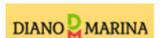


# Gestión del Agua y Servicios Ecosistémicos



# Indice

## Gestión del Agua y Servicios Ecosistémicos

El Agua como un Servicio Ecosistémico	1
<i>Suministro de agua en la región del Magdalena</i>	2
Adopción de un Enfoque de Paisaje para la Gestión del Agua	4
Uso de los Mapas de Servicios Ecosistémicos para Informar la Gestión	4
<i>Posibles medidas de gestión para mejorar la prestación de servicios ecosistémicos de suelos</i>	6
<i>Requisitos de conocimiento para informar la gestión del agua</i>	9
Presiones que afectan los servicios ecosistémicos del agua	10
<b>Anexo A</b>	12
<i>Factores que influyen el suministro de agua</i>	12
<b>Referencias</b>	14

Citación:

Hawker, J., Smith, M.A.E., Bell, G. and Parker, J.A., 2020. Gestión del Agua y Servicios Ecosistémicos. EO4cultivar Proyecto Guía de Gestión de Colombia. UK Space Agency International Partnership Programme, Project No 417000001416.

## Gestión del Agua y Servicios Ecosistémicos

El propósito de esta guía es proporcionar información contextual acerca de los servicios ecosistémicos que influyen en el suministro y gestión de los recursos hídricos. El documento demuestra cómo los mapas de servicios ecosistémicos, desarrollados por Environment Systems y JNCC para el proyecto EO4cultivar, pueden ser usados para ayudar a informar la toma de decisiones a través de la implementación de una gestión basada en ecosistemas. Para más información, existen herramientas de mapeo online y otras guías de gestión en la website del proyecto EO4cultivar.

### El Agua como un Servicio Ecosistémico

Un suministro de agua limpio, fiable y bien gestionado es fundamental para sostener la vida. Es necesario para la mayoría de los procesos biológicos e industriales, por ejemplo: beber agua, la irrigación agrícola, la limpieza y el enfriamiento industrial, la regulación del clima, y la meteorización y formación del suelo.

En la Zona Bananera y en las áreas alrededor, el uso equitativo de la tierra y la disponibilidad del recurso hídrico entre las diferentes partes de interés es parte de la historia socioambiental de la región. Los recursos de la cuenca del Río Frío, por ejemplo, son demandados por cinco importantes actores sociales: las organizaciones agroindustriales, los pequeños productores locales, los ganaderos, las comunidades indígenas y la población urbana (que incluye a los turistas)<sup>1</sup>.

Las funciones que brinda el agua y que son de importancia social y ecológica se pueden categorizar bajo distintas tipologías de servicios ecosistémicos. El suministro de servicios ecosistémicos incluye:

- Agua potable limpia e irrigación para los cultivos.
- Uso en sistemas de saneamiento utilizados para prevenir la propagación de patógenos que causan enfermedades.
- Uso en los procesos de manufactura: las estaciones de embalaje de banano usan el agua para eliminar insectos y látex de la fruta.

El agua está asociada con los servicios de regulación y mantenimiento:

- Ecosistemas de apoyo que impulsan el ciclo de los nutrientes y el secuestro de carbono.
- Los ciclos hidrológicos impulsan los procesos de meteorización que contribuyen a la formación del suelo y brindan micronutrientes que soportan los ecosistemas.
- Asimilación de contaminantes, los humedales particularmente se descomponen, dispersan contaminantes y ayudan a mantener un buen estado ecológico de los ecosistemas.

Proporcionar un servicio de ecosistema cultural:

- Lagos, ríos y océanos brindan un sinnúmero de oportunidades de recreación.
- La proximidad al agua tiene un efecto positivo en la salud y el bienestar humano.<sup>2</sup>
- Es probable que el agua sea uno de los pocos recursos naturales vinculados a todos los aspectos de la civilización y cultura humana<sup>3</sup>.

El agua es un activo natural vital para la economía mundial, especialmente para la agricultura. Más del 70% de la extracción de agua a nivel mundial se usa dentro de la industria agrícola<sup>4</sup> y se necesita una cantidad adecuada de agua para mantener el

crecimiento de los cultivos. La producción del banano es una industria muy importante en la región del Magdalena, la cual depende en gran medida del suministro seguro de agua (ver Figura 1). Entre los factores clave que describen la dependencia del agua de la industria bananera se incluyen<sup>5</sup>:

- Grandes cantidades de agua se requieren a lo largo de la temporada de crecimiento del banano. El requerimiento hídrico anual va desde los 1,200mm en los trópicos húmedos hasta los 2,200 mm en los trópicos secos.
- El agua es vital para el desarrollo de la hoja, lo cual afecta el número de flores y en consecuencia el rendimiento del cultivo. Durante el periodo de formación del rendimiento, la disponibilidad del agua afecta el tamaño y la calidad de la fruta.
- Un suministro de agua reducido durante la temporada de crecimiento temprano puede producir que los bananos parezcan más maduros de lo que son, lo que conduce a una maduración prematura en la fase de almacenamiento y transporte.
- Una vez que se ha cosechado un cultivo de banano se requiere agua para su procesamiento, lo cual incluye retirar insectos, residuos químicos y látex, así como para la limpieza de los tanques de procesamiento.
- El agua es necesaria para la limpieza de las manos, la ropa y para beber.



