

INFORME TÉCNICO DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN LA ZONA MARINO COSTERA Nro. 1

Estaciones 10 millas costa afuera-enero de 2025

1. INTRODUCCIÓN.

El Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada realiza a través de la Dirección de Oceanografía y Meteorología Marina el monitoreo oceanográfico en estaciones ubicadas aproximadamente a 10 millas del borde costero continental. En este informe se encuentra el análisis del comportamiento de las variables en la columna de agua desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, aproximadamente. Las estaciones de muestreo se ubican frente a Punta Galera, en Esmeraldas; Manta, en Manabí, y La Libertad, en Santa Elena.

El objetivo del monitoreo es describir las condiciones oceánicas en la columna de agua registrada en cada estación considerando las características físicas, químicas y biológicas frente a la costa continental del Ecuador, y analizar si estas corresponden a valores anómalos o si se encuentran cercanos a la climatología, considerando el actual desarrollo de condiciones La Niña en el Pacífico central.

2. RECOLECCIÓN DE DATOS

Los puntos de monitoreo se encuentran aproximadamente a 10 millas del borde costero en sentido perpendicular a la línea de costa, ver Figura 1 y sus posiciones en Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo.

| ESTACIONES FIJAS | FECHA DEL MONITOREO | COORDENADAS | |
|------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| | | LATITUD | LONGITUD |
| Esmeraldas | 21 de enero | 0° 52' 8.4" N | 80° 11' 6" O |
| Manta | 23 de enero | 0° 52' 58.8" S | 80° 49' 58.8" O |
| La Libertad | 25 de enero | 2° 4' 59.82" S | 81° 5' 21.12" O |

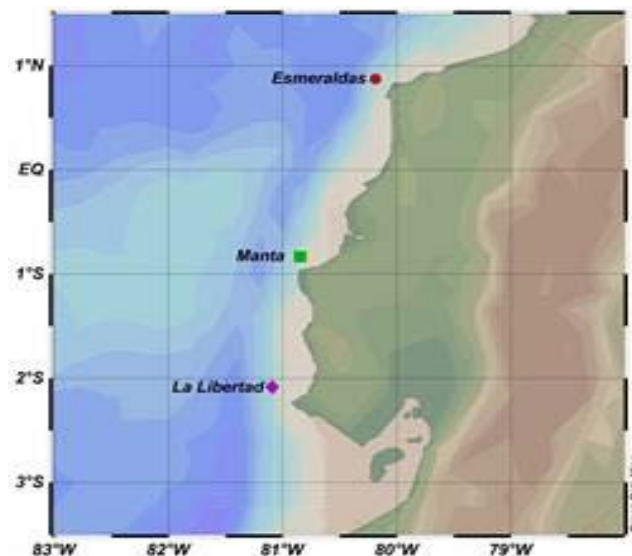


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo

Se realizaron registros, oceanográficos y meteorológicos, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Mediciones de temperatura, conductividad, oxígeno y presión en la columna de agua (hasta 100 m) con un equipo perfilador CTDO modelo SBE 19 plus.
- Recolección de muestras de agua a profundidades estándar (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m), a partir de estas muestras, se analizan nutrientes (nitrato, nitrito, fosfato, y silicato), oxígeno disuelto, clorofila a y contajes celulares.
- Recolección de muestras planctónicas (fito y zooplancton) mediante lances verticales en los estratos de 10 a 20 m y de 40 a 50 m, arrastres superficiales con redes tipo cilindro cónica simple, con estas muestras se realiza el análisis cualitativo y cuantitativo de los organismos.

