

ANT: Resolución Exenta N°0173/2021 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, de 11 de mayo de 2021, que da inicio al proceso de revisión excepcional de la Resolución de Calificación Ambiental N°290/2007, de fecha 7 de septiembre de 2007, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos”, conforme a lo dispuesto en el artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300.

MAT: EN LO PRINCIPAL: Presenta antecedentes de conformidad con el inciso 2° del artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300; **OTROSÍ:** Acompaña documento.

Señor

Ramón Guajardo Perines

Director Regional del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta

Secretario de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta

Avda. República de Croacia N°0336, Antofagasta

Presente:

MARCOS EMILFORK ORTHUSTEGUY, abogado, cédula de identidad número 18.144.588-2, domiciliado para estos efectos en Mosquito 491, Oficina 312, Santiago, Región Metropolitana, en representación de doña **Saba Ester Galindo Gacitúa**, relacionadora pública, cédula de identidad número 15.900.593-3, domiciliada en Pasaje O'Higgins 067, comuna de Mejillones, región de Antofagasta, don **Manuel Jesús Carvajal Donoso**, estudiante, cédula de identidad número

SEA ANTOF.
08 JUN'21 23:50
ANF21-725

15.024.351-3, domiciliado en Granaderos 345, comuna de Mejillones, región de Antofagasta, don **Nicolás Gerónimo Bribbo Amas**, abogado, cédula de identidad número 16.438.208-7, domiciliado en Pasaje O'Higgins 067, comuna de Mejillones, región de Antofagasta, por si mismo y en representación de la **Asociación de Prestadores Turísticos de Mejillones**, rol único tributario número 65.173.629-3, domiciliada en Francisco Antonio Pinto 200, comuna de Mejillones, región de Antofagasta, y **Claudio Andrés Rojas Cavieres**, artesano, cédula de identidad número 16.874.253-3, domiciliado en Bernardo O'Higgins 700, comuna de Mejillones, región de Antofagasta, por si mismo y en representación de **Axe Tim Baue**, rol único tributario número 65.073.100-K, mismo domicilio (en adelante, "los solicitantes de revisión"); me dirijo a Ud. en su calidad de Secretario de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta (en adelante, "CEA Antofagasta"), para presentar informe de conformidad con el inciso 2° del artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300, en el proceso de revisión excepcional de la Resolución de Calificación Ambiental N°290/2007, de fecha 7 de septiembre de 2007, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Central Termoeléctrica Angamos" (en adelante, "RCA Angamos"), en cumplimiento de lo ordenado por la Resolución Exenta N°0173/2021, de fecha 11 de mayo de 2021, de la CEA Antofagasta, en los términos que se exponen a continuación:

I. CUESTIONES PRELIMINARES.

Con fecha 25 de mayo de 2021, la Dirección Regional de Antofagasta del Servicio de Evaluación Ambiental notificó la Resolución Exenta N°0173/2021, de fecha 11 de mayo de 2021, de la CEA Antofagasta, que da inicio al proceso de Revisión Excepcional de la RCA N°290/2007, de fecha 7 de septiembre de 2007, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Central Termoeléctrica Angamos", conforme a lo dispuesto en el artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300 en lo que dice relación con las variables: (i) Calidad del agua: variación sustantiva del Oxígeno Disuelto; (ii) Calidad del agua: variación sustantiva del Cloro Libre Residual; y, (iii) Fauna acuática: variación sustantiva de comunidades submareales (en adelante, "RE N°173/2021").

Así, respecto del parámetro oxígeno disuelto en la columna de agua, la RE N°173/2021 indicó, en el considerando 9.3.3., que ha tenido una variación sustantiva en relación a la línea de base, al registrarse valores bajo los 4 mg/l de oxígeno disuelto en 5 puntos de muestreo, lo que genera condiciones que permiten la posibilidad de provocar situaciones de anoxias o hipoxias, de manera que puede producirse la muerte masiva de organismos anaerobios o desaparición de organismos, por lo que, el impacto en relación al compuesto evaluado se encuentra generando un aumento significativo en la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales asociados a la variable calidad de agua de mar, siendo necesario revisar la variable evaluada.