**Figura 1 – El agua es un recurso clave para apoyar las actividades económicas a nivel global. Se requiere gran cantidad de agua para el proceso de empaquetado del banano. Fotos: Matt Smith**

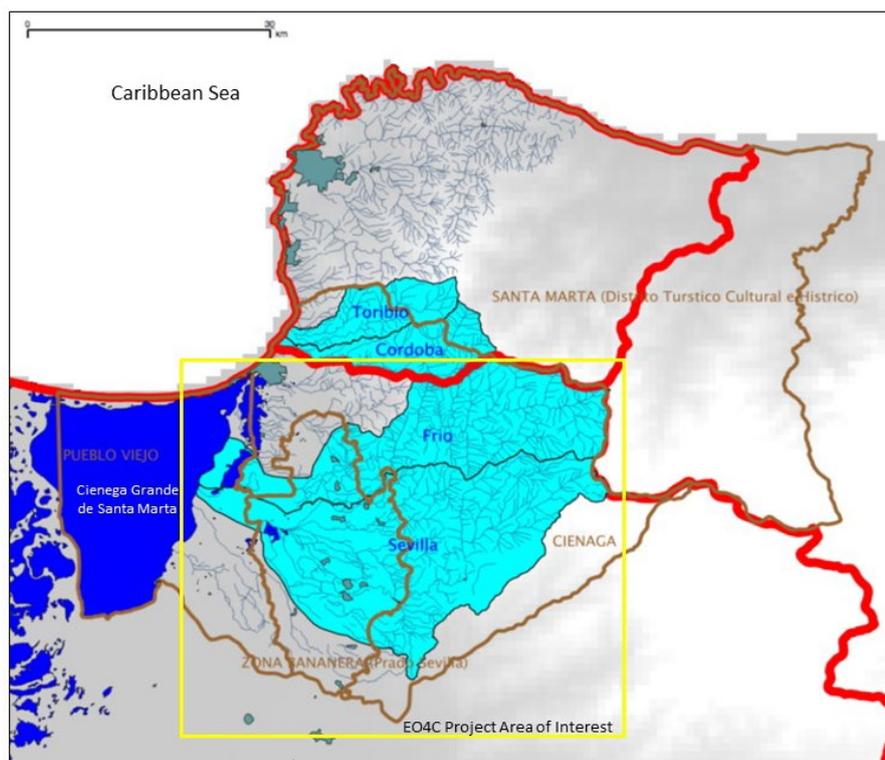
### ***Suministro de agua en la región del Magdalena***

El suministro de agua de la región del Magdalena es proporcionado por 35 ríos que forman la cuenca del río, 16 de los cuales tienen origen en el parque nacional de la Sierra Nevada de Santa Marta. Estos ríos brindan agua a casi 1.5 millones de habitantes en varias ciudades principales, incluso Santa Marta y la Ciénaga. Los ríos alimentan acueductos y canales que brindan agua a productores de café, plantaciones de banano y de palma, y ganados<sup>6</sup>. Para esto se emplean varios tipos de sistemas de irrigación (ver Figura 3). Los ríos Frío y Sevilla suministran a las actividades agrícolas dentro de la Zona Bananera<sup>7</sup>.

La cordillera de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) es la fuente del 40% de agua que fluye hacia la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). El restante 60% es suministrado por el río Magdalena en el oeste, pero no fluye a través de la Zona Bananera<sup>7</sup>.

La región del Magdalena se abastece a través de una red de acuíferos en los lechos del cuaternario y en los sedimentos del terciario que se extienden por la parte baja del Valle del Magdalena, el Valle del Cesar, y a lo largo de la costa del Atlántico<sup>8</sup>. El acuífero dentro de la cuenca de la Zona Bananera (ver Figura 2) se usa para irrigar los cultivos y existe una preocupación creciente acerca de la intrusión salina, como resultado de la sobreexplotación<sup>7</sup>.

Las elevaciones superiores de la SNSM son dominadas por el páramo Andino en donde los suelos tienen características similares a los de los suelos de turba de tierras altas. Estos contienen altas cantidades de carbón orgánico. En lugares húmedos como los de la SNSM el contenido de carbono puede sobrepasar el 40%. El páramo tiene un alto excedente de agua y un flujo base sostenido alimentando a los ríos en las regiones costeras en la cuenca del Amazonas. La precipitación en el páramo colombiano va desde los 700 a los 3000 mm y la producción de agua bordea los 1400 mm, que equivale a 66,5 km<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>. A pesar de la falta de datos sobre estos sistemas, hay un consenso general de que los ríos del páramo proporcionan un flujo base sostenido a lo largo del año<sup>9</sup>.

