



EO4cultivar

Proyecto No 417000001416

Estudios de caso de EO4cultivar sobre los medios de vida sostenibles: reservas del ecosistema, mapeo de riesgos y oportunidades en la región del Magdalena, Colombia

Control de la versión:

Número de la versión:	Final
Documento originalmente preparado por:	Gemma Bell
Fecha:	18 de junio de 2019
Última actualización por:	Matt Smith
Fecha de actualización:	9 de junio de 2020
Distribución para:	Externo



Contenido

1	Introducción	4
1.1	Método Ecosistémico.....	4
1.2	Antecedentes del Proyecto	5
1.3	Justificación para lograr el Impacto.....	5
2.	El método SENCE	6
2.1	Recopilación y Creación de Datos	7
2.2	Aptitud de los Datos	7
2.3	Desarrollo de la Base de Normas	8
2.4	SIG y Producción del Mapa	10
2.5	Escala del Mapa e Interpretación	11
3.	Regulación de Aguas Superficiales.....	11
3.1	Mapa de Existencias de la Regulación de Aguas Superficiales	11
3.2	Oportunidades para la Regulación de Aguas Superficiales	12
4.	Riesgo de Erosión.....	15
4.1	Riesgo de Erosión del Suelo por Precipitación	15
4.2	Riesgo de Erosión del Suelo por Viento	15
5.	Redes de Hábitat: Lugares de Importancia Clave para la Biodiversidad	16
5.1	¿Qué son las redes ecológicas?.....	16
5.2	Mapeo de las Redes Ecológicas Existentes ('Existencias').....	18
5.3	Mapeo de Oportunidades de las Redes Ecológicas.....	19
Estos son los lugares donde las acciones para mejorar las redes ecológicas tienen más probabilidades de ser exitosas y rentables.		21
6.	Beneficios Múltiples de los Servicios Ecosistémicos	21
6.1	¿Cuáles son los beneficios múltiples?	21
6.2	Mapa de Existencias Multibeneficio: Biodiversidad y Regulación de Aguas Superficiales.....	21
6.3	Mapa de Oportunidades Multibeneficio: Biodiversidad y Regulación de Aguas Superficiales.....	21
7.	Conclusión	21
8.	Próximos Pasos	22
Referencias		22
Apéndice A – Detalles del Conjunto de Datos		24
Apéndice B – Conjuntos de Datos usados en cada Mapa		25
Apéndice C – SENCE Mapas		26

Citación:

Bell, G., Parker, N., Parker, J.A. and Smith, M.A.E., 2020. *EO4cultivar sustainable livelihoods case studies: Ecosystems services mapping in the Magdalena region, Colombia*. EO4cultivar Project Report. UK Space Agency International Partnership Programme, Project No 417000001416

1 Introducción

Este informe acompaña la evidencia mapeada y modelada que identifica los lugares en donde los socios internacionales y las partes de interés del proyecto EO4cultivar en la región del Magdalena puedan concentrar sus actividades para llevar a cabo una gestión sostenible de la tierra. El mapeo se centra en las prioridades locales para reducir el riesgo de inundaciones y erosión del suelo, así como mejorar la conectividad ecológica.

Los mapas (Ver Apéndice C) son parte de un estudio de caso para demostrar cómo las diferentes partes de interés pueden hacer el mejor uso de los productos y servicios de datos derivados de la observación terrestre, junto con el conocimiento local existente, para orientar las actividades que apoyan el desarrollo de medios de vida sostenibles. Este trabajo identifica el potencial para elaborar soluciones prácticas y basadas en la naturaleza.

El estudio usó la herramienta SENCE (evidencia espacial para la evaluación del capital natural, por sus siglas en inglés) para el mapeo y modelado de los servicios ecosistémicos. Tras el estudio de antecedentes y la consulta con las partes interesadas, el estudio se centró en los siguientes servicios ecosistémicos:

- **Regulación de aguas superficiales (mitigación del riesgo de inundación):** la identificación de los lugares en los que se pueden llevar a cabo intervenciones en la tierra que pueden aminorar el flujo de la escorrentía.
- **Riesgo de erosión del suelo:** mapeo del riesgo de erosión del suelo por viento o lluvias lo cual puede resultar en la pérdida de un recurso no renovable, sedimentación fluvial y daño de hábitat.
- **Conectividad ecológica:** mapeo de la eco-conectividad de hábitats seminaturales para demostrar dónde la restauración de hábitats tendría un mayor efecto en términos de mejorar la resiliencia de la biodiversidad y de los ecosistemas que soporta en el área, así como de los servicios ecosistémicos que brindan estas áreas.

El estudio identifica los lugares donde una intervención de gestión de suelos puede beneficiar a más de un servicio ecosistémico. Es probable que la implementación de acciones en estos lugares sea más rentable ya que ofrece beneficios múltiples.

Los resultados de este trabajo son idóneos para cualquier organización que desee emprender algún trabajo de mejora medioambiental en el área. Una comprensión coherente tanto de la naturaleza de las oportunidades como de los puntos en los que se puede centrar la acción puede reforzar la coordinación entre las organizaciones y, además, brindar la mejor oportunidad de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y asegurar el mantenimiento de las funciones y procesos naturales necesarios para que la tierra continúe apoyando las actividades humanas.

1.1 Método Ecosistémico

La adopción de un método ecosistémico en la planificación de uso de suelos se usa cada vez más para ayudar a la toma de decisiones a un nivel estratégico y local. El método se centra principalmente en la gestión holística e integrada de la tierra, el agua y los recursos

biológicos para promover su conservación y uso sostenible. Asimismo, permite que los beneficios de la naturaleza, a menudo ocultos, se incorporen en los procesos de la toma de decisiones. A estos beneficios naturales brindados por el ecosistema les llamamos Servicios Ecosistémicos. Este método asegura que la sociedad sea consciente del verdadero valor del medioambiente natural y que sea capaz de mantener un medioambiente natural saludable y resiliente tanto para las actuales como las futuras generaciones.

1.2 Antecedentes del Proyecto

El objetivo primordial del proyecto EO4cultivar (EO4c) es fortalecer a las cadenas de suministro agrícolas que operan entre Colombia, Perú y el Reino Unido. El proyecto está desarrollando una mejor comprensión de maneras en que se puede manejar la producción de manera sostenible e identifica oportunidades para el crecimiento sostenible y la gestión de la tierra. El proyecto logra esto al brindar nuevas formas de evidencia y asesoramiento a los productores, por ejemplo, al asesorarles en la adaptación de prácticas agrícolas en respuesta al nuevo conocimiento derivado de la observación terrestre. La meta es desarrollar capacidades en los países socios (Colombia y Perú) y apoyar el uso de datos derivados de la observación terrestre y la tecnología.

El proyecto, a través de la colaboración, busca lograr los siguientes impactos:

- Hacer una contribución positiva a los sistemas sostenibles de producción de alimentos y la implementación de prácticas agrícolas resilientes.
- Aumentar la productividad y el manejo de riesgos en las cadenas de suministros agrícolas.
- Apoyar el crecimiento económico sostenible e inclusivo en los sectores agrícolas objetivo.
- Ayudar a mantener los ecosistemas naturales.
- Asegurar que los pequeños productores se beneficien de las actividades del proyecto.

1.3 Justificación para lograr el Impacto

Con el fin de asegurar que los resultados producidos dentro del paquete de trabajo de Medios de Vida Sostenibles sean adecuados a las necesidades de los agentes locales se realizaron reuniones presenciales y un taller interactivo en abril de 2018 en Santa Marta, Colombia. Nos reunimos con las partes de interés clave con el fin de describir el objetivo principal del paquete de trabajo y analizar las formas en que los productos y servicios de datos derivados de la observación terrestre podrían utilizarse para informar sobre los problemas de uso de la tierra a los que se enfrentan en la actualidad, principalmente a través de la perspectiva de la adopción de un método ecosistémico que incluye el uso de los conceptos de servicios ecosistémicos.

A través de estas actividades de investigación, el proyecto recogió opiniones de nuestros agentes clave que incluyen negocios agrícolas, ONGs que trabajan con pequeños productores y comunidades locales, además de agencias representantes del gobierno local.

Todas estas partes identificaron desafíos similares en cuanto a: abastecimiento de agua (calidad y cantidad) y transporte de agua; protección contra la erosión del suelo y el mantenimiento de la biomasa del suelo; regulación de inundaciones; y mantenimiento de la biodiversidad.

Durante la visita de campo, se seleccionó la Zona Bananera como área de interés debido a que contiene altos niveles de rendimiento económico, factores bióticos y abióticos que influyen en la sostenibilidad y la presencia de pequeños productores y comunidades locales. Esto proporcionó una mayor probabilidad de éxito en cuanto a los objetivos principales del proyecto, que son:

- Aumentar la superficie de tierra en el marco de prácticas de gestión sostenible basadas en la observación terrestre,
- Aumentar el número de pequeños productores que se benefician directamente de la información derivada de las imágenes satelitales, y
- Aumentar los índices de rendimiento e ingresos de las organizaciones de productores participantes en determinados cultivos.

Si bien el último objetivo está más alineado con el elemento de servicios de datos sobre cultivos de EO4c, el paquete de trabajo de Medios de Vida Sostenibles ha desarrollado el estudio de caso en Colombia para demostrar cómo los distintos usuarios pueden hacer un mejor uso de los productos y servicios de datos junto con el conocimiento que existe localmente para contribuir a las actividades que apoyan el desarrollo de medios de vida sostenibles. Los mapas de servicios ecosistémicos tratados aquí se usarán para orientar la futura participación de las partes interesadas y apoyar la evaluación a largo plazo en cuanto a la forma en que estos métodos cumplen con los objetivos del proyecto.

2. El método SENCE

Este proyecto emplea el método SENCE (evidencia espacial para la evaluación del capital natural) para el mapeo de servicios ecosistémicos, un método desarrollado por Environment Systems. El mapeo SENCE muestra la contribución que brinda cada área de tierra a los servicios ecosistémicos bajo consideración.

El método SENCE tiene como fin identificar y usar los datos más adecuados para el análisis, puede usar tanto datos medidos directamente como datos modelados. La metodología evalúa las posibles limitaciones de datos durante un proceso de auditoría de datos, asegurando que los datos se utilicen adecuadamente.

SENCE usa una metodología pragmática para el mapeo y modelado de los servicios ecosistémicos. Mediante el uso de datos existentes, es posible clasificar la importancia de cualquier terreno en una simple categorización de alto, medio o bajo efecto, basada en el conocimiento experto y el desarrollo de una base normativa científica. Los mapas pueden usarse para informar decisiones a nivel nacional, regional y local.

La evaluación basada en una normativa científica se basa en la consideración de factores clave que interactúan en distintas formas para parcelas de tierra individuales para cada servicio ecosistémico en consideración. Los factores clave son:

- La clasificación de cobertura terrestre (e.g., pastizales, bosque, humedales, etc.)
- El suelo y el sustrato geológico debajo del sitio
- La ubicación de la parcela en el terreno (e.g., fondo del valle, pendiente pronunciada, proximidad al agua o a zonas urbanas)
- La gestión de un sitio (e.g. agricultura intensiva o extensiva, o área de enfoque ecológico).

El proceso SENCE en este proyecto requiere la realización de nueve tareas sucesivas para preparar los productos finales del mapeo de servicios ecosistémicos y el informe complementario:

- Compromiso con las partes de interés
- Recopilación y creación de datos
- Evaluación de la aptitud de los datos
- Desarrollo de la base de normas
- Mapeo de las reservas de servicios ecosistémicos
- Mapeo de los riesgos de los servicios ecosistémicos
- Mapeo de oportunidades para las intervenciones de gestión de la tierra
- Mayor participación de las partes de interés
- Refinamiento de la base de normas y del mapeo

2.1 Recopilación y Creación de Datos

El estudio utilizó los datos disponibles gratuitamente para hacer que los productos fueran ampliamente accesibles y el análisis lo más repetible posible. El estudio usó:

- Datos de elevación SRTM de resolución de 30 m capturados en 2000 (USGS, 2004); y
- Un mapa de geología/suelos de escala 1:100,000 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009).

No se encontraron disponibles datos existentes de hábitat, por ello, se creó un mapa de hábitat a partir del análisis de la Observación Terrestre (OT). Este proceso se ha descrito en el informe de hábitat que acompaña este proyecto.

2.2 Aptitud de los Datos

Todos los datos recolectados han sido evaluados para la calidad y pertinencia para el estudio. Los factores clave considerados fueron:

- **Alcance:** ¿Cubre el conjunto de datos el área de interés? ¿Esto es en su totalidad o en parte?
- **Antigüedad/vigencia de los datos:** la antigüedad del conjunto de datos y si se considera una representación razonable de las condiciones actuales en el terreno.
- **Precisión espacial:** ¿están las características delineadas con suficiente detalle para la aplicación prevista?
- **Detalle:** ¿son los datos numéricos o las clases y valores de atributo suficientemente detallados para la aplicación prevista?

- **Precisión y fiabilidad:** ¿a qué escala se ha producido cada conjunto de datos? ¿Cuáles son las unidades de medida? ¿Cuánta certeza tenemos en los datos?
- **Linaje de datos:** ¿Qué metodologías se utilizaron para capturar/registrar/procesar los datos?
- **Topología y calidad de proyección:** ¿la proyección proporciona una imagen precisa de las condiciones en el suelo?
- **Disponibilidad y licencias:** ¿están los datos sujetos a licencia o acceso abierto?

La escala de datos es un factor dominante para evaluar si los conjuntos de datos van acordes con el propósito. Los datos a gran escala son los más adecuados para su uso a un nivel nacional estratégico; para informar políticas nacionales y temas de planeamiento regional. A nivel local, los datos a gran escala podrían, potencialmente, simplificar en exceso el contexto, ya que carecen de los detalles necesarios para informar con precisión decisiones que apliquen a sitios locales específicos.

Para cualquier servicio ecosistémico individual, no existe ningún conjunto de datos que cumpla con todos los criterios importantes, incluso; que esté fácilmente disponible, que sea apropiado para su uso, que sea sencillo de mapear y que sea plenamente representativo de ese servicio ecosistémico en particular. Como resultado, los mapas y modelos de los servicios ecosistémicos usan una gama de conjuntos de datos espaciales recolectados en una variedad de distintas escalas, distintas fechas y con una variedad de precisiones y resoluciones. Vea los Apéndices de conjuntos de datos usados de este informe.

