

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 2



Abril - Junio 2017
Callao, Perú



ASPECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL ECOSISTEMA MARINO DEL ÁREA NATURAL DE PUNTA SAN JUAN. MARZO 2015

PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS IN THE MARINE ECOSYSTEM OF THE NATURAL AREA OF PUNTA SAN JUAN. MARCH 2015

Georgina Flores¹

Octavio Morón

RESUMEN

FLORES G, MORÓN O. 2017. Aspectos físicos y químicos en el ecosistema marino del área natural de Punta San Juan. Marzo 2015. *Inf Inst Mar Perú*. 44(2): 187-197.- El área de estudio evaluada entre el 6 y 12 de marzo del 2015 se mostró ligeramente influenciada por la aproximación de Aguas Subtropicales Superficiales, lo que motivó un pequeño incremento en la salinidad y profundización de las variables oceanográficas. Con respecto a la temperatura y a los parámetros químicos no se observó alteraciones de consideración. Se registró predominio de Aguas Costeras Frías, concentraciones de oxígeno menores de 5 mL/L, altos contenidos de nutrientes (típico de áreas de afloramiento) y bajo contenido de clorofila-a. La mínima de oxígeno se ubicó alrededor de los 50 m de profundidad a 2 mn de la costa, debiendo ubicarse entre 20 y 30 m de profundidad.

PALABRAS CLAVE: Ecosistema marino, Punta San Juan, marzo 2015

ABSTRACT

FLORES G, MORÓN O. 2017. Physical and chemical aspects in the marine ecosystem of the natural area of Punta San Juan. March 2015. *Inf Inst Mar Peru*. 44(2): 187-197.- The study area evaluated between March 6 and 12, 2015 was slightly influenced by the approach of Superficial Subtropical Waters, which led to a small increase in salinity and deepening of the oceanographic variables. Regarding the temperature and the chemical parameters, no significant alterations were observed. There was a predominance of Cold Coastal Waters, oxygen concentrations lower than 5 mL/L, high nutrient contents (typical of outcrop areas) and low content of chlorophyll-a. The minimum oxygen was located around 50 m depth 2 nm offshore, and should be located between 20 and 30 m deep.

KEYWORDS: Marine ecosystem, Punta San Juan, March 2015

1. INTRODUCCIÓN

San Juan se encuentra ubicado en la costa sur del Perú a 530 km de la ciudad de Lima, y se caracteriza por ser una localidad minera y portuaria y principal productor de hierro en el Perú. En su localidad se ubica la Reserva de Punta San Juan, que es un refugio natural donde se encuentran manadas de lobos marinos, numerosa colonia de pingüinos de Humboldt y variedad de aves guaneras. Además de la mencionada Reserva, está la ensenada de San Fernando que alberga al guanaco y el cóndor andino, único lugar de la costa peruana donde se encuentran estas especies. Por otro lado, es una de las principales áreas de afloramiento a nivel mundial, sus aguas frías ricas en nutrientes se distribuyen hacia el norte y nor-oeste, fertilizando gran parte del mar peruano. Por su gran importancia y en el marco del proyecto GEF-UNDP: Hacia un manejo ecosistémico de la Corriente de Humboldt (GEMCH) – PIMS 4147, se planteó efectuar el estudio de línea base en San Juan de Marcona para determinar las condiciones ambientales (químicas y físicas) de la superficie y columna de agua en esa localidad.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el 6 y 12 de marzo 2015 se efectuó la evaluación de los procesos físicos, químicos, biológicos y sedimentológicos en el ecosistema de San Juan. Los estudios se ejecutaron en la L/P Coco Sencillo II, cubriendo el área comprendida entre 15°19'56"S y 15°25'56"S. Se realizaron 18 estaciones hidrográficas (Fig. 1).

Se determinó la temperatura en superficie, profundidad intermedia y cerca al fondo, utilizando termómetro de superficie y de inversión para la columna de agua.

La toma de muestras superficiales se realizó utilizando un balde plástico y en las estaciones hidrográficas se hizo mediante lanzamientos de botellas Niskin de 5 L de capacidad. Se recolectaron muestras para determinar salinidad, oxígeno disuelto, pH, clorofila-a, nutrientes y se efectuó lectura de la transparencia del agua.

Las muestras de agua para determinar salinidad se recolectaron en frascos de polietileno de 250 mL de capacidad, que posteriormente se analizaron en la sede central por el método de inducción usando

¹ IMARPE, Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n, Callao, Perú. g.flores@imarpe.gob.pe.

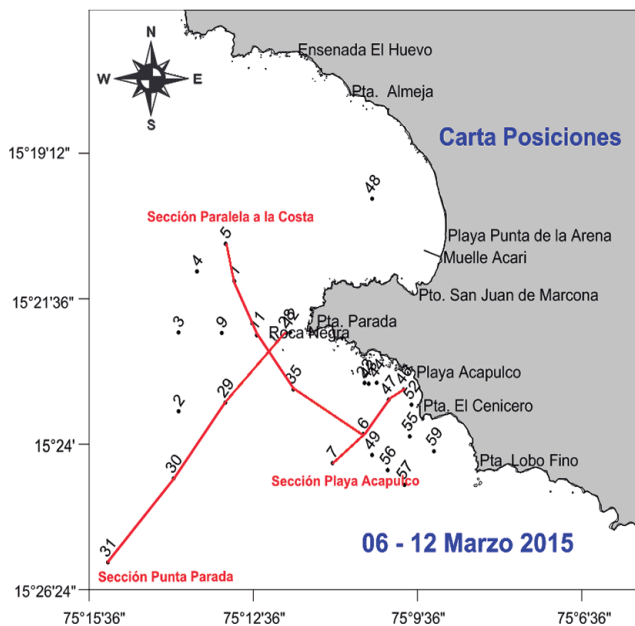


Figura 1.- Ubicación de estaciones. Proyecto GEF. Marzo 2015

el salinómetro Guildline 8410. Para conocer el oxígeno disuelto se empleó el método de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966). Fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos se determinaron en base a las técnicas y modificaciones dadas por STRICKLAND y PARSONS (1972) utilizando el espectrofotómetro Lambda 45 marca Perkin Elmer; para la determinación de clorofila-a se utilizó el método fluorométrico de HOLM-HANSEN et al. (1965) y para el pH se utilizó un potenciómetro marca HANNA.

La transparencia del agua de mar se obtuvo haciendo uso de un disco Secchi de color blanco de 30 cm de diámetro. Los gráficos se elaboraron en base al programa Surfer 12.

3. RESULTADOS

VARIABLES FÍSICO-OCEANOGRÁFICAS

Temperatura y salinidad en superficie

Las temperaturas superficiales fluctuaron entre 16 °C (Est. 5) y 18 °C (Est. 31). Las temperaturas más bajas se registraron en la zona norte y en la zona central próxima a la costa, mientras que las temperaturas más elevadas se ubicaron al oeste y sur, estando delimitados los bajos y altos valores por la isoterma de 17 °C (Fig. 2).

La salinidad en la superficie del mar presentó valores muy homogéneos que fluctuaron entre 35,019 y 35,072 ups (Fig. 3). Estas aguas evidenciaron mezcla entre Aguas Costeras Frías (ACF) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) predominando las ACF.

Temperatura y salinidad a nivel intermedio

Ambos parámetros se mostraron homogéneos variando de 14,8 a 15,7 °C y de 35,017 a 35,058 ups (Figs. 4, 5). Los valores térmicos más elevados se encontraron a lo largo de la franja costera (menor profundidad) no guardando mucha relación con la salinidad, parámetro que presentó mayores concentraciones al sur del área en estudio.

Temperatura y salinidad cerca al fondo

La variación de los valores termohalinos entre la profundidad intermedia y el fondo fue mínima (Figs. 6, 7) y la distribución en los dos niveles comparados fue muy similar. Mayores valores de temperatura se encontraron pegados a la costa y mayor concentración de salinidad al sur del área de estudio.

Distribución vertical

La sección frente a punta Parada de 0 a 120 m de profundidad presentó temperaturas entre 17,3 y 14,6 °C (Fig. 8). No se observó una termoclina debido a la dispersión de las isotermas, lo que caracteriza a las aguas frías. La isoterma de 15 °C se ubicó entre los 50-55 m de profundidad a lo largo de la sección. En toda la columna de agua (75 m) solo se registraron las isotermas de 16 y 15 °C esta última a 40 m. La sección presenta una mezcla más acentuada entre las ACF y las ASS.