Luego, en cuanto al parámetro de cloro residual, la RE N°173/2021 señaló, en el considerando 9.3.4., que las concentraciones han mostrado un comportamiento en aumento predominante desde el año 2014, y que a la fecha no muestran disminución, sino, más bien, inestabilidad en las concentraciones,

de manera que, las concentraciones de cloro han variado sustantivamente según lo descrito en la línea de base del proyecto, por lo que, se estaría aumentando significativamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales asociados a la variable calidad de agua de mar, siendo necesario revisar la variable evaluada.

Finalmente, en relación con la fauna acuática, la RE N°173/2021 estableció, en el considerando 9.4., que se registran 51 especies, donde predominan las especies de poliquetos (41% del total de especies) y moluscos (39% del total de especies), pero menos especies de crustáceos (18% del total de especies) y de equinodermos (alcanzan el 2% del total de las especies), en comparación a la línea de base del proyecto, por lo que, respecto del impacto identificado como “alteración del hábitat marino de fauna intermareal y submareal” para la fase de construcción, calificado durante la etapa de evaluación ambiental como negativo, medio bajo, es posible visualizar que la variable difiere o no se verifica conforme a los monitoreos realizados, en cantidades cercanas o similares a aquellas presentadas en la línea de base. Por lo tanto, presentándose la disminución de las especies en el tiempo, lo que no se encuentra conforme a lo evaluado, se está aumentando significativamente la extensión, magnitud o duración de los impactos ambientales asociados al componente fauna acuática, de forma que, es necesario revisar la variable evaluada.

Por otra parte, la RE N°173/2021 ordenó, en el punto 4 resolutivo, cumplir con el requisito procedimental de la audiencia previa al interesado, para que exponga lo que estime pertinente, de conformidad con el inciso segundo del artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300, dentro del plazo de 10 días hábiles, contados desde la notificación de dicha resolución con fecha 25 de mayo de 2021.

Por lo tanto, como directamente afectados por la variación sustantiva de las variables admitidas en el procedimiento de revisión de la RCA Angamos, los solicitantes de revisión nos encontramos dentro de plazo para presentar los siguientes antecedentes relacionados con los componentes calidad de agua de mar y fauna acuática, contenidos en el “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari, documento acompañado en el otrosí de esta presentación.

II. INFORME SOBRE LAS VARIABLES ADMITIDAS EN EL PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DE LA RCA ANGAMOS.

En línea con lo advertido por Viviana Maturana Nanjari en el informe acompañado en el otrosí de esta presentación¹, en primer lugar, se debe tener presente que la variación sustantiva de las variables asociadas al componente calidad de agua de mar, se encuentra relacionada con la modificación a la

¹ Página 2 del “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari, documento acompañado en el otrosí de esta presentación.

metodología de muestreo y el punto de “control”, el que se define como un área libre del área de influencia del proyecto, por lo que el análisis de los potenciales impactos no ha podido ser medible y comparable a nivel temporal.

Al respecto, la RE N°173/2021 indica, en el considerando 9.2., lo que sigue:

“9.2.1. En relación a la modificación de los puntos de monitoreo y modelamientos producto de las modificaciones de la captación y la descarga del medio marino, en la RCA N°23/2009 se indica que el “(...) *seguimiento ambiental de las descargas se efectuará según lo aprobado en la Resolución Exenta N°0290/2007 de la COREMA Región de Antofagasta, que califica favorablemente el proyecto CTA.*”, de manera que, no existe una modificación en el mecanismo de seguimiento ambiental del Proyecto.

A su vez, en relación a la modificación de los puntos de captación y descarga, es preciso aclarar que dichas modificaciones se consideran a partir de una reducción del caudal de un 90% aproximadamente (65.600 m³/h a 4.500 m³/h.), acompañado a su vez, por un estudio oceanográfico que permitió concluir que la ubicación de las estaciones de monitoreo resultó ser adecuada, con el objeto de verificar el comportamiento de las variables evaluadas”.

