



CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 317 DE 2018 PRY – GEO – 003 DE 2019

MONITOREO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DE LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA 2018-2030

Primer informe de actividades



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de
Andrés" – INVEMAR

Santa Marta, abril de 2020



Informe de Actividades N.1

CUERPO DIRECTIVO

Director

Francisco Armando Arias Isaza

Subdirector Coordinación Científica (SCI)

Jesús Antonio Garay Tinoco

Coordinadora Coordinación de Investigación e Información para la Gestión Marina y Costera (GEZ)
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)

David Alejandro Alonso Carvajal

Coordinador Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos (VAR)

Mario Rueda Hernández

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Luisa Fernanda Espinosa Díaz

Coordinadora Programa de Geociencias Marinas y Costeras (GEO)

Constanza Ricaurte Villota

Coordinador Coordinación de Servicios Científicos (CSC)

Julián Mauricio Betancourt Pórtela

Subdirectora Subdirección Administrativa (SRA)

Sandra Rincón Cabal

Programa GEO

Constanza Ricaurte Villota
César Fernando García Llano
Natasha Valencia Martínez
Juan Sebastián Ponce Bastidas
Juan José Giraldo
Magnolia Murcia Riaño

Santa Marta, abril de 2020

Imagen portada: Poblado Sitio Nuevo en la ciénaga de Pajarales; imagen tomada en enero del año 2020. César Fernando García Llano.

El INVEMAR, realiza investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos de interés nacional con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos que conduzcan al desarrollo de éstas, dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, mediante el empleo racional de la capacidad científica del instituto y su articulación con otras entidades públicas y privadas.

Calle 25 No. 2 -55 Playa Salguero – Rodadero, Santa Marta, Colombia. PBX: (57) (5) 4328600

Fax: (57) (5) 4380801, <http://www.invemar.org.co>

CLÁUSULA DERECHOS DE AUTOR

"De acuerdo con la Decisión Andina 351 de 1993, Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993 y demás normas modificatorias, complementarias y concordantes la presente propuesta de carácter científico goza de protección legal, siendo el INVEMAR el único titular de los derechos patrimoniales de autor, por lo que tiene el control sobre cualquier forma de utilización y ostenta la facultad exclusiva para autorizar o prohibir cualquier explotación que sobre la obra se realice, incluyendo la reproducción, comunicación, distribución pública, traducción, adaptación, arreglo o cualquiera otra forma de la obra. Por todo lo anterior para su utilización se requerirá autorización previa y expresa, no requerirá autorización para el ejercicio del derecho de cita en las reproducciones parciales para lo cual se deberá indicar expresamente la fuente y la autoría de INVEMAR"



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	REPORTE DE ACTIVIDADES.....	2
2.1	Área de estudio.....	2
2.2	Monitoreo hidrológico.....	3
2.2.1	Sólidos suspendidos totales.....	6
2.2.2	Transparencia.....	7
2.2.3	Salinidad.....	8
2.3	Nivel de agua en los Ríos y Caños.....	9
2.4	Curvas nivel-caudal.....	14
2.5	Monitoreo sedimentológico.....	16
2.5.1	Flujos y tasas de sedimentación.....	17
2.5.2	Sedimentos de fondo de los ríos que drenan de la SNSM.....	19
3	CONCLUSIONES.....	22
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24



1 INTRODUCCIÓN

Este primer informe de actividades corresponde a la información colectada en campo durante enero y febrero de 2020, que da continuidad al monitoreo realizado durante el año 2019, el cual incluye tanto el monitoreo hidrológico (sólidos suspendidos totales, transparencia, salinidad, mediciones de caudales de los principales afluentes, nivel del agua y curvas nivel-caudal) como el sedimentológico (flujos y tasas de sedimentación y sedimentos de fondo de los ríos que drenan de la sierra nevada de Santa Marta).

Lo anterior se realiza cumpliendo con los objetivos planteados bajo el convenio interadministrativo 317 el cual busca aunar esfuerzos técnicos y financieros entre el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” –INVEMAR– y la Corporación Autónoma Regional del Magdalena-CORPAMAG con el fin de dar continuidad a el monitoreo hidro-sedimentológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) planteado hasta el 2030.

Por su parte, el Invemar desde el 2015 ha aunado esfuerzos técnicos y financieros para adelantar estudios físicos en la CGSM; a partir del 2016 inició el “Estudio Integral de la Ciénaga Grande de Santa Marta”, el cual permitió, entre otras actividades, dar inicio al monitoreo hidro-sedimentológico del complejo lagunar (INVEMAR-MADS, 2016; INVEMAR-MADS-PNN, 2017, INVEMAR-MINAMBIENTE, 2018; INVEMAR-CORPAMAG, 2018), en el cual se recopila información ambiental actualizada como herramienta para la toma de decisiones frente a las problemáticas y el desequilibrio en la CGSM.

Los resultados obtenidos a partir de estos estudios, han evidenciado la importancia de hacer un seguimiento a la dinámica hidro-sedimentológica del sistema, para explicar los procesos biogeoquímicos y ecológicos que ocurren en la CGSM. Es por esto, que este convenio apunta a continuar y fortalecer el monitoreo anteriormente descrito, así como a desarrollar temas de investigación que aporten a mejorar la gestión del recurso hídrico en la ecorregión, basados en series de tiempo robustas que tengan en cuenta la variación en los flujos de agua, los cambios en los volúmenes de ésta y sedimentos en diferentes épocas del año, así como los procesos sedimentológicos que ocurren al interior del espejo de agua principal.

2 REPORTE DE ACTIVIDADES

2.1 Área de estudio

El Programa de Geociencias del INEMAR continúa con el monitoreo hidrosedimentológico de la CGSM en el marco del Convenio 317 de 2018. El monitoreo cuenta con un total de 26 estaciones de muestreo ubicadas en el espejo principal de agua de la Ciénaga y la Ciénaga de Pajarales y seis localidades alrededor de esta. En el margen occidental (Caño Clarín, y estaciones de Aguas Negras y Renegado) y tres más en el margen oriental que corresponde a los ríos que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta (Sevilla, Aracataca y Fundación), se destaca la continuidad en la toma de información de las curvas nivel-caudal, en lugares específicos de los ríos y caños que llevan aguas hasta la Ciénaga (Figura 1)

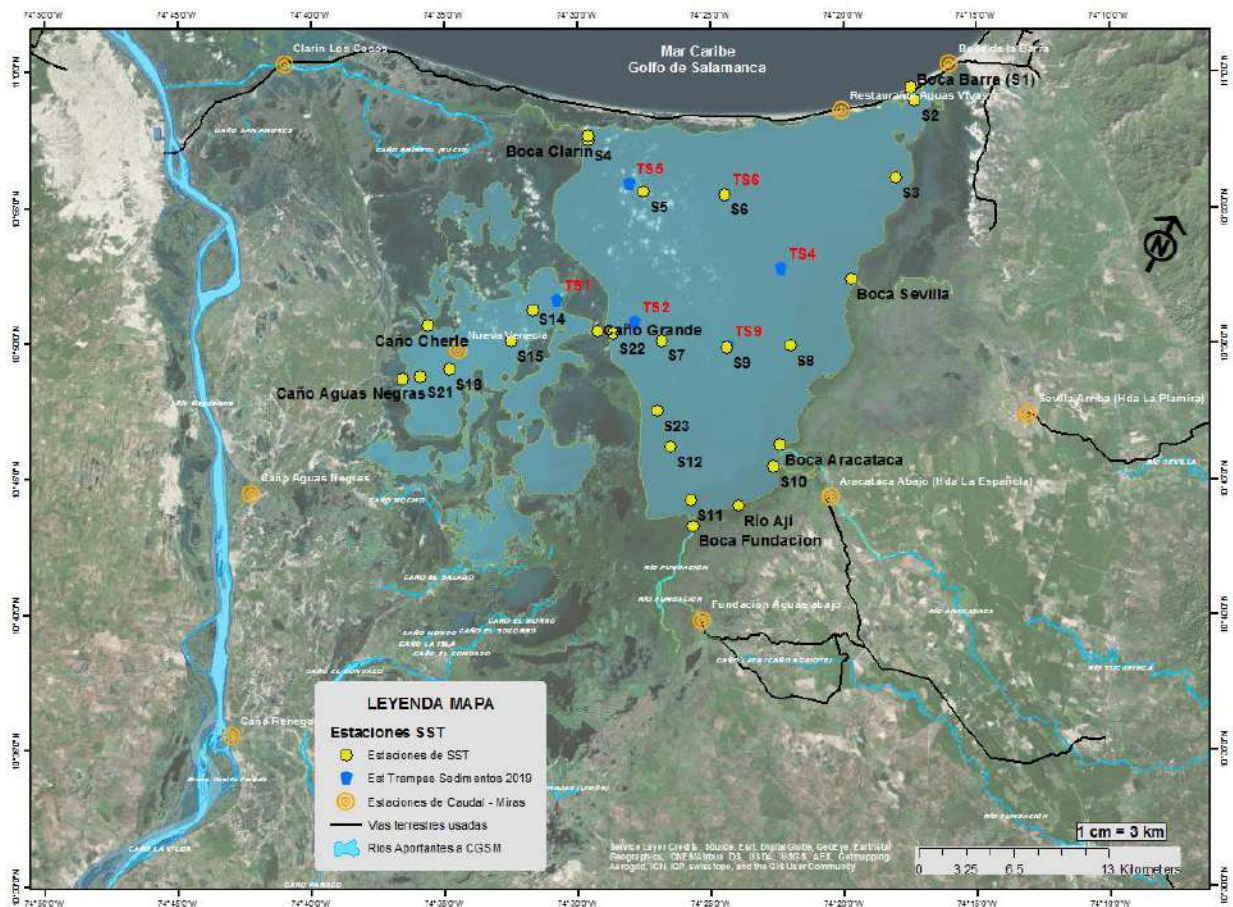


Figura 1. Mapa del complejo lagunar CGSM con la distribución de las estaciones del monitoreo hidrológico (caudales, niveles y sedimentos)