Los mapas de servicios ecosistémicos son una aproximación modelada de la situación en el momento actual en que se realizó el mapeo, basado en los datos disponibles. Por consiguiente, cualquier acción local propuesta (e.g. en sitios individuales) debe ser evaluada a nivel de sitio para validar el mapeo y verificar la idoneidad de la acción propuesta. En caso se lleven a cabo estudios de sitios individuales, los resultados se pueden retroalimentar en las capas del modelo para apoyar la mejora de la precisión espacial y temporal de los mapas.

Los servicios ecosistémicos siempre cambian y rara vez tienen fronteras fijas, por ello, no encajan perfectamente en una única escala espacial. El mapeo de los servicios ecosistémicos es un área que constantemente evoluciona. Cuando se disponga de más datos, los modelos de mapeo se pueden volver a ejecutar y actualizar utilizando nuevos conocimientos.

2.3 Desarrollo de la Base de Normas

SENCE utiliza un método basado en normas para combinar conjuntos de datos medioambientales individuales de relevancia para el servicio ecosistémico en cuestión. Esto proporciona un método por etapas para representar las complejas interacciones del ecosistema. Dependiendo de la naturaleza de los procesos ecosistémicos involucrados (algunos procesos se entienden mejor que otros, y algunos se prestan al mapeo mejor que otros) y de la naturaleza de los datos disponibles, puede ser posible representar la totalidad del sistema o la interacción, o puede que solo sea posible representarlo en parte.

La base de las normas se construye en torno a una serie de factores clave (cobertura del suelo, suelo, geología, forma del terreno y gestión) los cuales interactúan en distintas formas creando variabilidad espacial en el nivel de provisión de servicios ecosistémicos.

Como ejemplo, los factores clave pueden ser usados para describir cómo se pueden aplicar las características biofísicas de una parcela de tierra (Imagen 1). Al comprender estas características, es posible inferir el tipo de funciones que cada parcela de tierra brinda, y por consiguiente, identificar los beneficios y desventajas para la sociedad.

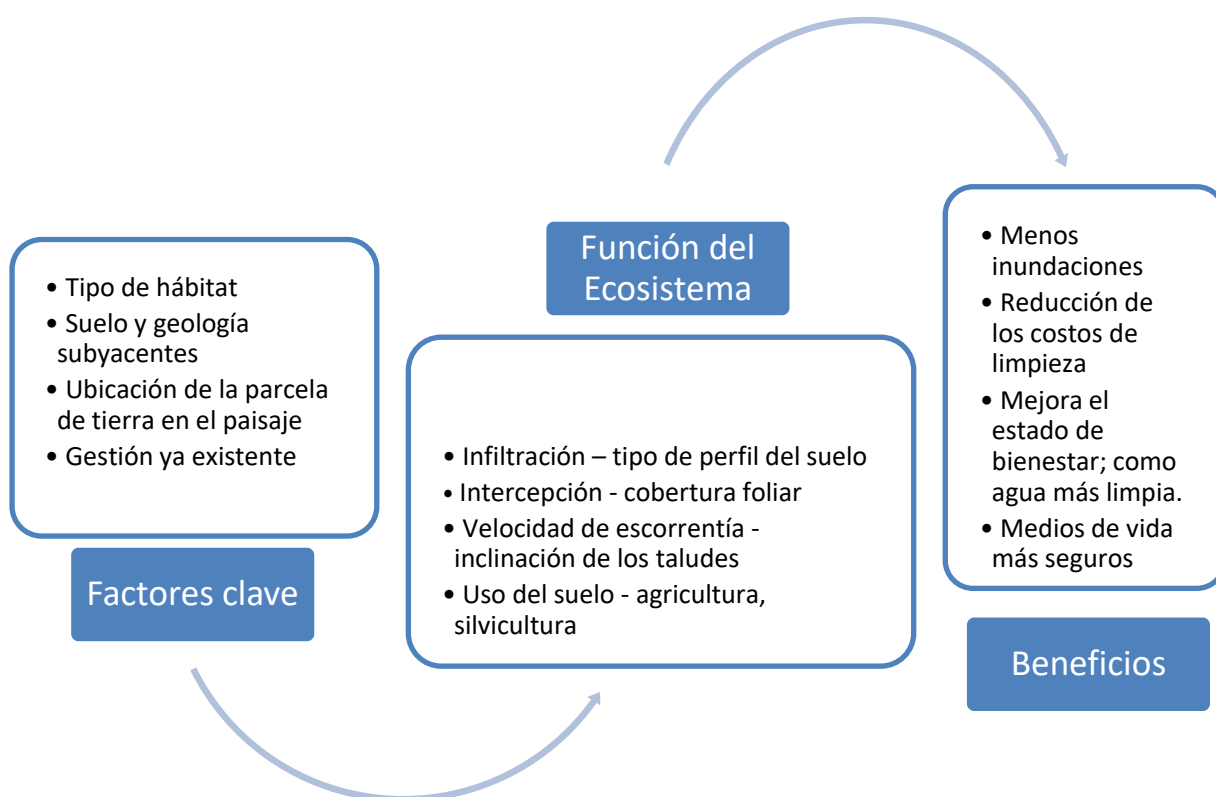


Imagen 1: Enlazando los factores claves de SENCE con las funciones del ecosistema y el flujo de servicios ecosistémicos en el caso de la regulación de las aguas superficiales.

La base de normas es transferible y utiliza el conocimiento científico (Medcalf *et.al.*, 2012 y 2014; Natural England, 2014) e interpretación especializada. El método es de naturaleza iterativa y se beneficia en gran medida de la aportación de conocimientos locales para refinar y verificar sobre el terreno los resultados.

Para fines de los servicios ecosistémicos, la base de normas identificó:

- información de atributos específicos por cada conjunto de datos considerado importante para el mapeo de ese servicio;
- valor relativo por asignar a cada elemento para hacer posible el mapeo; y
- si procede, información sobre las ponderaciones necesarias al aplicar conjuntos de datos combinados.

Dentro de las bases de las normas sobre servicios de los ecosistemas, se utiliza el conocimiento científico existente sobre los procesos ecosistémicos para evaluar las categorías de atributos y/o valores como contribución a un nivel alto, medio o bajo a los servicios ecosistémicos. Este método ha sido probado y demostrado en varios estudios previos encargados por JNCC y se describe más a fondo en Medcalf *et al* (2014).

2.4 SIG y Producción del Mapa

Una vez que se califican los atributos del conjunto de datos basándose en su influencia en el servicio ecosistémico bajo consideración, se combinan en un Sistema de Información Geográfico (SIG). El análisis de superposición es un método bien establecido disponible en el set de herramientas SIG. Para reunir los conjuntos de datos, se modelan en una cuadrícula (se muestra un ejemplo en la Imagen 2), en donde a cada cuadrícula individual se le asigna la puntuación de la variable ambiental. El análisis utilizó una cuadrícula de 10m².

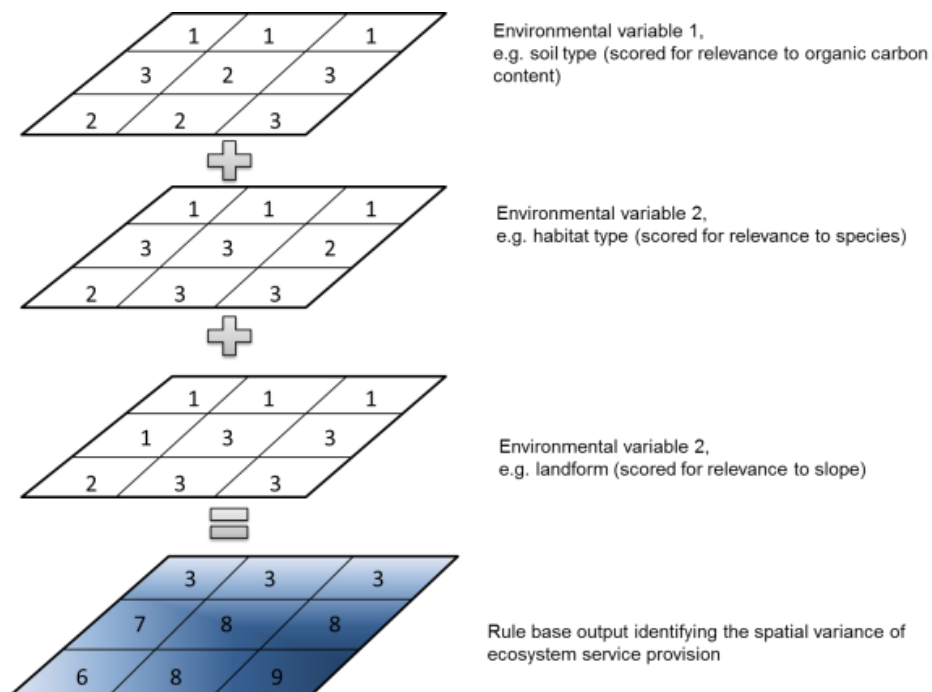


Imagen 2: Una representación gráfica del análisis de datos SIG

2.5 Escala del Mapa e Interpretación

Los mapas se han producido a escala del escenario natural y son más indicativos a una escala local. Se recomienda que se realicen visitas de campo antes de tomar cualquier decisión de manejo. El conjunto de datos de hábitat o uso del suelo es un derivado del análisis de imágenes de 10m de los satélites Sentinel-1 y Sentinel-2, junto con datos de 30m de Landsat y SRTM (elevación) lo cual se explica en el informe de hábitat correspondiente.

Si en el futuro conjuntos de datos de mayor resolución están disponibles en el futuro, estos podrían usarse para refinar los modelos y resultados del mapa. Por ejemplo, los datos de elevación en alta resolución (derivados de LiDAR, por ejemplo) podrían mejorar especialmente el modelado de los límites de la cuenca y las vías de flujo en la llanura costera plana del área de estudio, mientras que las imágenes satelitales ópticas de muy alta resolución (5m o mejor) permitirían una definición más precisa de los pequeños caracteres del hábitat y mejorar la clasificación del hábitat.

3. Regulación de Aguas Superficiales

3.1 Mapa de Existencias de la Regulación de Aguas Superficiales

La regulación de aguas superficiales es una forma de manejo natural de inundaciones en donde los procesos naturales hidrológicos y morfológicos y el tipo de vegetación presente trabajan juntos para manejar tanto las fuentes como las vías para el agua durante estos eventos meteorológicos, particularmente eventos con alta precipitación. Existen cuatro mecanismos principales para mejorar la habilidad de un área para ralentizar el flujo del agua, estas son:

- **Disminuir la velocidad del flujo de agua que llega a los arroyos, ríos y lagos:** los árboles, setos o áreas de pastizales ásperos rompen el flujo de la escorrentía formando una barrera física.
- **Disminuir la velocidad del flujo de agua en un arroyo o río:** los meandros naturales de los ríos, arroyos y zanjas forman una barrera física de agua y aumentan el almacenamiento temporal (especialmente en la cuenca media y alta). La intervención en el manejo puede incluir el serpenteo, y la instalación de presas con fugas y deflectores.
- **Aumento de la penetración del agua en el suelo:** la penetración es más alta en suelos arcillosos profundos que tienen plantas de raíces profundas sobre ellos, tales como árboles nativos. Estas raíces profundas fomentan que el almacenamiento de agua a lo largo de todo el recorrido a través del perfil del suelo.
- **Gestión de terrenos inundables:** los bosques húmedos, juncales y ciénagas mantienen naturalmente una Buena cantidad de agua, lo cual puede reducir la posibilidad de daños a las propiedades durante eventos de inundaciones. Los bosques húmedos, en particular, tienen un alto índice de evapotranspiración durante el verano, lo cual ayuda a que el agua retorne del suelo a la atmósfera.

El mapa de existencias se creó considerando cuatro factores clave: geología, suelo, talud, hábitat y manejo, además de su influencia en inundaciones fluviales y pluviales. No se ha considerado la regulación de inundaciones costeras y de mareas tormentosas.

Los conjuntos de datos que representan los factores clave se calificaron de acuerdo con su contribución funcional con los mecanismos para la regulación natural de escorrentía superficial, incluyendo: infiltración, intercepción, almacenamiento y control de carga de sedimentos. Por ejemplo, los atributos que recibieron alta puntuación, que representan una regulación natural alta, incluyen: suelos profundos y bien drenados, geología porosa, bosque natural denso, y terreno llano o ligeramente inclinado. Por el contrario, los atributos a los que se les da una puntuación baja que representan una regulación natural baja, incluyen: suelo desnudo, suelos delgados y de poco drenaje, rocas impermeables y pendientes pronunciadas.

Hábitats con alta capacidad de regulación de agua, que están presentes en las zonas más elevadas de la cuenca, recibieron una puntuación más alta que otros hábitats similares ubicados en la parte baja de la cuenca. Esto se debe a que al moderar el flujo del agua cerca a la fuente puede ser más eficaz y beneficia una mayor área aguas abajo.

Cada conjunto de datos de factores clave se ponderó de acuerdo con el grado de efecto sobre la regulación de escorrentía superficial. El hábitat, el suelo y la forma del terreno recibieron la misma ponderación, pero la geología fue ponderada en un cuarto. Debe tenerse en cuenta que esto no implica que los diferentes tipos geológicos no sean importantes para la regulación de las aguas superficiales en la zona de estudio, pero que nuestra capacidad para discernir los diferentes niveles de disposición de la regulación del agua no es tan fuerte, dada la naturaleza de la atribución que se encuentra dentro del conjunto de datos.

En el mapa resultante (Apéndice C - Mapa 1), el sistema de humedales de la Ciénaga Grande muestra que brinda una relativamente baja capacidad de regulación de aguas superficiales, a pesar de que el tipo de hábitat en sí fue altamente calificado por su capacidad de regulación. Este es el resultado de la ubicación del humedal en la parte más baja de la cuenca, donde los cursos de agua se vierten en la Ciénaga Grande Santa Marta. El área de aguas abajo en la que el humedal puede influir, así como el número de personas que podrían beneficiarse de la prestación de este servicio, es pequeño, por lo que la puntuación en la provisión de servicios ecosistémicos es baja. Aunque el mapa parece mostrar que el humedal de Ciénaga es de bajo valor, debe tenerse en cuenta que el mapa no considera específicamente la regulación de inundaciones marinas y que los valores son relativos. El mapa demuestra la importancia de los hábitats forestales intactos en la parte alta de la cuenca.