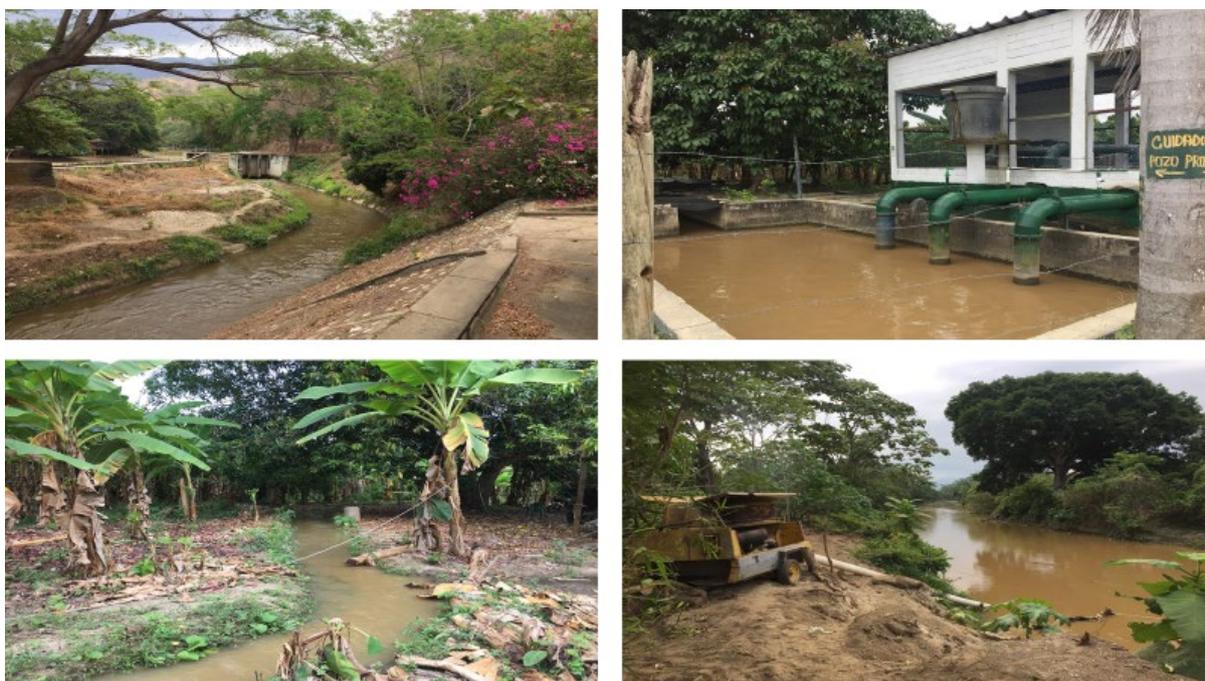


**Figura 2 – En color turquesa se señala las cuencas de los ríos Toribio, Córdoba, Sevilla y Frío; Zona Bananera, Colombia. La línea roja señala la delimitación de las subcuencas. Las líneas de color gris muestran los límites delineados de las principales aglomeraciones urbanas. Las áreas marcadas en azul oscuro son los humedales permanentes. El área de interés para el proyecto EO4cultivar está delineado en amarillo. La figura ha sido adaptada de la Evaluación de riesgos y oportunidades para para cuencas hídricas en la Zona Bananera<sup>7</sup>.**

## Adopción de un Enfoque de Paisaje para la Gestión del Agua

Los principales usuarios del agua dentro del área de interés incluyen a las asociaciones de riego Asosevilla y Asoriofrío, las cuales se encuentran en la parte baja de la cuenca en la Zona Bananera.

Las asociaciones, los productores locales y el gobierno regional se han relacionado con el proyecto EO4cultivar. Los grupos de interés han estudiado la forma en que un enfoque basado en ecosistemas puede definir mejor el riesgo de inundación y la opción de mitigación, e identificar el potencial para la implementación de la restauración ecológica y las soluciones basadas en la naturaleza para ayudar a gestionar los riesgos y oportunidades relacionados con el agua (e.g. programas de reforestación).



**Figura 3 – Los métodos de irrigación de los cultivos de banano pueden variar dentro de la Zona Bananera. Las operaciones comerciales usan infraestructuras de riego especialmente diseñadas, mientras que algunas operaciones más pequeñas extraen agua directamente del río y usan canales especialmente excavados para llevar agua a los cultivos. Fotos: Matt Smith**

## Uso de los Mapas de Servicios Ecosistémicos para Informar la Gestión

La gestión basada en ecosistemas puede ayudar a gestionar la calidad, disponibilidad y cantidad del agua. Diferentes ecosistemas pueden jugar un rol clave en la reducción de índices de flujo hídrico, actuar como almacenes de agua, y filtrar nutrientes y metales pesados. Al trabajar con la naturaleza se puede brindar múltiples servicios ecosistémicos a través de soluciones basadas en la naturaleza.

Los mapas de servicios de los ecosistemas están diseñados para demostrar las funciones que los ecosistemas naturales desempeñan en el mantenimiento y la regulación del suministro de agua. Tienen por objeto apoyar la planificación del uso de la tierra y promover la gestión sostenible de los ecosistemas con el fin de aumentar la resiliencia a largo plazo de los sistemas de producción. Los mapas brindan una base de evidencia para la participación de la comunidad y los grupos de interés.

Los mapas en el portafolio de medios de vida sostenibles de EO4cultivar<sup>10</sup> directamente relevantes a la gestión del agua, incluyen:

- *Capacidad de la tierra para moderar la escorrentía de aguas superficiales* – Este mapa muestra las áreas donde el paisaje puede brindar un manejo natural de inundaciones a través de procesos hidrológicos y morfológicos trabajando junto con los elementos del hábitat para manejar la escorrentía. El mapa fue creado tras evaluar la geología, suelo, pendiente, hábitat y gestión. Estos atributos reflejan la contribución de áreas específicas en la regulación natural de los flujos superficiales que se ven afectados por índices de infiltración e intercepción, capacidad de almacenamiento de agua y control de la carga de sedimentos. El mapa se puede utilizar para orientar la protección o la mejora de las zonas de prioridad que limitan la escorrentía superficial y previenen inundaciones.
- *Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales en la cuenca del Río Frío y sitios que reciben altos volúmenes de flujos de aguas superficiales*– Estos dos mapas se pueden usar para identificar áreas donde existan oportunidades potenciales para considerar distintas medidas de manejo para los pastizales y la agricultura con el fin de mejorar la regulación hídrica en las cuencas alta, media y baja del Río Frío. Las áreas identificadas están conectadas hidrológicamente. Mientras que la gestión de la regulación hídrica en la cuenca superior puede beneficiar a una zona más amplia, es necesario considerar la viabilidad de las intervenciones en diferentes sitios.
- *Conectividad de red ecológica – Esosistema de Humedales* – Este mapa muestra la red de humedales existente, estas son áreas de humedales nativos y seminaturales que están conectados dentro del paisaje. Áreas de alta conectividad con bajos niveles químicos y de nutrientes, y la alta diversidad estructural y de especies son más resistentes a los cambios ambientales, tales como fluctuaciones en temperatura o precipitación. Esas zonas proporcionan un mayor nivel de prestación de servicios ecosistémicos, tales como agua limpia y control de erosión. El mapa puede usarse para asegurar que cualquier cambio en prácticas agrícolas o de uso de tierras no reduzca aún más la conectividad ecológica ni afecte los servicios ecosistémicos y la biodiversidad.
- *Sitios que brindan múltiples beneficios de los servicios ecosistémicos: áreas clave para la biodiversidad y la regulación de aguas superficiales* – El mapa identifica áreas de hábitat original (pastizales, bosques, humedales) que coinciden con áreas que brindan alta regulación de agua superficiales. La estructura y 'naturalidad' de la vegetación proporciona un alto valor de biodiversidad. Estas características de la vegetación combinadas con características del suelo, geología y pendientes permiten la identificación de áreas que también brindan altos niveles de regulación de aguas superficiales. Esta es una forma de manejo natural de inundaciones en donde los procesos hidrológicos y morfológicos, junto con los elementos del hábitat, trabajan para regular las fuentes y vías para las aguas de inundación. Los sitios que brindan altos niveles de múltiples servicios ecosistémicos podrían considerarse más valiosos que aquellos que brindan un solo servicio ecosistémico.
- *Oportunidades para brindar múltiples servicios ecosistémicos: conectividad ecológica y regulación de aguas superficiales* – El mapa muestra sitios en donde debería ser posible restaurar o crear nuevos hábitats para fortalecer redes ecológicas existentes y simultáneamente mejorar la regulación de aguas superficiales.