Actualmente no se han producido las primeras precipitaciones sobre la ciudad de Santa Marta durante los primeros 4 meses del 2020 (IDEAM, 2020). Aunque en la parte alta de la SNSM se han ocasionado precipitaciones muy esporádicas, puntuales y de baja intensidad (<2 mm). A nivel climatológico, en abril la precipitación acumulada del mes llega a los 0 mm según datos del aeropuerto Simón Bolívar, la recuperación no se ha presentado como en los años anteriores, presentando cauces escasos y de poco flujo, inclusive de los caños que comunican con el río Magdalena presentan poca corriente o nula.

No obstante, la presión hídrica sobre los ríos que descienden de la Sierra se incrementa en los primeros meses del año (INVEMAR-CORPAMAG, 2018). Autoridades internacionales como NOAA y CIIFEN, indican que actualmente nos encontramos en un estado ENSO neutral, el índice ONI se mantiene en 0.5 desde el mes de enero (Figura 2).

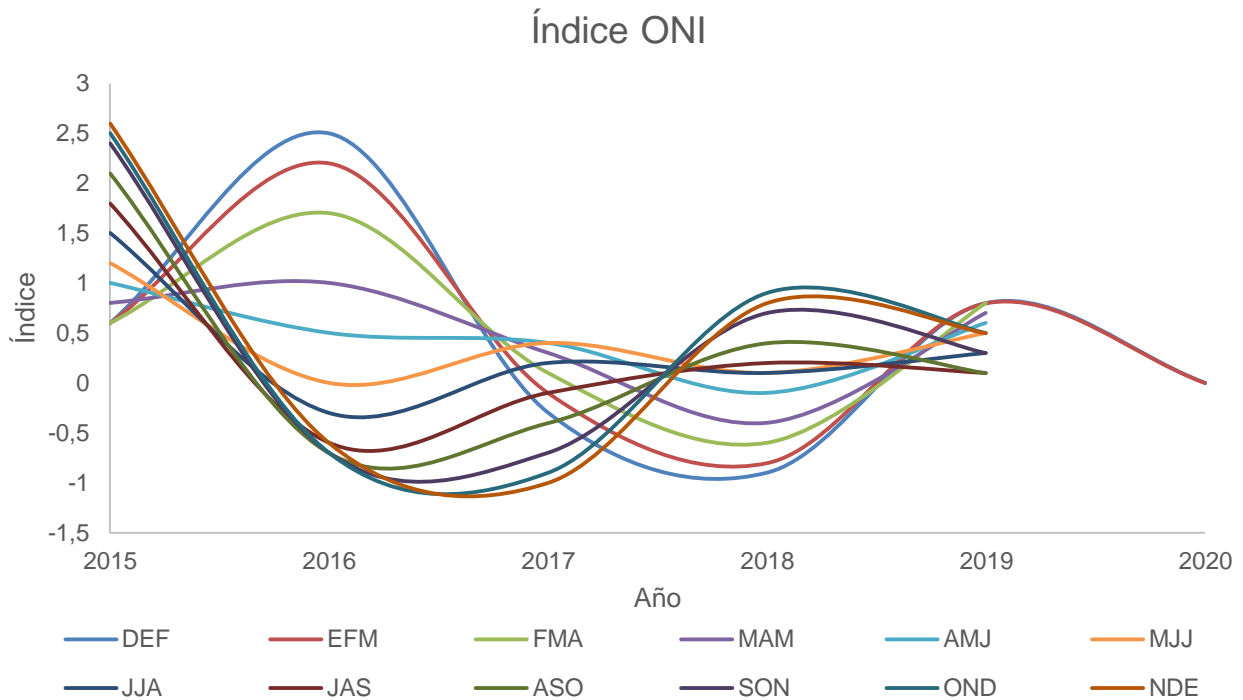


Figura 2. Tendencia del índice ONI entre el año 2015 -2020

2.2 Monitoreo hidrológico

Se presenta a continuación, la información recopilada en el monitoreo durante los primeros dos meses del 2020, la cual corresponde a la primera temporada seca de la zona. Esta información se basa en mediciones puntuales de un día por mes y no se debe interpretar como promedios locales.

Durante el inicio del año 2020 (enero y febrero) para el complejo lagunar de la Ciénaga Grande Santa Marta se registró que las condiciones son habituales de la época climática seca mayor (diciembre a abril), la cual, se caracteriza por la ausencia absoluta de precipitaciones para la región lo que ocasiona una total sequía y pérdida de los niveles hidrológicos de los ríos y caños que llevan agua a la Ciénaga Grande de Santa Mata.

Durante el monitoreo de la cuenca baja de los ríos provenientes de la SNSM (Sevilla, Aracataca, Ají y Fundación) los promedios de sus aportes fueron de: -0.04 y 0.05 m³/s, para los meses de enero y febrero del año 2020 respectivamente (Figura 3); para los caños del margen occidental que se conectan desde el Río Magdalena a la Ciénaga, el promedio de aporte de agua fue: 7.22 y 0.19 m³/s para los mismos meses mencionados (Figura 4), y entre los caños internos que se conectan entre las ciénagas del norte, Parajal y Caño Grande aportando agua al espejo principal de la Ciénaga, para dicha época el promedio fue : 59.43 y -6.13 m³/s (Figura 5).

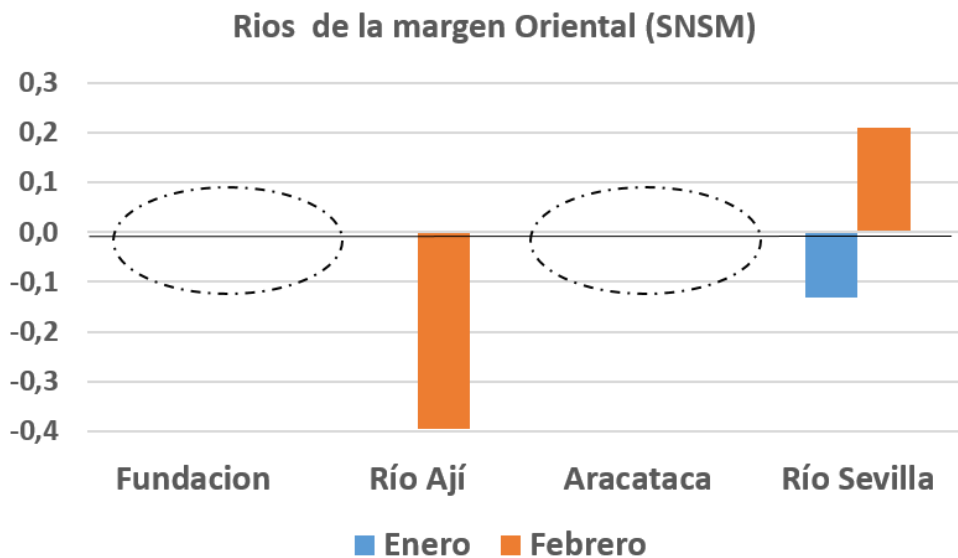


Figura 3. Caudales instantáneos tomados en los ríos Fundación, ají, Aracataca y Sevilla, en los dos primeros meses del año 2020, en los óvalos se resalta la falta de flujo de agua para realizar la medida.