3.2 Oportunidades para la Regulación de Aguas Superficiales

Maps 2 and 3 (Ver Apéndice C) se centran en un subconjunto de la principal área de estudio del proyecto; la cuenca hidrológica del Río Frío. Estos mapas muestran oportunidades para aumentar la habilidad del suelo de retener el agua, ya sea; ralentizando

el flujo, aumentando la infiltración en el suelo o manejando áreas que almacenan agua, lo cual permitiría reducir el riesgo de inundación. La adopción de medidas de gestión en estas zonas puede considerarse una alternativa o un complemento de las infraestructuras duras y otras defensas contra las inundaciones. Actualmente no es posible dar un valor exacto de cuánta agua será desviada o ralentizada por cada acción. Sin embargo, es muy probable que al tomar medidas en estas áreas de oportunidad ayudaría a:

- Diversificar los tiempos de retardo entre las aguas de inundación que llegan a las zonas de captación más bajas – aumentando así la capacidad de la infraestructura para hacer frente a una mayor variedad de magnitudes de inundación.
- Aumentar la infiltración al, por ejemplo, reducir la compactación del suelo de las tierras agrícolas, o aumentar el contenido de materia orgánica.
- Aumentar la rugosidad hidráulica para frenar la escorrentía superficial.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento en los ríos y llanuras aluviales.
- Atrapar la sedimentación.

El Mapa 2 (Apéndice C) ha sido creado mediante la identificación de áreas donde la cobertura de vegetación actual podría mejorarse, por ejemplo, mediante la restauración de hábitats que aumenten la rugosidad de la superficie de la vegetación (e.g. regulación de la altura del césped y la composición por especies de los pastizales) y el manejo del suelo. Luego, se analizaron más a fondo las áreas seleccionadas en términos de su ubicación dentro de la cuenca hidrográfica.

Las áreas de color blanco en el mapa son áreas donde no existen oportunidades. Todas las áreas de color en el mapa muestran áreas de oportunidad y han sido coloreadas y sombreadas según su ubicación, ya sea en la cuenca alta, media o baja. La ubicación influirá en la forma en la que se dará prioridad a las áreas para tomar medidas y los tipos de medidas que serían posibles o más apropiadas (Cuadro 1).

Las principales vías de flujo son áreas en las que la topografía de la región tendrá más flujo de agua superficial, por lo que podría decirse que la tierra que proporciona una función de alta regulación del agua está brindando una función mayor que las áreas que reciben caudales más bajos. Por ello, la adopción de medidas en una vía de flujo importante podría considerarse más rentable que las medidas adoptadas en una vía de flujo menor (áreas donde la topografía dirige menos el flujo de agua). Sin embargo, la diferenciación entre vías de flujo mayor y menor no es el único factor que se debe considerar para tomar decisiones al priorizar áreas de acción. Por ejemplo, puede seguir siendo rentable y muy deseable tomar medidas en una zona de paso de flujo menor a fin de proteger activos e infraestructura de alto valor social o económico (e.g. edificios, carreteras, servicios públicos).

Se creó un segundo mapa de oportunidad de regulación de aguas superficiales (Apéndice C - Mapa 3), mostrando sólo las áreas de oportunidad ubicadas dentro de las principales vías de flujo.

La cuenca del Río Frío fue dividida en sub-cuencas mediante un análisis topográfico del conjunto de datos de elevación SRTM, el cual permitió identificar las vías de flujo mayores. Esto permitió una buena definición de la vía de flujo en las regiones de la cuenca media y alta, pero se volvió menos confiable en las partes más planas de la cuenca baja. Esto se

debe a que la resolución de los datos (píxeles de 30m) no permite detectar las diferencias de escala fina en la pendiente y el aspecto en la llanura de inundación. En estos lugares, donde las diferencias topográficas son muy pequeñas, los valores de elevación pueden verse afectados desproporcionadamente por la altura de la vegetación, resultando en artefactos que se manifiestan en el análisis de la vía de flujo.

Con el fin de abordar estas limitaciones, se llevó a cabo una interpretación manual de las imágenes en el área de la cuenca baja para identificar el verdadero curso de los ríos y canales principales a través del paisaje llano. Se identificaron todas las subcuencas que bordean las principales vías de flujo.

En este mapa, las áreas de oportunidad que se encuentran dentro de las subcuencas directamente adyacentes a un río o canal principal aparecen resaltadas. Estos lugares brindan las mejores oportunidades para aumentar la capacidad de almacenamiento de agua (especialmente en las áreas de la cuenca baja), o para soluciones de ingeniería. La acción en estas áreas podría aportar beneficios adicionales a los servicios ecosistémicos al controlar la carga de sedimentos en los cursos de agua y mejorar la calidad del agua y la biodiversidad.

Cuadro 1: Interpretación del Mapa 9: Oportunidades para mejorar la regulación de aguas superficiales en la cuenca del Río Frío

Color del Mapa	Posición de la Cuenca	Interpretación
Verde	Cuenca baja	La acción en esta área reducirá la regulación de aguas superficiales, pero afectará a la zona más pequeña aguas abajo, ya que una amplia zona aguas arriba vierte agua en estos lugares. En este caso, puede ser conveniente adoptar medidas para proteger determinados activos o infraestructuras de alto valor. Las medidas de almacenamiento de agua, como la creación de humedales, pueden ser las más apropiadas, ya que aumentan la capacidad de almacenamiento de las aguas de crecida y limitan su dispersión.
Celeste	Cuenca media	En estas zonas de cuenca media, existen grandes oportunidades para frenar el movimiento del agua en las corrientes, aumentando el retraso de las inundaciones y dando beneficios a una área considerable y población aguas abajo. Estas áreas pueden ser más accesibles y rentables para tomar medidas que las áreas de captación superiores.
Azul oscuro	Cuenca alta	La acción aquí reducirá la regulación de aguas superficiales en una zona que contribuye a la superficie más extensa aguas abajo. En estas zonas de la cuenca alta existen oportunidades para frenar el movimiento del agua en las corrientes aumentando el tiempo de retraso de inundación, lo cual beneficia la zona más amplia y la población aguas abajo. Sin embargo, estas áreas pueden plantear problemas prácticos de ejecución, como la topografía y la accesibilidad, con grandes repercusiones financieras.

4. Riesgo de Erosión

El suelo es un recurso no renovable que contribuye en la provisión de varios servicios ecosistémicos y está intrincadamente involucrado en la regulación del agua, el crecimiento de las plantas y el ciclo de los nutrientes. La pérdida del suelo afecta directamente la productividad y la regulación del agua en los lugares de pérdida de suelo. Cuando el suelo erosionado es arrastrado a los cursos de agua, esto puede causar problemas, tales como la sedimentación, una disminución en la calidad del agua, y un impacto negativo en los hábitats y la vida silvestre río abajo debido a las cargas de nutrientes y productos químicos que se mantienen dentro las partículas del suelo.

4.1 Riesgo de Erosión del Suelo por Precipitación

Este mapa (Apéndice C – Mapa 4) muestra el riesgo de erosión del suelo por precipitación en todo el paisaje. Las clases de hábitat fueron calificadas según su erodibilidad relativa, es decir, los hábitats con una cubierta vegetal densa y estable obtuvieron las puntuaciones de erodibilidad más bajas, mientras que los hábitats y los usos de suelo caracterizados por una mayor frecuencia y extensión del terreno desnudo recibieron puntuaciones de erodibilidad más altas.

Luego, se analizaron los datos de hábitat puntuados usando el módulo SCIMAP para SAGA (Durham University, 2016). Esto combina la erodibilidad de las clases de hábitats con atributos topográficos (e.g. inclinación de la pendiente, conectividad hidrológica) para mostrar las áreas con mayor riesgo de erosión (e.g. áreas donde los tipos de hábitats más erodibles están presentes en las pendientes más pronunciadas).

4.2 Riesgo de Erosión del Suelo por Viento

La erosión por viento puede ser un factor importante localmente y los tipos de impactos de pérdida del suelo provocados por el viento son los mismos que los provocados por precipitaciones. La susceptibilidad del suelo a la erosión del viento se determina por varios factores interactuantes, tales como la extensión de la cubierta vegetal, la estructura de la vegetación, el clima, la relación suelo-piedra, la inclinación de la pendiente, la humedad del suelo, la textura y la estructura mineral arcillosa. La gestión del uso del suelo puede tener una gran influencia en la erosión eólica, especialmente si la cubierta vegetal se elimina de los suelos secos y susceptibles en donde es probable que se produzcan vientos erosivos.

El mapa (Apéndice C – Mapa 5) ha sido creado mediante el análisis del Mapa Digital de Suelos del Departamento del Magdalena de la República de Colombia. Se evaluaron las clases de suelo y sus abundancias relativas en cuanto a su susceptibilidad a la erosión por viento, como se determina por las características generales del nombre de clase del suelo y esto fue moderado por la composición de los diferentes tipos de suelo dentro de cada polígono. Las clases de suelo de mayor susceptibilidad a la erosión por viento, que estaban presentes en más del 60% de un área, fueron asignadas como las de mayor riesgo de

erosión eólica. Las áreas donde existe el mismo tipo de suelo, pero en proporciones menores, fueron evaluadas como de menor riesgo.

5. Redes de Hábitat: Lugares de Importancia Clave para la Biodiversidad

5.1 ¿Qué son las redes ecológicas?

Una red ecológica es una representación del movimiento e interacciones entre los organismos dentro de un ecosistema. Las redes ecológicas consisten en hábitats "originales" y de "apoyo".

Los hábitats "originales" son áreas de vegetación natural o seminatural, tales como los bosques nativos los cuales son suficientemente extensos para apoyar las poblaciones de especies resilientes. Estos brindan nichos ecológicos suficientes para una población de una especie para mantener la diversidad genética y, por consiguiente, ser capaz de adaptarse al cambio. Las redes ecológicas contribuyen a la resiliencia de hábitats y especies los cuales son un componente clave del mantenimiento de la biodiversidad y que sustenta la función de los ecosistemas.

En el límite de estos hábitats "originales", las condiciones son menos adecuadas para varias especies especializadas que tienen necesidades específicas para su supervivencia. Los factores que afectan los límites de los hábitats pueden incluir la propagación de fertilizantes y pesticidas de las zonas circundantes o molestias por parte de las personas. Sin embargo, la diversidad genética se puede mantener si existen hábitats adecuados que permitan a las especies viajar de un hábitat original a otro. En otras palabras, si los hábitats de conexión son permeables permitirá el flujo genético entre individuos que se muevan entre diferentes partes del hábitat.

Las áreas de hábitat que no brindan las condiciones ideales para que las especies se reproduzcan y formen poblaciones que perduren, por ejemplo, porque son muy pequeñas o no brindan suficiente refugio, pueden seguir siendo áreas útiles para la búsqueda de alimento o para la habitación temporal durante la dispersión. Estos se conocen como 'hábitats permeables' porque, a pesar de que no pueden apoyar poblaciones viables en aislamiento, cuando se encuentran lo suficientemente cerca para facilitar el desplazamiento pueden brindar apoyo a las poblaciones dentro de los hábitats principales y lograr que todo el ecosistema se vuelva más robusto. Esta combinación de hábitats originales y hábitats permeables de apoyo se conoce como una red ecológica en funcionamiento (Imagen 3).

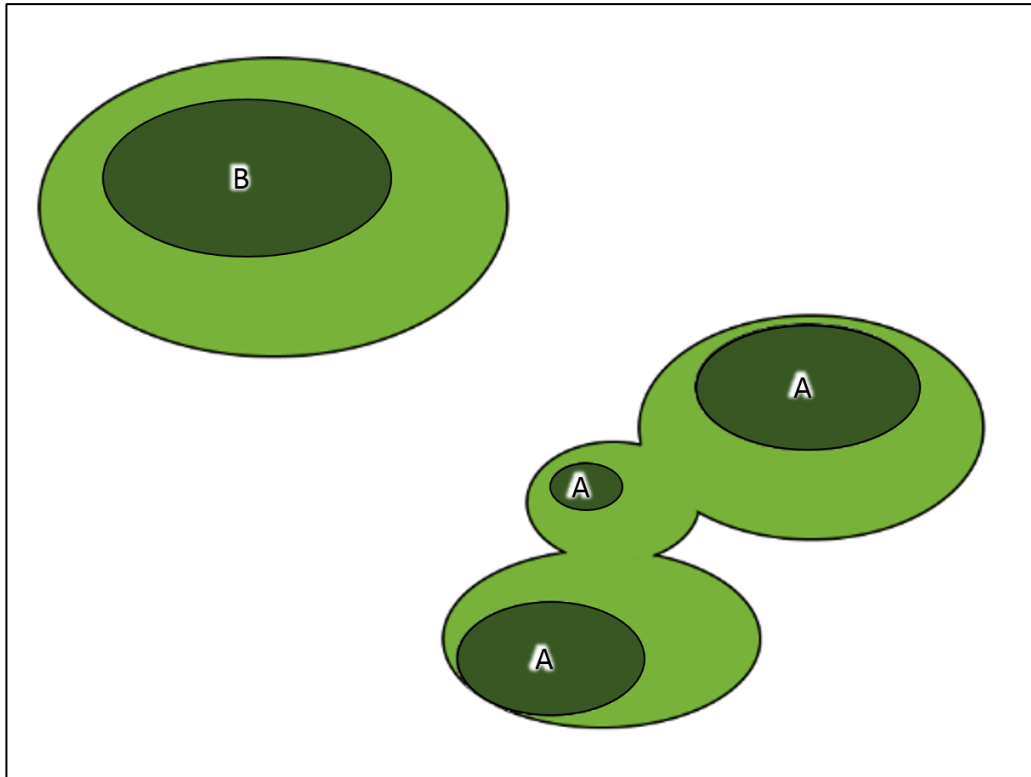


Imagen 3: Representación esquemática de una red ecológica que muestra los hábitats originales en verde oscuro y los hábitats permeables de apoyo en verde claro. Las poblaciones dentro de los hábitats originales marcados con 'A' están genéticamente conectados, mientras que la población 'B' se encuentra aislada.

