COD: 17.IN-08.31.07

REPORTE N° 34

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) CON ENFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS

AGOSTO - 2017

REPORTE N° 34

Seguimiento Mensual de la Condición del Recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con Enfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y Larvas

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Carlos Merino Pinochet
Director Científico: Jorge Oliva Lopez

Autores: Mauricio Braun Alegría
Liliana Herrera Campos

Colaboradores: Horacio Diez Cervilla
Felipe Sanfuentes Santos

• Agosto 2017 •

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA CON ÉNFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS

Reporte N° 34

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico entre el 10 y el 15 de julio de 2017, a bordo de las lanchas de servicio de Corpesca S.A. “Sandra IV” “Río Loa III” y “Santa María” para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente. Las estaciones costeras de frecuencia de observación mensual, se localizaron a 1, 3 y 5 mn de la costa frente a Mejillones, Iquique y Arica, con el fin de recabar los datos oceanográficos y biológico-pesqueros; y posteriormente, procesar y analizar la información para determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficas correspondientes al mes de julio de 2017 en la zona norte del país.

Los principales resultados del muestreo bio-oceanográfico realizado en julio de 2017 en la zona norte, son los siguientes:

Durante la realización de las estaciones biooceanográficas o en la navegación de un punto a otro, se observó frente a los puertos de Iquique y Mejillones la presencia de aves, lobos, toninas, salpas coloniales, pez luna y cardúmenes de anchoveta. Presencia de langostino pelágico al oeste de Arica e Iquique.

La temperatura superficial del mar (**TSM**) entre Arica y Mejillones, fluctuó entre un mínimo de 16,268°C y un máximo de 18,969°C, con un promedio general para la zona de 17,249°C ± 0,779, registrándose las menores temperaturas frente a punta Angamos.

Entre Arica y Punta Angamos se observan salinidades comprendidas entre 34,76 y 35,25 ups asociadas a un rango térmico de 13,97°C a 18,98°C.

En todas las localidades se detectaron altas concentraciones de oxígeno disuelto (>4,0 mL O_2/L) en un estrato que alcanzó profundidades cercanas a los 20 m, además, en ninguna de ellas la profundidad del límite superior de la ZMO se localizó a menos de 50 m de profundidad y no se observó el típico ascenso de las isolíneas hacia la superficie en el sector costero. Esta condición responde a la estacionalidad imperante (invierno), durante la cual los eventos de surgencia en la zona presentan su menor intensidad, lo que también

influyó en los valores de biomasa fitoplanctónica, los cuales descendieron, respecto de junio, especialmente en Mejillones.

Durante julio de 2017, los valores estimados para la biomasa zooplanctónica se presentaron dentro del rango comprendido entre 108 y 689 ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona de 251 (DS = 161,84), cifra 18% y 40% menor respecto a la obtenida en junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente, con una dominancia de valores categorizados entre 101-300 y 301-900, los que representaron un 76% y 24% de la biomasa total, exhibiendo la biomasa una leve tendencia incremental hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial.

Con respecto al mes de junio de 2017, las tres localidades muestran una disminución en sus valores promedio de producción secundaria de 25%, 21% para los puertos de Arica e Iquique y de 5% en punta Angamos. En relación a julio de 2016, se aprecia una mayor disminución en las biomasas promedio de 52%, 31 y 36% para las respectivas localidades, lo que se condice y se considera normal para la época de año.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, julio 2002-2017, las biomasas estimadas frente a las localidades de Arica y punta Angamos, muestran un decremento en sus valores de producción secundaria con respecto a julio de 2016, de 33% y 73%, respectivamente, exhibiendo el puerto de Iquique un incremento de 43%. No obstante lo anterior, la biomasa promedio de la zona obtenida en julio de 2017, se constituye en el segundo registro cuantitativamente más importante de la serie analizada. En general, la condición del alimento, no ha resultado ser una limitante para la anchoveta, apreciándose una comunidad dominada principalmente por organismos del mesozooplancton: copépodos y decápodos principalmente.

El procesamiento y análisis de las 17 muestras de zooplancton recolectadas durante julio de 2017, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones con la finalidad de determinar la distribución y abundancia de los estadios tempranos de anchoveta, jurel, caballa, sardina española, machuelo, entre otras, permitió cuantificar la presencia de 55.701 huevos y 31.898 larvas, cifras 35% menor y 28% mayor, con respecto a la obtenida durante el mes de junio para las respectivas fases de desarrollo. De este total, 51.905 huevos (93%) y 31.107 larvas (98%) correspondieron a las especies objetivo del estudio.

Cabe mencionar la importante presencia de estadios tempranos de sardina frente a Iquique y punta Angamos y huevos de machuelo al oeste Arica**.**

Se reconocieron 16 registros positivos para huevos y 5 para larvas de anchoveta, lo que representó una frecuencia de 94% y 29% y una dominancia numérica de 88% y 97% para cada una de las respectivas fases de desarrollo.

Se determinó la presencia de 49.212 huevos y 30.989 larvas de anchoveta, señalando para la estación del año, actividad reproductiva, la cual no se acopla con los valores de IGS informados por IFOP para la semana 28, que es coetánea a la realización del seguimiento de huevos y larvas de peces (2,5%), los cuales provienen principalmente de la XV Región. Al respecto IFOP señala, que los indicadores muestran un quiebre a la tendencia de semanas recientes, con registros de maduración y de desove que disminuyeron y se mantienen por debajo del patrón histórico. A la fecha, la anchoveta en la zona norte manifiesta un retraso en el inicio del evento reproductivo.

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 43 y 19.941 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 3.076 (DS = 5279,20) cifra 54% y 52% menor, respecto a la obtenida durante junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente.

Con respecto al número de huevos, "julio de 2017" presentó con respecto al mes precedente una disminución de 33%, constituyéndose en el décimo quinto registro más relevante, en cuanto al número de huevos cuantificados de los últimos 34 meses (serie **CIAM** octubre 2014 – julio 2017).

Las larvas de anchoveta se presentaron en 5 estaciones positivas, con una abundancia de 30.989 larvas/10m^2, cifra 28% y 389% mayor respecto a la obtenida durante junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente. Este estadio de desarrollo se presenta en el área de estudio con abundancias que fluctuaron entre 172 y 16.573 larvas/10m^2, con una densidad promedio de 1.823 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 6.198 (DS= 7751,44), cifra 53% mayor respecto a la obtenida en el mes precedente.

En relación al número de larvas y para la zona Arica - Mejillones, julio de 2017 exhibe respecto al mes precedente, un incremento de 28% en sus niveles de abundancia, constituyéndose en el registro más alto, en cuanto al número de larvas cuantificadas de la serie analizada.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida durante julio de 2017, respecto a la reportada durente el mes de junio, muestra que la abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta una situación diferente, disminuyendo el estadio de huevos en 33% e incrementándose las fases larvarias en 28%. Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes anterior, una disminución de 54% para los huevos de anchoveta y un incremento 53% para el estadio de larvas.

Los resultados expresados en la serie de abundancia de huevos de anchoveta del periodo octubre 2014 – julio 2017, reflejan que la postura ha sido permanente durante los últimos meses, para incrementarse gradualmente durante el trimestre mayo-junio y experimentar especialmente las fases larvarias, un aumento notable en julio de 2017. Es así, como la abundancia de huevos de anchoveta estimada en julio de 2017 es 49% menor y 20% mayor respecto a las estimadas en julio de 2016 y 2015, respectivamente. Por su parte las larvas exhiben con respecto a julio de 2016 y 2015 incrementos de 28% y 389%. Esta situación y de acuerdo a la tendencia histórica es esperable, ya que entre julio y septiembre se prevé que los desoves debieran intensificarse, correspondiéndose con el período definido como de pick primario de desove del recurso en la zona norte del país.

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los resultados obtenidos de la realización del monitoreo mensual de la condición del recurso Anchoveta con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas de peces, efectuado entre el 10 y el 15 de julio de 2017 frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones.

OBJETIVO GENERAL

Conocer las variaciones mensuales en la zona costera de la abundancia y distribución espacial de los estadios tempranos de peces.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas correspondiente al mes de julio de 2017, abarcó la zona marítima de la Décimo Quinta, Primera y Segunda regiones, comprendida entre Arica (18°25'S) y Mejillones (23°04'S), donde se establecieron para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, dos transectas perpendiculares a la costa equidistantes cada 2 mn con estaciones programadas a 1, 3 y 5 mn (**Figuras 1, 2 y 3**).

Plataforma de trabajo y programación de estaciones in situ

Para el desarrollo de esta actividad, se utilizó como plataforma de trabajo las lanchas de servicio de Corpesca S.A. “Sandra IV” “Río Loa III” y “Santa María” para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, respectivamente. En el **Cuadro 1**, se consigna el número total de transectas y estaciones realizadas, el rango latitudinal y las fechas de inicio y término de esta actividad.

Cuadro 1

Programación de estaciones *in situ* realizadas durante julio de 2017.

Número de Transectas	N° Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
6	17	6	18°25’ – 23°04’ LS	10 al 15 Julio 2017

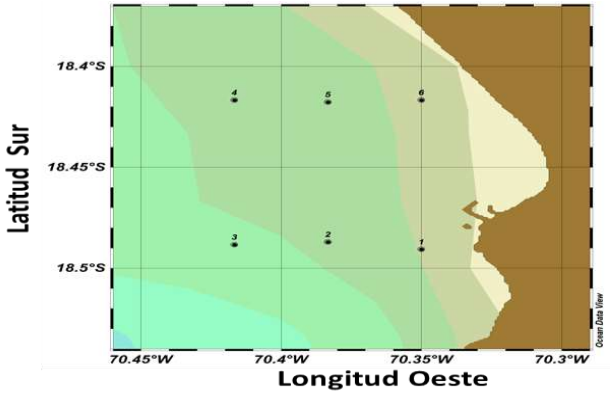


Figura 1. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Arica.**

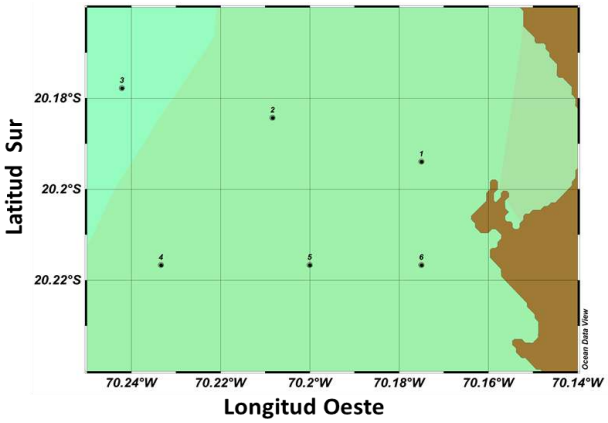


Figura 2. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Iquique.**

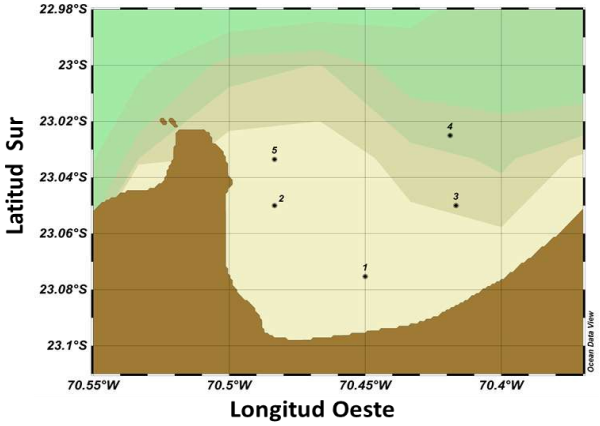


Figura 3. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Mejillones.**

Recolección de muestras y registro de datos

En cada estación y para las localidades de Arica, Iquique y Mejillones, (**Figuras 1, 2 y 3**) mediante botellas oceanográficas Niskin de 1,2 L, se obtuvieron muestras de agua desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad, las que fueron destinadas a la determinación del contenido de oxígeno disuelto y biomasa fitoplanctónica.

La concentración de oxígeno disuelto se determinó por el método Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966) (Parsons et al., 1984), y la biomasa fitoplanctónica, expresada como la concentración de clorofila-a, se estimó siguiendo la metodología fluorométrica de Yentsch y Menzel (1963) descrita por Parsons et al. (1984).

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas mediante la utilización de una red cilindro-cónica modelo WP-2 (Sameoto ***et al.***, 2000) modificada, la cual tiene una abertura de 40 cm (0,1257 m^2 de área de boca) y un largo total de 161 cm, confeccionada con malla sintética monofilamento de 300 µm de abertura, complementando su boca con un medidor de flujo TSK calibrado, el cual permitio cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance.

Las muestras se recolectaron mediante arrastres verticales desde profundidades medias de 33 m (mínima: 14 m; máxima 40 m), hasta la superficie, o desde 5 m sobre el fondo, en el caso de registros batimétricos menores a la profundidad límite de muestreo, con velocidades de calado e izado de la red iguales a 0,8 m/s y a 0,6 m/s, respectivamente.

El ángulo del cable con respecto a la vertical, se controló mediante un clinómetro manual, inmediantamente antes del izado de la red, después de un período de estabilización de 1 minuto a máxima profundidad. En julio de 2017, el ángulo fluctuó entre 4° y 29° con una media igual a 13.

Durante la realización de cada uno de los lances zooplanctónicos, se registró en planillas especialmente diseñadas los siguientes datos de carácter básico: código de puerto, número de estación, duración del lance, posición geográfica, tipo de red y de pesca, número de revoluciones del flujómetro, lecturas del clinómetro y cable arriado (**Anexo 1**).

Tratamiento de las muestras a bordo

Las muestras obtenidas fueron preservadas con una solución de formalina en agua de mar al 5%, tamponada con tetraborato de sodio, almacenándose éstas en frascos plásticos de 250 cc, de alta densidad debidamente rotulados. El proceso de fijación se realizó tan pronto como éstas fueron extraídas del copo recolector, evitando de esta manera un posible deterioro de los ejemplares provocado por autolisis.

Separación e identificación de huevos y larvas de peces

El procesamiento de las muestras en laboratorio en tierra, contempló la extracción de la totalidad de los huevos y larvas de peces, de cada una de las muestras recolectadas; la identificación taxonómica de huevos y larvas de anchoveta; la cuantificación de huevos y larvas de la especie objetivo y la enumeración y agrupación del resto del ictioplancton, bajo la denominación de "otras especies".

Para el procesamiento de las muestras se emplearon microscopios estereoscópicos marca Zeiss con aumento de 8 a 40 veces examinando la totalidad de la muestra.

La determinación taxonómica de las especies objetivo, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario y otros estudios publicados por diversos investigadores, utilizando de preferencia las de: Fischer, (1958); Einarsson y Rojas, (1963); Greenwodd ***et al.***, (1966); Moser y Ahlstrom, (1970); Santander y Castillo, (1972);Chiechomski, (1971); Balbontín y Garretón, (1977); Pérez, (1978); Aron, (1980); Balbontín y Pérez, (1980); Boltovskoy,(1981);Rojas y Mujica, (1981); Rojas ***et al.***, (1983); Fahay, (1983); Orellana y Balbontín, (1983); Santander ***et al.***, (1984); Sinclair y Tremblay, (1984); Sinclair ***et al.***, (1985); Matarese ***et al.***, (1989) y Olivar y Fortuño, (1991).

Estandarización de la estimación de la abundancia de huevos y larvas de peces

Con el propósito de hacer comparable el número de huevos y larvas, se estandarizó toda la colección a una base común, en términos de número de huevos o larvas existentes en una unidad de área estándar de 10 m².

La estimación del número de huevos y larvas bajo una unidad de área de mar, se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$C = 10 \frac{d}{w} \; c$$

Donde:

C : Número de huevos o larvas en una unidad de área de mar (10 m^2)
d : Profundidad máxima del lance (m).
w : Volumen de agua filtrado (m^3).
c : Número de huevos o larvas en la muestra**.**

El valor " *d* " se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = L_o \cos \theta$$

Donde:

L_o : Cantidad de cable arriado (m).
cos θ : Coseno del ángulo registrado antes del virado de la red.

El volumen de agua filtrada "*W*" se calculó por la ecuación:

$$W = Q \cdot t$$

Donde:

Q : Volumen de agua filtrado por unidad de tiempo (m^3/seg).
t : Tiempo empleado en el arrastre (seg).

El valor de "*Q* " se calcula de la ecuación:

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

V : Velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg.
A : Área de la boca de la red (m^2).

La velocidad se obtiene a partir de un ajuste de la curva de calibración del medidor de flujo:

$$V = a \cdot N + b$$

Donde:

N : Número de revoluciones por segundo.
a y b : Constantes

Basado en los valores cuantitativos del análisis y con el propósito de contar con

antecedentes comparativos entre las fases de desarrollo de la especie objetivo, se determinaron algunos parámetros tales como el poblacional, densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas y los comunitarios, constancia y dominancia numérica.

La constancia se calculó estableciendo la relación porcentual, existente entre el número de muestras en que se encuentren huevos o larvas de la especie y el total de muestras colectadas. La dominancia numérica se determinó de la relación porcentual entre el número de huevos y/o larvas de la especie, respecto al total de especímenes recolectados.

Para la confección de mapas de distribución, abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de anchoveta y otras especies, se utilizó la escala geométrica de Frontier (1966) modificada y un software **ad hoc** SURFER 8.0.

Estimación de la abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica en la zona de estudio

La determinación del volumen del zooplancton se realizó con posterioridad a la extracción de los estadíos tempranos de peces, a objeto de evitar posibles daños a los huevos y larvas, que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación. Para la medición de los biovolúmenes se utilizó el método volumétrico de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel ***et al***., 2000). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excedía los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó mediante la ecuación:

$$Y = 1.000 \left(\frac{X}{W}\right)$$

donde:

Y = ml de zooplancton en 1.000 m^3
X = ml de zooplancton
W = volumen de agua filtrada por la red (m^3)

El resultado se expresa en mililitros de plancton húmedo en 1000m^3 de agua de mar filtrada (ml/1000m^3).

RESULTADOS

CONDICIÓN OCEANOGRÁFICA FRENTE A LA COSTA NORTE DE CHILE DURANTE JULIO DE 2017

1. Información Satelital

Se presenta la evolución experimentada por los principales parámetros oceanográficos durante julio del 2017, comparados con los observados en igual periodo del año 2016, en la costa norte de Chile, información obtenida mediante el Sistema SEASTAR de GeoEye (USA).

1.1 Temperatura (°C) y Salinidad superficial del mar (ups)

Las temperaturas superficiales del mar a fines de julio están ahora dentro de valores típicos del periodo invernal, con una banda costera con aguas con temperaturas superficiales menores a 17°C y aguas de más de 18°C, en la zona exterior; a diferencia del año anterior, donde la condición cálida se mantuvo durante todo el mes de julio. Es notorio este cambio, entre la primera y última quincena del mes para el año 2017, para la TSM, lo cual es positivo ya que está indicando una normalización en la condición térmica de la zona (**Figuras 4 y 5**).

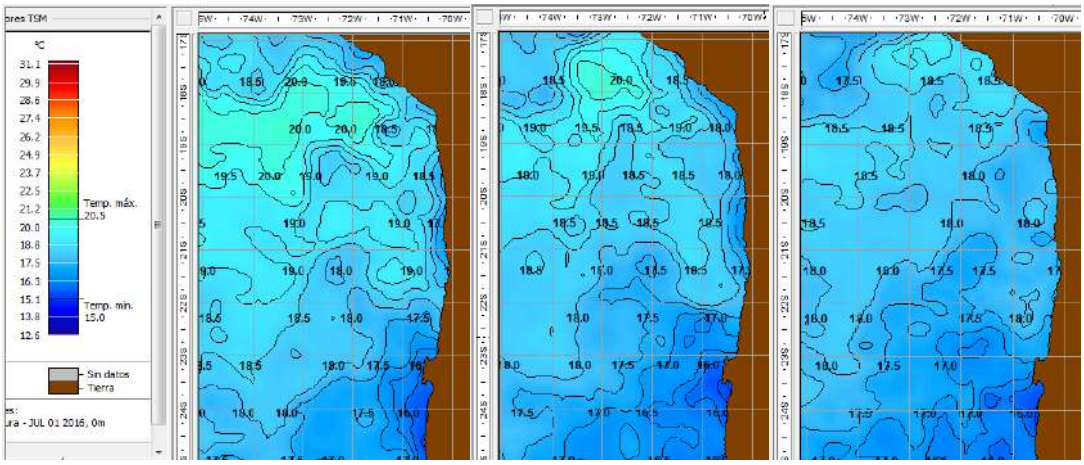


Figura 4. **Cartas de Temperatura superficial del mar (°C) para los días 1, 16 y 30 de julio de 2016. Fuente: Sistema de Información Satelital SeaStar - Geoeye (USA).**

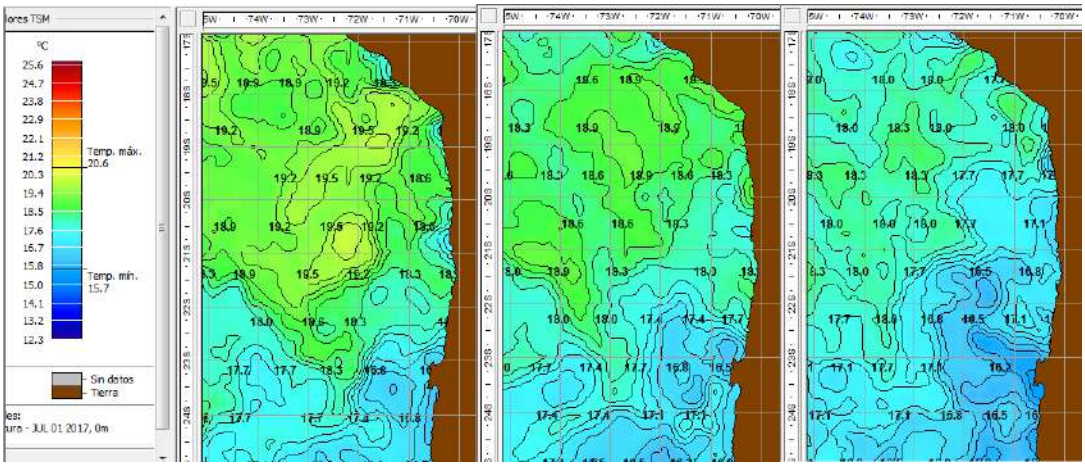


Figura 5. **Cartas de Temperatura superficial del mar (°C) para los días 1, 16 y 29 de julio de 2017. Fuente: Sistema de Información Satelital SeaStar - Geoeye (USA).**

En las figuras 6 y 7, se observa que las salinidades en julio de este año han experimentado un incremento importante en especial en la zona sur de Perú y norte de Chile hasta la altura de Tocopilla. La condición al sur de este punto es más o menos similar por lo que el cambio se está haciendo presente con mayor intensidad en la parte costera con presencia de Aguas Subtropicales con salinidades de más de 35 psu a excepción de un núcleo frente a Iquique que presenta salinidades normales para el periodo. Los valores observados desde Antofagasta al sur, están indicando un aumento del aporte de Agua Sub-antártica a la región y un aumento en la actividad de surgencia, situación que al parecer no se va a extender más al norte, donde se mantendrá esta condición más salina que es al parecer, desfavorable para la anchoveta.

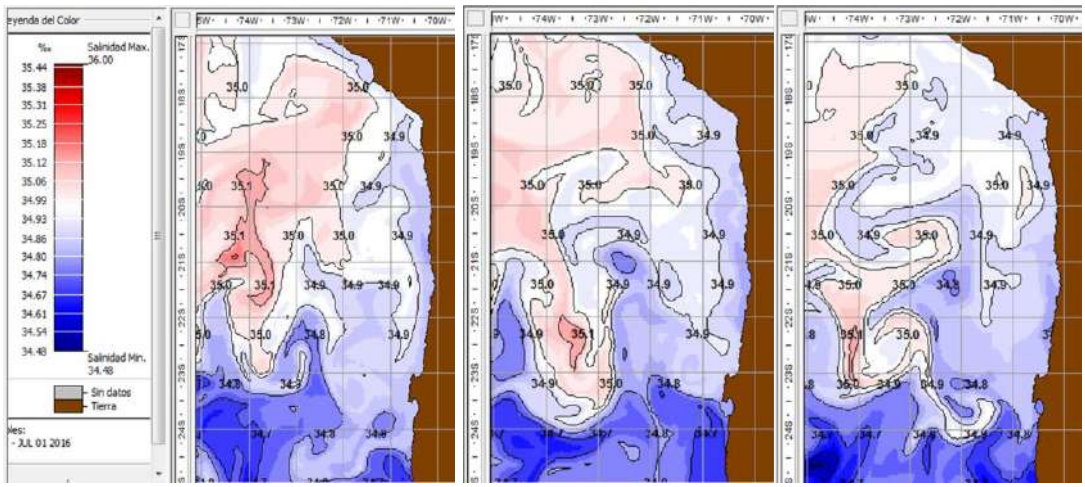


Figura 6. **Cartas de Salinidad superficial (ups) para los días 1, 16 y 30 de julio de 2016. Fuente: Sistema de Información Satelital SeaStar - Geoeye (USA).**

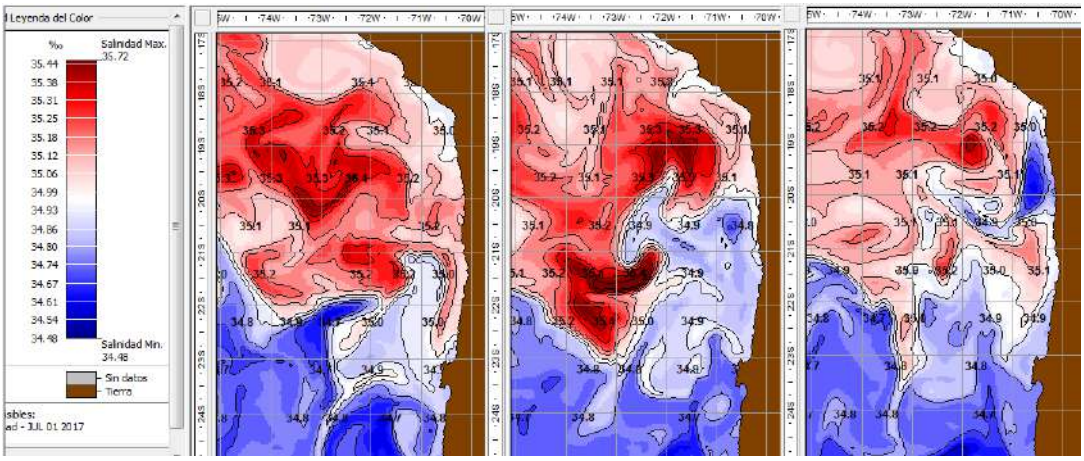


Figura 7. **Cartas de Salinidad superficial (ups) 1, 16 y 29 de julio de 2017. Fuente: Sistema de Información Satelital SeaStar - Geoeye (USA).**

1.2 Clorofila *a* superficial (mg/m³) y altimetría

La clorofila ***a*** presenta en julio 2017, valores menores al mismo mes del año pasado, con focos costeros de alta concentración muy reducidos, notándose la ausencia de focos de alta producción en la zona cercana a Arica, donde se observaban focos importantes de clorofila ***a***. La condición este año, pareciera ser menos favorable para el recurso anchoveta respecto del mes de julio del año pasado.

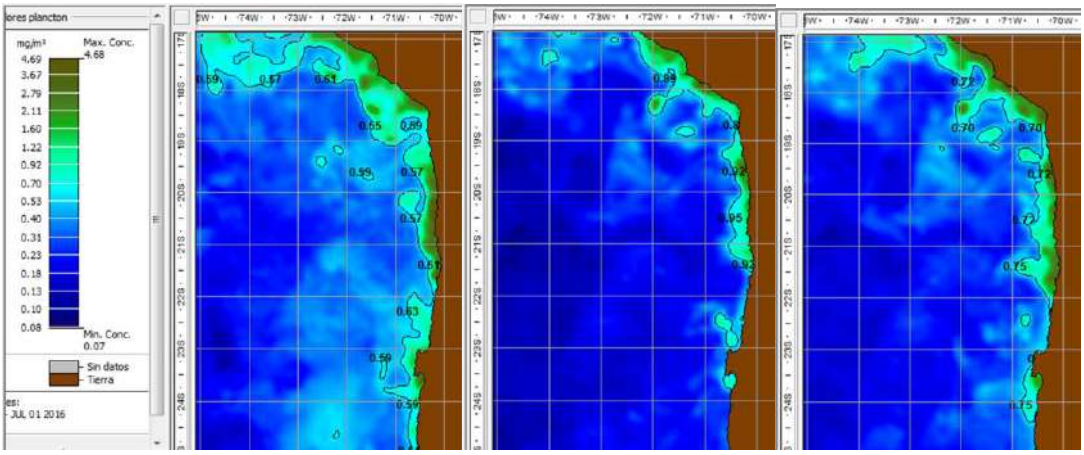


Figura 8. **Cartas de Clorofila *a* (mg/m³) para los días 1, 16 y 29 de julio de 2016. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.**

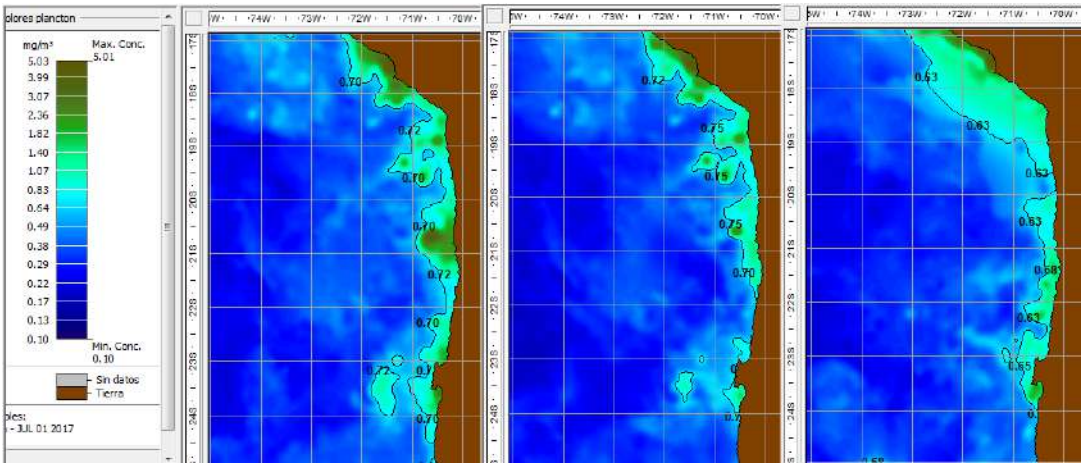


Figura 9. **Cartas de Clorofila a (mg/m^3) para los días 1, 15 y 29 de julio de 2017. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.**

Se registra un cambio importante en la altimetría este año, respecto al año anterior. Entre el inicio del mes y la última semana de julio de este año, se observa la desaparición de altimetrías altas y un predominio durante el fin de mes de altimetrías negativas, con un foco importante en la zona entre Tocopilla y Mejillones del sur, desapareciendo las áreas de anomalías positivas presentes al inicio del mes. Esta condición es favorable para la agregación de cardúmenes de anchoveta.