3. RESULTADOS

3.1. TEMPERATURA Y SALINIDAD

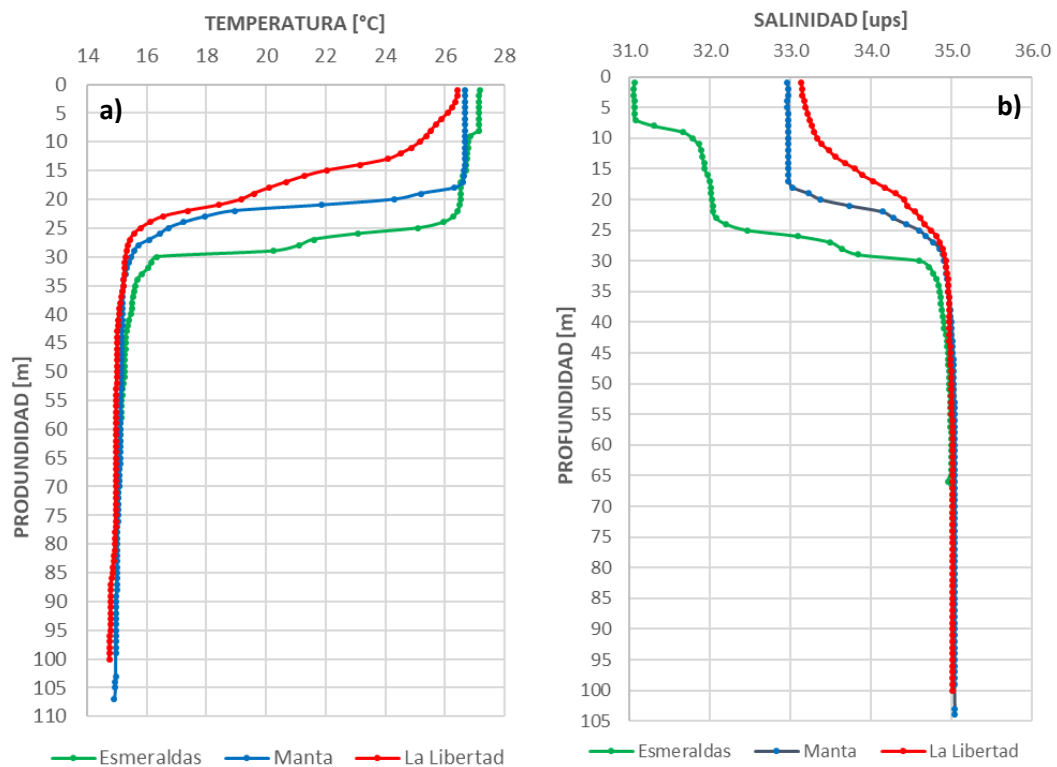


Figura 2. Perfiles de la a) temperatura del mar y b) salinidad en las 3 localidades del monitoreo ubicadas en la costa continental en enero 2025.

La Temperatura superficial del mar (TSM) en las estaciones estuvo entre 27.2°C (Esmeraldas) y 26.4°C (La Libertad). En comparación con diciembre 2024, en enero 2025, la TSM en las tres estaciones incrementó y fue superior a su climatología. Se identificó anomalía de temperatura (ATSM) positiva; con la más alta, en Manta (+1°C); en La Libertad (+0.7°C) y en Esmeraldas (+0.4°C), Figura 2.

Las estaciones muestreadas se presentaron bien estratificadas, con una capa de mezcla hasta los 20 metros aproximadamente para Manta y Esmeraldas, y hasta los 5 metros en La Libertad. La estratificación se observa de mayor intensidad en Manta y Esmeraldas. La termoclina varió en el rango de temperatura entre 26.4 °C y 16°C aproximadamente, además bajo los 40 metros se homogenizó en 15 °C; tanto la

termoclina como la isoterma de 20°C (Z20) estuvieron a menor profundidad en relación con diciembre 2024.

Con respecto a la salinidad en superficie, en Esmeraldas (31.07 ups) se registró menor valor que el climatológico; y en La Libertad (33.13 ups) y en Manta (32.96 ups), valores cercanos a la climatología. Después de los 40 m se puede observar el agua más homogénea con un valor de salinidad de 35 ups.

3.2. OXÍGENO DISUELTO Y NUTRIENTES

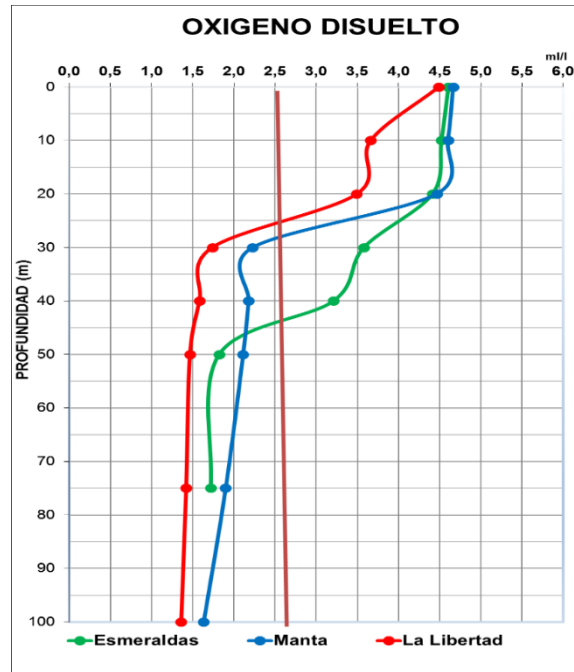


Figura 3. Perfil de oxígeno disuelto (ml/L) en la columna de agua hasta los 100 m en las tres estaciones muestreadas en enero 2025

