



INFORME DE AVANCE

SECRETARÍA EJECUTIVA DE LA COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCÉANO

PLAN NACIONAL DE EXPEDICIONES CIENTÍFICAS MARINAS

1 Datos generales del proyecto

Título del proyecto	Diversidad, abundancia y distribución del ictioplancton y su relación con las condiciones oceanográficas y los períodos mareales en la subregión Sanquianga-Gorgona, frente al delta del río Patía.
Programa científico	(<i>Programa Pacífico</i>)
Expedición Científica	(<i>ECP2018 Cabo Manglares</i>)
Investigadores / Filiación	Christian Bermúdez-Rivas ¹ , Jesús Reyes ¹ , Andrés Cuellar ² , Humberto Quintana ¹ , Alan Giraldo ³ , Yadi Moreno ¹ , Fredy Castrillón ¹ , Juan José Gallego Zerrato ³ , Julio César Herrera Carmona ³ . ¹ Área de Protección del Medio Marino - Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico. ² Parques Nacionales Naturales – Dirección Territorial Pacífico ³ Universidad del Valle
Institución responsable	Dirección General Marítima CCCP
Instituciones aliadas	Parques Nacionales Naturales Universidad del Valle
Correos electrónicos	cbermudezr@dimar.mil.co
Fecha de entrega	2022/02/16

1.1 Resumen

Se presentan los resultados preliminares de los análisis físico-químicos de las condiciones oceanográficas entre marea alta y baja de la subregión Sanquianga-Gorgona para la expedición pacífico 2020, así como el cronograma de ejecución de la etapa final del desarrollo del proyecto.

2 Sinopsis técnica

El proyecto de investigación indagó acerca del cambio de las condiciones físico-químicas en el área de estudio debida al cambio mareal y como estos cambios pueden estar relacionados con los cambios en las condiciones biológicas como los cambios en la concentración de clorofila, la biomasa del zooplancton o la biodiversidad en general.



3 Cumplimiento de objetivos

3.1 Objetivo general

Objetivo general	<i>Describir las condiciones oceanográficas en los eventos mareales de creciente a pleamar y decreciente a bajamar, en la subregión Sanquianga-Gorgona frente al delta del río Patía y evaluar su relación con la variación espacial de la abundancia y la distribución de larvas y huevos de peces, como insumo técnico para las iniciativas locales de conservación y uso sostenible</i>	Porcentaje de avance	48 %
Resultado obtenido	Dificultades	Observaciones	

3.2 Objetivos específicos

Objetivo específico	<i>Realizar la descripción sinóptica de las condiciones oceanográficas y físico químicas en los eventos mareales de creciente a pleamar y decreciente a bajamar en la subregión Sanquianga-Gorgona.</i>	Porcentaje de avance	60%
Resultado obtenido	Dificultades	Observaciones	
Hasta el momento se ha avanzado con el análisis de los			
Objetivo específico	<i>Evaluuar el comportamiento de las variables fisicoquímicas (pH, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, transparencia, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos), bioquímicas (clorofila a) y Biológicas (fitoplancton y zooplancton) en los periodos mareales en la subregión Sanquianga - Gorgona.</i>	Porcentaje de avance	70%
Resultado obtenido	Dificultades	Observaciones	
Se realizaron los análisis de las muestras de agua y se logró obtener resultados de todas las variables mencionadas excepto el amonio. Hasta el momento se han obtenido los datos de fitoplancton y zooplancton, pero no culminado con la identificación total de ictiopláncton.	Hasta el momento se ha avanzado lentamente en la identificación final del ictiopláncton por algunas dificultades logísticas. Sin embargo, este semestre se completará a tiempo los análisis y la identificación.	Se está a la espera de los resultados de los análisis genéticos para avanzar en el proceso de identificación.	



Objetivo específico	Evaluar la variación espacial del carbono inorgánico disuelto (DIC) y la alcalinidad total (AT) como parámetros asociados al sistema de carbonatos.	Porcentaje de avance	-----
Resultado obtenido		Dificultades	Observaciones
El análisis de estas muestras no se pudo completar porque no se logró hacer la toma y el procesamiento de estas muestras en campo. Por esta razón no se presentarán análisis referentes a este punto.		Los recipientes que se manejaron para este tipo de muestras resultaron no ser adecuados para los análisis de complejo de carbonatos, por tal razón no se pudieron presentar los resultados de este punto.	Del cálculo total del porcentaje de avance, se sustrajo este punto y no se tuvo en cuenta.
Objetivo específico	Generar un modelo batimétrico para caracterizar el ambiente bentónico del área de muestreo.	Porcentaje de avance	40%
Resultado obtenido		Dificultades	Observaciones
Hasta el momento se han recopilado todos los datos de batimetría de la subregión Sanquianga – Gorgona.		El procesamiento y limpieza de estos datos ha sido largo y dispendioso. La mayor dificultad que se ha encontrado ha sido la de producir el modelo de terreno por limitaciones en la capacidad de computo	Se están haciendo las gestiones para el uso de un servidor para solucionar este problema.
Objetivo específico	Realizar la descripción sinóptica de la concentración de biomasa de zooplancton, abundancia de huevos y larvas de peces, en la subregión Sanquianga-Gorgona.	Porcentaje de avance	70%
Resultado obtenido		Dificultades	Observaciones
Ya se procesaron todas las muestras de biomasa de zooplancton y los resultados se compilaron en un conjunto de datos listos para ser incorporados en el análisis final. Además, se realizó el análisis de fitoplancton con la identificación de algunas especies del área para tratar de relacionar este nivel trófico con los niveles		Sobre el análisis de fitoplancton, se tuvo dificultad para identificar todas las especies encontradas por tal razón muchas se analizaron solo hasta morfoespecies.	La producción de los datos se terminó completamente, pero está pendiente hacer el análisis estadístico descriptivo para presentar los resultados.



tróficos que se analizarán más adelante.			
Objetivo específico	Explorar la relación entre el patrón espacial de variación de larvas y huevos de peces con las condiciones oceanográficas en la subregión Sanquianga-Gorgona.	Porcentaje de avance	0%
Resultado obtenido	Dificultades	Observaciones	
Hasta el momento no se ha podido avanzar en este objetivo debido a que requiere que todos los resultados de los objetivos anteriores estén completados.			

4 Metodología

4.1 Metodología efectiva de muestreo.

En el proyecto se plantearon la toma de muestras de 18 estaciones ubicadas en la región Sanquianga-Gorgona, las cuales se distribuyeron a lo largo de 3 transeptos constituidos por 6 estaciones cada uno, en las bocanas de Guascama, Sanquianga y Amarales (Figura 1) en los rangos mareales de marea alta y marea baja. En el marco de la Expedición Científica Pacífico, Bocas de Sanquianga 2021-I, realizado entre el 28 de abril y el 07 de mayo de 2021, a bordo del buque oceanográfico ARC “Providencia” se realizaron en campo las mediciones de transparencia y perfiles de temperatura, salinidad, densidad, y oxígeno disuelto y se recolectaron muestras de aguas marinas superficiales a 1 m de profundidad, empleando una botellas Niskin de 10 L, esto con la finalidad de realizar ensayos para determinar la salinidad, pH, Sólidos Suspensidos Totales (SST), nitratos, fosfatos, silicatos, transparencia, clorofila *a* y oxígeno disuelto (OD) en laboratorio y hacer análisis de riqueza de especies de fitoplancton. Las muestras de zooplancton e ictioplancton fueron colectadas con una red tipo bongo de 300 y 500 µm de ojo de malla con arrastres horizontales a 2 nudos durante 5 minutos; estas muestras se preservaron en formol. Las muestras de fitoplancton se tomaron directamente de la superficie con un balde de 20 litros y se filtró con una red de 50 µm.

Los datos de los perfiles del CTDO (SeaBird 19v. Plus) y del CastAway-CTD (SonTek) se procesaron en el buque y se guardaron en formato CSV para su posterior análisis. La determinación de transparencia fue realizada *in situ*, utilizando un disco Secchi y a bordo del buque se realizaron las determinaciones de Oxígeno Disuelto (OD), salinidad y pH. Para el procedimiento de determinación de OD se utilizó un dosificador Metrhom modelo Multidosimat y un multiparametro Schott modelo Handylab multi 12 para la determinación de la salinidad y del pH; así mismo se realizó el pretratamiento a las muestras destinadas a los ensayos de nutrientes y clorofila *a*, hasta la llegada al laboratorio de Dimar sede Pacífico, en donde se continuó con el tratamiento analítico de las mismas para los distintos ensayos.

El pretratamiento de las muestras para la determinación de nutrientes consistió en pasar aproximadamente 1 L de cada muestra por un filtro de nitrocelulosa con tamaño de poro de 0,45 µm; luego se detuvo la filtración para tomar alrededor de 450 mL en un frasco nalgene de 500 mL para su preservación a -20 °C. Para el análisis de clorofila *a* se continuó filtrando hasta completar un volumen de 1,0 L; al filtro se le adicionaron 2 mL de suspensión de carbonato de magnesio,



para luego ser introducido en un sobre de aluminio previamente rotulado, y depositado dentro de un desecador con sílica gel para su preservación a -20 °C, hasta continuar con el análisis en el laboratorio de Dimar sede Pacífico.

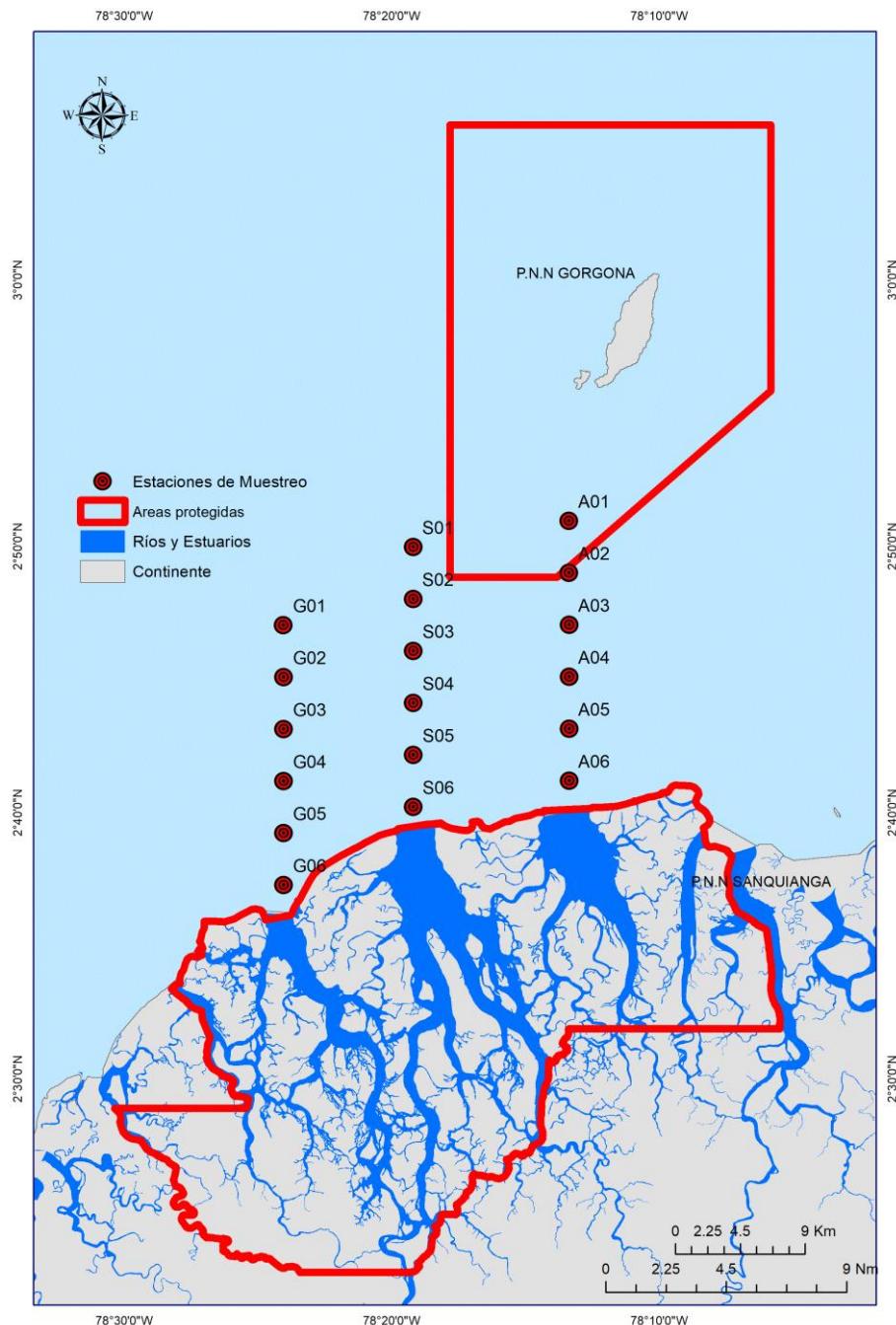


Figura 1. Estaciones de muestreo ubicadas en la zona de estudio.