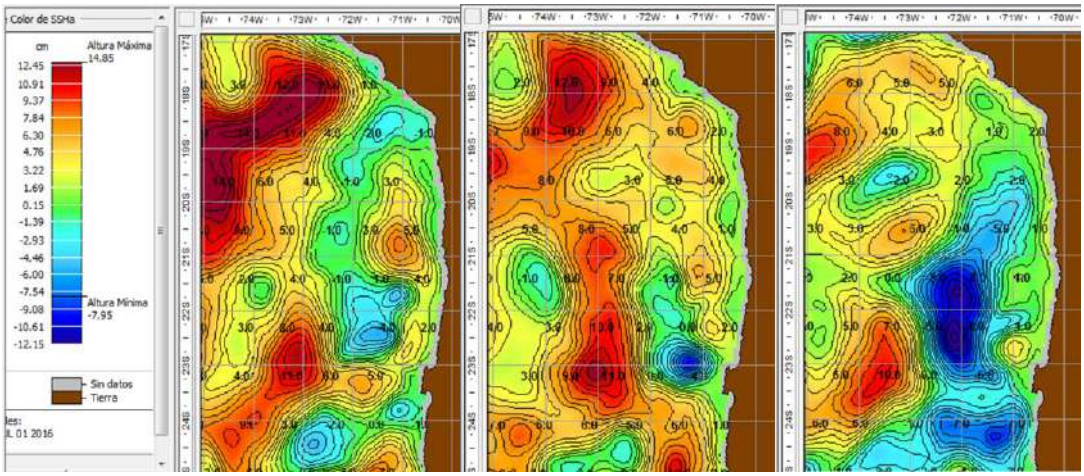


Figura 10. **Cartas de Altura dinámica para los días 1, 16 y 30 de julio de 2016. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.**

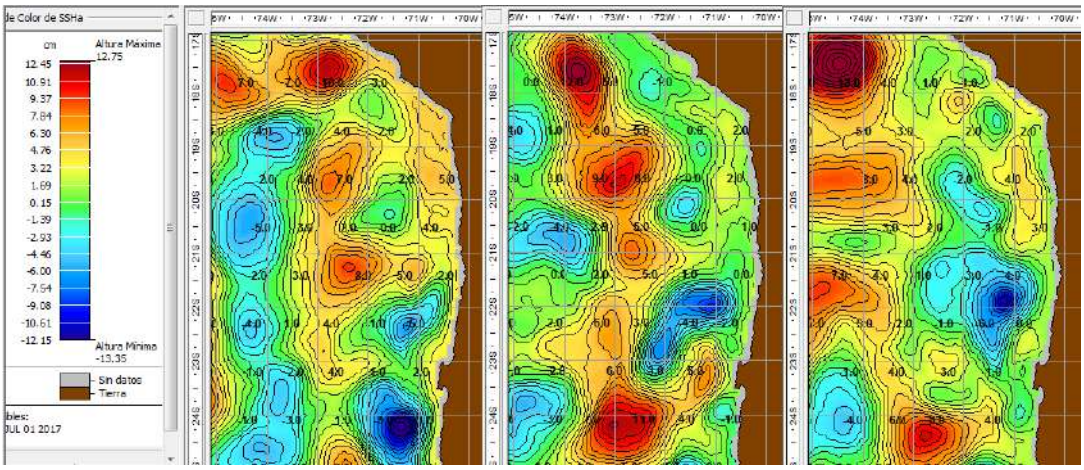


Figura 11. **Cartas de Altura dinámica para los días 1, 16 y 29 de julio de 2017. Fuente: Programa SeaStar de Geoeye USA.**

2. Condiciones físicas, químicas y biomasa fitoplanctónica

La temperatura superficial del mar (**TSM**) entre Arica y Mejillones, fluctuó entre un mínimo de 16,268°C y un máximo de 18,969°C, con un promedio general para la zona de 17,249°C ± 0,779, registrándose las menores temperaturas frente a punta Angamos, las cuales se mantuvieron por debajo de los 16,74°C, con el mínimo superficial (16,27°C) localizado a 1 mn de la transecta sur (23°04´S;70°28´W) (**Figura 12**).

Los rangos de temperatura más bajos de la columna de agua se registraron frente a Mejillones 13,97°C a 53 m de profundidad en la estación de 5mn- transecta sur y un máximo de 16,74°C en superficie en la estación de 5 mn de la transecta norte (**Tablas 1 y 2**).

Entre Arica y Punta Angamos se observan salinidades comprendidas entre 34,76 y 35,25 ups asociadas a un rango térmico de 13,97°C a 18,98°C. Las salinidades superficiales más bajas (34,85 ups) se registraron en las transectas sur y norte realizadas frente a Mejillones asociadas a la presencia de aguas superficiales con temperaturas comprendidas entre 16,27°C y 16,71° y densidades entre 25,474 y 25,572 Kg/m^3.

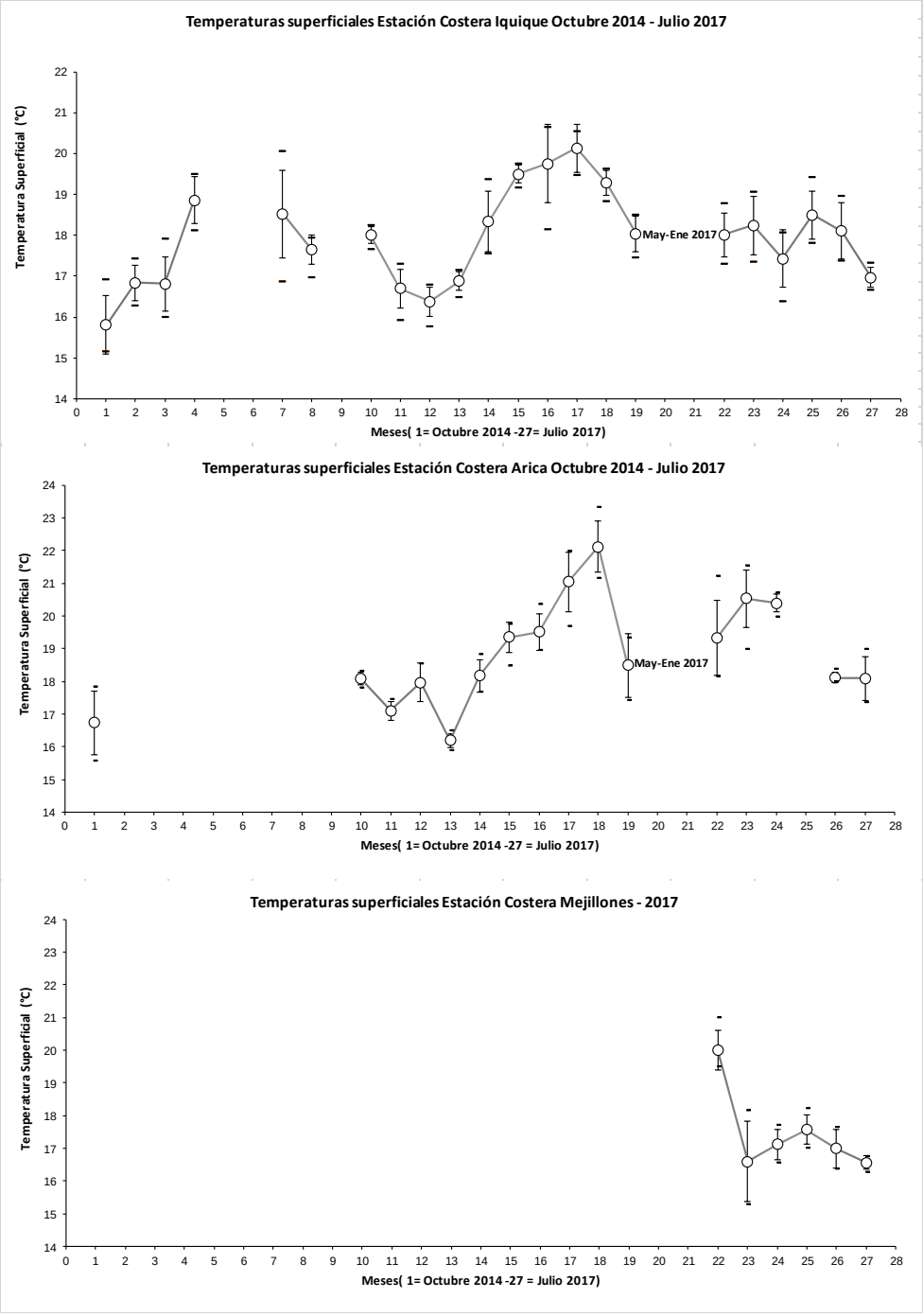


Figura 12. Distribución superficial de la temperatura (°C) para las estaciones de Iquique, Arica y Mejillones.

Tabla 1. **Estadisticos básicos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m^3) superficial (0 m) frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante julio de 2017.**

0 m	T (°C)	S (ups)	D (Kg/m^3)
Arica			
Promedio	18,093	35,059	25,297
Min	17,345	34,902	25,217
Max	18,969	35,242	25,377
DS	0,667	0,144	0,073
Iquique			
Promedio	16,971	34,984	25,513
Min	16,656	34,938	25,474
Max	17,314	35,038	25,553
DS	0,233	0,039	0,033
Mejillones			
Promedio	16,568	34,873	25,521
Min	16,268	34,849	25,474
Max	16,743	34,897	25,572
DS	0,197	0,020	0,040

Tabla 2. **Estadisticos básicos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m^3) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante julio de 2017.**

Global	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	13,97	34,76	25,22
Máximo	18,98	35,25	26,31
Promedio	15,94	34,90	25,79
Desvest	1,02	0,08	0,25
Arica	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	14,46	34,81	25,22
Máximo	18,98	35,25	26,22
Promedio	16,53	34,95	25,68
Desvest	1,20	0,10	0,28
Iquique	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	14,43	34,79	25,47
Máximo	17,31	35,04	26,23
Promedio	15,82	34,91	25,83
Desvest	0,78	0,05	0,21
Mejillones	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	13,97	34,76	25,47
Máximo	16,74	34,92	26,31
Promedio	15,54	34,85	25,85
Desvest	0,86	0,04	0,23

2.1 Arica

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,5 y 7,0 mL/L. La distribución superficial mostró valores superiores a 5,5 mL O_2/L en toda el área. El valor máximo (7,0 mL O_2/L) se registró a 1 mn en el sector norte observándose un leve gradiente de disminución costa afuera (**Figuras 13 y 14**). En la componente vertical, la distribución en ambas secciones se caracterizó por la presencia de altas concentraciones (>4,0 mL O_2/L) en el estrato entre la superficie y los 10 m de profundidad y a lo largo de toda la tansecta. A partir de los 20 m los valores disminuyeron, pero predominaron concentraciones superiores a 2,0 mL O_2/L, registrándose el límite superior de la OMZ sólo a las 5 mn de la costa y cerca de los 50 m de profundidad (**Figura 15, Tablas 3 y 4**).

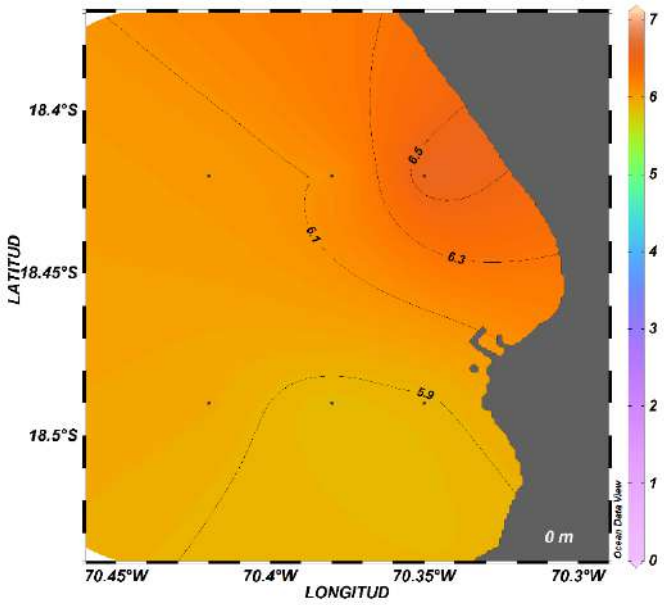


Figura 13. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante julio de 2017.

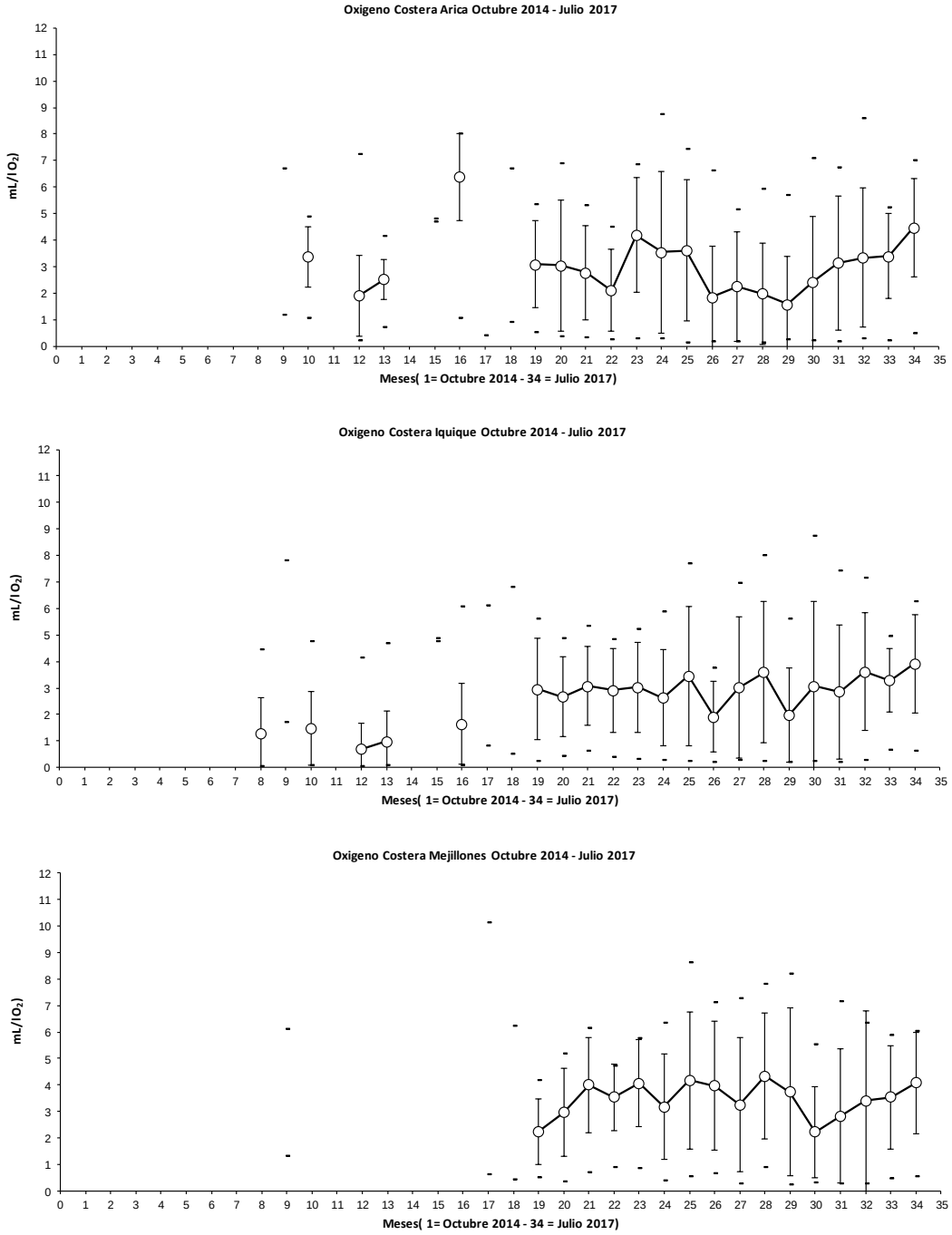


Figura 14. **Distribución temporal del oxígeno disuelto promedio (mL/L) en Arica, Iquique y Mejillones. Serie octubre 2014 – julio 2017. (Línea vertical es DS, línea horizontal son valores máximos y mínimos).**

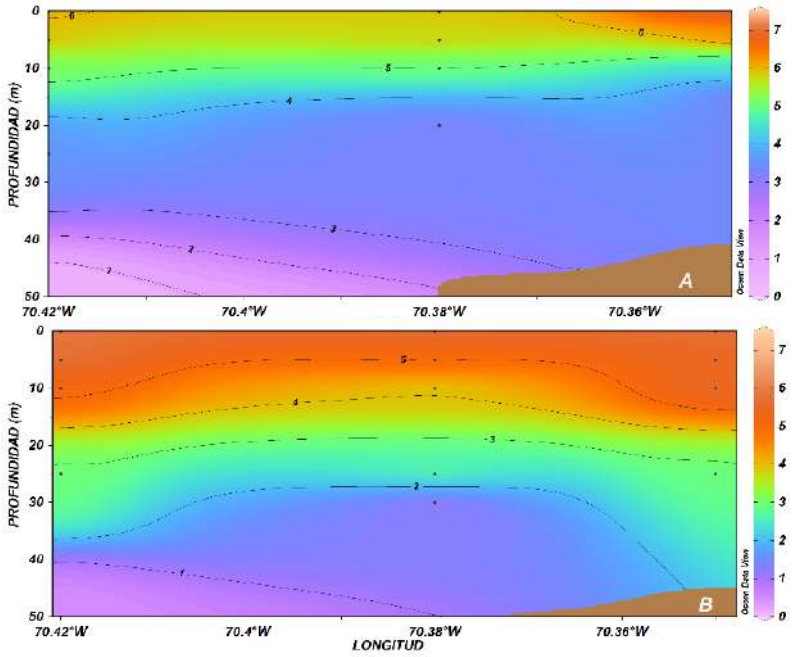


Figura 15. **Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Arica durante julio de 2017. A: transecta norte, B: transecta sur.**

Tabla 3. **Estadisticos básicos de la concentración de clorofila a (µg/L), feopigmentos (µg/L) y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante julio de 2017.**

Global	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,22	0,84	0,49
Máximo	21,45	24,74	7,03
Promedio	3,42	3,04	4,15
Desvest	3,43	2,75	1,86
Arica	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,35	0,99	0,49
Máximo	21,45	24,74	7,03
Promedio	5,64	4,08	4,47
Desvest	4,88	4,40	1,84
Iquique	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,37	0,95	0,64
Máximo	6,51	4,98	6,25
Promedio	2,67	2,92	3,92
Desvest	1,85	1,24	1,86
Mejillones	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,22	0,84	0,53
Máximo	4,78	3,03	6,02
Promedio	1,91	2,06	4,08
Desvest	1,10	0,61	1,92

La biomasa fitoplanctónica fluctuó entre 0,3 y 21,5 µg Cl-a/L. En superficie, coincidente con el oxígeno disuelto, se detectó un máximo de 19,5 µg Cl-a/L a 1 mn en el sector norte que disminuyó notoriamente costa afuera hasta un mínimo de 1,9 µg Cl-a/L, mientras que en el sector sur las biomasas en la costa (1-3 mn) se mantuvieron cercanas a los 7,0 µg Cl-a/L (**Figura 16**). La distribución vertical en la sección del norte mostró la presencia del foco costero que alcanzó el máximo (21,5 µg Cl-a/L) a los 5 m de profundidad y que se extendió hasta las 3 mn con valores superiores a 1,0 µg Cl-a/L. Bajo los 10 m predominaron biomasas inferiores a 5,0 µg Cl-a/L a lo largo de toda la transecta. En el sur, la distribución vertical se caracterizó por la presencia de valores superiores a 5,0 µg Cl-a/L hasta cerca de las 5 mn de la costa, los cuales a 1 mn se extendieron hasta los 25 m de profundidad, mientras que en el resto de la columna de agua dominaron valores inferiores a 4,0 µg Cl-a/L (**Figura 17**).

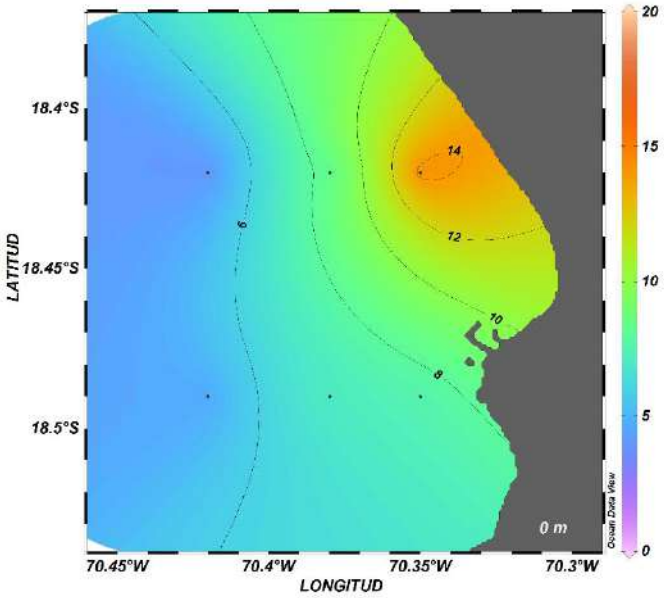


Figura 16. **Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-*a*/L) en Arica durante julio de 2017.**

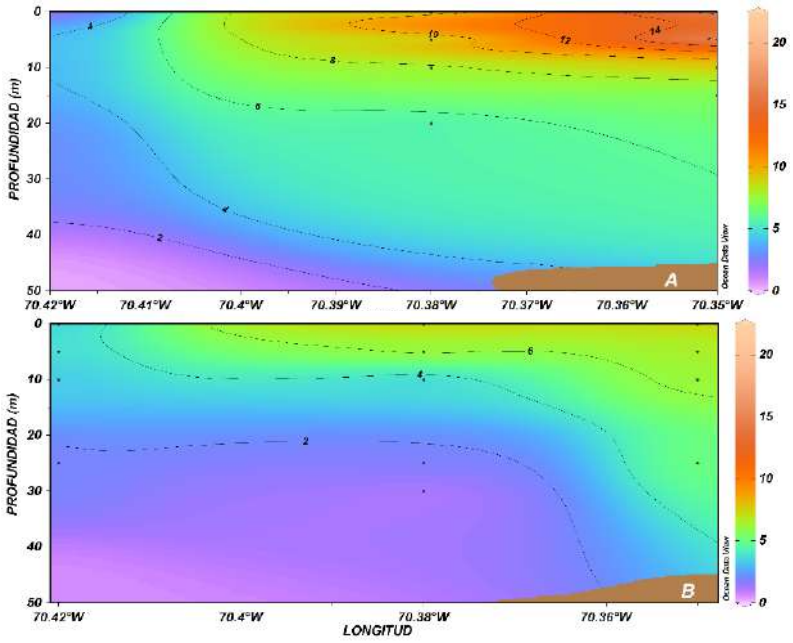


Figura 17. **Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-*a*/L) en Arica durante julio de 2017. A: transecta norte, B: transecta sur.**

2.2 Iquique

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,6 y 6,2 mL/L. En superficie se observó el predominio de valores superiores a 5,5 mL O_2/L, con el máximo (6,2 mL O_2/L) localizado a 3 mn de la costa en el sector sur (**Figura 18**). La distribución vertical en el norte exhibió concentraciones superiores a 4,0 mL O_2/L hasta los 10 m de profundidad, excepto en la costa (1 mn) donde se observó un leve ascenso de las isolíneas. Bajo los 20 m predominaron valores inferiores a 3,0 mL O_2/L y el límite superior de la ZMO se registró sólo a 3 mn de la costa cercano a los 50 m de profundidad. En la sección del sur, el estrato oxigenado (>4,0 mL O_2/L) alcanzó los 10 m de profundidad a lo largo de toda la transecta, extendiéndose hasta los 25 m a 5 mn de la costa. Valores inferiores a 3,0 mL O_2/L predominaron en el resto de la columna de agua y el límite superior de la ZMO no fue observado (**Figura 19**).

Tabla 4. **Valores de biomasa fitoplanctónica (µg/L), feopigmentos (µg/L) y oxígeno disuelto (mL/L) por transecta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante julio de 2017.**

		ARICA					IQUIQUE					MEJILLONES				
N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Tr Sur 1mn	1	0	7,38	3,93	5,84	Tr Norte 1mn	1	0	2,53	2,88	5,39	Tr Sur 1mn	1	0	4,78	1,76	5,12
		5	6,52	3,67	5,47			5	1,96	2,66	4,20			5	2,89	1,47	4,59
		10	6,25	2,79	5,56			10	2,17	3,24	3,57			10	0,97	1,58	4,36
		25	5,14	24,74	2,87			25	1,52	3,00	2,79			25	1,23	2,30	3,20
Tr Sur 3mn	2	0	7,46	4,13	5,75			50	0,62	1,68	2,30			40	0,72	2,14	1,71
		5	6,53	4,69	5,13	Tr Norte 3mn	2	0	4,46	3,52	5,90	Tr Sur 3mn	2	0	2,28	2,73	5,59
		10	3,18	3,08	3,78			5	4,77	4,31	6,25			5	1,55	1,80	5,58
		25	1,88	2,80	3,11			10	3,51	4,24	5,23			10	1,59	2,00	5,55
		40	0,87	5,82	0,59			25	1,49	1,68	1,57			25	1,74	2,80	5,51
Tr Sur 5mn	3	0	3,52	1,87	5,98			50	0,51	1,13	0,64			50	0,79	1,50	1,50
		5	3,81	1,76	5,88	Tr Norte 5mn	3	0	6,51	4,18	5,48	Tr Sur 5mn	3	0	3,11	2,92	5,51
		10	3,26	2,52	5,04			5	2,67	2,70	5,56			5	2,24	2,07	5,56
		25	1,87	2,23	2,91			10	3,93	4,89	5,33			10	2,28	2,70	4,94
		50	0,54	1,23	0,49			25	2,02	2,26	2,50			25	2,10	2,33	1,42
Tr Norte 5mn	4	0	1,91	1,07	6,04			50	0,53	0,95	1,03			50	0,22	0,87	0,53
		5	3,99	1,54	5,99	Tr Sur 5mn	4	0	5,80	4,40	5,91	Tr Norte 5mn	4	0	2,83	2,41	6,02
		10	3,93	2,34	5,12			5	4,33	4,93	5,29			5	2,83	3,03	5,86
		25	2,90	2,81	3,57			10	2,71	3,47	4,38			10	2,89	2,78	5,73
		50	0,35	0,99	0,63			25	2,85	3,35	4,13			25	1,22	2,23	1,98
Tr Norte 3mn	5	0	6,34	3,45	5,85			50	0,51	0,99	1,05			50	0,37	0,84	0,53
		5	6,03	2,83	5,85	Tr Sur 3mn	5	0	6,29	4,98	6,20	Tr Norte 1mn	6	0	3,23	1,75	5,53
		10	6,99	3,28	5,06			5	5,24	4,39	5,65			5	2,14	1,87	5,43
		25	5,13	4,54	3,14			10	3,87	3,77	5,00			10	2,45	2,01	5,46
Tr Norte 1mn	6	0	19,52	5,28	7,03			25	1,29	2,01	2,36			25	0,94	2,56	3,51
		5	21,45	4,91	6,46			50	0,37	1,45	1,02			50	0,37	1,14	1,28
		10	9,09	4,72	4,54	Tr Sur 1mn	6	0	3,26	2,44	5,42						
		15	6,50	7,13	3,05			5	1,73	2,04	5,46						
								10	1,59	2,36	4,55						
								25	0,62	1,88	1,88						
								35	0,54	1,75	1,57						

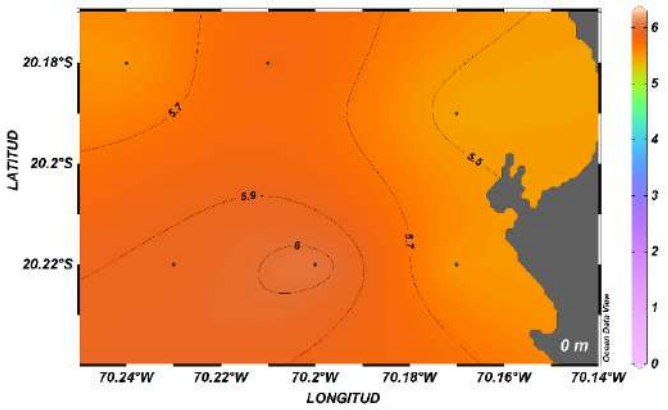


Figura 18. **Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante julio de 2017.**

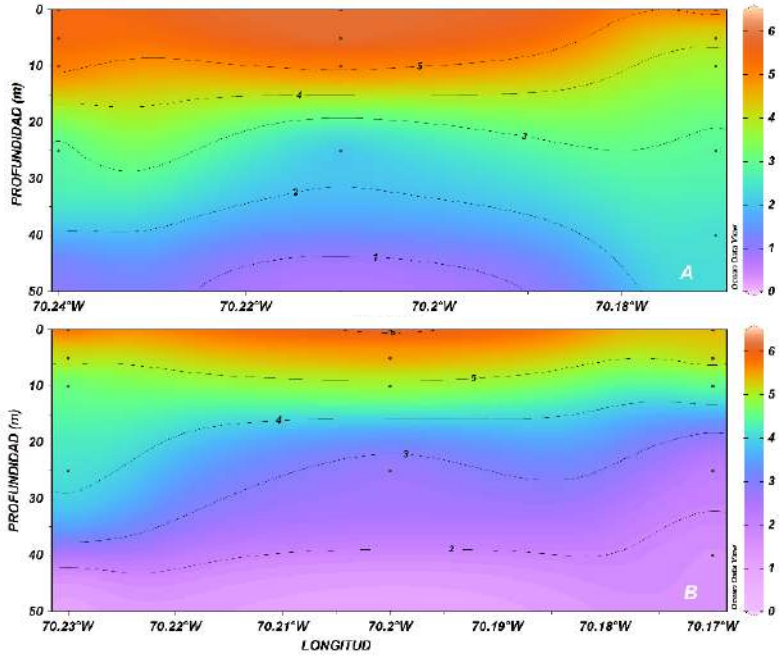


Figura 19. **Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante julio de 2017. A: transecta norte, B: transecta sur.**

La biomasa fitoplanctónica presentó valores extremos de 0,4 y 6,5 µg Cl-a/L. La distribución superficial se caracterizó por el aumento de los valores costa afuera, desde

mínimos cercanos a 3,0 µg Cl-a/L, registrados a 1 mn de la costa, hasta biomasas superiores a 6,0 a 5 mn, con el máximo del periodo (6,5 µg Cl-a/L) en el sector norte (**Figura 20**). En la componente vertical ambas secciones mostraron focos de altos valores (>4,0 µg Cl-a/L) extendiéndose hasta los 10 m de profundidad entre las 3 mn y 5 mn, mientras que en la costa (1 mn) asociado al ascenso de las isolíneas, la columna de agua estuvo dominada por biomasas inferiores a 3,0 µg Cl-a/L (**Figura 21**).