Con el fin de indicar el alcance de la red, se utilizan a menudo pseudoespecies (Watts *et al.*, 2010). A efectos de análisis de redes ecológicas, una pseudoespecie se describe como una especie generalista que depende del hábitat original en cuestión, pero que se puede movilizar a través de un hábitat permeable.

En la Imagen 3, las áreas de color verde oscuro son los hábitats originales. Las áreas de verde claro son los hábitats de apoyo por las que las pseudoespecies pueden viajar normalmente. La distancia que pueden viajar depende del tipo de hábitat que podría tener algunos tipos de cobertura del suelo que forman barreras activas al movimiento de especies (en este caso, esto podría ser una carretera, un río o una montaña).

En el ejemplo mostrado, las especies generalistas podrían movilizarse entre los tres bloques de hábitat original utilizando los hábitats de apoyo y así formarían poblaciones conectadas genéticamente (red de hábitats A). El hábitat original en la parte superior izquierda de la Imagen 3, no está conectado en ese momento a los bloques adyacentes y forma una población única y aislada (hábitat B). Este tipo de análisis de red permite describir la red funcional, lo cual será de importancia para la mayoría de las especies de interés. Además, los hábitats de apoyo (verde claro) pueden observarse como los mejores lugares para identificar dónde restablecer los hábitats originales. Esto se debe a que el banco de semillas, las especies polinizadoras pertinentes y las comunidades microbianas del suelo están lo suficientemente cerca como para trasladarse al hábitat recientemente establecido y crear una comunidad funcional en un tiempo razonable. La creación de un

corredor verde o un nuevo hábitat de apoyo para unir los hábitats originales aislados (conexión de A y B) también fortalecerá la red, pero es probable que sea más difícil de lograr.

Al considerar posibles lugares para restaurar o recrear hábitats para mejorar las redes, se debe considerar como un factor limitante los lugares donde el hábitat no es adecuado para la intervención de manejo. Estas podrían ser áreas que ya están bajo manejo regulado o sitios con características biofísicas que no permitan que un hábitat específico sea reestablecido (e.g. en una pendiente inclinada y seca no es posible establecer hábitats de humedales). Se toman en cuenta estos factores al crear mapas de oportunidad los cuales muestran donde se podrían tomar medidas de manejo que benefician una a red específica.

Se realizaron análisis de redes ecológicas para el área de estudio de caso para:

- Bosques (Apéndice C - Mapa 8);
- Humedales (Apéndice C - Mapa 9); and
- Hábitats de pastizales (Apéndice C - Mapa 10);

Además de los mapas individuales de red y de oportunidades de red, se ha creado un mapa que muestra los hábitats originales combinados de las redes de pastizales, humedales y bosques (Apéndice C - Mapa 6), el cual muestra las existencias actuales de los hábitats clave de importancia para la biodiversidad. Este mapa de existencias puede ayudar a identificar áreas clave de biodiversidad, ya que es probable que estas áreas más "naturales" alberguen un mayor número de especies especializadas y un mayor número de especies e individuos en general.

Se crearon dos mapas de oportunidad. Uno de ellos identifica todos los sitios adecuados para mejorar las tres redes ecológicas (Apéndice C - Mapa 11), el otro identifica todos los sitios adyacentes a un hábitat original existente del mismo tipo, donde las fuentes de propágulos serán más fuertes y la mayor parte del éxito puede lograrse mediante inversiones en intervenciones (Apéndice C - Mapa 12). Los mapas de oportunidad también identifican sitios donde existen oportunidades para más de un tipo de red ecológica.

5.2 Mapeo de las Redes Ecológicas Existentes ('Existencias')

Una red ecológica se identifica al considerar la tierra alrededor de los grandes bloques de hábitat existentes (hábitat original) para identificar áreas que están bien conectadas y en donde los bancos de semillas, polinizadores y microorganismos de suelo podrían ayudar a colonizar la nueva área. En los mapas de redes ecológicas, todas las áreas de tipo de hábitat original han sido consideradas como "original", sin importar el tamaño. Estos lugares permiten que las especies se movilicen de un área a otra y por consiguiente se consideran completamente 'permeables' para las especies. La permeabilidad de otros hábitats adyacentes a las áreas originales se consideró posteriormente.

Todos los hábitats presentes en el área de interés fueron calificados según la medida de facilidad para las especies; por ejemplo, un polinizador podría movilizarse a través del hábitat (e.g. cuán permeables son los hábitats) produciendo un conjunto de datos de 'puntuación de permeabilidad' de igual magnitud que el mapa de hábitat de entrada. Las

puntuaciones de permeabilidad de hábitat variaron según el tipo de red que se consideró; bosques, humedales o pastizales, para expresar cuán difícil, en términos relativos, podría ser para una especie asociada con los hábitats originales moverse a través de cada hábitat. Por ejemplo, una especie asociada principalmente con bosque denso podría dispersarse a través de un área de matorrales y árboles dispersos más fácilmente que a través de un área urbana o tierras de cultivo. El puntaje de permeabilidad refleja esto. Las áreas urbanas fueron consideradas como el tipo de cubierta terrestre menos permeable en todas las redes ecológicas y se les asignó el puntaje más bajo de permeabilidad de todos los tipos de hábitat.

Para calcular el área total que soporta los hábitats originales, que conforman la red efectiva, se aplicó un modelo de coste-distancia rasterizado utilizando el mapa de hábitats y los puntajes de permeabilidad de hábitats para cada red. El modelo de coste-distancia muestra que las zonas más alejadas del hábitat original están menos conectadas que las zonas cercanas, pero en áreas donde los tipos de hábitat y de cobertura de la tierra son más permeables, les resultará más fácil a las especies viajar mayores distancias desde el hábitat original.

Los conjuntos de datos ráster de coste-distancia resultantes para cada red se calibraron a simple vista usando el juicio de expertos para identificar los valores numéricos en los datos que representaban las distancias máximas probables de dispersión de las pseudoespecies. Estos valores se aplicaron en una rampa de colores y se usaron para ilustrar las redes ecológicas de bosques (Apéndice C - Mapa 8), humedales (Apéndice C - Mapa 9) y pastizales (Apéndice C - Mapa 10) efectivos y existentes para las pseudoespecies de bosques, humedales y pastizales respectivamente.

El Mapa 8 (Apéndice C) muestra una red de bosques altamente conectada en la región montañosa del área de estudio, con una interrupción en la conectividad en la región del valle debido a la falta de hábitats originales y de apoyo. El Mapa 4 (Apéndice C) muestra una gran área de hábitat de humedales originales alrededor de la Ciénaga con áreas de humedales más pequeñas que proporcionan cierta conectividad aguas arriba, pero la especificidad de este tipo de hábitat significa que la red es pequeña y está fragmentada. La red de pastizales consiste en varios hábitats originales pequeños y esparcidos los cuales están suficientemente conectados para formar una red que se superpone con partes de las redes de bosques y humedales. En estos lugares de superposición de redes podría ser posible tomar medidas para mejorar ambas redes de hábitats simultáneamente; si esto no fuera posible, se daría prioridad a una red.

En caso de que se conozcan los requisitos de cada especie, como los requisitos de hábitat durante todas las etapas de vida, el tamaño del espacio vital y las distancias máximas de dispersión, se podrían refinar estos mapas de redes ecológicas para representar las redes eficaces para especies específicas de interés.

5.3 Mapeo de Oportunidades de las Redes Ecológicas

El mapa 11 (Apéndice C) de oportunidad identifica lugares donde sería posible restaurar o recrear hábitats para mejorar la conectividad ecológica para cada red, y la facilidad con la que esto debería ser posible. Por ejemplo, se espera que la restauración de los matorrales

densos existentes en el hábitat de bosques sea más fácil y más rentable que la plantación de bosques en un área de suelo seco y desnudo.

Las oportunidades ubicadas cerca de áreas de hábitat original podrían permitir un establecimiento más rápido de hábitats originales adicionales con una mayor probabilidad de que los nuevos hábitats se desarrollen de manera que sean diversos y plenamente funcionales. La razón es que el hábitat original vecino suministra semillas, polinizadores, comunidades microbianas beneficiosas para el suelo y especies vegetales y animales para colonizar la nueva área. Por esta razón, solo se consideraron las áreas ubicadas dentro de los 50m de distancia de los hábitats originales en el análisis de oportunidades.

Por lo general, no se considera apropiado cambiar un hábitat de alto valor por otro. Es por esto, que ningún hábitat identificado como hábitat 'original', para al menos una de las redes en consideración, fue considerado como un área de oportunidad, pero se muestran como 'lugares con un hábitat de importancia clave para la biodiversidad' (Apéndice C - Mapa 6).

En las zonas ubicadas cerca a varios hábitats originales de diversos tipos (e.g. equidistantes entre una fuente de pastizales y una fuente forestal) y donde la restauración del hábitat podría, por lo tanto, centrarse en cualquier red, debe tomarse una decisión sobre qué tipo de red tiene prioridad.

Durante el análisis, siempre se dio preferencia a la creación de bosques. Si existía la oportunidad para la creación de bosque, se mapeaba como tal, independientemente de si también era factible crear pastizales o humedales.

En los casos en los que las oportunidades para pastizales y humedales se superponían, pero no había oportunidades de bosque, estas se mapeaban de manera separada como oportunidades 'dobles'. En estos lugares, sería posible mejorar ya sea las redes de pastizales o humedales y posiblemente ambas simultáneamente, pero sería necesario examinar más a fondo las prioridades y los aspectos prácticos en el proceso de toma de decisiones.

El Mapa 12 (Apéndice C) muestra un subconjunto de áreas de oportunidad provenientes del Mapa 11(Apéndice C), que solo muestra áreas de oportunidad que están cerca de hábitats originales existentes del mismo tipo de red (es decir, oportunidades de humedales junto al hábitat original de humedales; oportunidades de pastizales junto al hábitat original de pastizales; y oportunidades de bosques junto al hábitat original de bosques).

Las oportunidades directamente adyacentes al hábitat original existente presentan excelentes posibilidades de mejorar la red en cuestión, ya que la proximidad del hábitat original existente facilitará la restauración del hábitat. Además, la adopción de medidas en un área directamente adyacente a un hábitat original existente resultará en el aumento del tamaño del parche del hábitat original y en el aumento de la resiliencia ecológica que sustenta la función del ecosistema.

Estos son los lugares donde las acciones para mejorar las redes ecológicas tienen más probabilidades de ser exitosas y rentables.

6. Beneficios Múltiples de los Servicios Ecosistémicos

6.1 ¿Cuáles son los beneficios múltiples?

Al considerar las intervenciones de manejo de suelos relacionadas con un problema específico o un servicio del ecosistema, los agentes que toman decisiones deben ampliar su enfoque para considerar otros servicios ecosistémicos que podrían verse afectados por diversas decisiones. Con ello se pretende garantizar que la adopción de medidas para abordar un problema no cree o agrave otro sin saberlo.

Puede ser posible que se tome alguna medida que aumente múltiples servicios ecosistémicos simultáneamente, aumentando los beneficios totales que se entregan a las personas. Esto puede utilizarse como una forma de maximizar la rentabilidad de la acción.

6.2 Mapa de Existencias Multibeneficio: Biodiversidad y Regulación de Aguas Superficiales

Este mapa (Apéndice C – Mapa 7) muestra las áreas clave para la biodiversidad que también brindan altos niveles de regulación de aguas superficiales. La Ciénaga Grande Santa Marta no ha sido mapeada como un área importante en este mapa, a pesar de ser un sitio clave para la biodiversidad y un área de humedales con alta capacidad para almacenamiento de agua de inundaciones. La razón de ello es la ubicación de la Ciénaga dentro de la cuenca, la cual es la parte baja y tiene muy poca influencia sobre gran parte de la zona terrestre aguas abajo. Por ello, hay muy pocos benefactores humanos de la regulación de aguas superficiales que puede proporcionar en relación con otros hábitats, particularmente bosques densos presentes en las zonas de captación más altas.

6.3 Mapa de Oportunidades Multibeneficio: Biodiversidad y Regulación de Aguas Superficiales

El Mapa 13 (Apéndice C) muestra donde debería ser posible restaurar o crear nuevos hábitats para fortalecer las redes ecológicas ya existentes de pastizales, humedales y bosques con el fin de mejorar la biodiversidad mientras que simultáneamente se mejora el nivel de regulación de aguas superficiales.

7. Conclusión

Se ha producido un conjunto de 13 mapas (Ver Apéndice C) para ayudar a identificar y priorizar soluciones basadas en la naturaleza para reducir el riesgo de inundaciones y

erosión del suelo, y mejorar la conectividad ecológica en la región del estudio. Estos mapas tienen por objeto apoyar la planificación del uso de suelos y el trabajo de campo local, promover la gestión sostenible de la tierra, aumentar la resiliencia general del ecosistema, e incluyendo al sector agrícola en el manejo de riesgos en las cadenas de suministro agrícola a través de la posible implementación de intervenciones para reducir los impactos de las inundaciones y la pérdida de suelos. Los mapas también pueden ser utilizados como una base de evidencia para la participación de la comunidad y de las partes interesadas, y para apoyar casos de negocios para financiar acciones de manejo de la tierra.

Asimismo, este informe y los mapas que lo acompañan pretenden ser un mecanismo para aumentar la comprensión del valioso papel que desempeñan los ecosistemas existentes en el mantenimiento de funciones y procesos a escala del paisaje que son fundamentales para las actividades sociales y económicas en el área de interés.

Los resultados ayudan a demostrar que existen oportunidades para soluciones basadas en la naturaleza que mejorarán la resiliencia de las empresas y el bienestar humano, y que además, es necesario considerar cuidadosamente dónde se toman medidas para asegurar que se logren resultados tangibles de manera rentable.