Tabla 2. Contenido de oxígeno disuelto de la columna de agua en enero/2025.

| CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO ESTACIONES FIJAS | | | |
|--|------------|-------|-------------|
| Parámetro | Esmeraldas | Manta | La Libertad |
| O.D. Superficial diciembre 2024 (ml/L) | 4.74 | 4.73 | 4.92 |
| O.D. Superficial enero 2025 (ml/L) | 4.60 | 4.66 | 4.49 |
| Climatológico superficial enero últimos 10 años (ml/L) * | 4.72 | 4.86 | 4.95 |
| O.D. Columna de agua de 0 a 100 m- enero 2025 (ml/L) | 3.41 | 2.97 | 2.40 |
| O.D. Columna de agua de 30 a 100 m- enero 2025 (ml/L) | 2.58 | 2.01 | 1.51 |
| Profundidad (m) de la concentración de 2.5 ml/L – enero 2025 | 45 | 30 | 25 |

Fuente. INOCAR 2024, 2025, Base de datos de climatología 10 millas*

En comparación a diciembre 2024, en enero 2025 se registró una disminución del contenido de oxígeno disuelto en la superficie de las tres estaciones muestreadas. La mayor reducción se observó en La Libertad al comparar los valores de oxígeno disuelto superficial de enero 2025 con la climatología; en Esmeraldas y Manta se presentaron disminuciones leves (-0.12 y -0.20 ml/L), mientras que en la Libertad se presentó la mayor desviación (-0.46 ml/L), la cual está relacionada con el ascenso de la oxiclina y disminución de la

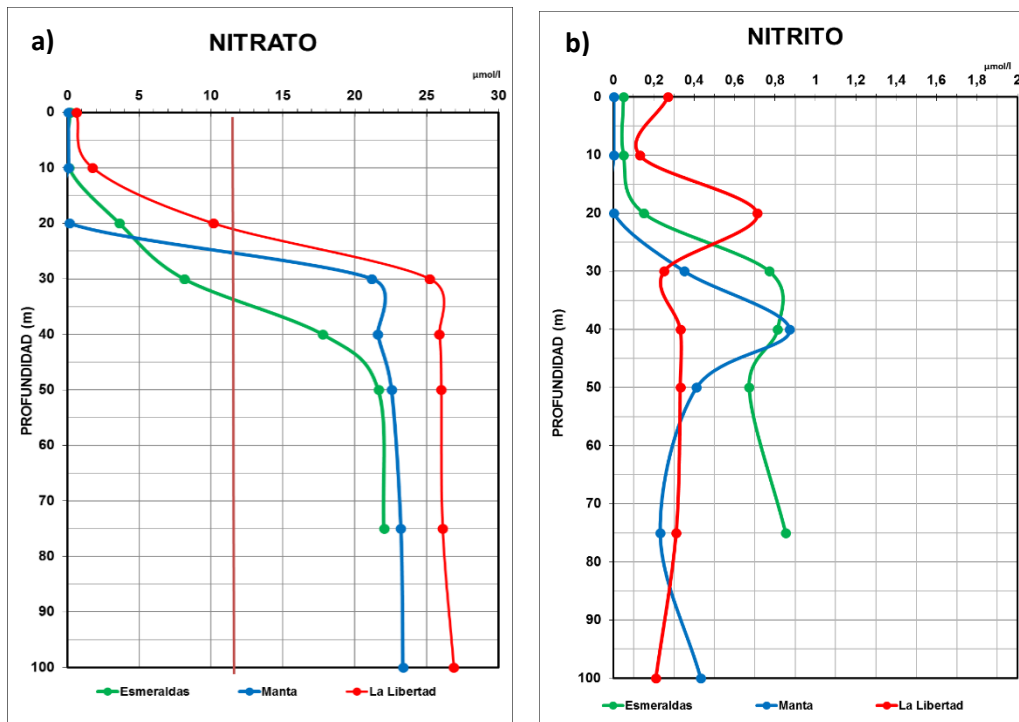
capa de mezcla. En esta estación la capa de mezcla no está bien configurada, la oxiclina se inicia en los primeros 10 m aproximadamente, lo que implica estratificación y mayor consumo de oxígeno en esta zona. En cambio, en Esmeraldas y Manta la oxiclina está más profunda, inicia desde los 20 m, sugiriendo mayor mezcla y oxígeno disuelto en la columna de agua.