Caños del margen Occidental CGSM

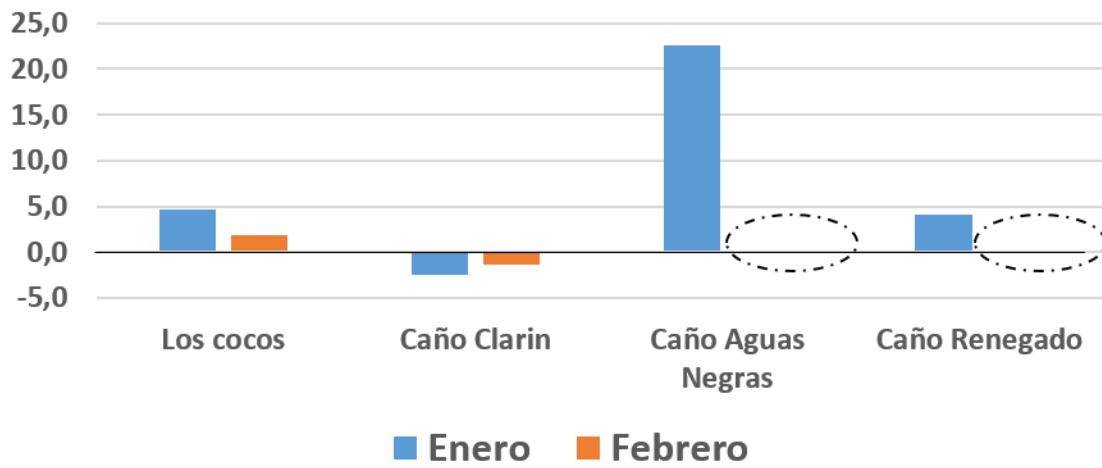


Figura 4. Caudales instantáneos tomados en Los Cocos, Caño Clarín, Aguas Negras y Renegado, en los dos primeros meses del año 2020, en los óvalos se resalta la falta de flujo de agua para realizar la medida.

Caños Internos entre las Ciénagas

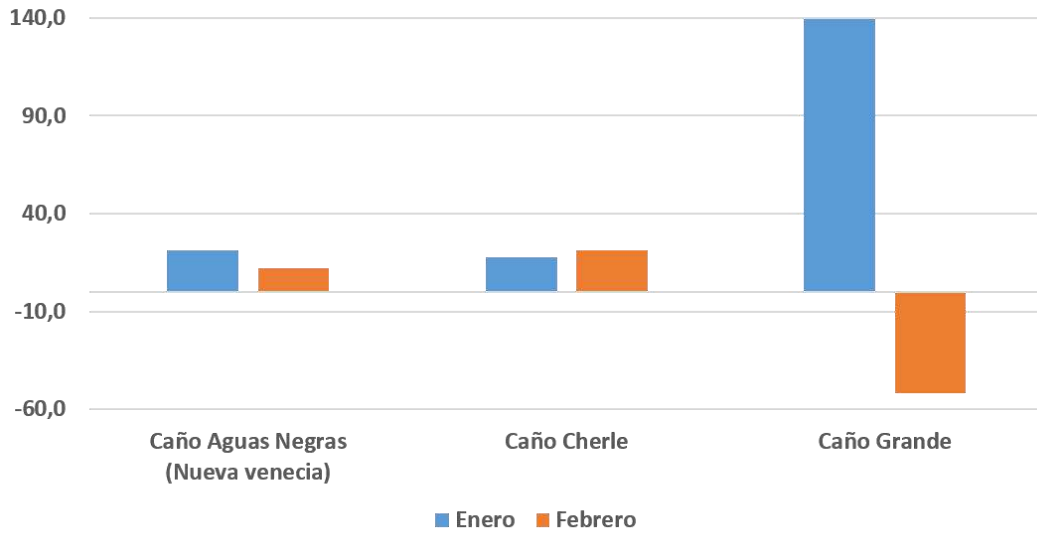


Figura 5. Caudales instantáneos tomados entre los caños al interior del complejo lagunar: Aguas Negras-Nueva Venecia, Cherle y Caño Grande, en los dos primeros meses del año 2020.

2.2.1 Sólidos suspendidos totales

Durante el mes de enero, dentro del Complejo Pajarales se encontraron las mayores concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales (SST), llegando a registrar concentraciones de 162.7 mg/l. Este comportamiento coincide con lo que ocurrió en la mayor parte del año (INVEMAR – CORPAMAG, 2020), especialmente durante época seca, cuando se produce un aumento considerable en las concentraciones de SST que ingresan al sistema por los ríos tributarios que llegan a la CGSM. Hay que aclarar que el Caño Aguas Negras no reduce del todo su caudal como ocurre en otros afluentes a pesar de la escasez de agua durante dicha época. Por consiguiente, el Caño Aguas Negras sigue siendo el mayor distribuidor de material particulado dentro del Complejo Pajarales distribuyéndose a lo ancho de este; desde la estación S21 hasta cerca de Caño Grande.

Por otro lado, en la estación S1 correspondiente a la Boca de la Barra, también se observa un aumento del material particulado llegando a los 78.7 mg/l condición similar a la que se presentó en el mes de octubre del año 2019, durante época húmeda (INVEMAR – CORPAMAG, 2020). Es probable que esto se genere por el vertimiento de aguas grises de los municipios de Ciénaga, Tasajera y pueblo viejo ya que en estos lugares habita el 65% de la población costera donde CGSM tiene influencia y en muchas de estas viviendas recurren a prácticas como la cría de animales domésticos; lo cual causa que estas descargas contengan un alto porcentaje de estiércol (Vivas – Aguas *et al.*, 2013).

Para febrero, las concentraciones dentro del Complejo se vieron disminuidas con respecto al mes anterior. La mayor cantidad de SST se observó dentro del cuerpo de agua principal frente a Caño Grande, comportamiento poco frecuente que no se había presentado anteriormente. En la parte de la Boca de la Barra se sigue observando acumulaciones considerables en comparación a otros sectores del cuerpo de agua principal de la CGSM. En esta ocasión la concentración en el lugar fue menor (21.7 mg/l) con respecto al mes de enero (Figura 6).

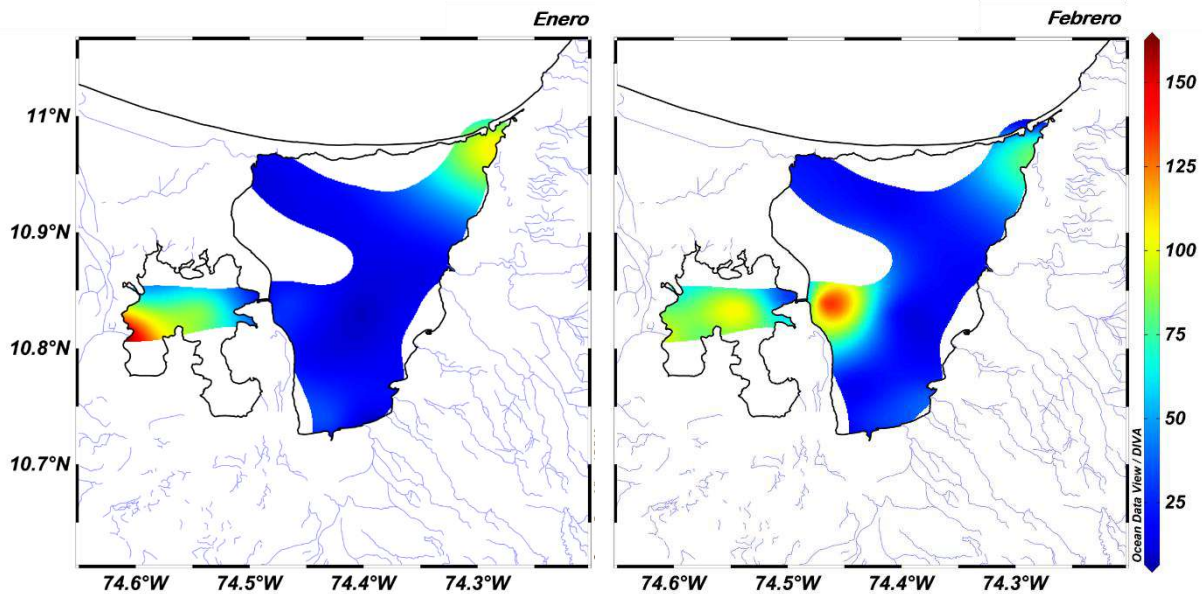


Figura 6. Distribución de los SST (mg/l) durante los primeros dos meses del año 2020.

2.2.2 Transparencia

Respecto a la transparencia, dentro de la CGSM los mayores valores en el mes de enero se observaron en la parte central del cuerpo de agua principal, disminuyendo hacia las desembocaduras de los tributarios que descienden desde la sierra a excepción del río Sevilla. Mientras que los menores valores se hallaron dentro del Complejo Pajarales hasta la desembocadura de Caño Grande en el cuerpo de agua principal. En la parte norte los menores valores se encuentran asociados a la Boca de la Barra, mientras que en el sur se extienden desde el río fundación hasta el Río Aracataca. Esto es un cambio significativo con respecto a lo que se registró en el año anterior (INVEMAR – CORPAMAG, 2020), donde el comportamiento de esta variable fue más homogéneo en toda la Ciénaga.