La salinidad fue homogénea en toda la columna de agua, variando entre 35,02 y 35,04 ups, solo en el extremo oceánico superficial se registró valores mayores a 35,05 ups (Fig. 8).

Frente a playa Acapulco (sur de punta Parada) (Fig. 9) la temperatura y la salinidad presentaron valores homogéneos. Las temperaturas fueron ligeramente bajas; las concentraciones de salinidad mostraron un ligero incremento con respecto al perfil anterior. La sección paralela a la costa (aproximadamente a 2 mn) mostró temperaturas propias de las ACF (16 y 15 °C) y las salinidades presentaron ligeras mezclas con las ASS (Fig. 10).

VARIABLES QUÍMICO-OCEANOGRÁFICAS

Oxígeno, pH, Clorofila-a y Transparencia

El oxígeno a nivel superficial presentó un rango de 2,37 a 5,19 mL/L, promedio 3,62 mL/L, encontrándose el valor mínimo frente a punta El Cenicero y el máximo frente a playa Acapulco en la zona muy costera. En toda el área de estudio las concentraciones fueron menores a 5 mL/L lo que estuvo asociado a temperaturas homogéneas de 16,5 a 17 °C (Fig. 11a).

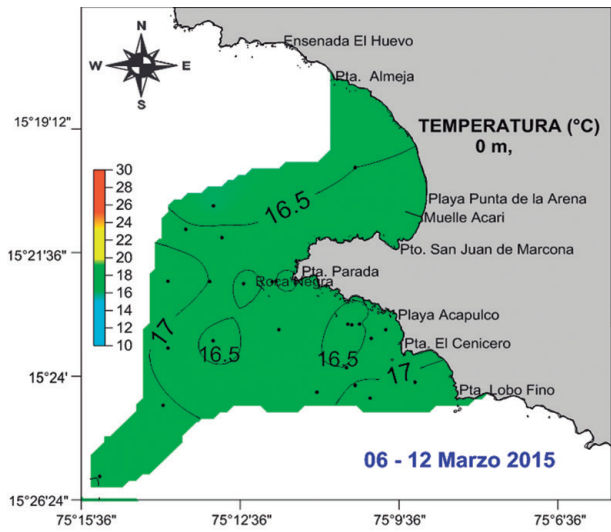


Figura 2.- Distribución superficial de temperatura (°C) en bahía San Juan. Marzo 2015

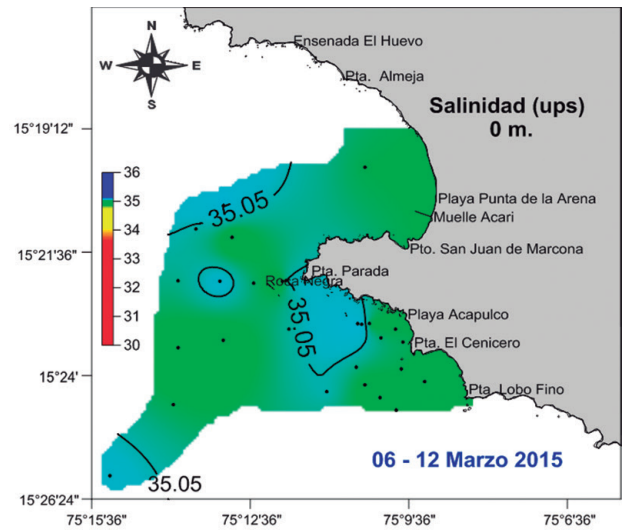


Figura 3.- Distribución superficial de salinidad (ups) en bahía San Juan. Marzo 2015

