



Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2022

Investigación de base

Ordenamiento y presiones territoriales sobre la conservación en Costa Rica

Investigadores:

Eduardo Pérez Molina (ProDUS-UCR)

Félix Zumbado Morales (ProDUS-UCR)

Jonathan Agüero Valverde (ProDUS-UCR)

San José | 2022



333.7317
P438o

Pérez Molina, Eduardo
Ordenamiento y presiones territoriales sobre la conservación en Costa Rica /
Eduardo Pérez Molina, Félix Zumbado Morales, Jonathan Agüero Valverde. -- Datos
electrónicos (1 archivo : 2.623 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2022.

ISBN 978-9930-618-24-0
Formato PDF, 48 páginas.
Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Hu-
mano Sostenible 2022 (no. 28)

1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL. 2. POBLACION. 3. ASPECTOS SO-
CIALES. 4. COSTA RICA. I. Zumbado Morales, Félix. II Agüero Valverde, Jonathan
III. Título.



Índice

Descargo de responsabilidad	3
Introducción	3
Desarrollo urbano y ordenamiento territorial en Costa Rica: procesos y tendencias	4
Ordenamiento territorial municipal: estancamiento y avances en la formulación e implementación de planes reguladores en Costa Rica.....	4
Evaluación y aprobación de instrumentos de ordenamiento territorial: el proceso general.....	6
Evaluación y aprobación de instrumentos de ordenamiento territorial en SETENA: el proceso para introducción de criterios ambientales	9
Algunas reflexiones sintéticas sobre los procesos de regulación	14
Patrones y tendencias de desarrollo urbano: densificación concentrada en pocos cantones y construcción en cantones que carecen de instrumentos de ordenamiento territorial.....	16
Exploración de presiones ambientales en la cercanía de las áreas protegidas	19
Régimen espacial de políticas públicas para gestión de la conservación	20
Áreas silvestres protegidas.....	22
Zonas de amortiguamiento y corredores biológicos.....	23
Hipótesis sobre el efecto de las categorías de gestión sobre los impactos naturales	24
Marco metodológico	26
Indicadores ambientales	26
Análisis espacial y estadístico.....	27
Análisis de resultados.....	31
Intensificación de uso del suelo y regeneración potencial de sistemas naturales	31
Probabilidad de deforestación	36
Fraccionamiento y segregación de propiedades.....	39
Depósitos, emisiones y sumideros de carbono asociados a uso del suelo	42
Discusión y conclusiones	44
Referencias bibliográficas.....	47

Descargo de responsabilidad

Esta Investigación se realizó para el *Informe Estado de la Nación 2022*. El contenido de la ponencia es responsabilidad exclusiva de sus autores, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Introducción

Este informe de investigación se realizó en el marco del capítulo Armonía con la Naturaleza, el cual analiza, desde la perspectiva del desarrollo humano sostenible, los principales acontecimientos y tendencias en materia ambiental. Los objetivos de este estudio son (1) describir la evolución del desarrollo urbano en Costa Rica y del ordenamiento territorial, así como el proceso de formulación de planes reguladores municipales (la principal herramienta de ordenamiento territorial en Costa Rica) y (2) explorar la evolución de la cobertura del suelo, como señal de presiones de actividades humanas sobre sistemas naturales, en el entorno de las áreas silvestres protegidas. El proceso de exploración considera las herramientas de gestión ambiental disponibles para la gestión ambiental territorial de las áreas protegidas y fuera de ellas; se fundamenta en el análisis de mapas de cobertura del suelo generados para el Informe Estado de la Nación 2021 y reportados en su capítulo 4.

Los hallazgos principales de este trabajo pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Las presiones ambientales sobre las áreas protegidas parecen ser menores, en la medida en que la cobertura del suelo tiende a estabilizarse (esto significa que la trayectoria de mejora en cobertura arbórea de Costa Rica parece estar agotando).
- Sin embargo, aunque los análisis nacionales no revelan presiones sistémicas, es importante considerar procesos de alto impacto (por ejemplo, desarrollo urbano o algunos cultivos intensivos) cuyos impactos locales pueden ser acumulativos y de gravedad desconocida.
- Las principales diferencias en presiones e impactos ambientales sobre las áreas protegidas no se explican por cercanía a estas sino por la categoría de protección: las áreas protegidas presentan menos perturbación que las zonas fuera de sus límites; pero no se encontraron diferencias entre las áreas de amortiguamiento y corredores biológicos, por una parte, y las áreas sujetas solo a regulaciones nacionales y municipales, por otra.
- Las áreas de amortiguamiento (de las distintas áreas protegidas) y los corredores biológicos son instrumentos muy diversos; desarrollar en ellos elementos estratégicos de protección para coordinar con la regulación municipal (planes reguladores) es una forma muy importante de aumentar su eficiencia.
- Se constata que el país continúa sin planes reguladores municipales o con instrumentos muy desactualizados en gran parte del territorio nacional; aunque la mayor parte del área construida se desarrolla en cantones con regulación, los impactos locales del desarrollo urbano en zonas sin regulación pueden ser muy grandes.

- Los procesos de aprobación de planes reguladores municipales en Costa Rica son complejos, involucran muchos actores y han sido muy lentos; sin embargo, han venido mejorando recientemente, tanto en coordinación como en una reducción del tiempo necesario para aprobar los instrumentos.
- En particular, decretos nacionales que flexibilizan los métodos de evaluación, así como mejoras notables de gestión en el Departamento de Evaluación Estratégica han resultado en una sustancial reducción del tiempo que SETENA toma para aprobar instrumentos de ordenamiento territorial.

Desarrollo urbano y ordenamiento territorial en Costa Rica: procesos y tendencias

Ordenamiento territorial municipal: estancamiento y avances en la formulación e implementación de planes reguladores en Costa Rica

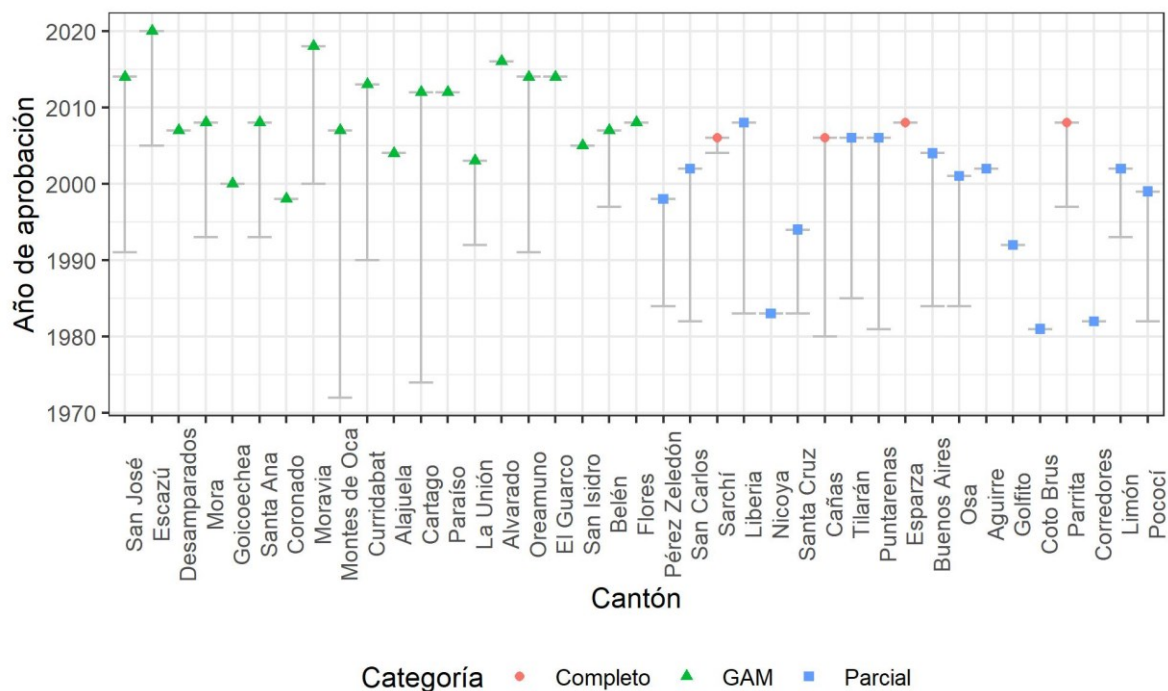
Al igual que en informes anteriores (Sánchez, 2021), se han constatado contradicciones sistemáticas en el ordenamiento territorial costarricense, específicamente: la mayoría de los municipios carece de instrumentos de ordenamiento territorial (planes reguladores) y en muchos municipios que sí cuentan con regulación, esta es muy antigua. En promedio (excluyendo al cantón de San José, que sí ha actualizado su regulación con algún grado de regularidad), los planes reguladores vigentes en Costa Rica tienen un promedio de antigüedad de 19 años. Sin embargo, ha habido mejoras de procedimiento notables en la evaluación de planes reguladores por parte de instituciones nacionales (INVU y SETENA) que sugieren la posibilidad, a corto plazo, de que los planes reguladores sean formulados y entren en vigencia mucho más rápidamente.

La Ley de Planificación Urbana, No. 4240, define un plan regulador como “el instrumento de planificación local que define en un conjunto de planos, mapas, reglamentos y cualquier otro documento, gráfico o suplemento, la política de desarrollo y los planes para distribución de la población, usos de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales, y construcción, conservación y rehabilitación de áreas urbanas.” Los planes reguladores toman la forma de una serie de reglamentos de desarrollo urbano; en general consisten en un mapa que divide cada municipio en zonas y disposiciones reglamentarias para cada zona. Los reglamentos más comunes¹ son de zonificación (en que se regulan qué usos son permitidos y cómo se determinan los volúmenes de construcción posibles en cada zona), fraccionamiento y urbanizaciones (en que se regulan los tamaños de propiedades y la infraestructura requerida para subdivisiones urbanas), construcciones (con detalles sobre la forma de construir distintas edificaciones) y mapa oficial (donde se identifican las propiedades públicas municipales y la red vial).

¹ En general, estos reglamentos son requeridos tanto por la Ley de Planificación Urbana como por el INVU (INVU, 2017).

Es importante señalar que, en este documento, la expresión “plan regulador” se aplica específicamente a planes reguladores cantonales. Los planes reguladores costeros presentan un marco jurídico diferente (los planes reguladores costeros se derivan de la Ley n° 6043. Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre) y también oportunidades adicionales, dado que son aplicables a una franja de tierra pública (y donde, por tanto, las posibilidades de actuar del Estado se ven menos limitadas que en áreas privadas).

Gráfico 1
Planes reguladores aprobados en Costa Rica por año de aprobación



Fuente: INVU, 2022.

La mayoría de los municipios costarricenses carece de planes reguladores actualizados. Como se documentó en investigaciones pasadas (Sánchez, 2021) y como se resume en el gráfico 1, más de la mitad de los municipios costarricenses carece de planes reguladores y para 15 de los 39 cantones que sí cuentan con planes reguladores, el área con regulación se circunscribe al distrito primero (esta fue una práctica relativamente antigua de planificación, durante un periodo en que el ordenamiento territorial era considerado planificación urbana; actualmente, los planes reguladores tienden a regular todo el territorio de un cantón). Adicionalmente, 30 de 39 municipios cuentan con planes reguladores que presentan más de diez años de antigüedad. Entre los municipios sin plan regulador se incluyen seis de los nueve municipios que conforman el área metropolitana de Heredia, con una población proyectada para 2022 de 376 mil de habitantes (Centro Centroamericano de Población, 2022).

Muchos instrumentos regulatorios vigentes tienden a regular el uso del suelo mediante una combinación de zonas excesivamente específicas y zonas muy generales. Esta lógica de segregación de usos es propia de los instrumentos más antiguos. Un ejemplo representativo de este problema ocurrió en Moravia, donde el plan regulador (aún vigente) estableció una “zona educacional privada San Vicente” para los colegios y escuelas del cantón, incluyendo el (relativamente grande y estratégico) lote que ocupaba entonces el Colegio Lincoln. Cuando este colegio se mudó, solo era posible re-desarrollar ese lote como otra institución educativa (pública o privada). Este problema se resolvió agregando un artículo que permitió *usos condicionales* (no educativos) “habitacional, comercial o servicios, siempre y cuando el comportamiento urbano predominante lo justifique” (según el artículo 14 de ese plan regulador); esta solución es inconveniente pero es mejor que la alternativa, que hubiera sido bloquear la renovación urbana del lote en cuestión. Aunque las zonas educacionales son relativamente inusuales, las zonas institucionales (que reservan el espacio ocupado en un momento específico por instituciones públicas) actúan de manera fundamentalmente similar.

Algunos de los planes reguladores más recientes, especialmente en la GAM, presentan restricciones de altura que podrían estar desincentivando el desarrollo de una mayor cantidad de edificaciones de densidad media por buscar unos pocos proyectos de muy alta densidad. Concretamente, el cantón de San José (cuyo plan director urbano fue reformado en 2014) permite coeficientes de edificabilidad en un rango de 1,0-10,4; la reforma al plan regulador de Curridabat, de 2013, aumentó los límites de altura considerablemente en el distrito primero, a un rango de 1 a 20 pisos con un porcentaje máximo de cobertura de entre 70% y 100%. Por contraste, Brueckner y Singh (2020) examinaron muestras de coeficientes de edificabilidad en ciudades importantes de EEUU y encontraron rangos de 1,0-15,0 en Nueva York; 0,5-10,5 en Washington DC; 1,0-18,0 en San Francisco; 0,3-11,0 en Boston y 0,31-32,0 en Chicago.

El problema de estas regulaciones que no presentan límites efectivos de altura para posibles desarrollos urbanos es que promueven la especulación de los propietarios de suelo, cuyas expectativas de renta (precio del suelo) se asocian a desarrollos excesivamente grandes para las realidades del mercado inmobiliario. Así, paradójicamente, es posible que la especulación esté bloqueando posibilidades de desarrollo (aunque no resulta del todo claro cuán importante es este fenómeno y se requiere de investigación que profundice sobre el tema).

Evaluación y aprobación de instrumentos de ordenamiento territorial: el proceso general

Los procesos de elaboración y aprobación de planes reguladores en Costa Rica implican procesos relativamente complejos y muestran altos niveles de descoordinación entre distintos actores involucrados. La figura 1.A resume el proceso de elaboración de una *propuesta* de plan regulador. El proceso inicia con un diagnóstico, a partir del cual debe formularse una política urbana que organice la visión sobre regulación y desarrollo en el

municipio. Estos dos insumos son utilizados para diseñar la regulación, que es plasmada en los reglamentos de desarrollo urbano –los más importantes de los cuales corresponden a un reglamento de zonificación y de fraccionamiento y urbanizaciones. Este proceso de propuesta debe desarrollarse siguiendo el *Manual de planes reguladores como instrumento de ordenamiento territorial*².

La figura 1.B muestra el proceso de aprobación de un plan regulador una vez que este haya sido completado: primero, SETENA realiza una revisión–llamada *Introducción de la variable ambiental en los Planes Reguladores u otra Planificación de uso del suelo*– en que se compara la propuesta regulatoria con una mal llamada³ “variable ambiental” (un índice sintético de condiciones ambientales, que en principio debió de haber sido desarrollado como parte del diagnóstico del plan regulador, puesto que el capítulo correspondiente a ambiente en el *Manual de planes reguladores como instrumento de ordenamiento territorial* integra el método de SETENA). Como se documenta en el gráfico 2 (y se discutirá con más detalle), esta fase parece haber introducido los mayores atrasos en los procesos de formulación de planes reguladores.

Figura 1
Procesos de elaboración (A) y aprobación (B) de un plan regulador

Fases de elaboración de un Plan Regulador Fases de aprobación de un Plan Regulador



Fuente: Elaboración propia con datos de Invu, 2017.

Una vez aprobado el análisis de alcance ambiental del desarrollo propuesto (en que se compara este índice sintético con la regulación propuesta), la municipalidad que promueve la regulación debe organizar una audiencia pública en que presente el diseño de la regulación a la comunidad, para que los ciudadanos puedan realizar observaciones y objeciones. Al respecto, es importante

² Legalmente, los manuales del INVU son opcionales en tanto que los municipios cuentan con amplia autonomía constitucional para definir sus regulaciones; en la práctica, como el proceso de revisión y aprobación de los planes reguladores por parte del INVU está claramente integrado con este manual, el método contenido en él se convierte en referencia para el desarrollo de las propuestas regulatorias (INVU, 2017, *Op. Cit*).

³ En sentido estricto, no existe una *variable ambiental*: existen (muchas) variables ambientales, cuya relevancia para la planificación varía según el caso concreto que se analice. El método de SETENA vigente, de índices de fragilidad ambiental, combina mapas que representan las mismas condiciones ambientales en todos los contextos territoriales de Costa Rica, lo cual introduce una muy importante incertidumbre en los resultados de este índice.

resaltar que: (a) en la medida en que el diseño de la regulación haya incorporado participación comunal efectiva, esta audiencia deviene en menos crítica (sin embargo, las virtudes de procesos participativos durante el proceso de formulación de la regulación son menores si la duración del proceso se alarga excesivamente) y (b) la audiencia misma no es vinculante: la municipalidad está obligada a escuchar pero no a modificar su propuesta con base en la retroalimentación recibida.

Una vez completada la audiencia pública, la propuesta de regulación es revisada por el INVU, que puede verificar todo el proceso –desde diagnóstico a las regulaciones mismas. Esta revisión es fundamentalmente técnica, busca asegurar que las restricciones regulatorias propuestas promuevan un desarrollo urbano conveniente para los asentamientos humanos en Costa Rica. A diferencia de SETENA, el proceso del INVU es mucho menos rígido metodológicamente (se fundamenta en el *Manual de planes reguladores como instrumento de ordenamiento territorial* pero la evaluación acepta su adecuación al caso específico si está justificada), busca sustentarse en principios generales de planificación.