Sin embargo, la RE N°173/2021 no se ha pronunciado respecto de la modificación de la metodología de muestreo y el punto de control que, como se constata en la solicitud de revisión, cambia de una distancia de 6,03 km, o 3,26 millas náuticas de los demás puntos de muestreo, a una distancia de 632 metros, o 0,22 millas náuticas², lo que implica que no existen mediciones de referencia que permitan reconocer los impactos asociados a la operación del proyecto en el componente calidad de agua de mar, una vez acortada la distancia del punto de control y situado al interior del área de influencia junto con las otras estaciones de monitoreo.

Por su parte, en relación con la variable oxígeno disuelto, en el informe acompañado en el otrosí de esta presentación, Viviana Maturana también advierte, en los años 2011 y 2016, datos con valores bajos, medidos en puntos del sector suroeste de la bahía, cuya dinámica puede estar atribuida a focos de surgencia activos que se intensifican en primavera-verano. Asimismo, se señala que la variación sustantiva de esta variable puede determinar condiciones de hipoxia para la biota y afectar el funcionamiento de los ecosistemas³.

² Páginas 29, 30 y 31 de la solicitud de revisión.

³ Página 3 del “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari, documento acompañado en el otrosí de esta presentación.

Asimismo, el informe que se acompaña en el otrosí de esta presentación advierte que el aumento sostenido del cloro residual podría generar consecuencias en la diversidad, abundancia y ensambles de la biota marina, por ejemplo, efectos adversos en el fitoplancton y otros organismos arrastrados al circuito de enfriamiento⁴.

Por último, en el citado informe se observa una modificación de los ensambles ecosistémicos de comunidades submareales, producto de la incorporación de materia orgánica a la bahía proveniente de descargas antrópicas, asociada a la carga másica de DBO5 y sólidos totales suspendidos. En ese sentido, repara que la bahía de Mejillones Sur presenta un estado deficiente, con tendencia en deterioro, producto de las condiciones particulares (zona mínima de oxígeno, surgencia costera, alta productividad biológica) y la presencia de condiciones geológicas que hace que los sedimentos marinos presenten concentraciones altas de ciertos elementos, por ejemplo, el arsénico⁵.

III. CONCLUSIONES.

A partir del análisis desarrollado en el “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, que se acompaña en el otrosí de esta presentación, se concluye lo siguiente, en relación con las variables que han sido admitidas en el proceso de revisión de la RCA Angamos⁶.

En primer lugar, se debe tener presente que, las plantas de enfriamiento de la termoeléctrica Angamos, poseen aducciones que transportan agua con organismos pequeños, propios de la columna de agua, fundamentalmente fitoplancton y zooplancton, que son la base de la producción de biomasa de los ecosistemas marinos pelágicos y la base de las mallas tróficas. Asimismo, se debe considerar la existencia de partículas de materia orgánica muerta que constituyen parte del detritus.

En segundo término, cabe considerar que, en los procesos tanto de aducción como de emisión, es decir desde y hacia el mar, se realizan procesos de intercambio tanto de calor de las plantas de enfriamiento, como la liberación de cloro residual en el proceso de control de la bioincrustación. Estos organismos mueren al subir la temperatura y al ser afectados por el Cloro, generando detritus, el que posteriormente es descompuesto por microorganismos o bacterias. De esta forma, las plantas de

⁴ Página 4 del “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari, documento acompañado en el otrosí de esta presentación.

⁵ Página 5 del “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari, documento acompañado en el otrosí de esta presentación.

⁶ Página 6 del “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari, documento acompañado en el otrosí de esta presentación.

enfriamiento están incorporando grandes flujos de materia orgánica degradable o detritus en la columna de agua en forma superficial, en los ecosistemas marinos del borde o litoral. Este material es distribuido espacialmente de acuerdo con los patrones de circulación de diferente escala temporal que ocurren en la bahía.