Tabla 3. Caracterización del contenido de nutrientes en enero/2025.

| Parámetro | Esmeraldas | Manta | La Libertad |
|--|------------|---------|-------------|
| Ubicación de la nutriclina | 35 a 40 | 20 a 30 | 10 a 20 |
| Nitrato superficial ($\mu\text{mol/L}$) | 0.21 | 0.07 | 0.63 |
| Nitrito superficial ($\mu\text{mol/L}$) | 0.05 | 0.001 | 0.27 |
| Fosfato superficial ($\mu\text{mol/L}$) | 0.05 | 0.25 | 0.05 |
| Silicato superficial ($\mu\text{mol/L}$) | 1.71 | 1.71 | 2.31 |

Fuente: INOCAR 2025

Superficialmente los nitratos, nitritos y fosfatos presentaron menores concentraciones en comparación al mes anterior y a su climatología, a diferencia del silicato que es ligeramente mayor a diciembre 2024 y a su climatología. En enero 2025, la nutriclina se ubicó a los 35 metros en Esmeraldas, a 10 metros en La Libertad; ambos a menor profundidad en relación a diciembre 2024.



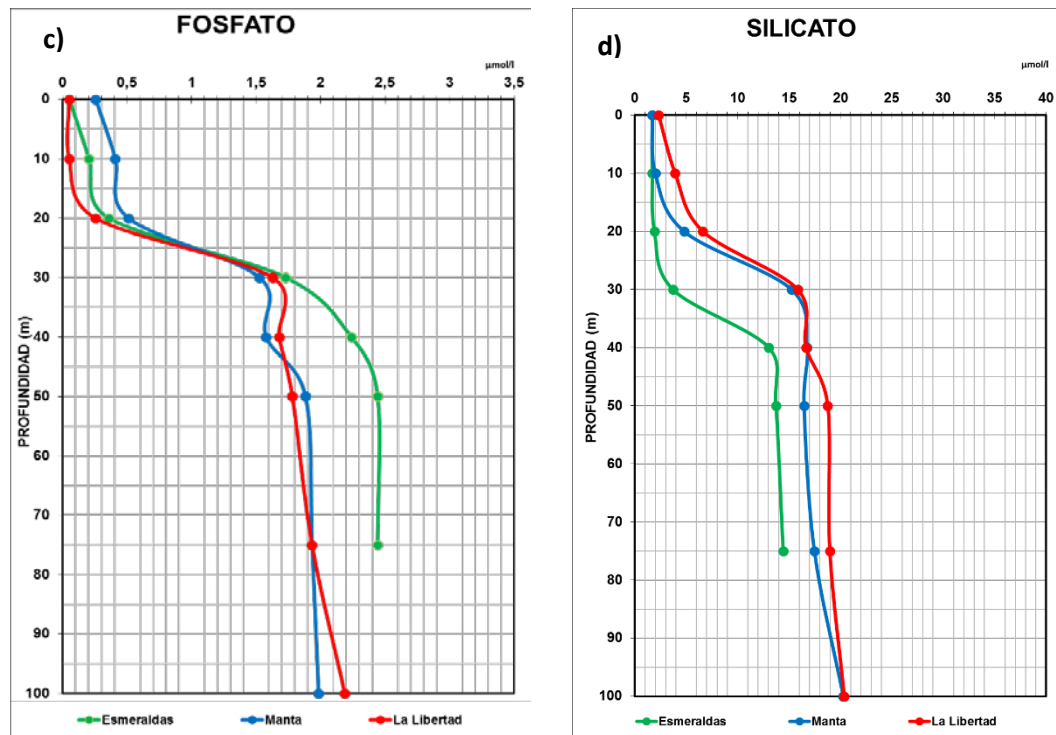


Figura 4. Perfil de nutrientes en las tres localidades de la costa continental; a) nitrato, b) nitrito, c) fosfato y d) silicato.

En Esmeraldas, los nitratos son casi inexistentes en la superficie, aumentando progresivamente hasta alcanzar su máximo a 75 metros (22.03 $\mu\text{mol/L}$), reflejando la regeneración de nutrientes en aguas profundas. Los fosfatos y silicatos también muestran un incremento en la columna de agua, con valores máximos de 2.44 $\mu\text{mol/L}$ y 14.44 $\mu\text{mol/L}$, respectivamente.