Después de aprobado por el INVU, el Concejo Municipal puede finalmente adoptar el plan regulador. Sin embargo, es importante aclarar que en las tres etapas anteriores, típicamente se introducen cambios; más aún, los cambios introducidos como respuesta a la audiencia pública o a las observaciones del INVU implican la necesidad de actualizar la evaluación de alcances ambientales y de presentar los cambios (con su evaluación) a SETENA, en particular cuando se redefinen los límites de zonas.

Los procesos de formulación y actualización de planes reguladores en Costa Rica parecen tomar mucho tiempo. Aunque, como se discutió, la actualización de la normativa urbana no es necesariamente virtuosa, sí es cierto dentro del horizonte temporal recomendado para los planes reguladores (20 años), se recomiendan evaluaciones quinquenales con miras a realizar ajustes a la regulación (INVU, 2017). Estos ajustes deberían seguir el proceso de aprobación completo (revisión en SETENA, audiencia pública, revisión en el INVU y promulgación por parte del Concejo Municipal), lo cual a su vez significa que –del modo en que ha sido evaluado el periodo de vigencia en este documento—los planes reguladores deberían contar con una vigencia promedio de cinco años. Es claro que el gráfico 1 que este intervalo de tiempo ha sido en la práctica mucho mayor; se muestra en esta figura, con un símbolo, el año más reciente en que se reformara el plan regulador y con una raya, el primer año en que entró en vigencia el instrumento. Con excepción de San José, todos los otros casos corresponden a planes reguladores formulados en el año inicial (representado por la línea negra) y actualizado por única vez en el año final representado por el símbolo (cuando se revisa la regulación, a menudo existen más de dos fechas; pero por lo menos una de estas reformas adicionales consiste en ajustes muy pequeños y no en reformas importantes ni sistémicas del plan regulador). Los 23 planes reguladores que fueron actualizados (excluyendo a San José) tuvieron una vigencia promedio de 18 años entre su promulgación original y su reforma; los 15 planes reguladores que no han sido actualizados han estado vigentes, en promedio, durante 21 años. Resulta claro que, en la

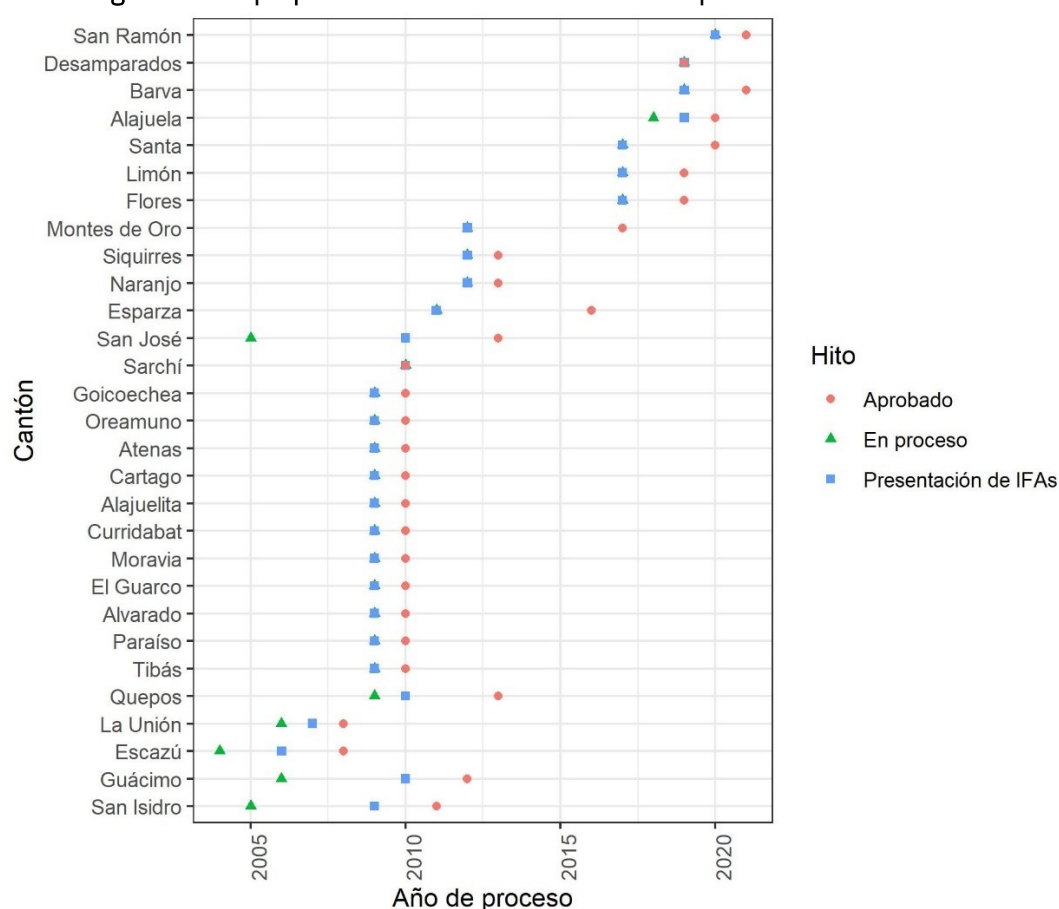
mayoría de estos casos, las condiciones territoriales exigirían una revisión integral del plan regulador que no está siendo implementada en Costa Rica.

Evaluación y aprobación de instrumentos de ordenamiento territorial en SETENA: el proceso para introducción de criterios ambientales

La duración de las revisiones de planes reguladores en SETENA fueron muy largas pero los tiempos de revisión han mejorado recientemente. El gráfico 2 muestra todas las 28 propuestas de plan regulador que presentan viabilidad ambiental aprobada (esto es, que fueron evaluadas y aprobadas por SETENA). En el eje vertical, se listan los municipios con las propuestas más recientes en la parte superior y las más antiguas, en la inferior. El eje horizontal muestra años y para cada cantón, se han marcado tres momentos: el inicio del proceso, la presentación de los índices de fragilidad ambiental (el mapa diagnóstico del territorio, que se presenta en conjunto con o antes de la evaluación de alcance ambiental, la cual se sustenta en estos índices) y el momento de aprobación.

Gráfico 2

Planes reguladores o propuestas con viabilidad ambiental aprobada



Fuente: SETENA, 2020.

En el gráfico 2, pueden distinguirse cuatro etapas en la aprobación de instrumentos: (1) antes de 2009 (año en que se completaron y aprobaron los índices de fragilidad ambiental de la GAM), (2) entre 2009 y 2010, años en que el proceso asociado al Plan PRUGAM permitió aprobar gran cantidad de regulaciones muy rápidamente, (3) entre 2011 y 2016, una etapa durante la cual el intento de imponer las regulaciones de SENARA al proceso de SETENA resultaron en muy pocas aprobaciones (específicamente, la matriz hidrogeológica creada por SENARA fue adoptada en 2013 y abandonada en 2015) y (4) una última y más reciente etapa, catalizada por el decreto No 39150-MINAE-MAG-MIVAH-PLAN-TUR (de 2015) y la Contraloría General de la República en 2017, y en que se agilizó radicalmente la aprobación, al amparo de decretos de simplificación de trámites y reforma de la metodología de evaluación ambiental.

Durante la etapa inicial (2004-2008), los procesos de evaluación ambiental de planes reguladores fueron muy lentos (y en su mayoría fallidos, como puede verse de consultar la gran cantidad de procesos archivados). En el gráfico 2 pueden verse los casos de tres cantones (San Isidro, Guácimo, Escazú) que presentaron sus planes reguladores antes de que SETENA hubiera adoptado la metodología de evaluación ambiental y que, en última instancia, fueron aprobados. En promedio, su aprobación tomó más de 5 años. Pero acaso el problema más grave fue la gran cantidad de propuestas que fracasaron, bloqueadas por la imposibilidad de completar el proceso de evaluación de alcance ambiental. De los expedientes⁴ correspondientes a planes reguladores municipales iniciados antes de 2008 (inclusive), se archivaron 18 y se aprobaron solo cuatro (si se incluye el Plan PRUGAM); siete procesos fueron iniciados pero unificados luego con otro expediente. Tampoco fue este un problema relacionado solo con la planificación municipal; todos los 15 expedientes de planificación costera iniciados antes de 2008 acabaron archivados, solo cuatro fueron aprobados.

La explicación de esta demora está relacionada con la forma en que fue creado el procedimiento de revisión por parte de SETENA a la regulación territorial. A diferencia de otros procesos (e.g. la revisión por parte del INVU) que están justificados en la ley, los planes reguladores son revisados por SETENA porque en una consideración de una sentencia de la Sala Constitucional (Resolución No 01220 - 2002) se menciona lo siguiente:

“[E]stima la Sala que debe ser requisito fundamental que, obviamente, no atenta contra el principio constitucional de la autonomía municipal, el que todo plan regulador del desarrollo urbano deba contar, de previo a ser aprobado y desarrollado, con un examen del impacto ambiental desde la perspectiva que da el artículo 50 constitucional, para que el ordenamiento del suelo y sus diversos regímenes, sean compatibles con los alcances de la norma superior”.

El contexto de esta sentencia fue una declaratoria de inconstitucionalidad a un artículo del manual que regula los procesos de impacto ambiental. En este artículo, se eximía del trámite de impacto ambiental a determinados proyectos si estos se desarrollaban en cantones que

⁴ Los expedientes tramitados por SETENA relativos a la tramitación de ordenamiento territorial pueden encontrarse en <https://www.setena.go.cr/es/Catalogo/IVA-POTS/Expedientes-IVA-POTS>.

contaran con plan regulador (la lógica detrás de este razonamiento siendo que, si ya estaba definido y regulador el ámbito de ocupación humana del territorio –que debe considerar aspectos ambientales, según la Ley Orgánica del Ambiente, específicamente su capítulo VI–, era aceptable considerar que su impacto ambiental sería menor en virtud de su apropiada localización). La determinación de la Sala Constitucional, por el contrario, buscó crear un procedimiento adicional (y no previsto en ley o regulación alguna) para verificar si estos principios ambientales estaban siendo efectivamente incorporados en cada caso concreto. La consecuencia inmediata de esta sentencia fue que, durante tres años, SETENA paralizó los procesos de aprobación mientras definía el método y luego, causó mayores y sustanciales atrasos al exigir la aplicación de este método y obviar cualquier evidencia anterior.

Durante la segunda etapa, aproximadamente los años 2009 y 2010, la aprobación de los índices de fragilidad ambiental del Plan PRUGAM (y la evaluación del alcance ambiental del desarrollo propuesto del plan mismo) **catalizó la aprobación de gran cantidad de planes reguladores en SETENA**. Alrededor de 11 municipios utilizaron estos índices para tramitar las evaluaciones de alcance ambiental de sus planes reguladores (algunos en ese momento ya vigentes, otros solamente propuestos) muy rápidamente. En esta segunda etapa, la aprobación de viabilidad ambiental fue de un año o menos, puesto que en general estos municipios emplearon todos los mismos mapas de índices de fragilidad ambiental.

Durante la tercera etapa, 2011-2017, los procesos de aprobación de instrumentos de ordenamiento territorial de nuevo se vieron en la práctica bloqueados; este bloqueo se explica por los intentos por parte de SETENA de adoptar la matriz hidrogeológica de SENARA en su procedimiento de evaluación ambiental⁵. En 2004, la Sala Constitucional utilizó de nuevo el artículo 50 de la constitución para paralizar las construcciones en el cantón de Poás, en razón del valor ambiental del recurso hidrogeológico. Dos años después, en 2006, estudios liderados por SENARA resultaron en una "Matriz de criterios de uso de suelo según la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos para la protección del recurso hídrico", la cual fue utilizada para organizar el desarrollo urbano en ese cantón. Dado que el caso de Poás es parte de un entorno más amplio, específicamente de los acuíferos Colima y Barva (los cuales suplen de agua a gran parte de la GAM), en 2007 SENARA acordó extender su estudio a este ámbito. En 2009, sin embargo, la Dirección de Investigación y Gestión Hídrica de SENARA inició intentos por convertir esta matriz (diseñada para acuíferos estratégicos y muy valiosos) en un instrumento de aplicación nacional. Cuatro años después, un oficio de consulta por parte del Departamento de Evaluación Ambiental Estratégica de SETENA a la dirección citada de SENARA resultó en que SETENA comenzara a exigir la aplicación de esta matriz (pensada para el contexto específico de acuíferos importantes y, por tanto, donde claramente se justifican estudios en profundidad) a todos los casos tramitados. La consecuencia se ve reflejada en el gráfico 2: básicamente no se tramitaron procesos entre 2013 y 2014.

⁵ Véase la Resolución No 1398-2015-SETENA sobre el plan regulador de La Cruz.

El impasse introducido por esta exigencia técnica se ha resuelto, primero, mediante el decreto No 39150-MINAE-MAG-MIVAH-PLAN-TUR que flexibilizó temporalmente el uso de esta matriz (hasta que SENARA no completara los estudios necesarios para su aplicación); y segundo, mediante resoluciones de la Junta Directiva de SENARA que circunscribieron el ámbito de aplicación de este método a zonas estratégicas de Costa Rica por su potencial hidrogeológico⁶.

En la etapa más reciente (a partir de 2017) vuelven a aprobarse viabilidades ambientales relativamente pronto, con procesos ahora acelerados por un decreto de simplificación de trámites (decreto N° 39150-MINAE-MAG-MIVAH-PLAN-TUR) que permitió a SETENA agilizar la aceptación de insumos simplificados en la definición de los mapas de índice de fragilidad ambiental. En ese año, a raíz de una auditoría especial de la Contraloría General de la República (DFOE-AE-IF-00008-2017), se inició un proceso conjunto entre el MIVAH y SETENA para definir un nuevo método para mejorar la evaluación ambiental de los instrumentos de ordenamiento territorial (entre ellos, principalmente los planes reguladores).

El decreto N° 39150-MINAE-MAG-MIVAH-PLAN-TUR, cuya vigencia fue posteriormente extendida mediante el decreto N° 42562-MINAE-MAG-TUR-PLAN-MIVAH (de 2015), vino a flexibilizar la información necesaria para la determinación de los mapas de Índices de Fragilidad Ambiental y, por ello, también creó un (muy necesario) procedimiento para sistemática simplificar, pero también acotar la simplificación de los insumos que configuran los distintos índices. Los efectos de este decreto parecen muy claros: desbloqueó el problema asociado a la matriz hidrogeológica de SENARA y, al margen de ello, agilizó sustancialmente el proceso de aprobación de instrumentos de ordenamiento territorial en SETENA.

Estos decretos de simplificación, por una parte, identificaron instituciones públicas e información y conocimiento que estas debían generar como insumos para posteriores procesos de planificación; pero también permitieron que se aceptara información sin procesos de revisión exhaustivos (y muy largos) en otras instituciones distintas de SETENA. En concreto, permitieron el uso de modelos hidrogeológicos sin necesidad de que SENARA los oficializara y formalizaron las posibilidades de SETENA de aceptar mapas hidrogeológicos, de capacidad de uso del suelo y de amenazas naturales de escalas menos detalladas (algo que en la práctica siempre había ocurrido y era necesario, ante la inexistencia de mapas nacionales de mayor detalle en estos temas y la imposibilidad de siempre financiar estudios detallados en los diagnósticos de planes reguladores).

El promedio de duración para la aprobación de estas propuestas de regulación, desde 2017, fue municipal de 1,7 años (más que los planes reguladores asociados al plan PRUGAM, pero mucho menos que en la primera etapa de evaluaciones). Del total de 25 expedientes tramitados a partir de 2017 (incluyendo planes reguladores municipales, costeros y para grandes

⁶Véase <https://www.senara.or.cr/proyectos/aguassubterranas/Matriz%20Proteccion%20Acuiferos.aspx>. Es importante resaltar que estas matrices aplican sobre el desarrollo urbano, y son por tanto muy específicas en cuanto a regulaciones de uso del suelo (estas regulaciones se aplican sobre categorías de vulnerabilidad de acuíferos dentro de los cantones críticos identificados por SENARA, en particular, Poás). No están pensadas como lineamientos generales para la definición de políticas ambientales.

desarrollos), se han archivado sin aprobación siete (ninguno correspondiente a planificación municipal), se han aprobado nueve (siete correspondientes a planes reguladores cantonales) y otro cuenta con los índices de fragilidad aprobados, y están en proceso ocho (el más antiguo de los cuales corresponde 2020).

En 2017, la Contraloría General de la República realizó una auditoría especial (DFOE-AE-IF-00008-2017) en que examinó “la eficacia y eficiencia del proceso de evaluación ambiental estratégica” empleado por SETENA. Las conclusiones básicamente resultaron en instrucciones al MINAE para reemplazar el método utilizado (de Índices de Fragilidad Ambiental y análisis de alcance ambiental del desarrollo propuesto), dados los graves defectos que tiene. Aunque un análisis del método empleado por SETENA hasta el presente va más allá de los alcances de este documento, es importante señalar que, en efecto, la estrategia utilizada en SETENA presenta tres muy graves inconvenientes técnicos (amén de múltiples detalles técnicos claramente mejorables): (1) combina distintos factores ambientales; esto significa que una localización con alta fragilidad por un factor y baja por otro puede terminar en la categoría de “moderado” (este problema se ve agravado porque, al ser tantos los factores, la combinación no es transparente como en el caso de dos factores sino imprevisiblemente compleja); (2) no maneja apropiadamente la incertidumbre de la información geográfica (y en particular, al exigir la introducción de información irrelevante para un caso concreto, propaga innecesariamente errores a través del índice final); (3)

Un tema que pudo generar gran mejora en los procesos fue la decisión que tomaron las autoridades de SETENA para permitir el recibo de información relacionada con las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) de los Planes Reguladores vía digital. Lo anterior como solicitud de algunos gobiernos locales como la Municipalidad de Puntarenas. El gobierno local de Puntarenas, mediante el oficio MP-AM-OF-1534-08-2018 solicitó expresamente que se permitiera a los gobiernos locales enviar vía digital todos los documentos relacionados con la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de los Planes Reguladores. En el mismo oficio, la Municipalidad de Puntarenas también solicitó que para las audiencias o reuniones relacionadas con las Evaluaciones se permitieran realizar las audiencias o reuniones virtualmente entre SETENA y los equipos consultores relacionadas con esto, lo anterior debido a que antes de la solicitud se realizaban estos procesos presencialmente. Es importante recalcar que esta solicitud se realizó años antes de la pandemia del Covid-19, siendo que la virtualidad y las herramientas tecnológicas se visualizaron desde los gobiernos locales como un punto de mejora por parte de la SETENA en los procesos de revisión de las variables ambientales de los Planes Reguladores.