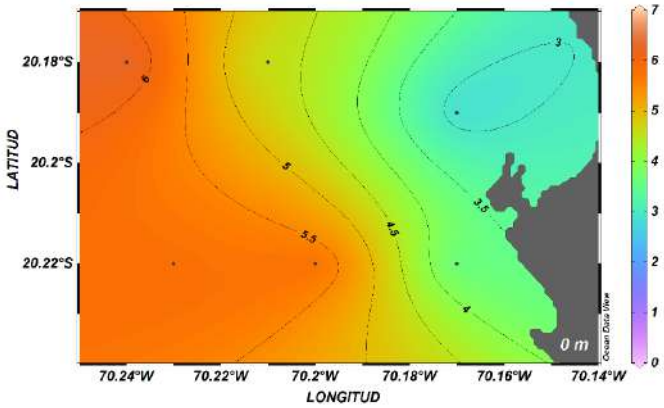


Figura 20. **Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante julio de 2017.**

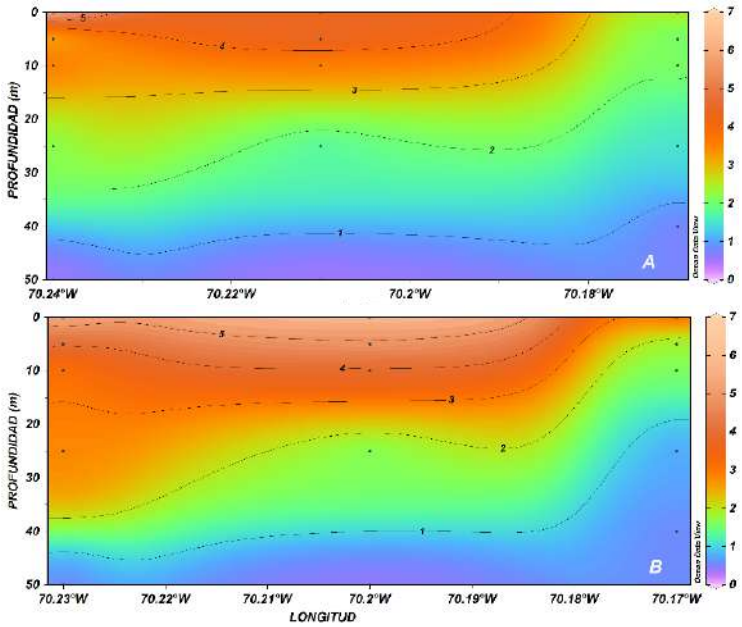


Figura 21. **Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante julio de 2017. A: transecta norte, B: transecta sur.**

2.3 Mejillones

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,5 y 6,0 mL/L. Valores superiores a 4,5 mL O_2/L predominaron entre la superficie y los 10 m de profundidad. La distribución se caracterizó por el aumento de las concentraciones costa afuera en todos los estratos, con un mínimo de 4,4 mL O_2/L registrado a 1 mn a 10 m y el máximo (6,0 mL O_2/L) observado en superficie a 5 mn en el sector norte (**Figura 22-panel izquierdo**). A 25 m predominaron concentraciones inferiores a 4,0 mL O_2/L, pero superiores a 1,0 mL O_2/L, y en el estrato de los 50 m sólo a 3 mn y 5 mn de la costa en el sector norte las concentraciones descendieron de 1,0 mL O_2/L (**Tabla 4**).

La biomasa fitoplanctónica fluctuó entre 0,2 y 4,8 µg Cl-a/L. El valor máximo (4,8 µg Cl-a/L) se registró a 1 mn en superficie, observándose una disminución hacia las 3 mn y 5 mn de la costa donde predominaron biomasas cercanas a 3,0 µg Cl-a/L. A 5 m de profundidad las concentraciones se mantuvieron muy homogéneas y fluctuaron alrededor de los 2,0 µg Cl-a/L. A 10 m de profundidad, muy acorde con el oxígeno disuelto, la distribución mostró un leve incremento costa afuera desde un mínimo de 1,0 µg Cl-a/L, a 1 mn, hasta un máximo de 2,9 µg Cl-a/L localizado a 5 mn en el sector sur (**Figura 22-panel derecho**). A 25 m las biomasas se mantuvieron cercanas a 1,0 µg Cl-a/L y a 50 m descendieron de este valor (**Tabla 4**).

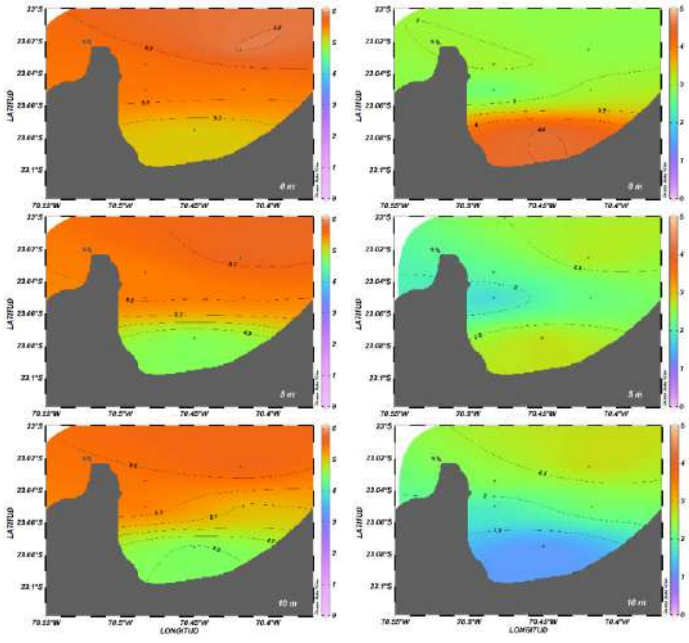


Figura 22. **Distribución horizontal del oxígeno disuelto (mL/L) (panel izquierdo) y de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-*a*/L) (panel derecho), a nivel superficial, 5 m y 10 m de profundidad, en Mejillones durante julio de 2017.**

En sintesís, en todas las localidades se detectaron altas concentraciones de oxígeno disuelto (>4,0 mL O_2/L) en un estrato que alcanzó profundidades cercanas a los 20 m, además, en ninguna de ellas la profundidad del límite superior de la ZMO se localizó a menos de 50 m de profundidad y no se observó el típico ascenso de las isolíneas hacia la superficie en el sector costero. Esta condición responde a la estacionalidad imperante (invierno), durante la cual los eventos de surgencia en la zona presentan su menor intensidad, lo que también influyó en los valores de biomasa fitoplanctónica, los cuales descendieron, respecto de junio, especialmente en Mejillones.

Al analizar la variabilidad temporal de la concentración de oxígeno disuelto durante el periodo junio 2015-julio 2017, se observa, en las tres localidades, la presencia de altos valores y de una capa oxigenada (>4,0 mL O_2/L) más profunda durante la época de otoño e invierno, asociada a la profundización del límite superior de la ZMO (**Figura 23**). Por otra parte, la biomasa fitoplanctónica exhibe mayores concentraciones (>10,0 µg Cl-a/L) principalmente durante primavera y verano, influenciando claramente al oxígeno disuelto superficial en esos periodos (**Figura 24**).

Al respecto, si bien hay que tomar en cuenta que el sistema estaba bajo la influencia de El Niño 2015-2016, los promedios mensuales de oxígeno disuelto y biomasa fitoplanctónica muestran cierto grado de estacionalidad (**Figura 25**). Esto puede relacionarse a que la surgencia costera nunca exhibió valores negativos, como lo reveló el Transporte de Ekman entre junio de 2015 y junio de 2017 en Iquique, y al comparar gráficamente este índice de surgencia con el oxígeno disuelto y con la biomasa fitoplanctónica, se puede observar su influencia sobre estos parámetros (**Figura 26**), aún cuando existe un desfase en la respuesta que éstos puedan tener a la ocurrencia del afloramiento.

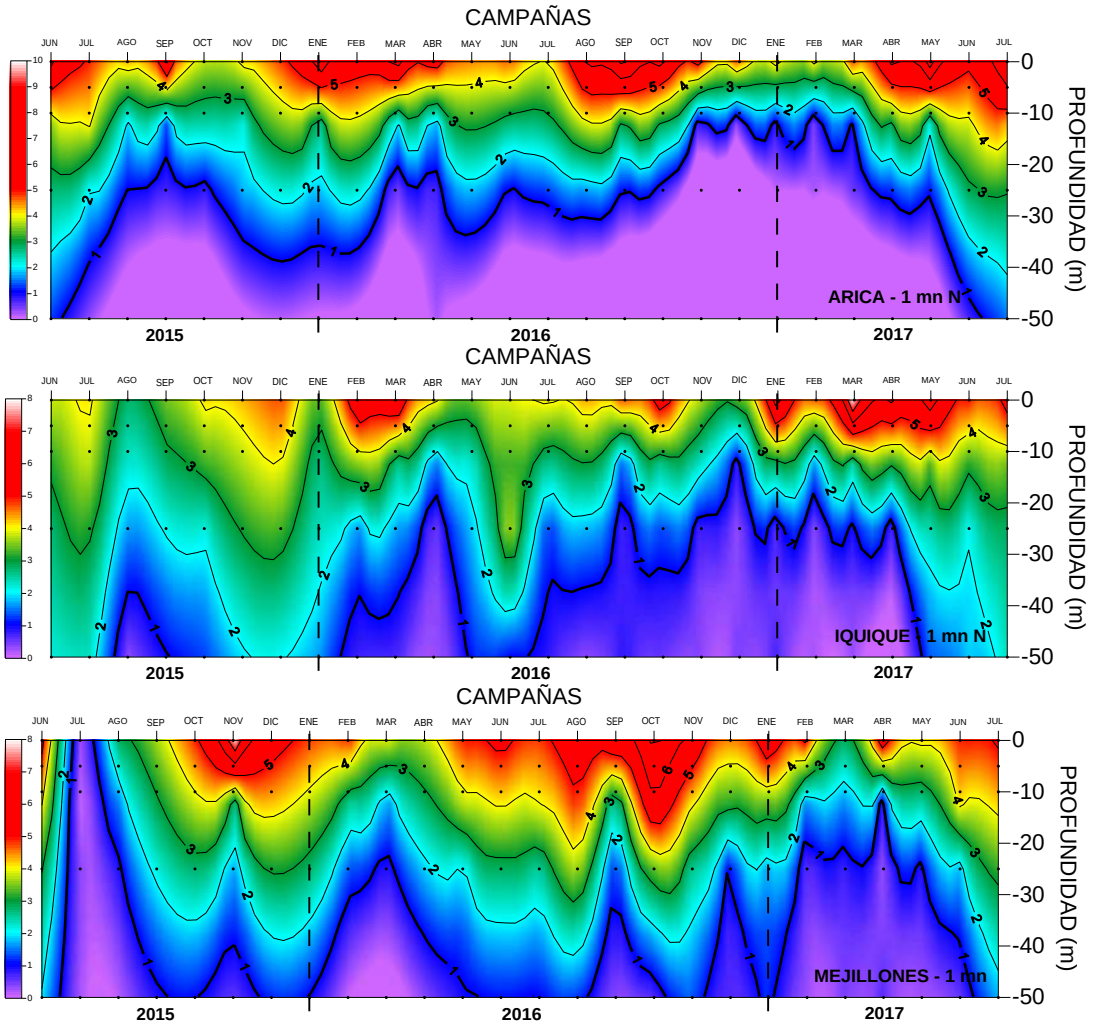


Figura 23. **Variabilidad del oxígeno disuelto (mL/L), entre junio de 2015 y julio de 2017, a 1 mn de la costa en el sector norte (N) de Arica (panel superior) e Iquique (panel central), y a 1 mn en Mejillones (panel inferior).**

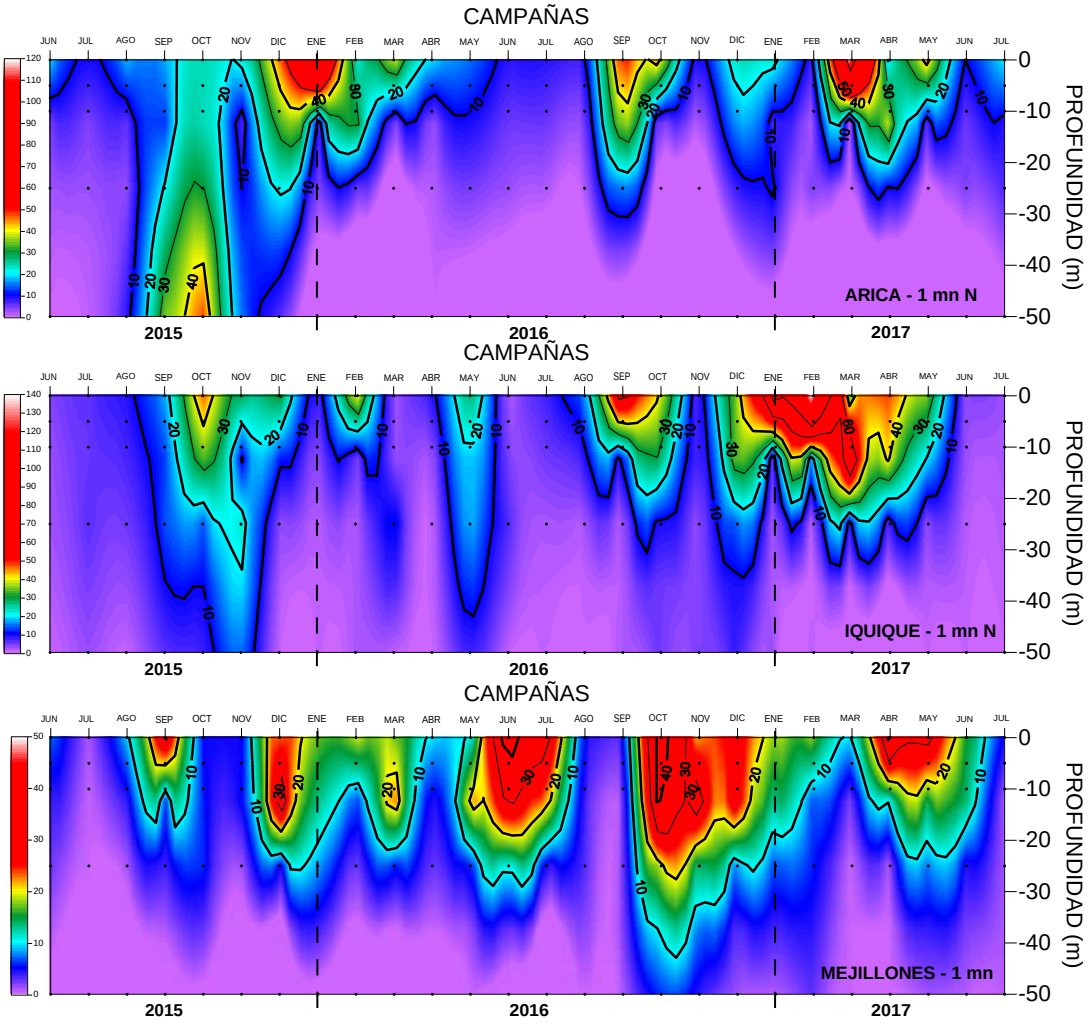


Figura 24. **Variabilidad de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L), entre junio de 2015 y julio de 2017, a 1 mn de la costa en el sector norte (N) de Arica (panel superior) e Iquique (panel central), y a 1 mn en Mejillones (panel inferior).**

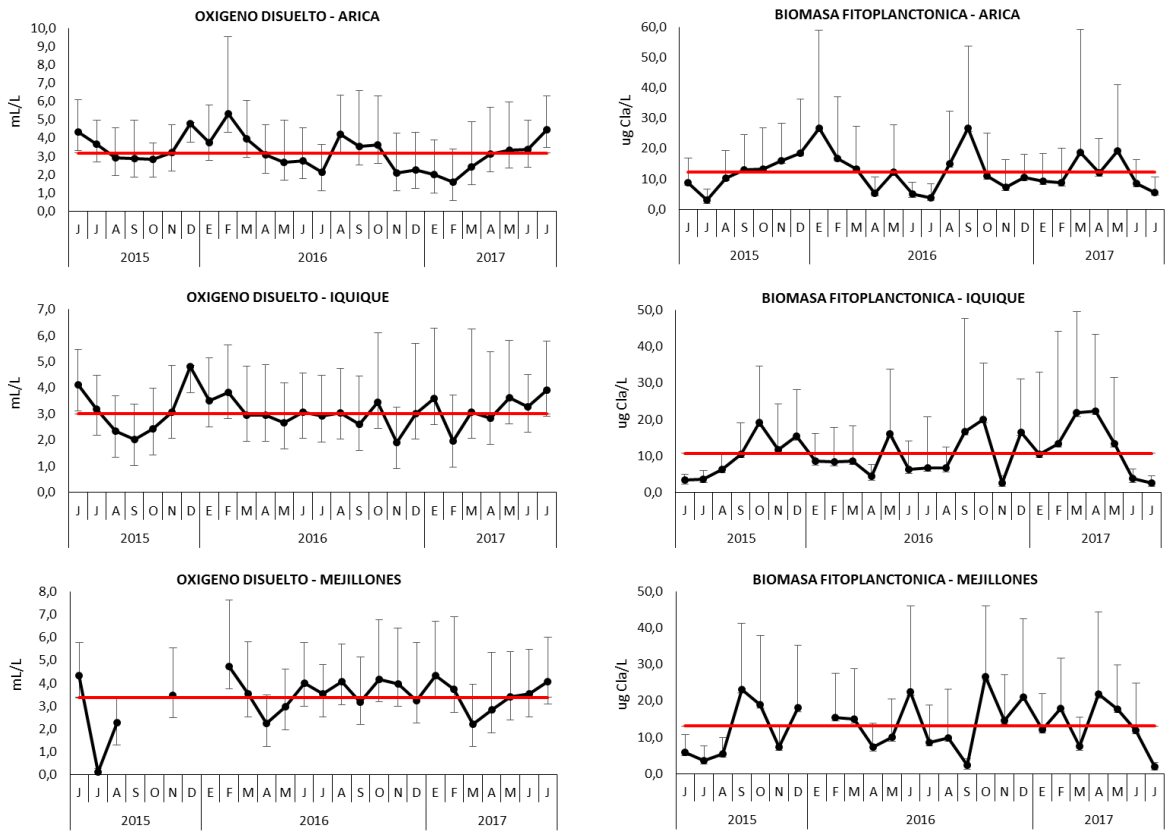


Figura 25. **Variabilidad del promedio mensual de oxígeno disuelto (mL/L) (panel izquierdo) y de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) (panel derecho) entre junio de 2015 y julio de 2017, en Arica (panel superior), Iquique (panel central) y Mejillones (panel inferior).**

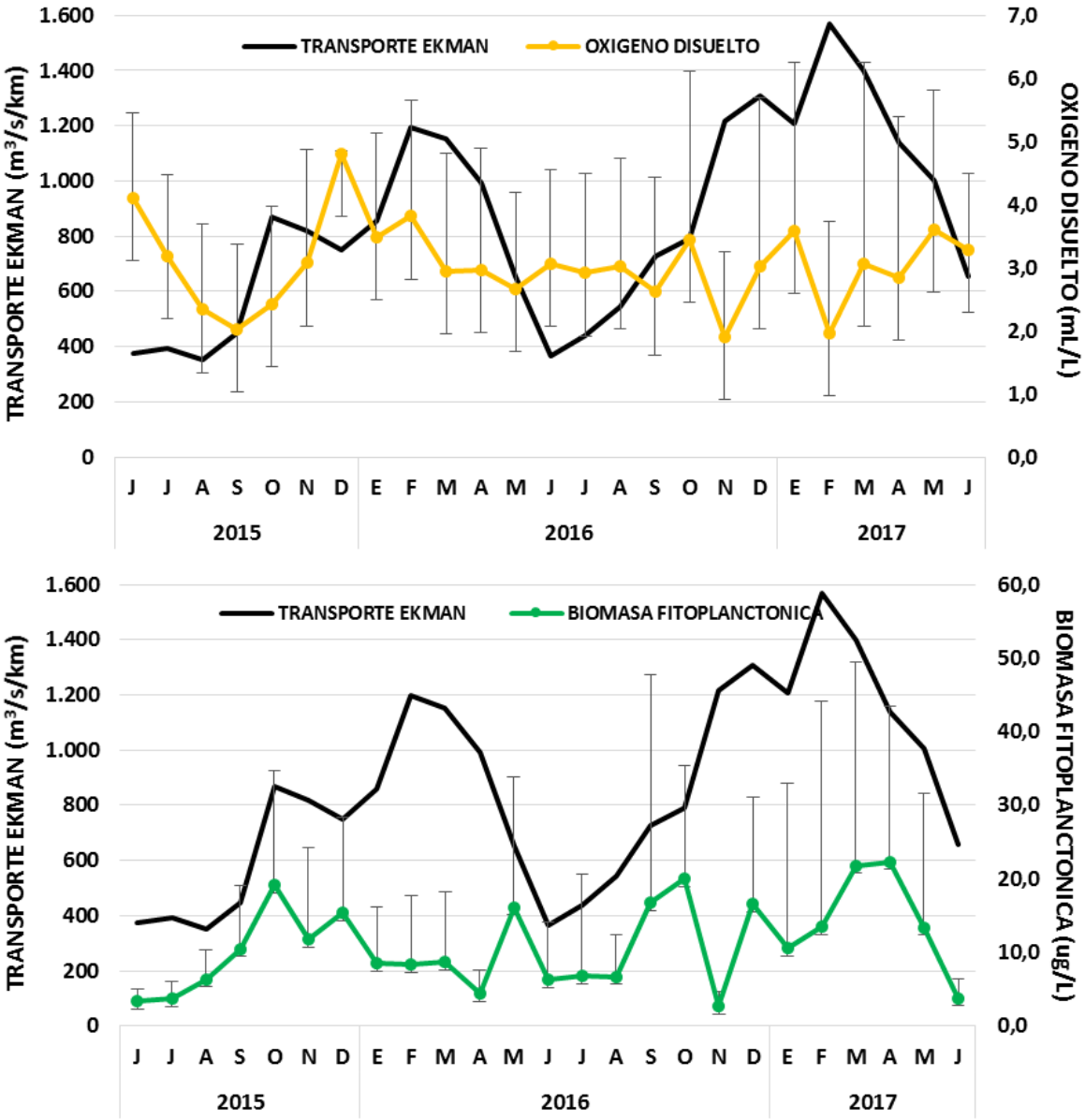


Figura 26. **Transporte de Ekman ($m^3/s/km$) y valores promedio de oxígeno disuelto (mL/L) (panel superior) y de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) (panel inferior) en Iquique entre junio de 2015 y junio de 2017.**

3. Estimación de la biomasa zooplanctónica

Durante julio de 2017, los valores estimados para la biomasa zooplanctónica se presentaron dentro del rango comprendido entre 108 y 689 ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona de 251 (DS = 161,84), cifra 18% y 40% menor respecto a la obtenida en junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente, con una dominancia de valores categorizados entre 101-300 y 301-900, los que representaron un 76% y 24% de la biomasa total (**Figura 27)**, exhibiendo la biomasa una leve tendencia incremental hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial.

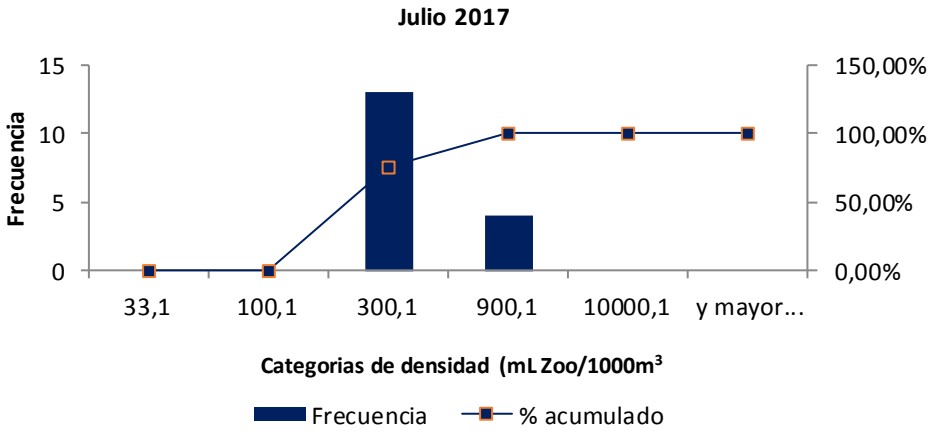


Figura 27. **Categorias de densidad de la estimación de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones – julio 2017.**

Durante este mes, las mayores biomasas promedio se observaron frente al puerto de Iquique (282), exhibiendo Arica y Mejillones, valores promedio de 199 y 277 ml de zooplancton/1.000 m^3, respectivamente (**Cuadro 2; Figura 28**).

Cuadro 2

Estadísticos básicos de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante julio de 2017.

Puertos	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Sd	CV(%)
Arica	6	131	253	199	41,84	0,21
Iquique	6	115	689	282	225,63	0,80
Mejillones	5	108	575	277	180,42	0,65

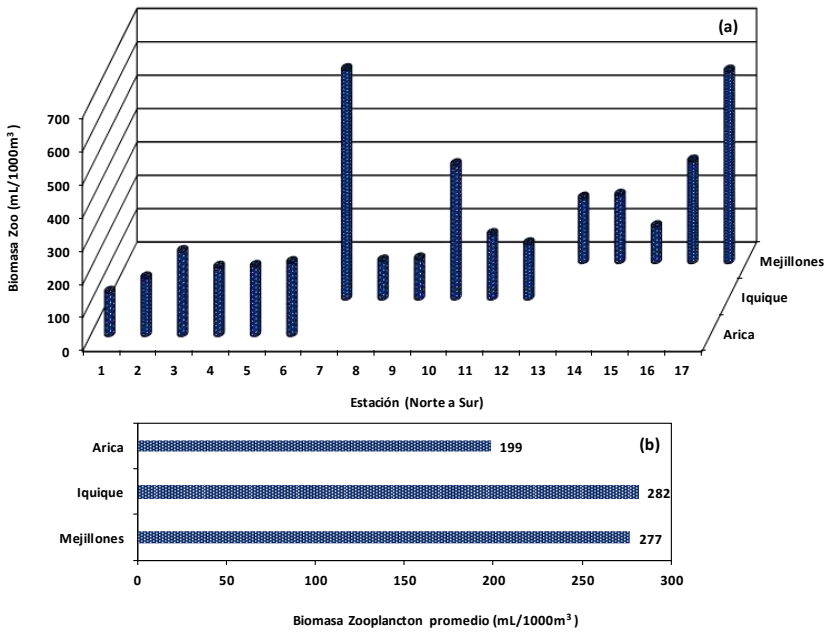
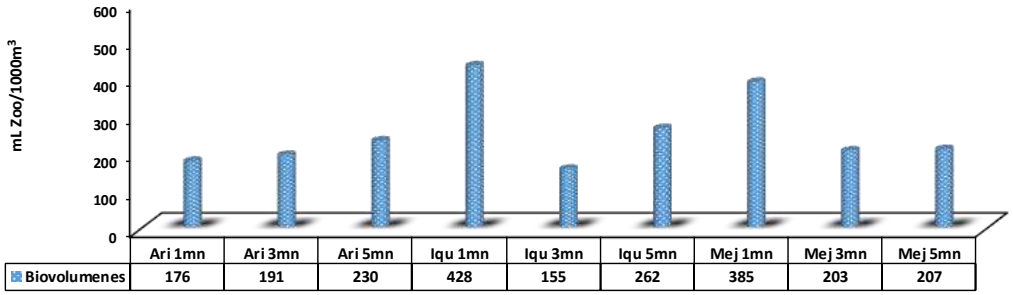


Figura 28. **Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica por estación (a) y abundancia promedio por puerto (b). Julio 2017.**

En la figura 29 se muestra la biomasa zooplanctónica con respecto a la distancia de la costa (mn) para las respectivas localidades muestreadas, y ella se aprecia que las mayores biomasas se registraron a 1 mn frente a los puertos de Iquique (428) y Mejillones (385), con una leve tendencia a incrementarse hacia mar afuera frente al puerto de Arica.