Para el mes de febrero, el comportamiento de la transparencia del agua en general fue superior, especialmente en el sector de Caño Cherle, presentando valores en un rango entre los 0.10 m en la estación S18 y los 2.22 m en dicho caño. Este comportamiento es similar a lo registrado en el año 2019 para la misma época (INVEMAR – CORPAMAG, 2020). Dentro del cuerpo de agua principal también hubo mayor transparencia en el sector noroeste cerca al Caño Clarín la cual se extiende hacia la zona central parecido a lo que se registró en el mes de enero de este mismo año (Figura 7). Esto debido a la poca agua que ingresa al sistema durante la época seca, ya que no se han producido precipitaciones desde noviembre del año 2019 (IDEAM, 2020). En esta ocasión se observó menores valores a los registrados el año pasado en el centro del cuerpo de agua principal (INVEMAR – CORPAMAG, 2020).

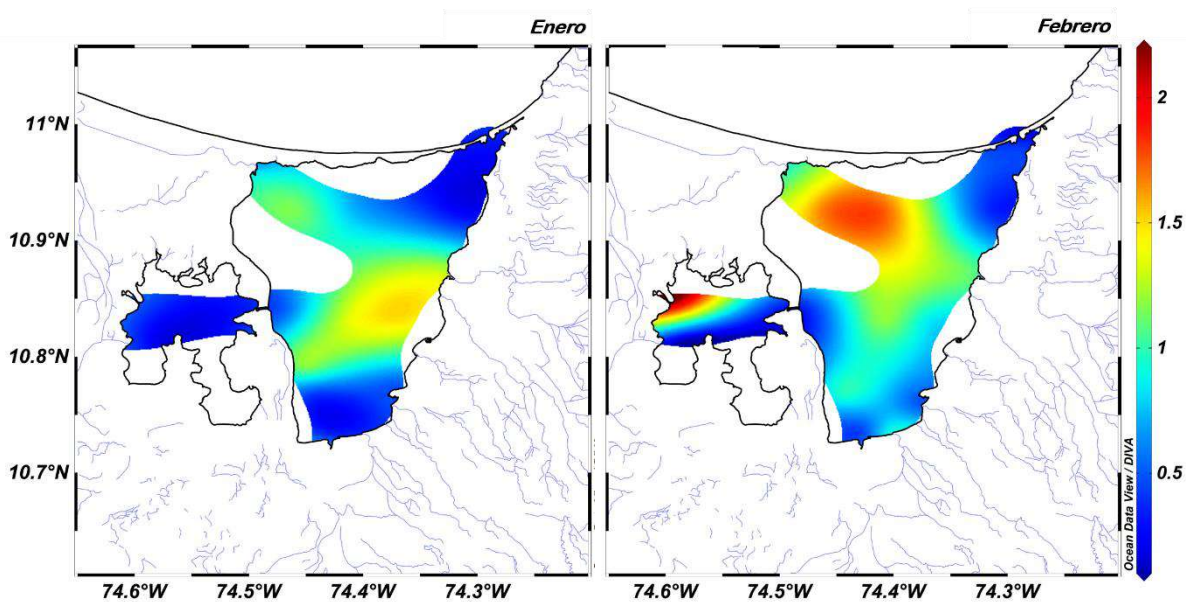


Figura 7. Distribución espacial de la transparencia (m) dentro de la CGSM durante inicio del año 2020.

2.2.3 Salinidad

La salinidad dentro del complejo lagunar durante los primeros dos meses del 2020 osciló entre cero y 40 ups (Figura 8). El valor más alto fue registrado en la zona norte frente a la conexión de la Ciénaga con el mar, en las estaciones S2 y Boca de la Barra; los valores más bajos coinciden con las zonas influenciadas por desembocaduras de los ríos dentro de la Ciénaga. La tendencia registrada en enero no coincide directamente con lo reportado en el 2019 (INVEMAR-CORPAMAG, 2020), hecho relacionado con la influencia de la sequía que se vio entre finales del 2018 e inicios del 2019, la cual, al disminuir la proporción de agua en el cuerpo de agua, influencia la dinámica y aumentando la salinidad en zonas determinadas dentro de la ciénaga. Por su parte, en febrero se logró realizar el monitoreo de todo el cuerpo de agua, encontrando una dinámica similar en la zona sur.

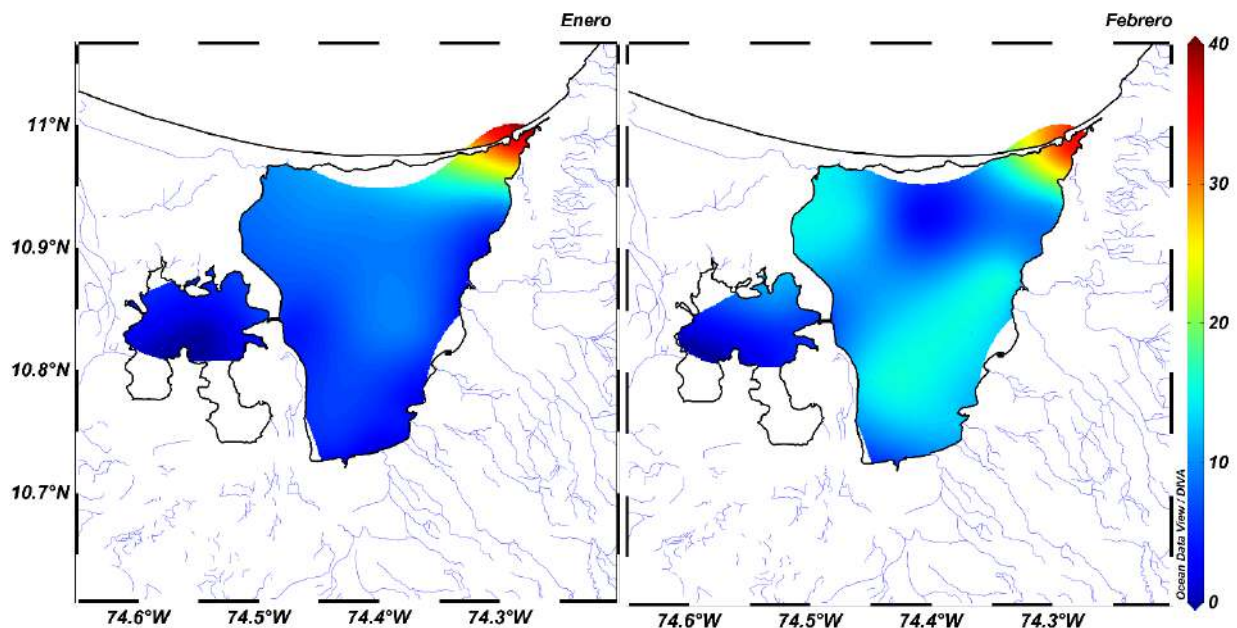


Figura 8. Salinidad superficial en la CGSM para enero y febrero del 2020.

Tanto en el cuerpo de agua principal como en el Complejo Parajares, la variación de esta variable fue de cero a 10 en enero y de cero a 17 en febrero; este aumento de salinidad se relaciona principalmente con las temporadas climáticas locales, puesto que con el inicio de la temporada seca mayor (enero - abril), el flujo de agua dulce en el sistema se reduce, afectando el volumen de agua dentro de la ciénaga, y por ende genera un aumento en la salinidad dentro del complejo lagunar.

2.3 Nivel de agua en los Ríos y Caños

Rio Aracataca

En la estación de hacienda La Española correspondiente al río Aracataca, durante el mes de enero se observó la formación de bancos de arena en la parte central del cauce. Debido a la poca agua que fluía se presentó un nivel de 0. Aunque la mira registra 0.20 m, esta se trata de una medición errónea debido que corresponde a la porción de la mira que se encuentra enterrada (Figura 9). En febrero, el caudal también fue bajo, esto debido a que continuaba presentándose una fuerte sequía en toda la región. El nivel para esa fecha fue de 0, debido a que el agua no alcanza la mira. La lectura de 0.48 m que se registra en la mira no corresponde a lo observado debido por las razones anteriormente mencionadas.



Figura 9. Situación actual del río Aracataca para el mes de enero de 2020, se destacan la formación de bancos de arena y el bajo nivel.