Además de mejoras notables al proceso de aprobación, durante los últimos cinco años se ha construido el procedimiento alternativo exigido por la Contraloría en 2017. **El RIVAIOT, la nueva regulación sobre la evaluación de alcance ambiental de los planes reguladores potencialmente mejoraría aún más el proceso y sería un salto cualitativo muy grande desde el punto de vista técnico de evaluación ambiental.** Los principios de este *Reglamento de incorporación de variable ambiental en planes reguladores y otros instrumentos de ordenamiento*

territorial (RIVAIOT) incluyen: una mayor claridad en los procedimientos y trámites, mejor aprovechamiento de la información disponible, mejores criterios ambientales para juzgar la regulación (y en específico, la introducción del cambio climático además de mejores modelos de variables ambientales) y reducción de costos del proceso⁷. El decreto que oficializa el RIVAIOT fue firmado en mayo de 2022 y está a la espera de ser publicado en La Gaceta.

Sobre este punto es importante mencionar:

- En el mes de marzo del año 2022, la SETENA remitió la propuesta del RIVAIOT al MINAE, lo anterior mediante el acuerdo de Comisión Plenaria ACP-019-2022.
- En el mes de junio del año 2022, la Comisión Plenaria de SETENA mediante el acuerdo 041-2022 dispuso enviar la certificación SETENA-SG-0470-2022 a la Contraloría General de la República. Lo anterior como evidencia del cumplimiento de la disposición 4.10 del informe DFOE-AE-IF-000008-2017.
- Sin embargo, lo anterior no asegura que las directrices emitidas por la Contraloría General de la República en su informe DFOE-AE-IF-000008-2017 se cumplan debido a que aún no se cuenta con una metodología de Incorporación de la Variable en los Planes Reguladores que contemple todos los aspectos señalados por la Contraloría en dicha resolución.

Algunas reflexiones sintéticas sobre los procesos de regulación

El marco general que se ha construido sobre los procesos de aprobación de planes reguladores en Costa Rica permite esbozar algunas conclusiones generales de importancia. Primero, es importante señalar que se ha examinado el proceso en cuanto a su duración. El diseño y formulación de un plan regulador debe ser un proceso a la vez técnico (donde el análisis del territorio, social y físico, permite identificar restricciones y oportunidades en un área geográfica) y a la vez democrático (porque cuáles oportunidades desarrollar y hasta donde arriesgarse frente a las limitaciones son decisiones de los ciudadanos que habitan el territorio, así como de la sociedad en que viven y que los apoya). En la formulación de un plan regulador, los actores locales pueden ser organizados en coaliciones críticas⁸ que apoyen el proyecto de regulación y que se conviertan en su soporte en la etapa de implementación (en la medida en que sus aspiraciones se vean reflejadas en la regulación). Si los procesos se alargan excesivamente, estas coaliciones críticas pueden disolverse, lo cual tiene negativas consecuencias para la eficiencia con que se apliquen las reglas una vez aprobadas.

Segundo, debe reconocerse que la duración del trámite tiene poco que ver con la calidad de los instrumentos regulatorios. No es imposible que algunos proyectos fueran archivados por sus (pobres) méritos. Pero uno de los graves problemas del método utilizado por SETENA es que, a partir del diagnóstico de los índices de fragilidad ambiental, resulta muy difícil entender si (desde el punto de vista ambiental) la regulación mejora las dinámicas territoriales existentes. Por ello, el archivo de un expediente tiene que ver más con la municipalidad que lo promueve desistiendo

⁷ <https://www.setena.go.cr/es/Noticias/RIVAIOT>.

⁸ Sobre coaliciones críticas, refiérase a Arias, 2005.

del proceso que con la calidad del producto, desde el punto de vista ambiental. Este problema ha mejorado notablemente durante los últimos cinco años, en la medida en que los técnicos de SETENA se han concentrado en discutir sobre los mapas generados y la información que aportan antes que en requerimientos burocráticos (requerimientos producto de la inflexibilidad de una metodología definida y exigidos por un decreto ejecutivo, de los cuales un funcionario no podría legalmente eximir a un proceso, independientemente de la necesidad técnica de ese requerimiento en el caso concreto)⁹, y es de esperar que mejore aún más cuando se implemente el RIVAIOT a corto plazo (es decir, cuando se dote a los funcionarios de SETENA de una mejor herramienta de evaluación).

También es importante destacar que, aunque los procedimientos de aprobación son relativamente lentos, fueron necesarios durante gran parte del periodo analizado: muchas propuestas de regulación, tanto alrededor del año 2000 como en el proceso del Plan PRUGAM (específicamente los planes reguladores propuestos; el plan regional, por contraste, sí fue muy robusto), fueron muy deficientes. La única defensa de los ciudadanos del país ante estas propuestas deficientes es el proceso de revisión por parte del INVU y SETENA –especialmente en lugares con visiones que no consideran efectivamente las limitaciones para preservar sistemas naturales, donde los procesos democráticos locales no pueden introducir controles ante las presiones de desarrollo. Por ello, es poco realista buscar eliminar estos procesos.

En por lo menos dos ocasiones, una dinámica bastante negativa entre sentencias de la Sala Constitucional y cómo estas se convirtieron en procedimientos regulatorios (el origen mismo del análisis ambiental de SETENA y el intento por extender la matriz hidrogeológica de SENARA) resultaron en paralizaciones de años en los procesos de formulación de planes reguladores. Por muy bien intencionados que sean los requerimientos judiciales, es importante entender que (1) las políticas públicas no pueden implementarse inmediatamente, son procesos que toman tiempo (incluida la creación de procesos de revisión) y (2) el daño ambiental producto de los atrasos en la aprobación de la regulación muy posiblemente excedió cualquier beneficio derivado de procesos de control adicionales (y en este sentido, el caso de las revisiones ambientales de SETENA antes de 2009 son un caso paradigmático).

Por último, es importante señalar que –después de muchos años–SETENA, INVU y municipalidades finalmente están construyendo en conjunto un proceso eficiente de evaluación¹⁰. Dado que el proceso de SETENA no está normado por la ley, sería posible cumplir con los requerimientos de la sentencia constitucional que originaron la evaluación ambiental del ordenamiento territorial, por ejemplo, concentrando todo el proceso de evaluación en el INVU (lo importante es incorporar los criterios de impacto ambiental explícitamente a este proceso). Pero dicha reorganización implicaría trastornos de corto plazo sin que necesariamente haya mejoras sustantivas, de fondo o forma, a largo plazo.

⁹ Precisamente por esta razón es que resultan tan importantes los decretos de flexibilización metodológica citados.

¹⁰ Resulta difícil juzgar la eficiencia de los procesos de revisión del INVU, dado que el proceso en SETENA –que es una etapa previa–fue históricamente tan difícil; en principio, pareciera que el INVU está más interesado en la regulación misma y sus efectos funcionales, aunque cómo se traduce esto en plazos y criterios de evaluación no está claro aún.

Una reorganización de la gestión territorial ciertamente debe considerar la relación entre planificación urbana y regional, por una parte, y de impacto ambiental, por otra; pero **a corto plazo, parece más urgente la implementación del RIVAIOT bajo el esquema institucional actual**, de modo que se consoliden las virtudes de los procesos en marcha (en particular, de flexibilizar métodos de acuerdo con la mejor información disponible y su incertidumbre). **Las oportunidades o amenazas que representa la consolidación (o separación) de la evaluación técnica de planes reguladores, desde el punto de vista de la regulación urbana (INVU) y ambiental (SETENA), puede ser objeto de reflexión más profunda y participativa** (una gran virtud del RIVAIOT fue la participación de los funcionarios de distintas instituciones y otros actores, lo cual mejoró notablemente la propuesta; como hoja de ruta, este proceso es un ejemplo muy bueno); dadas las mejoras notables de procedimiento documentadas, este proceso no es urgente hoy, a diferencia de lo que hubiera podido argumentarse hace diez años.

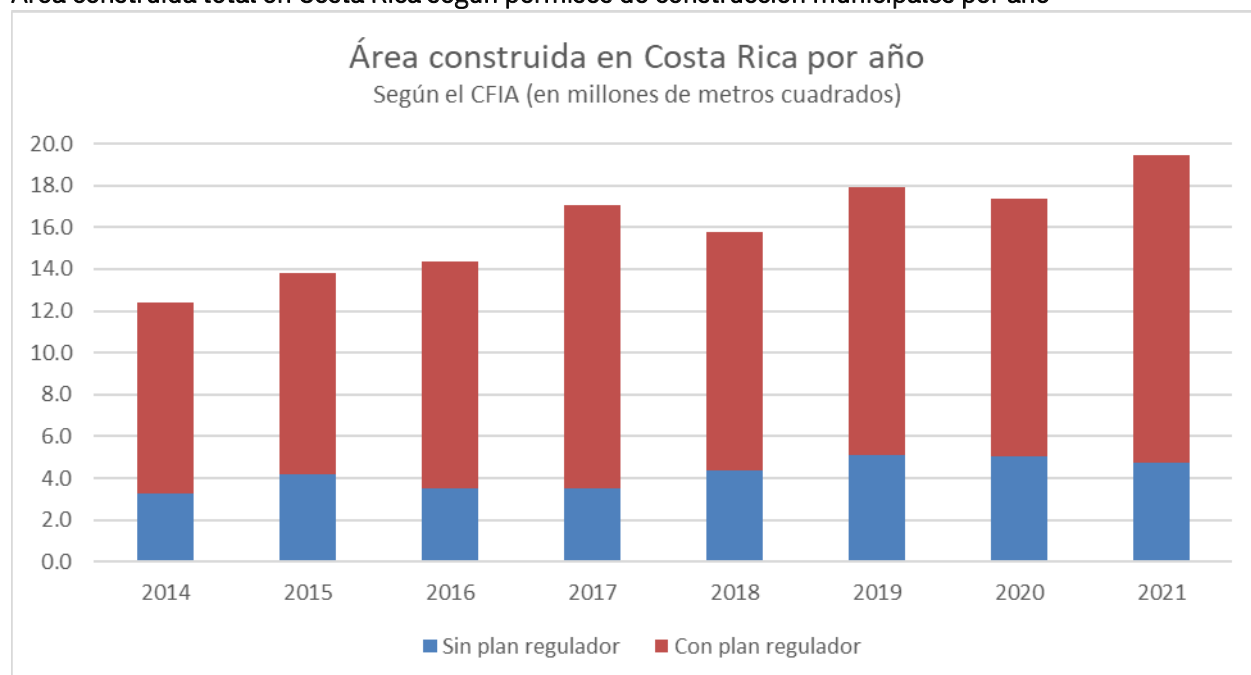
Patrones y tendencias de desarrollo urbano: densificación concentrada en pocos cantones y construcción en cantones que carecen de instrumentos de ordenamiento territorial

Para la construcción del sector privado en su conjunto, se mantienen las tendencias esenciales observadas en 2021¹¹: el área construida total, de construcción privada, en Costa Rica creció en 2021 con respecto al año anterior. Esto refleja la recuperación del sector posterior a la pandemia de COVID-19. El nivel de la construcción de 2021 es similar los niveles previos a la pandemia (2019) y mayor que en cualquier año desde 2014 (este análisis corresponde a los permisos de construcción categorizados como “nuevos”). Se muestran las tendencias en el gráfico 3. Es interesante constatar que, de acuerdo con estos resultados, los efectos de la pandemia sobre el sector parecen haber sido menores – aunque esta conclusión puede ser también una distorsión de corto plazo, producto de que se analizan permisos de construcción y no construcciones mismas. En general, la gran mayoría de permisos de construcción acaba en proyectos construidos rápidamente; pero queda la incógnita de si el tiempo que toma pasar de un permiso de construcción a un proyecto construido ha aumentado como consecuencia de la pandemia (es decir, que la crisis económica asociada a la pandemia implique que un permiso de construcción tramitado en el año 2020 no necesariamente se haya construido en ese año sino, acaso, en el siguiente; esto podría distorsionar la interpretación del gráfico 3).

¹¹ Sánchez, 2021. *Op. cit.*

Gráfico 3

Área construida total en Costa Rica según permisos de construcción municipales por año



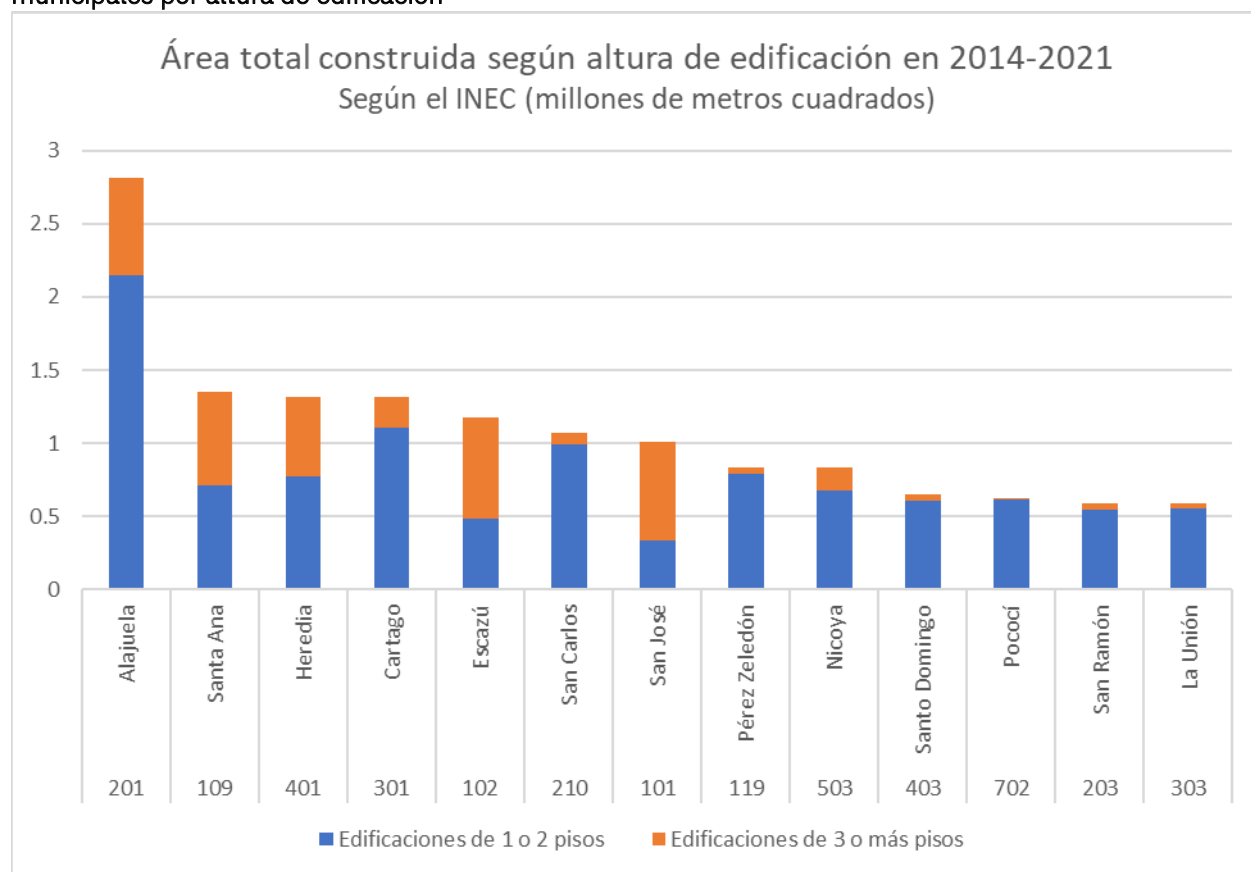
Fuente: CFIA, 2022.

El área construida en cantones con plan regulador es casi tres veces mayor que el área construida en cantones sin plan regulador. Independientemente del año en la serie mostrada en el gráfico 3, la suma de área construida en cantones con plan regulador está entre el 70% y 79% del área total construida en el país. Esto sugiere que los planes reguladores podrían incentivar el desarrollo al reducir la incertidumbre jurídica tanto sobre la construcción (mejores reglas) como sobre las actividades económicas (en particular actividades de manufactura). Pero también resulta claro que los municipios con mayores necesidades de gestionar su crecimiento urbano han actuado para dotarse de herramientas. Asimismo, revela la magnitud del problema de ausencia de regulación: un tercio de los permisos de construcción están otorgándose en áreas sin planificación territorial; y mucho de este territorio es crucial para el futuro de la sostenibilidad urbana de Costa Rica (en particular, el área metropolitana de Heredia y la mayoría de las ciudades secundarias de Costa Rica, así como gran parte del área costera¹²).

¹² Al respecto, véase Sánchez, 2021. *Op. cit.*

Gráfico 4

Área construida en los 13 municipios con mayor construcción de Costa Rica según permisos de construcción municipales por altura de edificación



Fuente: INEC, 2022.