Luego, la continuidad de estos procesos puede provocar o han provocado situaciones negativas para los procesos ecosistémicos, afectando la sobrevivencia de diferentes tipos de organismos, vía una reducción de los niveles de oxígeno en la columna de agua en las áreas de descargas o en los sedimentos en la vecindad de los puntos de descargas de la termoeléctrica. Por lo anterior, se hace necesario establecer puntos de monitoreo constantes y construir una metodología con la que se pueda observar y evaluar de forma evidente las variaciones mencionadas de las variables oxígeno disuelto y cloro residual, como así también aquellos impactos no previstos en la RCA Angamos, como, por ejemplo, el volumen de materia orgánica afectada en los procesos de aducción y control de bioincrustación.

En definitiva, se requiere que la CEA Antofagasta realice una revisión exhaustiva de la RCA Angamos, a fin de que determine el establecimiento de nuevas medidas de mitigación, reparación y/o compensación, que resulten adecuadas para hacerse cargo del aumento en la magnitud, extensión y duración de los impactos significativos asociados a los componentes calidad de agua de mar y comunidades submareales, y de la generación de aquellos impactos significativos no previstos, que han sido ocasionados por los cambios en las variables ya señaladas.

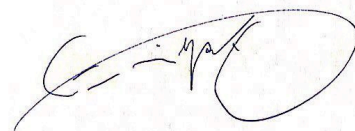
POR TANTO,

SOLICITO A UD., tener por presentados los antecedentes señalados, en virtud de lo que dispone el inciso 2º del artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300, en el proceso de revisión de la RCA N°290/2007 de fecha 7 de septiembre de 2007, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que calificó favorablemente el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Central Termoeléctrica Angamos”, a fin de que la CEA Antofagasta actualice la RCA Angamos, estableciendo nuevas medidas de mitigación, reparación y/o compensación, adecuadas a los cambios constatados en dichas variables.

OTROSÍ: Que vengo a acompañar el documento “Informe para el Procedimiento de Revisión Excepcional de la Resolución Exenta N°0290/2007 que Calificó Favorablemente el Proyecto “Central termoeléctrica Angamos” de conformidad al artículo 25 quinquies de la Ley N°19.300”, elaborado por Viviana Maturana Nanjari.

POR TANTO,

SOLICITO A UD., tener por acompañado el documento indicado.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Viviana Maturana Nanjari', written over a faint circular stamp or watermark.

INFORME PARA EL PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN EXCEPCIONAL DE LA RESOLUCIÓN EXENTA N° 0290/2007 QUE CALIFICÓ FAVORABLEMENTE EL PROYECTO “CENTRAL TERMOELÉCTRICA ANGAMOS” DE CONFORMIDAD AL ARTÍCULO 25 QUINQUIES DE LA LEY N°19.300”.

Elaborado por:

Viviana Maturana Nanjari

Master en Restauración de Ecosistemas, Universidad de Alcalá

Bióloga en Gestión de Recursos Naturales y Políticas Afines, Universidad Católica de Temuco

Junio, 2021.

RESUMEN.

El presente informe tiene como objetivo general presentar ante la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta antecedentes relacionados a la variación sustantiva del oxígeno disuelto y del cloro libre residual, en lo que dice relación con el componente calidad de agua de mar, y a la variación sustantiva de comunidades submareales, en lo que dice relación con el componente fauna acuática, a fin de que la autoridad ambiental actualice la Resolución Exenta N°0290/2007, Resolución de Calificación Ambiental (en adelante, “RCA”) que aprobó el proyecto “Central Termoeléctrica Angamos”, estableciendo nuevas medidas de mitigación, reparación y/o compensación, adecuadas a los cambios constatados en dichas variables.