Río Fundación

Una situación similar a la observada en el río Aracataca se presentó en la finca San Miguel, perteneciente el río Fundación. En general el río presenta niveles bajos con un cauce extremadamente disminuido, para esta ocasión también ocurre el fenómeno de sedimentación en la base de la mira indicando un nivel de 0.45 m pero la altura real fue de aproximadamente 0.20 m. En este lugar el observador manifiesta que la captación de agua es máxima por parte de los cultivadores de palma que se encuentran río arriba de la zona de muestreo, estos retienen el agua durante toda la semana y la liberan los fines de semana por esta razón se observa un caudal tan bajo.

En el mes de febrero, el río Fundación se encontró prácticamente seco, siendo tal vez el caso más preocupante de todos los tributarios estudiados. El observador manifiesta que cuando se abren las compuertas ubicadas río arriba el nivel suele subir acerca de los 30 cm. Se sigue presentando la misma situación que el mes anterior, donde los niveles mayores de caudal se observaron durante los primeros días de la semana reduciéndose paulatinamente hacia el final de esta (Figura 10).



Figura 10. Río Fundación seco en el mes de febrero por ausencia de lluvias y captación indiscriminada

Rio Sevilla

En el sector del río Sevilla el caudal se encontró disminuido a causa de la ausencia de lluvias en la región. La sección transversal del río fue solamente de 7.3 m, lo cual significa solamente la cuarta parte de su cauce normal que llegan a ser de 30 m en época de lluvias. El nivel del agua para el día de muestreo fue de 0.30 m, aunque la mira que se encuentra bajo el puente indicaba un nivel de 0 debido que el agua no llega hasta donde está ubicada. Hay que destacar que el nivel del río se encuentra tan escaso que se forman charcas en la mayoría de la sección transversal, presentándose inconvenientes a la hora de la medición debido que el agua que no cubría completamente el molinete (Figura 11).

Durante la segunda salida del año en el mes de febrero no fue posible visitar la estación por problemas de logística.



Figura 11. Debido a la escasez de agua, el nivel del agua no se puede determinar con certeza ya que se hace necesario realizar excavación del terreno.

Aguas Vivas

El mes de enero, en la estación de Aguas Vivas el nivel registrado el monitoreo fue de 0.25 m, en el lugar no se puede discernir un nivel alto o bajo debido al efecto de la marea. Para el mes de febrero el sector de aguas vivas no mostró ningún cambio sustancial, el nivel en la fecha de muestreo fue de 0.30 m (Figura 12).



Figura 12. Mira ubicada en el sector de aguas vivas, nivel del agua de 0.25 m en enero y de 0.30 para febrero.

Caño Clarín

Durante la primera salida de campo, en el canal de Los Cocos se presentó una profundidad de 0.50 m hacia las orillas, mientras que en la parte central se alcanzó una profundidad de 2 m. El nivel en dicho lugar fue de 2.54 m. Como se puede observar, esta localidad a pesar de encontrarse en época seca, es “navegable” en comparación a otros tributarios. Durante el mes de febrero esta estación presentó un nivel de 2.38 m, la corriente se vio influenciada por la dirección del viento (Figura 13).



Figura 13. Condición del caño Clarín en el mes de febrero de 2020.

Caño El Renegado

El canal que comunica con el río Magdalena (caño El Renegado), se halló parcialmente obstruido por un proceso de sedimentación avanzado lo cual produce una reducción significativa del flujo hacia las compuertas. En el otro lado de las compuertas, se destaca la formación de bancos de arena y la presencia de agua totalmente estancada que no muestra corriente, siendo el nivel en este lugar de 2,57 m. En el mes de febrero, las compuertas se encontraban cerradas, por lo tanto el flujo proveniente del río Magdalena se encontraba interrumpido y el agua se mantuvo estancada, el nivel del agua para ese día fue de 3.1 m. Este valor evidencia mayor acumulación de agua con respecto al mes anterior y se debe posiblemente al nivel aproximado que había cuando se cortó el flujo desde el río Magdalena (Figura 14).



Figura 14. Condición del Caño El Renegado en el mes de febrero de 2020.

Caño Aguas Negras

En este caño es donde se presentó mayor aporte de agua, el nivel para el mes de enero fue de 1.48 m. Las orillas se encontraron fuertemente erosionadas incluyendo el lugar donde se encuentran las miras. Para el mes de febrero, este sector presentó un nivel de 1 m, siendo el nivel más bajo en todo el periodo del monitoreo (Figura 15).



Figura 15. Condición caño Aguas Negras en febrero de 2020.

2.4 Curvas nivel-caudal

Dentro del monitoreo hidrológico, se continua utilizando los valores de los niveles tomados a partir de miras instaladas aguas abajo de la zona de producción agrícola, para calcular las curvas nivel caudal (H-Q). En total hay nueve estaciones alrededor de la CGSM (Figura 16), cinco ubicadas en la región oriental de la Ciénaga (Fundación Abajo (Finca San Miguel), Aracataca Abajo (Hda. La Española), Sevilla Arriba (Hda. La Palmira), Boca de La Barra y Restaurante Aguas Vivas) y cuatro en la región Occidental (Caño Los Cocos - Vía Parque Isla de Salamanca, Estación Aguas Negras, Estación Renegado y La Tienda – Africano Nueva Venecia).

Con estos valores se obtiene la relación H-Q, la cual permite obtener el caudal que ingresa a la Ciénaga Grande de Santa Marta mediante un modelo calibrado previamente (INVEMARCORPAMAG, 2018) y que se alimenta con registros diarios de niveles (6 am – 6 pm) en las diferentes estaciones.

Durante los dos primeros meses del 2020 la lectura de las miras fue cero en los ríos de la región oriental (Fundación, Aracataca y Sevilla), por lo cual no se puede actualizar las curvas. Al tener este nivel los ríos, evidencia el bajo aporte de agua de esta región hacia la Ciénaga en esta temporada.

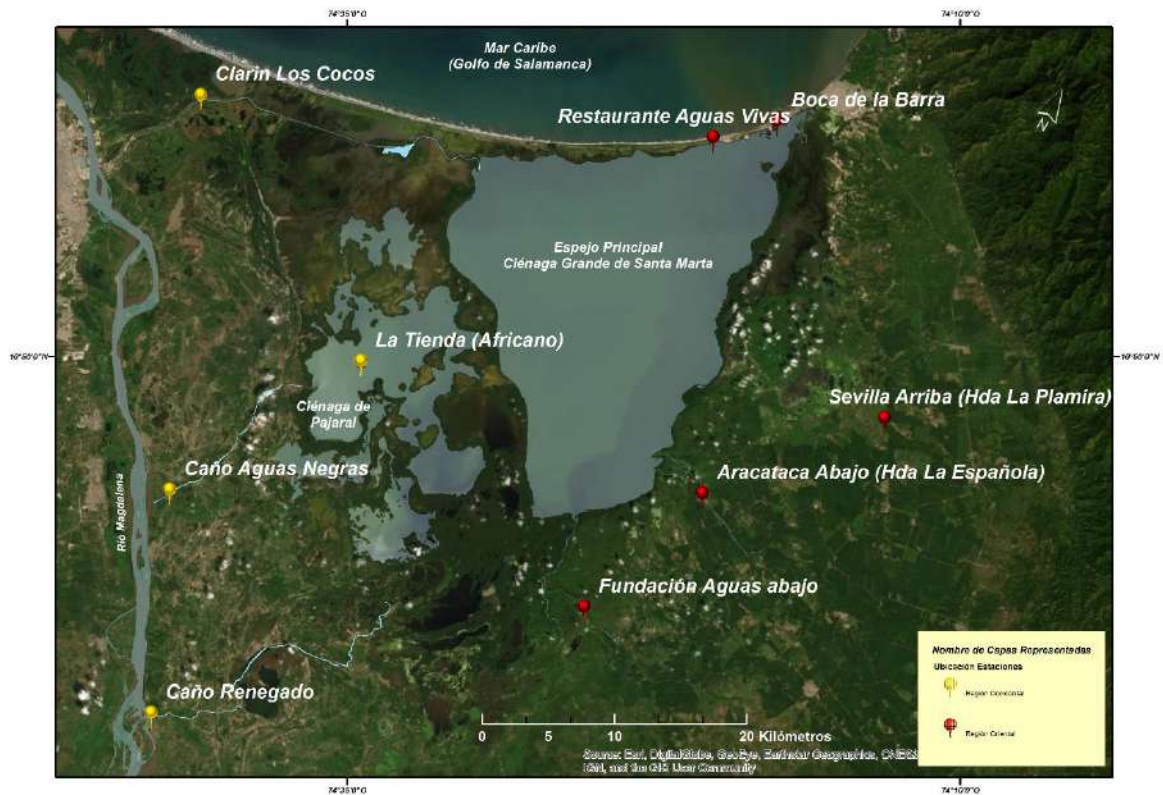


Figura 16. Ubicación de estaciones curvas nivel-caudal alrededor del complejo Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Por su parte, en la región occidental de acuerdo con las curvas y los datos registrados, se observa una relación en la disminución de los caudales en ambas localidades para esta temporada a lo largo de los años como se muestra en la Figura 17.