Durante los últimos años, ha venido aumentando el área construida en edificaciones de tres pisos o más. Los datos de permisos de construcción procesados por el INEC¹³ muestran la estabilidad en la proporción de área construida en edificaciones de 3 o más pisos (en torno al 19% del total), evidencia de persistentes procesos de densificación en las ciudades costarricenses. Esta densificación está concentrada en unos pocos cantones de la GAM. El gráfico 4 muestra 13 cantones que, durante 2014-2021, concentraron la mitad del área construida total (por el sector privado) en Costa Rica. Entre ellos están cinco de los seis cantones en los que se desarrollaron la mayor parte de las construcciones de 3 o más pisos (la excepción es Curridabat).

¹³ Se utilizan los datos que el INEC compila anualmente de permisos de construcción municipales; este cambio se debe a la mayor complejidad con que el CFIA registra la altura de edificación, dado que en un mismo permiso pueden incluirse distintas obras.

El 68% del área total construida en edificaciones de 3 o más pisos (durante 2014-2021) estuvo concentrada en seis cantones: Escazú, San José, Alajuela, Santa Ana, Heredia y Curridabat; para todos ellos, con excepción de Alajuela, el área construida en edificaciones de 3 pisos o más excede el 40% del total construido en esos cantones. Esta densificación probablemente se explica por una combinación de cambios en la regulación (San José y Curridabat modificaron sus planes reguladores en 2013 y 2014, respectivamente, y Escazú en 2019; Santa Ana y Alajuela están finalizando el proceso de revisión de sus planes reguladores), aumento de la congestión vehicular en hora pico en la GAM (efecto mitigado por la pandemia a corto plazo) y agotamiento de tierras accesibles en la región.

Exploración de presiones ambientales en la cercanía de las áreas protegidas

Desde de la década de 1970, Costa Rica ha desarrollado una política de conservación, centrada en un sistema de áreas de conservación públicas complementado por regulaciones y subsidios a propietarios privados para promover la conservación de bosques¹⁴. El resultado de estas políticas ha sido reconocido como exitoso: existe evidencia de que la deforestación dentro de las áreas designadas como de protección es marginal desde hace muchos años¹⁵. Más aún, el conjunto de políticas fue fundamental en la reversión de una tendencia de deforestación y degradación rápida de recursos naturales que se desarrolló durante las décadas 1960s y 1970s¹⁶.

A partir de la década de 1990 y hasta recientemente, las evaluaciones de la cobertura forestal en Costa Rica sugieren un proceso de “reverdecimiento” del país, evidente en un aumento sostenido de la cobertura arbórea¹⁷. Esta tendencia posiblemente se explique por una combinación de las citadas políticas y de cambios en las condiciones económicas y sociales, específicamente en el abandono de amplias áreas que había sido deforestadas y sustituidas por pastizales dedicados a la ganadería intensiva¹⁸. Las estimaciones correspondientes a los últimos 10-20 años, sin embargo, muestran que esta tendencia se está agotando y que la cobertura boscosa tiende a estabilizarse en el país (véanse los resultados que se presentan en este documento sobre cambio de cobertura del suelo y probabilidad de deforestación).

Aunado al proceso de escala nacional descrito, durante las últimas dos décadas han ocurrido transformaciones regionalmente importantes en la economía costarricense, con el desarrollo acelerado de actividades con muy altos impactos locales (en concreto, turismo masivo en Guanacaste, desarrollo ex-urbano en múltiples ciudades del país, notablemente entre ellas la

¹⁴ Boza (1993); Cordero (2018).

¹⁵ Sánchez-Azofeifa, G. A., Quesada-Mateo, C., Gonzalez-Quesada, P., Dayanandan, S., & Bawa, K. S. (1999). Véase también el trabajo de Amdan et al. (2008).

¹⁶ Sánchez-Azofeifa et al. *Op. cit.*; véase también: MacFarland, C., Morales, R., & Barborak, J. (1984); Evans, S. (2010).

¹⁷ Sánchez-Azofeifa et al. *Op. cit.* Véase también: Calvo-Alvarado, J., McLennan, B., Sánchez-Azofeifa, A., & Garvin, T. (2009).

¹⁸ McFarland et al. *Op. cit.* Calvo-Alvarado et al. *Op. cit.*

región metropolitana de San José, y el cultivo de piña Gold). Aunque estas actividades no ocupan suficiente área para exhibir cambios en los patrones de uso del suelo nacionales, su prevalencia sugiere la posibilidad de impactos acumulativos de importancia desconocida. La evidencia fragmentaria de ellos (e.g. Reynolds-Vargas et al. documentaron cómo el desarrollo urbano en el norte de Heredia está causando graves problemas de contaminación de agua subterránea por falta de adecuado tratamiento¹⁹; sobre el cultivo de piña, aunque la evidencia es menos robusta –en parte porque el fenómeno es más reciente– pueden consultarse el trabajo de Echeverría Sáenz et al²⁰ y la conceptualización de Shaver et al²¹) parece preocupante.

En este contexto, se plantea la pregunta: ¿cuáles son las presiones sobre la conservación en Costa Rica? Específicamente, se busca explorar la cercanía de las áreas protegidas para conservación –donde los impactos de actividades humanas pueden afectar a los sistemas naturales protegidos y que están fuera de la jurisdicción directa de los gestores de las áreas de conservación. Para ello, se ha desarrollado un marco metodológico en que: (a) se ha subdividido el territorio nacional de acuerdo con lógicas de gestión de la conservación de sistemas naturales, (b) se ha cuantificado para cada categoría el cambio en una serie de indicadores ambientales (intensificación de uso del suelo vs. regeneración de sistemas naturales, depósitos de carbono, segregación de propiedades, probabilidades de deforestación) – (c) estos cambios se presentan en términos agregados pero también de forma espacialmente explícita, para reflejar variaciones locales y regionales de la dinámica agregada nacional.

Régimen espacial de políticas públicas para gestión de la conservación

La gestión de los territorios bajo el enfoque de sistemas es uno de los grandes retos sin resolver en Costa Rica. Existen diferentes herramientas de planificación asociadas con espacios específicos a los que se les han otorgado formas de gestión específicas y en muchas ocasiones sin lograr ese cometido de un enfoque territorial integral y sistémico.

- Los **planes reguladores cantonales o costeros** deberían realizarse a nivel de cantón; sin embargo, existen casos particulares como el distrito de isla Chira, en donde el Plan Regulador Costero abarca la totalidad de la isla que corresponde al distrito número 13 del cantón de Puntarenas. Estos planes reguladores deberían considerar todos los subsistemas que se encuentran en el territorio, por ejemplo, la interacción entre las áreas silvestres protegidas, los corredores biológicos o los territorios indígenas. En la práctica, su jurisdicción abarca el área de cada municipio que no ha sido designada como área de reserva, sea por razones de conservación o por conformar un territorio indígena.
- Las **áreas silvestres protegidas** en sus diferentes categorías, que son gestionadas a través de Planes de Manejo definidos por el SINAC; su gestión depende de la propiedad del área: cuando las áreas silvestres protegidas son de propiedad pública, el SINA las gestiona directamente; cuando son de propiedad privada, las municipalidades están a cargo de

¹⁹ Reynolds-Vargas, J., Fraile-Merino, J., & Hirata, R. (2006).

²⁰ Echeverría-Sáenz, S., Mena, F., Pinnock, M., Ruepert, C., Solano, K., De la Cruz, E. et al. (2012).

²¹ Shaver, I., Chain-Guadarrama, A., Cleary, K. A., Sanfiorenzo, A., Santiago-García, R. J., Finegan, B., ... & Waits, L. P. (2015).

implementar los lineamientos de los planes de gestión. Las áreas silvestres protegidas pueden ser de propiedad pública, privada o mixta.

- Los **Corredores Biológicos** (Decreto Ejecutivo No. 40043-MINAE) que son gestionados por medio de plataformas participativas locales de trabajo denominadas Comités Locales de Corredores Biológicos. Los planes de gestión son la herramienta de administración de los corredores biológicos. En el caso de los terrenos que no tienen designación de área silvestre protegida se debe considerar que los permisos de uso del suelo, restricciones constructivas y otros relacionados deben gestionarse ante la municipalidad y se encuentran bajo la administración de los planes reguladores; esto genera un vacío, puesto que, ante la ausencia de requerimientos específicos en los planes de manejo (o de los planes mismos) de los corredores biológicos, los planes reguladores tienden a no incorporar las medidas específicas de gestión ambiental de corredores biológicos.
- Otra de las herramientas que se han generado son los **Planes de Manejo de Cuenca**, por ejemplo, la *Comisión para el ordenamiento y manejo de la cuenca alta del río Reventazón COMCURE*, oficializada por la Ley No. 8023 o la Comisión de Gestión Integral de la Cuenca Río Grande de Tárcoles, creada mediante decreto ejecutivo No. 38071-MINAE.

Dentro de este esquema, dos tipos de territorios presentan particularidades, las cuales pueden constituirse en oportunidades para la gestión ambiental.

- La costa costarricense se configura en la Zona Marítimo Terrestre, que es fundamentalmente pública (la excepción siendo algunas ciudades litorales –Puntarenas, Limón, Puerto Cortés, Jacó, Golfito y Quepos). Esto significa que los controles al uso de la propiedad pueden ser mucho más estrictos que en planes reguladores cantonales, donde excesivas limitaciones al uso pueden configurarse como expropiaciones de hecho. Los planes reguladores costeros, que definen las regulaciones para la Zona Marítimo Terrestre, son definidos por las municipalidades siguiendo lineamientos del INVU y SETENA (al igual que los planes cantonales) pero también del ICT, reflejando el potencial turístico de muchas playas costarricenses. Al igual que en el caso de la regulación cantonal, el Estado a través del SINAC puede reservarse áreas de valor ambiental para conservación –en el caso costero, a través de su declaratoria como parte del Patrimonio Natural del Estado (recuérdese que esta área, al ser de dominio público, no requiere de expropiaciones, a diferencia del establecimiento de áreas de conservación en otras zonas del territorio nacional).
- Las reservas indígenas son territorios ocupados y administrados por grupos étnicos, a través de asociaciones de desarrollo comunal. Aunque son zonas de reserva, la Ley Indígena (No. 6172) claramente indica que su propiedad es de la comunidad indígena que ocupa cada una de ellas. Ya hace cuarenta años, McFarland et al.²² consideraban que, en la práctica, estas áreas no regulaban para protección ambiental (aunque también es verdad que las actividades económicas que se desarrollan en ellas son muy limitadas y, en consecuencia, muy posiblemente de bajo impacto ambiental).

²² McFarland et al. *Op. cit.*

Áreas silvestres protegidas

Según el Decreto Ejecutivo No. 34433, *Reglamento a la ley de Biodiversidad*, las áreas silvestres protegidas se definen de la siguiente manera “[e]spacio geográfico definido, declarado oficialmente y designado con una categoría de manejo en virtud de su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión”. Las categorías de áreas silvestres protegidas presentes en el país se resumen en el cuadro 1 (de acuerdo con el SINAC para el año 2021).

Cuadro 1

Áreas Silvestres protegidas en Costa Rica, según tipo, cantidad y aporte al total de tierras y área marina bajo categorías de protección, según SINAC

Categoría de manejo	Cantidad de ASP	Área (Km ²)	% Terrestre e insular protegido
Refugio Nacional de Vida Silvestre	51	2.899,59	4,59
Zona Protectora	33	1.494,96	2,92
Parque Nacional	30	10.151,42	12,48
Humedal	12	366,15	0,72
Reserva Biológica	9	328,02	0,53
Reserva Forestal	9	2.152,60	4,21
Área Marina de Manejo	4	11.106,31	NA
Reserva Natural Absoluta	2	31,13	0,03
Monumento Nacional	1	2,30	0,00
Total general	152	28 532,47	25,50

Fuente: Sinac-Minae, 2021.

También pueden distinguirse las áreas silvestres, de acuerdo con la propiedad de los terrenos que ocupa cada área. Además de las áreas propiamente públicas, existen:

- **Áreas Silvestres Protegidas de régimen Mixto:** Según la base de datos del SINAC, existen 27 Refugios Nacionales de Vida Silvestre Mixtos (RNVS). El RNVS de menor tamaño corresponde a Conchal con 39 hectáreas y el de mayor tamaño es Barra del Colorado con 81 153 hectáreas. El total de tierras bajo la categoría de Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto es de 162 801 hectáreas. El total de tierras bajo categoría de protección Mixtas corresponde a un 5,71 % del total de áreas silvestres protegidas en Costa Rica.
- **Áreas Silvestres Protegidas de régimen Privado:** Según la base de datos del SINAC, se presentan 11 áreas silvestres protegidas cuyo estatus se registra como privado, correspondiendo todas a la categoría de Manejo de Refugio Nacional de Vida Silvestre. El RNVS privado de menor tamaño corresponde a Transilvania con 63 hectáreas, el de mayor tamaño es Hacienda el Viejo con 1180 hectáreas. El total de área de régimen privado es de 53978 ha, lo que corresponde con un 0,19 % del total de ASP del país.

Se debe mencionar que existen otras áreas de protección de los recursos naturales de origen privado en Costa Rica, agrupadas en diferentes proyectos como la Asociación Red Costarricense de Reservas Naturales (RCRN), siendo que muchos de estos proyectos se han desarrollado de la mano de iniciativas de ecoturismo o turismo de naturaleza.

Zonas de amortiguamiento y corredores biológicos

La gestión ambiental del territorio fuera de las áreas de conservación, como se mencionó en la descripción general de esta sección, es de iniciativa municipal. Se operacionaliza mediante dos mecanismos. Por una parte, el diseño de los planes reguladores (cantonales y costeros) debe incorporar criterios ambientales tanto para la protección de sistemas naturales como de los elementos humanos de amenazas (al respecto, véase el *Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial* del INVU). Por otra, los planes de manejo de las áreas protegidas pueden incluir áreas de amortiguamiento en las zonas cercanas a cada área silvestre protegida.

Los Planes de Manejo para áreas silvestres protegidas siguen, para su formulación, la *Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica* producido por el SINAC. Estas guías buscan la identificación de elementos focales de manejo y su imbricación tanto en objetivos como en herramientas de manejo. Las herramientas de manejo incluyen tanto los lugares del área protegida donde pueden realizarse determinados usos (una zonificación) como acciones específicas; crucialmente, aunque la guía está pensada para la gestión del área dentro de los límites protegidos, incluye también la recomendación de considerar áreas de amortiguamiento e influencia.

Al respecto de estas categorías, la Guía (SINAC, 2013, p. 56) propone:

“se recomienda establecer con precisión los elementos que pueden funcionar ya sea como área de amortiguamiento para las presiones naturales o antrópicas que existan cercanas al ASP y aquellos focos de amenaza real o potencial que a una distancia cercana o lejana requieran de una estrategia de abordaje para minimizarlas o controlarlas. Esta situación se espera que sea identificada en la fase de Diagnósticos y se pueda gestionar su manejo en las Estrategias de Conservación, los Planes Específicos y el Modelo de Gestión que se proponga en el PGM.”

En la práctica, (1) muchas áreas protegidas carecen de planes de manejo y (2) de las que sí los tienen son muy diversos²³, en general y en cuanto a la definición de zonas de amortiguamiento. Algunos elementos comunes incluyen la identificación de elementos focales, de presiones sobre ellos y una zonificación dentro del área protegida misma, así como acciones de gestión articuladas en un plan. Pero a partir de este esquema básico –que se desprende del manual

²³ La página web del SINAC (<https://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Paginas/pmacto.aspx>) incluye 72 planes de manejo –excluyendo la Isla del Coco– que fueron consultados para la determinación de sus áreas de amortiguamiento e influencia. Se realizaron también algunas comprobaciones adicionales en el SINALEVI (https://www.pgrweb.go.cr/scij/ayuda/nrm_ayuda_simple.aspx) pero, en general, resulta difícil determinar cuántos y cuáles son los planes de manejo oficialmente vigentes y en uso.

citado—la diversidad es la norma. El Área de Conservación Guanacaste, por ejemplo, ha escogido gestionar las áreas protegidas que la componen como un solo parque (una sola unidad territorial) y esto se refleja en un plan de manejo único para el área de conservación (que, incidentalmente, no incluye áreas de amortiguamiento). Por contraste, múltiples planes de manejo de humedales y parques nacionales en la desembocadura del Río Tempisque, los cuales físicamente son el mismo sistema, no solo tienen planes de manejo separados, sino que las áreas de amortiguamiento de cada uno se traslapan con otras áreas de protección vecinas. Algunos planes de manejo utilizan las áreas de amortiguamiento inmediato para definir zonas de futura expansión (por ejemplo, el Parque Nacional Carara no define zonas de influencia o amortiguamiento pero sí áreas de futura expansión del parque); otras las conciben como áreas para la educación ambiental y, en lugar de un polígono que demarca un área, señalan los puntos donde se ubican poblados cercanos relacionados con el área protegida (es el caso de la Reserva Forestal Río Macho o el Parque Nacional Piedras Blancas).

Los planes de manejo de las áreas de conservación son un instrumento relativamente reciente y, tal vez por ello, están todavía en proceso de converger hacia una forma común de gestión; pero representan una oportunidad interesante de diálogo para la formulación de políticas públicas de gestión ambiental. Específicamente en este trabajo, la revisión de planes de manejo produjo mapas de sus zonas de amortiguamiento, cuando estas fueron explícitamente definidas como áreas dentro de dicho plan.

Hipótesis sobre el efecto de las categorías de gestión sobre los impactos naturales

Todas las áreas silvestres protegidas presentan presiones ambientales a sus recursos, siendo temas como la cacería, tala, extracción de flora y fauna, ingresos ilegales, invasión para cultivo de marihuana, invasión de cauces, algunos de los delitos ambientales más comunes para las áreas terrestres, que son el foco de atención de la investigación.

La presión por el cambio de uso del suelo, la construcción ilegal, el fraccionamiento ecológico, entre otras, son también elementos que generan presión y lo hacen de forma diferenciada según el tipo de área de conservación: se debe destacar que no todas las áreas protegidas tienen las mismas fuerzas de presión de impactos ambientales, y en mucho dependerá de la categoría del área entre otros elementos.