La tabla 1 muestra ejemplos sobre la manera en que los resultados de los mapas pueden usarse para fundamentar las medidas de una gestión basada en ecosistemas con el fin de ayudar a gestionar el agua y mantener los servicios ecosistémicos que son clave para el rendimiento agrícola sostenible.

**Tabla 1. Posibles medidas de gestión para mejorar la prestación de servicios ecosistémicos de suelos**

<b>Tipo de medida</b>	<b>Mecanismos de gestión</b>	<b>Opción de gestión afiliada</b>
Creación de los humedales construidos	<p>Usar los mapas de oportunidad para identificar áreas que brindan oportunidades para mejorar la regulación del agua. Dentro de estas áreas, se puede seleccionar tierras no productivas en donde sería posible crear un hábitat de humedales. Considerar cómo la intervención brindará beneficios a áreas de producción y comunidades locales a través de la reducción del riesgo de inundación.</p> <p>También considerar dónde la construcción de humedales puede mejorar las áreas clave para la biodiversidad y la conectividad ecológica mediante la consulta de mapas de conectividad ecológica.</p>	<p>La creación de nuevos hábitats de humedales, o la expansión de los ya existentes, puede retardar la descarga de agua en los canales de los ríos y prevenir las oleadas de inundaciones, retener el agua para su uso en irrigación, actuar como filtración natural eliminando los productos químicos y los sedimentos antes de que el agua entre en los canales.</p> <p>Los humedales también pueden usarse para mejorar la biodiversidad; se puede considerar la posibilidad de fomentar las especies beneficiosas para la producción (i.e. depredadores y polinizadores de plagas de cultivos).</p> <p>Es importante considerar estas acciones en relación con la salud de los cultivos, asegurar la creación de hábitats fomenta una estructura comunitaria ecológica equilibrada y no una que pueda ocasionar una fuente de brotes de pestes.</p>
Creación de meandros en el canal principal	<p>Usar los mapas de conectividad de humedales e imágenes satelitales para identificar esferas de actividad para posibles intervenciones de reordenación de meandros.</p> <p>Los meandros también pueden mejorar la</p>	Las medidas de prevención de inundaciones por lo general resultan en la construcción de barreras de concreto para contener el agua. Si las barreras fallan, el nivel de daño podría aumentar. La creación de meandros en las cabeceras de cuenca puede disminuir

	<p>conectividad ecológica entre los hábitats de humedales.</p>	<p>la velocidad de descarga del agua, reduciendo la presión sobre las barreras que se encuentran más abajo en la cuenca.<sup>11</sup></p> <p>Los meandros también pueden mejorar el atractivo del paisaje, ofrecer zonas de recreo y proporcionar un hábitat para las especies animales y vegetales.<sup>12</sup></p>
<p>Creación de instalaciones adicionales de almacenamiento de agua (e.g. micro presas, y embalses para el almacenamiento de las inundaciones)</p>	<p>Usar mapas que destaquen las zonas con una contribución baja o moderada a la escorrentía en superficie junto con mapas que muestren áreas que brinden beneficios múltiples.</p> <p>Consultar mapas que destaquen oportunidades para mejorar la regulación del agua y buscar áreas de superposición. Consultar mapas que muestren conectividad ecológica y áreas clave de biodiversidad y buscar la superposición.</p> <p>Una vez que los sitios adecuados se hayan identificado, conducir visita(s) de sitio para determinar la viabilidad de la creación de embalses de control de crecidas y considerar métodos de construcción que puedan mejorar el suministro de protección contra las inundaciones, almacenamiento de agua para riego y potencial para beneficios ecológicos.<sup>13</sup></p>	<p>Un embalse de almacenamiento de crecidas es un cuerpo de agua levantado artificialmente que se utiliza para almacenar agua temporalmente y así mitigar el riesgo de inundación.<sup>14</sup></p> <p>Los micro embalses pueden ser contruidos de madera o de roca y actúan para desviar el agua. Los embalses pueden ser diseñados para adaptarse a la ubicación y usar materiales locales y naturales. Pueden instalarse fácilmente a bajo costo y ser diseñados para ofrecer múltiples beneficios para la gestión de inundaciones y de vida silvestre.<sup>15</sup></p> <p>Es importante asegurar que las intervenciones no dañen los ecosistemas existentes, no impongan mayores riesgos a otras áreas, ni presenten efectos perjudiciales para la salud humana (i.e. aumento del riesgo de enfermedades transmitidas por el agua).</p> <p>Las intervenciones sólo deben realizarse después de que se haya realizado una evaluación de impacto.</p>
<p>Restauración de hábitats</p>	<p>Consultar el mapa de hábitat y el mapa que muestra las zonas que contribuyen a la escorrentía</p>	<p>La restauración de los ecosistemas puede limpiar el agua en su origen y salvaguardar las zonas</p>