4.2 Metodología de procesamiento y análisis de resultados

Procesamiento de muestras:

Los ensayos de laboratorio para la determinación de nutrientes, pH, salinidad, Sólidos Suspensos Totales (SST), Oxígeno Disuelto (OD) y clorofila *a* se realizaron siguiendo los métodos verificados en el laboratorio de química del Centro de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico; bajo los lineamientos de la NTC ISO/IEC 17025:2017 correspondiente a los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Las determinaciones analíticas de nitratos, silicatos y clorofila *a* se realizaron siguiendo los métodos colorimétricos descrito por Bendschneider y Robinson (Bendschneider & Robinson, 1952), reducción con cadmio-cobre y del metol-sulfito respectivamente, descritos por Strickland y Parsons (1972); para la determinación de fosfatos el método del ácido ascórbico publicado por (Murphy & Riley, 1958). Las mediciones de pH y salinidad, se realizaron usando los métodos 4500-H+ B y 2510 B, respectivamente; para la determinación de Sólidos Suspensos Totales se utilizó el método 2540 D; para oxígeno disuelto se utilizó el método yodométrico 4500-O B y para la determinación de clorofila *a* se realizó aplicando el método tricromático 10200 H, procedimientos descritos en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WEF, 2017).

Para el análisis de los datos biomasa del zooplancton, se utilizaron los métodos volumétricos y gravimétricos descritos en Postel *et al.* (2000) y para los métodos de conteo y cálculo de densidad de organismos, tanto para zooplancton como para fitoplancton, se utilizaron los métodos sugeridos en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WEF, 2017).

Análisis estadístico:

Todos los análisis estadísticos descriptivos se llevaron a cabo con el paquete de R "tidyverse" (XXXX). Para efectos de reproducibilidad de los análisis, se creó un repositorio público en GitHub con los scripts creados para llevar a cabo todos los análisis y la visualización de datos. Al repositorio se puede acceder en la siguiente dirección: https://github.com/ChrisBermudezR/Ictioplancton_ExPacifico2020.

Para los datos físicos obtenidos con las sondas (CTD-O SeaBird 19 v Plus y CastAway SonTek) se construyeron perfiles de cada variable para cada estación en cada rango de marea, con el objetivo de comparar el comportamiento de la temperatura, salinidad y densidad entre los cambios mareales. Solo el oxígeno disuelto fue registrado con el CTD-O debido a que el CastAway no posee este tipo de sensor, por esta razón solo se obtuvo para los gráficos de la sonda CTD-O SeaBird 19 v Plus. Para analizar la densidad de datos en los perfiles por cada variable en relación a la profundidad, se construyeron gráficas de agrupamiento hexagonal para los datos de cada sonda.

Debido a que los datos para el análisis químico solo fueron tomados en la superficie, se hicieron visualizaciones de los datos en diagramas de cajas para determinar la dispersión de los valores por cada boca de los ríos. También se graficaron los valores de cada una de las variables medidas en laboratorio para cada estación y se graficaron los valores, separados entre las mareas.



4.3 Cronograma de ejecución

Objetivo	Observaciones	Observaciones	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
			Semana				Semana				Semana				Semana			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Realizar la descripción sinóptica de las condiciones oceanográficas y físico químicas en los eventos mareales de creciente a pleamar y decreciente a bajamar en la subregión Sanquianga-Gorgona.																	
2	Evaluar el comportamiento de las variables fisicoquímicas (pH, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, transparencia, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos); bioquímicas (clorofila a) y Biológicas (fitoplancton y zooplancton) en los periodos mareales en la subregión Sanquianga - Gorgona.																	
3	Evaluar la variación espacial del carbono inorgánico disuelto (DIC) y la alcalinidad total (AT) como parámetros asociados al sistema de carbonatos.	Este objetivo no será posible cumplirlo																
4	Generar un modelo batimétrico para caracterizar el ambiente bentónico del área de muestreo.																	



Objetivo	Observaciones	Observaciones	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
			Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana		Semana	
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	Realizar la descripción sinóptica de la concentración de biomasa de zooplancton, abundancia de huevos y larvas de peces, en la subregión Sanquianga-Gorgona.																	
6	Explorar la relación entre el patrón espacial de variación de larvas y huevos de peces con las condiciones oceanográficas en la subregión Sanquianga-Gorgona																	
7	Escritura del manuscrito final																	

5 Resultados e impacto esperado

Condiciones físicas:

Las condiciones físicas medidas con las sondas utilizadas en general, presentaron diferencias significativas en sus valores. La temperatura medida entre ambas sondas utilizadas presentó una diferencia significativa en sus valores probados con el test de Wilcoxon no pareado, dado que los valores de temperatura no presentaron una distribución normal ($W = 7226828$, $p\text{-value} = 3.425e-07$). Para la salinidad y la densidad, la prueba arrojó un resultado similar, mostrando diferencias significativas en los datos obtenidos entre las dos sondas usadas (Salinidad: $W = 5543720$, $p\text{-value} < 2.2e-16$, Densidad: $W = 5823675$, $p\text{-value} < 2.2e-16$).

Temperatura: Al comparar los datos de la temperatura tomados con las dos sondas, el comportamiento de los perfiles de esta variable fue similares tanto en los cambios de marea como en todos los transectos, sin embargo, en los valores promedio hubo algunas diferencias. (Figura 2).



Figura 2. Perfiles de temperatura obtenidos con la sonda CastAway (Títulos superiores) y con la sonda CTDO SeaBird 19v Plus (Títulos inferiores).



En los tres transectos analizados en el área de estudio, los valores más frecuentes de temperatura fueron 27.5°C y 28°C en profundidades entre los 10 y los 12 metros de profundidad () .

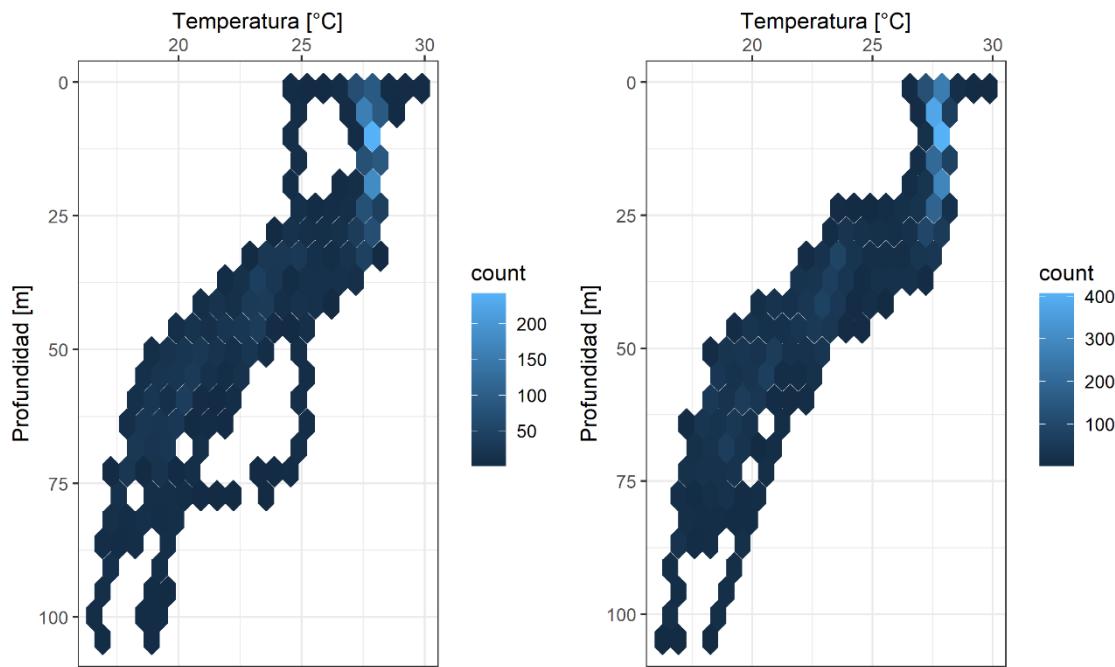


Figura 3. Esquema de agrupamiento hexagonal de la temperatura mostrando la frecuencia de los datos de temperatura vs la profundidad. A la derecha están los datos de la sonda CTDO SeaBird 19v Plus y a la izquierda la sonda CastAway.

Salinidad: Los perfiles de temperatura tuvieron un comportamiento similar para las dos sondas, con una fuerte variabilidad entre la superficie y los 5 metros. Se encontró una marcada diferencia entre la marea baja y la marea alta y entre las estaciones (Figura 4).



Figura 4. Perfiles de salinidad obtenidos con la sonda CastAway (Títulos superiores) y con la sonda CTDO SeaBird 19v Plus (Títulos inferiores).



En general, los datos de mayor frecuencia de salinidad se obtuvieron entre las profundidades de 10 y 15 metros con un valor de salinidad del 30 a 31 PSU.

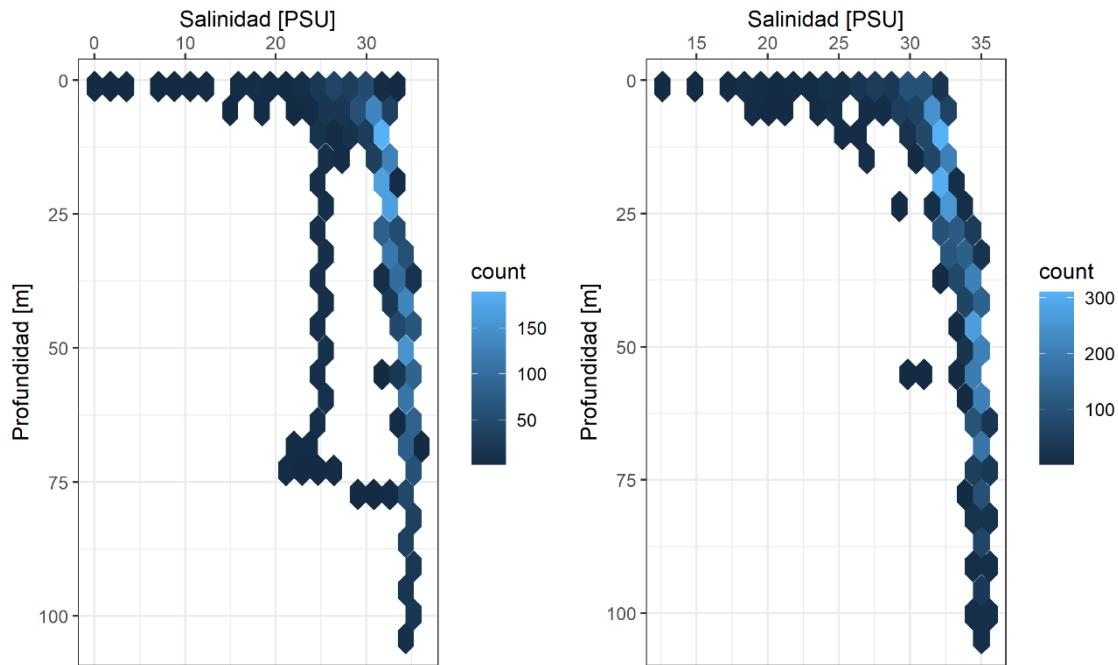


Figura 5. Esquema de agrupamiento hexagonal de la salinidad mostrando la frecuencia de los datos de salinidad vs la profundidad. A la derecha están los datos de la sonda CTDO SeaBird 19v Plus y a la izquierda la sonda CastAway.