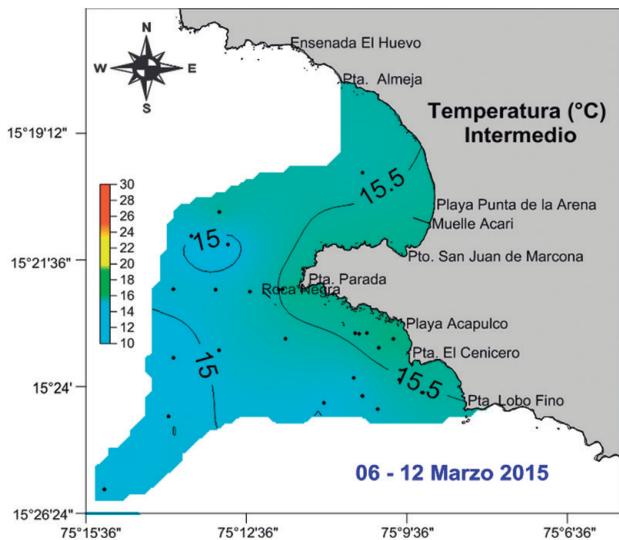


Figura 4.- Temperatura a profundidad intermedia en bahía San Juan. Marzo 2015

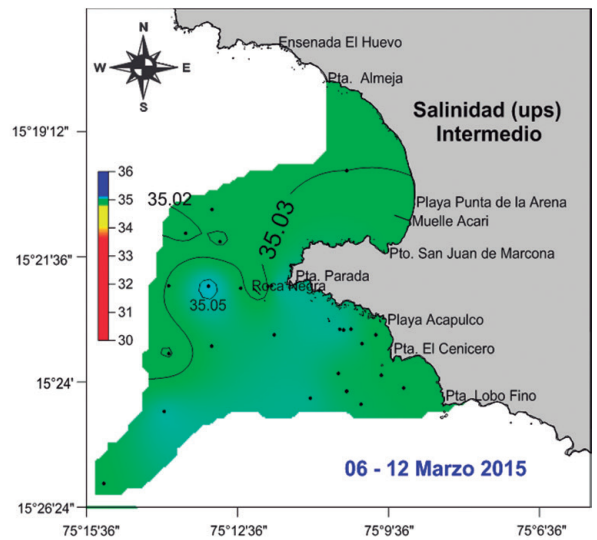


Figura 5.- Salinidad a profundidad intermedia en bahía San Juan. Marzo 2015

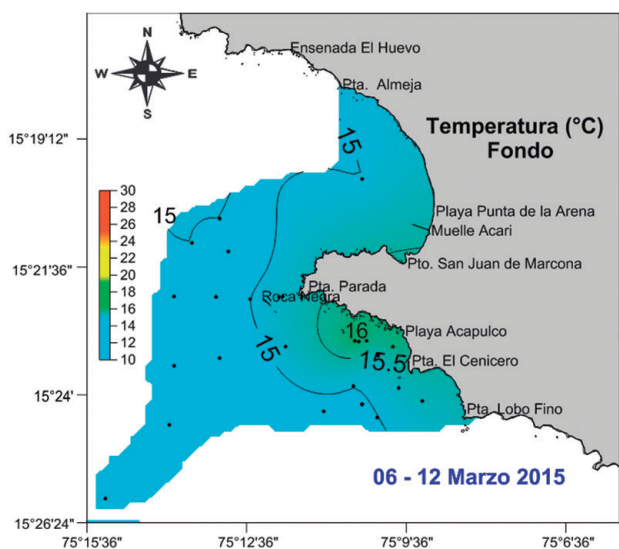


Figura 6.- Temperatura cerca al fondo en bahía San Juan. Marzo 2015

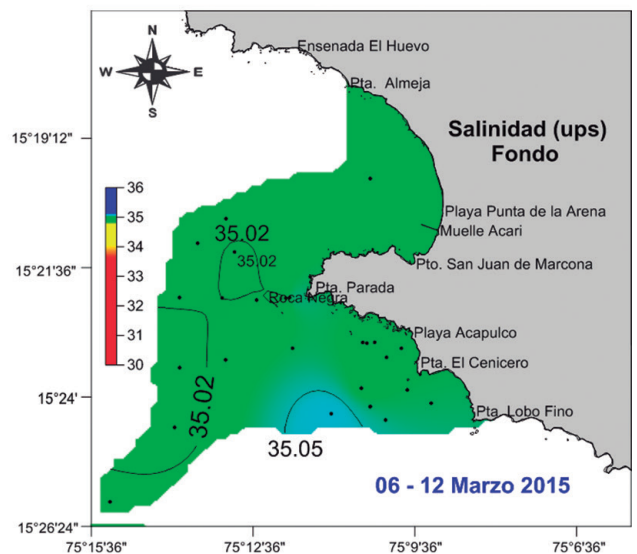


Figura 7.- Salinidad cerca al fondo en bahía San Juan. Marzo 2015

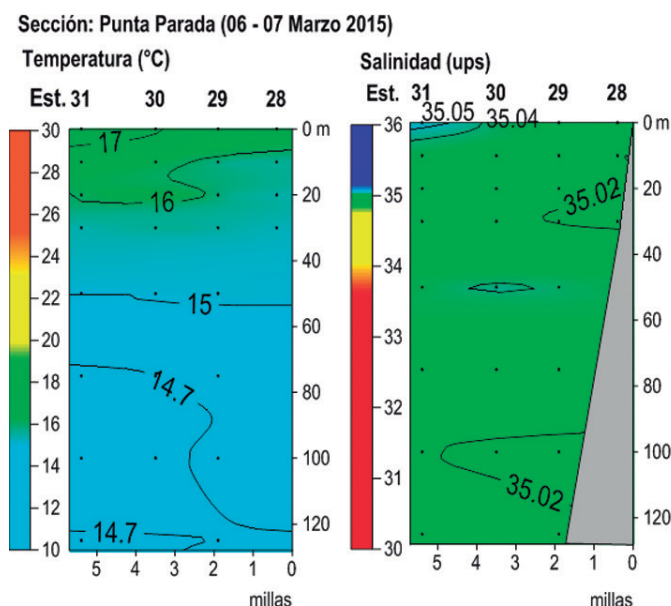


Figura 8.- Distribución vertical de temperatura y salinidad, frente a Punta Parada. Marzo 2015

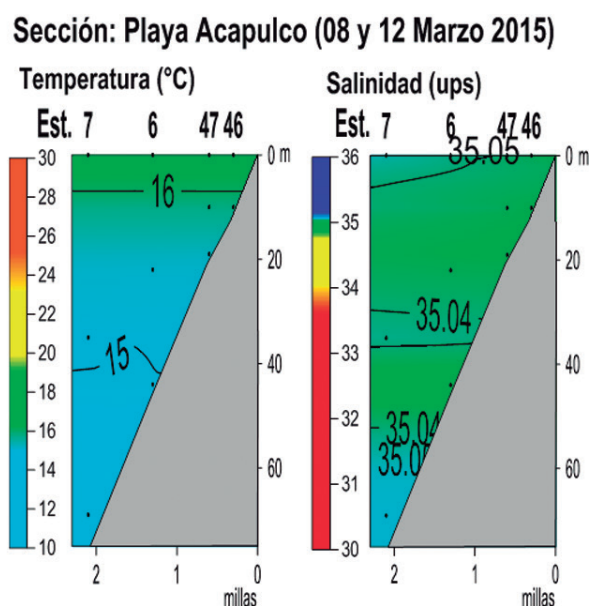


Figura 9.- Distribución vertical de temperatura y salinidad, frente a Playa Acapulco. Marzo 2015

El pH en la superficie del mar osciló entre 7,60 y 7,86 mostrando isolíneas de 7,7 y 7,8. Se observó distribución homogénea y relación directa con el oxígeno (Fig. 11b).

La clorofila-a tuvo variación de 0,08 a 1,06 $\mu\text{g/L}$, promedio 0,26 $\mu\text{g/L}$. El valor más alto (1 $\mu\text{g/L}$) se encontró en un pequeño núcleo frente a punta Parada, fuera de esta área predominaron valores menores a 1 $\mu\text{g/L}$ (Fig. 11c).

Los valores de transparencia del agua fluctuaron entre 4 y 10 m. Dentro de la isolínea de 8 m se localizó el núcleo de 10 m el cual estuvo cerca a isla Roca. Los

valores menores a 7 m se localizaron frente a la línea costera (Fig. 11d).

Nutrientes en superficie

Fosfatos (1,20 – 3,37 μM), silicatos (13,33 – 23,69 μM), nitratos (9,38 – 18,94 μM) y nitritos (0,22 – 1,02 μM) presentaron concentraciones dentro del rango normal, que indicarían presencia de Aguas Costeras Frías (ACF) (Fig. 12).

Distribución de las variables químico oceanográficas a nivel intermedio

Oxígeno, pH y clorofila-a

El oxígeno varió entre 0,27 y 2,54 mL/L con promedio de 0,91 mL/L, los valores fueron más bajos que en superficie. La mínima de oxígeno se localizó frente a las playas de las puntas Arena y Lobo Fino (Fig. 13a).

El pH presentó un rango de 7,62 a 7,78 con promedio de 7,66. Los valores de 7,65 estuvieron relacionados a las concentraciones de oxígeno menores a 1 mL/L (Fig. 13b).

La clorofila-a presentó concentraciones muy bajas que fluctuaron entre 0,03 y 0,23 $\mu\text{g/L}$ (Fig. 13c).

Nutrientes

Fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos mostraron valores dentro de rangos normales, manteniendo concentraciones ligeramente más bajas en relación al nivel superficial (Fig. 14).

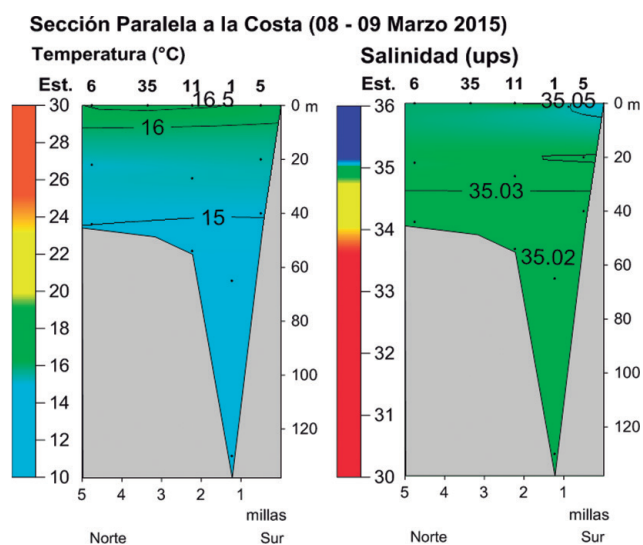


Figura 10. Distribución vertical de temperatura y salinidad en sección paralela a la costa. San Juan, Marzo 2015

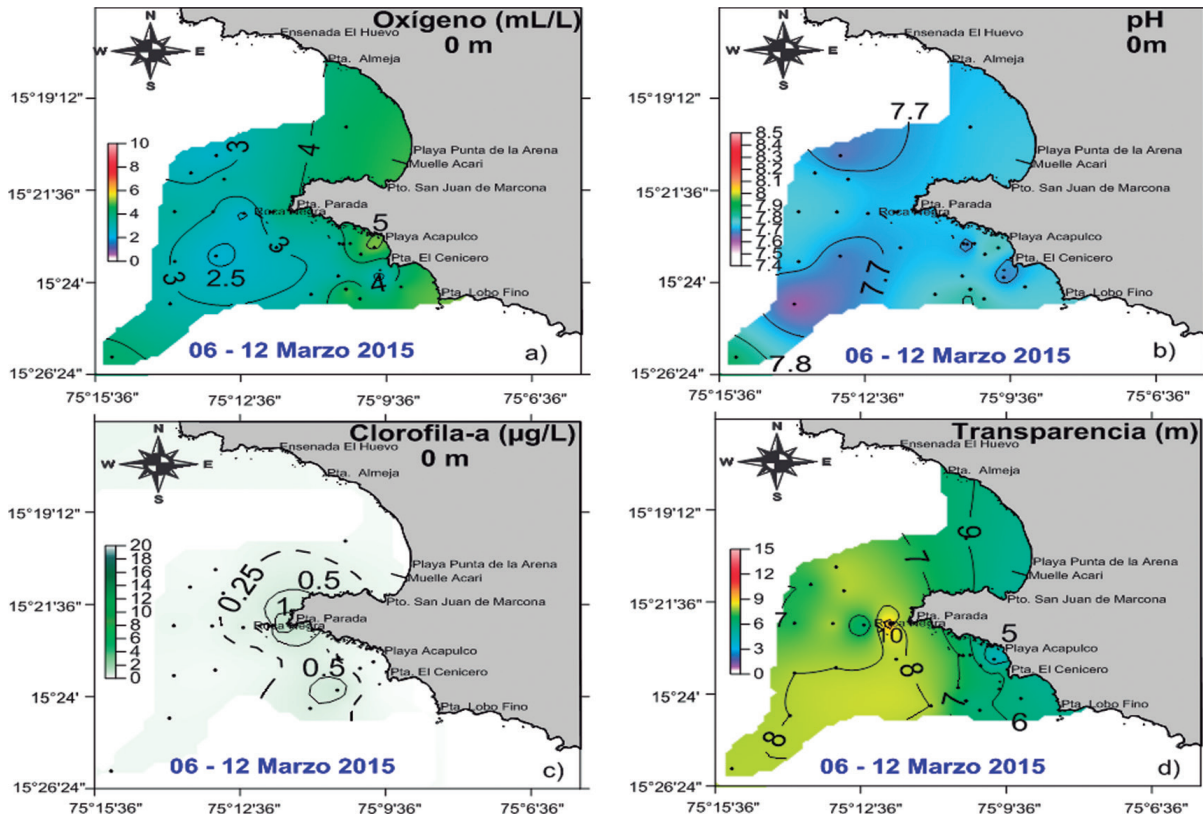


Figura 11.- Distribución superficial de: a) Oxígeno. b) pH, c) Clorofila-a, d) Transparencia. San Juan. 2015