Manta se evidencia un comportamiento similar, con nitratos casi nulos en la superficie y un incremento gradual hasta llegar a 23.34 $\mu\text{mol/L}$ a 100 m. Los fosfatos y silicatos también aumentan en profundidad, llegando a 1.98 $\mu\text{mol/L}$ y 20.26 $\mu\text{mol/L}$, respectivamente. La baja concentración superficial de nitritos y su leve aumento en profundidad sugieren una actividad bacteriana moderada en el ciclo del nitrógeno.

Por su parte, La Libertad muestra las mayores concentraciones de nitratos y silicatos en profundidad, alcanzando hasta 26.88 $\mu\text{mol/L}$ y 20.36 $\mu\text{mol/L}$ a los 100 m, respectivamente. Esto podría indicar que esta zona más influenciada por afloramientos o corrientes profundas que transportan nutrientes desde el fondo.

3.3. CLOROFILA, FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON

3.3.1. CLOROFILA

De las tres estaciones monitoreadas, La Libertad presentó la máxima concentración de clorofila con 4.34 mg/m^3 a los 20 m y un segundo núcleo de 2.01 mg/m^3 ubicado a los 10 m; seguido de Esmeraldas con un núcleo a los 30 m de 3.81 mg/m^3 . En Manta se observó la menor concentración de clorofila de las tres estaciones, siendo el mayor valor a los 20 metros de 1.12 mg/m^3 (Figura 2).

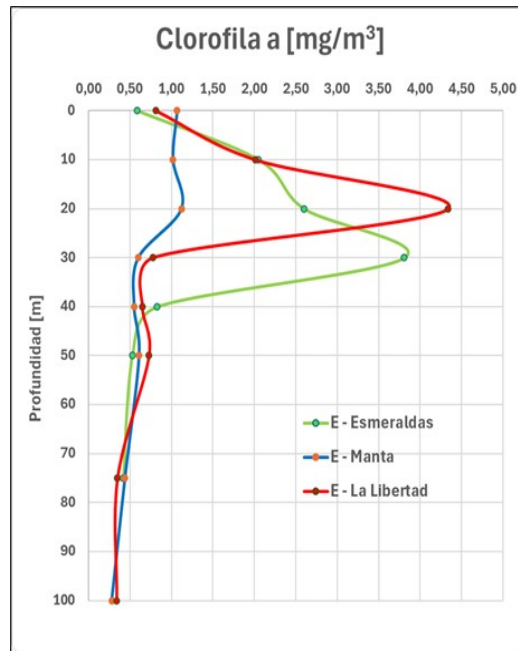


Figura 5. Distribución de Clorofila a en las tres estaciones fijas, durante enero de 2025.

En superficie se encontraron especies de aguas cálidas tales como *Pseudosolenia calcar-avis* (6%) y *Ceratium macroceros* (0.5%) presentándose una baja abundancia las tres estaciones (Figura 5).

En tanto que en Esmeraldas a los 40-50 metros estuvo caracterizada por la dominancia de *Skeletonema costatum* (45 %), la cual según Cupp (1943), es típica de aguas costeras y está ampliamente distribuida en todos los mares; además de *Chaetoceros curvisetus* (18.6%).

La estación de Manta estuvo caracterizada, en el estrato 10 a 20 metros, por la abundancia de *Eucampia zoodiacus* (45.5%) y *Rhizosolenia imbricata* (31.10%), especies indicadoras de aguas costeras.

Tabla 4. Abundancia relativa (%) de las principales especies de fitoplancton registradas en superficie y en los diferentes estratos en las estaciones del 20 al 27 de enero de 2025.