Densidad: Los perfiles de la densidad para ambas sondas también fueron similares en todas las estaciones exceptuando las estaciones más cercanas a la boca de los ríos (estaciones #06).



Figura 6. Perfiles de densidad obtenidos con la sonda CastAway (Títulos superiores) y con la sonda CTDO SeaBird 19v Plus (Títulos inferiores).



Examinando las frecuencias de los datos de densidad, el dato más frecuente registrado fue 1020 kg/m³ a una profundidad de entre 10 y 12 metros.

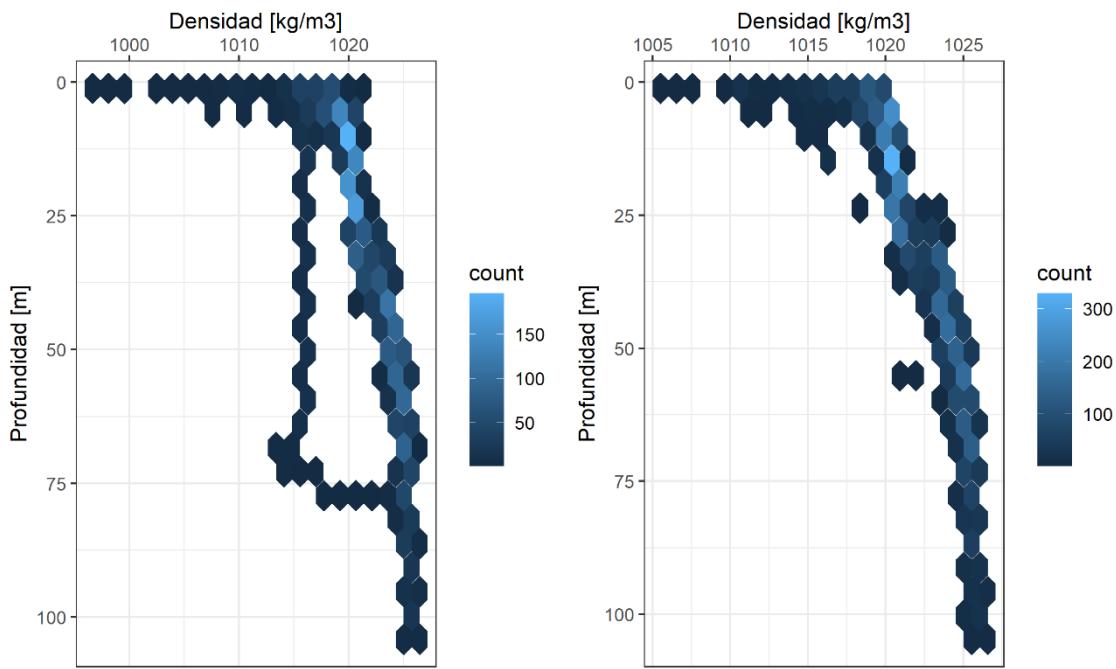


Figura 7. Esquema de agrupamiento hexagonal de la densidad mostrando la frecuencia de los datos de salinidad vs la profundidad. A la derecha están los datos de la sonda CTDO SeaBird 19v Plus y a la izquierda la sonda CastAway.

Discriminando los datos por transecto y por marea, la tendencia en las tres variables físicas evaluadas es similar, presentando una variabilidad mayor en las estaciones 01 de los transectos y una menor variabilidad en las estaciones 06 (Figura 8 y Figura 9).

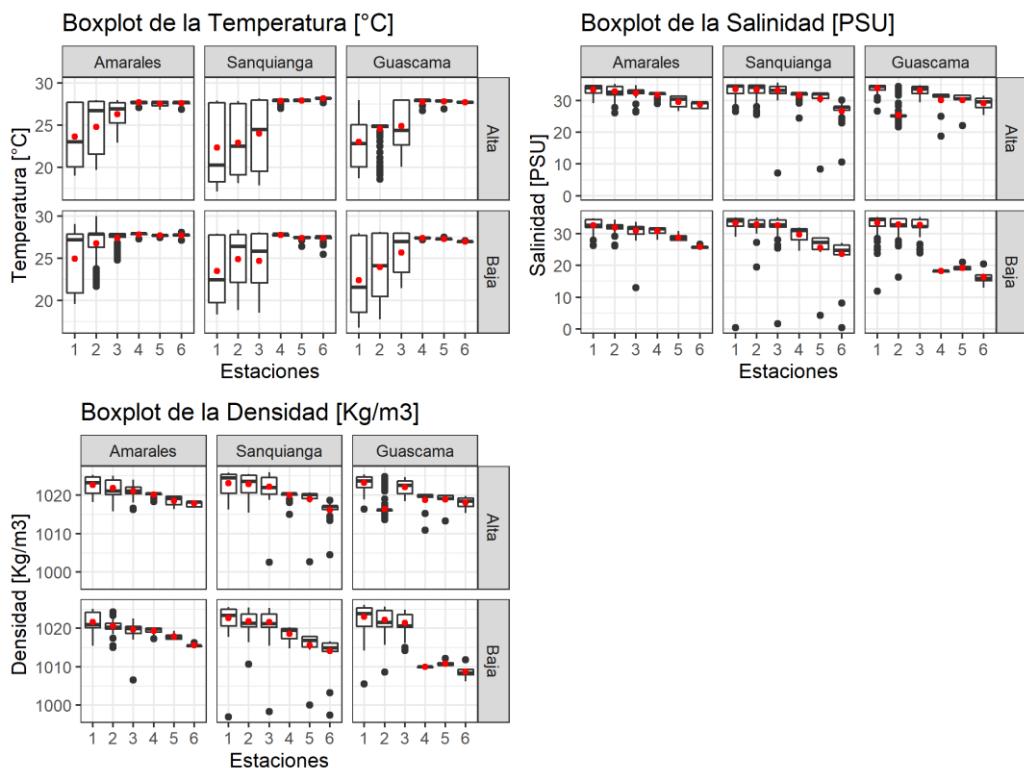


Figura 8. Diagramas de cajas de la temperatura, salinidad y densidad, mostrando la variabilidad por estación y discriminadas por marea, medidas con la sonda CTDO SeaBird 19v plus.

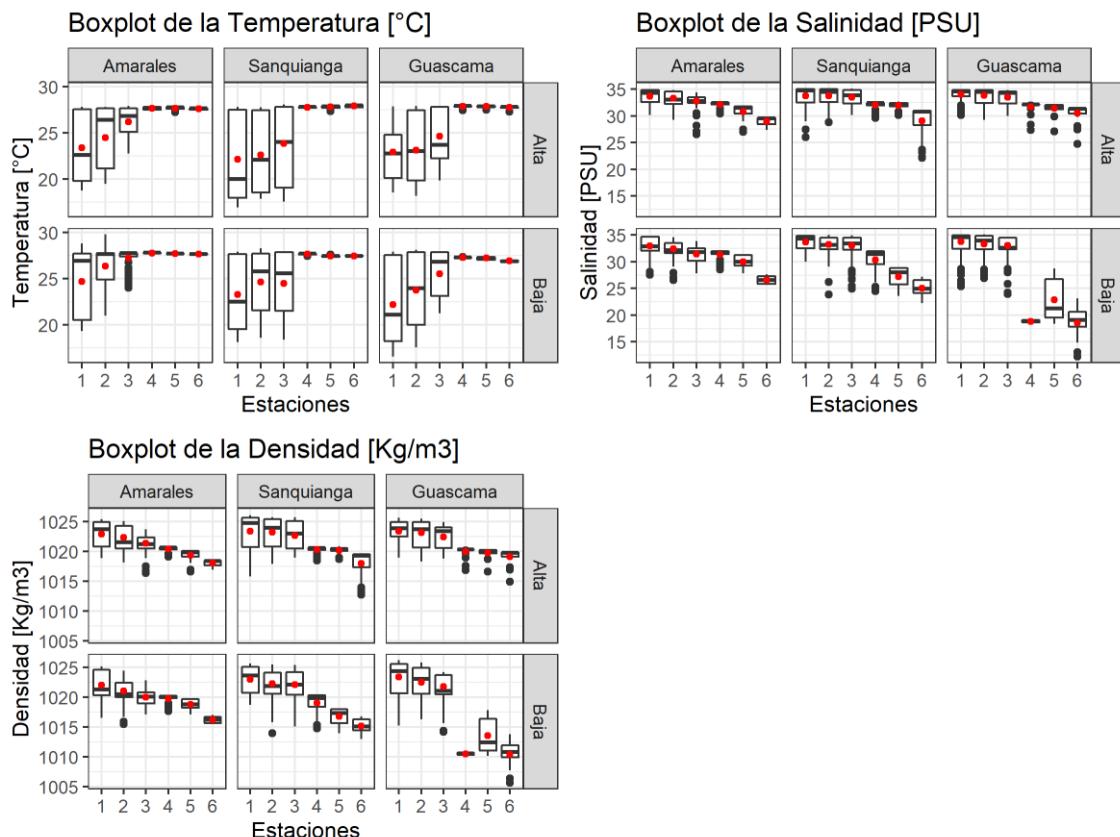


Figura 9. Diagramas de cajas de la temperatura, salinidad y densidad, mostrando la variabilidad por estación y discriminadas por marea, medidas con la sonda CastAway.



Condiciones Químicas:

En general las condiciones químicas mostraron diferencias significativas entre las mareas, con una tendencia clara a la mayor concentración en la marea baja de los nutrientes, los sólidos suspendidos y la clorofila (Figura 10). Para el oxígeno disuelto, la salinidad, la transparencia y el pH , el promedio fue más alto en la marea alta que en la marea baja.