8. Próximos Pasos

Los productos de servicios ecosistémicos discutidos en este informe serán presentados a los grupos de interés colombianos en una serie de reuniones de seguimiento y en un taller en setiembre de 2019. Estas actividades se utilizarán para presentar los resultados, buscar retroalimentación de las partes interesadas sobre sus perspectivas del proyecto y para identificar la forma en que los productos pueden contribuir con las actividades, tales como las intervenciones en tierras determinadas. Estas discusiones serán documentadas y constituirán un componente crítico del monitoreo y la evaluación para documentar y demostrar el impacto del proyecto EO4cultivar.

También se espera que los productos y servicios suministrados constituyan un punto de partida para la colaboración a largo plazo y el apoyo a la asimilación y aplicación de las capacidades de observación terrestre y de modelado de ecosistemas en toda la región.

Referencias

Durham University (2016) SCIMAP – *Diffuse Pollution Risk Mapping* (Mapeo de Riesgos de Contaminación Difusa). <http://www.scimap.org.uk> [Consultado el 06-06-2019]

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2009) Mapa Digital de Suelos del Departamento de Magdalena, República de Colombia. Escala 1:100.000. Año 2009. Disponible en: <http://datos.igac.gov.co/pages/agrologia> [Consultado el 30-08-2018]

Medcalf, K., Small, N., Finch, C. & Parker, J., (2012), *Spatial framework for assessing evidence needs for operational ecosystem approaches* (Marco espacial para la evaluación de las necesidades de evidencia para los enfoques ecosistémicos operativos), JNCC Report

469, ISBN 0963 8091. Disponible en: <http://archive.jncc.gov.uk/default.aspx?page=6867> [Consultado el 26-07-2019]

Medcalf, K., Small, N., Finch, C., Williams, J., Blair, T., Haines-Young, R., Potschin, M. & Parker, J., (2014). *Further development of a spatial framework for mapping ecosystem services* (Desarrollo adicional de un marco espacial para el mapeo de los servicios ecosistémicos), JNCC Report 514, ISSN 0963 8901. Disponible en: <http://archive.jncc.gov.uk/default.aspx?page=6867> [Consultado el 26-07-2019]

Natural England (2014) Ecosystem Services Transfer Toolkit (Inglaterra Natural (2014)

Conjunto de herramientas para la transferencia de servicios ecosistémicos) (NECR159). Disponible en: <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/5890643062685696> [Consultado el 18-06-2019]

USGS (2004) *Shuttle Radar Topography Mission, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000* (Misión topográfica del radar del transbordador, Programa Mundial para la Cobertura Terrestre, Universidad de Maryland, College Park, Maryland, febrero 2000).

Watts, K., Eycott, A. E., Handley, P., Ray, D., Humphrey, J. W. & Quine, C. P. (2010). *Targeting and evaluating biodiversity conservation action within fragmented landscapes: an approach based on generic focal species and least-cost networks* (Orientación y evaluación de las acciones de conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados: un enfoque basado en especies focales genéricas y redes de menor costo). *Landscape Ecol.*, 25: 1305–1318.

Apéndice A – Detalles del Conjunto de Datos

Asunto	Conjunto de datos	Fuente	Cobertura	Licenciamiento
Mapeo base	OpenStreetMap 2017-09-26T20:43:02z	OpenStreetMap	Mapeo parcial de carreteras, edificios, obras hidráulicas	Open Database 1.0 License https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1-0/index.html
Hábitat	Conjunto de datos a la medida	Environment Systems Ltd	Todo	CC BY-SA 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/
Suelos	Clasificación del suelo 100k	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Todo	Open License
Geología	Clasificación del suelo 100k	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Todo	Open License
Accidente Geográfico	SRTM 30m	USGS	Todo	Open License

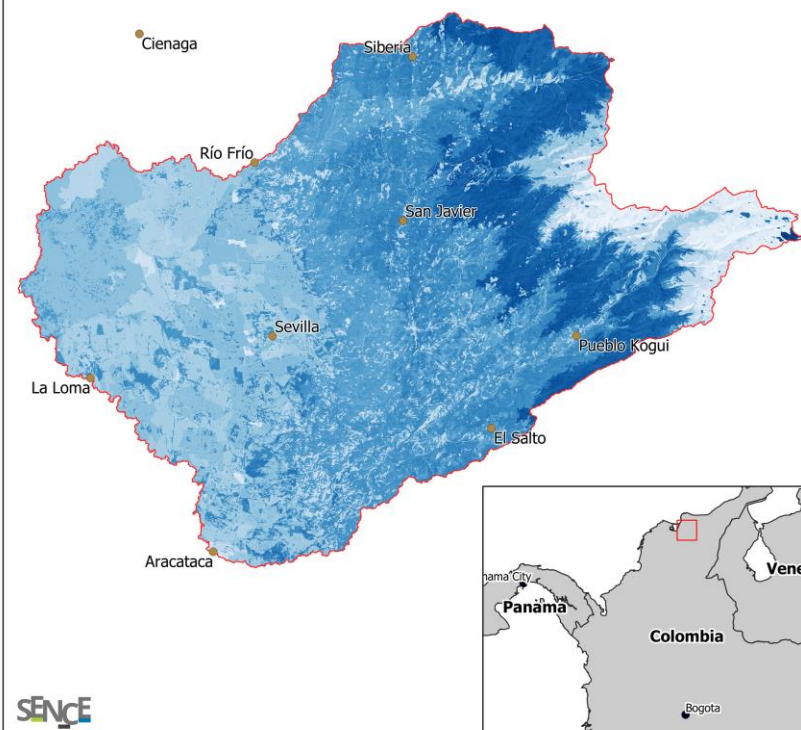
Apéndice B – Conjuntos de Datos usados en cada Mapa

Mapa	Hábitat/ Manejo ¹	Suelo	Geología	Accidente Geográfico
1. La habilidad del suelo para regular la escorrentía superficial	✓	✓	✓	✓
2. Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales en la zona de captación del Río Frío	✓			✓
3. Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales en la zona de captación del Río Frío: sitios limítrofes de los principales canales de drenaje	✓			✓
4. Riesgo de erosión del suelo en la Sierra Nevada causado por lluvias	✓			✓
5. Riesgo de erosión del suelo causado por el viento		✓		
6. Sitios con hábitats de importancia clave para la biodiversidad	✓			
7. Sitios que ofrecen múltiples beneficios de servicios ecosistémicos: áreas clave para la biodiversidad y la regulación de aguas superficiales	✓	✓	✓	✓
8. Conectividad de red ecológica - Ecosistema Forestal	✓			
9. Conectividad de red ecológica - Ecosistema de humedales	✓			
10. Conectividad de red ecológica – Ecosistema de pastizales	✓			
11. Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas	✓			
12. Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas: lugares prioritarios para tomar acción (sitios adyacentes a hábitats clave existentes de alto valor de biodiversidad)	✓			
13. Oportunidades para generar múltiples servicios ecosistémicos: conectividad ecológica y regulación de las aguas superficiales	✓			✓

¹ Datos de accidentes geográficos utilizados en la producción de este conjunto de datos

Apéndice C – SENCE Mapas

1. La habilidad del suelo para regular la escorrentía superficial *Servicio ecosistémico: Regulación de la escorrentía superficial.*



Cómo interpretar el mapa:

Los colores más oscuros indican donde la tierra logra una mayor contribución para retardar el flujo de la escorrentía superficial luego de fuertes precipitaciones. Esto ayuda a prevenir las inundaciones.

Cuál es el servicio:

La vegetación ayuda a que el agua sea absorbida en el suelo y también puede formar una barrera en contra del agua que avanza rápidamente sobre la superficie de la tierra. Esto ayuda a reducir la cantidad de agua superficial que puede causar inundaciones. Los terrenos llanos retienen el agua, mientras que las pendientes pronunciadas la desaguan. Algunos tipos de suelo pueden contener mucha agua, especialmente en los humedales, mientras que otros tipos contienen muy poco, por lo que el suelo y la geología son factores influyentes importantes.

Por qué es importante:

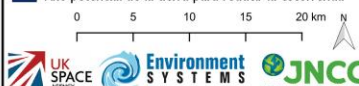
La regulación de las aguas superficiales es una forma de manejo natural de inundaciones en donde los procesos hidrológicos y morfológicos junto con las características del hábitat trabajan en conjunto para manejar las fuentes y las vías con relación al agua de las inundaciones.

Cómo se creó el mapa:

Este mapa se creó al evaluar los factores clave en cada ubicación: geología, suelo, pendientes, hábitat y gestión. Los datasets que representan a cada factor clave se calificaron en base a su contribución funcional para los mecanismos de regulación natural de la escorrentía superficial: infiltración, interceptación, almacenamiento y control de la carga de sedimentos. Luego, una vez que los datasets fueron calificados, se combinaron. El mapa actual fue creado a escala estratégica y es indicativo a nivel de campo. Se deben hacer vistas de campo antes de tomar cualquier decisión de manejo de sitio. Se podrían obtener datos adicionales para mejorar los mapas a escala local. Los métodos que se usaron para este trabajo son mencionados en el informe del proyecto.

Leyenda

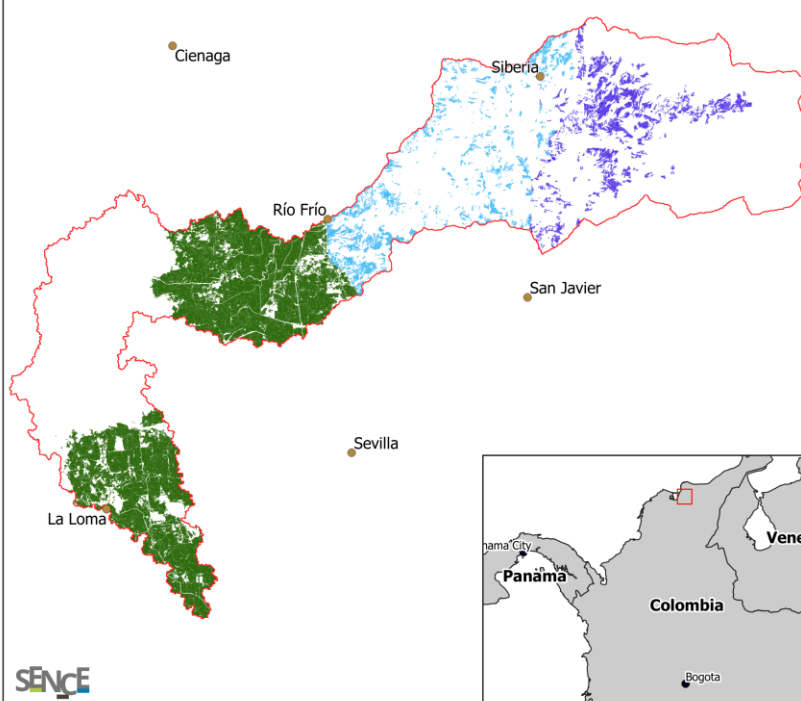
□ Bajo potencial de la tierra para reducir la escorrentía
■ Alto potencial de la tierra para reducir la escorrentía



Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)

Contribuidores de ©OpenStreetMap
Datos de suelo: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

2. Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales en la zona de captación del Río Frio *Servicio Ecosistémico: Regulación de la escorrentía superficial.*



Cómo interpretar el mapa:

Este mapa muestra lugares con agricultura y pastizales en donde sería posible mejorar la regulación superficial del agua para retardar el flujo de la escorrentía hacia el Río Frio. Los lugares de color azul oscuro están ubicados en la cuenca alta del Río Frio. Los lugares en color azul claro se encuentran en la parte media de la cuenca y los de color verde, en la cuenca baja. Todas las áreas de color en el mapa están hidrológicamente conectadas, por lo que las medidas adoptadas en estos sectores deberían mejorar la capacidad existente de la regulación del agua. No obstante, los tipos de acción que serían más apropiados, y ya sea que fuesen logísticamente posibles y rentables, dependen de la posición de la oportunidad dentro de la cuenca.

Por qué es importante:

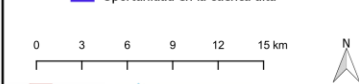
Por lo general, las intervenciones en la zona media y alta de la cuenca (azul claro y oscuro) beneficiarán un área grande de aguas abajo, pero puede ser más difícil de implementar, por ejemplo, debido a la topografía y la accesibilidad. En las partes más bajas del área de captación, los resultados de la intervención del manejo se vuelven más localizados (ya que hay menos área de aguas abajo), pero más fáciles de lograr. En los tramos inferiores del río, la creación de humedales puede aumentar la capacidad de la tierra para almacenar las aguas de las inundaciones y restringir su velocidad, lo que podría proteger valiosos bienes e infraestructura. En los tramos superiores, la forestación puede ralentizar el volumen y la velocidad con la que el agua entra en los cursos de agua.

Cómo se creó el mapa:

Este mapa fue creado al analizar el potencial de restauración del hábitat y de las clases de uso del suelo gracias a las imágenes satelitales de Sentinel 1 y Sentinel 2. La delimitación de la cuenca hidrográfica se determinó por un análisis de datos de elevación SRTM.

Leyenda

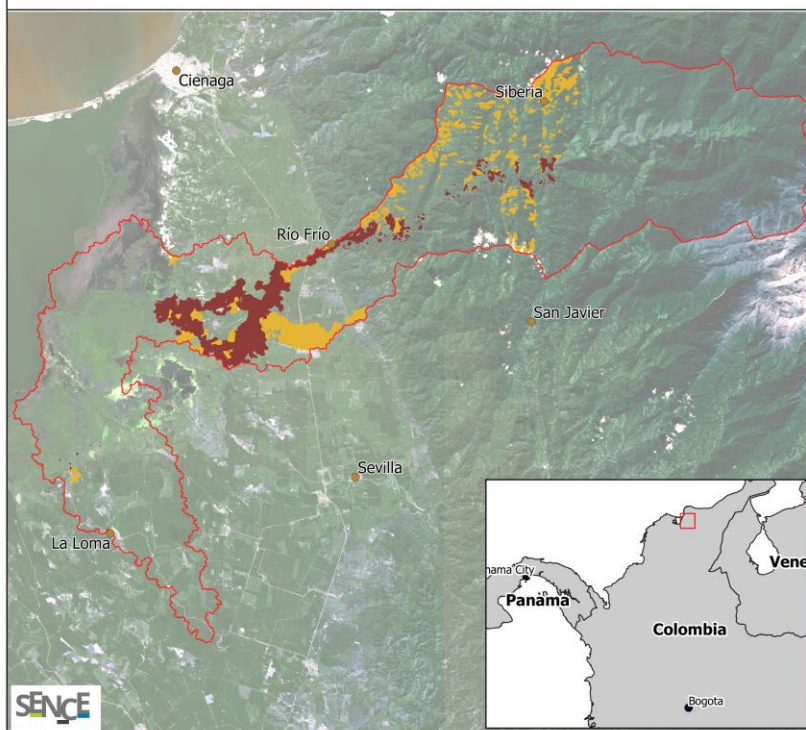
■ Oportunidad en la cuenca baja
■ Oportunidad en la cuenca media
■ Oportunidad en la cuenca alta



Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)
Contribuidores de ©OpenStreetMap

3. Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales en la zona de captación del Río Frio: sitios limítrofes de los principales canales de drenaje

Servicio Ecosistémico: Regulación de la escorrentía superficial.