Para **las áreas protegidas que son propiedad del estado**, las presiones por elementos de construcciones ilegales, expansión urbana, cambio de uso del suelo, son menores y en muchos de los casos no figuran dentro de los ejes centrales de delitos ambientales que ocurren en sus límites. Lo contrario ocurre con las zonas que tienen **declaración de área silvestre protegida pero que presentan propiedad privada**, cuyas tierras no son del estado. En estos espacios ocurre una interacción que requiere la coordinación del SINAC, las municipalidades involucradas y los propietarios de las tierras. (Esto es un problema específicamente donde la declaratoria se ha realizado en zonas ya ocupadas por actividades humanas, por ejemplo, la Reserva Forestal Golfo Dulce, y no en áreas voluntariamente dedicadas a la conservación por sus propietarios.)

Para efectos del análisis de intensificación de uso del suelo, se ha planteado la hipótesis siguiente: en las áreas silvestres protegidas, debería observarse una menor perturbación de la cobertura del suelo (y los sistemas naturales); pero para reservas forestales, humedales y zonas protectoras, el cambio de cobertura debería haber sido más dinámico. Fuera de las áreas silvestres protegidas, tanto las áreas de amortiguamiento adyacentes a ellas como los corredores biológicos presentarán pocas diferencias con áreas no designadas como importantes para la planificación ambiental; podrían existir excepciones cuando haya particularidades territoriales como zonas de reserva para grupos indígenas.

Recuadro 1 Presiones ambientales en reservas forestales y zonas protectoras

Las denuncias por actividades ilegales en las reservas forestales y zonas de protección son múltiples en Costa Rica. En general, las comunidades organizadas han denunciado, tanto públicamente como ante las autoridades administrativas y judiciales, numerosos abusos. La represión de estos comportamientos ilegales, sin embargo, no siempre ha sido efectiva. Algunos ejemplos representativos y recientes incluyen:

La Asociación Quercus ha denunciado reiteradamente los problemas de tala e invasión de bosque con cultivos de café por parte de algunos grandes caficultores en la **Reserva Forestal Los Santos**. Pese a contar con resoluciones judiciales ordenando la restauración de los sistemas naturales, los problemas persisten²⁴.

APREFLOFAS denunció y obtuvo una sentencia constitucional favorable (Resolución de la Sala Constitucional N° 08806 – 2022) la tala y construcción ilegal de viviendas en la **Zona Protectora Cerros de Escazú**, que ponía en riesgo una naciente en esa zona protectora. Aunque las construcciones ilegales habían sido identificadas con relativa eficiencia, los procesos legales para su demolición u otra sanción sufrían de retrasos importantes por las apelaciones de los beneficiados. De allí que los impactos ambientales continuaran pese a su manifiesta ilegalidad²⁵. El plan de manejo de la Zona Protectora Cerros de Escazú claramente identificaba estos problemas como los cinco más graves (de 17 identificados) por su impacto sobre los elementos focales de la zona (paisaje, recurso hídrico y ruralidad): deforestación, contaminación por residuos sólidos, expansión urbana e inmobiliaria, expansión de la frontera agrícola dentro de la zona protectora y prácticas agrícolas inadecuadas

Fuente: Elaboración propia.

²⁴ Ver: Los Santos Digital del 13 de enero de 2021: *Sentencia emitida desde 2018 por tala en reserva forestal en dota no se ha ejecutado* (<https://lossantosdigital.com/2021/01/13/sentencia-emitida-desde-2018-por-tala-en-reserva-forestal-en-dota-no-se-ha-ejecutado/>) y Delfino.cr del 17 de mayo de 2021: *Movimiento Quercus llama a las autoridades a frenar la destrucción de la Reserva Forestal Los Santos* (<https://delfino.cr/2021/05/movimiento-quercus-llama-a-las-autoridades-a-frenar-la-destruccion-de-la-reserva-forestal-los-santos>)

²⁵ Semanario Universidad del 1° de junio de 2022: *Sala Constitucional ordena que “se resuelva” situación de construcciones ilegales en Zona Protectora Cerros de Escazú* (<https://semanariouniversidad.com/pais/sala-constitucional-ordena-que-se-resuelva-situacion-de-construcciones-ilegales-en-zona-protectora-cerros-de-escazu/>)

Marco metodológico

Indicadores ambientales

El capítulo 4 del Informe Estado de la Nación 2021²⁶ desarrolló instrumentos basados en tecnologías geoespaciales para el monitoreo de la cobertura del suelo y de depósitos de carbono, con el objetivo de contar con métodos que permitieran el monitoreo de presiones de actividades humanas sobre sistemas naturales a escala nacional.

Los tres productos desarrollados fueron: mapas de cobertura del suelo del periodo 1986-2019, estimaciones de depósitos de carbono para y un modelo de predicción de probabilidad de deforestación para 2021-2025, que funciona como un indicador prospectivo de vulnerabilidad espacialmente explícita a corto plazo. El análisis de estas series de mapas permitieron reproducir la trayectoria de pérdida de bosque seguida de marcada recuperación de la cobertura arbórea, ya detectada en la literatura especializada²⁷, así como describir la importancia de las áreas de conservación para la mitigación del cambio climático (representan el 40,7% de los depósitos de carbono pese a ser solo el 25,5% del país), subrayar la importancia de los sistemas naturales fuera de las áreas de conservación (el bosque no protegido representa la mayor parte de los depósitos de carbono) y determinar zonas especialmente susceptibles a ser deforestadas en el muy corto plazo (que también representan un área muy limitada, un 1,7% del área boscosa total, cifra ligeramente mayor).

En este informe, se propone una profundización del análisis de estas series de datos: en concreto, se evaluará el cambio que han sufrido la cobertura arbórea y los depósitos de carbono en relación con su posición dentro de o su cercanía a las distintas zonas de conservación, a la luz de las hipótesis planteadas en la sección precedente sobre la gestión de estas.

Para ello, se han seleccionado tres periodos (en torno al año 2000, alrededor de 2010 y cerca de 2020) –lo cual permite el análisis de cambios más grandes en el espacio y reduce la incertidumbre—para los datos de cobertura del suelo y depósitos de carbono; adicionalmente, se examinaron los patrones de permisos de segregación tramitados por el CFIA (que representan un alto potencial de intensificación del uso del suelo a corto plazo) del periodo 2016-2021 y las predicciones de probabilidades de deforestación para 2021-2025 (que representan las zonas boscosas más frágiles a corto plazo).

La cobertura del suelo fue objeto de una reclasificación, para identificar áreas en que (a largo plazo) se ha intensificado el uso del suelo y áreas en que, potencialmente, presentan una trayectoria de regeneración de los sistemas naturales (concretamente, una transición hacia bosques):

- Intensificación del uso del suelo: (1) cambio a uso urbano, (2) cambio de árboles a cualquier otro uso, (3) cambio de pastos a cultivos

²⁶ Programa Estado de la Nación (2021). Específicamente, véase el capítulo 4 (Herramientas para el análisis y el enfoque territorial de las políticas forestales en Costa Rica)

²⁷ Sánchez-Azofeifa et al. *Op. cit.* Calvo-Alvarado et al. *Op. cit.*

- Regeneración potencial de sistemas naturales: (1) cambio de cultivos o pastos a árboles, (2) cambio de cultivos a pastos
- Otros cambios y áreas estables fueron descartados del análisis.

La lógica que informa la agregación de coberturas y sus usos de suelo asociados es el rendimiento de la tierra (su capacidad para generar renta). Implícito en esta argumentación está la jerarquía del mejor y mayor uso: los usos urbanos corresponden a la ocupación del espacio más rentable y productiva, seguida de cultivos, pastos y, por último, árboles. Debe reconocerse que el exceso de pastos que Costa Rica tuvo durante al menos parte del periodo de análisis, consecuencia de la forma en que se colonizó la frontera agrícola, resultó en que los pastos fueran de baja productividad y, a menudo, se convirtieron en la práctica en una etapa de transición hacia la cobertura arbórea natural del terreno.

Para los depósitos de carbono, se estimó la diferencia entre dos periodos sucesivos. Esto representa el cambio neto de carbono almacenado por la cobertura del suelo: remociones para valores positivos (cuando aumenta el carbono acumulado) y emisiones para valores negativos (típicamente, cuando la cobertura arbórea es sustituida por cultivos o pastizales, liberando carbono a la atmósfera).

De los datos (puntuales) de permisos de segregación, se ha estudiado el tamaño del área segregada.

Análisis espacial y estadístico

El análisis de los indicadores ambientales busca identificar las presiones sobre las zonas protegidas, para lo cual se han planteado hipótesis sobre los distintos grados de capacidad que, mediante la gestión ambiental, pueden protegerse los sistemas naturales (y específicamente la cobertura arbórea, que en su mayoría corresponde a bosques). De ahí que se haya organizado este análisis de acuerdo con dos principios: (1) jerarquización de áreas protegidas: el entorno de un área protegida solo incluye áreas que deberían proveer un menor grado de protección; esto evita el sesgo que se introduce cuando se combinan, en el entorno de un área protegida, la regeneración o estabilidad de sistemas naturales valiosos en áreas con alto grado de protección con la degradación ambiental de áreas con menor grado de protección (lo cual termina escondiendo los problemas de impacto ambiental); (2) la cercanía en el espacio implica mayor grado de impacto, es decir, es peor que los procesos de degradación (y es mejor que los procesos de regeneración) de los sistemas naturales ocurran cerca del área protegida que lejos de ella.

Esto implica que los determinantes hipotetizados del cambio en los indicadores ambientales son: la categoría de área protegida (de acuerdo con la hipótesis discutida) y la distancia al área protegida más cercana. Las categorías de áreas de protección utilizadas son, en orden descendente de su nivel de protección:

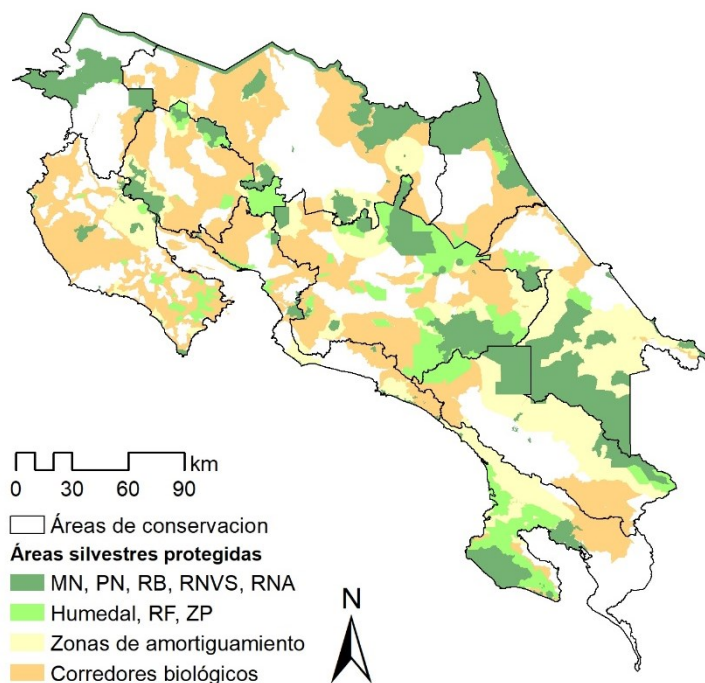
- Áreas de mayor protección: Parque Nacional, Refugio Nacional de Vida Silvestre, Reserva Biológica, Reserva Natural Absoluta y Monumento Nacional
- Áreas de protección intermedia: Zona Protectora, Humedal, Reserva Forestal

- Áreas de menor protección: zonas de amortiguamiento (definidas en los planes de manejo de las áreas protegidas) y corredores biológicos
- Áreas sin protección: corresponde al resto del país, que no se incluye en las categorías anteriores

El mapa 1 muestra la distribución de las áreas correspondientes a cada una de estas categorías, según los mapas digitales de áreas silvestres protegidas de 2021 y de corredores biológicos, descargados del SNIT. Las zonas de amortiguamiento fueron digitalizadas de los planes de manejo de las distintas áreas protegidas.

Mapa 1

Áreas silvestres protegidas, zonas de amortiguamiento y corredores biológicos en Costa Rica



Fuente: SNIT, 2022 y Sinac-Minae, 2022.

Para operacionalizar el análisis de los indicadores ambientales propuestos en el contexto de estos determinantes, se realizaron las siguientes estimaciones:

- **Resúmenes por categoría de área de protección.** Estimación de la distribución estadística, mediante un histograma, de los datos correspondientes a: (a) diferencia en el carbono acumulado, (b) área de lote segregado y (c) probabilidad de deforestación. Estas distribuciones estadísticas muestran separadamente los datos que corresponden a cada categoría de área de protección; asimismo, se han estimado estadísticos resumen (total, media, desviación estándar) por categoría y por periodo. Para el área total de intensificación de uso del suelo y de regeneración potencial de sistemas naturales, dado que corresponden

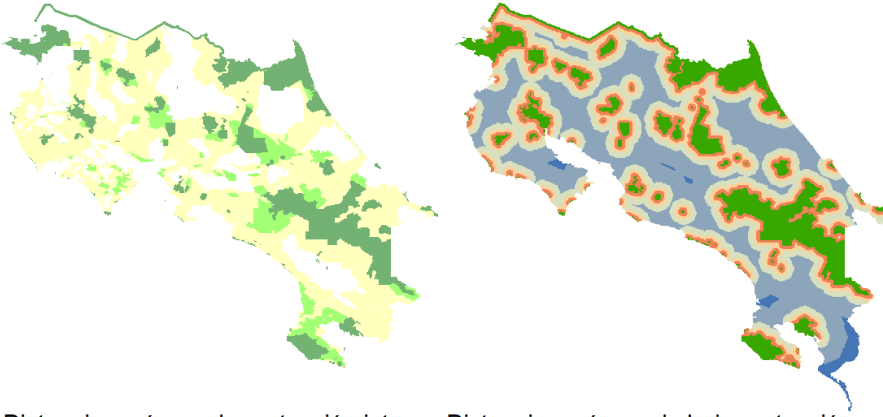
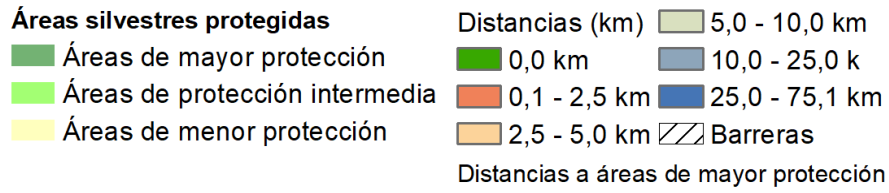
a mapas categóricos, se presentan las áreas totales y el porcentaje con respecto al total, por tipo de área de protección y periodo.

- **Variación de indicador ambiental con distancia.** Se han generado figuras que muestran la variación de los indicadores ambientales según la distancia euclídeana al área de protección más cercana (para cada categoría de áreas de protección); estas figuras muestran la variación por rango de distancia de: los totales de áreas según intensificación de uso del suelo y de regeneración potencial de sistemas naturales, las medias y desviaciones estándar de las emisiones netas de carbono y de las probabilidades de deforestación, los rangos intercuantiles de área para los permisos de segregación de predios.
- **Estimación de distancia euclídeana.** Los mapas de distancia euclídeana fueron estimados para reflejar el principio de jerarquización de las áreas protegidas. Así, la distancia fue estimada desde cada celda en Costa Rica (utilizando celdas cuadradas de 30 de lado) al área protegida más cercana. Para cada categoría, las celdas son iguales a 0 dentro de sus límites. Para la categoría de mayor protección, se consideran todas las celdas del mapa de Costa Rica. Para la estimación de distancias de las áreas de protección intermedia, no se consideran las celdas que se categorizan como de mayor protección (estas tienen un valor nulo); más aún, las áreas de mayor protección se suponen como barreras: esto significa que la distancia más corta no puede ser a través de un área de mayor protección, sino que debe rodearla. Para las áreas de menor protección, la distancia se estima solamente para las celdas no protegidas (y tanto las áreas de mayor como de intermedia protección se consideran barreras).

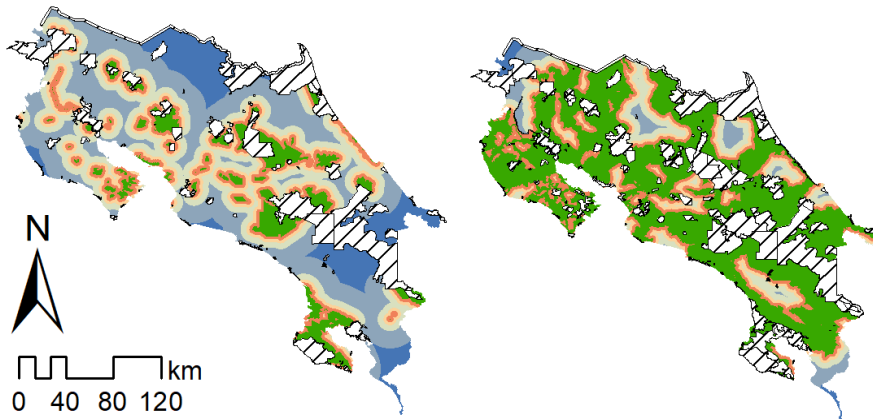
El mapa 2 resume (1) las categorías de área protegida y (2) la estimación de la distancia más cercana a cada una de ellas.

Mapa 2

Distancias euclidianas a áreas de protección según categoría



Distancias a áreas de protección interm. Distancias a áreas de baja protección



Fuente: Estimado a partir de datos de SNIT, 2022 y Sinac-Minae, 2022.