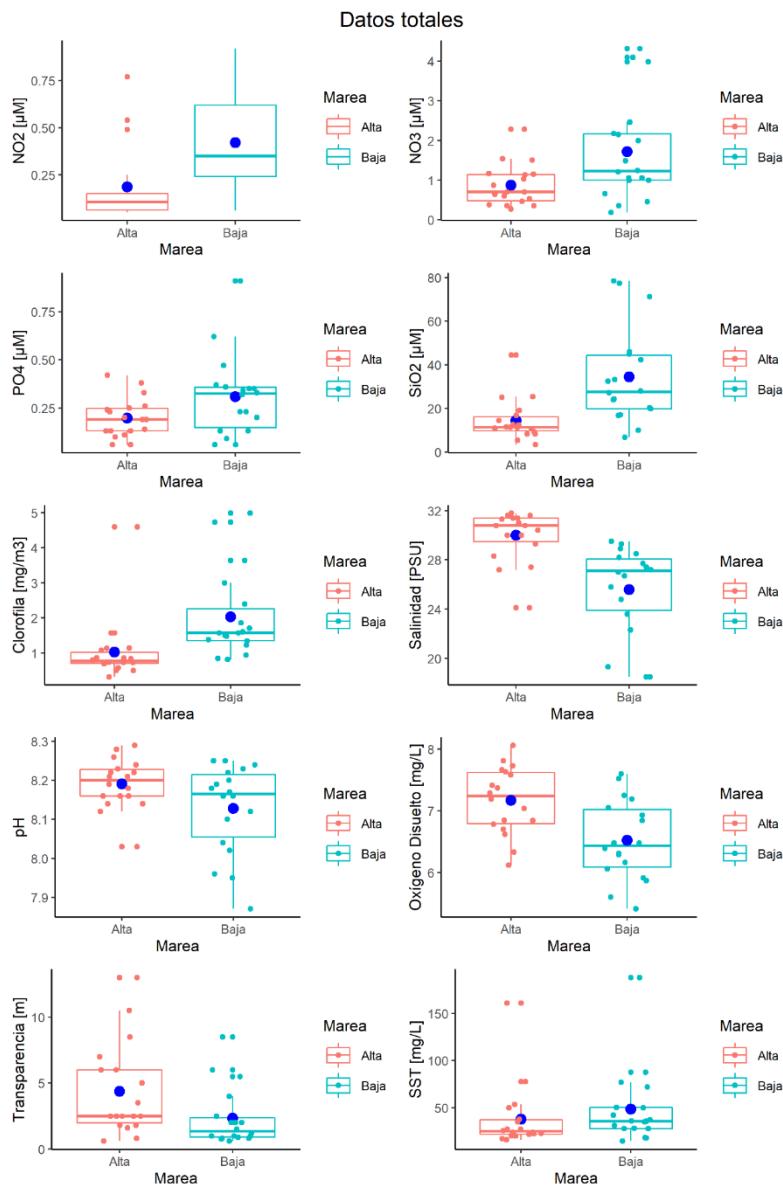


Figura 10. Diagrama de cajas mostrando la dispersión de los datos de cada variable química alrededor de la media (punto azul) discriminados por la marea.

Al discriminar por transectos, se observan diferencias entre los valores por cada transecto y por marea, con una tendencia general a que el transecto cerca a la boca del río Guascama, el cual está más en el frente oceánico (Figura 1) presenta valores más bajos de concentración de nutrientes (Figura 12) y mayor variación (Figura 11) en la magnitud de los datos.

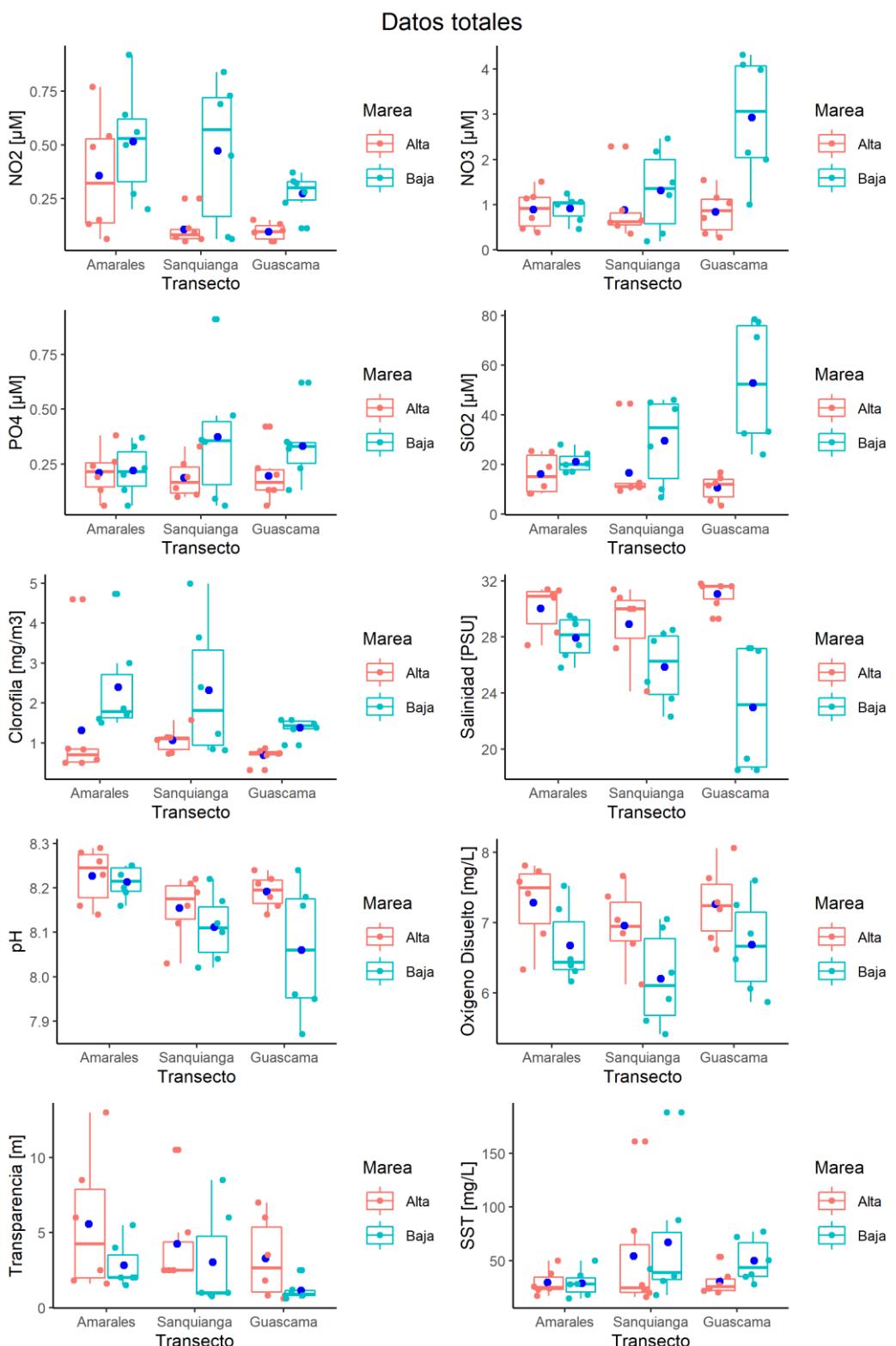


Figura 11. Diagrama de cajas mostrando la dispersión de los datos de cada variable química alrededor de la media (punto azul) discriminados por transecto y separados por marea.

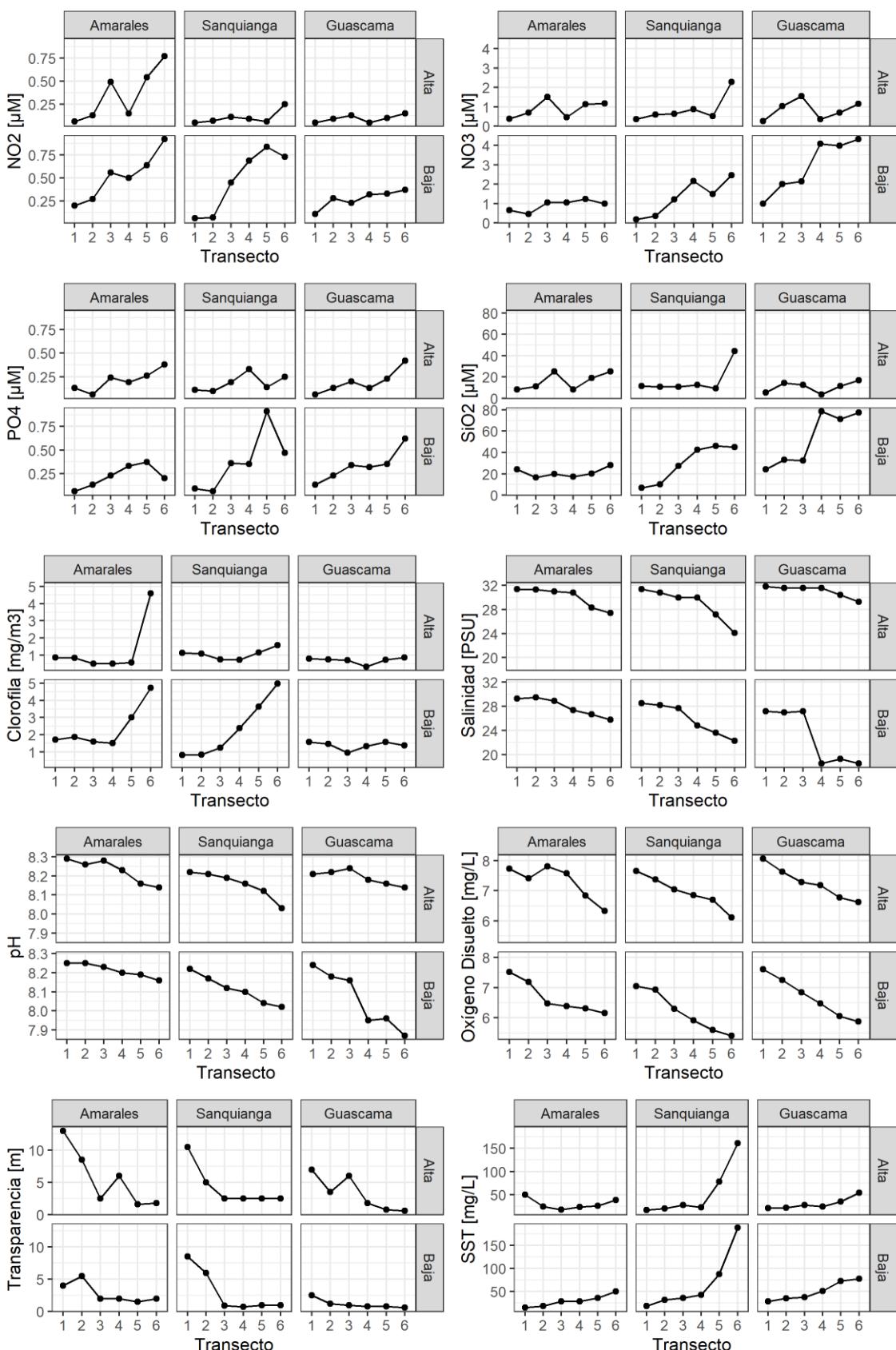


Figura 12. Valores de las variables químicas discriminadas por transecto y por marea.



Al evaluar las correlaciones entre las variables químicas sin discriminar la marea o los transectos, se encontró que existen correlaciones significativas entre todas las variables, que van desde correlaciones fuertes, como las encontradas entre la salinidad y el oxígeno disuelto ($\rho = 0.814$), el pH y el oxígeno disuelto ($\rho = 0.829$), hasta correlaciones relativamente débiles como las encontradas entre la clorofila y los fosfatos ($\rho = 0.385$) y la clorofila y los nitratos ($\rho = 0.395$) (Figura 13).

Desde la Figura 14 has la Figura 22 se muestra la variabilidad espacial de las muestras mostrando las diferencias entre la marea baja (MB) y la marea alta (MA).