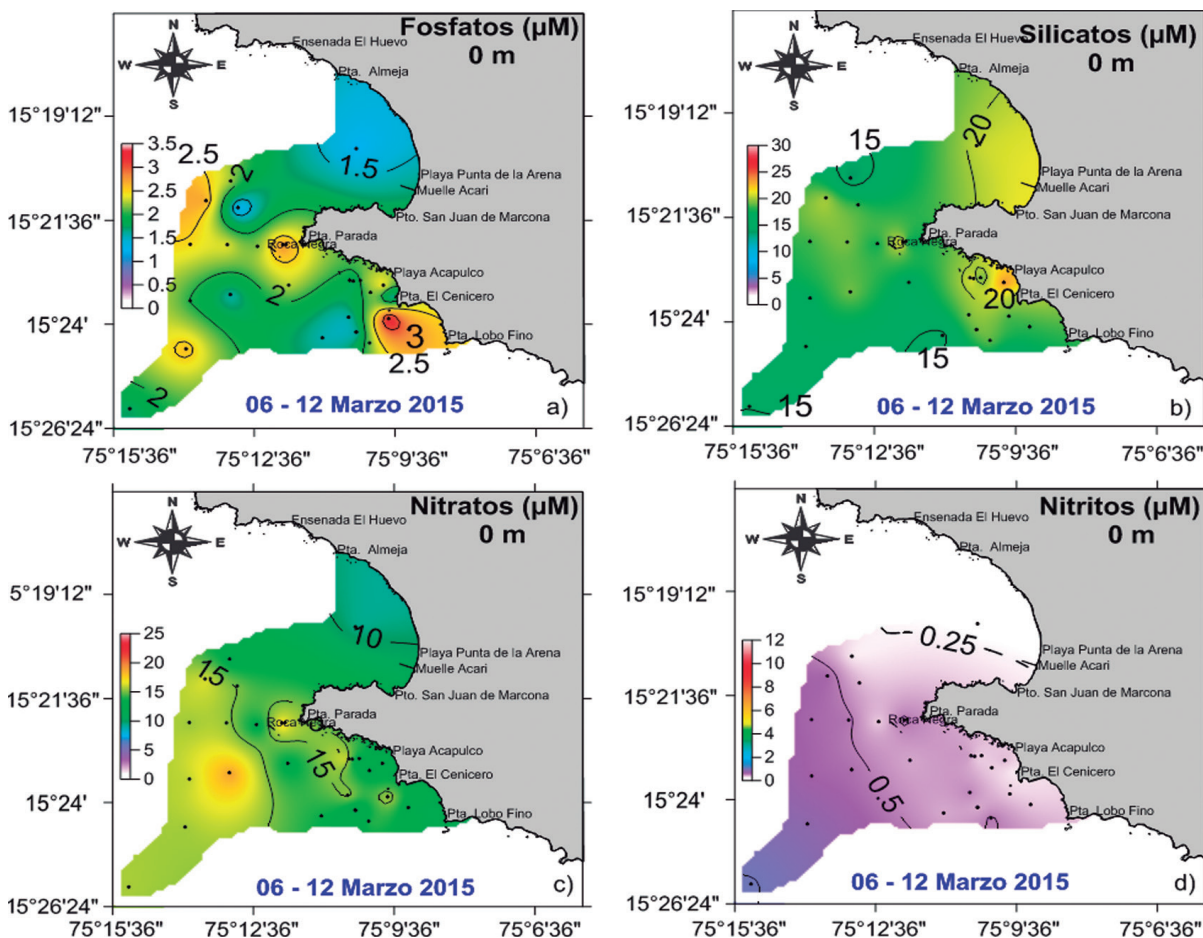


Figura 12.- Distribución superficial de: a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos, d) Nitritos. San Juan. 2015

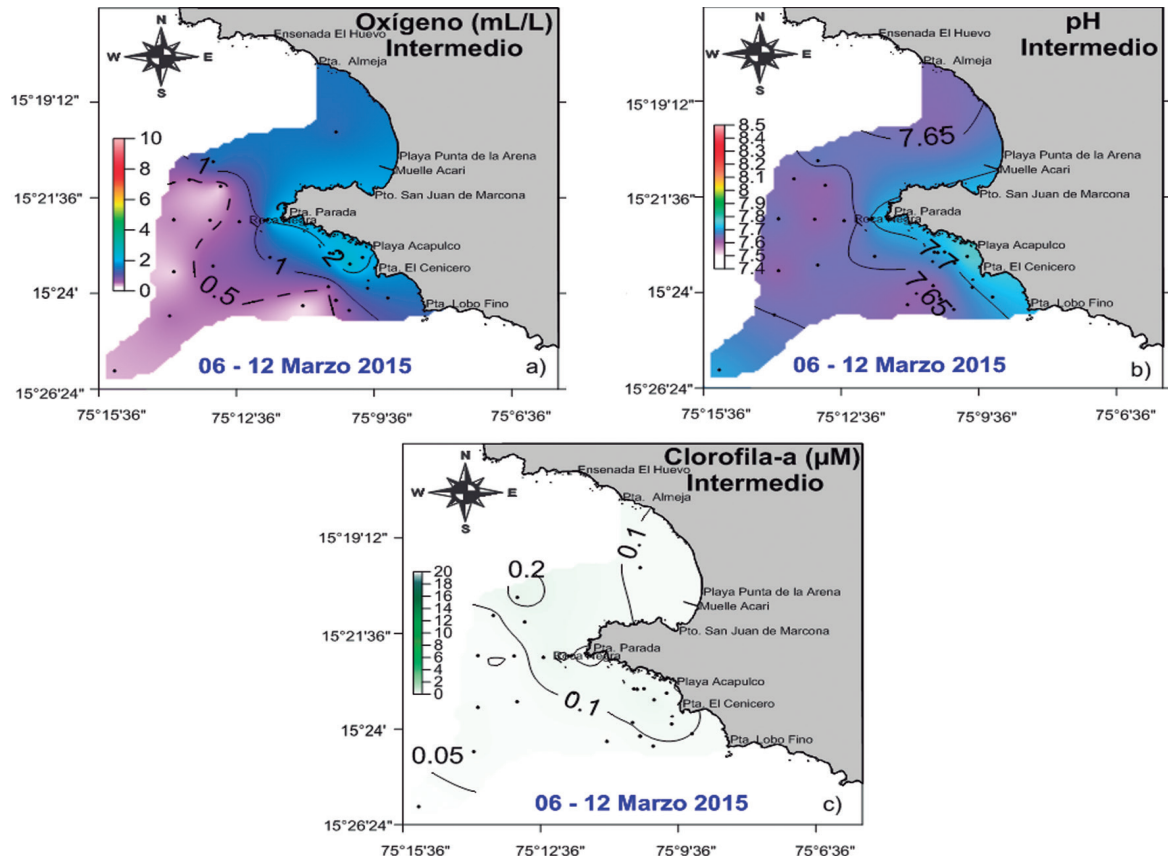


Figura 13.- Distribución a profundidad intermedia de: a) Oxígeno. b) pH, c) Clorofila-a. San Juan. 2015