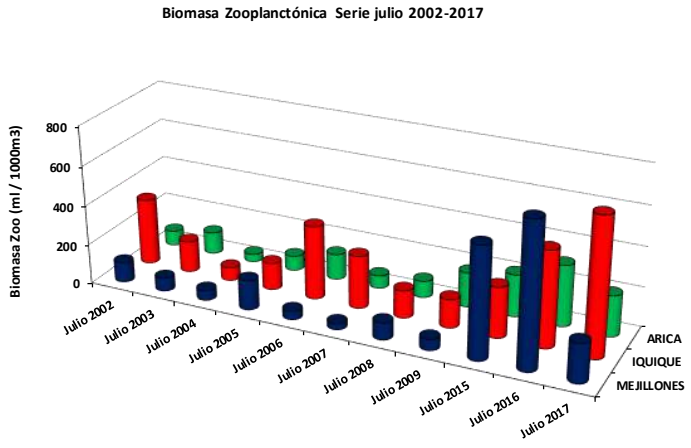
	Ari 1mn	Ari 3mn	Ari 5mn	Iqu 1mn	Iqu 3mn	Iqu 5mn	Mej 1mn	Mej 3mn	Mej 5mn
Biovolumenes	176	191	230	428	155	262	385	203	207

Figura 29. **Abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica con respeto a la distancia de la costa (mn). Julio 2017.**

Con respecto al mes de julio de 2017, las tres localidades muestran una disminución en sus valores promedio de producción secundaria de 25%, 21% para los puertos de Arica e Iquique y de 5% en punta Angamos (**Figura 30**). En relación a julio de 2016, se aprecia una mayor disminución en las biomasas promedio de 52%, 31 y 36% para las respectivas localidades, lo que se condice y se considera normal para la época de año.

Durante julio, las muestras de zooplancton, estuvieron constituidas por copépodos presentes en todas las estaciones, quetognatos entre Arica e Iquique y medusas desde Iquique al sur. Cabe destacar la presencia abundante de langostino pelágico frente a los puertos de Arica e Iquique.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, julio 2002-2017, las biomasas estimadas frente a las localidades de Arica y punta Angamos, muestran un decremento en sus valores de producción secundaria con respecto a julio de 2016, de 33% y 73%, respectivamente, exhibiendo el puerto de Iquique un incremento de 43%. No obstante lo anterior, la biomasa promedio de la zona obtenida en julio de 2017, se constituye en el segundo registro cuantitativamente más importante de la serie analizada. En general, la condición del alimento, no ha resultado ser una limitante para la anchoveta, apreciándose una comunidad dominada principalmente por organismos del mesozooplancton: copépodos y decápodos principalmente (**Figuras 31 y 32**).



	Julio 2002	Julio 2003	Julio 2004	Julio 2005	Julio 2006	Julio 2007	Julio 2008	Julio 2009	Julio 2015	Julio 2016	Julio 2017
MEJILLONES	100	65	50	149	42	30	85	55	557	721	194
IQUIQUE	334	158	67	136	370	266	139	144	254	481	689
ARICA	75	110	39	75	130	65	84	174	213	308	206

Figura 31. Biomasa zooplanctónica frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie julio 2002 - 2017.

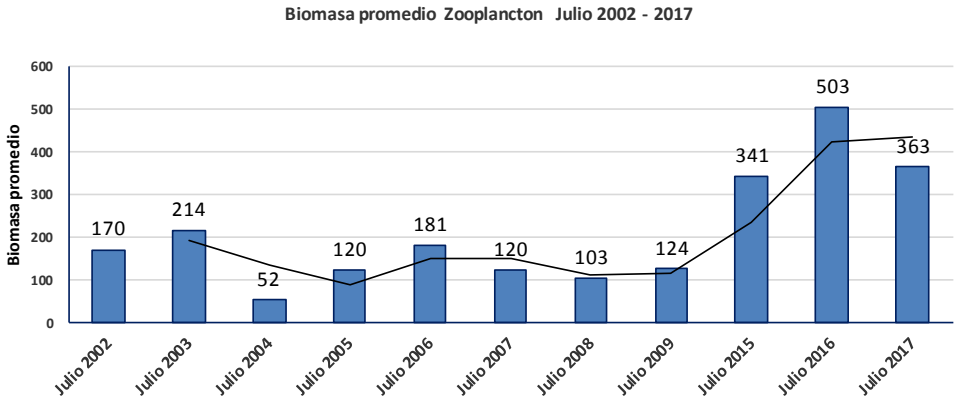


Figura 32. **Biomasa zooplanctónica promedio frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie julio 2002 - 2017.**

4. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento y análisis de las 17 muestras de zooplancton recolectadas durante julio de 2017, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones con la finalidad de determinar la distribución y abundancia de los estadios tempranos de anchoveta, jurel, caballa, sardina española, machuelo, entre otras, permitió cuantificar la presencia de 55.701 huevos y 31.898 larvas, cifras 35% menor y 28% mayor, con respecto a la obtenida durante el mes de junio para las respectivas fases de desarrollo. De este total, 51.905 huevos (93%) y 31.107 larvas (98%) correspondieron a las especies objetivo del estudio. Cabe mencionar la importante presencia de estadios tempranos de sardina frente a Iquique y punta Angamos y huevos de machuelo al oeste Arica. El detalle del número de huevos y larvas por especie, correspondiente a la totalidad de las muestras procesadas se entrega en la **Tabla 5.**

Durante la realización de las estaciones biooceanográficas o en la navegación de un punto a otro, se observó frente a los puertos de Iquique y Mejillones la presencia de aves, lobos, toninas, salpas coloniales, pez luna y cardúmenes de anchoveta. Presencia de langostino pelágico al oeste de Arica e Iquique.

4.1 Anchoveta, ***Engraulis ringens***

Se reconocieron 16 registros positivos para huevos y 5 para larvas, lo que representó una frecuencia de 94% y 29% y una dominancia numérica de 88% y 97% para cada una de las respectivas fases de desarrollo (**Tabla 5**).

Se determinó la presencia de 49.212 huevos y 30.989 larvas de anchoveta, señalando para la estación del año, actividad reproductiva, la cual no se acopla con los valores de IGS informados por IFOP para la semana 28, que es coetánea a la realización del seguimiento de huevos y larvas de peces (2,5%), los cuales provienen principalmente de la XV Región. Al respecto IFOP señala, que de acuerdo a los indicadores en la semana 28, la anchoveta presente en la zona de Arica, evidenció condiciones que afectaron el proceso de maduración gonadal y de desove, hecho que se reflejó en el incremento de la atresia (IAO) y en la caída de los indicadores de actividad (IGS e IHA) y de desove (IAD), concluyendo que los indicadores muestran un quiebre a la tendencia de semanas recientes, con registros de maduración y de desove que disminuyeron y se mantienen por debajo del patrón histórico. A la fecha, la anchoveta en la zona norte manifiesta un retraso en el inicio del evento reproductivo (Díaz, 2017).

De acuerdo a lo señalado por los estadios tempranos de anchoveta, estos se localizaron mayoritariamente frente a punta Angamos, en especial la fase de larvas, las que no se presentaron frente a las localidades de Arica e Iquique. El estadio de huevos experimenta hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial, máxima abundancia. Su distribución se extendió a lo largo de toda la extensión latitudinal y longitudinal de la zona de estudio.

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 43 y 19.941 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 3.076 (DS = 5279,20) cifra 54% y 52% menor, respecto a la obtenida durante junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente.

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta en la zona de estudio, señaló que el desove ocupo el rango latitudinal comprendido entre Arica y punta Angamos (23°01´S) y longitudinalmente exhibieron una cobertura máxima (5 mn). No obstante, su amplia cobertura espacial, estos se concentraron en la línea de estaciones de 1 mn (82%), presentando sus niveles de abundancia, una tendencia incremental, hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial (**Figuras 33 y 34; Tablas 6 y 7**).

Tabla 5. **Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones - julio 2017.**

Estadisticos Huevos	Anchoveta	Sardina	Machuelo	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	17	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	16	6	1	8	16
% Est (+)	94,12	35,29	5,88	47,06	94,12
Abundancia (H/10m^2)	49.212	2.381	312	3.797	55.701
Densidad Mínima Est (+)	43	115		43	55
Densidad Máxima Est (+)	19.941	804		1.721	21.966
Std.Dev Est (+)	5279,20	310,45		556,80	5770,44
Media Est. Positivas	3.076	397	312	475	3.481
Media Est. Totales	2.895	140	18	223	3.277
Constancia	94,12	35,29	5,88	47,06	94,12
Dominancia numérica	88,35	4,27	0,56	6,82	100,00
CV+(%)	1,72	0,78	0,00	1,17	1,66

Estadisticos Larvas	Anchoveta	Sardina	Machuelo	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	17	17	17	17	17
N° Estaciones positivas	5	1		5	7
% Est (+)	29,41	5,88		29,41	41,18
Abundancia (L/10m^2)	30.989	118		791	31.898
Densidad Mínima Est (+)	172			43	43
Densidad Máxima Est (+)	16.573			407	16.980
Std.Dev Est (+)	7751,44			160,68	7185,65
Media Est. Positivas	6.198			158	4.557
Media Est. Totales	1823			47	1876
Constancia	29,41			29,41	41,18
Dominancia numérica	97,15			2,48	100,00
CV+(%)	1,25			1,02	1,58

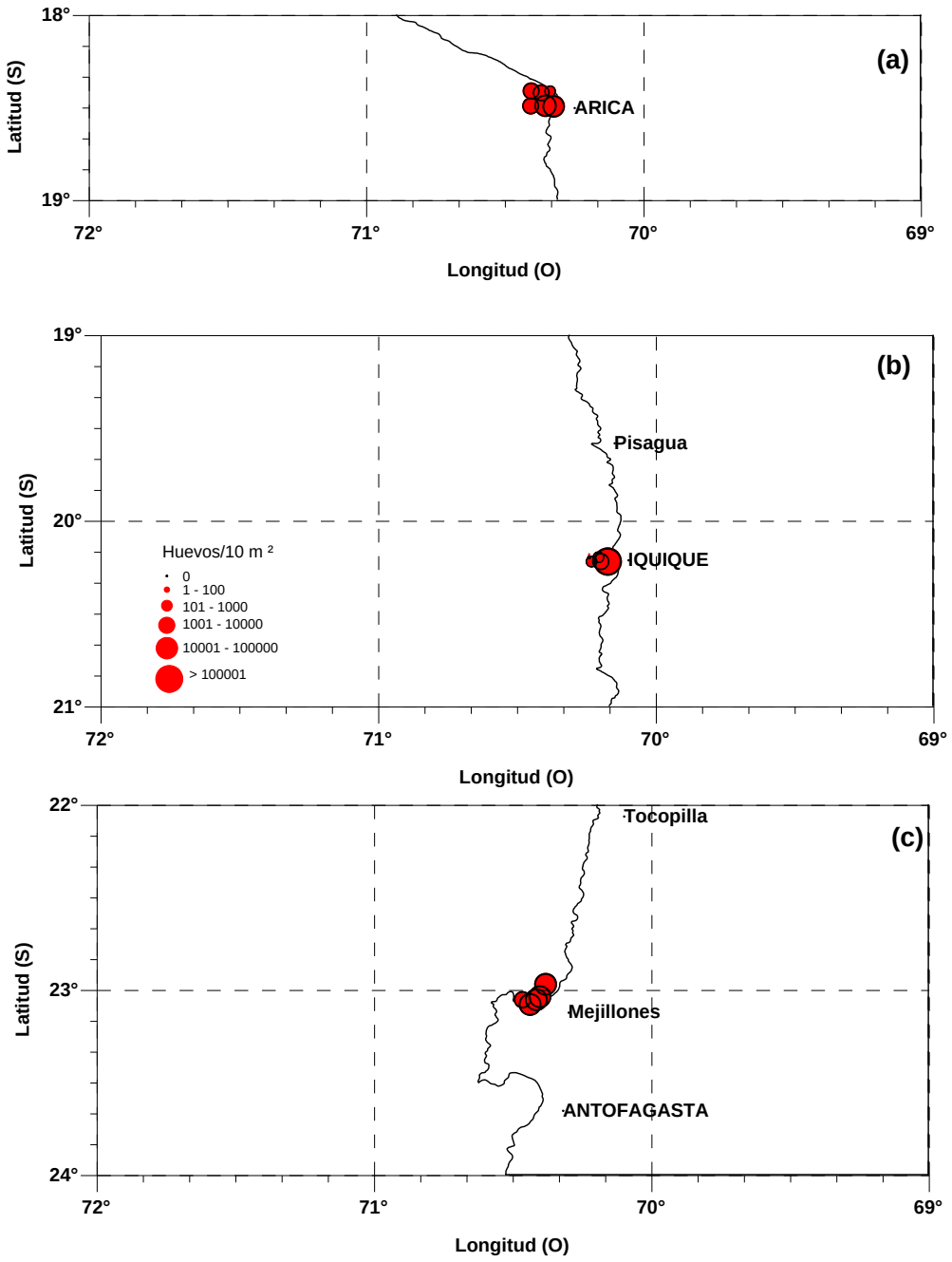


Figura 33. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Julio 2017.

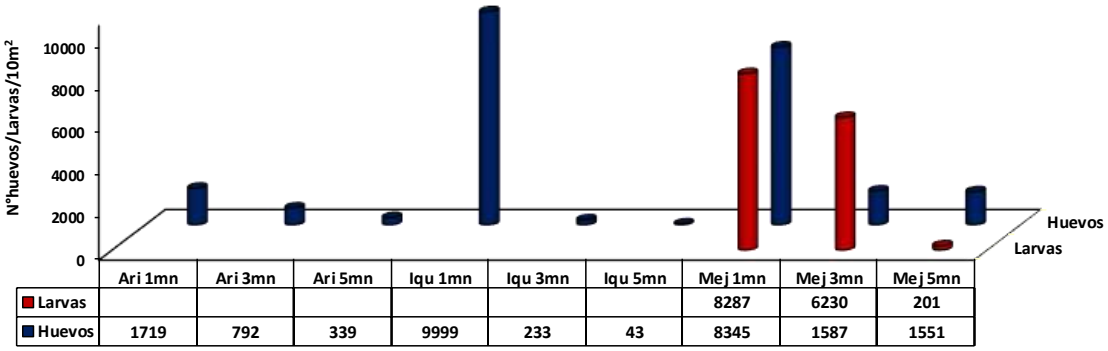


Figura 34. **Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Julio de 2017.**

Tabla 6. **Abundancia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la distancia de la costa para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones en julio de 2017.**

Huevos de Anchoveta (N°/10m²)				Larvas de Anchoveta (N°/10m²)		
DC (mn)	**1**	**3**	**5**	**1**	**3**	**5**
Arica						
18°28´S	3382	1118	502			
18°26´S	55	465	176			
Promedio	1718,5	791,5	339			
TOTAL		**5.698 Huevos**			**Larvas**	
Iquique						
20°11´S	56	43				
20°13´S	19941	423	86			
Promedio	9998,5	233	43			
TOTAL		**20.549 Huevos**			**Larvas**	
Mejillones						
23°03´S	9362	3174	517	16573	12460	230
22°58´S	7328		2585			172
Promedio	8345	1587	1551	8286,5	6230	201
TOTAL		**22.966 Huevos**			**30.989 Larvas**	

Las áreas de mayor abundancia (> 9.300 huevos/10m^2) se localizaron en las transectas sur realizadas frente a Iquique y punta Angamos, encontrándose configuradas por 2 registros positivos de un total de 17 (12%), los que en conjunto aportan con el 60% al total de huevos de anchoveta cuantificados. El resto de las estaciones positivas, no incluidas las ya mencionadas, exhiben abundancias comprendidas dentro del rango 43 a 7.328 huevos/10m^2. En este contexto, la estación positiva más relevante en términos de su

abundancia para la zona de estudio se localizó a 1 mn de la transecta sur realizada frente al puerto de Iquique, con 19.941 huevos/10m^2 (41%) (**Tablas 6 y 7**).

Con respecto al número de huevos, "julio de 2017" presentó con respecto a junio, una disminución de 33%, constituyéndose en el décimo quinto registro más relevante, en cuanto al número de huevos cuantificados de los últimos 34 meses (serie **CIAM** octubre 2014 – julio 2017) (**Tabla 8**).

Por su parte, las fases larvarias, presentaron 5 estaciones positivas, con una abundancia de 30.989 larvas/10m^2, cifra 28% y 389% mayor respecto a la obtenida durante junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente. Este estadio de desarrollo se presenta en el área de estudio con abundancias que fluctuaron entre 172 y 16.573 larvas/10m^2, con una densidad promedio de 1.823 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 6.198 (DS= 7751,44), cifra 53% mayor respecto a la obtenida en el mes precedente (**Tablas 5 y 6**).

Con respecto al patrón de distribución espacial de las larvas de anchoveta, se puede señalar qué frente a los puertos de Arica e Iquique no hubo registros positivos a esta fase de desarrollo, con cobertura latitudinal y longitudinal máxima frente al puerto de Mejillones (**Figura 35**).

En relación al número de larvas y para la zona Arica - Mejillones, julio de 2017 exhibe respecto al mes precedente, un incremento de 28% en sus niveles de abundancia, constituyéndose en el registro más alto, en cuanto al número de larvas cuantificadas de la serie analizada (**Tabla 8**).

Tabla 7. Distribución y abundancia de huevos y larvas de *Engraulis ringens*, para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones Serie CIAM octubre 2014 – julio 2017.

Huevos	Iquique	Arica	Mejillones	Larvas	Iquique	Arica	Mejillones
Octubre 2014	28525	751133	86650	**Octubre 2014**	798	4390	19652
Noviembre	4978	2757	23184	**Noviembre**	67	69	470
Diciembre	84046	1371	96895	**Diciembre**	2147	151	160
Enero 2015	1878	5836	6174	**Enero 2015**	379	54	633
Febrero	1361	1539	5313	**Febrero**	332	100	2780
Marzo	7196	1272	13863	**Marzo**	1099	356	1951
Abril	48	-	-	**Abril**	713	249	775
Mayo	514	256	1196	**Mayo**	515	392	1869
Junio	2892	1468	27966	**Junio**	1725	216	996
Julio	12672	3858	24428	**Julio**	1684	828	3304
Agosto	21146	40217	4729	**Agosto**	663	209	1142
Septiembre	52541	121320	54158	**Septiembre**	846	1955	11630
Octubre	10629	12254	109767	**Octubre**	322	44	1047
Noviembre	10750	18543	28044	**Noviembre**		668	
Diciembre	2536	10569	2019	**Diciembre**	194	95	2575
Enero 2016	17621	12305		**Enero 2016**	876	135	
Febrero	25357	39560	38706	**Febrero**	622	1408	1133
Marzo	1267	3419	590	**Marzo**		381	1202
Abril	131	22690	882	**Abril**			118
Mayo	596	31902	838	**Mayo**	666	1181	494
Junio	17797	25516	1901	**Junio**	1612	5714	906
Julio	38826	56080	2125	**Julio**	279	5153	898
Agosto	135774	16665	3448	**Agosto**	1245	270	1876
Septiembre	29257	184127	52	**Septiembre**	498	3375	470
Octubre	3232	167377		**Octubre**	747	3850	506
Noviembre	747	40951	1766	**Noviembre**	55	433	717
Diciembre	3736	2586	52766	**Diciembre**	172	834	662
Enero 2017	2304	370	16201	**Enero 2017**	1826	259	1238
Febrero	5311	2346	62567	**Febrero**	221	115	11193
Marzo	116	5288	20494	**Marzo**	58	738	971
Abril	2902	11718	49524	**Abril**	53	1893	7511
Mayo	1525	21852	10748	**Mayo**	51	679	156
Junio		5360	68495	**Junio**	54		24214
Julio	20549	5698	22966	**Julio**			30989

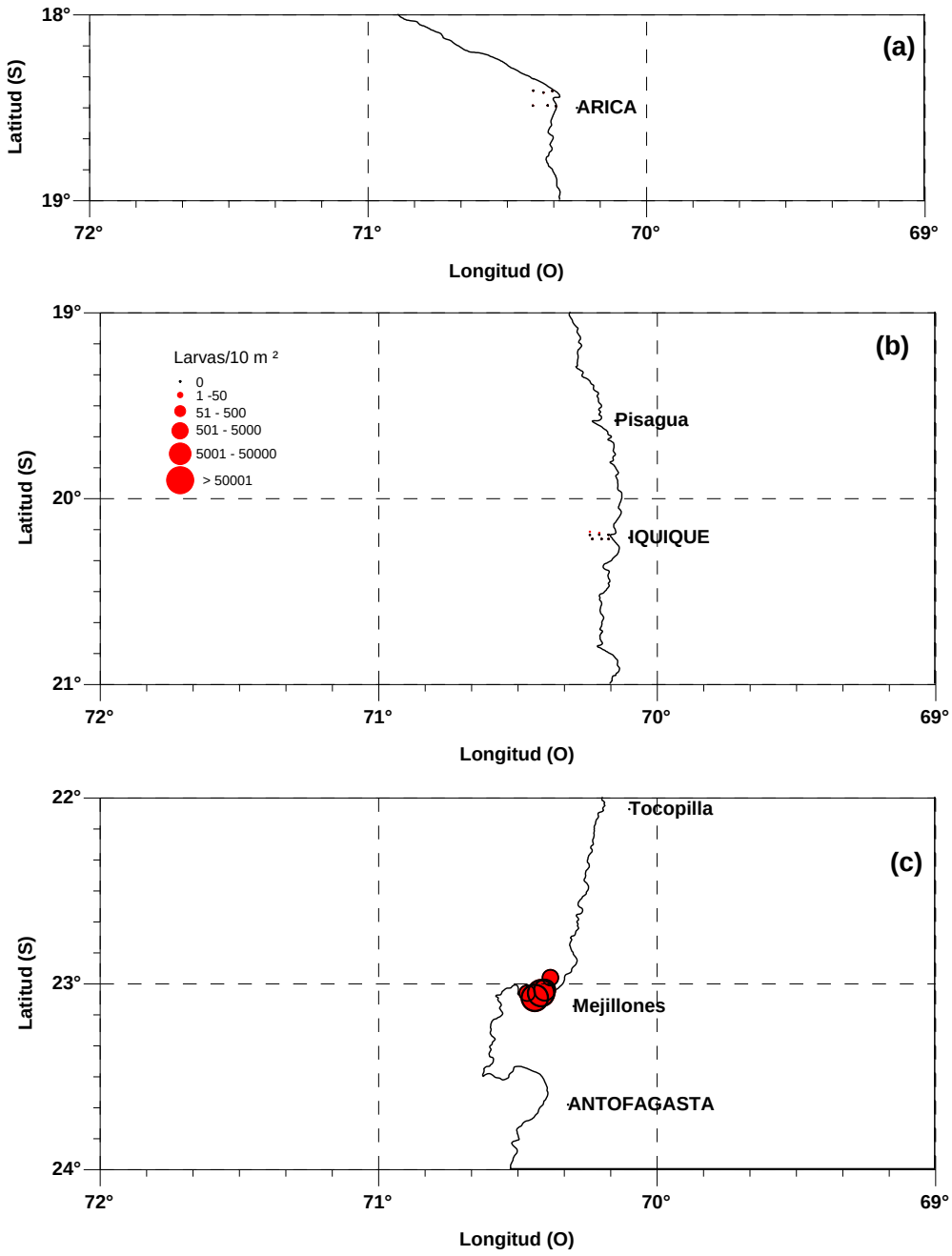


Figura 35. **Distribución y abundancia de larvas de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Julio 2017.**

Tabla 8. **Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Engraulis ringens*, para la zona norte de Chile. Serie octubre 2014 – julio 2017.**

Huevos	Estac. Tot	Estac. (+)	Huevos Anch.	Abundancia	Abundancia	Densidad (t)	Densidad (+)	Desviación	Constancia o	Dominancia	CV
	N°	N°	N°	Mínimo	Máximo	H/10m^2	H/10m^2	Estandar	Frecuencia (%)	Numérica (%)	(%)
Octubre 2014	17	17	866309	788	423574	50959	50959	110635,10	100	98,98	2,17
Noviembre	16	16	30920	148	11508	1933	1933	3088,93	100	94,72	1,60
Diciembre	17	17	182314	79	53507	10724	10724	14774,01	100	99,23	1,38
Enero 2015	17	17	13887	152	3173	817	817	913,73	100	87,18	1,12
Febrero	17	15	8213	99	1775	483	548	459.44	88,24	80,01	0,84
Marzo	17	17	22332	48	6331	1314	1314	1578,43	100,00	93,54	1,20
Abril	19	1	48			3	48	27,41	5,26	2,33	0,57
Mayo	17	10	1965	39	455	116	197	134,01	58,82	12,99	0,68
Junio	17	16	32326	55	13967	1902	2020	3937,25	94,12	94,75	1,95
Julio	17	17	40959	298	13867	2409	2409	3327,09	100,00	65,41	1,38
Agosto	17	17	66091	125	33955	3888	3888	8665,77	100,00	87,42	2,23
Septiembre	17	17	228020	293	91904	13413	13413	22760,59	100,00	93,71	1,70
Octubre	17	17	132650	237	49377	7803	7803	13006,78	100,00	98,39	1,67
Noviembre	17	17	57337	227	19641	3373	3373	5054,93	100,00	92,26	1,50
Diciembre	17	15	15123	65	5511	890	1008	1698,01	88,24	86,93	1,68
Enero 2016	12	12	29927	175	13323	2494	2494	3671,29	100,00	96,23	1,47
Febrero	17	17	103623	449	29792	6095	6095	8906,09	100,00	98,51	1,46
Marzo	16	13	5275	54	1351	330	406	445,42	81,25	62,62	1,10
Abril	16	7	23703	131	17762	1481	3386	6431,02	43,75	98,65	1,90
Mayo	17	13	33336	55	25174	1961	2564	6871,11	76,47	84,60	2,68
Junio	17	11	45213	172	10851	2660	4110	3509,63	64,71	91,76	0,85
Julio	17	15	97032	278	18695	5708	6469	6388,31	88,24	93,67	0,99
Agosto	17	17	155887	113	102004	9170	9170	24861,93	100,00	97,95	2,71
Septiembre	17	13	213436	52	85826	12555	16418	26578,42	76,47	99,23	1,62
Octubre	17	8	170609	60	92749	10036	21326	32876,18	47,06	98,82	1,54
Noviembre	17	12	43462	169	26621	2557	3622	7469,67	70,59	97,90	2,06
Diciembre	17	15	59008	206	28176	3471	3934	7477,88	88,24	92,95	1,90
Enero 2017	17	12	18874	53	6955	1110	1573	2027,55	70,59	95,97	1,29
Febrero	17	17	70226	115	30535	4131	4131	8303,88	100,00	96,13	2,01
Marzo	17	11	25898	57	10950	1523	2354	3493,85	64,71	87,72	1,48
Abril	17	16	64144	138	40938	3773	4009	10055,57	94,12	87,62	2,51
Mayo	17	14	34124	101	5620	2007	2437	1970,13	82,35	87,37	0,81
Junio	17	11	73855	56	27402	4344	6714	10241,60	64,71	86,65	1,53
Julio	17	16	49212	43	19941	2895	3076	5279,20	94,12	88,35	1,72
Larvas	**Estac. Tot**	**Estac. (+)**	**Larvas Anch.**	**Abundancia**	**Abundancia**	**Densidad (t)**	**Densidad (+)**	**Desviación**	**Constancia o**	**Dominancia**	**CV**
	N°	N°	N°	Mínimo	Máximo	L/10m^2	L/10m^2	Estandar	Frecuencia (%)	Numérica (%)	(%)
Octubre 2014	17	14	24841	59	9030	1461	1774	2969,01	82,35	97,82	1,67
Noviembre	16	3	605	67	470	38	202	195,78	18,75	91,25	0,97
Diciembre	17	8	2458	40	765	145	307	248,71	47,06	87,29	0,81
Enero 2015	17	9	1067	51	266	63	119	83,17	52,94	67,49	0,70
Febrero	17	9	3210	54	1155	189	357	350,95	52,94	94,97	0,98
Marzo	17	16	3404	47	795	200	213	188,99	94,12	95,43	0,89
Abril	19	15	1739	48	232	92	116	68,47	78,95	53,07	0,59
Mayo	17	11	2776	77	639	163	252	180,35	64,71	83,59	0,71
Junio	17	14	2937	30	439	173	210	149,30	82,35	86,89	0,71
Julio	17	17	5816	46	1192	342	342	296,20	100,00	78,71	0,87
Agosto	17	10	2013	41	696	118	201	206,20	58,82	97,20	1,02
Septiembre	17	13	14431	55	3649	849	1110	1194,14	76,47	97,39	1,08
Octubre	17	9	1413	44	447	83	157	164,62	52,94	100,00	1,05
Noviembre	17	2	668	225	443	39	334	154,46	11,76	100,00	0,46
Diciembre	17	9	2864	63	1062	168	318	414,90	52,94	90,86	1,30
Enero 2016	12	7	1011	36	336	84	144	129,30	58,33	90,03	0,90
Febrero	17	12	3163	29	693	186	264	209,53	70,59	91,84	0,79
Marzo	16	7	1583	51	421	99	226	138,80	43,75	87,85	0,61
Abril	16	1	118			7	118		6,25	47,58	
Mayo	17	10	2342	52	704	138	234	219,91	58,82	97,91	0,94
Junio	17	12	8233	114	3081	484	686	848,04	70,59	85,81	1,24
Julio	17	12	6331	55	1642	372	528	509,62	70,59	85,28	0,97
Agosto	17	8	3391	54	1762	199	424	603,77	47,06	95,17	1,42
Septiembre	17	8	4344	59	1230	256	543	457,86	47,06	90,29	0,84
Octubre	17	16	5102	51	1533	300	319	417,11	94,12	81,16	1,31
Noviembre	17	4	1204	48	669	71	301	304,08	23,53	63,07	1,01
Diciembre	17	9	1669	50	465	98	185	159,81	52,94	74,94	0,86
Enero 2017	17	10	3324	107	1135	196	332	304,54	58,82	92,21	0,92
Febrero	17	9	11528	50	6889	678	1281	2213,62	52,94	92,45	1,73
Marzo	17	9	1765	52	469	104	196	143,06	52,94	62,02	0,73
Abril	17	12	9457	46	4039	556	788	1222,47	70,59	88,58	1,55
Mayo	17	7	887	51	286	52	127	81,41	41,18	64,14	0,64
Junio	17	6	24269	54	11066	1428	4045	4731,28	35,29	97,08	1,17
Julio	17	5	30989	172	16573	1823	6198	7751,44	29,41	97,15	1,25

La estimación de la densidad media y coeficiente de variación de la abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el período octubre 2014 - julio 2017, se presenta en las **Figuras 36 y 37**. En ella se aprecia qué para el período de estudio, los coeficientes de variación y las densidades medias más bajas, han sido los estimados mediante la distribución Log-normal o distribución delta en el caso de los huevos, siendo muy similares para las fases larvarias, a excepción de este último mes, debido a que los productos del desove se presentan con abundancias mas altas en los extremos norte y austral de la zona de estudio para el estadio de huevos y solo en el extremo austral la fase de larvas.