| Especies | Superficial | | | 10-20 m | | | 40-50 m | | |
|-----------------------|-------------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | E | M | LL | E | M | LL | E | M | LL |
| <i>Ch. curvisetus</i> | 0.15 | 23.78 | 0.69 | 0.91 | 1.52 | 30.60 | 18.60 | 0 | 41.38 |
| <i>G. striata</i> | 0 | 3.81 | 0.39 | 10.0 | 0.18 | 27.63 | 10.38 | 0 | 16.73 |
| <i>R. imbricata</i> | 5.56 | 1.00 | 32.29 | 7.52 | 31.10 | 20.99 | 9.23 | 49.48 | 13.74 |
| <i>L. danicus</i> | 36.13 | 60.06 | 1.07 | 19.59 | 6.46 | 14.92 | 1.04 | 0 | 21.32 |
| <i>R. hebetata</i> | 0.04 | 0.16 | 0.15 | 0.03 | 0.54 | 0.69 | 0.04 | 0 | 0 |
| <i>P. alata</i> | 11.95 | 0.53 | 3.07 | 7.82 | 1.74 | 0.76 | 0.36 | 10.58 | 0 |
| <i>E. zoodiacus</i> | 27.71 | 1.98 | 38.94 | 34.3 | 45.54 | 0.20 | 0.20 | 0 | 0.10 |
| <i>S. costatum</i> | 0 | 0.55 | 0 | 2.04 | 0 | 0 | 45.04 | 0 | 0 |
| <i>S. palmeriana</i> | 0.85 | 0 | 10.02 | 1.09 | 0.22 | 0.34 | 1.42 | 18.95 | 0 |
| <i>P. calcar-avis</i> | 6.03 | 0.44 | 0.66 | 3.94 | 0.29 | 0.13 | 0.21 | 9.47 | 0 |
| <i>C. macroceros</i> | 0.56 | 0.05 | 0.26 | 1.08 | 0.44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otras especies | 11.02 | 7.64 | 12.46 | 11.6 | 11.97 | 3.74 | 13.48 | 11.52 | 6.73 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

La mayor concentración de clorofila observada en La Libertad se debe a la abundancia de *Chaetoceros curvisetus* (30%) y *Guinardia striata* (27%) registradas en los estratos 10-20 metros, como se muestra el análisis de las componentes canónicas (Figura 6).

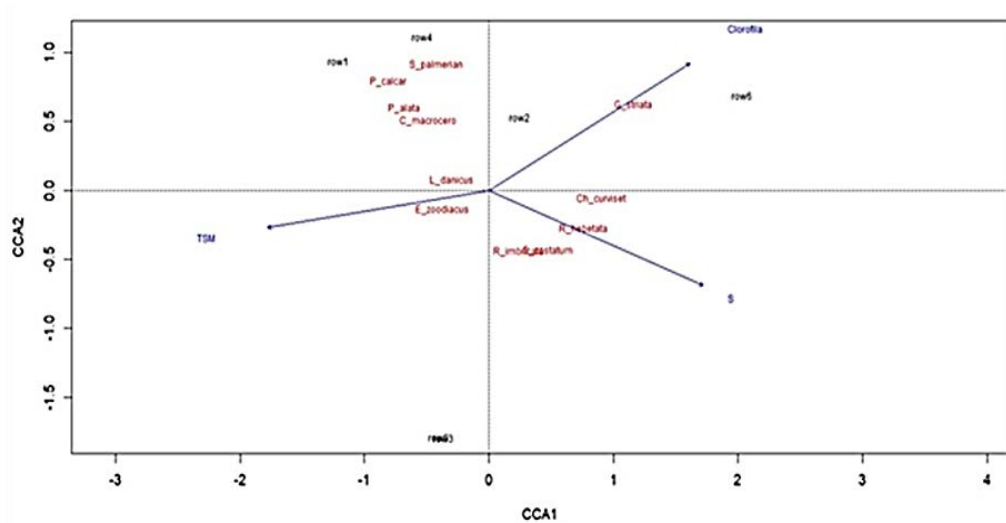


Figura 6. Análisis de las componentes canónicas en las tres estaciones fijas durante enero-2025.

3.3.2. DISTRIBUCIÓN DE FITOPLANCTON CUANTITATIVO (CONTAJE CELULAR)

Las concentraciones de fitoplancton en las tres localidades estudiadas mostraron variabilidad, con la máxima densidad algal en Esmeraldas (115120 Cél.L⁻¹) en superficie. Esta densidad disminuye a medida que se profundiza, observándose a 10 metros (69440 Cél.L⁻¹) y a 20 metros (82480 Cél.L⁻¹), con la menor densidad significativa a 50 metros (2640 Cél.L⁻¹). De manera similar, en Manta se observó una concentración elevada de fitoplancton en superficie (39000 Cél.L⁻¹), que disminuyó con la profundidad, alcanzando una escasa concentración (160 Cél.L⁻¹) a los 50 metros (Figura 7).