Análisis de resultados

Intensificación de uso del suelo y regeneración potencial de sistemas naturales

Se compararon los mapas de cobertura del suelo para los años 2001, 2011 y 2019 producidos por el MINAE para monitorear los cambios en los depósitos de carbono, en el marco de las comunicaciones nacionales al IPCC. Los mapas fueron generados a partir de clasificaciones de imágenes Landsat, tienen una resolución espacial de 30 m y constan de seis categorías: tierras forestales, cultivos, pastizales, áreas urbanas, humedales y otras tierras (suelos desnudos y páramos)²⁸. Los mapas fueron reclasificados de acuerdo con lo especificado en el marco metodológico. Tierras forestales y humedales fueron agregados en una sola categoría de cobertura arbórea, en tanto que las categorías “otra tierra” y “sin datos” fueron excluidas del análisis.

Los totales correspondientes tanto a las áreas que se intensifican como a las que (potencialmente) se regeneran se muestran en el cuadro 2. Al examinar los totales correspondientes a cada categoría y periodo, lo primero que debe señalarse es que el fenómeno es limitado: para ningún periodo o categoría, el cambio es mayor al 6% del territorio nacional. Una segunda característica es cuán similar son, para cada periodo, las áreas totales de regeneración e intensificación: la diferencia entre ellas era de un 7,5% en 2001-2001 (con las áreas de intensificación mayores) y de un 17,4% en 2011-2019 (con las áreas de regeneración mayores). Por último, cuando se examina la distribución de áreas por categoría de gestión ambiental, resulta también claro que los procesos de cambio en general están ocurriendo fuera de las áreas silvestres protegidas (clasificadas como de mayor protección y protección intermedia) –donde tanto intensificación como regeneración representa menos del 10% del área total en cada periodo y categoría—; en general, los cambios de cobertura se registran en las áreas de menor protección (corredores biológicos y zonas de amortiguamiento) y sin protección, aproximadamente con iguales proporciones para cada categoría (intensificación y regeneración) y periodo (2001-2011 y 2011-2019).

²⁸ Durán, E. & Aragón, A. (2021). Ver también Programa Estado de la Nación. *Op. cit.*

Cuadro 2

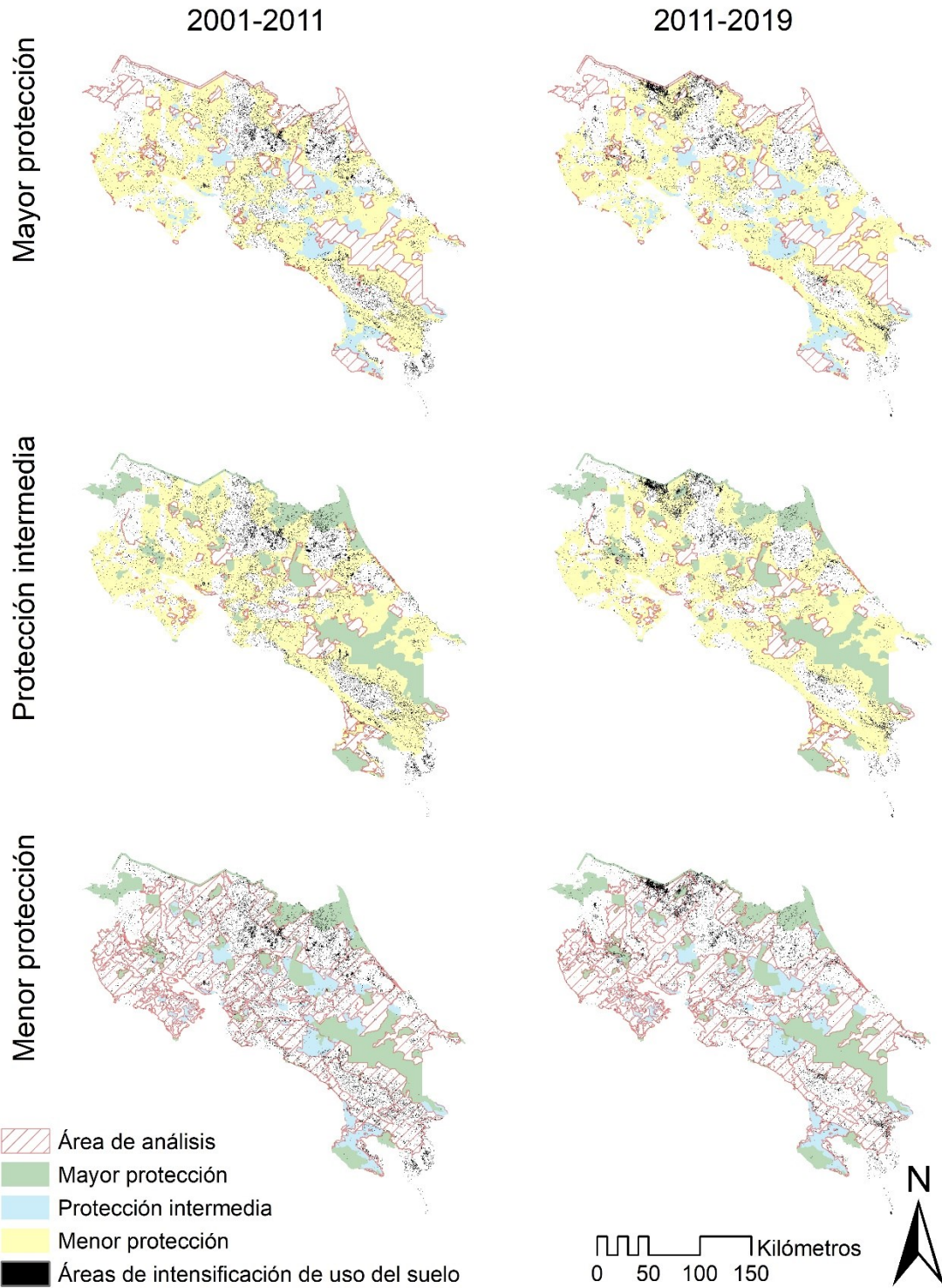
Área estimada de cambio de cobertura del suelo: intensificación de uso del suelo y regeneración potencia de sistemas naturales. 2001-2011 y 2011-2019

Categoría de gestión	2001-2011		2011-2019	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Intensificación de uso del suelo				
Mayor protección	141,5	5,0	139,7	6,3
Protección intermedia	59,0	2,1	43,3	1,9
Menor protección	1.298,1	46,3	1.046,5	47,0
Sin protección	1.306,7	46,6	998,6	44,8
Total	2.805,3	100,0	2.228,1	100,0
Regeneración potencial de sistemas naturales				
Mayor protección	133,1	5,1	120,7	4,6
Protección intermedia	111,1	4,3	104,8	4,0
Menor protección	1.275,3	49,1	1.255,1	48,0
Sin protección	1.076,2	41,5	1.134,0	43,4
Total	2.595,7	100	2.614,6	100,0

Fuente: Estimado a partir de datos de SNIT, 2022, Sinac y Minae, 2022.

Mapa 3

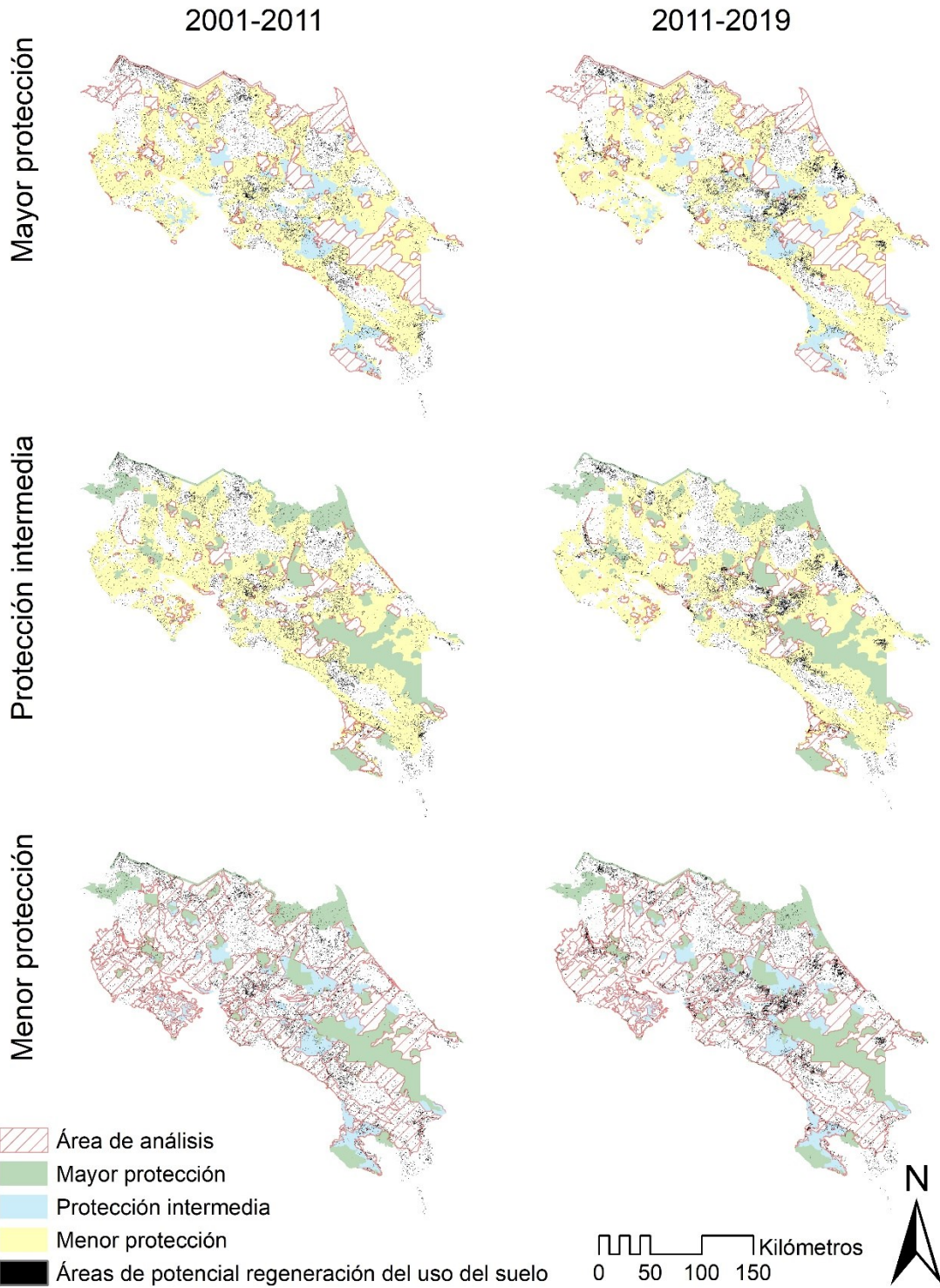
Cambio de cobertura del suelo: localizaciones identificadas de intensificación de uso del suelo



Fuente: Estimado a partir de datos de SNIT, 2022, Sinac y Minae, 2022.

Mapa 4

Cambio de cobertura del suelo: localizaciones identificadas de potencial regeneración de sistemas naturales de uso del suelo



Fuente: Estimado a partir de datos de SNIT, 2022, Sinac y Minae, 2022.

Gráfico 5

Variación de procesos de cambio de cobertura del suelo en función de distancia a áreas protegidas según categoría de gestión ambiental



Fuente: Elaboración propia.

El cuadro general que se extrae de estos datos agregados (del cuadro 2) es uno de estabilidad en los cambios de cobertura, donde la intensificación de algunas zonas es compensada con la regeneración (potencial) natural de otras. Sí debe señalarse que, contrario a lo esperado, las áreas de protección intermedia no parece sufrir (dentro de sí) mayores presiones que las áreas de mayor protección –sí tomando en consideración que las áreas de protección alta incluyen el doble de kilómetros cuadrados que las zonas de protección intermedia (como puede inferirse del cuadro 1); por otra parte, no es sorprendente que las áreas de menor protección (corredores biológicos y zonas de amortiguamiento) muestren patrones similares a las zonas sin protección, dado que la gestión ambiental no ha operacionalizado, pese al valor ambiental que debería haber justificado su designación.

Los patrones de intensificación de uso del suelo se muestran en el mapa 3 en tanto que los patrones de regeneración potencial de sistemas naturales, en el mapa 4. El gráfico 5 muestra la variación del área total de cada categoría con la distancia al área protegida más cercana (estimada según se reportó en el mapa 2).

Los patrones de intensificación que muestra el mapa 3 permiten identificar, para ambos periodos, concentraciones de mayor intensidad de uso del suelo en la zona norte (Región Huetar Norte y norte de la Región Huetar Caribe); hay también áreas de concentración al sur de la Región

Brunca. En principio, estos cambios parecen coincidir con áreas que tienen tradición en la producción agropecuaria de monocultivos y podrían estar asociados a este tipo de uso del suelo (recuérdese que, en términos absolutos, estos cambios son relativamente modestos; pero también, como se argumentó en la introducción, que sus efectos locales pueden ser muy importantes –de ahí que el tema requiera de mayor reflexión).

Los patrones de regeneración potencial de sistemas naturales se encuentran más distribuidos a lo largo del país en ambos periodos, aunque durante 2011-2019 parece existir una concentración especialmente grande de área con potencial regeneración entre el Parque Nacional Tapantí y la Reserva Forestal de la Cordillera Volcánica Central. Esta área corresponde principalmente a una transición de cultivos (en 2011) a pastos (en 2019), de modo que requeriría de intervenciones proactivas para consolidarse. También es cierto que no es un área de baja protección (no forma parte de corredores biológicos ni de zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas circundantes), por lo cual podría no justificarse dicha intervención.

En general, cuando se examina el gráfico 5, hay dos hechos notables. Primero, se subraya la estabilidad en las transiciones de cobertura del suelo, visto que la variación de área que cambia (se intensifica o regenera) muestra aproximadamente la misma trayectoria para ambas categorías de cambio de cobertura del suelo y repetida para ambos periodos –los valores varían ligeramente, pero los patrones son muy similares. Segundo, parece claro que en las cercanías de las áreas protegidas (i.e. las áreas de menor protección y las áreas de protección intermedia) hay menos cambios que lejos de ellas. Esto se explica en parte porque la aptitud de los terrenos que ocupan las áreas protegidas y sus inmediaciones son a menudo poco aptos para usos humanos (e.g. las pendientes tienden a ser más grandes, lo cual por ejemplo ha sido identificado como un determinante negativo de la deforestación²⁹); pero también sugiere, en conjunto con los resultados del cuadro 2, que las presiones sobre las áreas protegidas en un contexto de estabilización pueden ser modestas –de nuevo con la precaución de que algunas actividades humanas, agrícolas o de asentamientos humanos, pueden tener grandes impactos incluso si ocupan áreas pequeñas.

Probabilidad de deforestación

En 2021, Rodríguez³⁰ creó un modelo predictivo basado en la aplicación de métodos de inteligencia artificial para relacionar mapas de bosques mundiales (del proyecto Global Forest Change, periodo 2000-2020) con los siguientes determinantes: la capacidad de uso del suelo, las características geográficas, el ángulo de la pendiente del terreno, el costo de la tierra, el tipo de bosque, la presencia de esquemas de protección y el nivel de desarrollo. El resultado fueron predicciones de pérdida de cobertura arbórea a corto plazo (para 2021-2025), que en adelante se interpretan como probabilidades de deforestación. Esta estrategia sigue la lógica de modelos

²⁹ Pfaff, A., Robalino, J., Sánchez-Azofeifa, G. A., Andam, K. S., & Ferraro, P. J. (2009).

³⁰ Rodríguez, D. (2021).

espacial-estadísticos de cambio de uso del suelo, de los cuales hay notables antecedentes en Costa Rica³¹.

Del trabajo de Rodríguez, es importante rescatar tres elementos. Primero, como bien dice, los datos (y en particular los datos de cobertura boscosa) están sujetos a un grado relativamente alto de incertidumbre –esto es inherente a las clasificaciones de cobertura y uso del suelo basadas en sensores remotos de escala media (entre los cuales están los sensores Landsat en que se basa la clasificación del proyecto Global Forest Change). Segundo, las predicciones resultan en un cambio muy pequeño: la deforestación en Costa Rica es relativamente poca cuando se considera para la extensión de todo el país. Este resultado es consistente con dos premisas que se han reiteradamente presentado en el análisis desarrollado sobre presiones en áreas de protección: (1) la situación durante los últimos 20 años en Costa Rica ha sido fundamentalmente de estabilidad; (2) aunque en términos de área total los cambios pueden haber sido menores (y esto es en general positivo), también es importante subrayar que los impactos locales de algunas transiciones pueden haber sido sustanciales en su entorno inmediato. El tercer elemento se refiere a la variable “esquemas de protección”: la introducción de esta variable en el entrenamiento del modelo conduce a que exista algún grado de tautología en los análisis que siguen (pero como se verá a continuación, este problema parece menor, dadas las variaciones que se presentan entre tipos de áreas protegidas).