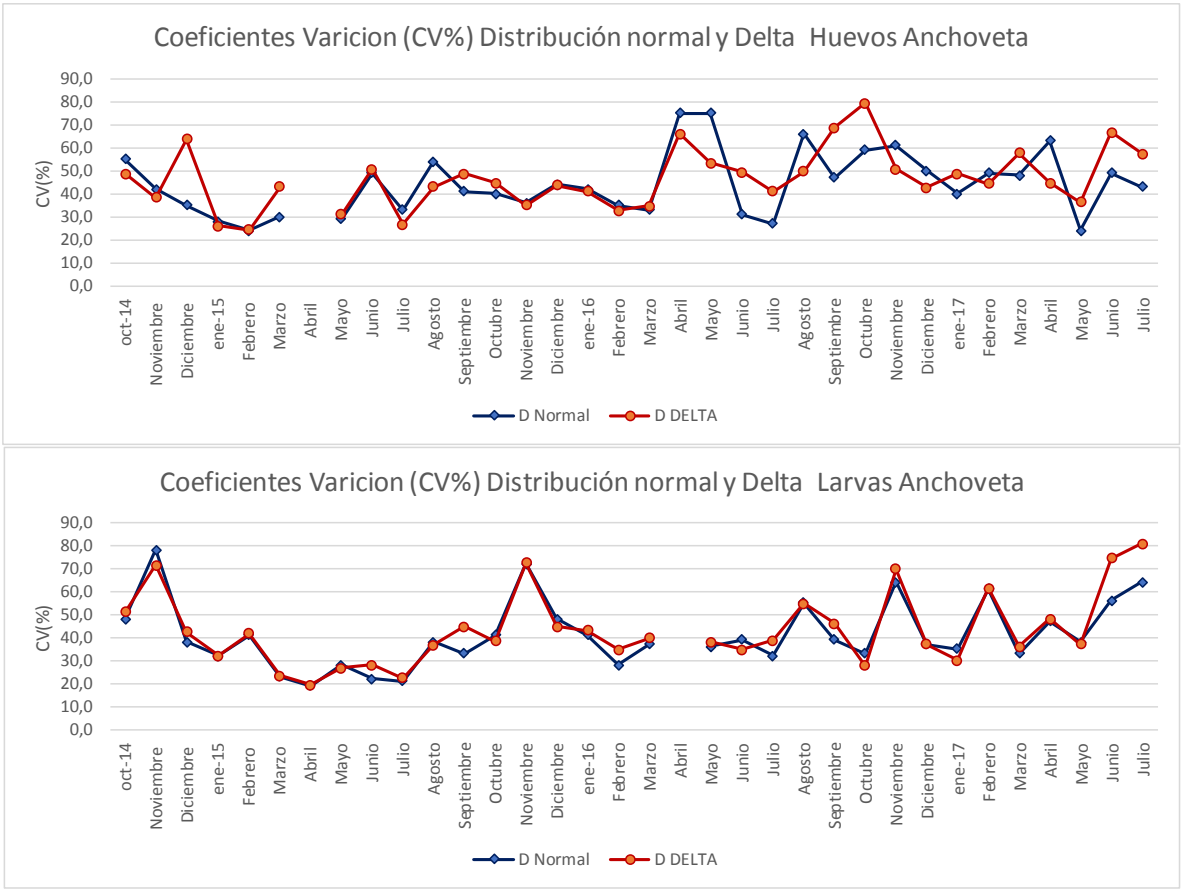


Figura 36. **Coeficientes de Variación de la estimación de la densidad media por el método tradicional y distribución Delta para huevos y larvas de anchoveta.**

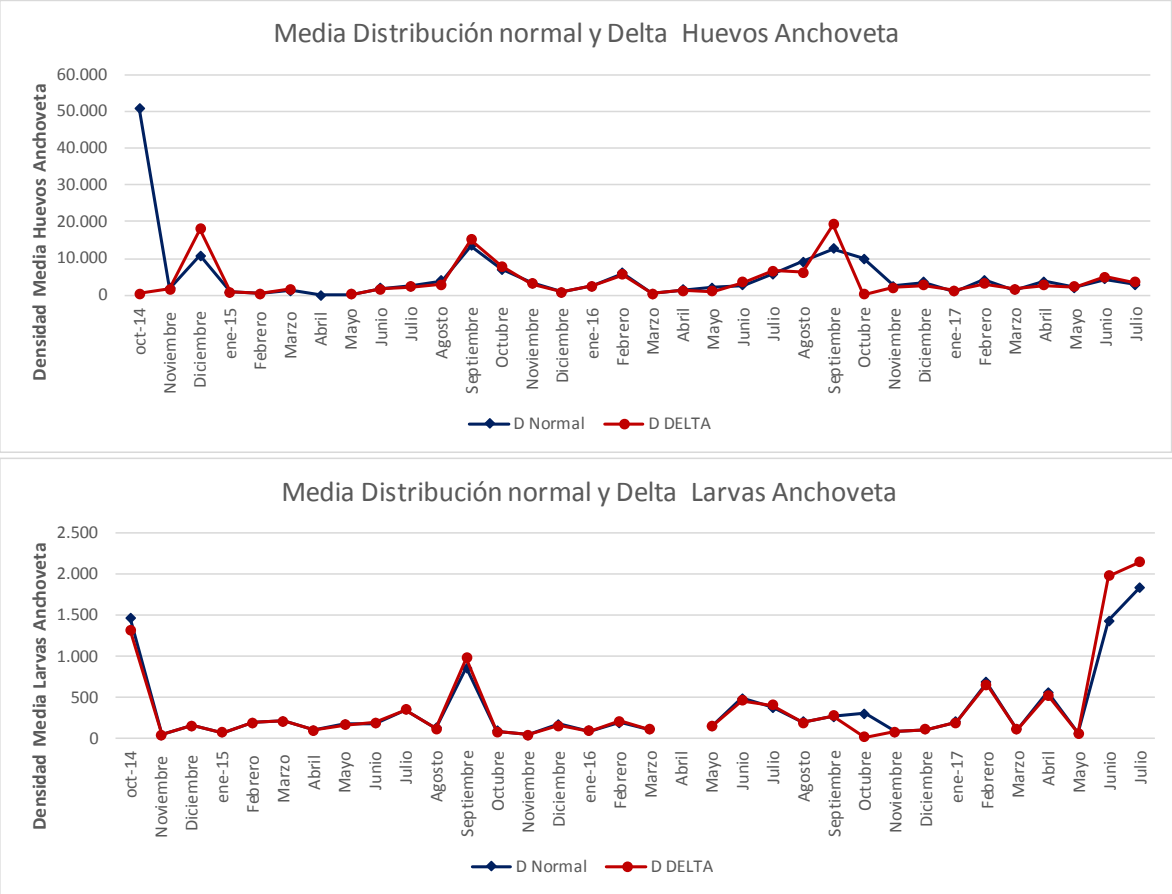


Figura 37. **Estimación de la densidad media por el método tradicional y distribución Delta para huevos y larvas de anchoveta.**

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida durante julio de 2017, respecto a la reportada durente el mes de junio, muestra que la abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta una situación diferente, disminuyendo el estadio de huevos en 33% e incrementándose las fases larvarias en 28%. Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes anterior, una disminución de 54% para los huevos de anchoveta y un incremento 53% para el estadio de larvas (**Tabla 8, Figura 38**).

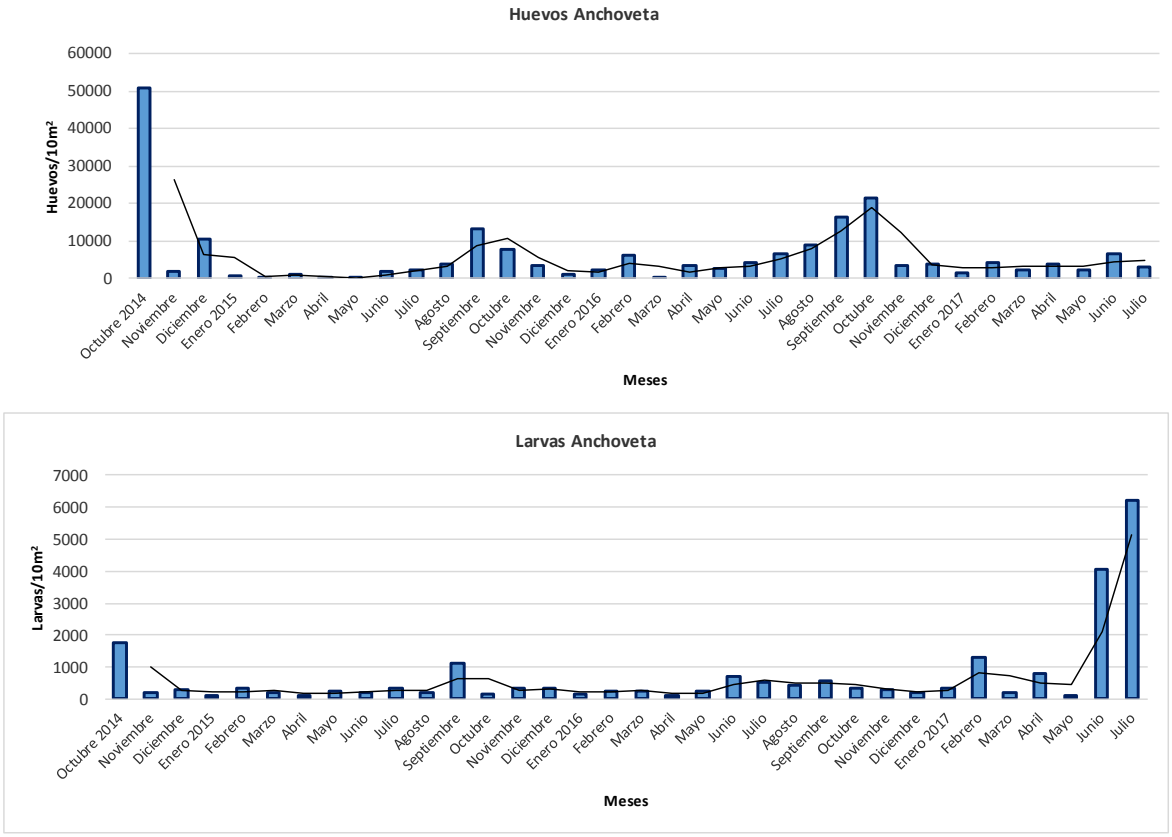


Figura 38. **Variación temporal de la intensidad y/o concentración del desove de anchoveta para la zona Arica - Mejillones en el período octubre 2014 - julio 2017 (Línea negra = media móvil).**

Los resultados expresados en la serie de abundancia de huevos de anchoveta del periodo octubre 2014 – julio 2017, reflejan que la postura ha sido permanente durante los últimos meses, para incrementarse gradualmente durante el trimestre mayo-junio y experimentar especialmente las fases larvarias, un aumento notable en julio de 2017. Es así, como la abundancia de huevos de anchoveta estimada en julio de 2017 es 49% menor y 20% mayor respecto a las estimadas en julio de 2016 y 2015, respectivamente. Por su parte las larvas exhiben con respecto a julio de 2016 y 2015 incrementos de 28% y 389% (**Figura 39 a y b**). Esta situación considerando la tendencia histórica es esperable, ya que entre julio y septiembre se prevé que los desoves debieran intensificarse, correspondiéndose con el período definido como de pick primario de desove del recurso en la zona norte del país.

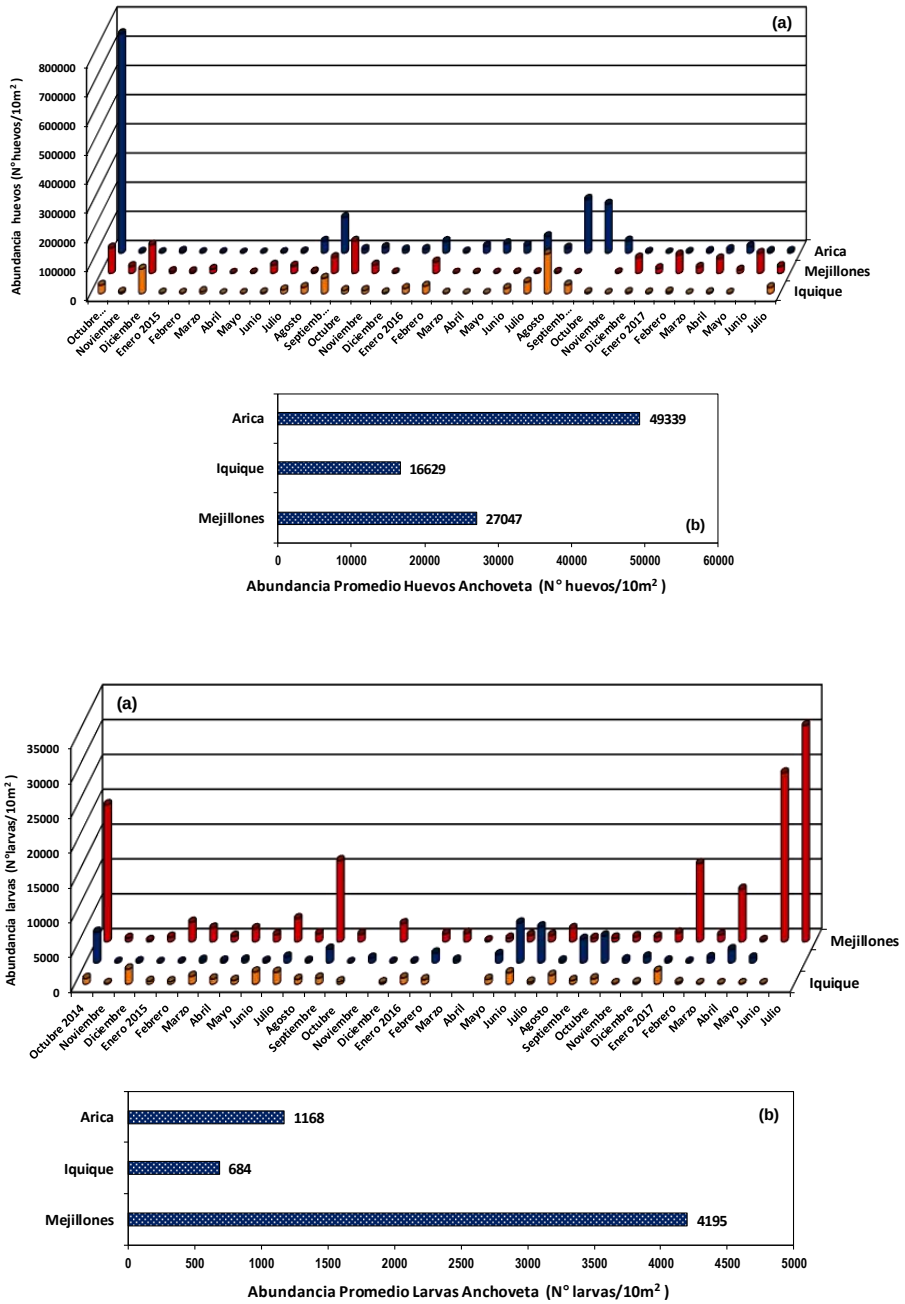


Figura 39. **Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones (a) y Abundancia promedio por localidad (b). Serie octubre 2014 – julio 2017.**

Para efectos comparativos se seleccionaron en los puertos de Arica, Iquique y Mejillones las estaciones asignadas con los números 4, 7 y 13, respectivamente. De acuerdo a lo indicado por los estadios de desarrollo, el monitoreo de julio de 2017 muestra presencia de huevos de anchoveta para las tres localidades y larvas de la especie solo frente a punta Angamos.

En Arica y para la serie analizada julio 1997- 2017, se reporta ausencia de huevos de anchoveta los años 1997, 2000 y 2002, registrándose la mayor abundancia el año 2010 con 162.669 huevos/10m^2. Con respecto al mismo mes del año 2016, la abundancia de huevos para esta localidad disminuye en 79% (**Figura 40**).

Ausencia de huevos frente al puerto de Iquique se verifica en julio de 1997 a 2000, 2002, 2003, 2005 y 2010, registrándose la mayor abundancia el año 2004 con 25.935 huevos (**Figura 40**). Respecto a julio de 2016 y al igual que lo registrado en la localidad de Arica, la abundancia de huevos disminuye en 99%.

Frente a Mejillones, los registros mas significativos en términos cuantitativos fueron los obtenidos en julio de 1997 y 2003 con 53.734 y 24.070 huevos, respectivamente. Ausencia para este estadio de desarrollo, se registra solo el año 2005. Con respecto al mismo mes del año 2016, las abundancias se incrementan en un 588% (**Figura 40**).

Con respecto a las fases larvales, Arica registra las mayores abundancias los años 2007 y 2010 con 1.706 y 2.155 larvas/10m^2, respectivamente. Ausencia de larvas para esta localidad, fue reportada en julio de los años 2000, 2004, 2005 y 2017 (**Figura 41**).

Ausencia de larvas de anchoveta frente a Iquique se ha reportado en julio de los años 2004, 2005, 2010, 2016 y 2017. El registro más significativo en términos cuantitativos fue el obtenido el año 2008 con 24.023 larvas.

Frente a punta Angamos la ausencia de este estadio de desarrollo se verificó en julio de los años 2002, 2004 y 2005, registrándose la mas alta abundancia de la serie analizada en julio de 2017 con 16.573 larvas /10m^2, cifra 4568% mayor respecto a la obtenida en julio de 2016.

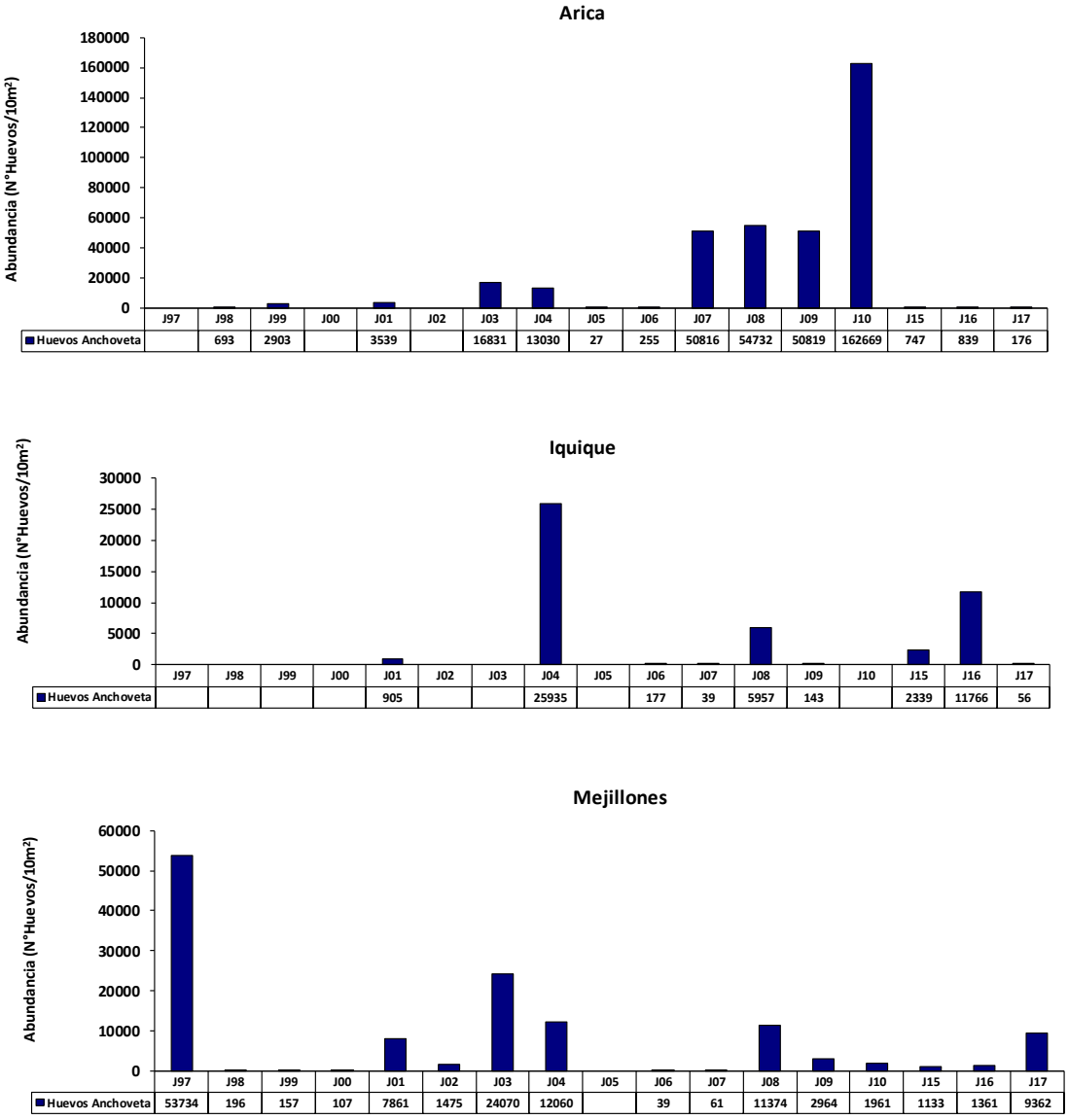


Figura 40. **Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie julio 1997 - 2017.**

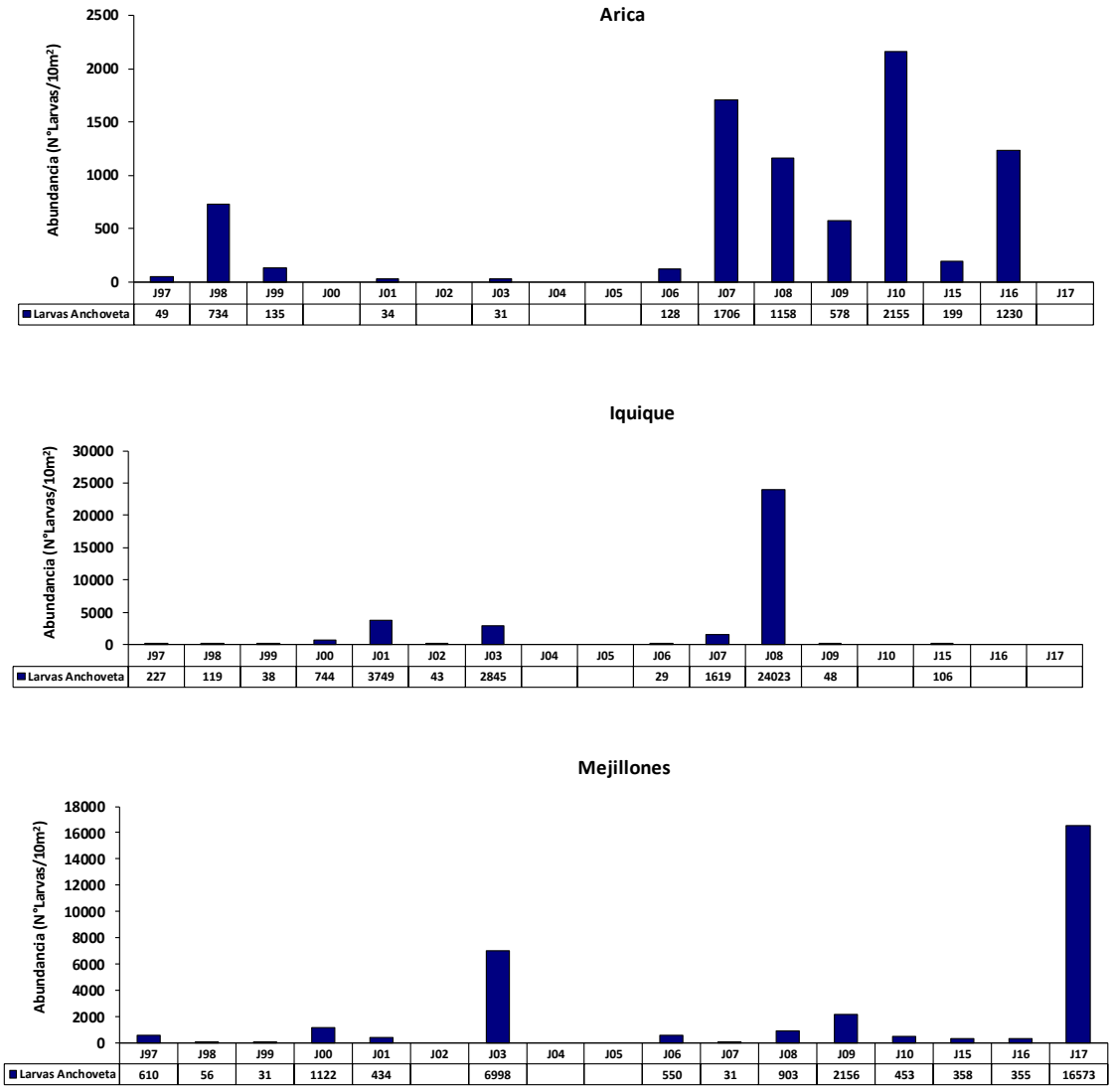


Figura 41. **Abundancia de larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie julio 1997 - 2017.**

4.2 Sardina española, ***Sardinops sagax***

Para sardina se determinó la presencia de 6 registros positivos para huevos y 1 para larvas, en los cuales se recolectaron 2.381 huevos y 118 larvas/10m^2. Estos niveles de abundancia señalan que durante el período de estudio esta especie presentó actividad reproductiva, especialmente frente a punta Angamos.

La fase de huevos se presenta en el área de estudio con abundancias que fluctuaron entre 115 y 804 huevos/10m^2, con una densidad promedio de 140 huevos por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 397 (DS= 310,45) (**Tabla 5**).

Con respecto al patrón de distribución espacial de esta fase de desarrollo, se puede señalar qué frente al puerto de Arica no hubo registros positivos a este estadio, con cobertura latitudinal y longitudinal máxima frente al puerto de Mejillones y una estación positiva al sur de Iquique (**Figura 42**). No obstante, su amplia cobertura espacial, estos se concentraron en la línea de estaciones de 3 y 5 mn (32% y 39%).

Las áreas de mayor abundancia (> 760 huevos/10m^2) se localizaron en las transectas sur y norte realizadas frente punta Angamos, encontrándose configuradas por 2 registros positivos, los que en conjunto aportan con el 66% al total de huevos de sardina cuantificados. El resto de las estaciones positivas, no incluidas las ya mencionadas, exhiben abundancias comprendidas dentro del rango 115 a 304 huevos/10m^2. En este contexto, la estación positiva más relevante en términos de su abundancia para la zona de estudio se localizó a 5 mn de la transecta norte realizada frente al puerto de Mejillones, con 804 huevos/10m^2 (34%).

Es importante continuar monitoreando los productos del desove, dado que hace años, no registrábamos la presencia de estadios tempranos de sardina española, con este grado de cobertura, siendo aún prematuro referirse a un cambio en la composición específica del ecosistema pelágico de la zona norte de Chile a nivel de ictioplancton, tal como ocurrió en décadas pasadas: 1973 y 1985.

4.3 Machuelo o Tritre, ***Ethmidium maculatum***

Se determinó la presencia de 1 registro positivo para huevos en la estación de 1 mn de la transecta sur realizada frente al puerto de Arica (18°28´S; 70°20´W), en la que se recolectaron 312 huevos de esta especie (**Tabla 5**).