La disminución en los caudales, se ve directamente influenciada por disminución en los aportes de agua causada por la temporada seca que se presenta entre finales del año anterior e inicio de año nuevo. Enero ha sido el mes con menor reporte de nivel caudal a través de los años (INEMAR-CORPAMAG, 2020), debido a las limitaciones para la medición causada por la falta de flujo en los ríos y caños, dicha condición ha coincidido con valores por debajo de cero en las miras.

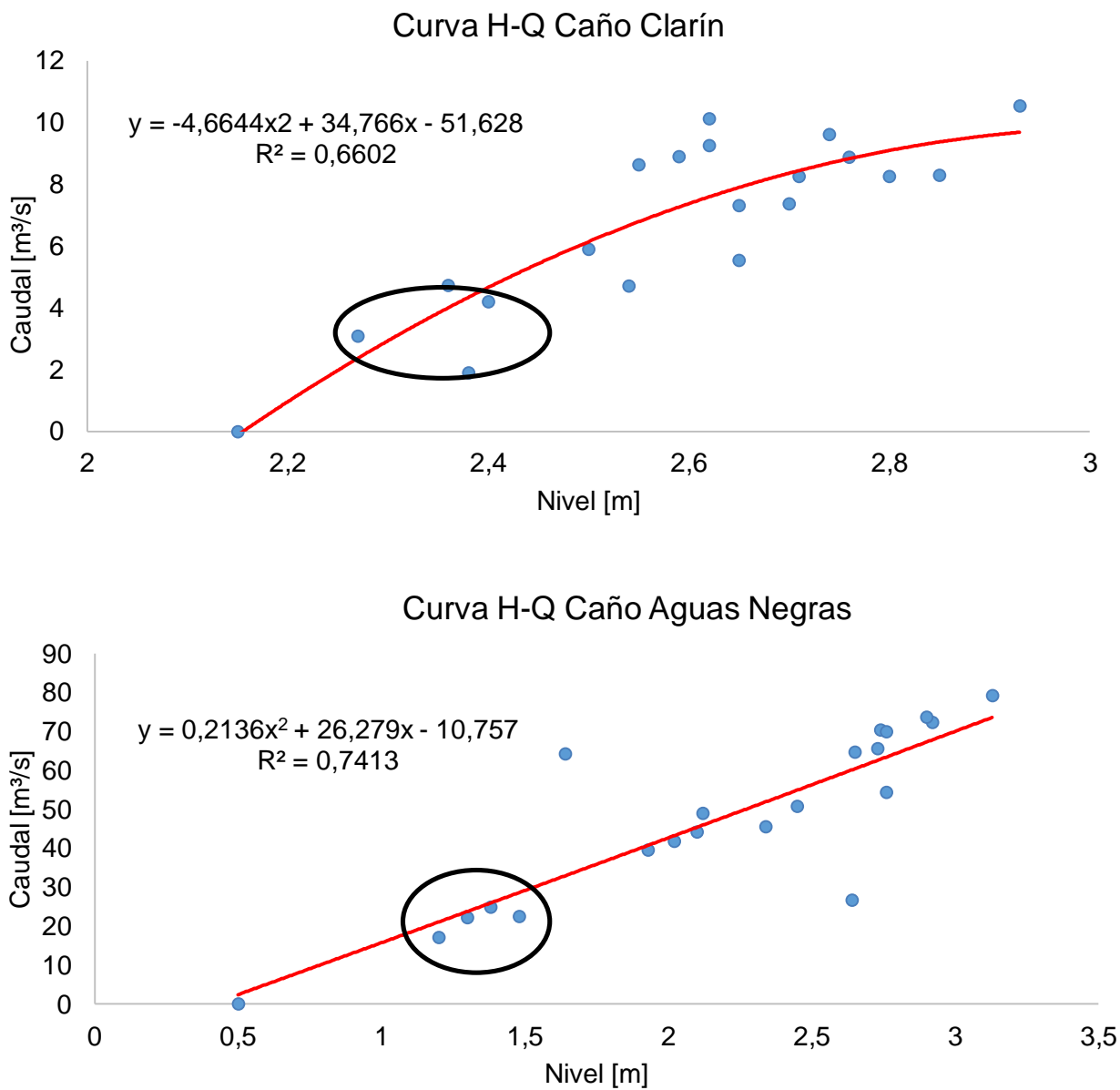


Figura 17. Curvas Nivel-Caudal de los Caños Clarín y Aguas negras. El círculo resalta la misma temporada en los años de monitoreo (2017-2020)

2.5 Monitoreo sedimentológico

El monitoreo sedimentológico que se realiza actualmente en la CGSM comprende el estudio y caracterización de la dinámica sedimentaria en la columna de agua y su variabilidad espacio temporal asociada al material en proceso de transporte y sedimentación, tanto en el espejo principal como en los ríos tributarios que desembocan en ella. Para poder calcular el flujo de masa total (FMT) de sedimentos en la CGSM, se instalaron trampas de sedimento, distribuidas

según criterios de batimetría, turbidez y cercanía a las desembocaduras de los afluentes. El cálculo del FMT se realiza siguiendo los parámetros propuestos por Albuquerque *et al.*, (2014), considerando la ciénaga como un escenario en donde la dispersión de sedimentos se ve controlada por fuentes de origen fluvial (continental), biogeoquímico o asociado a procesos de re-suspensión de material existente en el sistema (INVEMAR-CORPAMAG, 2018). El muestreo de sedimentos de fondo se realiza utilizando el equipo y la técnica de Helley-Smith que consiste en el uso de un equipo muestreador de acero inoxidable, compuesto de armazón, bolsa colectora y boca de entrada de sedimento, con un área y diámetro definido.

2.5.1 Flujos y tasas de sedimentación

La metodología para la instalación y recuperación de las trampas de sedimento se estableció en años anteriores y corresponde a la siguiente: se dispusieron seis (6) estaciones al interior del complejo cenagoso (Figura 18), en donde una vez identificada la localización geográfica de la misma, se procede a extraerla, retirar la botella, rotular la muestra, limpiar los elementos que componen la trampa, reinstalar nuevamente la trampa y posteriormente conducir las muestras a las instalaciones del INVEMAR, al Laboratorio de Instrumentación Marina (LABIMA) para su respectivo procesamiento (Figura 19).

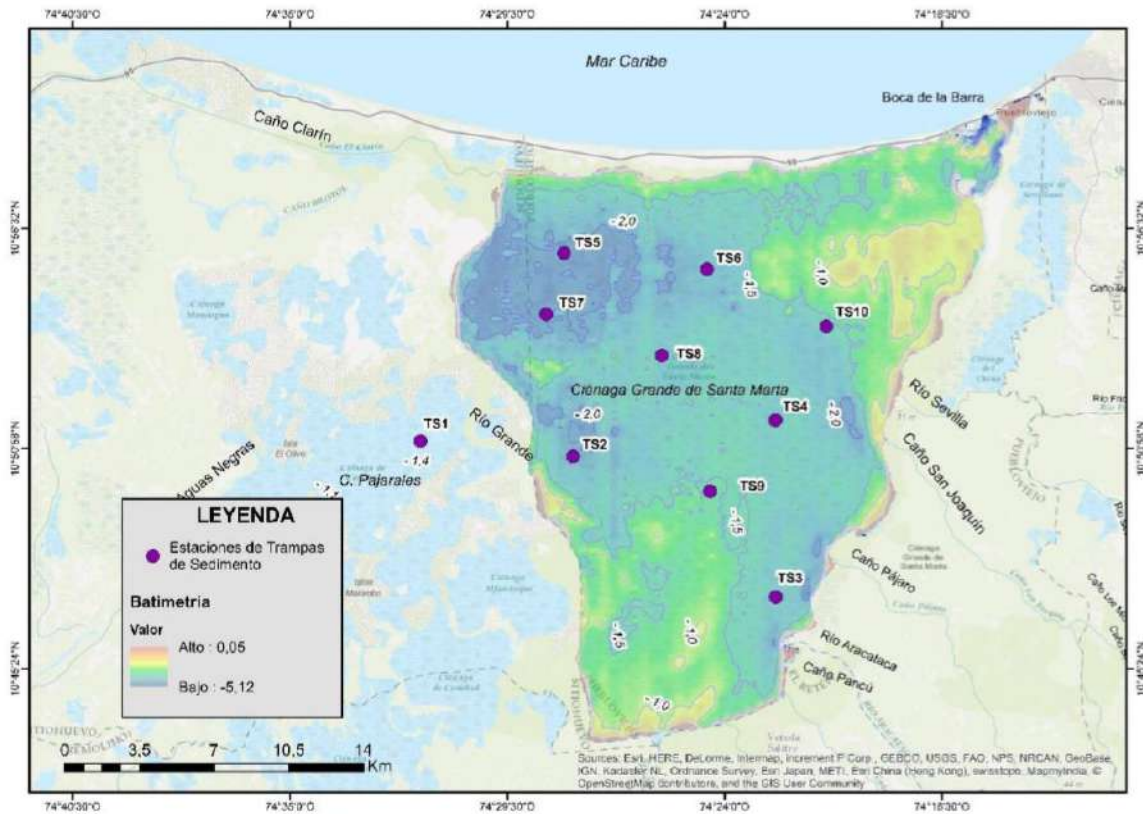


Figura 18. Mapa de localización de las trampas de sedimento.