1. CALIDAD DE AGUA DE MAR.

Para aguas marinas, existen 5 parámetros fisicoquímicos que sustentan la vida en ellas. Estos son transparencia, condiciones térmicas, oxigenación, salinidad y nutrientes (Best, Marchitar y Coates 2007). Esta aseveración científica se relaciona directamente con la Resolución Exenta N°0173/2021 de la Comisión de Evaluación de la Región de Antofagasta, que inicia la revisión excepcional a la RCA N°0290/2007 correspondiente al Proyecto Central Termoeléctrica Angamos, la cual estipula que las variables correspondientes a la calidad de agua: Oxígeno disuelto, Cloro Libre residual; han variado de forma sustantiva a lo largo del tiempo, lo que dificulta el análisis temporal de los impactos asociados a dicho proyecto.

Asociado a esta variación de parámetros fisicoquímicos y biológicos, está la modificación a la metodología de muestreo y el punto “control”, el que se define como un área libre de la influencia del proyecto, por lo que el análisis de los potenciales impactos no ha podido ser medible y comparable a nivel temporal.

Por otra parte, dichos cambios fueron realizados sin previo aviso a las autoridades competentes ambientales, infringiendo y omitiendo la RCA comprometida.

A continuación, se describirá la importancia de las variables que inician la Revisión de la RCA mencionada.

a. Variación sustantiva del Oxígeno disuelto.

El contenido del oxígeno disuelto en el mar corresponde al resultado de procesos como el intercambio de gases con la atmósfera y procesos biológicos como fotosíntesis y respiración. Desde el punto de vista ambiental, el contenido de oxígeno disuelto es considerado un indicador de calidad de agua en su rol fundamental para la vida y procesos oxidativos asociados a la formación de gases y sustancias tóxicas. En el medio marino, el oxígeno disuelto tiene un comportamiento cíclico, cuyas concentraciones **son inversamente proporcionales a la profundidad** (Carrillo 2012).

La bahía de Mejillones presenta dos características oceanológicas principales: valores de productividad primaria de **1.070 g C m⁻² año⁻¹** (Marín, y otros 1993) y una Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO; oxígeno disuelto < 0,5 mL L⁻¹) que se ubica a partir de aproximadamente los 50-60 m de profundidad, dependiendo de la época del año (Escribano y Hidalgo 2000). Debido a que la bahía tiene una profundidad máxima de 120 m, gran parte de su ambiente de fondo está bajo el dominio de esta ZMO (Valdes, Ortlieb y Sifeddine 2003).

La distribución de oxígeno disuelto en el agua de mar está vinculado a importantes procesos de circulación y mezcla, como por ejemplo el frente térmico. Fenómeno que le confiere una mayor estabilidad hidrodinámica y una permanencia más prolongada de los nutrientes en la capa fótica, característica denominada “**sombra de surgencia**” (Marín, V; Delgado, L; Escribano, R 2003), transformándose en un factor crucial para la productividad biológica superficial.

Las definiciones existentes para Zonas Mínimas de Oxígeno (en adelante, “ZMO”), basadas sobre concentraciones de valor absoluto de oxígeno disuelto, no son realistas, porque no hay una única concentración de oxígeno que defina un nivel de estrés hipóxico universal para los organismos marinos (Siebel, 2013).

Así, en las profundidades donde ocurre este fenómeno, la variación del oxígeno tiene un rol clave en la estructuración de los ecosistemas marinos controlando la distribución espacial y temporal de esencialmente todos los organismos marinos, desde los microorganismos al zooplancton, peces e indirectamente con los mamíferos marinos (Gilly, y otros 2013).