Cómo interpretar el mapa:

Este mapa muestra lugares que actualmente se usan en la agricultura y como pastizales, en donde tomar acción para mejorar la regulación de las aguas superficiales para retardar el flujo de la escorrentía hacia el Río Frio sería más eficaz. Los sitios de color marrón oscuro están dentro de subcuencas que colindan directamente con un río principal, afluente o canal; por ello, la acción a tomar sería más eficaz aquí. Los sitios de color naranja claro también se encuentran dentro de las principales corrientes, pero no colindan directamente con un canal principal.

Cuál es el servicio:

La regulación del agua es una forma de la Gestión Natural de Inundaciones en donde los procesos hidrológicos y morfológicos, y el tipo de vegetación presente, trabajan juntos para manejar las fuentes y vías de evacuación de las aguas de inundaciones.

Por qué es importante:

Por lo general, las intervenciones en la zona alta de la cuenca deberían beneficiar a una zona más extensa aguas abajo. Sin embargo, las intervenciones en los tramos medios y altos de la cuenca pueden ser más difíciles de implementar (por ejemplo, debido a la topografía y a la accesibilidad). En los tramos más bajos de la cuenca, los efectos de la intervención de gestión pueden ser más localizados (ya que hay menos zonas de aguas abajo). En todas las partes de la cuenca los beneficios de acción pueden maximizarse al apuntar a las áreas más cercanas a las vías de flujo principales (mostradas en marrón).

Cómo se creó el mapa:

Este mapa fue creado al analizar el potencial de restauración del hábitat y de las clases de uso del suelo gracias a las imágenes satelitales de Sentinel 1 y Sentinel 2. Esto ha sido combinado con un análisis de datos de elevación SRTM para determinar cuencas y subcuencas hidrológicas.

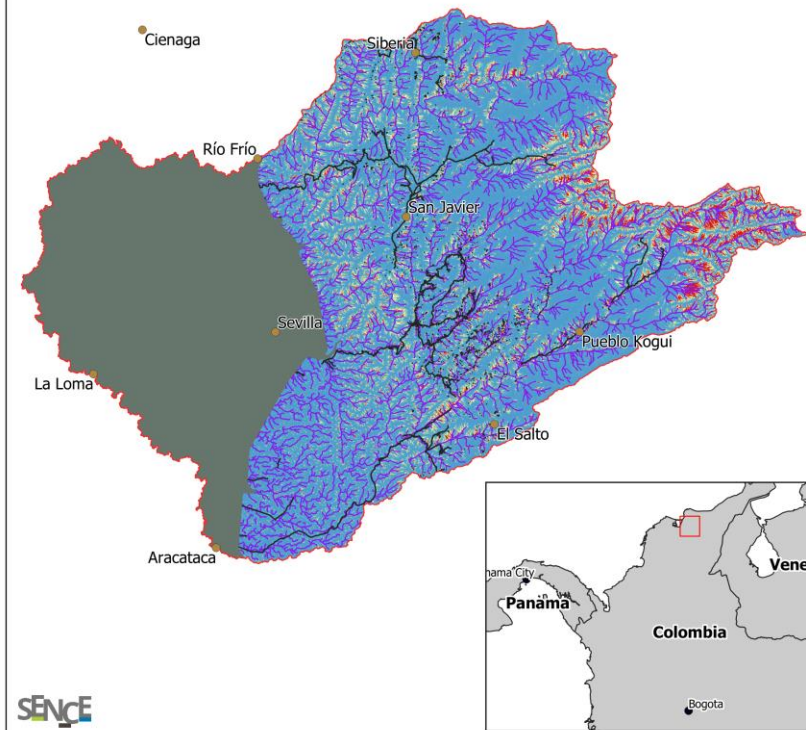
Leyenda

- Área de oportunidad de alta prioridad adyacente a un canal principal
- Otras áreas de oportunidad de alta prioridad



4. Riesgo de erosión del suelo en la Sierra Nevada causado por lluvias

Servicios ecosistémicos: conservación del suelo y calidad del agua.
Limitación de los sedimentos que entran a los ríos.



Cómo interpretar el mapa:

Los sitios de más alto riesgo están señalados de color rojo. Los sitios en menor riesgo se muestran en color azul.

Cuál es el servicio:

El riesgo de la erosión del suelo es un factor importante que conduce a la pérdida de suelo, la degradación de la calidad del suelo, la sedimentación de ríos, daño a los hábitats y a la vida silvestre, daño a las edificaciones, carreteras y otro tipo de infraestructura.

Por qué es importante:

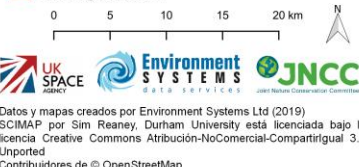
El suelo es un recurso no renovable y en donde se haya perdido por erosión puede tomar de cientos a miles de años para volver a formarse. La pérdida del suelo altera la estructura física del mismo y el balance de comunidades biológicas, que regulan las funciones del suelo, degradando así la calidad del suelo. Los nutrientes y químicos en el suelo pueden ser perjudiciales para el agua dulce, los humedales y los hábitats marinos a los que alcancen, así como a la fauna silvestre asociada.

Cómo se creó el mapa:

Este mapa fue creado usando SCIMAP el cual es un marco para la modelización y el mapeo del riesgo poblacional disperso en los distintos entornos naturales. Se considera a la pendiente, los hábitats y la precipitación promedio. El mapa ha sido creado usando también datos SRTM, WorldClim, Landsat, Sentinel 1 y Sentinel 2. El mapa actual ha sido creado a escala estratégica y es indicativo a nivel de campo. Se deben realizar visitas de campo antes de tomar cualquier decisión de gestión de sitios específicos. Se podrían obtener datos adicionales para mejorar los mapas a escala local. Los métodos que se usaron para este trabajo son mencionados en el informe del proyecto.

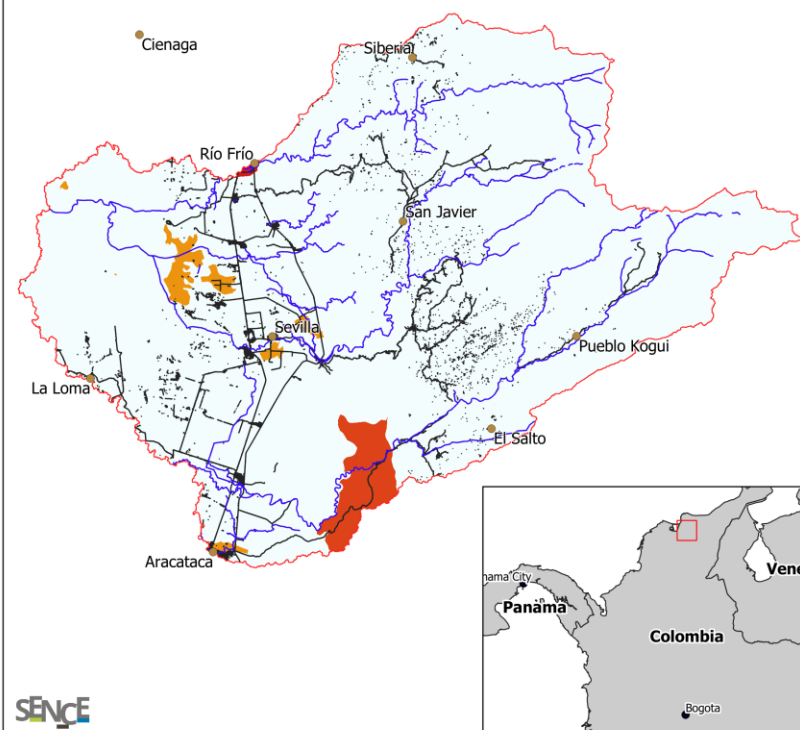
Leyenda

- Bajo riesgo de erosión
- Alto riesgo de erosión
- canal de erosión
- Zona urbana y carreteras
- Zona no evaluada



5. Riesgo de erosión del suelo causado por el viento

*Servicios ecosistémicos: conservación del suelo y calidad del agua.
Limitación de los sedimentos que entran a los ríos.*



Cómo interpretar el mapa:

El color naranja señala los sitios donde los suelos son susceptibles a la erosión eólica, mientras que los de color naranja oscuro muestran una mayor susceptibilidad.

Cuál es el servicio:

El riesgo de erosión de la capa arable es un factor significativo que conlleva a la pérdida del suelo, la degradación de la calidad del suelo, reducción en la productividad agrícola y sedimentación de los ríos y arroyos. Algunos tipos de suelo son más susceptibles a la erosión eólica debido a su textura, pedregosidad y contenido de materia orgánica.

Por qué es importante:

El suelo es un recurso no renovable y en donde se haya perdido por erosión puede tomar de cientos a miles de años para volver a formarse. La pérdida de la capa arable elimina un medio de cultivo para plantas rico en nutrientes y también reduce la capacidad de infiltración de agua en el suelo lo cual conlleva a una escorrentía incrementada. La gestión del uso de suelos puede tener una gran influencia en la erosión eólica, especialmente si se elimina la cobertura vegetal de suelos secos y susceptibles cuando es probable que ocurran vientos erosivos.

Cómo se creó el mapa:

Este mapa está basado en un análisis de características de suelo según está mapeado dentro del Mapa Digital de Suelos del Departamento del Magdalena, Colombia. Escala 1: 100,000 (2009). Las clases de suelo y sus abundancias relativas fueron evaluadas por su susceptibilidad a la erosión eólica de tal manera que los suelos con más alto riesgo y que están presentes en un 60% del área son los que obtienen el más alto riesgo.

Leyenda

- Zona urbana y carreteras
- Ríos
- Riesgo de erosión eólica
 - Suelos con baja susceptibilidad a la erosión eólica
 - Suelos con moderada susceptibilidad a la erosión eólica
 - Suelos con alta susceptibilidad a la erosión eólica

0 5 10 15 20 km N

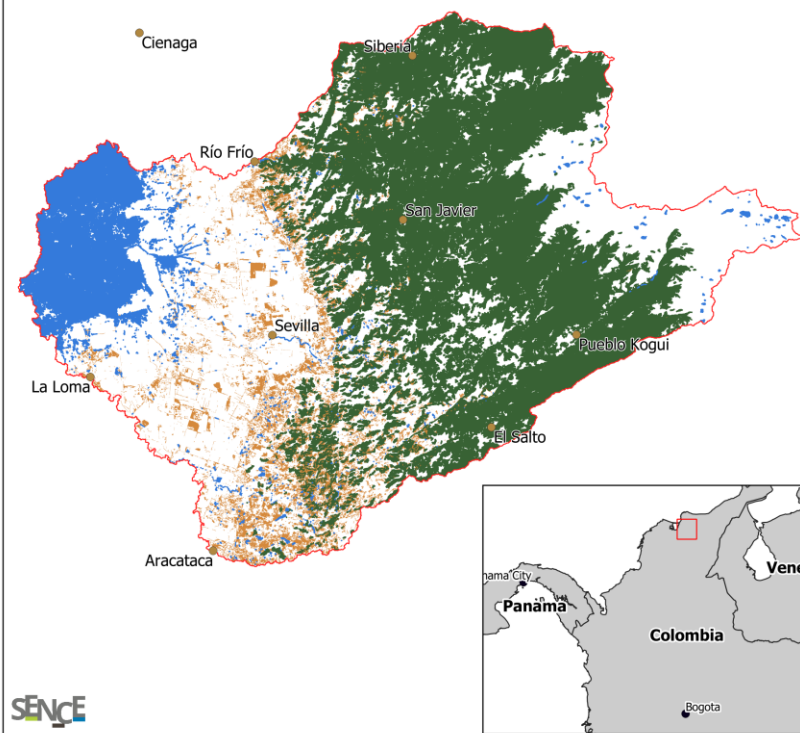


Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)

Contribuidores de ©OpenStreetMap
Datos de suelo: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

6. Sitios con hábitat de importancia clave para la biodiversidad

Servicios ecosistémicos: mantenimiento de la población & diversidad genética.



Cómo interpretar el mapa:

El mapa muestra áreas existentes de pastizales, humedales o bosques naturales o semi-naturales que son importantes para apoyar la diversidad biológica y genética. Las áreas de bosque intervenido no han sido incluidas ya que es probable que sean menos diversas que las que no han sido intervenidas.

Cuál es el servicio:

El mapa muestra áreas de vegetación natural o semi-natural que son proclive a apoyar poblaciones de una amplia variedad de especies y una alta biodiversidad en general. La biodiversidad es un servicio de apoyo que respalda muchos otros servicios ecosistémicos, tales como la calidad del suelo, la polinización, el suministro de alimentos y la regulación del agua superficial.

Por qué es importante:

Estos hábitats son los elementos básicos de las redes ecológicas lo cual facilita el flujo genético entre las poblaciones de especies y aumenta la resiliencia ecológica frente a disturbios como el manejo territorial y el cambio climático. Los hábitats naturales y seminaturales funcionan como un sistema completo y, por lo tanto, generalmente brindan un mayor nivel de servicios ecosistémicos que los hábitats estructuralmente diversos y menos naturales. La pérdida de estos hábitats disminuiría la resiliencia ecológica y, además, tendría un impacto en los servicios ecosistémicos relacionados tales como, en la habilidad de la tierra para regular la escorrentía superficial y en el hábitat para los polinizadores.