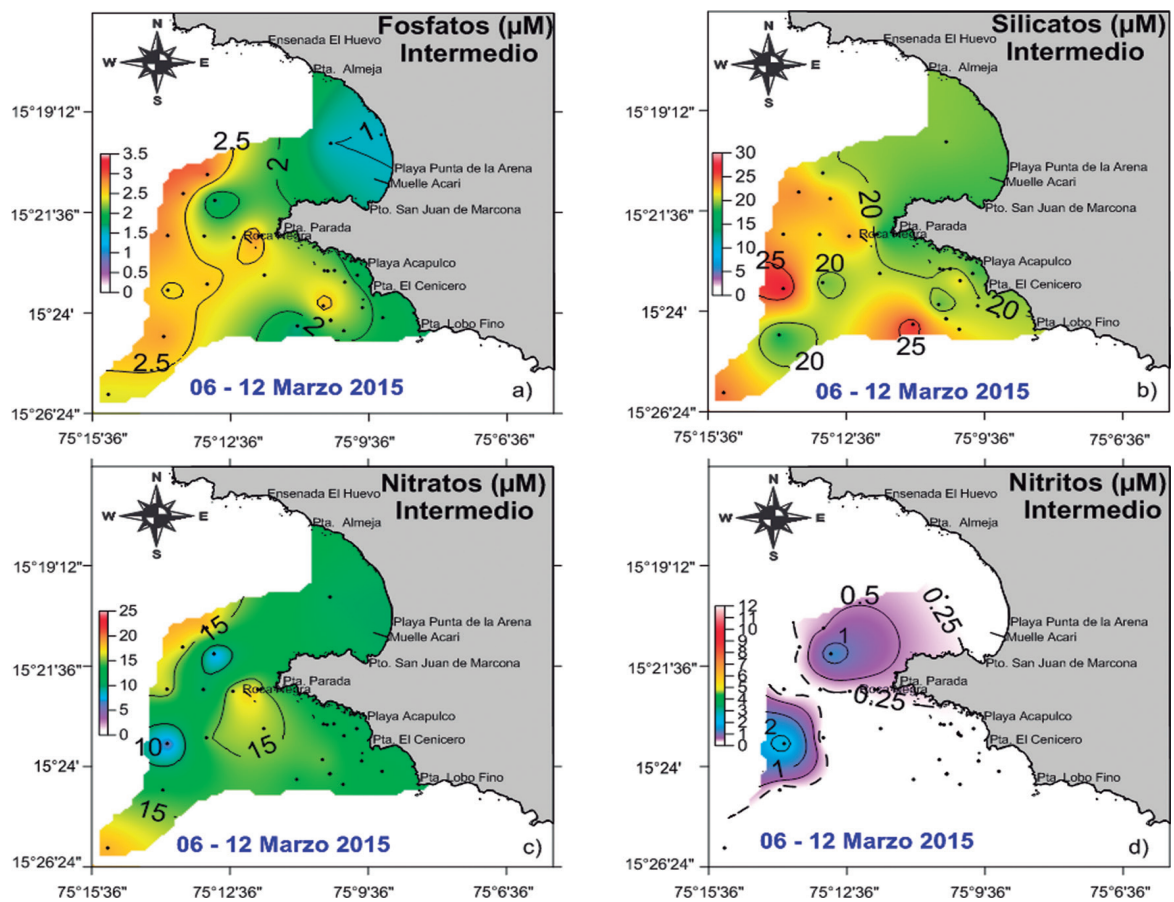


Figura 14.- Distribución a profundidad intermedia de: a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos, d) Nitritos. San Juan. 2015

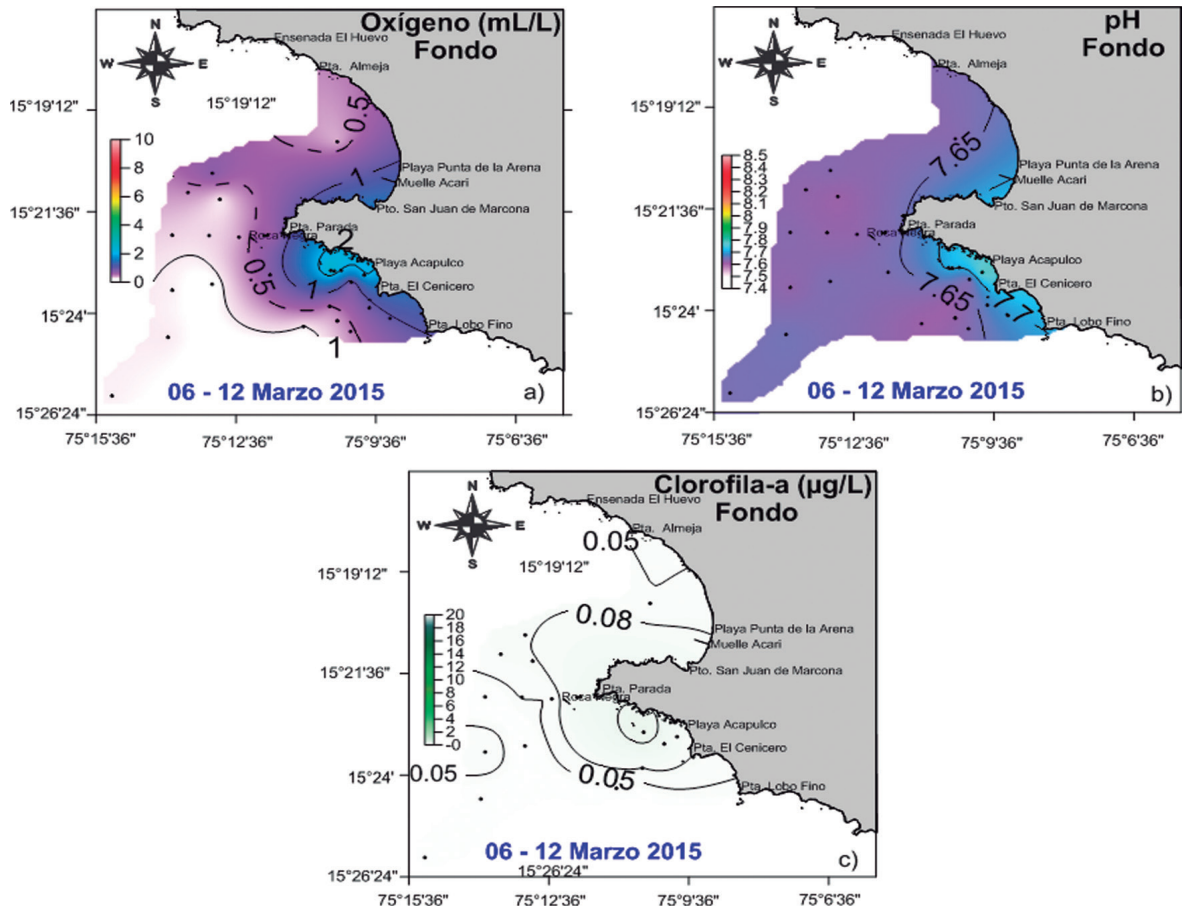


Figura 15.- Distribución cerca al fondo de: a) Oxígeno. b) pH, c) Clorofila-a. San Juan. 2015