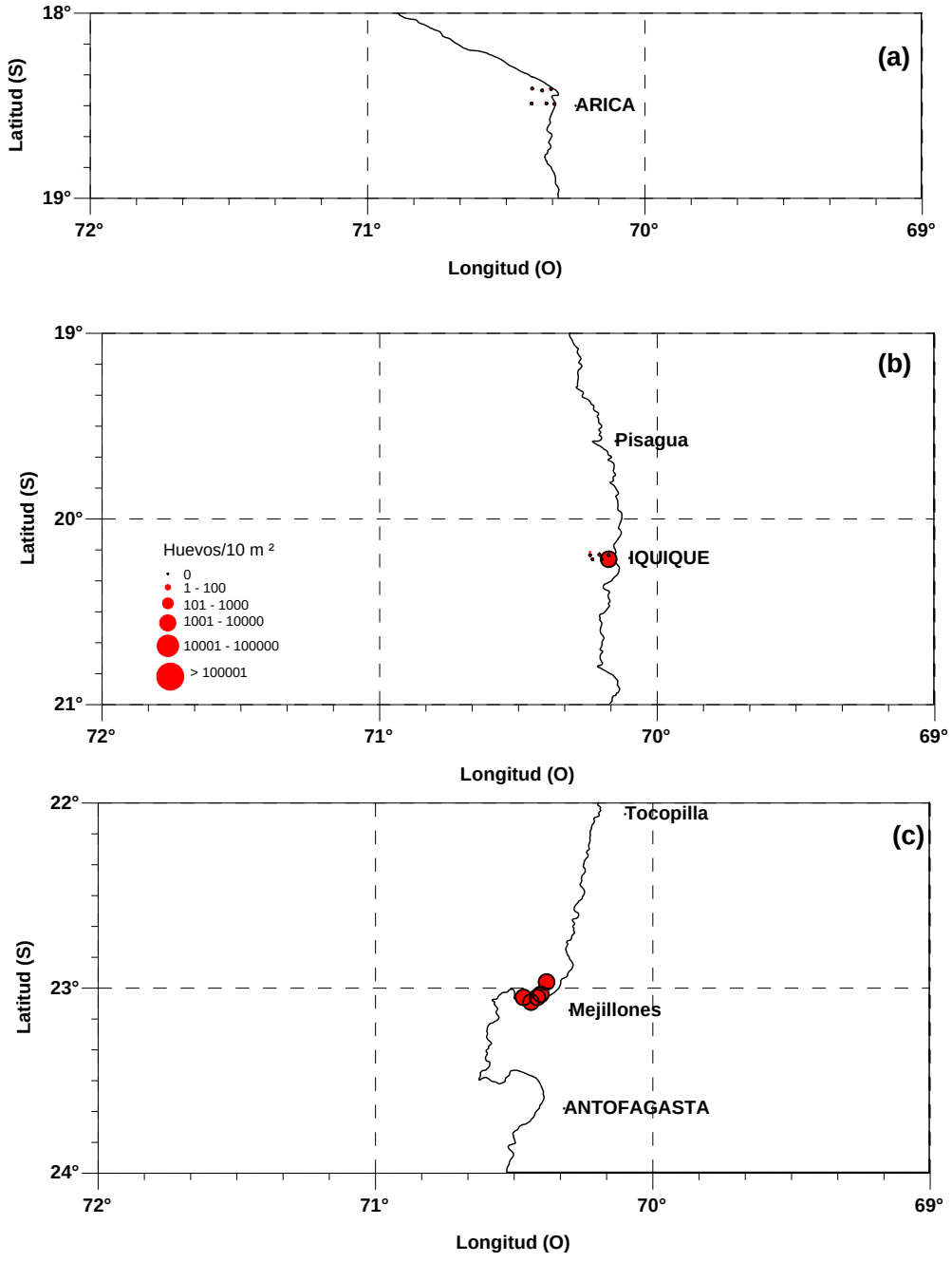


Figura 42. **Distribución y abundancia de huevos de sardina española, *Sardinops sagax*, frente a los puertos de (b) Iquique y (c) Mejillones. Julio 2017.**

4. Análisis estacional de huevos y larvas de peces

El análisis comparativo de las características asociadas a la abundancia del ictioplancton de la especie objetivo, se efectuó en primera instancia solo con respecto de la fase de larvas debido, fundamentalmente al corto tiempo de residencia del estadio de huevos en el plancton. Por otra parte, las fases larvarias presentan un mayor período de vulnerabilidad a las redes de plancton y consecuencialmente un mayor tiempo de permanencia en el plancton, por lo tanto, sus abundancias reflejan de mejor manera las características generales del desove en cuanto a su intensidad y extensión.

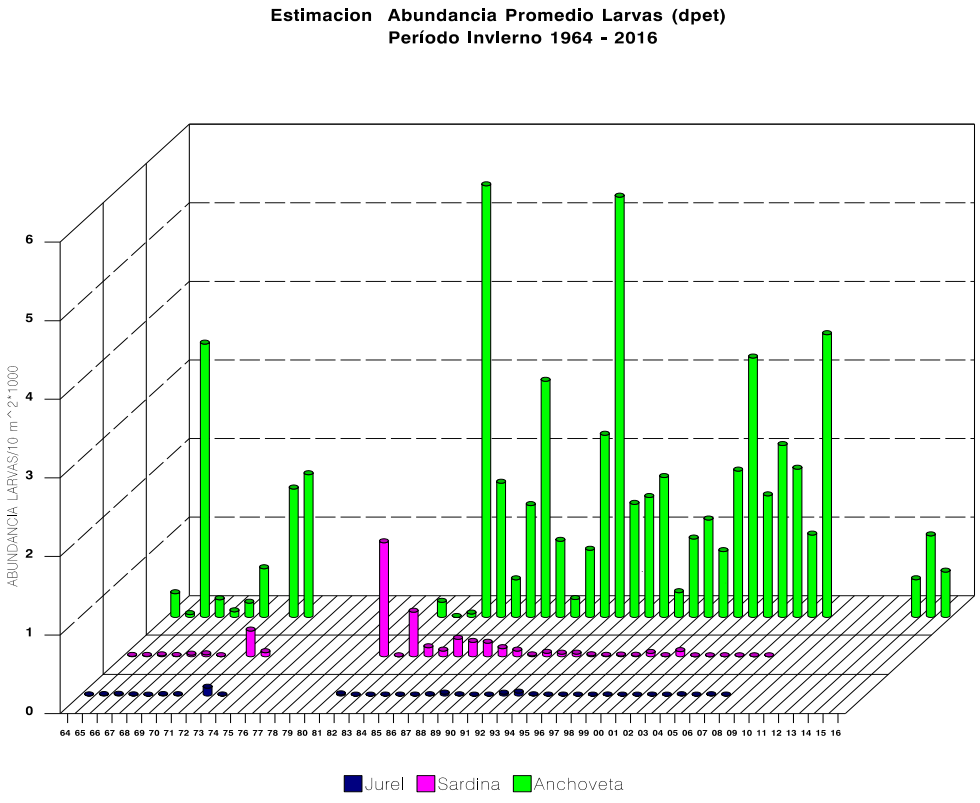


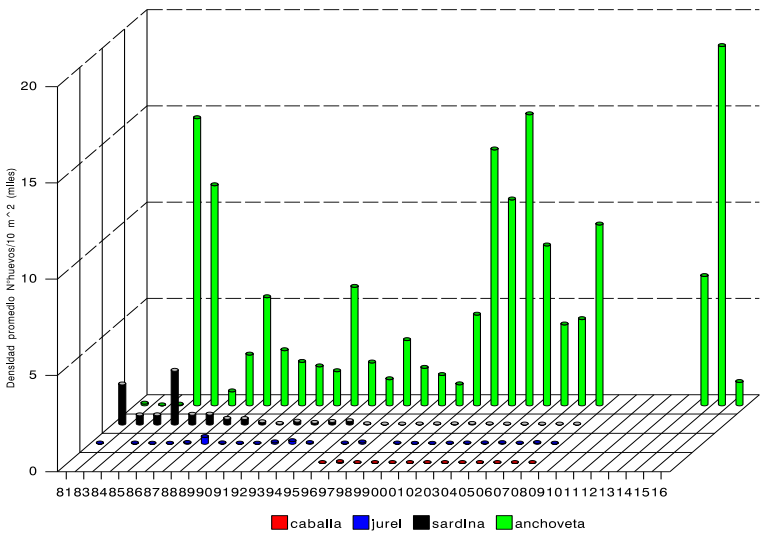
Figura 43. **Estimación de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en invierno de los años 1981-2016.**

Durante las prospecciones invernales realizadas en los años 1981, 1983 y 1984, predominó el desove de sardina por sobre el de anchoveta, jurel y caballa, situación que experimentó un cambio radical a partir de 1985, donde se registraron niveles de abundancia extraordinariamente elevados para ambos estadios de desarrollo de anchoveta, los cuales no tienen precedentes, ni para el período 1964-1973 (Rojas, 1986).
El parámetro poblacional densidad promedio por estaciones totales ha reflejado con bastante fidelidad los cambios que ha experimentado a nivel de ictioplancton la

composición específica de la comunidad pelágica de la zona norte del país, los que se han caracterizado por un período comprendido entre 1964 y 1973 con un claro y absoluto predominio de anchoveta en el ecosistema y un cambio de dicha situación con posterioridad a 1973 hasta 1985, por la dominancia de sardina.

La situación observada a partir de invierno del año 1985, señaló que nuevamente estábamos frente a un proceso de cambio, con una categórica predominancia en la abundancia de anchoveta respecto de sardina y jurel, con abundancias sin precedentes y que han sido registradas en invierno de los años 1985, 1994, y en menor magnitud en 1989 y 1993. De la misma manera, las disminuciones más drásticas han estado asociadas a perturbaciones ambientales, como lo ha sido la presencia del evento "El Niño" en la zona de estudio durante los años 1982-1983, 1986-1987, 1991-1992, 1997-1998, durante el invierno de 2014 y 2016 (**Figura 43**).

En el invierno de 1987, los niveles de abundancia promedio experimentaron una drástica disminución asociada al evento cálido que ese año se presentó; el cual generó condiciones desfavorables para la sobrevivencia larval de anchoveta, situación que se vuelve a registrar en 1991 y 1997-98, con una baja aún mayor. Entre períodos cálidos la anchoveta ha experimentado recuperaciones en su abundancia promedio, las que se han visto claramente reflejadas durante el año 1989, año en el cual las condiciones normales lograron restablecerse, tal como volvió a ocurrir después del evento cálido del año 1991, incrementándose gradualmente estos niveles con el transcurso del tiempo hasta registrarse en 1994 la mayor abundancia de larvas de esta especie después del máximo registrado en el año 1985; año a partir del cual, los niveles de abundancia del ictioplancton de sardina han permanecido muy por debajo de los de anchoveta, situación que no tan solo fue evaluada en términos del índice de la intensidad del desove de estas especies, sino que también estos resultados fueron corroborados por otros métodos de evaluación como lo son las prospecciones hidroacústicas y las evaluaciones indirectas (APV) (Braun, 1995) (**Figura 44**).



o

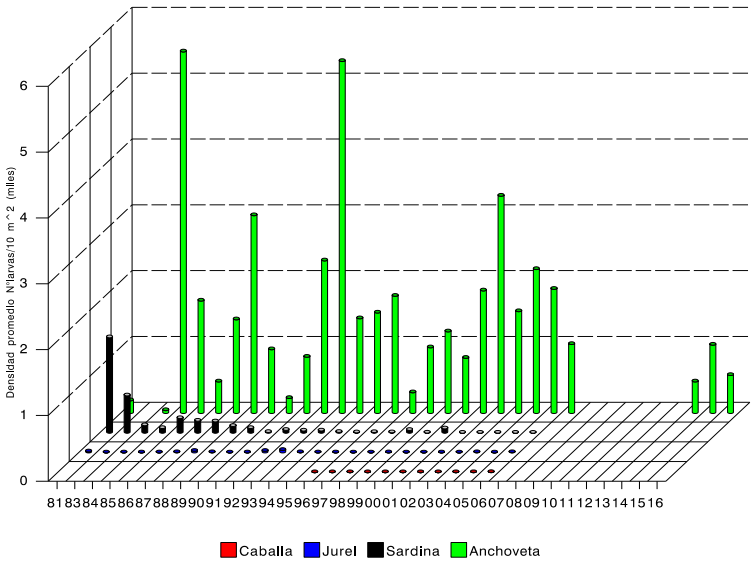


Figura 44. **Estimación de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en invierno de los años 1981-2016.**

Las estimaciones de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa realizadas en el transcurso de los años 1981-2016, para la estación de invierno, indican que desde el invierno de 1985 persiste el predominio de anchoveta

respecto de las otras especies objetivo, situación que se ha mantenido hasta hoy sin alteraciones (**Figura 44**) (Braun ***et al.***, 2005b).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en invierno de 2016, respecto a las reportadas en inviernos precedentes para la serie 1981/2016, muestra que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presentan la misma situación para ambas fases de desarrollo. Es así, como huevos y larvas exhiben con respecto al invierno de 2015 una disminución en sus densidades lo que se traduce en porcentajes de cambio de 93% y 44%, respectivamente, atribuible a las condiciones oceanográficas imperantes en la zona, "Niño 2015-2016".

De la misma manera, las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al invierno de 2015 porcentajes de cambio iguales a -86% para la fase de huevos y -30% para los estadios larvales.

Con respecto al patrón estacional de distribución de huevos de anchoveta, la serie 1990-2016, nos señala que el desove de invierno presenta un carácter más oceánico, con presencia de huevos a 100 mn al oeste de Arica y de otras localidades, durante los inviernos de los años 1992, 1993, 1994, 1995, 1996 y desde el año 2000 hasta el 2008, exceptuando los años 2006 y 2008. Las mayores frecuencias de registros positivos a esta fase de desarrollo (≥ 50) se registran durante los inviernos de 1985, 1986, 1992, 1993, 1994 y 1995, destacando como áreas de desove estables y persistentes en el tiempo la zona de Arica, punta Lobos, bahía Moreno y desde el año 2002 en adelante aparece como área de desove importante punta Copaca (**Figura 45**).

Las larvas muestran un patrón de distribución latitudinal y longitudinal más amplio respecto del estadio de huevos, debido fundamentalmente a los procesos que las afectan (dispersión, transporte, advección, etc). Las mayores frecuencias de registros positivos a esta fase de desarrollo (≥ 70) se obtuvieron durante los años 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1992, 1993, 1994 y 1995. Con respecto a las áreas de desove, las larvas exhiben en general, una tendencia similar respecto a la fase de huevos y no obstante su amplia cobertura latitudinal y longitudinal, éstas se concentran mayoritariamente frente a las localidades de Arica, punta Junín, punta Lobos y bahía Moreno (**Figura 46**).

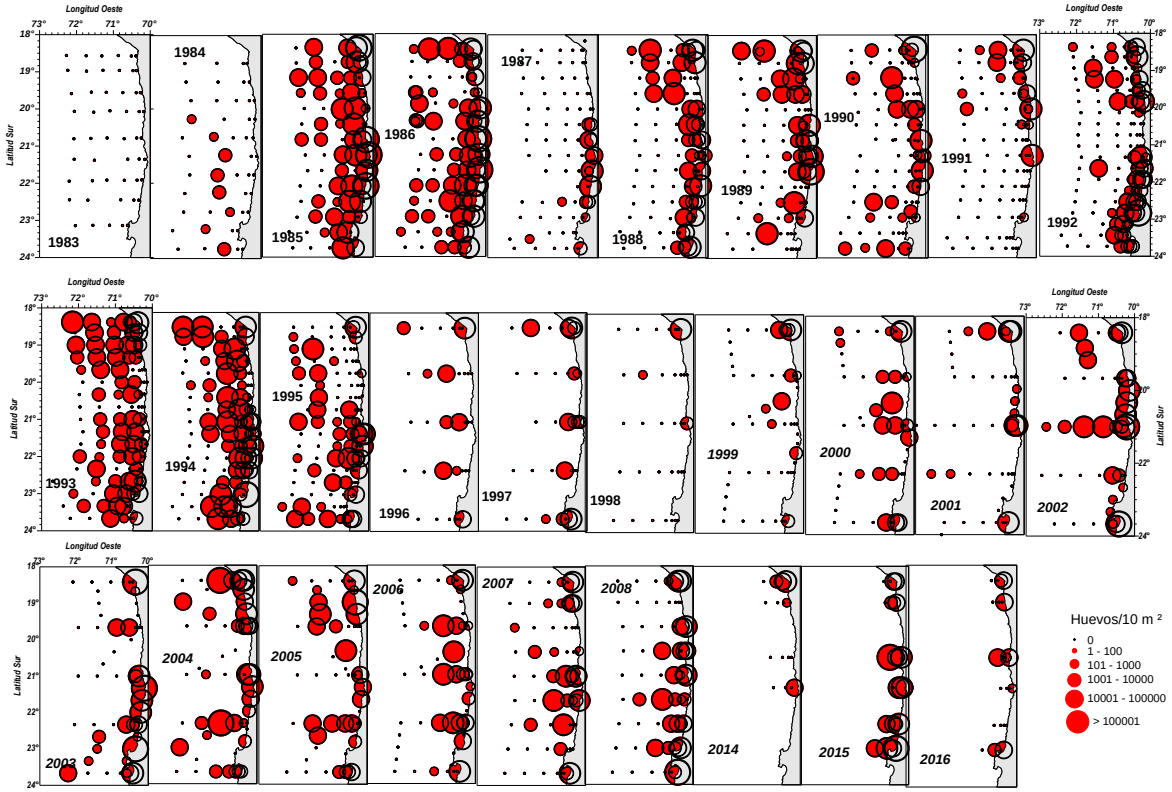


Figura 45. **Distribución y abundancia de huevos de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en invierno de los años 1983-2016.**

Para ambos estadios de desarrollo, las más bajas frecuencias de estaciones positivas se registraron en invierno de 1981, 1983, 1984, 1998 y 2014, asociadas a la presencia de perturbaciones ambientales imperantes en la zona.

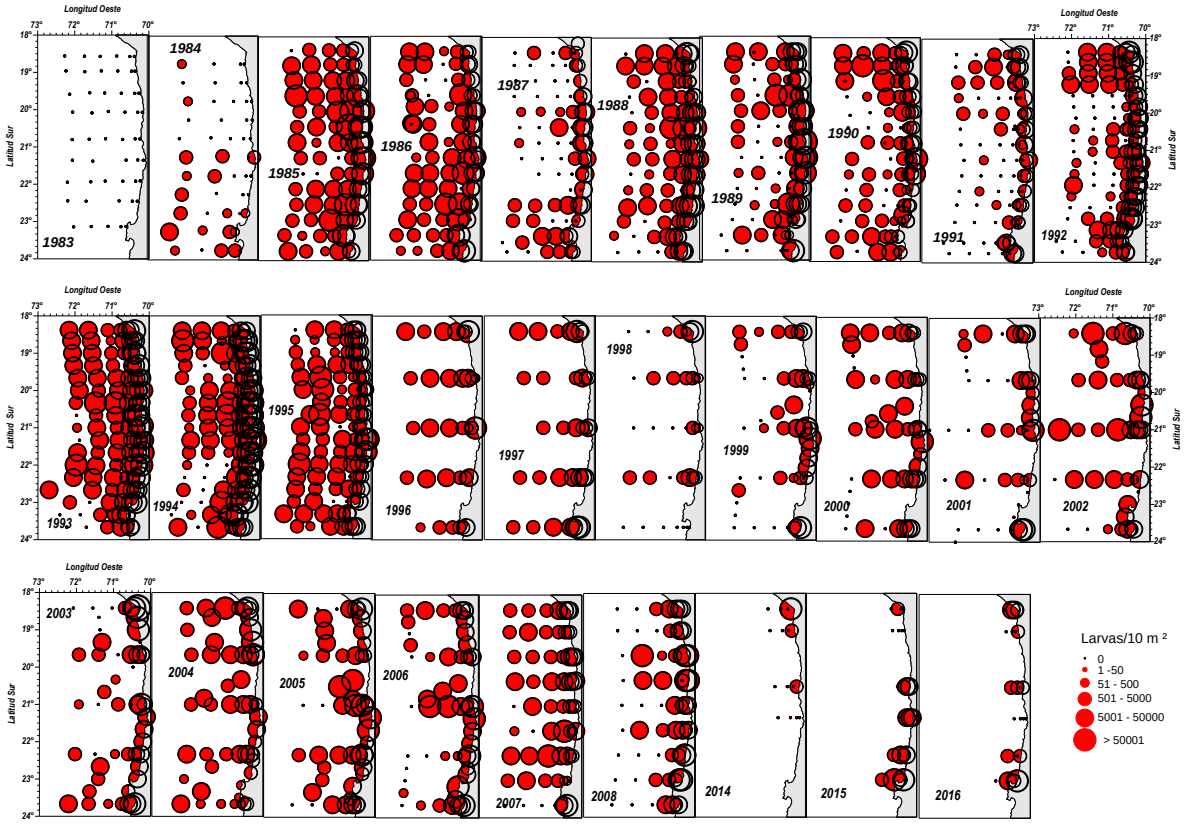


Figura 46. **Distribución y abundancia de larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en invierno de los años 1983-2016.**

Con respecto al índice de abundancia larval para anchoveta, las estimaciones más altas han sido obtenidas en los inviernos de 1985, 1989, 1994, 2003 y 2015, y las más bajas han estado asociadas a la presencia de eventos “El Niño”, registrados durante los años 1987, 1991, 1998, 2004, 2014 y 2016. Durante los inviernos de 1995, 1996 y 1997 el índice se mantuvo prácticamente constante, fluctuando entre 5 y 7 para disminuir drásticamente en 1998. A partir de 1998, se observa una tendencia general ascendente en sus valores para experimentar una nueva disminución en el invierno de 2001 e incrementarse significativamente en invierno de 2002 y 2003, observándose en invierno de 2004 una situación a la baja que se traduce en un porcentaje de cambio igual a -43,6% con respecto al año 2003. En invierno de 2007, se obtuvo un índice muy similar a los estimados en invierno de 1990 y 1999, siendo este último 12,4% mayor con respecto al año 2007. El invierno de 2015, muestra con respecto a 2014 un repunte de 40%, para caer nuevamente el año 2016, a valores de índices muy similares a los estimados en invierno de 2014 (**Figura 47, Tabla 7**).

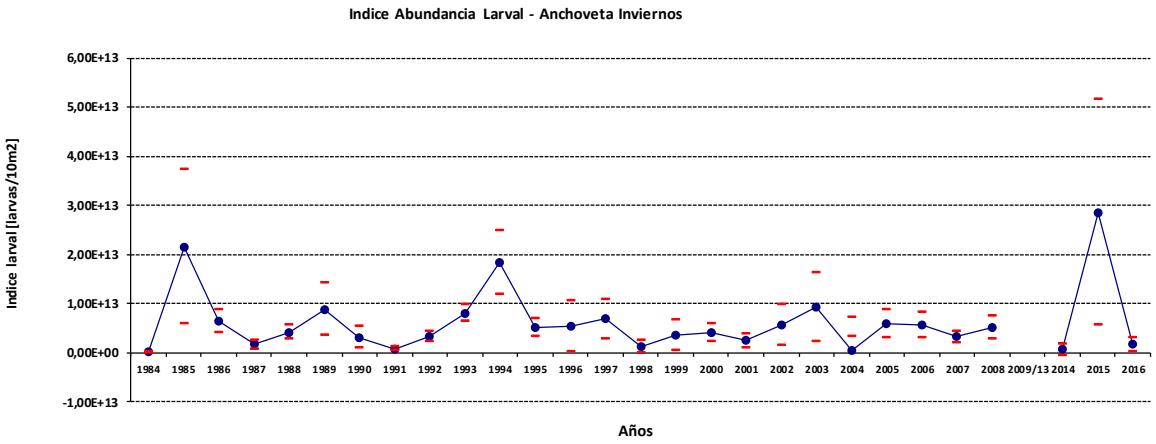


Figura 47. **Estimación del índice larval de abundancia de anchoveta zona norte de Chile. Invierno 1984-2016.**

Tabla 7. **Estimación del índice larval de abundancia de anchoveta zona norte de Chile. Invierno 1984-2016.**

Año	L	VarL	VarlogL	LI	LS
1984	1,61E+11	2,15E+21	0,0797	7,00E+10	2,52E+11
1985	2,16E+13	6,29E+25	0,1265	6,05E+12	3,72E+13
1986	6,40E+12	1,36E+24	0,0326	4,11E+12	8,68E+12
1987	1,68E+12	2,11E+23	0,0721	7,80E+11	2,58E+12
1988	4,19E+12	5,96E+23	0,0334	2,77E+12	5,61E+12
1989	8,86E+12	8,33E+24	0,1009	3,54E+12	1,42E+13
1990	3,15E+12	1,21E+24	0,1145	1,00E+12	5,30E+12
1991	8,16E+11	3,67E+22	0,0537	4,40E+11	1,19E+12
1992	3,29E+12	3,19E+23	0,0291	2,18E+12	4,40E+12
1993	8,08E+12	7,04E+23	0,0107	6,44E+12	9,73E+12
1994	1,84E+13	1,07E+25	0,0311	1,20E+13	2,48E+13
1995	5,09E+12	8,32E+23	0,0316	3,31E+12	6,88E+12
1996	5,42E+12	7,03E+24	0,2147	2,21E+11	1,06E+13
1997	6,84E+12	4,37E+24	0,0893	2,74E+12	1,09E+13
1998	1,20E+12	4,47E+23	0,2704	-1,11E+11	2,51E+12
1999	3,62E+12	2,40E+24	0,1682	5,84E+11	6,65E+12
2000	4,18E+12	8,47E+23	0,0473	2,37E+12	5,98E+12
2001	2,47E+12	4,89E+23	0,0772	1,10E+12	3,84E+12
2002	5,72E+12	4,51E+24	0,1292	1,56E+12	9,88E+12
2003	9,28E+12	1,27E+25	0,1375	2,30E+12	1,63E+13
2004	5,23E+11	1,07E+24	1,5904	3,21E+12	7,26E+12
2005	5,94E+12	2,08E+24	0,0574	3,11E+12	8,76E+12
2006	5,65E+12	1,69E+24	0,0516	3,10E+12	8,20E+12
2007	3,22E+12	3,80E+23	0,0360	2,01E+12	4,43E+12
2008	5,10E+12	1,46E+24	0,0547	2,73E+12	7,46E+12
2009/13					
2014	6,72E+11	3,85E+23	0,6166	-5,44E+11	1,89E+12
2015	2,86E+13	1,38E+26	0,1560	5,56E+12	5,16E+13
2016	1,67E+12	5,88E+23	0,1905	1,72E+11	3,18E+12

Intensidad de desove

La variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta, estimada a través del seguimiento del parametro poblacional densidad promedio por estaciones positivas, revela que para el período invierno 1995 – otoño 2016, los huevos de anchoveta han presentado una tendencia general ascendente, con trece picks de abundancias significativamente importantes (> 18.000 huevos/10m^2), los que se han registrado en la estación de primavera de los años 1996 y 1997, invierno de 1998, primavera de 2000, invierno de 2001 y 2002, verano e invierno de 2003, invierno 2004, primaveras de 2006 y 2008 e invierno de 2014 y 2015. De la misma manera se han detectado drásticas disminuciones en la intensidad del desove durante los períodos de verano-otoño de 1997 y 1999 y en otoño de 2000 y 2012. Con relación a las fases larvarias, estas muestras una tendencia similar a la exhibida por el estadio de huevos, con abundancias superiores a 4.100 larvas/10m^2, las que han sido reportadas en verano de 1999, 2000 y 2001, otoño de 2002 y verano e invierno de 2003 (**Figuras 48 y 49**).

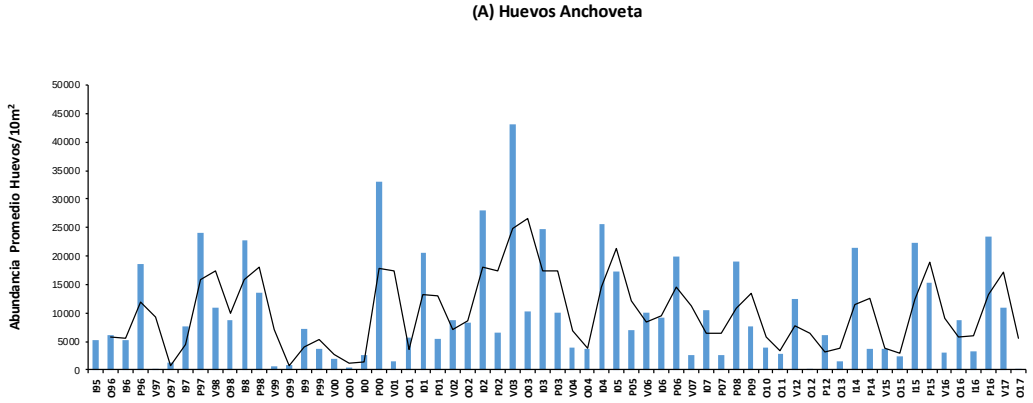


Figura 48. **Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta "Fase Huevos" para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 - otoño 2017 (Línea negra = media móvil).**

(B) Larvas Anchoveta

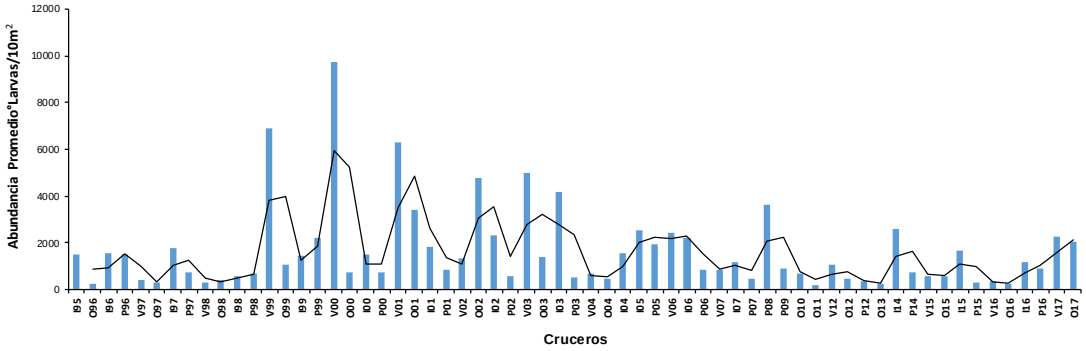


Figura 49. **Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta "Fase Larvas" para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 - otoño 2017.**

CONCLUSIONES

Durante la realización de las estaciones biooceanográficas o en la navegación de un punto a otro, se observó frente a los puertos de Iquique y Mejillones la presencia de aves, lobos, toninas, salpas coloniales, pez luna y cardúmenes de anchoveta. Presencia de langostino pelágico al oeste de Arica e Iquique.