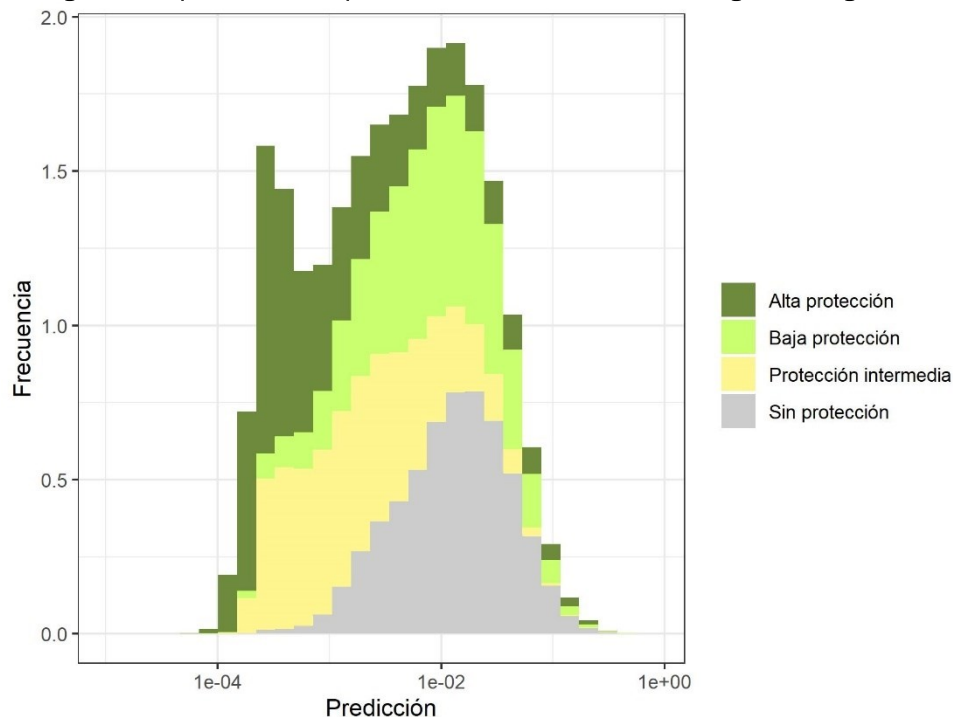
Las predicciones generadas por Rodríguez (2021) han sido analizadas a la luz del marco metodológico desarrollado. Se presentan dos análisis principales: la distribución estadística de las probabilidades, separada por tipo de área de gestión ambiental, y la variación de esta probabilidad según la distancia a cada categoría de área de gestión.

El histograma de las probabilidades de deforestación se muestra en el gráfico 6 (cada registro corresponde a la predicción de probabilidad de deforestación para 2021-2025 de una celda cuadrada de 30 m de lado, ubicada en el territorio nacional); nótese que el eje horizontal está expresado en escala logarítmica. Este resultado coincide en gran medida –y en mayor grado que el análisis de cambio de cobertura del suelo de la subsección precedente—con las hipótesis planteadas sobre las áreas de gestión ambiental: las menores probabilidades de deforestación corresponden a las áreas clasificadas como de alta protección y las mayores probabilidades, a áreas sin protección. Las áreas de protección intermedia tienen probabilidades de deforestación menores que las áreas de baja protección, cuyas probabilidades son a su vez menores que las correspondientes a áreas sin protección.

³¹ Pfaff et al. *Op. cit.*

Gráfico 6

Histograma de predicción de probabilidad de deforestación según Rodríguez. 2021



Fuente: Elaboración propia.

Esta visión de los patrones relativos debe ser juzgada a la luz de las probabilidades que se han pronosticado: la mediana de la distribución (total) de celdas es una probabilidad del 0,5%; el rango intercuartil es igual a [0,1%,1,7%]. El 99% de las celdas (i.e. el 99% del territorio nacional) presenta probabilidades de deforestación menores al 10%, según la predicción realizada. Al respecto, puede interpretarse el mapa de predicciones no solo como predictivo sino también como un mapa de “susceptibilidad a deforestación”; y en este sentido, parece que la gestión de áreas silvestres protegidas sí hace una diferencia en reducir la vulnerabilidad del bosque, y esta diferencia es más eficiente en las áreas de alta protección (donde el Estado es en mayor medida propietario de la tierra) que en otras áreas de protección intermedia (y que permiten algún grado de explotación privada).

El cuadro 3 resume la variación promedio de la probabilidad en función de los rangos de distancia discutidos en la sección de marco metodológico. En general, los resultados muestran que la probabilidad de deforestación se reduce con la cercanía a áreas con gestión ambiental para las tres categorías consideradas, aunque es difícil interpretar los resultados por el muy alto grado de dispersión en los datos (las desviaciones estándar son generalizadamente mayores que las medias, excepto para algunos de los rangos de distancia mayores). Sin embargo, no parece existir evidencia de presiones generalizadas en las cercanías de áreas protegidas –aunque *localmente* esta conclusión es inválida, en particular en la Región Huetar Norte (véase Rodríguez, 2021).

Cuadro 3

Probabilidad de deforestación como función de la distancia a área según categoría de gestión ambiental

Rango de distancia	Distancia a:					
	Alta protección		Protección intermedia		Baja protección	
	Media	Desv. est.	Media	Desv. est.	Media	Desv. est.
Dentro de área protegida	0,7%	2,0%	0,5%	1,2%	1,5%	2,2%
0,0 - 2,5 km	1,1%	2,1%	1,2%	1,7%	1,7%	2,2%
2,5 - 5,0 km	1,4%	2,1%	1,4%	2,1%	2,2%	2,9%
5,0 - 10,0 km	1,6%	2,2%	1,6%	2,4%	2,7%	3,0%
10,0 - 25,0 km	1,9%	2,5%	1,8%	2,3%	3,3%	3,3%
> 25,0 km	3,7%	2,9%	2,7%	3,0%	1,9%	2,2%

Fuente: Elaboración propia.

Fraccionamiento y segregación de propiedades

La fragmentación de la propiedad inmueble ha sido asociada con significativos impactos ambientales e ineficiencia en la inversión pública. La reducción de densidad que significa el patrón de asentamiento ex-urbano implica mayores inversiones en construcción y mantenimiento de infraestructura pública, así como degradación de sistemas naturales. Estos patrones han sido subestimados tradicionalmente, por ejemplo, en Estados Unidos, donde son una preocupación constante por sus impactos³². En Costa Rica, la fragmentación paulatina de propiedades fue la explicación histórica principal sobre la reducción de productividad de parcelas agrícolas y la emigración desde el Valle Central³³ –de modo que, además de los impactos identificados en la literatura especializada la tradición costarricense agrega las negativas consecuencias sociales sobre acceso a la tierra e ingreso.

Como forma de complementar los análisis basados en información geo-espacial, se ha analizado el patrón de fraccionamiento de la propiedad en Costa Rica a través de los permisos de segregación de terrenos del CFIA (el sistema APT). Los datos corresponden a las autorizaciones que dicho colegio profesional emite para que sus agremiados segreguen propiedades inmuebles; están ubicados geográficamente e incluyen las variables área (del predio por segregar) y uso a que se destinará este predio, aunque esta segunda variable es muy incierta. Las bases de datos analizadas corresponden a los años 2016 y 2021: fueron comparadas para determinar si el patrón de segregaciones está representando una presión creciente sobre las áreas protegidas (mediante más segregaciones de propiedades más pequeñas). La interpretación de los análisis supone que la segregación excesiva de terrenos lleva aparejada las consecuencias negativas mencionadas previamente.

El mapa 2 muestra la distribución estadística del área para registros de permisos de segregación, registrados por el sistema APT. Para ambos periodos analizados, la distribución del logaritmo del área sigue aproximadamente una curva gaussiana (con algún grado de asimetría hacia los

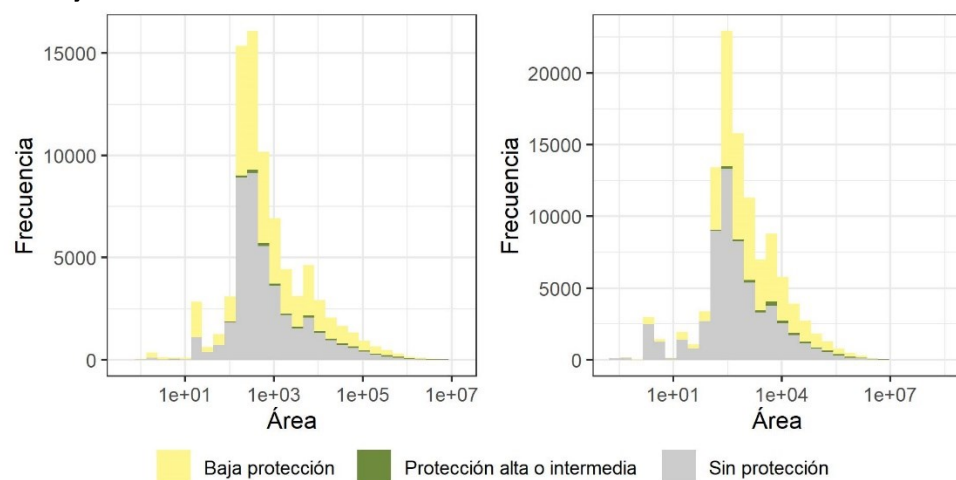
³² Irwin, E. G., & Bockstael, N. E. (2007).

³³ Hall, C. (1976).

valores menores) –lo cual es de esperar de los procesos de fragmentación de la propiedad inmueble: la mayoría de los registros corresponde a propiedades relativamente pequeñas en áreas urbanas; las segregaciones de propiedades rurales son menos frecuentes y mayores. En este sentido, la señalada diferencia entre actividades locales de alto impacto vs. impactos generales de escala nacional puede ser explorada en mayor profundidad separando los datos correspondientes a áreas urbanas y áreas no urbanas (lo cual es crucial porque el impacto ambiental en áreas urbanas se genera por la fragmentación de su periferia, fenómeno que no es posible detectar con datos agregados nacionales, aunque este particular excede los alcances del análisis que se realiza en este documento).

Gráfico 7

Histograma de área de permisos de segregación por categoría de gestión ambiental según permisos APT. 2016 y 2021



Fuente: Elaboración propia.

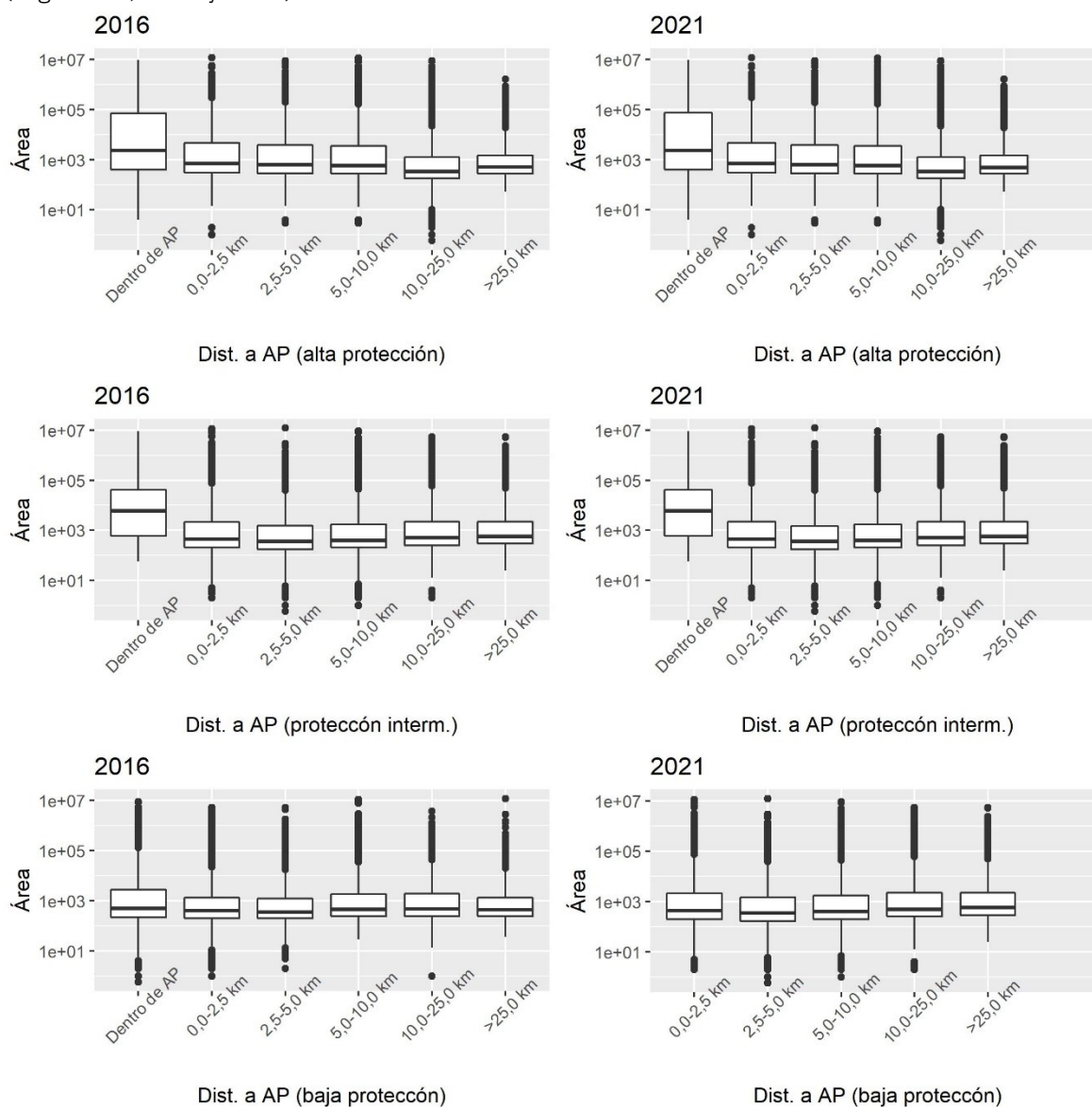
Desde la perspectiva de gestión ambiental territorial, el gráfico 7 muestra dos características importantes: (1) hay muy pocos permisos de segregación aprobados dentro de las áreas protegidas (las categorías de alta protección y protección intermedia, mostradas en verde en esta figura)³⁴; (2) los permisos de segregación en áreas de baja protección tienden a ser mayores que en áreas sin protección –lo cual sugiere algún grado de menor impacto ambiental y lo cual no parece ser explicado por los patrones de localización de las áreas de baja protección ambiental (porque gran parte los corredores biológicos tienden a coincidir con gran parte de las áreas urbanas del país). El segundo efecto es relativamente sutil y debe ser explorado con mayor

³⁴ Estas segregaciones no son per se ilegales: aunque la mayoría de las propiedades dentro de estas categorías son de propiedad estatal, y por tanto no deberían segregarse, (1) persisten algunas propiedades que el Estado debe adquirir en algunas áreas silvestres protegidas y (2) algunas categorías de protección (zonas protectoras y reservas forestales, que han sido categorizadas como de protección intermedia), sí permiten usos privados, aunque restringidos, del territorio dentro de sus límites.

profundidad utilizando modelos que controlen por posible endogeneidad entre la definición de corredores biológicos y las reglas de segregación de propiedades.

Gráfico 8

Variación del tamaño de permiso de segregación según distancia a área por categoría de gestión ambiental (según APT, 2016 y 2021)



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 8 muestra diagramas de cajas donde en el eje vertical se indican los cuartiles correspondientes a área del permiso de segregación y en el eje horizontal, la distancia al área más cercana según su categoría de gestión ambiental (con las distancias estimadas según se discutió en el marco metodológico). Si en esta figura existiera una tendencia positiva (i.e. si la

distribución estadística de las segregaciones dentro de o muy cercanas a determinado tipo de área según su categoría de gestión ambiental), esta indicaría la existencia de presiones importantes sobre esa categoría. Si algo, la figura muestra una (ligera) tendencia creciente: las segregaciones autorizadas dentro o, en menor medida, muy cerca de áreas con algún grado de protección tienden a ser más grandes que aquellas más lejanas –aunque dentro de las áreas de protección hay muy pocos casos y para otros grupos de distancias mostrados en el gráfico 8, las diferencias no son muy grandes; es decir, la distancia al área protegida más cercana no parece ser un determinante muy importante del tamaño de la segregación.

En suma, el análisis de los permisos de segregación según APT, realizado en las figuras 7 y 8, permite derivar las siguientes tres conclusiones: (1) no hay grandes diferencias entre 2016 y 2021 (aunque en 2021 se registra una mayor cantidad de permisos); (2) las áreas de protección alta o intermedia casi no registran impactos potenciales, según este indicador, y las áreas de baja protección exhiben menor impacto (menos propiedades segregadas y de mayor tamaño) que las áreas sin protección, aunque la causa no está del todo clara y debe ser investigada en mayor profundidad; (3) la distancia a las distintas áreas, según su categoría de gestión ambiental, no es un determinante del indicador (tamaño de segregación autorizada), lo cual sugiere que no existen presiones especialmente fuertes sobre las áreas protegidas en este aspecto en particular.

Depósitos, emisiones y sumideros de carbono asociados a uso del suelo

Durán y Aragón³⁵ actualizaron para el capítulo 4 del informe Estado de la Nación las existencias de carbono por ha para categorías de cobertura y uso del suelo que el IMN había definido para las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero que Costa Rica reporta al IPCC. En esta sección, se han replicado los cálculos de Durán y Aragón y se han aplicado estos factores a los mapas generados por el MINAE para dichos inventarios (mapas que fueron analizados tanto por Durán y Aragón como este mismo trabajo, en la subsección correspondiente a intensificación de uso del suelo y regeneración potencial de sistemas naturales). Esto ha resultado en mapas donde cada celda representa la cantidad de toneladas de CO₂ equivalente que dicho uso del suelo almacena. Las estimaciones se realizaron para los mapas de 2001, 2011 y 2019; la diferencia entre cada dos de estos mapas (2011 y 2001, y 2019 y 2011) permiten a su vez aproximar las emisiones por de carbono asociadas a cambios de uso del suelo –ocurre una emisión cuando el valor es negativo; el cambio de uso del suelo almacena carbono cuando el valor es positivo.

Las emisiones de carbono fueron analizadas según el marco metodológico presentado: se estimó un histograma con los valores de emisión o absorción de carbono para cada uno de los dos periodos (2001-2011 y 2011-2019).