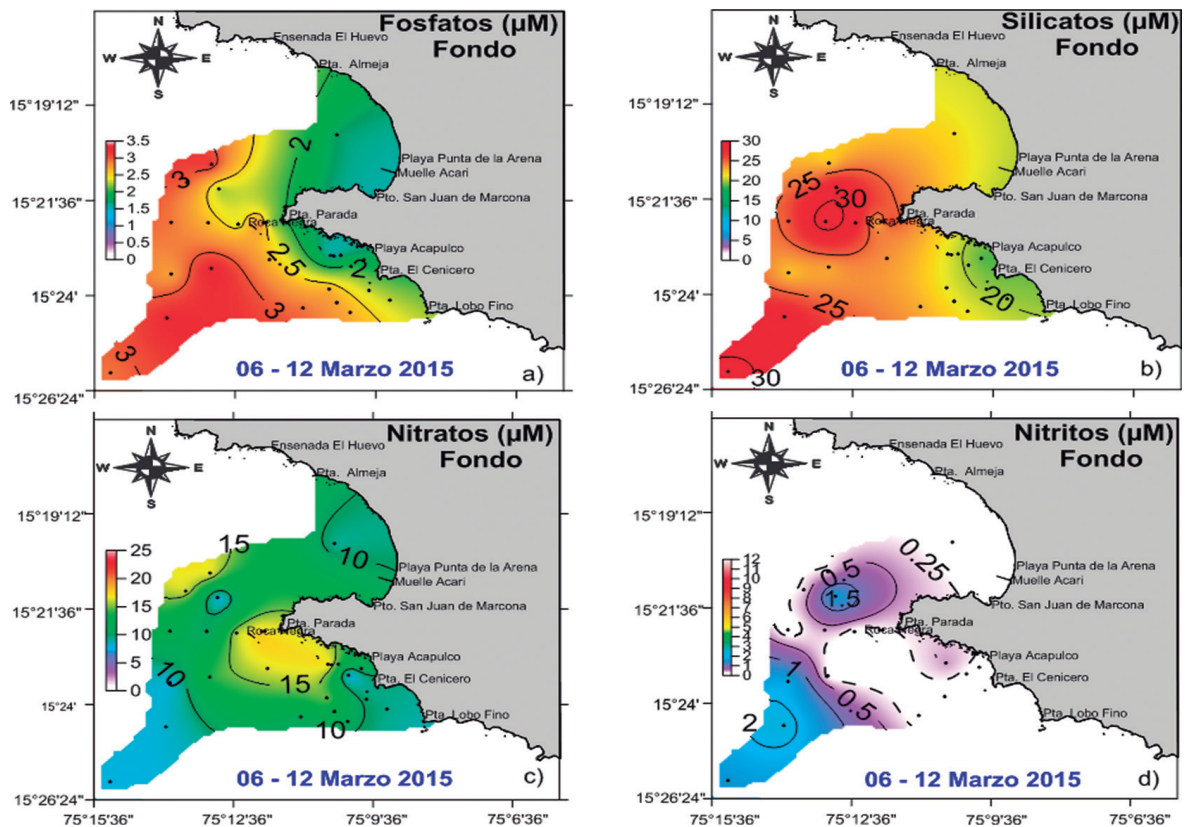


Figura 16.- Distribución cerca al fondo de: a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos, d) Nitritos. San Juan. 2015

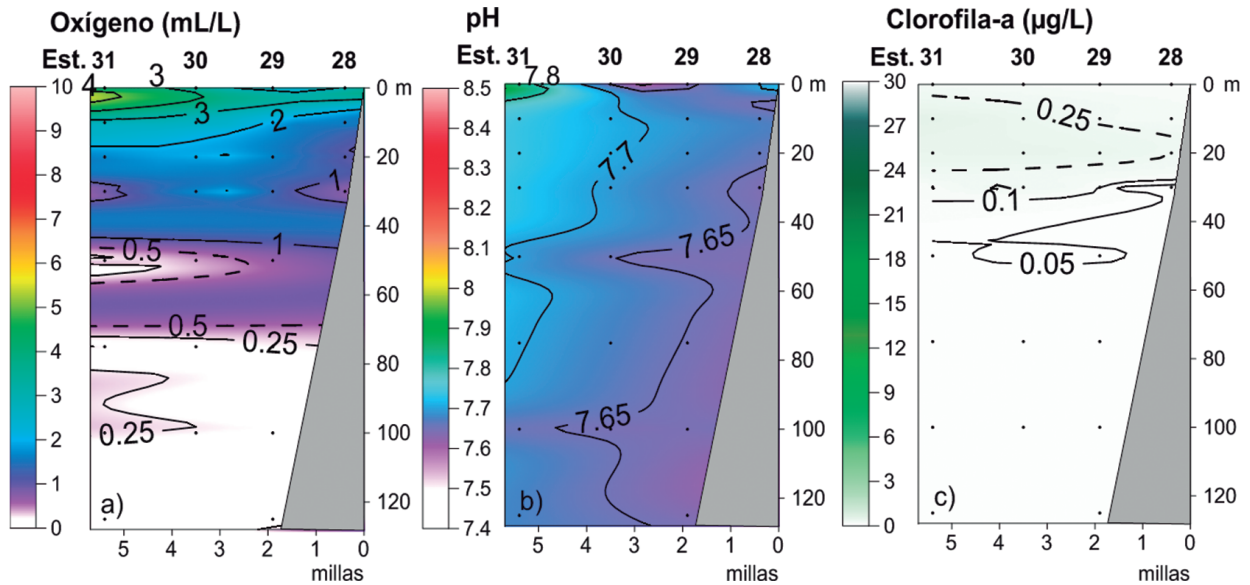


Figura 17.- Distribución vertical de: a) Oxígeno, b) pH, c) Clorofila-a. Frente a punta Parada. San Juan. 2015

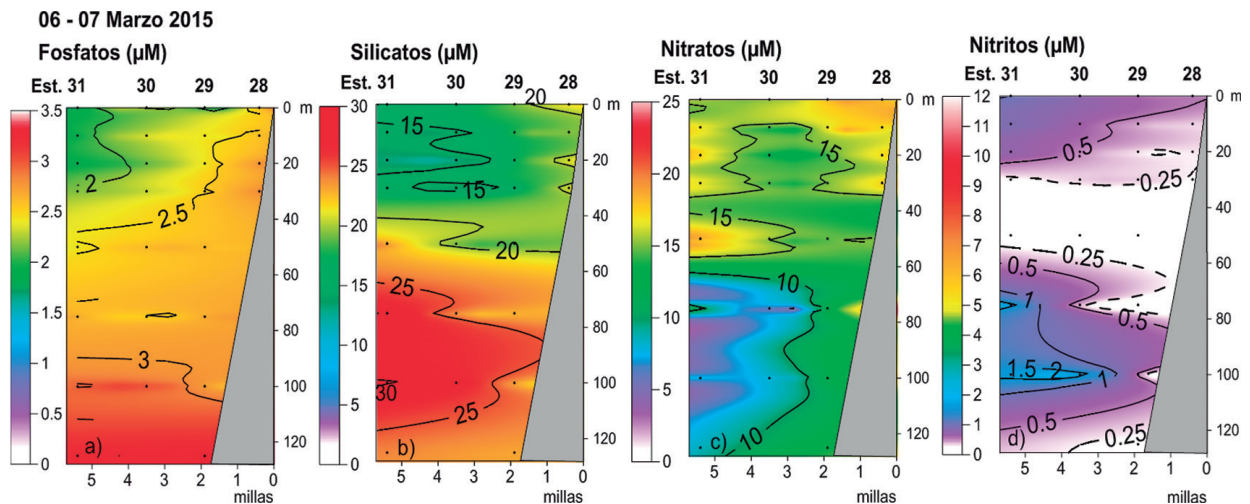


Figura 18.- Distribución vertical de nutrientes: a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos, d) Nitritos. Frente a punta Parada. San Juan. 2015

**Sección: Playa Acapulco
08 y 12 Marzo 2015**

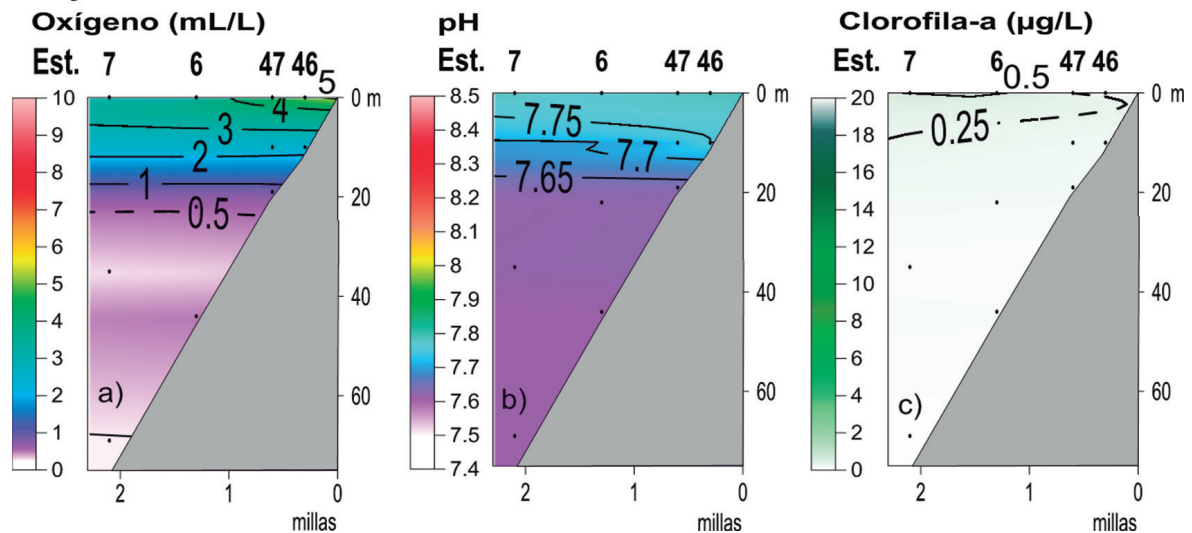


Figura 19.- Distribución vertical de: a) Oxígeno, b) pH, c) Clorofila-a. Frente a playa Acapulco. San Juan. 2015

Distribución de las variables químico oceanográficas a nivel de fondo

Oxígeno, pH y Clorofila-a

El oxígeno osciló entre 0,19 y 2,43 mL/L, la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) tuvo amplia distribución encontrándose al sur de punta Almeja hasta frente a punta Lobo Fino, un pequeño núcleo de 2 mL/L se localizó frente a playa Acapulco (Fig. 15a).