	<p>superficial para identificar los tipos de hábitat que contribuyen a la regulación del agua.</p> <p>Consultar los mapas que muestren oportunidades para mejorar la conectividad ecológica con el fin de identificar tipos de hábitat que puedan ser restaurados.</p> <p>Identificar las zonas que se van a visitar para determinar las zonas, los interesados y los beneficios adicionales para el ecosistema y la sociedad que podrían derivarse de las actividades de restauración.</p>	<p>ambientalmente sensibles. Adoptar un enfoque ecosistémico utilizando información especial puede orientar el desarrollo hacia áreas donde las actividades tendrán un menor impacto en los ecosistemas.<sup>16 17</sup></p> <p>La restauración estratégica de las zonas ribereñas puede regular precipitaciones y escorrentía protegiendo el agua dulce, filtrando los sedimentos y los contaminantes, estabilizando las orillas de los ríos, manteniendo la vegetación que proporciona sombra, estabilizando las temperaturas del agua y protegiendo los sistemas acuáticos de las temperaturas extremas.<sup>18 19</sup></p>
<p>Cultivos de cobertura y acolchado</p>	<p>Usar el mapa de hábitats para identificar áreas agrícolas.</p> <p>Consultar los mapas de regulación del agua para identificar las áreas que ofrecen una regulación del agua insignificante.</p> <p>Considere la posibilidad de utilizar acolchado y plantar cultivos de cobertura en estas áreas para mejorar la capacidad de regulación hídrica.</p>	<p>El acolchado utiliza material orgánico (e.g. corteza, astillas de madera, pulpa, cáscaras de nueces, residuos verdes, restos de cultivos, abono, estiércol, paja, hierba seca, hojas, etc.) para cubrir la superficie del suelo, esto puede aumentar significativamente la capacidad del suelo de almacenar agua.<sup>20</sup></p> <p>Un cultivo de cobertura es un cultivo que se produce entre los cultivos principales y puede ayudar a proteger los suelos, reducir el riesgo de inundaciones y mejorar el rendimiento de los cultivos posteriores. Otros beneficios de los cultivos de cobertura son: estabilidad del suelo y reducción de la erosión, reducción de la lixiviación química mediante la escorrentía, mejora de la estructura y la infiltración del suelo, aumento del contenido orgánico, mejora de la calidad del agua y</p>

		retención de los nutrientes del suelo. <sup>21</sup>
Rotación de cultivos	<p>Usar el mapa de hábitats para identificar áreas agrícolas.</p> <p>Consultar los mapas de regulación hídrica para identificar zonas que ofrecen una regulación del agua insignificante.</p> <p>Considerar el potencial de rotación de cultivos en estas zonas para mejorar la capacidad de regulación del agua.</p>	<p>Seleccionar determinados cultivos en una rotación estacional puede mejorar la estructura del suelo y la fertilidad alternando plantas que tienen distintas profundidades de raíz. Esto puede reducir la erosión y aumentar la capacidad de infiltración, ayudando a reducir el riesgo de inundaciones río abajo.<sup>22 23</sup></p>

### **Requisitos de conocimiento para informar la gestión del agua**

Las fluctuantes condiciones mundiales hacen que la gestión de los recursos hídricos sea cada vez más compleja. Los factores que considerar al planear una estrategia de gestión del agua deben incluir temas como los siguientes:

- Número de población y demografía
- El aumento de la urbanización, la industrialización y el desarrollo económico
- Cambios en la calidad y condiciones del medio ambiente
- Necesidades de agua de los ecosistemas
- Cambiar las actitudes y las percepciones de la sociedad

Estos actores están interrelacionados, y la información y datos de estas dinámicas, así como sus interacciones, deben ser consideradas además de las observaciones terrestres y la modelación ecosistémica.<sup>24</sup>

Las políticas y planes de la gestión del agua en todo el mundo suelen adoptar un enfoque sectorial y no tienen en cuenta las futuras presiones ambientales y los factores impulsores de otros sectores que pueden afectar a la gestión del agua. La gestión integrada de los recursos hídricos y la gestión integrada de las cuencas hidrográficas deben adoptar una visión más amplia de las cuestiones relacionadas con el agua, en la escala macro y meso, para elaborar soluciones sostenibles y viables. Para lograr esto, los gestores del agua requieren tomar en cuenta<sup>25</sup>:

- La colaboración para lograr el cumplimiento de las políticas
- El establecimiento de asociaciones transfronterizas
- La participación de los interesados y el diseño conjunto de estrategias
- El desarrollo de la capacidad local para lograr el cumplimiento
- La obtención de apoyo político y administrativo
- La adopción de nuevas herramientas y técnicas

## Presiones que afectan los servicios ecosistémicos del agua

Los servicios ecosistémicos asociados con el agua pueden estar comprometidos por diferentes factores abióticos, bióticos y antropogénicos. Aquellos que son particularmente importantes para el área de estudio de caso son:

### *Sequía*

Las sequías constituyen peligros naturales que afectan el suministro de agua a los ecosistemas y por consiguiente, a los seres humanos. En el periodo 2013–2016, el Caribe experimentó la peor sequía desde la década de 1950, con proyecciones climáticas para el sur caribeño que predecían una menor precipitación para fines del siglo 21.<sup>26</sup> En el año 2014, una severa sequía causada por el fenómeno del Niño ocasionó que 600 ha de banano no se replanten debido a la escasez de agua, lo cual fue el equivalente de \$10 millones.<sup>7</sup>

### *El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)*

ENOS es un ciclo climático que impulsa los patrones climáticos globales. En Colombia, El Niño normalmente provoca sequías, mientras que La Niña provoca precipitaciones abundantes. Durante los primeros tres meses del 2010-11 de El Niño, las precipitaciones fueron inferiores a lo normal en el 95% de la región del Caribe, y durante La Niña se extendió desde abril a junio de 2011. Se informó que se perdieron 800 ha de banano y que 20,000 ha fueron inundadas en la región lo que equivale a \$13 millones de pérdidas en la Zona Bananera.<sup>7</sup>

### *Sedimentación*

A medida que el agua fluye desde su origen en la Sierra Nevada, el sedimento es transportado desde la zona alta y media de la cuenca y es depositado en la cuenca baja. Si bien esto se considera un proceso natural, el cambio de uso de la tierra industrializado ha aumentado la erosión y la transferencia de sedimentos. El aumento de la carga de sedimentos está afectando a la desembocadura de los ríos y altera el flujo de agua dulce en la Ciénaga Grande de Santa Marta, lo que provoca el deterioro de la calidad del agua. Este aumento de los procesos de sedimentación está a menudo relacionado con la sequía y las inundaciones, ya que las condiciones de sequía reducen el flujo de agua necesaria para descargar los sedimentos en la laguna, y las inundaciones erosionan más suelos y aumentan la carga de sedimentos en los cursos de agua.

### *Irrigación*

La reorientación del agua hacia los cultivos ejerce presión sobre el suministro de agua corriente abajo. Ya que el banano crece a lo largo de todo el año, el riego es necesario durante los períodos de sequía para combatir la reducción del suministro de agua de lluvia. Durante los períodos secos, en los que la evapotranspiración es elevada, se requiere la irrigación para controlar el contenido salino de los suelos. Los desafíos permanecen en la Zona Bananera en cuanto a cómo pueden diseñarse y gestionarse los recursos hídricos y la infraestructura para garantizar un uso equitativo del agua.

### *Represamiento y desvío de canales*

Desviar o bloquear artificialmente el flujo de agua durante los períodos de bajo caudal puede provocar la falta de agua en otras zonas de la misma región. La escasez de agua no sólo afecta a la población humana, sino que también altera la ecología de los hábitats de los humedales y reduce su capacidad de mantener la función hidrológica, lo que agrava aún más el problema en los años posteriores. El diseño de la infraestructura, apoyado por soluciones basadas en la naturaleza a escala de paisaje, puede ayudar a preservar el flujo de agua durante los períodos más secos, incluyendo el almacenamiento del exceso de agua durante los períodos de alto flujo.

### *Cambio climático*

Se cree que el cambio climático está intensificando el ciclo del ENOS. Se estima que para el 2100 habrá una reducción del 30% en la disponibilidad de agua durante El Niño y un aumento del 40% en el flujo hídrico durante La Niña (ver Figura 4). La Zona Bananera también será afectada por el nivel del mar, lo que provoca efectos negativos en la agricultura de las regiones bajas por el aumento de las inundaciones y la salinidad. La intrusión salina en los acuíferos ya es un problema en la Zona Bananera y en las regiones de alrededor, y cabe resaltar que el banano es muy sensible a la sal.<sup>7</sup>

### *Uso de agroquímicos*

Los pesticidas y herbicidas se filtran en el curso de agua, haciendo que el suministro de agua sea inseguro para beber y utilizar en la agricultura. Asimismo, las partes interesadas han expresado su preocupación durante los talleres y en estudios anteriores en la materia<sup>4</sup> en relación con los niveles de contaminación, los productos agroquímicos, las prácticas agrícolas y el saneamiento básico.

La filtración de los fertilizantes en los cursos de agua aumenta el contenido de nutrientes y puede dar lugar a aumentos del fitoplancton, lo que provoca la proliferación de algas. Esto puede agotar los niveles de oxígeno en el agua, lo que puede acabar con la vida acuática. El resultado es una reducción de la calidad del agua y una disminución de la biodiversidad.



**Figura 4 – Las fluctuaciones en los niveles hídricos pueden ser dramáticas. Las imágenes arriba muestran al Río Sevilla en abril de 2018 durante la época seca. Las imágenes abajo pertenecen a la misma zona en octubre de 2019 durante la época de lluvias. Gestionar estas fluctuaciones estacionales es un desafío para los comercios y las comunidades en el área. Fotos: Matt Smith**

