsas.pdf">http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/12/154Modelos%20de%20Recuperaci%20Forestal%20Propuestas%20para%20la%20Regi%20IV.%20Balsas.pdf</a>	

	<a href="https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259594">https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259594</a>
--	---



e	Nombre del indicador	Programas de Conservación (Restauración y Rehabilitación)
Dimensión del indicador: Social, Ambiental	ODS #12, 13 y 15	Categoría en Modelo PER: <u>Respuesta</u>
<b>1</b>	<b>Indicador</b>	
1.1	<u>Nombre:</u> Programas de Conservación, Restauración y Rehabilitación	
1.2	<u>Definición breve:</u> Son instrumentos que contienen las directrices, o estrategias a seguir sobre algún tema en específico, como conservación, restauración o rehabilitación forestal.	
1.3	<u>Unidad de medida:</u> Escala de Razón	
<b>2</b>	<b>Relevancia</b>	
2.1	<u>Propósito:</u> conocer si las áreas protegidas tienen programas de conservación, restauración y rehabilitación	
2.2	<u>Relevancia para el desarrollo sostenible:</u> los programas son fundamentales para llevar a cabo los objetivos de los programas de manejo de las áreas protegidas; en este caso, la conservación, restauración y rehabilitación de áreas forestales es importante porque existen muchos factores involucrados que están ligados a diversos procesos sostenibles como por ejemplo la reforestación de hábitats. <u>Relación con otros indicadores:</u> Cambio de cobertura forestal, Población total urbana y rural, Extensión de bosques tropicales, Superficie forestal recuperada.	
2.3	<u>Objetivos y metas:</u>	
2.4	Objetivos: 1) Identificar y cuantificar los programas de conservación, restauración y rehabilitación en los programas de manejo. 2) Conocer los objetivos, estrategias o metas de los programas identificados. Metas: 1) Demostrar la importancia de programas enfocados al cuidado del medio natural de las áreas protegidas. 2) Comparar y contrastar las diferencias de cada programa.	
<b>3</b>	<b>Descripción metodológica y definiciones importantes</b>	
3.1	<u>Definiciones y conceptos:</u> Programa: Instrumento administrativo/político para la gestión de un territorio donde se plantean las estrategias y se especifica el tipo de planeación. Conservación: Son las acciones que se plantean para la permanencia de la naturaleza junto con el ser humano. Restauración ecológica: Es el proceso de asistir al restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, se da a partir de un manejo integral de todos los aspectos degradados del espacio para restituir las condiciones y funciones originales del ecosistema.	
3.2	Rehabilitación ambiental: A diferencia de la restauración, la rehabilitación se basa en el restablecimiento de los procesos, de la productividad y los servicios ambientales del ecosistema; se fundamenta del conocimiento de las causas de alteración y degradación para mejorar la calidad humana a través de proyectos. <u>Métodos de medición:</u> se contabilizan los programas mencionados en los programas de manejo.	
<b>4</b>	<b>Evaluación de la disponibilidad de información de fuentes nacionales e internacionales</b>	
4.1	<u>Datos necesarios para compilar el indicador:</u> Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas	
4.2	<u>Disponibilidad nacional e internacional de datos:</u> estos datos dependen de las autoridades federales o privadas encargadas de cada país.	
<b>5</b>	<b>Instituciones/organismos involucrados en el desarrollo del indicador</b>	
5.1	<u>Instituciones responsables:</u> SEMARNAT, CONANP, SINAC, ANAM.	
<b>6</b>	<b>Referencias adicionales</b>	

6.1	<p><b>Información estadística y documentos adicionales:</b></p> <p><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/</a></p> <p><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/</a></p> <p><a href="https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/">https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/</a></p> <p><a href="http://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/restauracion-ambiental-de-espacios-degradados">http://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/restauracion-ambiental-de-espacios-degradados</a></p> <p><a href="https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/reservasBiosfera3.pdf">https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/reservasBiosfera3.pdf</a></p> <p><a href="http://www.fao.org/3/y3582s/y3582s17.htm">http://www.fao.org/3/y3582s/y3582s17.htm</a></p> <p><a href="http://ibero-rest.com/restauracion-ambiental/">http://ibero-rest.com/restauracion-ambiental/</a></p> <p>ANAM. Plan de Manejo Parque Internacional La Amistad (2004).</p> <p>SEMARNAT &amp; CONANP. (2015). Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 481.</p> <p>SINAC. Plan de Manejo del Parque Internacional La Amistad Tlamanca (2012).</p>
-----	--