Según (CEA 2019), la Bahía de Mejillones, constantemente ha presentado fluctuaciones en la concentración de oxígeno disuelto durante las diferentes campañas y fechas de monitoreo. En dicho estudio, se realizó un análisis de los datos existentes, de los monitoreos históricos, en relación con la calidad de agua y los sedimentos de la bahía, centrándose en aquellos parámetros de mayor importancia desde la perspectiva ambiental. Ejemplo de estos son: **el oxígeno disuelto, la carga orgánica, a través de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (en adelante, “DBO5”) y los Aceites y Grasas, los sólidos suspendidos totales y, algunos metales.**

Una de las variables analizada es el oxígeno disuelto, presentando bajas concentraciones en zonas de surgencia y en bahías abiertas hacia el norte. Estas zonas, son llamadas comúnmente como ZMO, las que se pueden encontrar a profundidades variables, y más permanente a profundidades superiores a los 100 m. Esta zona determina condiciones de hipoxia para la biota y afecta el funcionamiento de los ecosistemas.

También se ha observado, en las aguas costeras de la bahía de Mejillones del Sur, descargas de importantes volúmenes de agua con materia orgánica, presentando DBO5. Esta característica, puede generar hipoxia para algunos grupos de organismos, realizándose una distinción entre; la hipoxia de la ZMO y aquella que eventualmente puede depender de las descargas de flujos con alta DBO5.

En el estudio antes mencionado y el estudio realizado como revisión a la RCA del Proyecto Angamos, demuestran la existencia de una alta variabilidad temporal en parámetros como el oxígeno disuelto y el pH después del año 2007, observándose también, este comportamiento para algunos metales.

Luego del año 2007, en el estrato superficial de la columna de agua, la mayoría de los datos recogidos de los diferentes estudios, presentaron valores superiores a los 5 mg/L, e incluso valores que bordearon los 11 mg/L. No obstante, existen datos en algunos años (2011, 2016) con valores bajos en relación con el resto, ubicados en puntos del sector suroeste de la bahía, cuya dinámica puede estar atribuida a focos de surgencia activos que se intensifican en primavera-verano (Rodríguez L, V Marín 1991).

b. Variación sustantiva del Cloro residual.

En nuestro país, las centrales termoeléctricas se encuentran cercanas al mar, por el uso de la gran cantidad de agua que necesitan para el enfriamiento del condensador.

El buen funcionamiento de estas centrales depende en parte, de la proliferación y colonización de organismos marinos que se van adosando a los ductos que conducen el agua para la refrigeración. Este proceso llamado **bioincrustación**, se controla a través de un biocida, siendo generalmente cloro.

Este elemento, se libera de forma continua, previniendo el adosamiento de las formas larvarias y de organismo maduros. La dosificación de este elemento varía de acuerdo con la actividad biológica y la calidad del agua. A pesar de las bajas dosis empleadas, la cloración aún puede causar un impacto adverso, particularmente en el fitoplancton y otros organismos arrastrados al circuito de enfriamiento (Ebenezer, Venugopalan y Veeramani 2010).

Estudios han demostrado que el cloro residual liberado en los procesos de refrigeración posee un efecto toxico en el fitoplancton (Ebenezer, Venugopalan y Veeramani 2010), siendo este la variable más importante en la mortalidad de biota. Asimismo, estudios han demostrado que este elemento es el componente más importante en la reducción de la fijación de carbono en el océano (Videau, Khalanski y Penot 1979, Lopez-Galindo, y otros 2010).

Estudios realizados sobre los efectos de la cloración de las termoeléctricas sobre organismos bivalvos comerciales como los Mejillones (*Mytilus edulis*), demuestran como consecuencia una disminución de la tasa de crecimiento y talla de la población de esta especie, siendo menor que la de una población natural inmediatamente fuera de la ingesta de agua de enfriamiento (Thompson, y otros 2000).

A partir del estudio de la Revisión de la RCA N° 0290/2007, se detectó un aumento considerable en esta variable, pudiendo generar consecuencias en la diversidad, abundancia y ensambles de la biota marina.

2. FAUNA ACUÁTICA.

c. Variación sustantiva de Comunidades Submareales.

A medida que se incrementa la profundidad, los ensambles de invertebrados disminuyen en cuanto a sus valores de biomasa y densidad. Zúñiga et al. (1983), señalan que los ensambles de invertebrados submareales están asociados principalmente a sustratos de arena gruesa y media, con concentraciones de oxígeno promedio elevadas (>5 mg/L).