A la fecha, en el inicio de 2020, se recuperaron diez (10) muestras con las trampas de sedimento correspondientes a los meses de enero (6 muestras) y febrero (4 muestras). En el presente informe se muestra el análisis correspondiente a noviembre y diciembre del 2019 y enero de 2020 de acuerdo con la disponibilidad de resultados entregados por el laboratorio.



Figura 19. Registro fotográfico de la maniobra de campo recuperación e instalación de las trampas de sedimento.

Los resultados de Flujo de Masa Total (FMT) obtenidos para los meses de noviembre y diciembre del año 2019 son acordes con los del inicio de la primera temporada seca del año 2020. Para el mes de noviembre se obtuvo un FMT promedio de $64,3 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$, marcado por los últimos eventos de lluvia registrados para el año 2019 con una precipitación mensual acumulada de 3 mm en noviembre los cuales fueron antecidos por una precipitación mensual acumulada de 110 mm en el mes de octubre (Datos Hidrometeorológicos – Estación Aeropuerto Simón Bolívar, IDEAM); Para este mes las estaciones TS1, TS2 y TS5 presentaron los valores más altos ($115,98 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$, $76,03 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ y $127,93 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ respectivamente) (Figura 2.18), lo cual puede asociarse a la dispersión de sedimento proveniente de los afluentes del lado oriental de la ciénaga.

En el mes de diciembre, se registró uno de los FMT promedio más bajo obtenidos durante el monitoreo en la CGSM con un valor de $19,34 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$, lo cual está directamente relacionado con el inicio de la temporada seca y los bajos niveles de los caudales de los ríos tributarios, generando un escenario de baja capacidad de transporte en el medio. La trampa TS4 presentó el valor de FMT mas alto para este mes ($35,04 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$), seguido por la TS1 ($30,96 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$) y la TS6 ($24,98 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$), mientras que en el resto de trampas se obtuvieron valores de FMT menores a $10 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$; TS2: $8,89 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$, TS5: $6,90 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ y TS9: $9,26 \text{ g/m}^2 \cdot \text{día}$ (Figura 20).

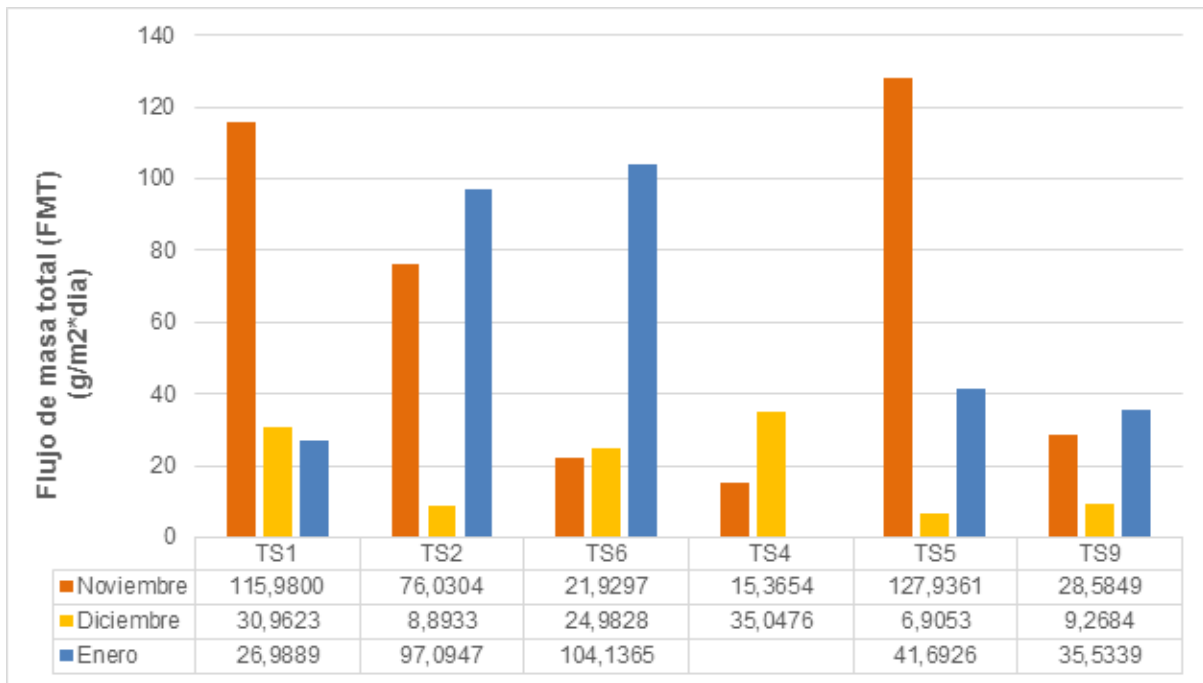


Figura 20. Histograma con los resultados de flujo de masa total (FMT en $g/m^2 \cdot día$) mes de noviembre de 2019 – enero 2020.

Para el mes de enero, se obtuvo un FMT promedio de $61,08 g/m^2 \cdot día$, en un escenario que está directamente relacionado con la entrada de los vientos desde norte – noreste causantes de procesos de resuspensión, lo cual a su vez favorece la producción de materia orgánica y la eutrofización. Dentro de los valores de FMT obtenidos para este mes, resaltan los de la TS2 ($97,09 g/m^2 \cdot día$) y TS6 ($104,13 g/m^2 \cdot día$) por ser los más altos registrados en este mes.

En los meses evaluados se evidenció el cambio en las características de transporte de sedimento. Inicialmente, durante el mes de noviembre estuvo más relacionado a la hidrodinámica del cuerpo de agua y los afluentes que llegan al mismo. Seguido a esto, en diciembre se observaron condiciones hidrodinámicas en el cuerpo de agua controlando el transporte de sedimentos en el sector de Pajarales al occidente de la Ciénaga, hacia el sector de Caño Grande y hacia el sector central - nororiental del espejo de agua principal. Los datos obtenidos en enero reflejan la gran fluctuación que se presenta en el transporte de sedimentos durante los meses de bajas precipitaciones y fuertes vientos, siendo necesario analizarlos junto con los resultados que se obtengan en los meses en los cuales se mantengan estas características ambientales.

2.5.2 Sedimentos de fondo de los ríos que drenan de la SNSM

La actividad de muestreo de sedimentos de fondo en la cuenca de los ríos tributarios al oriente de la CGSM se desarrolló en el Río Sevilla en el mes de enero y en el Río Aracataca en el mes de febrero, siguiendo la metodología propuesta por Emmet (1981). Durante la recolección de

muestras se pudo apreciar que para los dos meses se presentaron muy bajos niveles en el caudal de los dos ríos por lo que la cantidad de material colectado fue muy poca (Figura 21).



Figura 21. Muestreo de sedimentos de fondo-río Sevilla. Enero de 2020.

Se pudo evidenciar mediante la inspección visual que los tamaños preferenciales de las partículas de sedimento corresponden a arenas y la distribución de los tamaños de dichas partículas a lo ancho del cauce de los ríos está condicionada por la capacidad de carga diferencial en el río. Además, es importante mencionar que hacía la zona alta de los ríos se realizan interrupciones periódicas en el flujo de agua lo cual puede afectar la dinámica en el transporte y la sedimentación.

Rio Aracataca:

Los sedimentos colectados en el río Aracataca para el mes de febrero (Figura 22) presentan un alto contenido de arena muy gruesa (32%) y arena gruesa (36%), con presencia de grava y arena media en menor proporción (10% y 19% respectivamente), lo cual contrasta con los bajos niveles de caudal observados durante este mes.