Cómo se creó el mapa:

Las clases de hábitat fueron generadas usando imágenes satelitales Sentinel 1 y Sentinel 2. El mapa ha sido creado a escala estratégica y es indicativo a nivel de campo. Se deben llevar a cabo visitas de campo antes de tomar cualquier decisión de manejo específica.

Leyenda

- Hábitat de humedal
- Hábitat de pradera
- Hábitat de bosque

0 5 10 15 20 km N

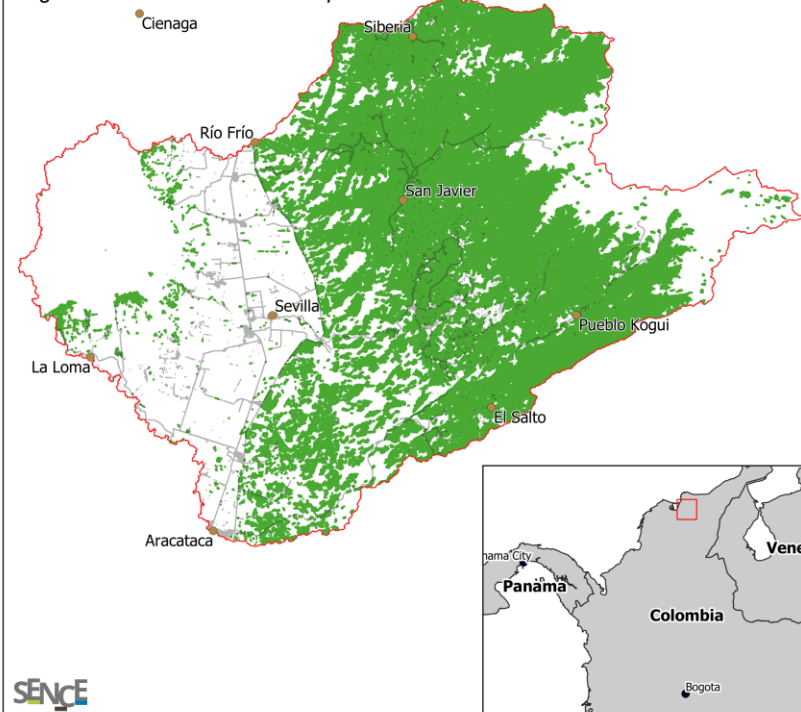


Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)

Contribuidores de ©OpenStreetMap

7. Sitios que ofrecen múltiples beneficios de servicios ecosistémicos: áreas clave para la biodiversidad y la regulación de aguas superficiales

Servicio ecosistémico: Mantenimiento de la población & diversidad genética.
Regulación de la escorrentía superficial.



Cómo interpretar el mapa:

El mapa identifica las áreas de hábitat fuente (pastizales, bosque, humedales) las cuales coinciden con las áreas que brindan una alta regulación de aguas superficiales.

Cuál es el servicio:

Los hábitats fuente cumplen la función de ser el núcleo de las redes ecológicas. La estructura y la naturalidad de la vegetación en estas áreas ofrecen un alto valor de biodiversidad. Estas características de vegetación se combinan con características del suelo, geología y pendiente, y juntas brindan altos niveles de regulación de las aguas superficiales. La biodiversidad es un servicio de apoyo que respalda muchos otros servicios ecosistémicos tales como: la calidad del suelo, polinización y el suministro de alimentos. La regulación de las aguas superficiales es una forma natural de manejar las inundaciones donde los procesos morfológicos e hidrológicos, en conjunto con las características del hábitat, trabajan para así manejar las fuentes y las vías de las aguas de inundaciones.

Por qué es importante:

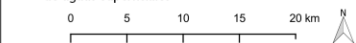
La regulación de aguas superficiales y la biodiversidad son servicios ecosistémicos importantes por sí mismos. Sin embargo, los sitios que brindan altos niveles de múltiples servicios ecosistémicos podrían ser considerados de más valor que aquellos que brindan un solo servicio ecosistémico. Es de esperar que la protección de estos lugares de alto valor de biodiversidad, que también brindan altos niveles de gestión natural de inundaciones, sea una buena inversión.

Cómo se creó el mapa:

Este mapa se generó de la combinación de información de otros dos mapas de servicios ecosistémicos en estas series: "La habilidad del suelo para regular la escorrentía superficial" (Mapa 1: áreas con altos niveles de suministro) y "Sitios con hábitat de importancia clave para la biodiversidad" (Mapa 6).

Leyenda

■ Áreas importantes tanto para la biodiversidad como para la regulación de aguas superficiales
■ Carreteras y zona urbana
□ Sin multi-beneficios



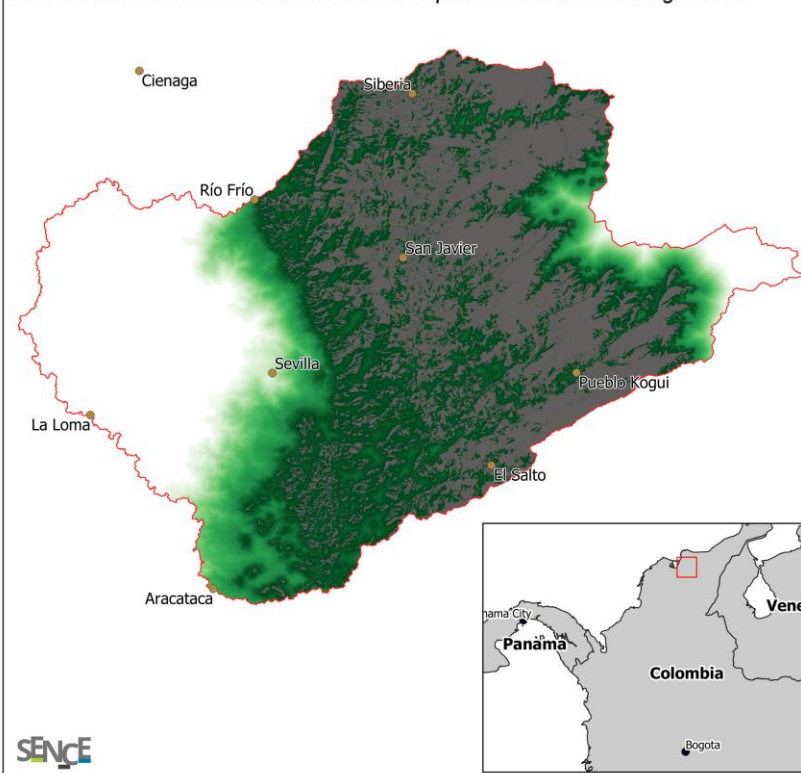
Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)

Contribuidores de ©OpenStreetMap

Datos de suelo: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

8. Conectividad de red ecológica – Ecosistema forestal

Servicio ecosistémico: Mantenimiento de la población & diversidad genética



Cómo interpretar el mapa:

Las áreas de color verde oscuro están más conectadas con la red ecológica. Las áreas de color gris indican bosques ya existentes (excluye los bosques intervenidos).

Cuál es el servicio:

El mapa muestra la red forestal existente dentro de la cual especies animales y vegetales pueden movilizarse para mantener la diversidad genética y sostener poblaciones viables de especies forestales. Los bosques ya existentes actúan como 'hábitat fuente' donde se encuentra basada la población principal de especies forestales. Los terrenos contiguos y cercanos a los hábitats fuente pueden servir para la búsqueda de alimento y como rutas de dispersión (hábitats permeables). Algunos hábitats y usos de suelo son más permeables que otros; por ejemplo, se podría esperar que los matorrales aporten un buen nivel de alimentos y refugio para especies forestales, mientras que un suelo sin vegetación aportaría menos.

Por qué es importante:

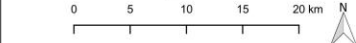
Las áreas de bosques nativos naturales y seminaturales que están conectadas en un entorno que forma una red, son más resilientes al cambio climático o al manejo de suelos. Dentro de la red, los bosques por lo general proveen altos niveles de servicios ecosistémicos, tales como la capacidad para limpiar el agua o regular la escorrentía, brindar productos madereros y apoyar el turismo natural (avistamiento de aves). Dentro de la red, la restauración de los bosques estructuralmente diversos y ricos en especies será mucho más eficaz ya que se dispondrá de propágulos, polinizadores y especies importantes para la colonización.

Cómo se creó el mapa:

Las clases de hábitat se generaron usando las imágenes satelitales de Sentinel 1 y Sentinel 2. Se evaluó cada hábitat y uso de suelo según su importancia y el rol que juega en el apoyo a la red forestal.

Leyenda

■ Bosque fuente
■ Red ecológica forestal
■ Altamente conectada
■ Conectada moderadamente
■ Poco conectada

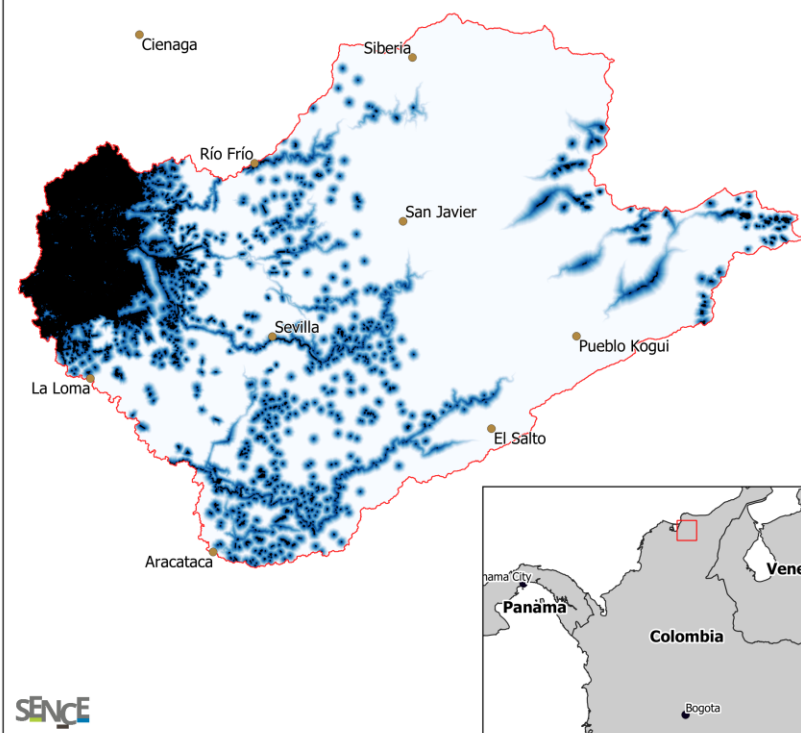


Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)

Contribuidores de ©OpenStreetMap

9. Conectividad de red ecológica – Ecosistema de humedales

Servicio ecosistémico: Mantenimiento de la población & diversidad genética.



Cómo interpretar el mapa:

Las áreas de color azul oscuro están altamente conectadas a la red ecológica. Las áreas de color negro señalan los humedales fuente existentes (excluye humedales artificiales).

Cuál es el servicio:

El mapa muestra la red de humedales existentes dentro de la cual especies animales y vegetales pueden movilizarse para mantener la diversidad genética y sostener poblaciones viables de especies de humedal. Los humedales ya existentes actúan como 'hábitat fuente' donde se encuentra ubicada la población principal de especies de humedal. Los terrenos contiguos y cercanos a los hábitats fuente pueden servir para la búsqueda de alimento y como rutas de dispersión (hábitats permeables). Algunos hábitats y usos de suelo son más permeables que otros; por ejemplo, se podría esperar que los ríos aporten condiciones apropiadas para para varias especies de humedal, mientras que el hábitat terrestre es menos apropiado.

Por qué es importante:

Las áreas de humedales nativos naturales y seminaturales que están conectadas en un entorno, son más resilientes al cambio climático o al manejo de suelos. Dentro de la red, los humedales con bajos niveles nutrientes químicos NAD y la vegetación emergente estructuralmente diversa y rica en especies, generalmente brinda un mayor nivel de servicios ecosistémicos, tales como: agua dulce limpia, control de la erosión y criaderos de peces. Dentro de la red, la restauración de la vegetación emergente estructuralmente diversa y rica en especies será mucho más eficaz ya que se dispondrá de propágulos, polinizadores y especies importantes para la colonización.

Cómo se creó el mapa:

Las clases de hábitat se crearon usando imágenes satelitales de Sentinel 1 y Sentinel 2. Cada hábitat y uso de suelo fue evaluado por su importancia y el rol que juega en el apoyo a la red de humedales.

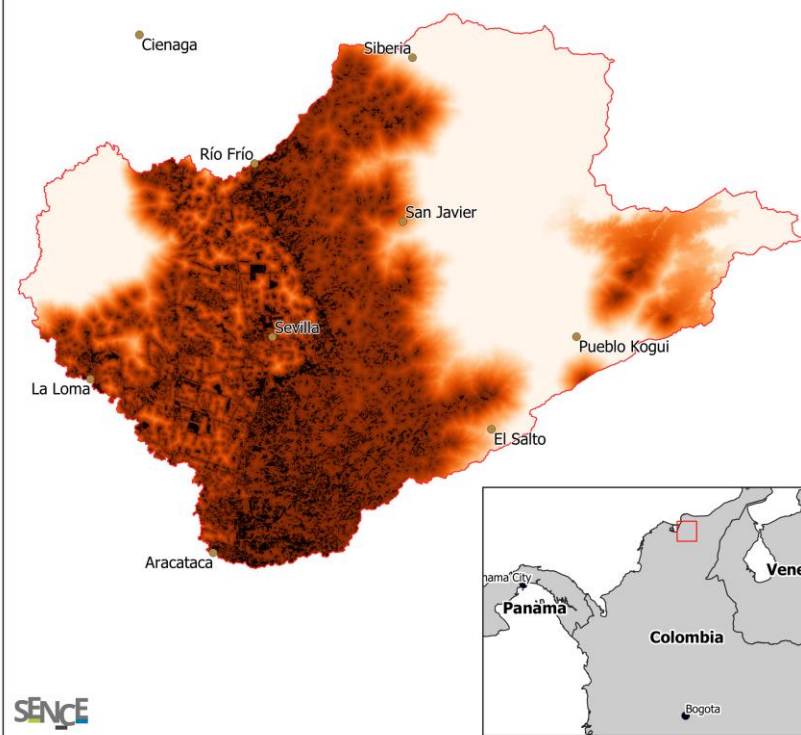
Leyenda

Red ecológica de humedales
 ■ Humedal fuente
 ■ Altamente conectada
 ■ Conectada moderadamente
 ■ Poco conectada



10. Conectividad de red ecológica – Ecosistema de pastizales

Servicio ecosistémico: Mantenimiento de la población & diversidad genética.