La temperatura superficial del mar (**TSM**) entre Arica y Mejillones, fluctuó entre un mínimo de 16,268°C y un máximo de 18,969°C, con un promedio general para la zona de 17,249°C ± 0,779, registrándose las menores temperaturas frente a punta Angamos.

Entre Arica y Punta Angamos se observan salinidades comprendidas entre 34,76 y 35,25 ups asociadas a un rango térmico de 13,97°C a 18,98°C.

En todas las localidades se detectaron altas concentraciones de oxígeno disuelto (>4,0 mL O_2/L) en un estrato que alcanzó profundidades cercanas a los 20 m, además, en ninguna de ellas la profundidad del límite superior de la ZMO se localizó a menos de 50 m de profundidad y no se observó el típico ascenso de las isolíneas hacia la superficie en el sector costero. Esta condición responde a la estacionalidad imperante (invierno), durante la cual los eventos de surgencia en la zona presentan su menor intensidad, lo que también influyó en los valores de biomasa fitoplanctónica, los cuales descendieron, respecto de junio, especialmente en Mejillones.

Durante julio de 2017, los valores estimados para la biomasa zooplanctónica se presentaron dentro del rango comprendido entre 108 y 689 ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona de 251 (DS = 161,84), cifra 18% y 40% menor respecto a la obtenida en junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente, con una dominancia de valores categorizados entre 101-300 y 301-900, los que representaron un 76% y 24% de la biomasa total, exhibiendo la biomasa una leve tendencia incremental hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial.

Con respecto al mes de junio de 2017, las tres localidades muestran una disminución en sus valores promedio de producción secundaria de 25%, 21% para los puertos de Arica e Iquique y de 5% en punta Angamos. En relación a julio de 2016, se aprecia una mayor disminución en las biomasas promedio de 52%, 31 y 36% para las respectivas localidades, lo que se condice y se considera normal para la época de año.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, julio 2002-2017, las biomasas estimadas frente a las localidades de Arica y punta Angamos, muestran un decremento en sus valores de producción secundaria con respecto a julio de 2016, de 33% y 73%,

respectivamente, exhibiendo el puerto de Iquique un incremento de 43%. No obstante lo anterior, la biomasa promedio de la zona obtenida en julio de 2017, se constituye en el segundo registro cuantitativamente más importante de la serie analizada. En general, la condición del alimento, no ha resultado ser una limitante para la anchoveta, apreciándose una comunidad dominada principalmente por organismos del mesozooplancton: copépodos y decápodos principalmente.

El procesamiento y análisis de las 17 muestras de zooplancton recolectadas durante julio de 2017, frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones con la finalidad de determinar la distribución y abundancia de los estadios tempranos de anchoveta, jurel, caballa, sardina española, machuelo, entre otras, permitió cuantificar la presencia de 55.701 huevos y 31.898 larvas, cifras 35% menor y 28% mayor, con respecto a la obtenida durante el mes de junio para las respectivas fases de desarrollo. De este total, 51.905 huevos (93%) y 31.107 larvas (98%) correspondieron a las especies objetivo del estudio.

Cabe mencionar la importante presencia de estadios tempranos de sardina frente a Iquique y punta Angamos y huevos de machuelo al oeste Arica**.**

Se reconocieron 16 registros positivos para huevos y 5 para larvas de anchoveta, lo que representó una frecuencia de 94% y 29% y una dominancia numérica de 88% y 97% para cada una de las respectivas fases de desarrollo.

Se determinó la presencia de 49.212 huevos y 30.989 larvas de anchoveta, señalando para la estación del año, actividad reproductiva, la cual no se acopla con los valores de IGS informados por IFOP para la semana 28, que es coetánea a la realización del seguimiento de huevos y larvas de peces (2,5%), los cuales provienen principalmente de la XV Región. Al respecto IFOP señala que los indicadores muestran un quiebre a la tendencia de semanas recientes, con registros de maduración y de desove que disminuyeron y se mantienen por debajo del patrón histórico. A la fecha, la anchoveta en la zona norte manifiesta un retraso en el inicio del evento reproductivo.

La fase de huevos exhibió abundancias que fluctuaron entre 43 y 19.941 huevos/10m^2. La media de huevos por estación positiva alcanzó a 3.076 (DS = 5279,20) cifra 54% y 52% menor, respecto a la obtenida durante junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente.

Con respecto al número de huevos, “julio de 2017” presentó con respecto al mes precedente una disminución de 33%, constituyéndose en el décimo quinto registro más relevante, en cuanto al número de huevos cuantificados de los últimos 34 meses (serie **CIAM** octubre 2014 – julio 2017).

Las larvas de anchoveta se presentaron en 5 estaciones positivas, con una abundancia de 30.989 larvas/10m^2, cifra 28% y 389% mayor respecto a la obtenida durante junio de 2017 y julio de 2016, respectivamente. Este estadio de desarrollo se presenta en el área de estudio con abundancias que fluctuaron entre 172 y 16.573 larvas/10m^2, con una densidad promedio de 1.823 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva fue igual a 6.198 (DS= 7751,44), cifra 53% mayor respecto a la obtenida en el mes precedente.

En relación al número de larvas y para la zona Arica - Mejillones, julio de 2017 exhibe respecto al mes precedente, un incremento de 28% en sus niveles de abundancia, constituyéndose en el registro más alto, en cuanto al número de larvas cuantificadas de la serie analizada.

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida durante julio de 2017, respecto a la reportada durente el mes de junio, muestra que la abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta una situación diferente, disminuyendo el estadio de huevos en 33% e incrementándose las fases larvarias en 28%. Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad y/o concentración del desove, muestran con respecto al mes anterior, una disminución de 54% para los huevos de anchoveta y un incremento 53% para el estadio de larvas.

Los resultados expresados en la serie de abundancia de huevos de anchoveta del periodo octubre 2014 – julio 2017, reflejan que la postura ha sido permanente durante los últimos meses, para incrementarse gradualmente durante el trimestre mayo-junio y experimentar especialmente las fases larvarias, un aumento notable en julio de 2017. Es así, como la abundancia de huevos de anchoveta estimada en julio de 2017 es 49% menor y 20% mayor respecto a las estimadas en julio de 2016 y 2015, respectivamente. Por su parte las larvas exhiben con respecto a julio de 2016 y 2015 incrementos de 28% y 389%. Esta situación y de acuerdo a la tendencia histórica es esperable, ya que entre julio y septiembre se prevé que los desoves debieran intensificarse, correspondiéndose con el período definido como de pick primario de desove del recurso en la zona norte del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alheit, J. & P. Bernal. 1993. Effects of physical and biological changes on the biomass yield of the Humboldt Currents Ecosystem, IN: Large marine ecosystem. V: Stress, migration and sustainability, K. Sherman, L. M. Alexander and B. D. Gold, editors, American Association for the Advancement of Science, Washington D.C., pp 53-68.

Aron, A.1980. Taxonomía, Distribución y Abundancia de las larvas de Peces en la bahía de Concepción (36°04'S, 73°02'W), Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción.68 p.

Balbontín, F. y M. Garretón.1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la Sardina Española, ***Sardinops sagax***, en Valparaíso. Rev. Biol. Mar, 16(2): 171-181.

Balbontín, F. y R. Pérez.1980. Descripción de los estados larvales de ***Normanichthys crockeri*** Clark (Perciformes: Normanichthydae) del área de Valparaíso.Rev. Biol. Mar.Valparaíso, 17:81-95.

Barber R.T. y E. P. Chavez. 1983. Biological consequences of El Niño. Science 22: 1203-1210.

Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP.Mar del Plata, Argentina.

Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001. Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upweling region off northern Chile. Journal Geophysical Research, 106, C6, 11451-11467.

Blanco J. L., M. Carr, A. Thomas and P. Strub, 2002. Hidrographic conditions off northern Chile during the 1996-1998 La Niña and El Niño events. Journal Geophysical Research, 107, C3.

Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1995. Monitoreo hdroacústico y oceanográficodelos recursos pelágicos de la I y II Regiones. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, Figuras y Anexos.

Braun, M., J. L. Blanco, J. Osses y J. Castillo. 1998. Monitoreo mensual de las condiciones bioceanográficas en la I y II Regiones. Informe Final FIP N°96-07. Instituto de

Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 128 pp + Tablas y Figuras. (Monitoreo mayo 97 a dic 97).

Braun, M., J. Blanco, J. Osses, J. Castillo, H. Miles. 1999. Monitoreo acústico estacional de los recursos pelágicos en la I y II regiones. Informe final FIP 97-02. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 145 pp + Tablas y Figuras.

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final, FIP 2004-01, Fondo de Investigación Pesquera. 300 pp + 46 Tablas, 135 Figuras y 3 Anexos.

Cañón, J. R. 1986. Variabilidad ambiental en relación con la pesquería pelágica de la zona norte de Chile. In: "La pesca en Chile", P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar. UCV., Valparaíso: 195 - 205.

Chávez, F.P., P.G. Strutton & M.J. McPhaden. 1998. Biological-physical coupling in the central equatorial Pacific during the onset of the 1997 - 98 El Niño. Geophysical Research Letters 25: 3543 - 3546.

Chiechomski, J.D. de.1971. Distribución regional y cuantitativa de huevos de anchoita (***Engraulis anchoita***), caballa (***Scomber japonicus marplatensis***) y sardina fueguina (***Sprattus fueguensis)*** en el mar argentino. CARPAS Doc. Ocas., (5/D. Téc. 6):12p.

Cipollini, P., D Cromwell, P.G. Challenor, & S. Raaglio. 2001. Rossby waves detected in global ocean colour data. Geophys. Res. Lett., 28(2), 323 - 326.

Díaz, E. 2017. Monitoreo reproductivo semana N°28. XV, I y II Regiones (10 al 16 julio 2017). Convenio de Desempeño 2017, Programa de Seguimiento de las Pesquería Pelágicas Zona Norte. Subsecretaría de Economía y EMT. Julio 2017.

Einarsson, H. y B. Rojas de Mendiola.1963. Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (***Engraulis ringens*** J.) Bol.Inst.Rec.Mar., Callao, 1(1):1 - 23.

Fahay, M.P.1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, cape hatteras to the Southern Scotian shelf J. North West Atl. Fish. Sci. 4,423p.

Fischer, W.1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta"(***Engraulis ringens***)

Jenyns. Rev. Biol. 8 (1,2 y 3):111 - 124.

Frontier, S. 1966. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I (Programa des recortes et techniques d'etude. II). Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3 - 37.

Greenwood, P, D. Rosem, S. Weitzman y G. Myers.1966. Phyletic studies of teleosteam fishes, with a provisional classification of linving forms. An.Mus.Nat.Hist., Bull 131(4):341 - 455.

Hormazábal S., S. Núñez, D. Arcos, F. Gomez y G. Yuras, 2004a. Mesoscale eddies and pelagic fishery off central Chile (33-40°S). Gayana (Concepc.), 2004, Vol. 68, N°2, suppl, p.291 - 296. ISSN 0717 - 6538.

Hormazabal S., G. Shaffer, O. Pizarro & M. Ramos. 2004b. Interannual modulation of seasonal-scale variability in Alongshore flow off Chile. Draft submitted to Geophysical Research Letter.

Jacob, B. 2002. Variabilidad espacio temporal de las condiciones oceanográficas físicas y biológicas asociadas a la anchoveta (***Engraulis ringens***) en la zona norte de Chile, durante los períodos pre "El Niño" (1995-96) y El Niño (1997-98). Tesis para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Pesca y Acuicultura. Univiversidad del Mar.

Matarese, A.C., A.W. Kendall, Jr., D.M. Blood and B.M. Vinter.1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80.

McGillicuddy, JR., D. J., D. A. Siegel, H. W. Jannasch, R. Johnson, T. D. Dickey, J. McNeil, A. F. Michaels and A. H. Knap. 1998. Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea. Nature. 394: 263-266.

Morales C. E., J. L. Blanco, M. Braun, H. Reyes and A. G. Davies. 1996. Anchovy larval distribution in the coastal zone off northern Chile: The effect of low dissolved oxygen concentrations and of a cold-warm secuence (1990-1995). Invest. Pesq., Valparaíso: 24, 77-96.

Morales, C.E., Hormazabal, S.E., Blanco, J.L., 1999. Interannual variability in the mesoescala distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18-24S): Implications for the pelagic

system and biogeochemical cycling. Journal of Marine Research 57, 909-932.

Moser, H.G. and E.H. Ahlstrom.1970. Development of lantern fishes family Myctophidae) in the Carlifornia Current. Part I: Species with Narrow-eyed larvae. Bull.Los Ang.Cty.Mus.Nat. Hist. Sci.7:1-145.

Olivar, M. P. and J.M. Fortuño. 1991.Guide to Ichthyoplankton of the southeast Atlantic (Benguela Current Region) SCI. Mar., 55(1):1-383.

Orellana, M.C. y F. Balbontín.1983. Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Rev.Biol.Mar., Valparaíso, 19(1):1-46.

Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.

Parsons, T.T., Y. Maita y C. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergoamon Press 173 pp.

Pennington. M. 1986. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286.

Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces de la bahía de Valparaíso, Informe de Práctica Profesional para optar al título de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile. Sede regional Talcahuano, 238 pp.

Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R. P Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.

Reyes, H. 2004. Variación espacio - temporal de las masas de agua Subtropical, Subantártica y Ecuatorial Subsuperficial en la zona norte de Chile (18°15'S-24°00'S) en el período 1980 – 2001. Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso, 114 pp.

Rojas, O., y A. Mujica. 1981. Delimitación de las areas de desove, prereclutamiento y estimación de la abundancia relative de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Santiago, Chile, IFOP: 82pp.

Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles.1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. AP83/31. Santiago, Chile,

IFOP-80p.

Sameoto, D., P. Wiebe, J. Runge, L. Postel, J. Dunn, C. Miller and S. Coombs. 2000. Collecting Zooplankton. En: ICES. Zooplankton Methodology Manual. 55-81 pp.

Santander, H. y O.S. de Castillo.1972. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de "jurel" ***Trachurus symmetricus murphyi*** (Nichols) en la costa peruana. Inf. Inst. Man. Perú-Callao (36):1-22.

Santander, H., J. Alheit y P.E. Smith.1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de Anchoveta Peruana ***Engraulis ringens***, 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". mimeo.

Sinclair, M. y M.J. Tremblay. 1984. Timing of spawning of Atlanctic herring ***Clupea harengus*** populations and the match-mismatch theory. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 1005-1065.

Sinclair, M., M.J. Tremblay y P. Bernal. 1985. El Niño events and variability in a Pacific mackerel (***Scomber japonicus***) survival index: support for Hjort's second hypothesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42:602-608.

Smith, D.B. y K. Johnson. 1996. A guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae. Sec. Ed. 221 p.

Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1979.Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc.Pesca (175):107 p.

Stéfansson, G. **1996**. Analysis of grounfish survey abundance data; combining tha GLM and delta approaches **ICES** J. Mar. Sci. 53: 577-588

Strub, P., P. Kosro y A. Huyer. 1991. The nature of the filaments in the California Current System. J. Geophys. Res., 96: 14743 – 14768.

Ulloa, O., Escribano, R., Hormazabal, S., Quinonez, R., Gonzalez, R. 2001. Evolution and biological effects of the 1997-98 El Niño in northern Chile. Geophysical Research Letters. 28: 1591-1594.

Yañez, E., M García y M.A. Barbieri. 1998. Pelagic fish stocks and environmental changes in the south-east Pacific. In: Global *versus* Local Changes in Upwelling

Systems. M. Durand, P. Cury, R. Mendelssohn, C. Roy, A. Bakun y D. Pauly (Eds.), ORSTOM Editions, Paris, 275-291.

Yáñez, E., M.A. Barbieri, C. Silva, K. Nieto & F. Espíndola. 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. Progress in Oceanography 49,581-596.

Yáñez, E., M. A. Barbieri & C. Silva. 2003. Fluctuaciones ambientales de baja frecuencia y pesquerías pelágicas chilenas. En: Actividad Pesquera y de Acuicultura en Chile. E. Yáñez (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 109-121.

Yánez, E., C. Silva, A. Órdenes, F. Gómez, A. Valdenegro, N. Silva, S. Hormazábal, A. Montecinos, L. Cubillos, F. Espíndola y O. Pizarro. 2005. Análisis integrado histórico ambiente – recursos, I y II Regiones. Informe Final FIP N° 2003–33. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 164 p + Anexos.

Yuras, G., O. Ulloa & S. Hormazabal. 2005. On the annual cycle of coastal and open ocean satellite chlorophyll off Chile (18°-40°S). *Geophysical Research Letters.* 32: L23604, doi:10.1029/2005GL023946.

ANEXO N° 1

Bitácora de estaciones bio-oceanográficas - julio 2017

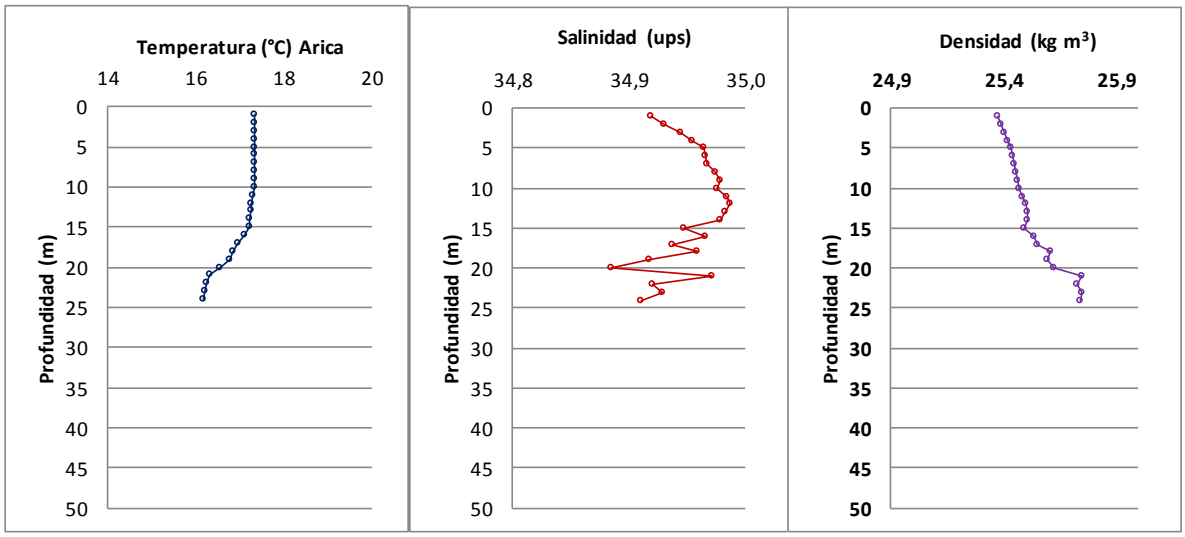
N° EST	FECHA AA	MM	DD	HORA HH	MIN	LAT GR	MIN	LONG GR	MIN	CALADO MIN	VIRAD SEG	MIN	SEG	CABLE ARR.	ÁNG.	TSK N° Rev.	FACTO ESTAN.	N° HUEVOS (No Estand.)	N° LARVAS (No Estand.)	BIOMASA Zooplan.
1	2017	7	12	9	30	18	29	70	21	0	32	0	38	20	6	194	52,02	65	0	131
2	2017	7	12	10	5	18	29	70	23	1	16	1	15	40	12	306	48,60	23	0	174
3	2017	7	12	10	45	18	29	70	25	1	6	1	14	40	7	361	55,79	9	0	253
4	2017	7	12	11	25	18	24	70	25	1	28	1	27	40	4	345	58,60	3	0	206
5	2017	7	12	12	10	18	24	70	23	0	43	0	31	20	7	195	51,70	9	0	208
6	2017	7	12	12	40	18	24	70	21	0	39	0	26	14	8	127	55,38	1	0	220
7	2017	7	15	11	5	20	11	70	10	1	1	1	15	40	6	361	55,90	1	0	689
8	2017	7	15	11	55	20	11	70	12	1	3	1	43	40	22	439	42,82	1	0	115
9	2017	7	15	12	40	20	11	70	14	0	56	1	3	40	23	356	52,51	0	0	121
10	2017	7	15	13	25	20	13	70	14	0	57	1	21	40	29	415	42,78	2	0	403
11	2017	7	15	14	7	20	13	70	12	1	2	1	13	40	28	339	52,84	8	0	194
12	2017	7	15	14	44	20	13	70	10	0	59	1	1	30	16	289	50,61	394	0	167
13	2017	7	14	9	30	23	5	70	27	0	51	0	50	35	10	301	58,15	161	285	194
14	2017	7	14	10	15	23	3	70	29	0	54	0	58	40	12	338	58,77	54	212	203
15	2017	7	14	11	14	23	3	70	31	0	48	1	9	40	7	351	57,39	9	4	108
16	2017	7	14	11	50	22	58	70	26	0	55	1	9	40	9	349	57,44	45	3	305
17	2017	7	14	12	55	23	2	70	24	0	50	0	55	40	12	358	55,52	132	28	575

ANEXO N° 2

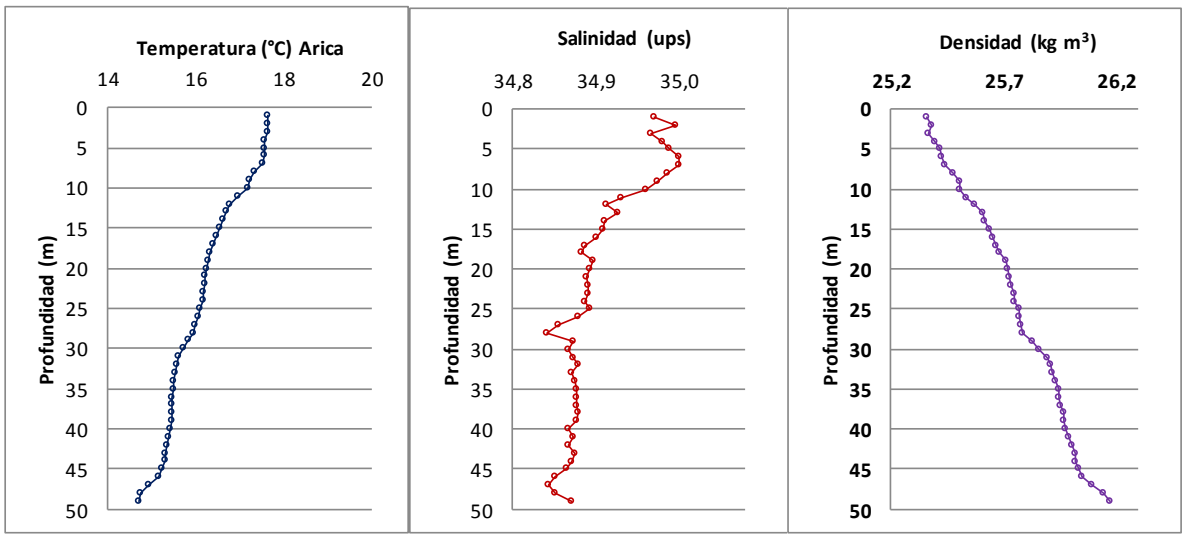
Perfiles CTD por estación para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones
Julio 2017

Arica

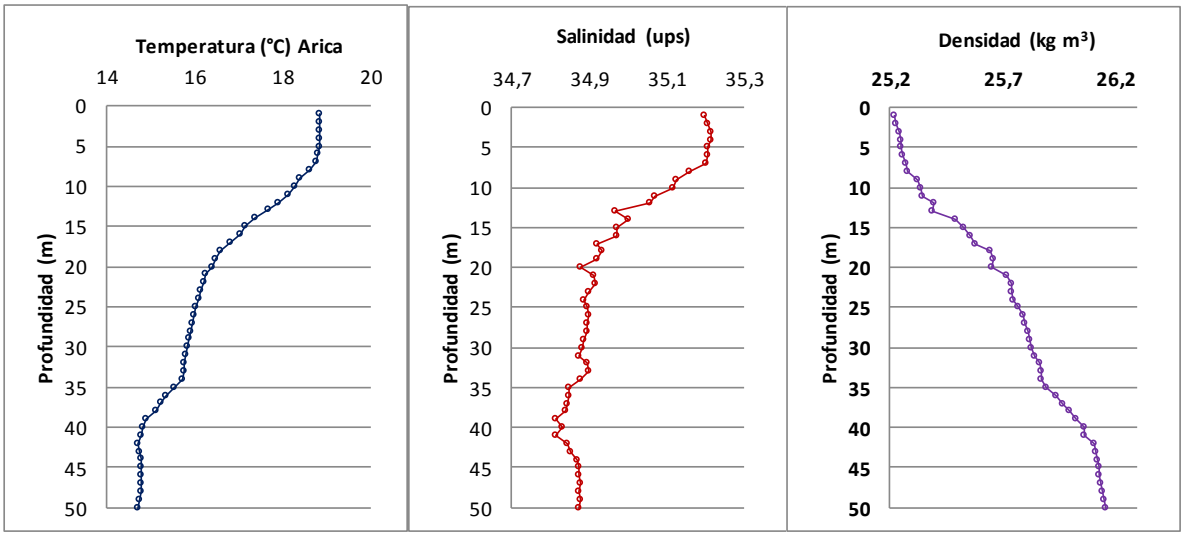
E1 S 1mn	T	S	Densidad
MINIMO	16,18	34,88	25,38
MAXIMO	17,35	34,99	25,75
PROMEDIO	17,03	34,95	25,53
DS	0,42	0,03	0,12



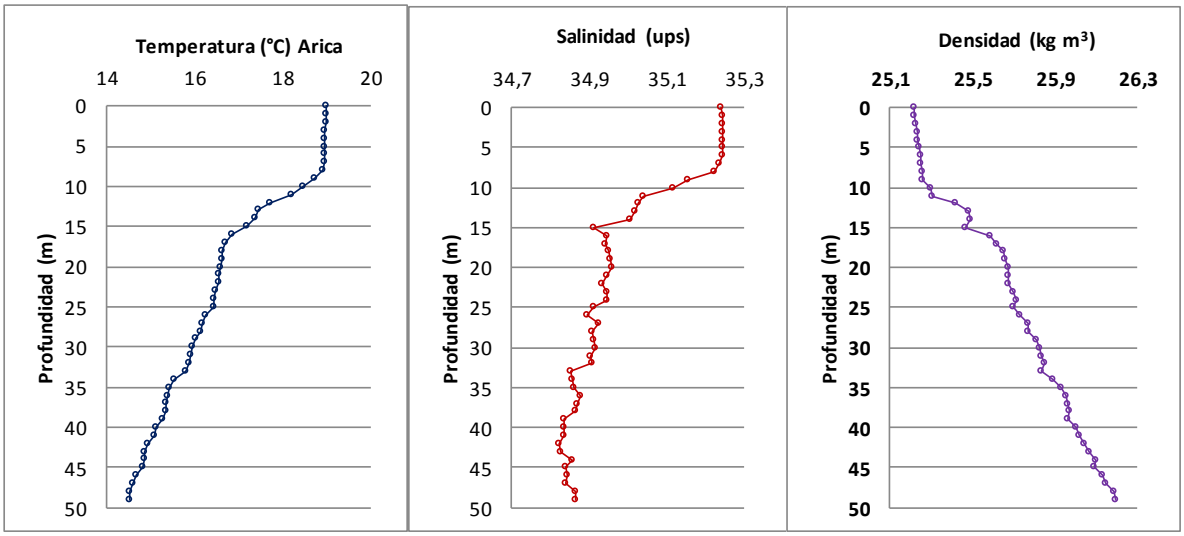
E2 S 3mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,70	34,86	25,36
MAXIMO	17,64	35,02	26,17
PROMEDIO	16,15	34,92	25,76
DS	0,85	0,05	0,23



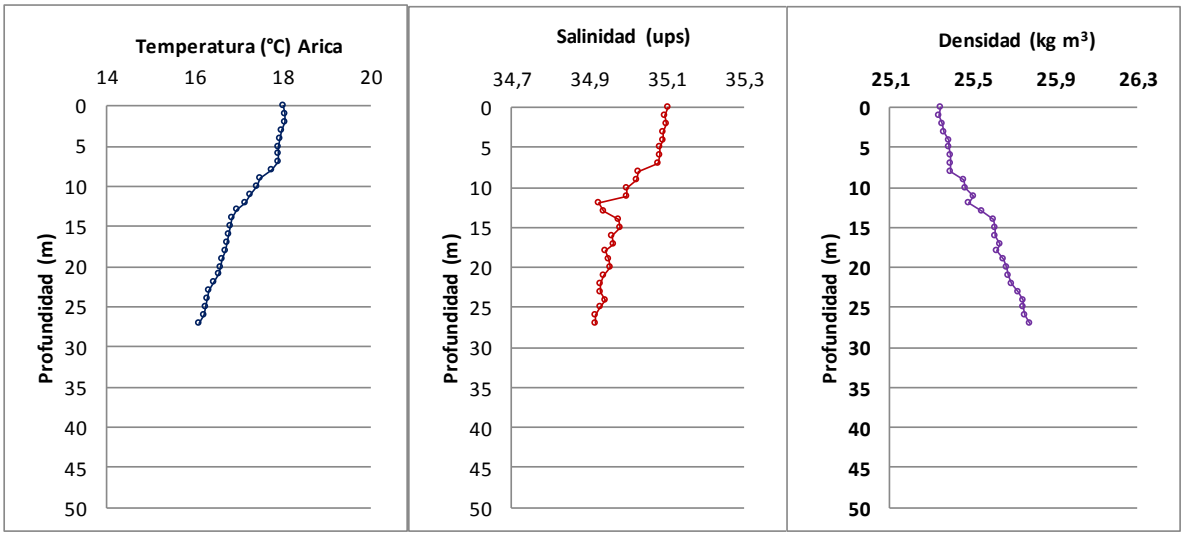
E3 S 5mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,65	34,81	25,22
MAXIMO	18,85	35,22	26,20
PROMEDIO	16,28	34,95	25,76
DS	1,46	0,12	0,33