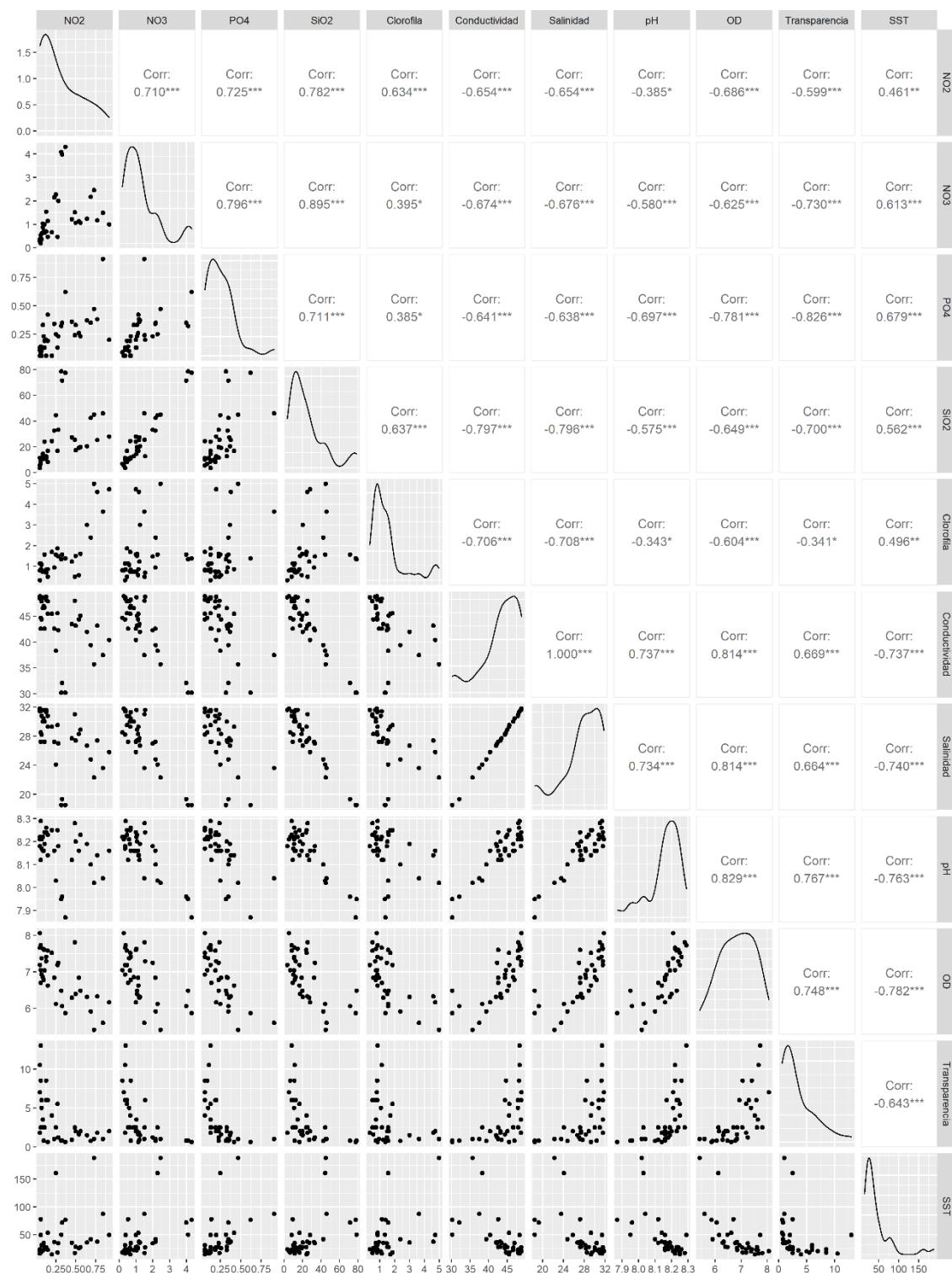


Figura 13. Correlaciones múltiples entre las variables químicas obtenidas, sin discriminar entre mareas o transectos. Sobre la diagonal se muestran los coeficientes de correlación de Spearman (ρ) representando las correlaciones significativas por medio de asteriscos (*). *** p-valor < 0.01 , ** p-valor < 0.05 , * p-valor < 0.1 .

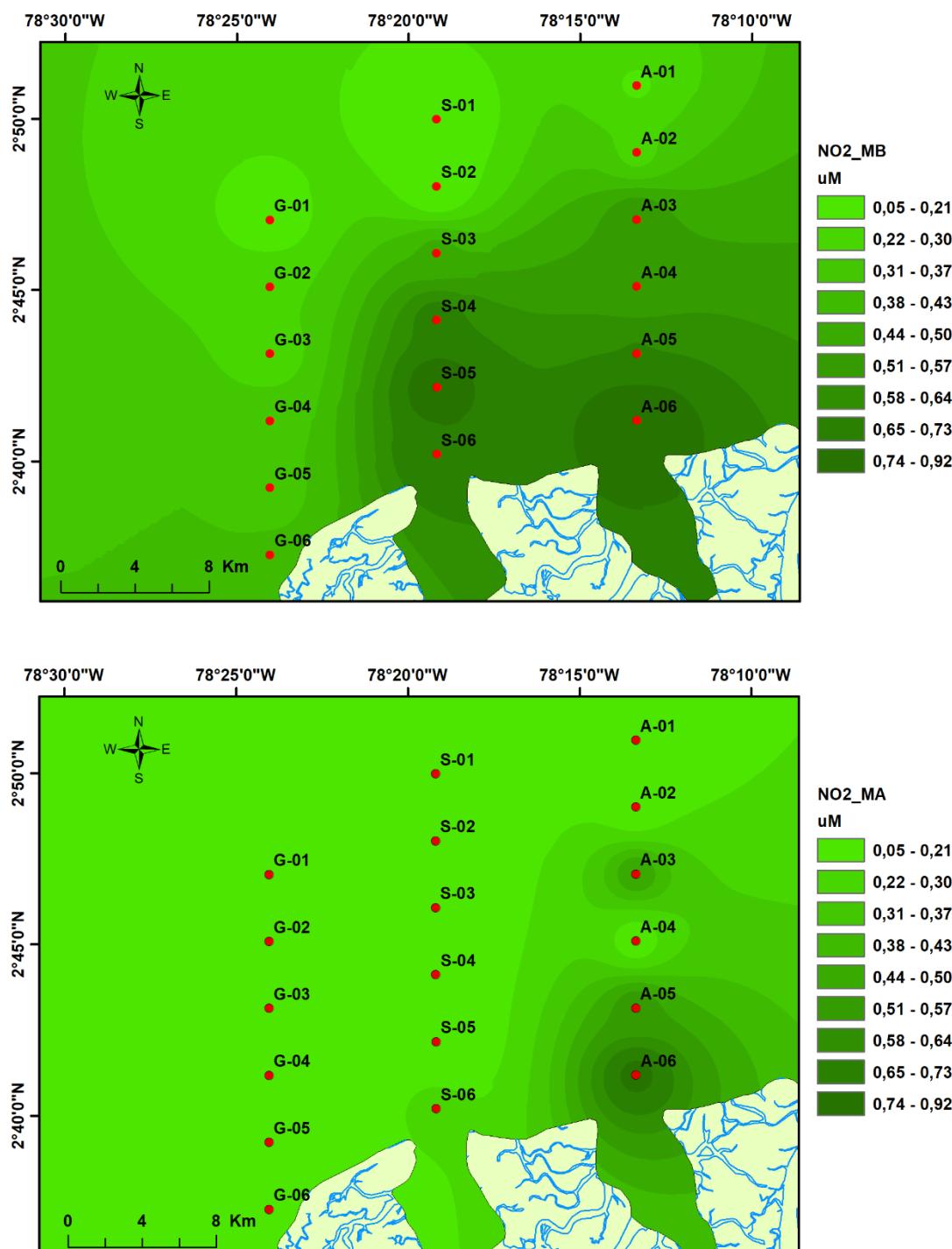


Figura 14. Distribución espacial de los nitritos en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

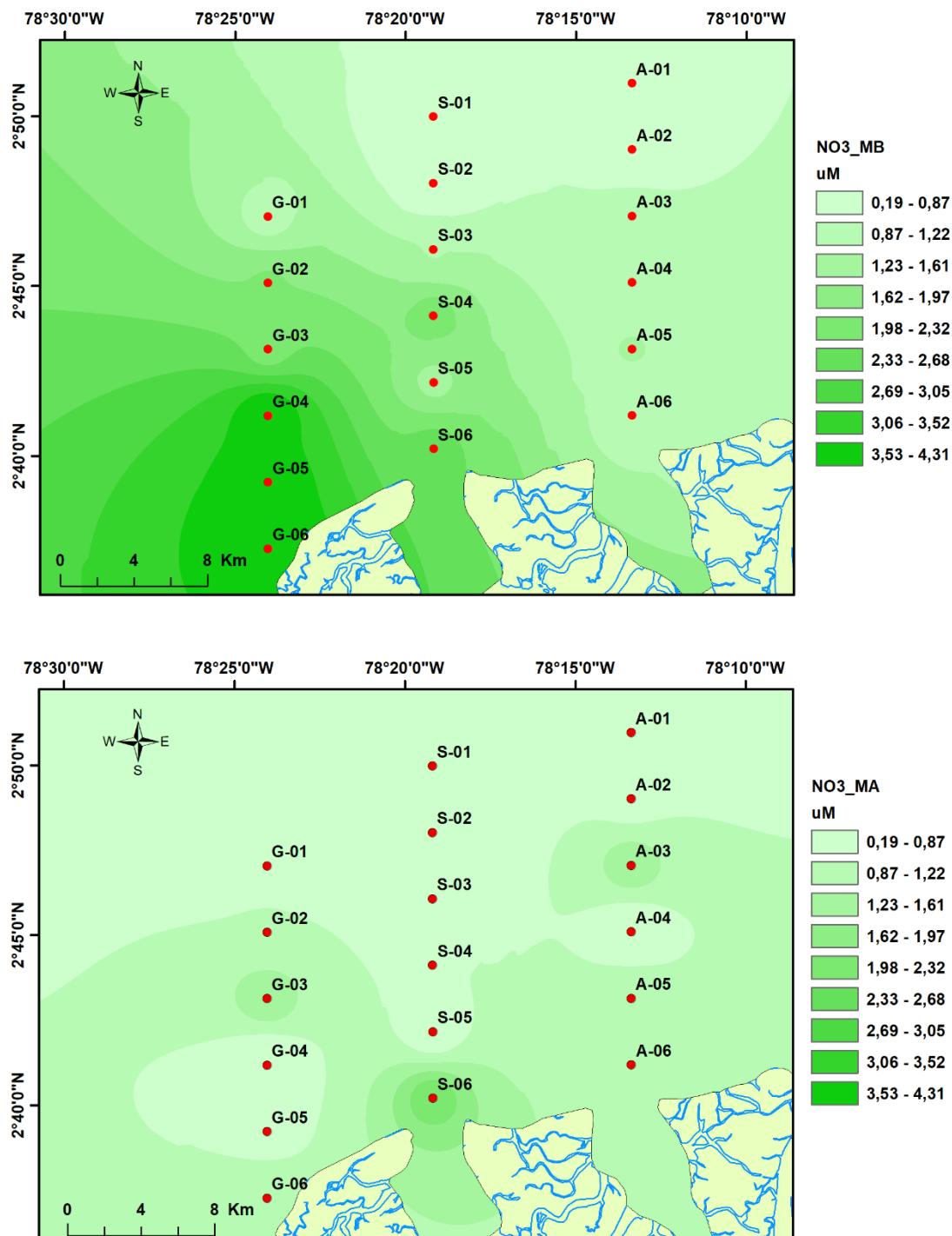


Figura 15. Distribución espacial de los nitratos en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