En La Libertad, las concentraciones fitoplanctónicas mostraron una fluctuación notable. A los 10 metros se encuentra la mayor concentración (46600 Cél.L⁻¹), mientras que, a mayor profundidad, a 100 metros, los valores disminuyeron considerablemente a 520 Cél.L⁻¹; esto sugiere una distribución heterogénea de fitoplancton en función de la profundidad y las condiciones locales de cada estación (Figura 7). Esta variabilidad en las concentraciones de fitoplancton puede estar relacionada con factores como la disponibilidad de nutrientes, la temperatura y la dinámica de las corrientes.

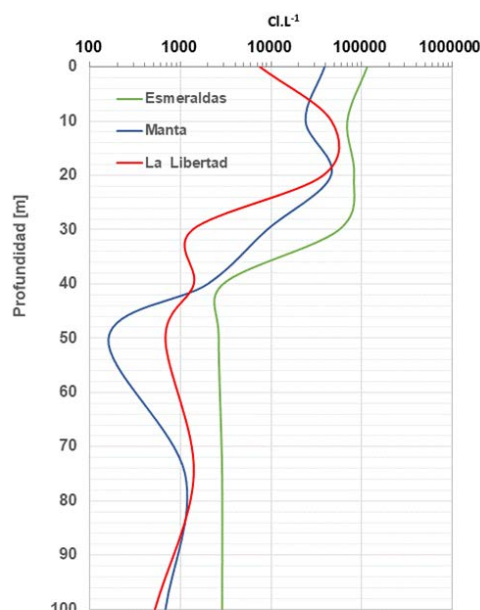


Figura 7. Distribución de la abundancia fitoplanctónica (Cél.L-1), en la columna de agua en 3 estaciones fijas.

La abundancia fitoplanctónica estuvo representada predominantemente por las diatomeas (99%) (Tabla 2s.). Entre las especies de diatomeas más abundantes se encontraron *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *Guinardia striata*, *Chaetoceros curvisetus*, diatomeas de aguas costeras y oceánicas. Estas especies desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas marinos, siendo una fuente primaria de alimento para una gran variedad de organismos y contribuyendo significativamente a la productividad primaria frente a las costas del Ecuador.

Tabla 5. Abundancia relativa (%) de los principales grupos del fitoplancton en las estaciones fijas.

| Profundidad | Esmeraldas | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | 0 m | 10 m | 20 m | 30 m | 40 m | 50 m | 75m | 100m |
| Diatomeas | 99 | 99 | 100 | 99 | 96 | 94 | 99 | NA |
| Dinoflagelados | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 6 | 1 | NA |
| Cél/L | 115120 | 69440 | 82480 | 56400 | 2960 | 2640 | 2880 | 0 |
| Profundidad | Manta | | | | | | | |
| | 0 m | 10 m | 20 m | 30 m | 40 m | 50 m | 75m | 100m |
| Diatomeas | 99 | 97 | 99 | 98 | 100 | 75 | 93 | 94 |
| Dinoflagelados | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 25 | 7 | 6 |
| Cél/L | 39000 | 24040 | 45920 | 9040 | 2000 | 160 | 1120 | 680 |
| Profundidad | La Libertad | | | | | | | |
| | 0 m | 10 m | 20 m | 30 m | 40 m | 50 m | 75m | 100m |
| Diatomeas | 90 | 94 | 97 | 91 | 86 | 47 | 86 | 92 |
| Dinoflagelados | 8 | 6 | 3 | 9 | 14 | 53 | 14 | 8 |
| Cél/L | 7520 | 46600 | 37560 | 1360 | 1400 | 680 | 1400 | 520 |

3.3.3. ABUNDANCIA RELATIVA DEL ZOOPLANCTON.

Del análisis de tres estaciones fijas, Manta presentó el mayor número de individuos del zooplancton con 28000 ind /m³, en la capa superficial y estuvo caracterizada por la dominancia de copépodos con 64.8 % seguidos por cladóceros correspondiente a la especie *Evadne tergestina* (Claus, 1864). Continúa La Libertad con 19747 ind/m³, compuesto por un 88.9% de copépodos y un 8.1% de quetognatos (Tabla 6).