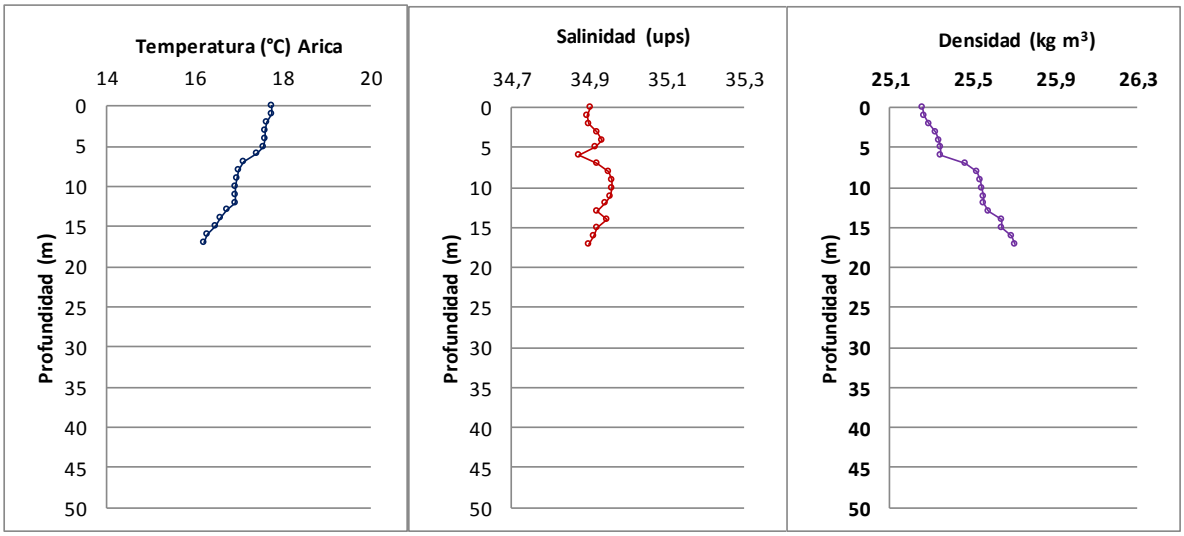
E4 N 5mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,46	34,82	25,22
MAXIMO	18,98	35,25	26,22
PROMEDIO	16,44	34,97	25,73
DS	1,54	0,14	0,33



E5 N 3mn	T	S	Densidad
MINIMO	16,10	34,91	25,34
MAXIMO	18,05	35,10	25,78
PROMEDIO	17,10	34,99	25,55
DS	0,67	0,07	0,15

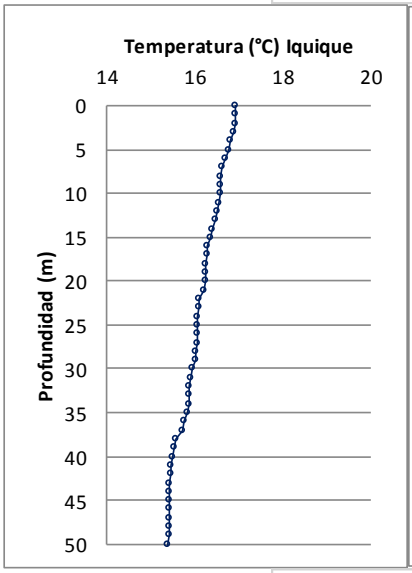


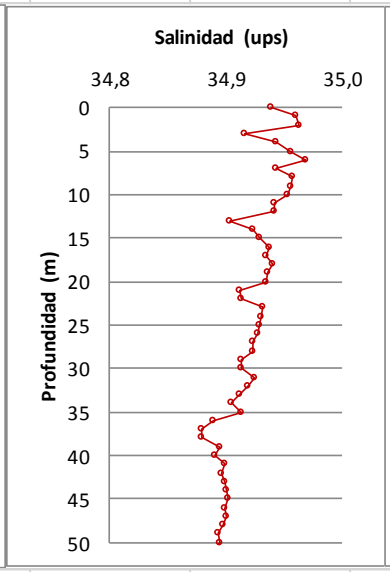
E6 N 1mn	T	S	Densidad
MINIMO	16,19	34,88	25,26
MAXIMO	17,75	34,96	25,71
PROMEDIO	17,07	34,92	25,48
DS	0,50	0,02	0,15

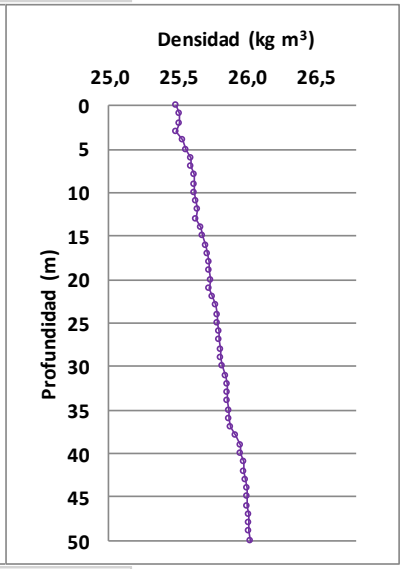


Iquique

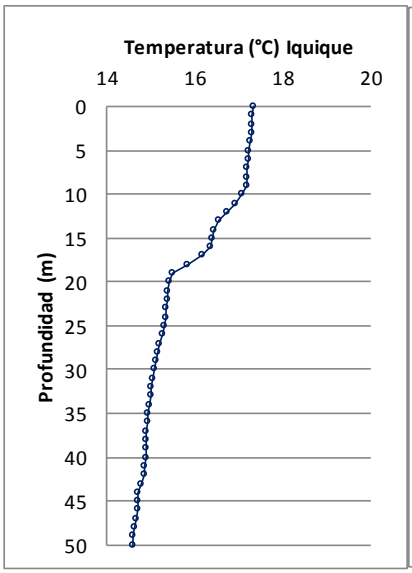
E7 N 1mn	T	S	Densidad
MINIMO	15,31	34,88	25,49
MAXIMO	16,93	34,97	26,06
PROMEDIO	16,03	34,92	25,80
DS	0,50	0,02	0,17

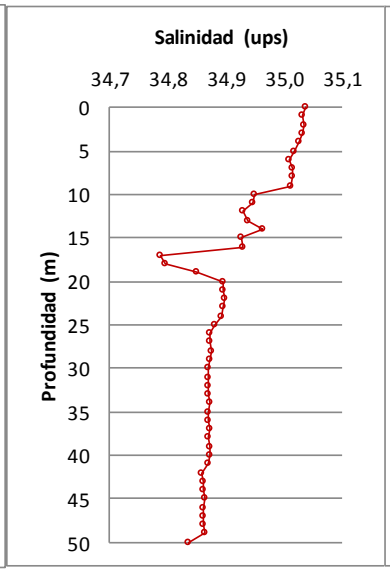


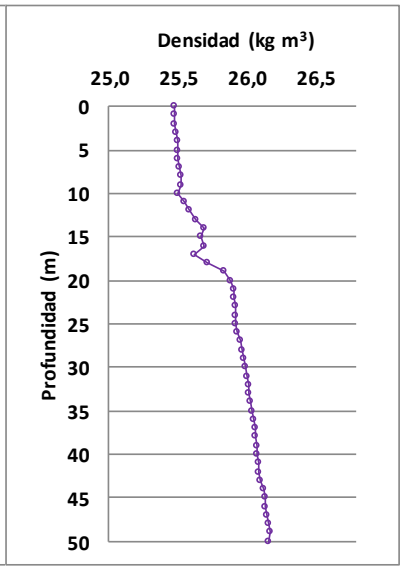




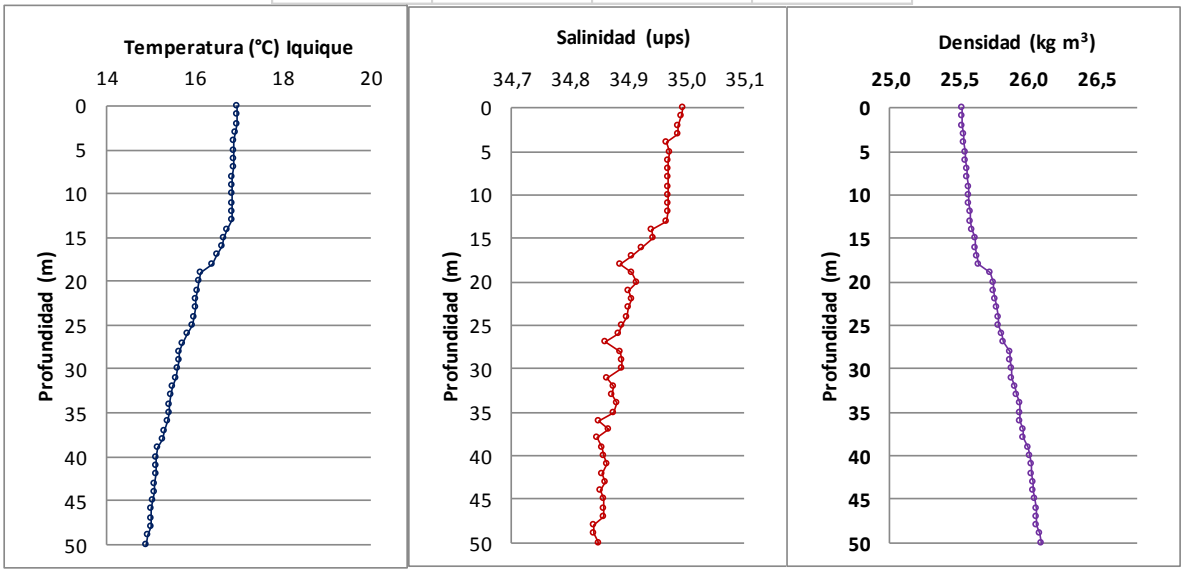
E8 N 3mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,43	34,79	25,47
MAXIMO	17,31	35,04	26,23
PROMEDIO	15,63	34,90	25,87
DS	1,00	0,07	0,25



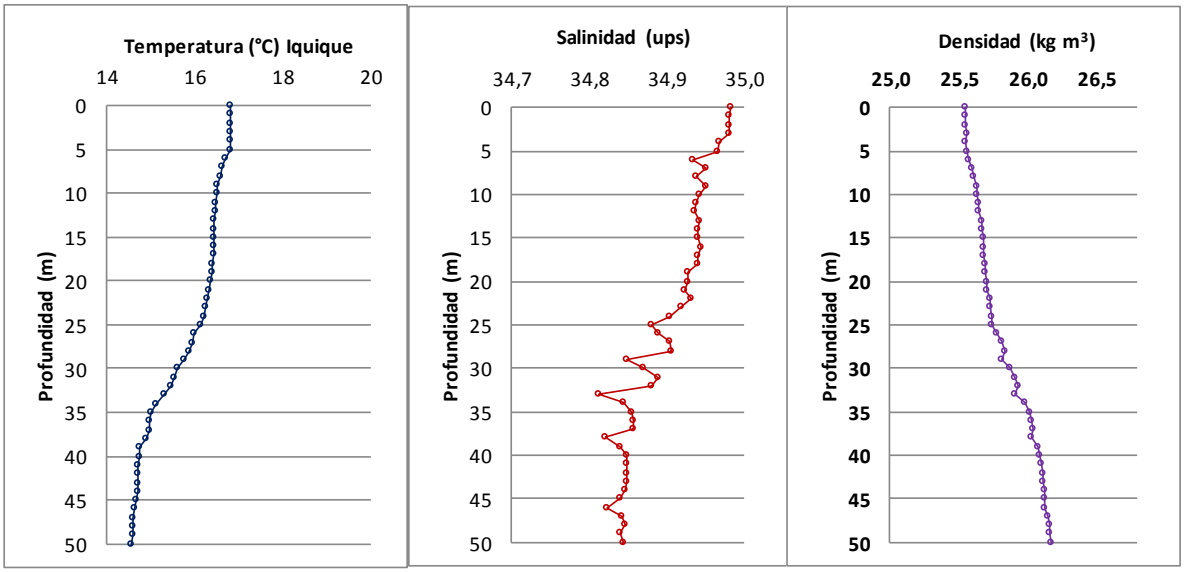




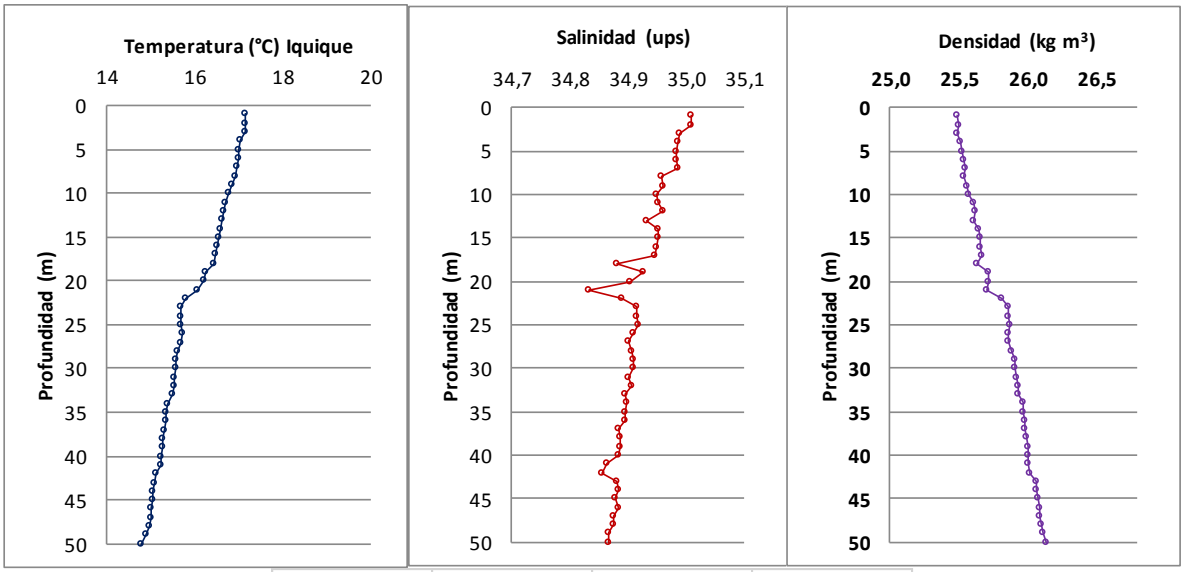
E9 N 5mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,77	34,81	25,52
MAXIMO	16,96	34,99	26,12
PROMEDIO	15,91	34,90	25,81
DS	0,75	0,05	0,20



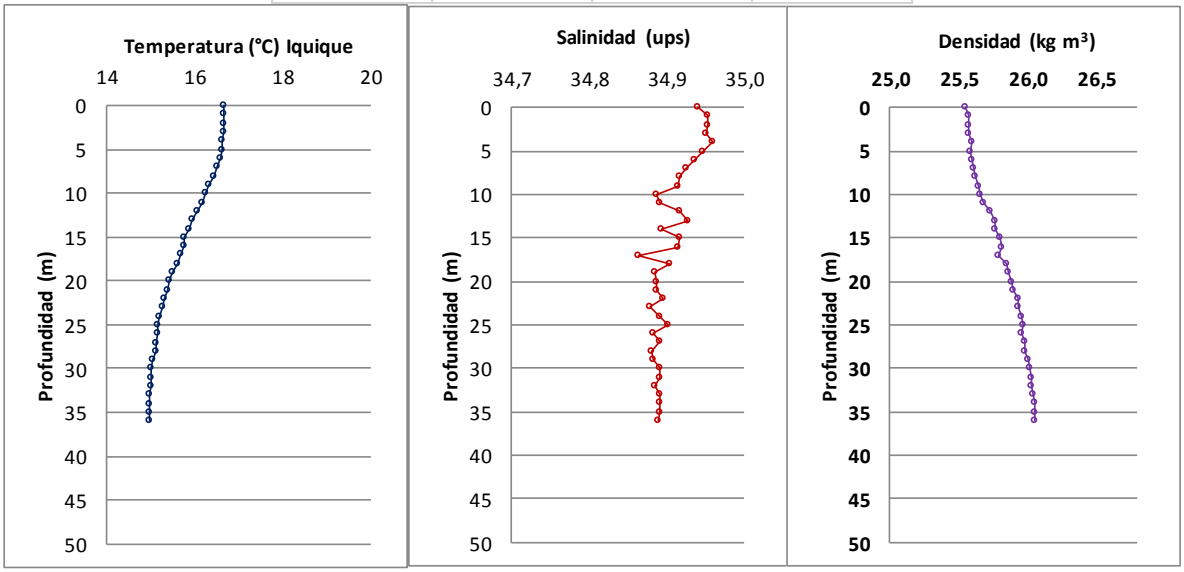
E10 S 5mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,53	34,81	25,55
MAXIMO	16,82	34,98	26,18
PROMEDIO	15,74	34,90	25,84
DS	0,84	0,05	0,22



E11 S 3mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,73	34,83	25,49
MAXIMO	17,15	35,01	26,17
PROMEDIO	15,87	34,92	25,83
DS	0,77	0,04	0,21

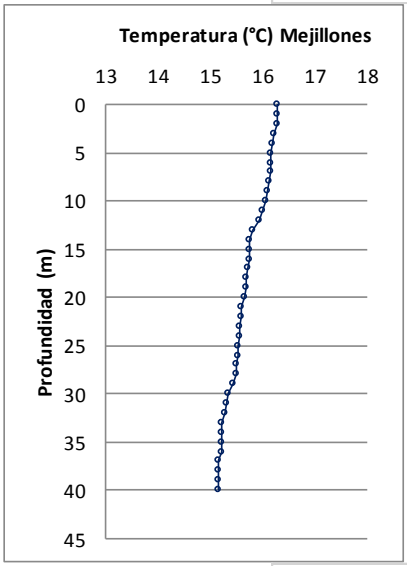


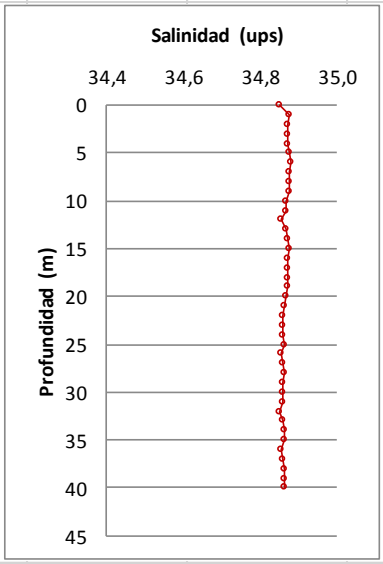
E12 S 1mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,97	34,86	25,55
MAXIMO	16,66	34,96	26,06
PROMEDIO	15,71	34,91	25,82
DS	0,63	0,03	0,18

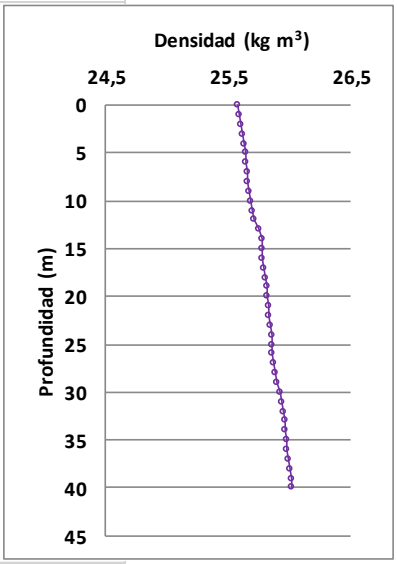


Mejillones

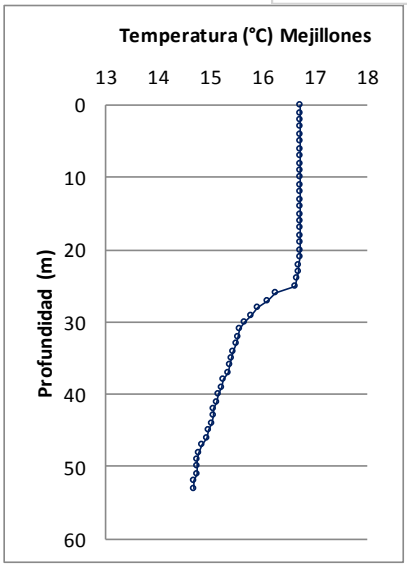
E13 S 1mn	T	S	Densidad
MINIMO	15,14	34,85	25,57
MAXIMO	16,28	34,88	26,02
PROMEDIO	15,68	34,87	25,81
DS	0,38	0,01	0,13

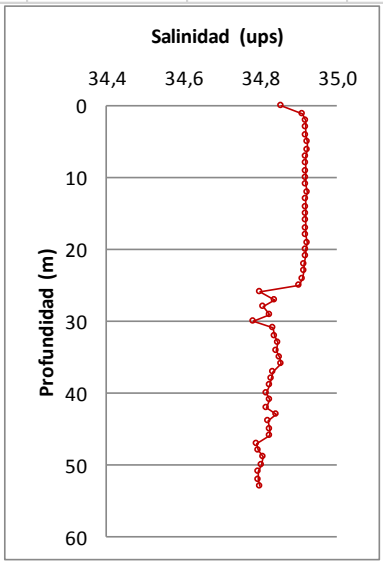


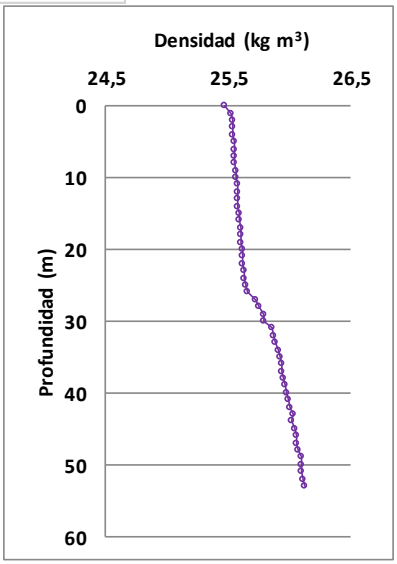




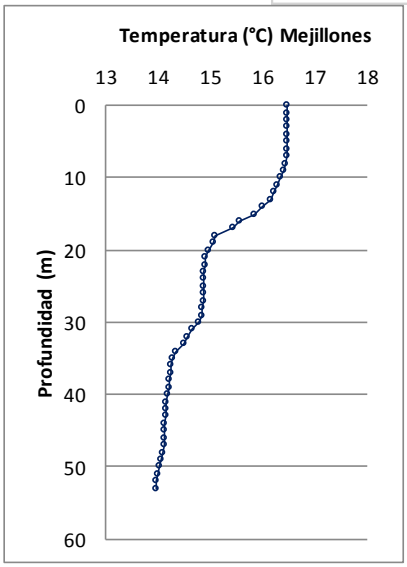
E14 S 3mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,67	34,78	25,47
MAXIMO	16,72	34,92	26,13
PROMEDIO	15,95	34,87	25,77
DS	0,80	0,05	0,21

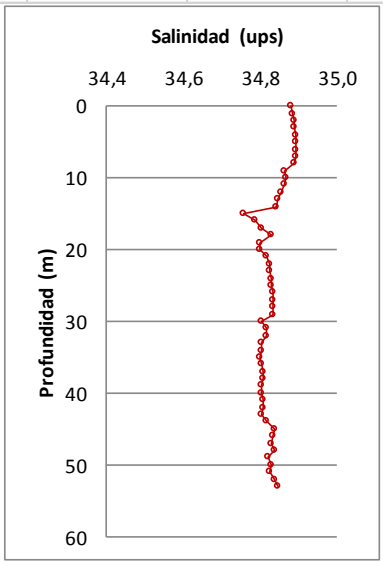


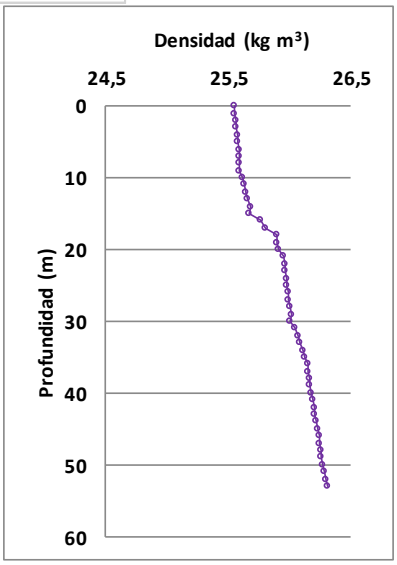




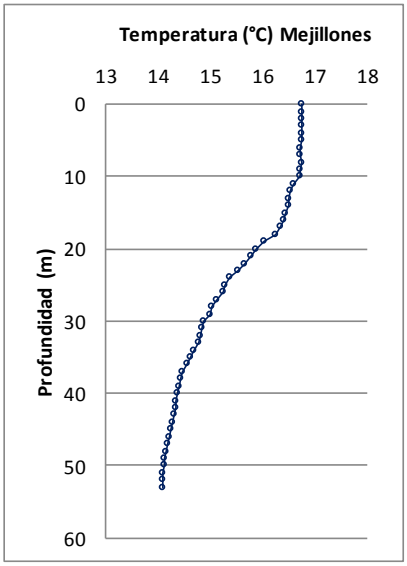
E15 S 5mn	T	S	Densidad
MINIMO	13,97	34,76	25,55
MAXIMO	16,48	34,89	26,31
PROMEDIO	15,05	34,83	25,95
DS	0,93	0,03	0,26

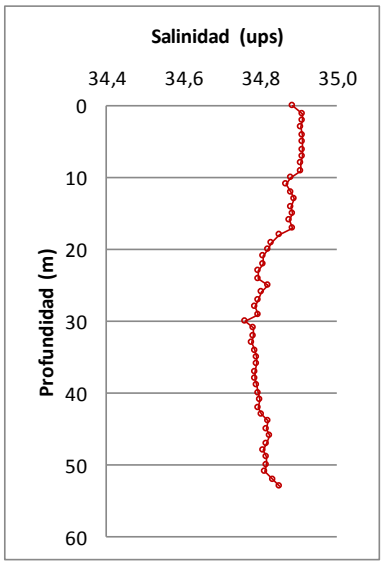


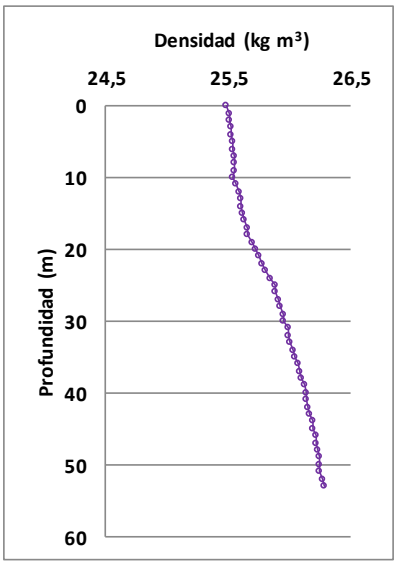
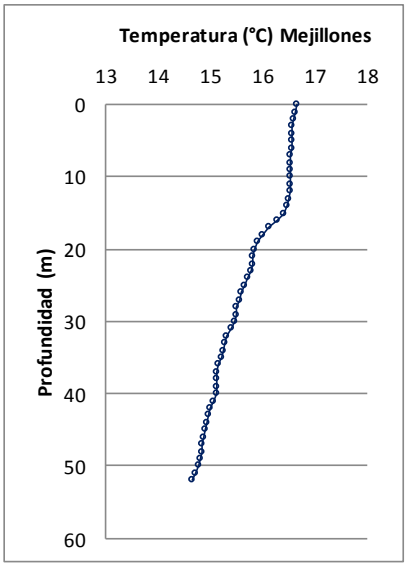
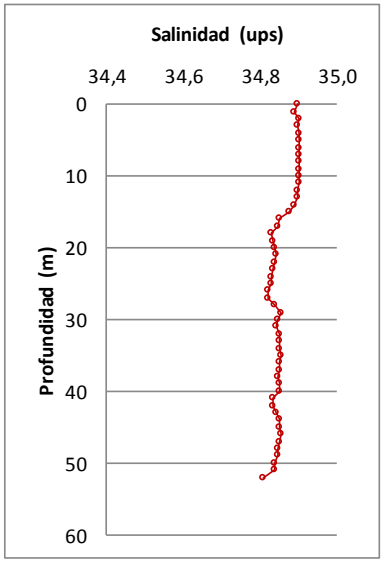
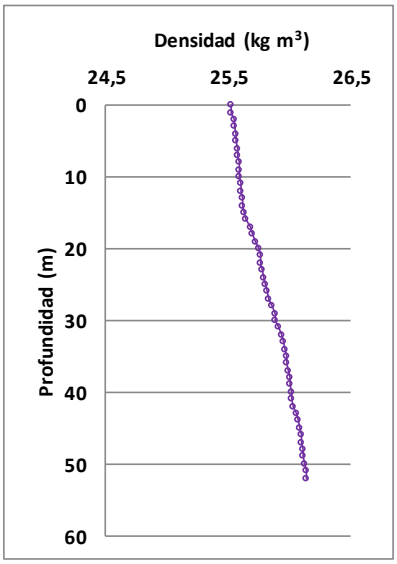




E16 N 5mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,08	34,76	25,49
MAXIMO	16,74	34,91	26,29
PROMEDIO	15,38	34,83	25,88
DS	1,02	0,05	0,27







E17 N 1mn	T	S	Densidad
MINIMO	14,64	34,81	25,52
MAXIMO	16,64	34,90	26,14
PROMEDIO	15,69	34,86	25,83
DS	0,67	0,03	0,20