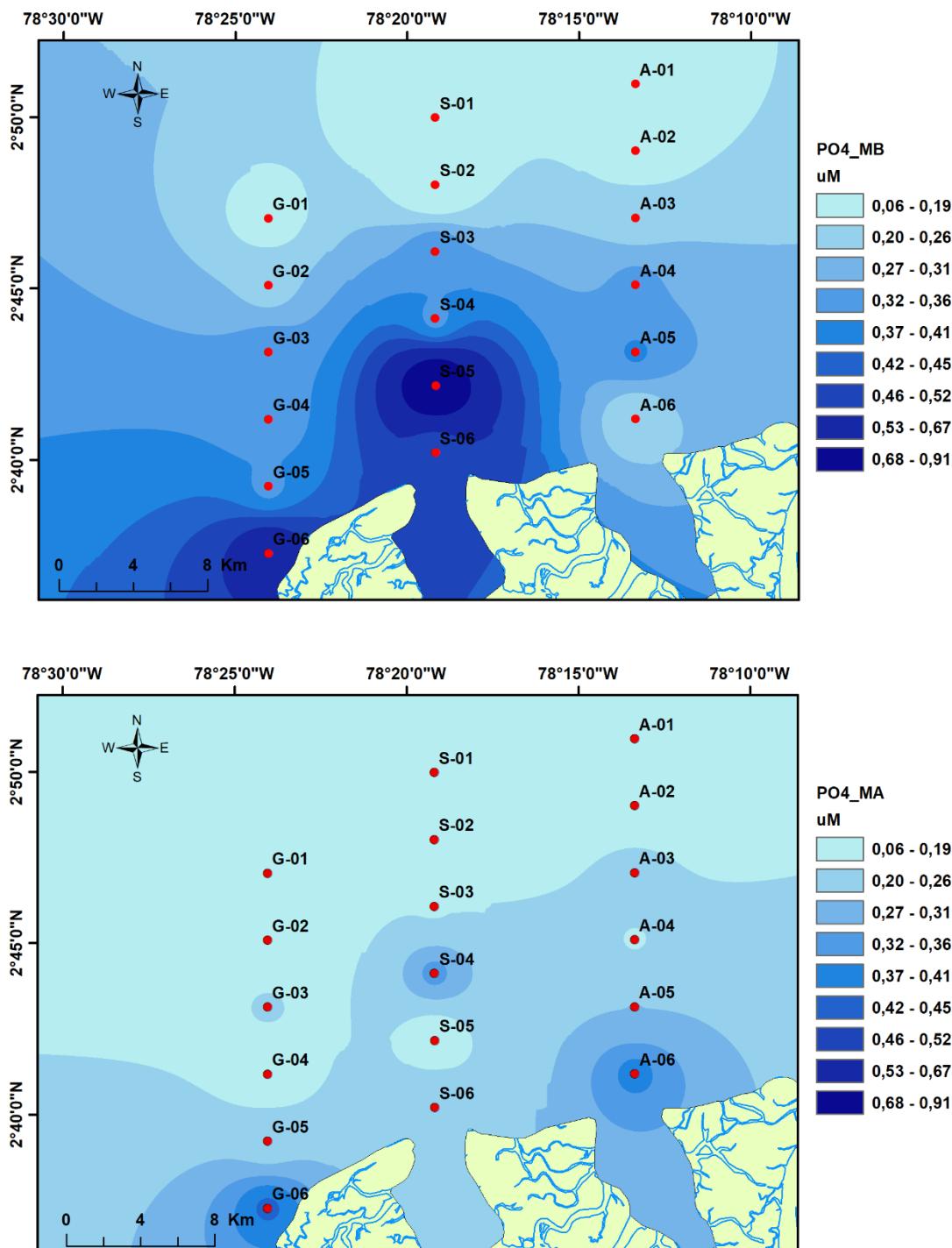


Figura 16. Distribución espacial de los fosfatos en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

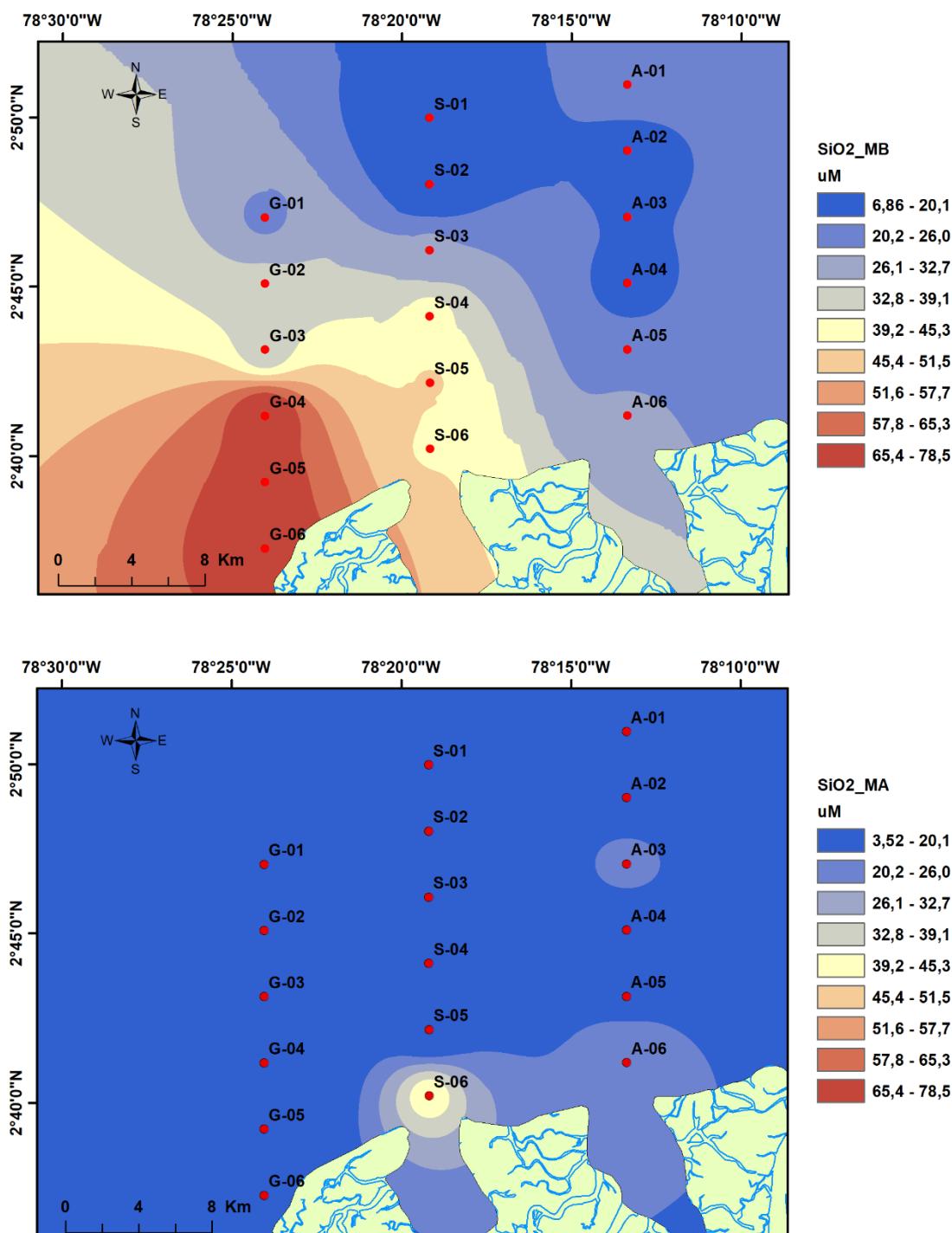


Figura 17. Distribución espacial de los silicatos en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

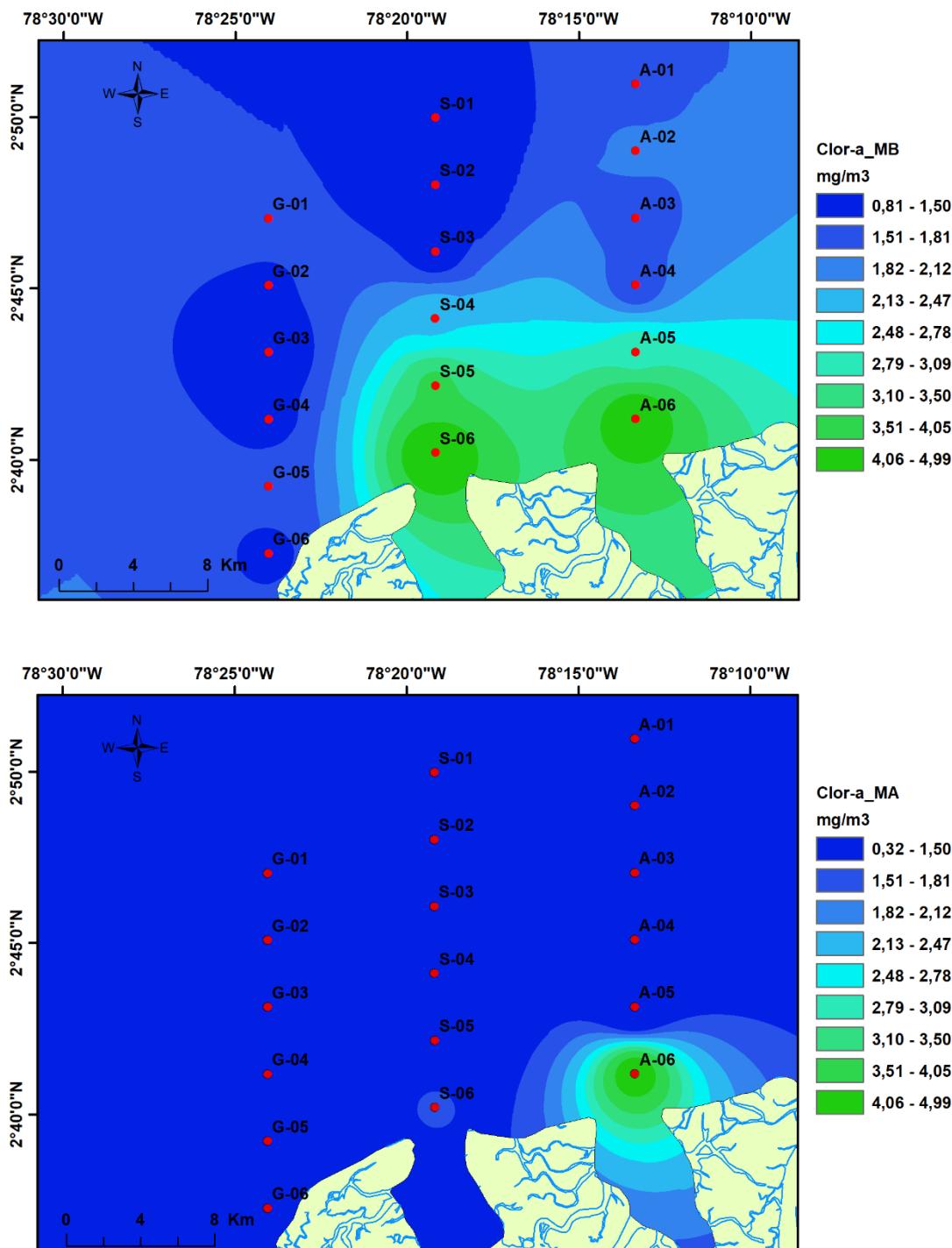


Figura 18. Distribución espacial de la clorofila en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