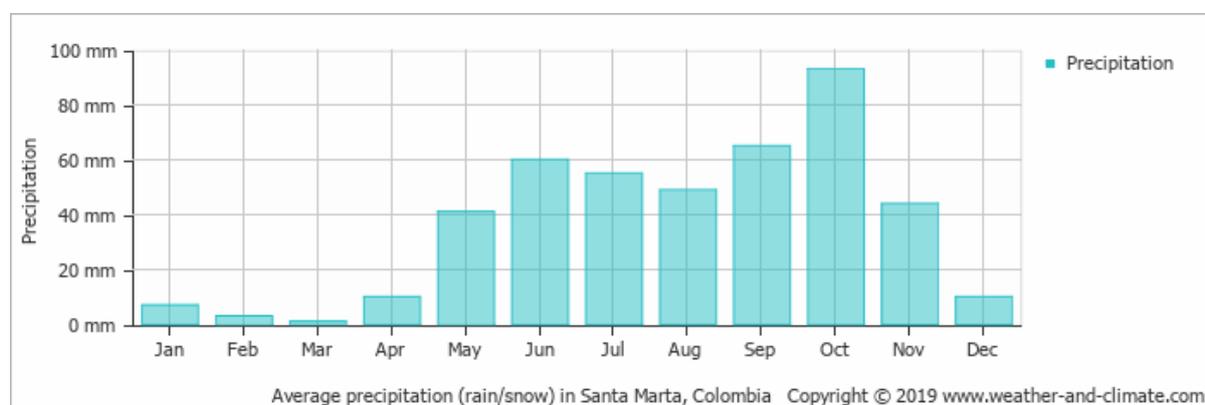
## Anexo A

### Factores que influyen el suministro de agua

Existen varios factores que impulsan el suministro de agua e influyen en la calidad y cantidad del agua en los ríos y acuíferos.

#### Precipitación

Las precipitaciones son el principal mecanismo de recarga tanto de los ríos como de los acuíferos en la región. La proximidad al Mar Caribe, donde las altas temperaturas de la superficie del mar provocan una importante evapotranspiración, y la presencia de la Sierra Nevada de Santa Marta, impulsa el aire húmedo y caliente hacia arriba donde se enfría rápidamente y provoca condensación y precipitaciones. La precipitación a nivel regional muestra una clara distinción entre las estaciones secas y de lluvia (Figura 5).



**Figura 5<sup>27</sup> – La precipitación promedio para el año 2019 registrada por la estación meteorológica de Santa Marta.**

#### Vegetación

La vegetación cumple varios roles dentro del sistema hidrológico. La intercepción por parte de la vegetación reduce el flujo máximo después de un evento de lluvias, y reduce el riesgo de inundación. La transpiración del agua de las plantas a la atmósfera aumenta la humedad después de una precipitación, lo que aumenta la probabilidad de precipitaciones posteriores.

A elevaciones bajas (0-1200 m.s.n.m.) la vegetación predomina en los bosques tropicales húmedos de las tierras bajas, los bosques tropicales secos y los matorrales xerófilos y subxerófilos. Las elevaciones medias (1300 -3500 m) están cubiertas por bosques andinos. Las elevaciones más altas están dominadas por pastizales de páramo hasta ~4800 m. La mayor parte de la vegetación nativa se ha transformado como resultado de los procesos sociales y económicos dinámicos que han impulsado el cambio de uso de la tierra desde la época colonial.<sup>11</sup>

El medio ambiente se caracteriza por una vegetación que extrae la humedad de la cubierta de nubes bajas en un proceso conocido como precipitación horizontal. Este es un factor clave para mantener el ciclo hidrológico durante los períodos secos. La vegetación en altitudes más bajas ayuda a mantener la calidad del agua a través del filtrado de desechos y contaminantes.

### *Geología*

La geología de una cuenca determina la permeabilidad del lecho rocoso y, por lo tanto, su capacidad de formación y recarga del acuífero mediante la infiltración de las aguas superficiales en las aguas subterráneas. La capacidad de la tierra para moderar la escorrentía superficial y evitar inundaciones también se ve afectada por la permeabilidad de la geología subyacente. La región del Magdalena está compuesta principalmente por roca sedimentaria. Las líneas de falla y las fracturas en las formaciones rocosas son características geológicas importantes, que permiten la recarga desde los acuíferos cercanos y facilitan el movimiento del agua entre los ríos y los acuíferos.<sup>7</sup>

### *Suelo*

El tipo de suelo afecta la retención, percolación y filtración del agua, lo que hace que sea otro factor importante para considerar como parte de la gestión del agua. Para más información sobre los vínculos entre el suelo, el agua y la prestación de servicios de los ecosistemas, véase el documento complementario Guía para la Gestión del Suelo.

### *Topografía*

Las características topográficas como el gradiente en el que fluye un río, el perfil de la sección transversal del canal y el número de meandros de un río afectarán a los caudales y a la calidad del agua.

El gradiente de la pendiente afecta al riesgo de inundación y al potencial erosivo de las precipitaciones, lo que repercute en la calidad del agua y aumenta la sedimentación aguas abajo. Los gradientes pronunciados dan lugar a un mayor riesgo de crecidas repentinas, ya que el agua de una precipitación no tiene tiempo suficiente para dispersarse por evaporación o intercepción, lo que da lugar a índices más altos de flujo máximo en tierra y en los canales de los ríos. Por el contrario, los gradientes poco profundos pueden reducir la dispersión del agua dentro de una cuenca y dar lugar a inundaciones. Un gradiente poco profundo conduce a una mejor retención del agua, lo que puede ser ventajoso en las zonas propensas a la sequía donde las precipitaciones son escasas.

La sinuosidad de un río indica cuántos meandros tiene, otra importante característica topográfica que afecta a la velocidad del flujo de agua. Los ríos con más meandros tienen probablemente una velocidad de flujo más lenta que los que no los tienen, lo que proporciona una mejor resistencia a las inundaciones repentinas, una mayor retención del agua y una reducción del riesgo de erosión. Los ríos con una sección transversal más grande (más profunda y amplia) son capaces de contener más volumen, reduciendo el riesgo de inundaciones y aumentando la retención de agua.

Aunque la mayoría de los ríos en el área de interés son alimentados por las lluvias, el derretimiento en la Sierra Nevada de Santa Marta es también un factor contribuyente menor. El Páramo de Santa Marta tiene una pequeña capa de nieve permanente por encima de los 5000 m, a pesar de estar situada a solo 10 grados al norte del ecuador.