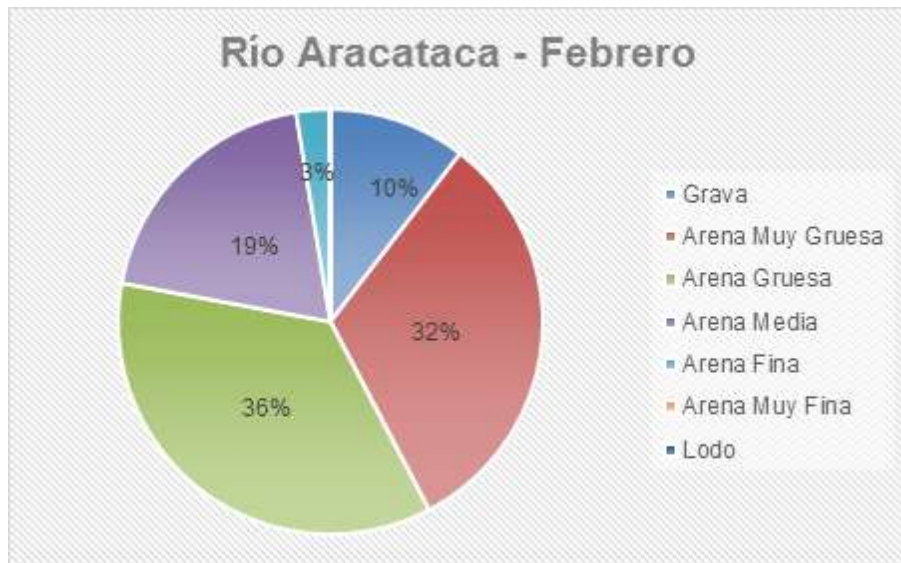


Figura 22. Resultados de granulometría del río Aracataca para el mes de febrero de 2020.

Río Sevilla:

En los resultados obtenidos en los análisis granulométricos para la muestra obtenida en el río Sevilla en el mes de enero (Figura 23), se resalta el alto porcentaje de gravas (29%) y arenas muy gruesas (26%) obtenidas para este mes, dado que reflejan una capacidad de carga importante a pesar de los bajos caudales, producto de los bajos niveles de precipitación acumulada. Los valores de arena gruesa y media obtenidos en los análisis de laboratorio fueron de 23% y 19%, mientras que la suma de las fracciones más finas (arena fina, arena muy fina y lodo) no superaron el 3 %.

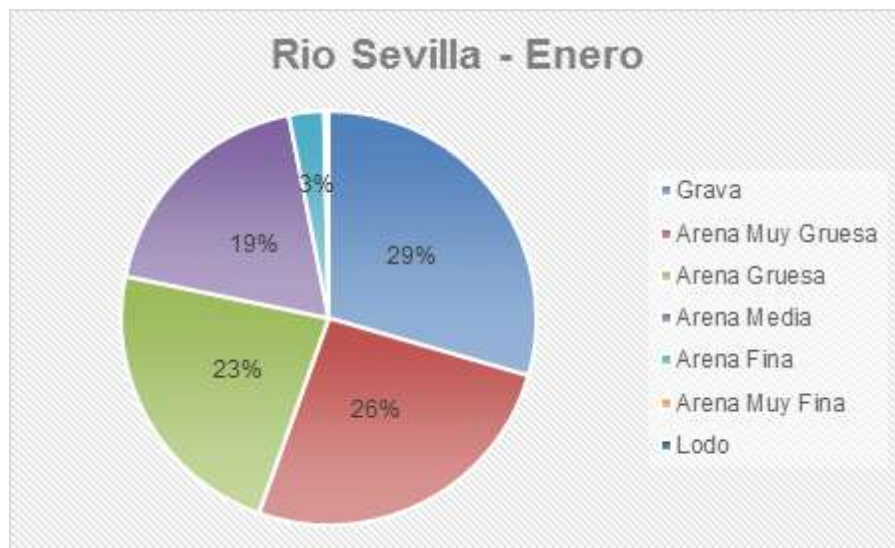


Figura 23. Resultados de granulometría del río Sevilla "abajo" para el mes de enero de 2020.

3 CONCLUSIONES

A partir del análisis hidrológico, el comportamiento del inicio del año 2020 (enero y febrero) en el complejo lagunar de la Ciénaga Grande Santa Marta, presenta las condiciones habituales de la época climática de seca mayor (diciembre a abril), la cual se caracteriza por la ausencia total de precipitaciones para la región ocasionando una total sequía y pérdida de los niveles hidrológicos en los ríos y caños que aportan sus aguas al complejo lagunar.

El monitoreo de la salinidad dentro del complejo lagunar permite identificar la influencia de las variaciones climáticas en la región, y a su vez las zonas más vulnerables a la disminución del volumen hídrico por la potencial hipersalinización que se puede generar en la ciénaga.

Respecto a los sólidos suspendidos totales dentro de la ciénaga se observa un comportamiento más heterogéneo con respecto al mes de enero del año 2019, donde se mantiene el caño Aguas Negras como mayor fuente de sólidos suspendidos posiblemente porque este tributario mantiene su caudal durante época seca. Otro foco de altas concentraciones se presenta en el sector de boca de la Barra, posiblemente por los vertimientos provenientes de la población de ciénaga. Para el mes de febrero el mayor foco de SST se encontró frente a caño grande mientras que, en el sector de boca de la Barra las concentraciones disminuyeron con respecto al mes anterior.

El comportamiento de la transparencia durante el mes de enero y febrero tiende a ser mayor en la parte central de la Ciénaga, debido que las estaciones se encuentran alejadas de las desembocaduras de los ríos tributarios dentro del cuerpo de agua principal. Mientras que, dentro del Complejo Pajarales durante el primer mes del año, el comportamiento fue homogéneo, y en el segundo mes se presentó la mayor transparencia en Caño Cherle, comportamiento similar para la misma época del año 2019.

Con respecto al nivel de los ríos, se observó que al igual que en el año 2019, durante los primeros meses se destacó una gran escasez de agua en toda la región; pero en ésta ocasión, no es causado por el efecto de El Niño, como ocurrió en el año 2018 - 2019. Sino más bien por la ausencia prolongada de lluvias desde el mes de noviembre del año 2019. Esta situación ha generado que los ríos se encuentren literalmente "secos" hasta el punto de tener problemas de abastecimiento las poblaciones del departamento desde la segunda mitad del mes de febrero.

Durante la salida de enero se evidenció que los únicos afluentes que presentan caudal relativamente abundante son el Caño Aguas Negras y el Caño Clarín. En los demás lugares la medición se realizó con el uso de Molinete hidrológico. Mientras que para el mes de febrero los niveles del agua disminuyeron incluso sobre el caño Aguas negras que presento su nivel más bajo nunca antes visto.



Los resultados de flujo de masa total obtenidos en el mes de enero, en comparación con los meses anteriores, permiten registrar las variaciones en los regímenes energéticos variables que dan lugar en la CGSM. Los altos valores de FMT obtenidos en las trampas TS2 y TS6 para ese mes pueden ser un reflejo la variación en las condiciones hidrodinámicas como producto de los bajos niveles de agua en la CGSM, la llegada de los vientos desde el noreste y la entrada preferencial de agua del mar, la cual puede generar corrientes preferenciales en dirección suroeste desde la Boca de la Barra hacia el sector de Pajarales durante los primeros meses de la primera temporada seca.

Las muestras de fondo obtenidas en los ríos tributarios Sevilla y Aracataca sugieren una capacidad de carga media – alta para los primeros dos meses del año 2020 lo cual contrasta con los bajos caudales observados durante el muestreo. Esto indica que, a pesar del bajo nivel para esta temporada, los ríos presentaron altas corrientes que permitieron el transporte de sedimentos grueso-granulares.



4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, A. L. S., Belem, A. L., Briceño-Zuluaga, F., Cordeiro, L. G. M., Mendoza, U., Knoppers, B. 2014. Particle fluxes and bulk geochemical characterization of the Cabo Frio Upwelling System in Southeastern Brazil: Sediment trap experiments between spring 2010 and summer 2012. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 86(2), 601–619.

Emmet, W. W. 1981. Measurement of bed load in rivers. *Erosion and Sediment Transport Measurement (Proceedings of the Florence Symposium)*, (133), 3–15.

IDEAM 2020. Gráficos de seguimiento diario de precipitación. <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/1190> fecha de consulta 23-04-2020.

INVEMAR-CORPAMAG. 2018. Estudio integral de la Ciénaga Grande de Santa Marta - Fase II (B): modelación hidráulica, hidrosedimentológica y biogeoquímica. Convenio Interadministrativo No. 209 de 2017. Santa Marta. 85 p + 2 Anexos.

INVEMAR-CORPAMAG 2020. Monitoreo hidrosedimentológico de la Ciénaga Grande de Santa Marta 2018-2030. Fase 2019. Convenio interadministrativo 317 de 2018. Santa Marta. 61 p

Vivas-Aguas, L. J., Espinosa, L. F., & Parra Henríquez, L. G. 2013. LAND-BASED POLLUTION SOURCE IDENTIFICATION AND POLLUTANT LOAD QUANTIFICATION IN THE AREA OF INFLUENCE OF THE CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA, COLOMBIAN CARIBBEAN. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 42(1), 7-30.