Cómo interpretar el mapa:

Las áreas de color naranja oscuro están altamente conectadas a la red ecológica. Las áreas de color negro señalan los pastizales fuente existentes.

Cuál es el servicio:

El mapa muestra la red de pastizales existentes dentro de la cual especies animales y vegetales pueden movilizarse para mantener la diversidad genética y sostener poblaciones viables de especies de pastizal. Los pastizales existentes actúan como 'hábitat fuente' donde se encuentra ubicada la población principal de especies de pastizal. Los terrenos contiguos y cercanos a los hábitats fuente pueden servir para la búsqueda de alimento y como rutas de dispersión (hábitats permeables). Algunos hábitats y usos de suelo son más permeables que otros; por ejemplo, se podría esperar que el matorral disperso brinde mejores condiciones para las especies de pastizal que el bosque denso.

Por qué es importante:

Las áreas de pastizales nativos naturales y seminaturales que están conectadas en un entorno, son más resilientes al cambio climático o al manejo de suelos. Dentro de la red, los pastizales estructuralmente diversos y ricos en especies generalmente brindan un mayor nivel de servicios ecosistémicos, tales como: la regulación de las aguas superficiales. Dentro de la red, la restauración de pastizales estructuralmente diversos y ricos en especies será mucho más eficaz ya que se dispondrá de propágulos, polinizadores y especies importantes para la colonización.

Cómo se creó el mapa:

Las clases de hábitat se generaron usando las imágenes satelitales de Sentinel 1 y Sentinel 2. Se evaluó cada hábitat y uso de suelo según su importancia y el rol que juega en el apoyo a la red de pastizales.

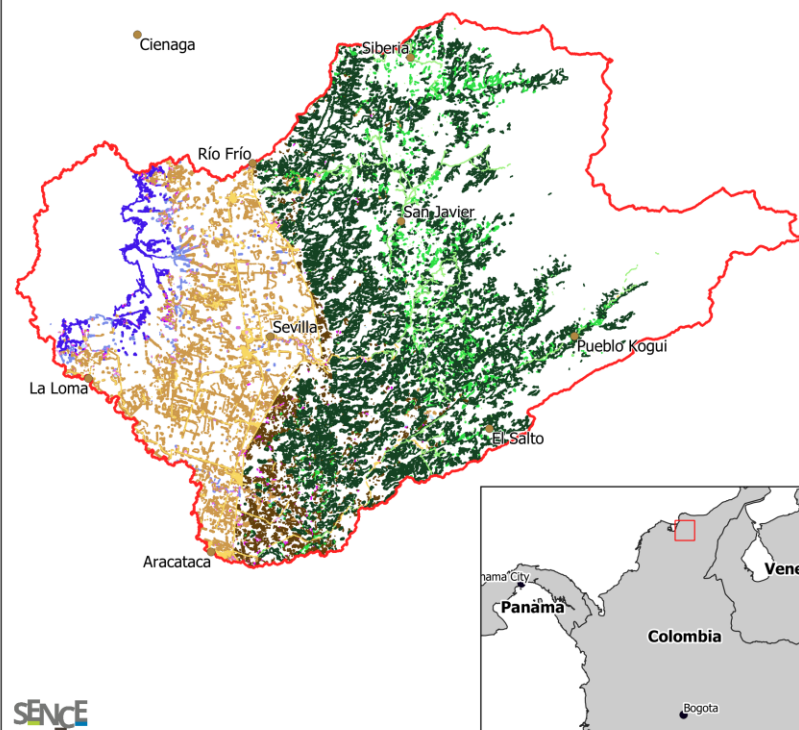
Leyenda

Red ecológica de pastizales
 ■ Pastizales fuente
 ■ Altamente conectada
 ■ Conectada moderadamente
 ■ Poco conectada



11. Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas

Servicio Ecosistémico: Mantenimiento del ciclo de vida & diversidad genética



Cómo interpretar el mapa:

El mapa muestra lugares donde sería posible restaurar o crear nuevos hábitats para fortalecer las redes de pastizales, humedales y bosques existentes, para mejorar la biodiversidad biológica y genética. Los lugares con sombras más oscuras son las áreas donde se espera que la restauración o creación de hábitat sea más fácil de implementar y más exitosa. Por ejemplo, el desarrollo de un bosque en una zona de matorral denso o de suelo desnudo puede ser adecuado en ambos lugares, sin embargo, sería más rápido, menos laborioso y menos costoso debido a la densa vegetación de matorral.

Cuál es el servicio:

La biodiversidad es un servicio de apoyo que sustenta muchos otros servicios ecosistémicos.

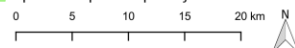
Cómo se creó el mapa:

Este mapa considera todas las áreas cercanas a hábitats originales, ya que es muy probable que estas áreas sean eficaces para sustentar a las poblaciones existentes. Los hábitats y el uso de la tierra dentro de esta zona de proximidad fueron evaluados en cuanto a la facilidad con la que podrían ser restaurados para apoyar a las redes ecológicas. En los casos en que la restauración del bosque ha sido posible, siempre se optó por esta opción. En otros lugares, donde es posible la restauración de pastizales o humedales, esto se indica.

Leyenda

Facilidad de restauración

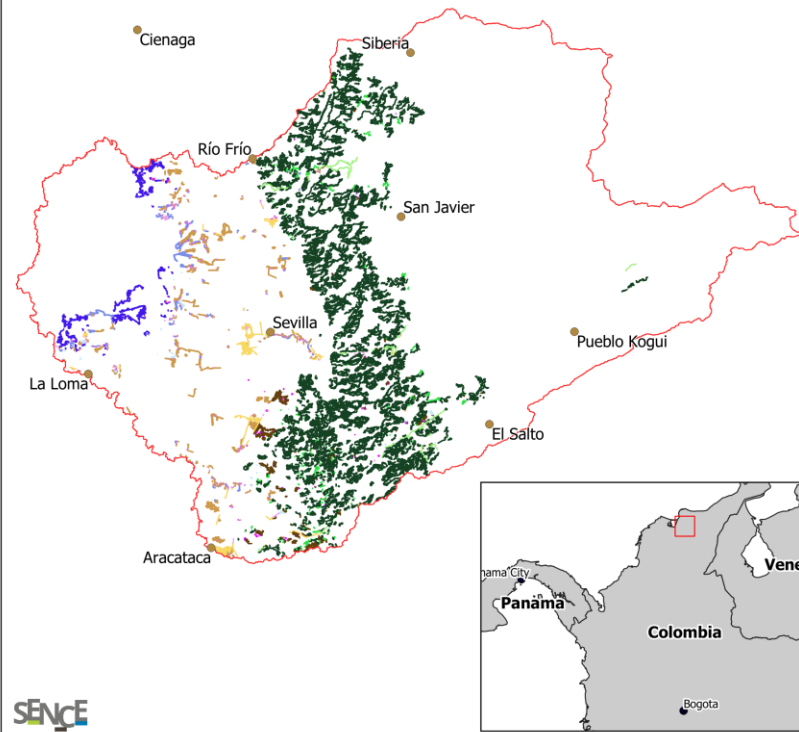
- Oportunidad para pastizales: Alta
- Oportunidad para pastizales: Media
- Oportunidad para pastizales: Baja
- Oportunidad para pastizales o humedales: Alta
- Oportunidad para pastizales o humedales: Media
- Oportunidad para pastizales o humedales: Baja
- Oportunidad para humedales: Alta
- Oportunidad para humedales: Media
- Oportunidad para humedales: Baja
- Oportunidad para bosque: Alta
- Oportunidad para bosque: Media
- Oportunidad para bosque: Baja



Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019), contribuidores de © OpenStreetMap

12. Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas: lugares prioritarios para tomar acción (sitios adyacentes a hábitats clave existentes de alto valor de biodiversidad)

Servicio Ecosistémico: Mantenimiento de la población & diversidad genética



Cómo interpretar el mapa:

El mapa es un subconjunto del Mapa 11 y muestra solo aquellos lugares que están adyacentes a un hábitat original existente, donde es muy probable que la restauración del hábitat sea más exitosa y beneficiosa para el hábitat existente de valor clave para la biodiversidad. Es probable que las áreas próximas a los principales centros de biodiversidad existentes proporcionen mayores beneficios a las poblaciones de especies existentes, permitiendo la expansión de especies nativas locales a través de su dispersión o la expansión del territorio. La restauración de hábitats estructuralmente diversos y ricos en especies será mucho más eficaz cerca de los hábitats originales, ya que se dispondrá de propágulos, polinizadores y especies importantes para la colonización.

Cuál es el servicio:

La biodiversidad es un servicio de apoyo que sustenta muchos otros servicios ecosistémicos, tales como la calidad del suelo, la polinización y el suministro de alimentos.

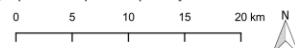
Cómo se creó el mapa:

Este mapa considera las áreas inmediatamente cercanas a hábitats originales existentes, tal y como se define por los mapas de la red ecológica de esta serie. Se evaluaron los hábitats y los usos del suelo próximos a los hábitats originales en cuanto a la facilidad con que podrían restaurarse para el sustento de la red de pastizales, humedales o bosques.

Leyenda

Facilidad de restauración

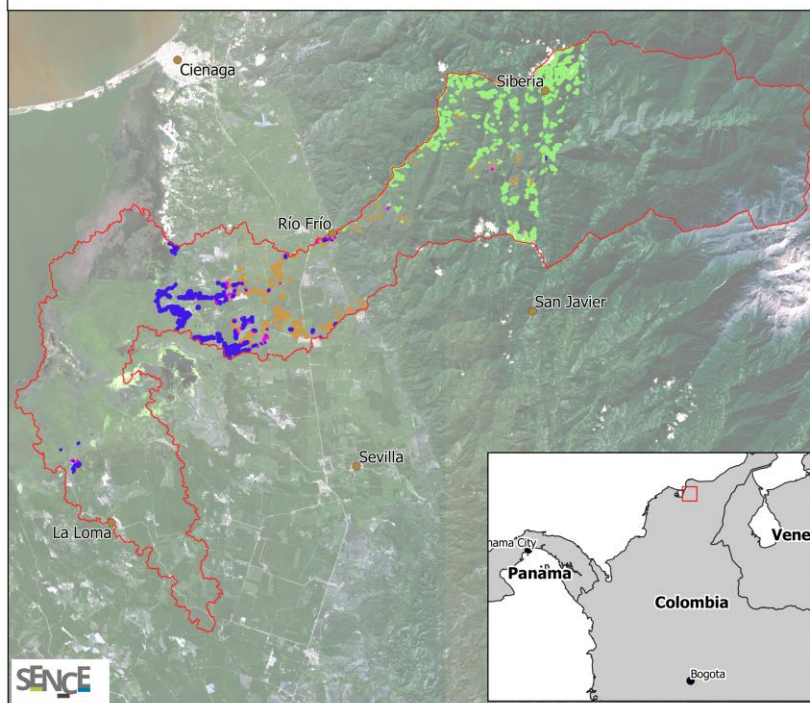
- Oportunidad para pastizales: Alta
- Oportunidad para pastizales: Media
- Oportunidad para pastizales: Baja
- Oportunidad para pastizales o humedales: Alta
- Oportunidad para pastizales o humedales: Media
- Oportunidad para pastizales o humedales: Baja
- Oportunidad para humedales: Alta
- Oportunidad para humedales: Media
- Oportunidad para humedales: Baja
- Oportunidad para bosque: Alta
- Oportunidad para bosque: Media
- Oportunidad para bosque: Baja



Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)
Contribuidores de © OpenStreetMap

13. Oportunidades para generar múltiples servicios ecosistémicos: conectividad ecológica y regulación de las aguas superficiales

*Servicios Ecosistémicos: Regulación de la escorrentía superficial.
Mantenimiento de la población & diversidad genética.*



Cómo interpretar el mapa:

El mapa muestra los lugares donde debería ser posible restaurar o crear un nuevo hábitat para fortalecer las redes ecológicas existentes de pastizales, humedales o bosque con el fin de mejorar la biodiversidad, al mismo tiempo que se mejora el nivel de regulación de las aguas superficiales.

Cuál es el servicio:

La biodiversidad es un servicio de apoyo que sustenta muchos otros servicios ecosistémicos, tales como la calidad del suelo, la polinización y el suministro de alimentos. La regulación de las aguas superficiales es una forma de gestión natural de las inundaciones que gestiona las fuentes y las vías de evacuación de estas.

Por qué es importante:

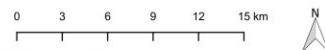
La regulación de las aguas superficiales y la biodiversidad son servicios ecosistémicos importantes por sí mismos. Sin embargo, la identificación de lugares que proporcionen altos niveles de múltiples servicios ecosistémicos puede ayudar a informar el proceso de toma de decisiones a la hora de priorizar áreas de acción para la gestión del suelo, con el fin de proporcionar la mejor relación calidad-precio.

Cómo se creó el mapa:

Este mapa se obtiene combinando la información de otros dos mapas de servicios ecosistémicos de esta serie: 'Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales en la zona de captación del Río Frio' (Mapa 2) y 'Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas' (Mapa 11). Identifica los lugares que podrían ser restaurados para apoyar las redes ecológicas, y que actualmente proporcionan una regulación de aguas superficiales relativamente baja.

Leyenda

- Oportunidad para pastizales
- Oportunidad para pastizales o humedales
- Oportunidad para humedales
- Oportunidad para bosque



Datos y mapas creados por Environment Systems Ltd (2019)
 contribuidores de © OpenStreetMap
 Datos de suelo: Instituto Geográfico Agustín Codazzi
 Imagen del Sentinel-2: Agencia Espacial Europea - ESA