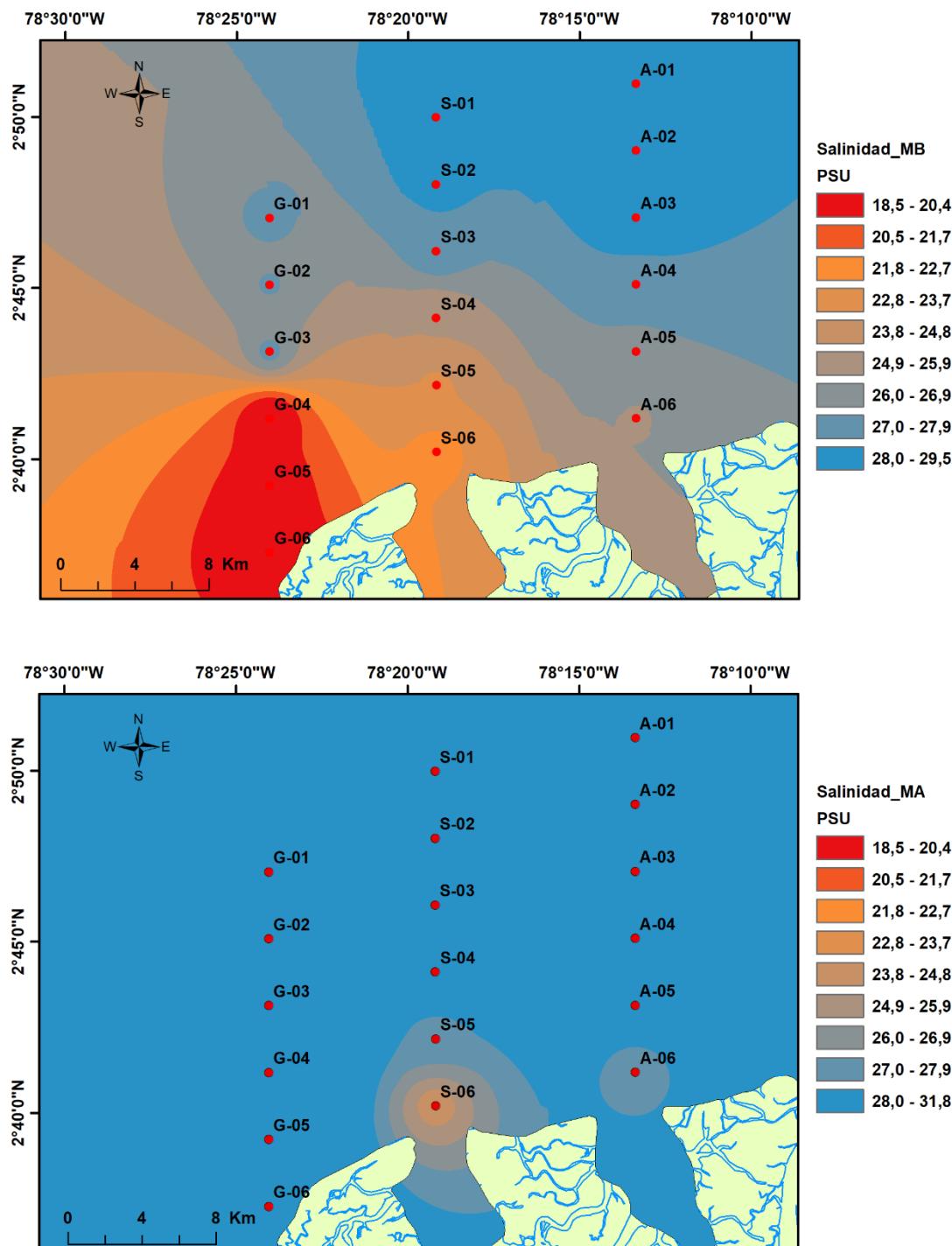


Figura 19. Distribución espacial de la salinidad en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

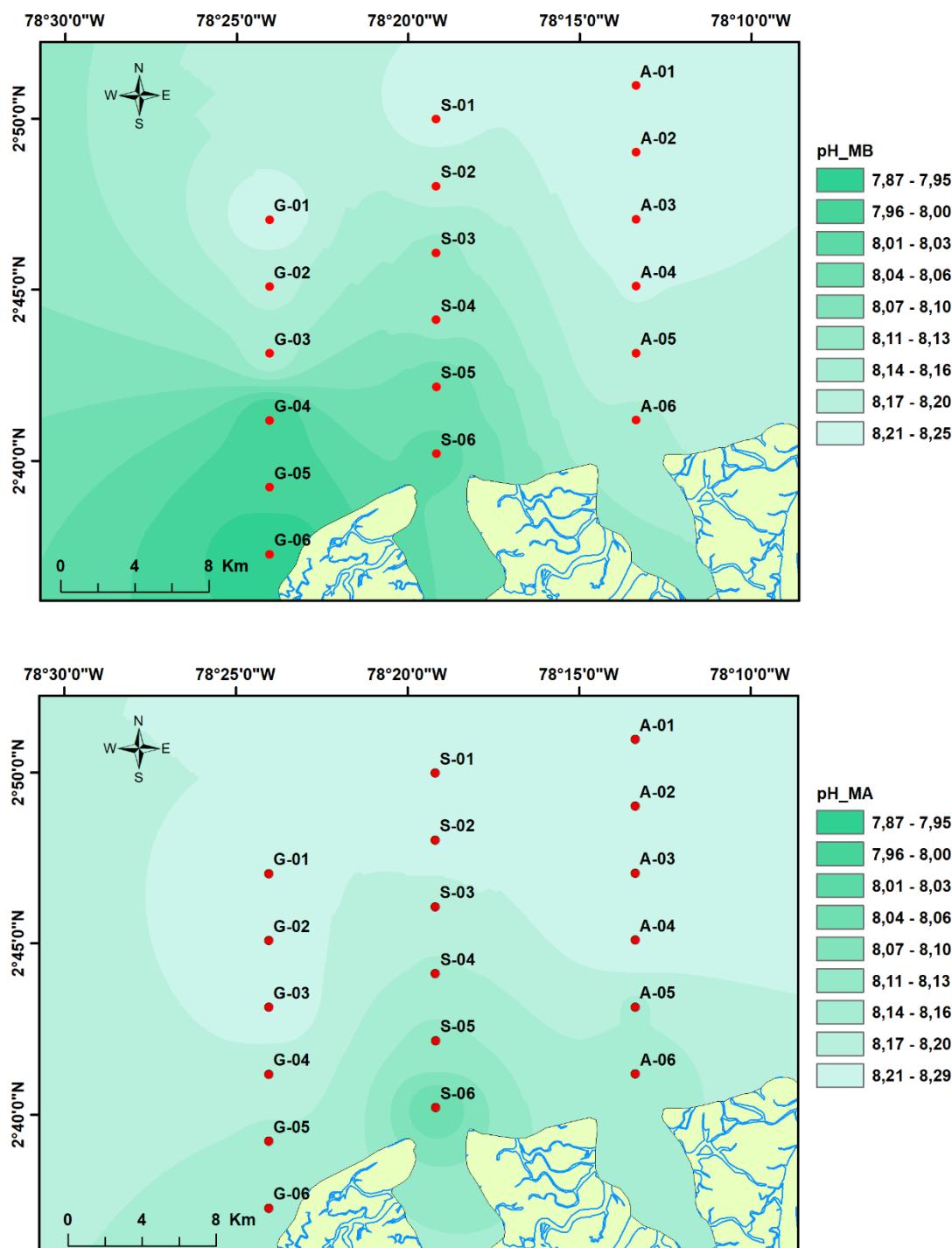


Figura 20. Distribución espacial del pH en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

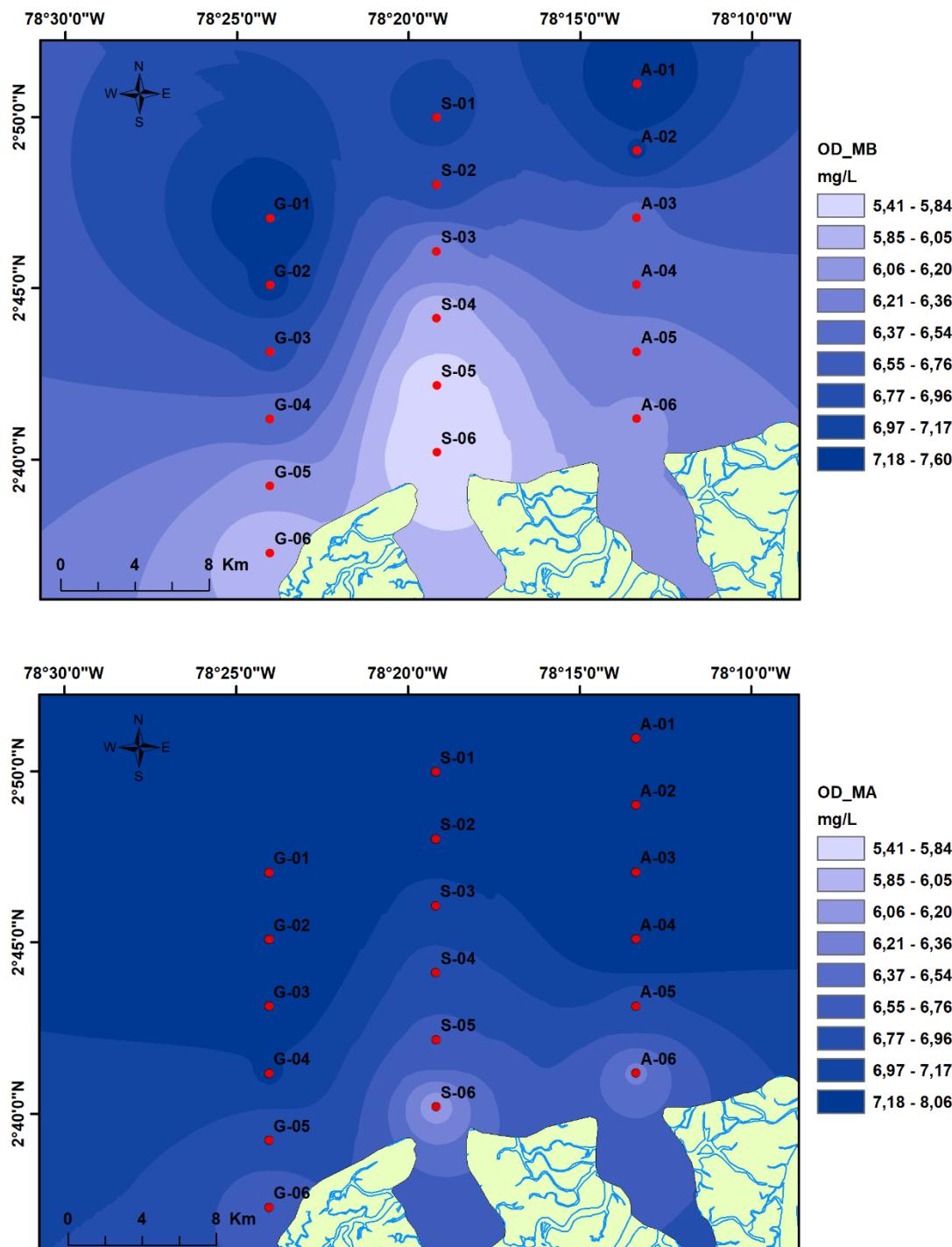


Figura 21. Distribución espacial del oxígeno disuelto en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.