El gráfico 9 muestra la distribución estadística de localizaciones (celdas cuadradas de 30 m de lado) según la cantidad de emisiones de carbono asociadas a cambio en el uso del suelo. Los

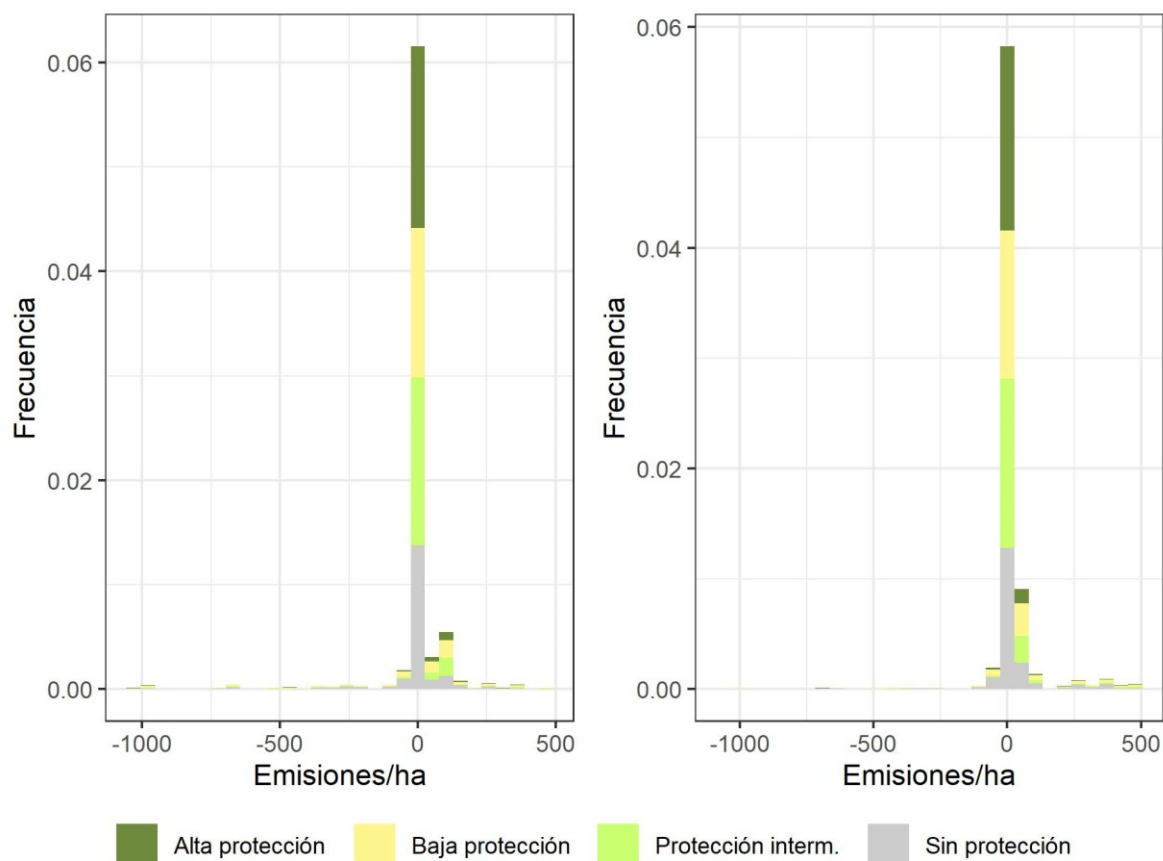
³⁵ Durán y Aragón. *Op. cit.*

valores positivos indican almacenamiento en tanto que los valores negativos, emisiones. Los primeros están asociados principalmente a bosques secundarios almacenan carbono al madurar; los segundos, a cambios de uso del suelo (la intensificación discutida en la subsección precedente). Desde el punto de vista de presiones ambientales, entonces, este indicador (carbono) es complementario de las transiciones de uso del suelo ya analizadas.

En primer lugar, el gráfico 9 muestra que gran parte del territorio nacional es estable: hay muy poca variación para la mayoría de las localizaciones en cuanto a la cantidad de carbono almacenado (lo cual es evidente en la barra principal para ambos periodos, que está centrada en 0). Esta característica coincide con otros indicadores en sugerir que no hay grandes presiones sobre las áreas de conservación (pero tampoco hay grandes mejoras reportadas, a diferencia de la recuperación relativamente rápida que caracterizó a Costa Rica en los quince años previos al periodo analizado). En segundo lugar, y a diferencia del análisis de cambio en el uso del suelo (donde los procesos de intensificación y regeneración potencial ocupaban áreas muy similares), en el gráfico 9 resulta claro que donde sí existen cambios, predomina el almacenamiento de carbono. Como se mencionó, esto se debe a que los bosques secundarios, incluso si no hay cambio en el uso del suelo, secuestran carbono durante muchos años hasta convertirse en bosques maduros. Sin embargo, también debe señalarse que durante 2001-2011 el área que secuestraba carbono (valores positivos en el gráfico 9 estaba más distribuida hacia valores mayores de carbono por ha –i.e. se secuestraba más carbono en 2001-2011 que en 2011-2019, de nuevo coincidiendo con el incipiente equilibrio que parece detectarse a través del análisis de los distintos indicadores ambientales considerados en este trabajo.

Gráfico 9

Histogramas de almacenamiento y emisiones de carbono (ton. de CO2 equivalente/ha) de uso del suelo³⁶



Fuente: Elaboración propia.

Discusión y conclusiones

El análisis de las áreas silvestres protegidas, por categoría, permitió plantear hipótesis sobre la efectividad esperada de distintas categorías. Por una parte, se esperaba que las categorías de área protegida que permiten usos privados –a saber, zonas protectoras y reservas forestales, categorizadas como de protección intermedia–presentaran mayores presiones que las categorías propiamente de conservación y propiedad fundamentalmente estatal (categorizadas como de alta protección). Por otra, se esperaban pocas diferencias entre áreas de menor protección (corredores biológicos y zonas de amortiguamiento o influencia de las áreas protegidas, categorizadas como de baja protección) y las zonas en las que solo se aplica la legislación nacional sobre impacto ambiental (i.e., las que se han definido como sin protección). La segunda de estas hipótesis fue verificada a través de los distintos indicadores analizados; la primera, en cambio, parece no ser correcta: no se detectaron grandes diferencias entre los dos

³⁶ Almacenamiento se refiere a incrementos en la cantidad de carbono almacenado en los sistemas naturales y corresponde a valores positivos; emisiones implica reducciones de carbono almacenado por cambio de uso del suelo y se ve reflejado en valores negativos.

grupos de áreas protegidas, pese a la supuestamente crítica diferencia de presencia de actividades humanas privadas en el grupo de áreas con protección intermedia.

Sobre la distinción entre tipos de área (que no existieran diferencias en los indicadores ambientales entre, por una parte, reservas forestales y zonas protectoras y, por otra, parques nacionales y otras categorías similarmente estrictas de conservación) es importante señalar algunos elementos. (1) Los análisis realizados en este trabajo no controlan por endogeneidad. Muchas de las áreas protegidas originalmente designadas como tales fueron remanentes de sistemas naturales (en particular bosques) del proceso de colonización de la frontera agrícola. Esto significa que correspondieron, en muchos casos, a las tierras menos aptas para usos humanos (y específicamente para agricultura), por lo cual los incentivos para modificar usos de suelos en muchos casos son limitados por definición (es decir, puede ser que el carácter de área protegida sea un determinante de pobre aptitud del suelo para usos humanos y que por esta razón no haya diferencias en las presiones ambientales sufridas por una y otra). (2) Como se ha mencionado reiteradamente a lo largo de este trabajo, el análisis se concentra en impactos de carácter nacional y, por tanto, relativamente grandes. Pero no considera impactos locales que pueden ser muy intensos, característicos de algunos de los procesos más impactantes sobre los sistemas naturales (en particular, desarrollo urbano y cultivo intensivo, por ejemplo, de piña). Estos procesos deben estudiarse a escalas más detalladas y es posible que sus efectos acumulados puedan exceder las presiones investigadas en este trabajo. (3) También es posible que la gestión de zonas protectoras y reservas forestales sí esté mejorando el valor ambiental de estas zonas, de maneras que sean poco conocidas. En este trabajo, no se sistematizó evidencia sobre estos procesos de gestión, pero una profundización de esta dinámica institucional podría aportar información adicional al respecto.

Lo que sí resulta claro es que tanto los corredores biológicos como las áreas de amortiguamiento o influencia contenidas en los planes de manejo de las distintas áreas silvestres protegidas (y que están fuera de sus límites) son instrumentos que no se han operacionalizado con suficiente profundidad para la gestión ambiental. Es importante generar espacios de gobernanza y toma de decisiones conjuntas entre el MINAE- SINAC, municipalidades, personas propietarias, instituciones como el MAG, ONGs, empresarios y otros actores. Lo anterior requiere de presupuesto y personal por parte del Estado costarricense para lograr la adecuada vigilancia y monitoreo en esos espacios, así como para la conformación y ejecución de programas de educación ambiental formales e informales con los diferentes actores sociales involucrados.

Una oportunidad especialmente crítica corresponde a la coordinación entre la regulación municipal (planes reguladores) y los planes de manejo de las áreas protegidas. Para reservas forestales y especialmente para zonas protectoras, los requerimientos más estrictos de los planes de manejo para algunas variables críticas (e.g. tamaño de lote o área máxima construible) deben ser complementados y suplidos (para otras variables o procedimientos que no están en el plan de manejo) por la regulación municipal. Para las zonas de amortiguamiento o influencia, es importante crear lineamientos tanto de protección (para evitar presiones en zonas adyacentes a las áreas silvestres protegidas) como de promoción de desarrollo sostenible en los planes

reguladores. Sin embargo, es importante que estos lineamientos estén explicitados en los planes de manejo con carácter estratégico, de modo que haya guías para el diseño de los planes reguladores en cuanto a su interacción con las áreas protegidas. Lo mismo puede argumentarse para los corredores biológicos, aunque también es importante notar la gran extensión del conjunto de corredores biológicos definidos en Costa Rica (y que puede representar un reto de gestión ambiental en general).

Existe algún grado de conciencia al respecto de la importancia de coordinación entre instrumentos. Por ejemplo, *el Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU)*, cuya última modificación corresponde al año 2021, establece en su sección 3.4.2 *Integración de planes de nivel local*, la necesidad de integrar en la elaboración de los planes reguladores las herramientas de planificación locales, entre las que se citan los planes de manejo de las áreas silvestres protegidas. El abordaje para la integración de planes de manejo en los planes reguladores municipales es un tema que requiere un mayor nivel de análisis y reflexión, además de significar un gran reto debido a la heterogeneidad de condiciones que pueden presentar estos espacios geográficos en los territorios.

Al evaluar las presiones ambientales sobre las áreas silvestres protegidas y sus áreas cercanas, hay tres grandes conclusiones que pueden derivarse del examen de los cuatro indicadores ambientales examinados. Primero, la distancia a las distintas áreas protegidas (cuán cerca o lejos están las dinámicas en cuestión de los bordes de las distintas categorías de área protegida) es una variable poco relevante. En general, la variación dentro de los distintos rangos de distancia excede con mucho las medidas de tendencia central para todos los indicadores. Segundo, como se dijo, la principal distinción en términos de los patrones de las presiones consideradas es entre áreas silvestres protegidas (incluyendo las categorías más débiles de zonas protectores y reservas forestales), dentro de las cuales hay muchas menos presiones ambientales, y las zonas fuera de las áreas silvestres protegidas (incluyendo áreas de amortiguamiento o influencia y corredores biológicos), donde se concentran las dinámicas de cambio de uso del suelo. Tercero, en general, la evolución en el tiempo de los distintos indicadores ambientales durante los últimos años sugiere gran estabilidad, tanto en términos de patrones espaciales como sobre todo de magnitud de los cambios.

En conjunto, estos tres resultados sugieren que hay pocas presiones sobre las áreas protegidas, pero también que el ciclo virtuoso de regeneración de bosques, característico de las dinámicas de uso del suelo en Costa Rica entre mediados de 1980s y alrededor del año 2000, se está agotando. En algunos indicadores, notablemente depósitos de carbono, es de esperar aún algún grado de mejora inercial (conforme maduren bosques secundarios y continúen secuestrando carbono, si no hay cambios de uso del suelo); pero, en general, será necesario mejorar la gestión ambiental territorial para mitigar impactos –y esto implicará también profundizar en investigación de fenómenos que todavía no son bien conocidos, en particular cultivos intensivos y sus impactos.

Metodológicamente, el uso de tecnologías geoespaciales ha permitido un análisis coherente y sistemático de presiones ambientales sobre las áreas protegidas de extensión nacional. Es importante considerar varios indicadores complementarios, así como de fuentes diferentes, para robustecer los resultados (específicamente, es importante contar con datos satelitales, pero también con registros administrativos como los del sistema APT del CFIA). Al respecto de futuros trabajos, es importante resaltar: (1) la oportunidad, todavía no explotada, que representa el uso al que se dedicaran los lotes en los permisos tramitados por el APT; muchas de estas categorías no son útiles pero también hay muchos permisos cuyo uso declarado puede aportar información valiosa para entender mejor presiones ambientales –y esto implica el requerimiento metodológico de considerar esta particular en los métodos de análisis; (2) la necesidad de examinar la incertidumbre de distintos productos geoespaciales; específicamente, los mapas de uso y cobertura del suelo han sido en general validados para el año en que fueron producidos pero no los mapas de cambio de uso o cobertura del suelo (y los modelos de incertidumbre de las comparaciones son muy diferentes y pueden tener implicaciones analíticas importantes); (3) la importancia de profundizar la comparación entre distintos productos (por ejemplo, los resultados del capítulo 4 del informe *Estado de la nación 2021* emplearon tres fuentes distintas de mapas para desarrollar los modelos allí reportados; en este trabajo, se han utilizado los mapas del MINAE para la comparación de uso del suelo y de carbono, probabilidades de pérdida basadas en mapas mundiales de bosques y registros administrativos) para interpretar lo que significa cada uno y en conjunto para las dinámicas ambientales; (4) la oportunidad que representan otros productos disponibles, algunos con mayor resolución temporal (e.g. *night-time lights* como variable proxy de actividad humana o los datos del sensor MODIS, que tienen alta resolución temporal, la cual podría explotarse para mejor caracterizar la actividad agropecuaria en Costa Rica).

Referencias bibliográficas

- Andam, K. S., Ferraro, P. J., Pfaff, A., Sanchez-Azofeifa, G. A., & Robalino, J. A. 2008. Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(42), 16089-16094.
- Arias, E. 2005. Critical Coalition, en R.W. Caves, *Encyclopedia of the City*. Londres y Nueva York: Routledge.
- Boza, M. 1993. Conservation in Action: Past, Present, and Future of the National Park System of Costa Rica. *Conservation Biology*, 7(2), 239-247
- Calvo-Alvarado, J., McLennan, B., Sánchez-Azofeifa, A., & Garvin, T. 2009. Deforestation and forest restoration in Guanacaste, Costa Rica: Putting conservation policies in context. *Forest Ecology and Management*, 258(6), 931-940.
- Centro Centroamericano de Población. 2022. Consulta a censos y grandes bases de datos estadísticas. <https://censos.ccp.ucr.ac.cr>. Acceso: 2022-05-20.
- Cordero, S. 2018. *Local Regulatory and Economic Instruments to Encourage Tropical Forestry Conservation: An Analysis of the Policy Process in Costa Rica and Mexico*. [Disertación doctoral sin publicar.] Massachusetts Institute of Technology

- Durán, E. & Aragón, A. 2021. *Patrones espaciales y temporales de los depósitos forestales de carbono, emisiones y remociones por cambios en la cobertura forestal en Costa Rica durante el período 1986-2019*. Investigación de base para el informe Estado de la Nación 2021. San José, Costa Rica: CONARE.
- Echeverría-Sáenz, S., Mena, F., Pinnock, M., Ruepert, C., Solano, K., De la Cruz, E. et al. 2012. Environmental hazards of pesticides from pineapple crop production in the Río Jiménez watershed (Caribbean Coast, Costa Rica). *Science of the Total Environment*, 440, 106-114.
- Evans, S. 2010. *The Green Republic: A Conservation History of Costa Rica*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Hall, C. 1976. *El café y el desarrollo Histórico-Geográfico de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial Costa Rica.
- INVU. 2017. *Manual de planes reguladores como instrumento de ordenamiento territorial*. San José, Costa Rica: el instituto.
- Irwin, E. G., & Bockstael, N. E. 2007. Measuring the amount and pattern of land development in nonurban areas. *Review of Agricultural Economics*, 29(3), 494-501.
- MacFarland, C., Morales, R., & Barborak, J. 1984. Establishment, planning and implementation of a national wildlands system in Costa Rica. en *National Parks, Conservation and Development: The Role of Protected Areas in Sustaining Society*, 592-599.
- Pfaff, A., Robalino, J., Sanchez-Azofeifa, G. A., Andam, K. S., & Ferraro, P. J. 2009. Park location affects forest protection: Land characteristics cause differences in park impacts across Costa Rica. *The BE Journal of Economic Analysis & Policy*, 9(2).
- Programa Estado de la Nación. 2021. *Estado de la Nación 2021*. San José, Costa Rica: CONARE.
- Reynolds-Vargas, J., Fraile-Merino, J., & Hirata, R. 2006. Trends in Nitrate Concentrations and Determination of Its Origin Using Stable Isotopes (18O and 15N) in Groundwater of the Western Central Valley, Costa Rica. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 35(5), 229-236.
- Rodríguez, D. 2021. *Predicción de la pérdida de cobertura arbórea en Costa Rica*. Investigación de base para el informe Estado de la Nación 2021. San José, Costa Rica: CONARE.
- Sánchez, L. 2021. *Ordenamiento territorial y crecimiento urbano: desafíos e impactos para las ciudades intermedias y la zona marino-costera*. Investigación de base para Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación, CONARE.
- Sánchez-Azofeifa, G. A., Quesada-Mateo, C., Gonzalez-Quesada, P., Dayanandan, S., & Bawa, K. S. 1999. Protected areas and conservation of biodiversity in the tropics. *Conservation Biology*, 13(2), 407-411.
- Shaver, I., Chain-Guadarrama, A., Cleary, K. A., Sanfiorenzo, A., Santiago-García, R. J., Finegan, B., ... & Waits, L. P. 2015. Coupled social and ecological outcomes of agricultural intensification in Costa Rica and the future of biodiversity conservation in tropical agricultural regions. *Global Environmental Change*, 32, 74-86.