Considerando que las zonas costeras del norte de Chile carecen de cursos fluviales de interés, el aporte de nutrientes al sistema biológico en general, del que forman parte las comunidades bentónicas submareales, está supeditado a los fenómenos de surgencia de recurrencia aperiódica en el sector, así como a la intrusión irregular de aguas subtropicales que se acercan a la costa.

Estos procesos favorecen una alta productividad primara, cuyos productos orgánicos finales y los procesos de degradación asociados, podrían representar factores de perturbación sobre los ensambles bentónicos presentes a mayor profundidad.

No obstante, estas condiciones, que son desfavorables para una variedad de organismos bentónico-submareales, para otras, son las condiciones óptimas para colonizar y desarrollarse en este tipo de ambientes. Tal es el caso de algunos ejemplares de gusanos poliquetos y crustáceos anfípodos

característicos de ensamblajes bentónicos submareales presentes en bahía de Mejillones del Sur, como los ya mencionados gusanos *Prionospio* sp. (*P. patagonica*), así como los anfípodos del género *Ampelisca* sp., los que aumentan su densidad a mayor profundidad.

Asimismo, se observa una modificación de los ensamblajes ecosistémicos, producto de la incorporación de materia orgánica a la bahía proveniente de descargas antrópicas, asociada a la carga másica de DBO5 y Solidos Totales Suspendidos (en adelante, "SST").

De acuerdo con (CEA 2019), es posible indicar que la bahía de Mejillones Sur presenta un estado Deficiente, con tendencia En Deterioro, producto de las condiciones particulares (zona mínima de oxígeno, surgencia costera, alta productividad biológica) y la presencia de condiciones geológicas que hace que los sedimentos marinos presenten concentraciones altas de ciertos elementos (como arsénico).

Estas características, conducen a que las descargas másicas de la industria local, como de la empresa sanitaria en la bahía, tengan un eventual impacto en las condiciones de los sedimentos y la columna de agua, mayor al que es posible encontrar si esas condiciones naturales no existieran. Las descargas de detritus o materia orgánica son parte de la actividad propia de Mejillones y de acuerdo con los resultados son másicamente importantes.

Dicho estudio menciona que es importante enfatizar que, en el análisis de datos, se reveló la existencia de un gran aporte de detritus al mar, pudiendo ser ésta, parte de los impactos de las plantas de enfriamiento de las generadoras termoeléctricas. No obstante, para aseverar esta hipótesis, se requiere tener mayores antecedentes con respecto a esta variable, es decir, estudios que monitoreen la relación entre cloro residual, la cantidad de materia orgánica que se ve afectada y el oxígeno disuelto generado como producto.

Es importante también recalcar el rigor y la constancia de los monitoreos y sus metodologías asociadas, así como también en la temporalidad de estos, debido a los diversos estadios de vida que poseen los organismos bentónicos.

Según (CEA 2019), el área asociada al emisario de la industria sanitaria de Mejillones presenta una carga de materia orgánica considerable. No obstante, si se comparan las cargas másicas de materia orgánica de ambos emisarios, estas son muy inferiores respecto a la descarga de la industria energética, por lo cual se debería poner especial atención a este punto.

3. CONSIDERACIONES FINALES.

Como parte de las observaciones finales a estas tres variables que han sido consideradas en la apertura del procedimiento de revisión de la RCA N°0290/2007, se debe tener en cuenta:

- Que, las Plantas de enfriamiento de la termoeléctrica Angamos, poseen aducciones que transportan agua con organismos pequeños, propios de la columna de agua, fundamentalmente fitoplancton y zooplancton, que son la base de la producción de biomasa de los ecosistemas marinos pelágicos y la base de las mallas tróficas. Asimismo, se debe considerar la existencia de partículas de materia orgánica muerta que constituyen parte del detritus.
- Que, en los procesos tanto de aducción como de emisión, es decir desde y hacia el mar, se realizan procesos de intercambio tanto de calor de las plantas de enfriamiento, como la liberación de cloro residual en el proceso de control de la bioincrustación. Estos organismos mueren al subir la temperatura y al ser afectados por el Cloro, generando detritus, el que posteriormente es descompuesto por microorganismos o bacterias. De esta forma, las plantas de enfriamiento están incorporando grandes flujos de materia orgánica degradable o detritus en la columna de agua en forma superficial, en los ecosistemas marinos del borde o litoral. Este material es distribuido espacialmente de acuerdo con los patrones de circulación de diferente escala temporal que ocurren en la bahía.
- Que, la continuidad de estos procesos puede provocar o han provocado situaciones negativas para los procesos ecosistémicos, afectando la sobrevivencia de diferentes tipos de organismos, vía una reducción de los niveles de oxígeno en la columna de agua en las áreas de descargas o en los sedimentos en la vecindad de los puntos de descargas de la termoeléctrica (CEA 2019).
- Que, la falta de rigor, constancia y periodicidad de los planes de monitoreo no permite ver de forma clara, los efectos e impactos que produce la termoeléctrica Angamos. Por lo que se recomienda realizar una revisión de la RCA, establecer puntos de monitoreo constante y construir una metodología más robusta, con la que se pueda observar y evaluar de forma evidente las variaciones antes mencionadas, como así también aquellos impactos no previstos en la RCA como, por ejemplo, volumen de materia orgánica afectada en los procesos de aducción y control de la bioincrustación.

BIBLIOGRAFÍA

- Best, M M, A W Marchitar, y S Coates. «Dissolved oxygen as a physico-chemical supporting element in the Water Framework Directive.» *Marine Pollution Bulletin*, 2007.
- Carrillo, P. «Comportamiento del oxígeno disuelto en dos estaciones costeras La Libertad y Manta, como aporte al conocimiento del fenómeno "El Niño".» *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 2012.
- CEA. «Diagnostico y Monitoreo Ambiental de la Bahía de Mejillones Sur.» 2019.
- Ebenezer, V, V Venugopalan, y P Veeramani. «Chlorination for power plant biofouling control: potential impact on entrained phytoplankton.» *International Journal of Environmental Studies*, 2010.
- Escribano, R, y P Hidalgo. «Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt current region off Chile during coastal upwelling.» *Journal of the Marine Biology Association*, 2000.
- Gilly, W, J M Beman, S Litvin, y B Robinson. «Oceanographic and Biological Effects of Shoaling of the Oxygen Minimum Zone.» *Annual Review of Marine Science*, 2013.
- Lopez-Galindo, C, C Garrido, J Casanueva, y E Nebot. «Degradation models and ecotoxicity in marine waters of two antifouling compounds: Sodium hypochlorite and an alkylamine surfactant.» *Science of the Total Environment*, 2010.
- Marin, V, L Rodriguez, L Vallejo, J Fuenteseca, y E Oyarce. «Efecto de la surgencia costera sobre la productividad primaria primaveral de la Bahía de Mejillones Sur.» *Historia Natural*, 1993.
- Marin, V; Delgado, L; Escribano, R. «Upwelling shadows at Mejillones bay (northern Chilean coast): a remote sensing in situ analysis.» *Investigaciones Marinas*, 2003.
- Thompson, E, C Richardson, R Semilla, y G Walker. «Quantification of mussel (*Mytilus edulis*) growth from power station cooling waters in response to chlorination procedures.» *The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research*, 2000.
- Valdes, J, L Ortlieb, y A Sifeddine. «Variaciones del sistema de surgencia de Punta Angamos (23° S) y la Zona de Mínimo Oxígeno durante el pasado reciente. Una aproximación desde el registro sedimentario de la Bahía Mejillones del Su.» *Historia Natural*, 2003.
- Videau, C, M Khalanski, y M Penot. «Preliminary results concerning effects of chlorine on monospecific marine phytoplankton.» *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1979.