El pH presentó una capa homogénea en toda el área de estudio, varió entre 7,61 y 7,78 con promedio 7,64; pequeñas variaciones se dieron cerca de la línea costera (7,65 y 7,7) (Fig. 15b). La clorofila-a con bajos valores (0,05 – 0,08 µg/L) si se compara con el nivel intermedio (Fig. 15c).

Nutrientes a nivel de fondo

Los nutrientes (fosfatos, silicatos y nitratos) mostraron concentraciones dentro de los rangos normales, los que fueron más altos respecto al nivel intermedio. En nitritos, el rango varió entre 0,08 y 2,30 µM, promedio 0,57 µM. Las isólinas de 1 a 2 µM estarían relacionadas a los procesos de nitrificación (Fig. 16).

Distribución vertical

Sección punta Parada

El oxígeno en la columna de agua de 0 a 15 m de profundidad se caracterizó por no presentar oxiclina definida, pero se hallaron concentraciones <4 mL/L en toda la columna. Entre los 20 y 40 m se encontró la

capa homogénea. La iso-oxígena de 0,5 mL/L se ubicó entre 40 y 70 m (Fig. 17a).

El pH mostró distribución estratificada, observándose avance de aguas hacia la zona costera con valores entre 7,65 y 7,8 (Fig. 17b).

La concentración de clorofila-a fue muy pobre (0,05 – 0,5 µg/L) en toda la columna de agua (Fig. 17c).

Los fosfatos y silicatos se incrementaron con la profundidad, características normales; en cambio, los nitratos que deben seguir la misma tendencia disminuyeron por debajo de los 60 m y por fuera de las 2 mn, asociados al incremento de los nitritos 1 – 1,5 µM debido a los procesos de óxido- reducción (Fig. 18).

Sección playa Acapulco

Esta sección fue muy costera (2 mn). El oxígeno alcanzó hasta 5 mL/L, por encima de los 20 m las iso-oxígenas estuvieron estratificadas. La mínima de oxígeno estuvo ubicada a los 25 m de profundidad (Fig. 19a). El pH presentó una distribución muy semejante al oxígeno debido a la relación directa entre ambos parámetros (Fig. 19b). El rango de clorofila-a (0,25 – 0,5 µg/L) indicó concentraciones bajas en toda la columna de agua (Fig. 19c).

Los nutrientes tuvieron concentraciones características de aguas frías, dentro de las 2 mn se observó una capa homogénea en fosfatos y nitratos que a pesar de tener influencia de las aguas de mezcla (ACF y ASS) no se reflejó en los nutrientes (Fig. 20).

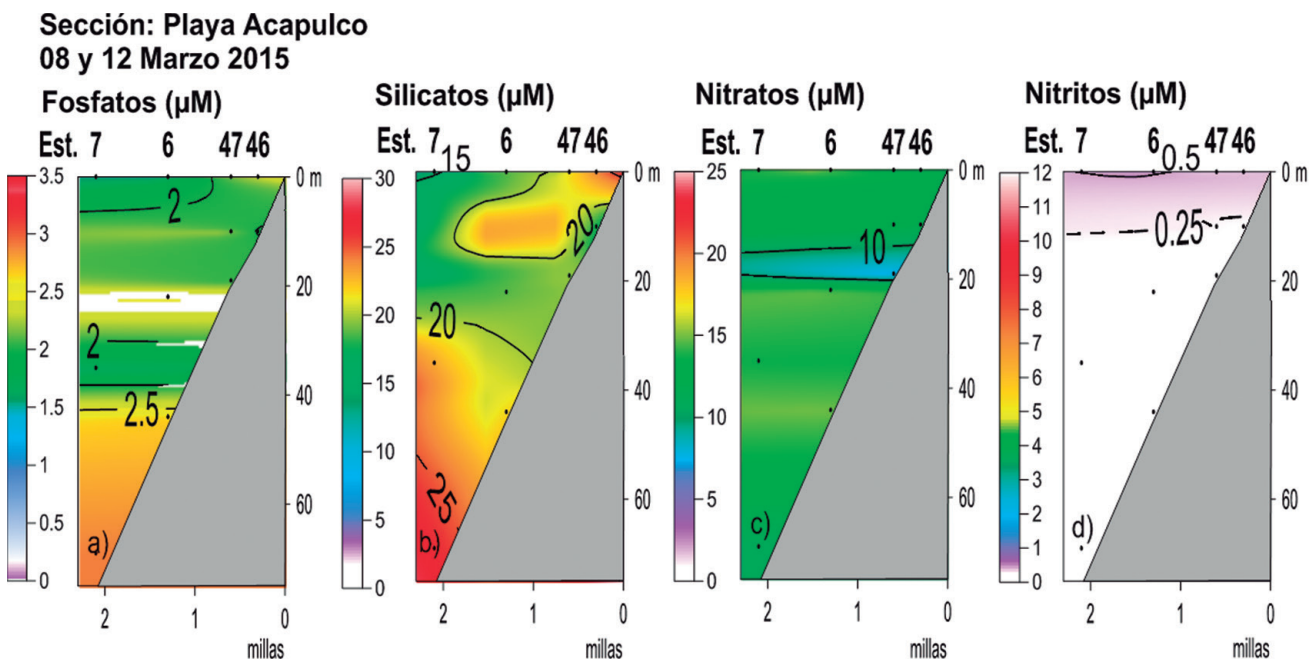


Figura 20.- Distribución vertical de nutrientes: a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos, d) Nitritos. Frente a playa Acapulco. San Juan. 2015

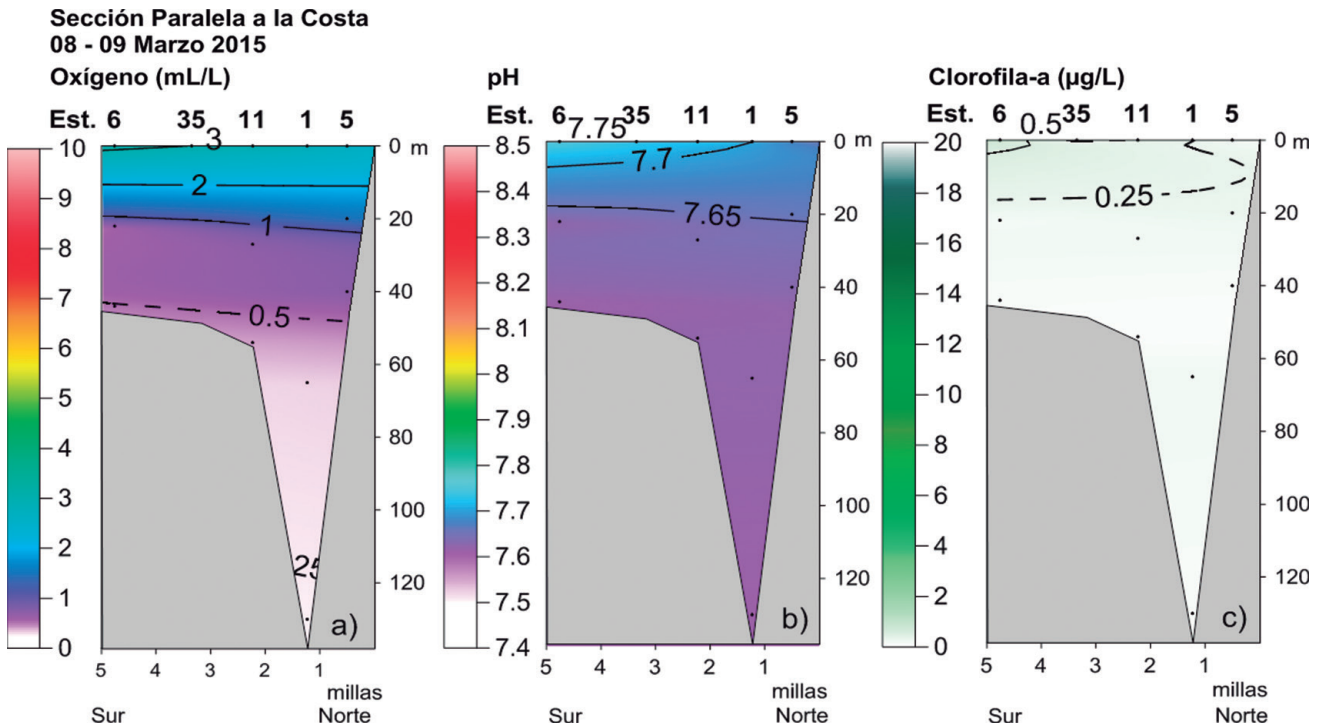


Figura 21.- Distribución vertical de: a) Oxígeno, b) pH, c) Clorofila-a. Sección paralela a la costa (aproximadamente 2 mn). San Juan. Marzo 2015