- 
- <sup>1</sup> CORPAMAG (2013) Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR 2013 – 2027. Disponible en: <https://www.corpamag.gov.co/archivos/planes/PGAR%20CORPAMAG%202013-2027.pdf> [Se accedió el 8 de febrero 2020].
- <sup>2</sup> Blue Health Project. Disponible en: <https://bluehealth2020.eu/publications/> [Se accedió el 30 de enero 2020]
- <sup>3</sup> World Health Organisation (2005). Water and Culture. Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/Water&cultureEnglishv2.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/Water&cultureEnglishv2.pdf) [Se accedió el 30 de enero 2020]
- <sup>4</sup> UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) World Water Assessment Programme <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/food-and-agriculture/>
- <sup>5</sup> FAO (Food and Agriculture Organization) Banana Crop information <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/banana/en/>
- <sup>6</sup> Sierra Nevada de Santa Marta National Natural Park <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/en/ecotourism/caribbean-region/sierra-nevada-de-santa-marta-national-natural-park/>
- <sup>7</sup> Evaluación de Riesgos y Oportunidades de Agua para las cuencas de los ríos Frío y Sevilla en “La Zona Bananera” Colombia [http://www.goodstuffinternational.com/images/PDF/Evaluacion\\_Riesgos\\_Oportunidades\\_de\\_Agua\\_Frio\\_Sevilla\\_Colombia\\_WWF\\_GSI\\_03072015.pdf](http://www.goodstuffinternational.com/images/PDF/Evaluacion_Riesgos_Oportunidades_de_Agua_Frio_Sevilla_Colombia_WWF_GSI_03072015.pdf)
- <sup>8</sup> Groundwater in Colombia, 1987 (Alberto Lobo-Guerrero U. & Yaakov Gilboa) Hydrological Sciences Journal <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02626668709491175>
- <sup>9</sup> W. Buytaert et al. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. Earth-Science Reviews, 79, 53–72. Disponible en: [http://paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/2006\\_ESR.pdf](http://paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/2006_ESR.pdf) [Se accedió el 26 de febrero 2020]
- <sup>10</sup> EO4cultivar sustainable livelihoods case studies: Habitat mapping in the Magdalena region, Colombia. Disponible en: <https://jncc.gov.uk/eo4cultivar>
- <sup>11</sup> European Centre for River Restoration. How does river restoration reduce flood risk? Disponible en: <http://www.ecrr.org/River-Restoration/Flood-risk-management> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>12</sup> UK Environment Agency. Remeandering straightened rivers: Effectiveness for Biological Quality Elements. Disponible en: <http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/en/SC060065/MeasuresList/M5/M5T2/M5T5Eff.aspx> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>13</sup> Queensland Wetland Programme. Banana farming for healthier wetlands. Disponible en: <https://wetlandinfo.des.qld.gov.au/resources/static/pdf/resources/reports/farming-case-studies/cs-constructed-wetlands-12-04-2013.pdf> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>14</sup> UK Environment Agency (2016). Design, operation and adaptation of reservoirs for flood storage. Disponible en: [http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/Libraries/FCERM\\_Project\\_Documents/sc120001\\_report.sflb.ashx](http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/Libraries/FCERM_Project_Documents/sc120001_report.sflb.ashx) [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>15</sup> Woodland Trust (2016). Natural flood management guidance: Woody dams, deflectors and diverters. Disponible en: <https://www.woodlandtrust.org.uk/media/1764/natural-flood-management-guidance.pdf> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>16</sup> The Nature Conservancy. Water Security: Investments in nature to ensure clean water for the most vulnerable cities in Colombia. Disponible en: <https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/colombia/historias-en-colombia/seguridad-hidrica/> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>17</sup> FAO (2013). Water for Life and Sustainability Water Fund Cauca Valley, Southwestern Colombia. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bl926e.pdf> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>18</sup> Luke, S.H. et. al. (2019). Riparian buffers in tropical agriculture: Scientific support, effectiveness and directions for policy. *Journal of Applied Ecology*, 56, 85-92. Disponible en: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1365-2664.13280> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>19</sup> De Mello, K. et. al. (2017). Riparian restoration for protecting water quality in tropical agricultural watersheds. *Ecological Engineering*, 108(B), 514-524. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857417303774> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>20</sup> Natural Water Retention Measures. Mulching. Disponible en: <http://nwrn.eu/measure/mulching> [Se accedió el 29 de febrero 2020].

- 
- <sup>21</sup> Scotland's Rural College. Natural Flood Management - Farmer's Guide. Disponible en: [https://www.sruc.ac.uk/downloads/file/4295/natural\\_land\\_management\\_a\\_farmers\\_guide](https://www.sruc.ac.uk/downloads/file/4295/natural_land_management_a_farmers_guide) [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>22</sup> Natural Water Retention Measures. Crop Rotation. Disponible en: <http://nwrn.eu/measure/crop-rotation> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>23</sup> Schilling, K. et.al. (2013). The potential for agricultural land use change to reduce flood risk in a large watershed. *Hydrological Processes*, 28 (8), 3314-3325. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hyp.9865> [Se accedió el 29 de febrero 2020].
- <sup>24</sup> Tortajada, C. and Biswas, A.K. (2017). The rapidly changing global water management landscape. *International Journal of Water Resources Development*, 33 (6), 849-851. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07900627.2017.1376834> [Se accedió el 2 de marzo 2020].
- <sup>25</sup> Ratnaweera, H. (no date). Integrated water resources management and knowledge transfer. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/inno/35772348.pdf>. [Accessed 2 March 2020].
- <sup>26</sup> Modelling Streamflow Response to Persistent Drought in a Coastal Tropical Mountainous Watershed, Sierra Nevada De Santa Marta, Colombia <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/1/94>
- <sup>27</sup> 2010-2020 World Weather & Climate Information. Disponible en: <https://weather-and-climate.com/>