En la columna de agua, en el estrato de 10 a 20 metros se registró la mayor abundancia zooplanctónica para esta estación, compuesta por 51.2% de copépodos y 11.72% de ostrácodos. En el estrato 40 a 50 metros, la mayor concentración se presentó en Manta, observándose quetognatos con el 85 % del total de organismos. (Tabla 6)

Tabla 6. Abundancia relativa (%) de las diferentes taxas del zooplancton en diferentes niveles en las estaciones durante enero 2025.

| TAXAS | SUPERFICIAL | | | 10 -20m | | | 40-50m | | |
|------------------------|-------------|-------|-------|---------|------|------|--------|------|------|
| | E | M | LL | E | M | LL | E | M | LL |
| Anfípodos | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 1,8 | 0,0 |
| Apendicularios | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 1,5 | 6,0 | 10,7 | 0,0 | 1,8 | 1,3 |
| Copépodos | 93,5 | 64,8 | 88,9 | 86,8 | 57,0 | 51,2 | 90,5 | 0,0 | 76,0 |
| Decápodos | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 |
| Doliolum | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 0,0 | 0,9 | 0,0 |
| Eufáusidos | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 1,5 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 1,8 | 0,0 |
| Cladóceros | 0,8 | 27,3 | 0,7 | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Foraminíferos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,3 |
| Huevos de peces | 2,4 | 0,1 | 1,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Lamelibranchios | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Larvas de Equinodermos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 7,0 | 3,4 | 0,0 | 0,9 | 0,0 |
| Larvas de Peces | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 1,8 | 1,3 |
| Poliquetos | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,7 | 2,0 | 3,9 | 0,0 | 1,8 | 2,7 |
| Medusa | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 |
| Ostrácodos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 12,0 | 11,7 | 0,0 | 0,9 | 12,0 |
| Pterópodos | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 2,2 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 | 4,0 |
| Quetognatos | 1,2 | 6,6 | 8,1 | 0,0 | 6,0 | 5,9 | 9,5 | 85,1 | 1,3 |
| Sifonóforos | 1,4 | 0,1 | 0,1 | 3,7 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 0,9 | 0,0 |
| Sipunculidos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Estomatópoda | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total porcentaje | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Org/100m ³ | 19468 | 28000 | 19747 | 4857 | 3571 | 7321 | 750 | 4071 | 2679 |

4. CONCLUSIONES

La estación situada más al norte registró la mayor temperatura en comparación con las otras dos, superando los valores climáticos y generando anomalías positivas en todas las estaciones. Sin embargo, Manta presentó la anomalía más significativa, lo que podría atribuirse al debilitamiento de los vientos en la zona sur, favoreciendo así el desplazamiento de aguas cálidas desde Esmeraldas hacia Manta. Mientras que para la salinidad se registró el mayor valor en la estación La Libertad.

La estación de La Libertad presenta una oxiclina más superficial, indicando un rápido consumo del oxígeno en poca profundidad. Esto podría estar relacionado con una mayor estratificación térmica, donde se estaría limitando la mezcla desde la superficie; a su vez la alta actividad biológica como aquella del fitoplancton genera una barrera que limita la mezcla vertical del oxígeno hacia aguas más profundas. En contraste, en las estaciones de Manta y Esmeraldas, las oxiclinas comienzan en los 20 y 25 metros y se mantiene hasta los 50 metros, lo que indica mayor mezcla vertical desde la superficie, manteniendo así las concentraciones más altas de OD en profundidades intermedias.

Las estaciones de Esmeraldas y Manta presentan una estratificación típica de nutrientes en su distribución en la columna de agua. En la zona superficial, las aguas son pobres en nutrientes debido a su alta actividad biológica, mientras que, en las zonas más profundas, las aguas son ricas en nutrientes gracias a la remineralización de materia orgánica. En contraste, La Libertad muestra las mayores concentraciones de nitratos y silicatos indicando una mayor influencia de las corrientes profundas.

La Libertad presentó la mayor concentración de clorofila, destacándose la abundancia de *Guinardia striata* y *Chaetoceros curvisetus*, lo que sugiere condiciones favorables para el crecimiento de estas especies en las profundidades de 10-20 metros y contribuyendo a una alta productividad primaria en esta zona, posiblemente asociada a factores como nutrientes o corrientes oceánicas locales.

La distribución vertical de los contajes celulares de fitoplancton mostró una heterogeneidad en función de la profundidad, caracterizado por la mayor concentración en Esmeraldas, debido a las diatomeas que predominaron en los tres sitios de muestreo.

La mayor concentración de zooplancton superficial se observó en Manta siendo los copépodos el grupo más dominante en las 3 estaciones y la presencia del grupo de cladóceros especie *Evadne tergestina* característico de aguas cálidas.

Cite este boletín como: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador, BOLETÍN 10 MILLAS Nro.001-2025. www.inocar.mil.ec