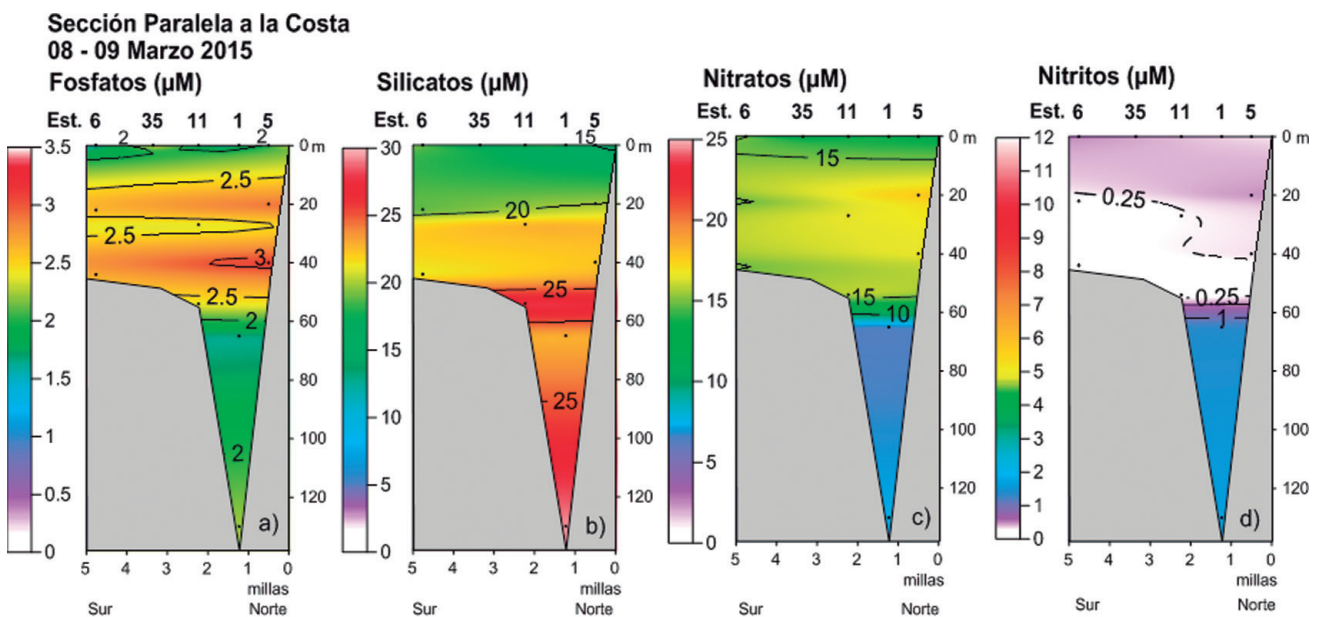


Figura 22.- Distribución vertical de nutrientes: a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos, d) Nitritos. Sección paralela a la costa (aproximadamente 2 mn). San Juan. Marzo 2015

Sección paralela a la costa

El oxígeno, al igual que en la sección anterior, mostró estratificación con solo tres iso-oxígenas (1-3 mL/L) por encima de 20 m; entre la iso-oxígena de 0,5 y 1 mL/L se encontró una capa homogénea de 20 m. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) estuvo aproximadamente a los 50 m (Fig. 21a). El pH mostró características muy semejantes al oxígeno con una capa homogénea por debajo de los 20 m (Fig. 21b).

La clorofila-a fue pobre tanto al sur como al norte (Fig. 21c).

Las concentraciones de los nutrientes (fosfatos y silicatos) se distribuyeron dentro de los rangos normales y en forma homogénea en la columna de agua. Los nitratos entre los 0 y 58 m se presentaron en una capa homogénea y por debajo de los 60 m se halló disminución de nitratos asociado al máximo de nitritos (1 µM) por procesos de óxido reducción (Fig. 22).

4. DISCUSIÓN

El ambiente marino en el área de estudio, por lo general, presenta condiciones típicas de afloramiento (bajas temperaturas y salinidades <35,0 ups). Entre febrero y abril 2015 y ante la aproximación de Aguas Subtropicales Superficiales (Cr. Pelágico 1502-04) se registró incremento en la salinidad costera, tipificándose como aguas de mezcla, con predominio de las Aguas Costeras Frías.

En la distribución de oxígeno en superficie, prevalecieron valores menores a 4 mL/L, a excepción de un pequeño núcleo de 5 mL/L frente a playa Acapulco; estas concentraciones tienden a disminuir en la columna de agua y existe relación directa con el pH. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) en punta Parada (que tiene 130 m de profundidad y está a 5,5 mn de la costa) se encontró a 70 m. En la sección playa Acapulco (que tiene 60 m de profundidad y está a 2 mn de la costa) se ubicó a 25 m. En la sección paralela a la costa, al norte y hacia el sur, la mínima se ubicó a 50 m, en comparación con el verano del 2014 (MORÓN et al. 2015) que fue encontrada más superficial (entre 20 y 40 m).

En clorofila-a predominaron concentraciones menores a 0,5 µg/L en los tres niveles (superficie, intermedio y fondo), solo en superficie se encontró un pequeño núcleo de 1 µg/L frente a punta Parada característica que fue muy semejante al verano del 2014, con la excepción que cerca de la costa se halló un núcleo de hasta 1,5 µg/L; las bajas concentraciones se deberían a que las aguas son muy frías y no habría mucha actividad fotosintética.

Los nutrientes tanto a nivel de superficie como en la distribución vertical, presentaron concentraciones dentro de rangos normales encontrándose estabilidad en la columna de agua con presencia de capas homogéneas, características que fueron diferentes en el

verano 2014 en donde hubo la presencia de aguas de mezcla (ACF y ASS) observándose la profundización de la nutriclina hasta 20 m.

5. CONCLUSIONES

Predominancia de Aguas Costeras Frías y cierta mezcla por aproximación de Aguas Subtropicales Superficiales.

Las características químicas, correspondieron a ACF con una pequeña mezcla de aguas (ACF y ASS) que estuvieron asociadas a temperaturas menores de 17 °C y salinidades entre 35,02 y 35,05 ups.

El oxígeno mostró valores menores a 5 mL/L y estuvo en relación con los altos contenidos de nutrientes en la superficie y columna de agua.

Valores menores a 0,5 mg/L de clorofila-a predominaron en gran parte del área estudiada, tanto en superficie como en la distribución vertical. Solo un pequeño núcleo de 1 µg/L se encontró en superficie frente a punta Parada.

6. REFERENCIAS

- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of WINKLER method for determination dissolved oxygen in sea water. *J. Mar. Res.* 24: 286-318.
- HOLM-HANSEN A, LORENZEN C, HOLMES R, STRICKLAND J. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *Cons. Perm. Explor.* 30: 3-15.
- MORÓN O, QUISPE J, FLORES G, LORENZO A, NAKASAKI C, SOLÍS J, GÓMEZ E. 2014. Caracterización de los procesos físicos, químicos, biológicos y sedimentológicos del ecosistema en San Juan de Marcona. Informe Interno Instituto del Mar del Perú. IMARPE.
- STRICKLAND J, PARSONS T. 1972. *Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fisheries Board of Canada. Ottawa. Bulletin 167.