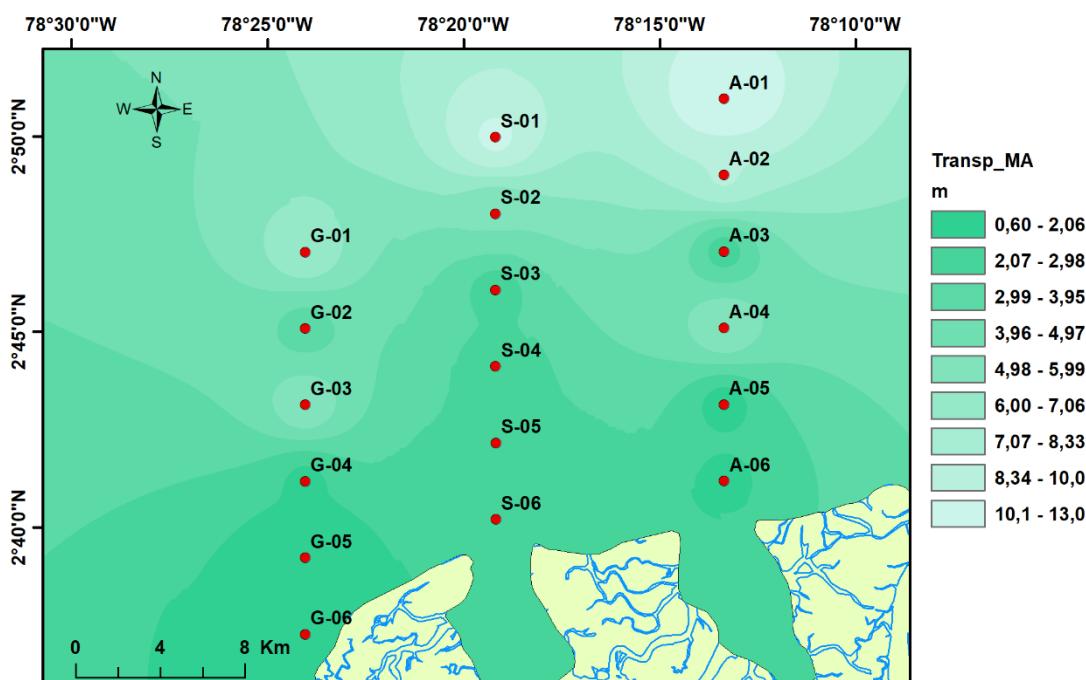
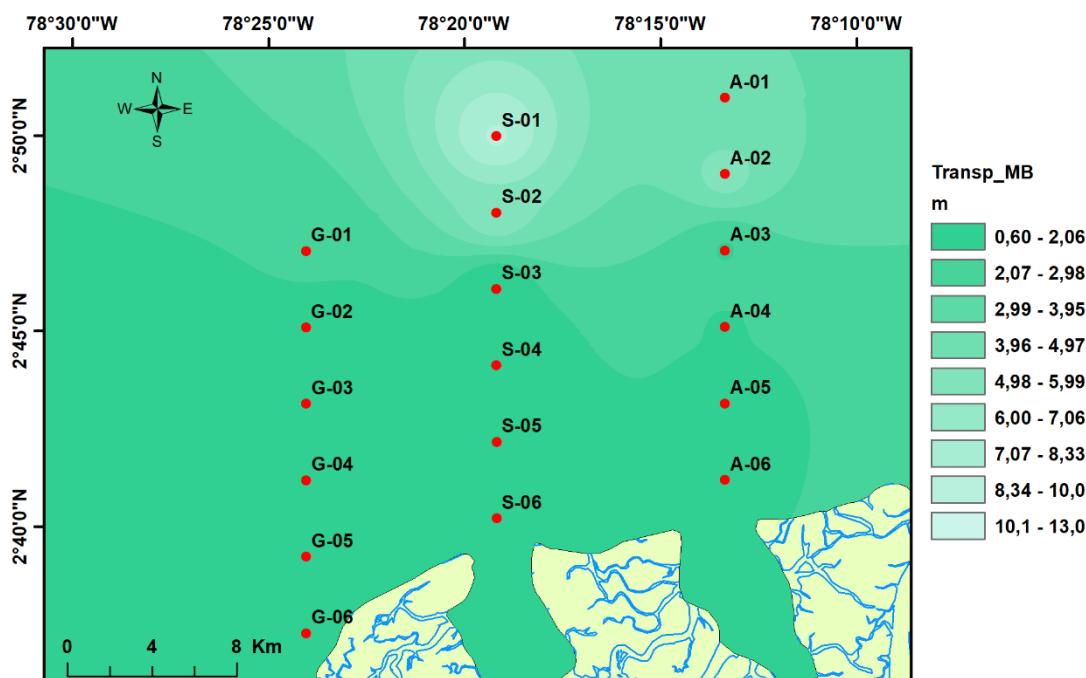


Figura 22. Distribución espacial de la transparencia en el área de estudio mostrando las diferencias entre la marea baja y la marea alta.



6 Productos esperados

Con los resultados que se tienen hasta la fecha, los productos para este proyecto se enfocarán en dos partes, la primera consistirá en los conjuntos de datos tanto físicos como químicos que se estandarizarán y se entregarán al Centro Colombiano de Datos Oceanográficos, añadiendo a esto el conjunto de datos biológicos de clorofila y biomasa de zooplancton. Los datos de biodiversidad de fitoplancton, mesozooplancton e ictioplancton, se estandarizarán en el estándar Darwin Core y se entregarán al Sistema de Información Biológica de Colombia SIB.

La segunda parte de los resultados consistirá, una vez se tenga toda la información procesada, en la producción de dos manuscritos con la finalidad de una publicación científica en revista indexada sobre el objetivo principal de este proyecto y un producto secundario que consiste en el análisis de la biodiversidad del fitoplancton del área y su relación con los cambios mareales y las condiciones fisicoquímicas del área.

7 Discusión

Hasta el momento, el avance en los resultados no permite concluir definitivamente relaciones entre las condiciones biológicas, químicas y físicas del área y de los cambios mareales. Sin embargo, en las exploraciones iniciales se pueden identificar algunas posibles relaciones entre las variables biológicas y las fisicoquímicas de las que pudieran arrojar algunas conclusiones.

Inicialmente se puede observar que la clorofila tiende a aumentar con la descarga de los ríos en marea baja y que la mayor concentración se encuentra sobre todo en el transecto mas alejado del frente oceánico. Es necesario continuar con el análisis incluyendo las variables biológicas faltantes para entender como las características físico-químicas condicionan estas variables biológicas y tratar de encontrar una relación estadística.

8 Conclusiones

Hasta el momento se pueden concluir que si existen diferencias significativas entre las mareas y entre los transectos lo que os lleva a pensar en que muy probablemente esto se verá reflejado en las variables biológicas. Sin embargo, aún falta terminar los análisis de los datos biológicos para poder relacionarlos con las variables físico- químicas y tener unas conclusiones soportadas en los resultados y en las pruebas estadísticas.

9 Literatura citada

Álvarez, F., López, J. L., Mariano, S., Jansá, J., Amengual, B., & Aparicio, A. (2006). Datos de referencia de Clorofila a nutrientes en aguas de la plataforma y talud del Mar Balear 2005-2006. Centro Oceanográfico de Baleares.

APHA, AWWA, WEF. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th Ed. Washington, American Public, Health Association.

Bendschneider, K., & Robinson, R. J. (1952). A New Spectrophotometric Method for the Determination of Nitrite in Sea Water. Journal of Marine Research, 11(8), 87–96.



Baird, R., Eaton, A., & Rice, E. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health and the Nation's Health, 23(3), 1-541. <https://doi.org/10.2105/AJPH.56.3.387>

Boltovskoy, D. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, 936. Retrieved from http://books.google.com.au/books/about/Atlas_del_zooplancton_del_Atl%C3%A1ntico.html. Pag. 1-221

Casanova, R. F., Zambrano Ortiz, M. M., Latandret-Solana, S. A., Guerrero Zorrilla, D. F., Suárez-Vargas, N. P., & Albán Illera, C. B. (2019). Comportamiento Espacial De Algunas Variables Fisicoquímicas En El Pacífico Colombiano Durante El Crucero Oceanográfico Cuenca Pacífica Colombiana Cpc Xlix. Boletín Científico CIOH, 38(1), 8-19. <https://doi.org/10.26640/22159045.2019.520>

Casanova Rosero, R. F., Zambrano Ortiz, M. M., Latandret Solana, S. S., Suárez Vargas, N. P., & Albán Illera, C. B. (2012). Variabilidad de parámetros fisicoquímicos en una estación oceánica frente a la Bahía de Tumaco. Boletín Científico CIOH, 30(30), 105-116. <https://doi.org/10.26640/22159045.246>

Murphy, J., & Riley, J. P. (1958). A Single-Solution Method for the Determination of Soluble Phosphate in Sea Water. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 37(01), 9-14. <https://doi.org/10.1017/S0025315400014776>

PNN. (2017). Actualización plan de manejo Parque Nacional Natural Sanquianga Territorio ancestral y colectivo. In Parques Nacionales Naturales de Colombia. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2018/06/Plan-Manejo-Adopcion-Sanquianga23-Mar-1-2.pdf>

Ryther, J. H., Dunston, W. M., & Dunstan, W. M. (2011). Nitrogen, Phosphorus, and Eutrophication in the Coastal Marine Environment. Science, 171(3975), 1008-1013. <https://pdfs.semanticscholar.org/ff8c/155675f8b7116a89d0003d4e1d32c60ae60a.pdf>

Cifuentes, J., & Torres, M. (2003). El Océano y sus recursos II. Las Ciencias del Mar, México, Segunda Edición, Editorial Fondo de Cultura Económica. p.9, 130-154.

Conkright, M. E., Boyer, T. P., & Levitus, S. (1994). Quality Control and Processing of Historical Oceanographic Nutrient Data. NOAA Technical Report NESDIS, 79 (Abril), 75.

Elser, James & Dobberfuhl, Dean & MacKay, Neil & Schampel, John. (1996). Organism Size, Life History, and N:P Stoichiometry. Bioscience. 46. 674-84. 10.2307/1312897.

EPA. (2002). Developing and Implementing an Estuarine Water Quality Monitoring, Assessment, and Outreach Program. The Mysound Project, EPA/625/R- (Noviembre), 1-81.

Fiadeiro, M. & J.D. Strickland. 1968. Nitrate reduction and the occurrence of a deep nitrite maximum in the ocean off the west coast of South America. Journal of Marine Research (26): 187-201.

Libes, S.M. (1992). An introduction to Marine Biogeochemistry. John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 734 p.



Ministerio de Salud. Decreto 1594: Disposiciones sanitarias sobre el agua. República de Colombia. (1984). p.139.

Murphy, J., & Riley, J. P. (1958). A Single-Solution Method for the Determination of Soluble Phosphate in Sea Water. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 37(01).

NOAA, (2015). Nutrient Biogeochemistry. Recuperado de <https://www.aoml.noaa.gov/ocd/ocdweb/nutrients.html>

PNN. (2017). Actualización plan de manejo Parque Nacional Natural Sanquianga Territorio ancestral y colectivo. In Parques Nacionales Naturales de Colombia. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wpcontent/uploads/2018/06/Plan-Manejo-Adopcion-Sanquianga23-Mar-1-2.pdf>

POSTEL, L., FOCK, H., & HAGEN, W. (2000). Biomass and abundance. In ICES Zooplankton Methodology Manual. <https://doi.org/10.1016/b978-012327645-2/50005-0>

Redfield, A. C. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. American Scientist 46: 205–222.

Ryther, J. H., Dunstan, W. M., & Dunstan, W. M. (2011). Nitrogen, Phosphorus, and Eutrophication in the Coastal Marine Environment. Science, 171(3975), 1008–1013.

Strickland, J.D.H., Parsons TR. (1972). A practical handbook of seawater analysis. 2nd ed. J. Fish. Res. Bd. Canada.

10 Comentarios y recomendaciones

Ninguno