



Universidad de Concepción



FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA COMPAÑÍA CAMANCHACA PESCA SUR S.A.

Habilitación presentada para optar al título de

Ingeniero Ambiental

DIEGO FERNANDO TRONCOSO ARIAS

CONCEPCIÓN (CHILE), 2018



Universidad de Concepción



FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA COMPAÑÍA CAMANCHACA PESCA SUR S.A.

Habilitación presentada para optar al título de

Ingeniero Ambiental

Estudiante: Diego Fernando Troncoso Arias

Docente guía: Dra. Yannay Casa Ledón

CONCEPCIÓN (CHILE), 2018



Universidad de Concepción



**FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES**

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA COMPAÑÍA CAMANCHACA
PESCA SUR S.A.**

PROFESOR GUÍA: DRA. YANNAY CASAS LEDON

PROFESOR COMISIÓN: DR. ALBERTO ARANEDA CASTILLO

PROFESOR COMISIÓN: DR. ROBERTO URRUTIA PÉREZ

CONCEPTO: APROBADO CON DISTINCIÓN MÁXIMA

Conceptos que se indica en el Título

- ✓ Aprobado por Unanimidad : (En Escala de 4,0 a 4,9)
- ✓ Aprobado con Distinción (En Escala de 5,0 a 5,6)
- ✓ Aprobado con Distinción Máxima (En Escala de 5,7 a 7,0)

CONCEPCIÓN, ABRIL DE 2018

Índice

RESUMEN.....	iv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.2 Consecuencias del cambio climático en Chile.....	4
2.3 Sectores con mayor incidencia en GEI en Chile.....	5
2.4 Acciones de Chile frente al cambio climático.....	5
2.5 Industria pesquera en Chile.....	6
2.5.1. Compañía Pesquera Camanchaca.....	7
2.6 Herramientas para la determinación de la huella de carbono.....	8
2.6.1 Metodología para el cálculo huella de carbono con enfoque corporativo.....	10
2.7 Aplicaciones de la huella de carbono en la industria pesquera.....	11
3 METODOLOGÍA.....	14
3.1 Definición de los límites Corporativos.....	15
3.1.1 Descripción Área de estudio: Camanchaca Pesca Sur S.A.....	15
3.1.2 Selección del año base.....	16
3.1.3 Identificación de los límites Organizacionales.....	16
3.1.4 Identificación de los límites Operacionales.....	18
3.2 Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.....	19
3.2.1 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a alcance 1.....	19
3.2.2 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a alcance 2.....	22
3.2.3 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a alcance 3.....	22
3.3 Cuantificación de la Huella de Carbono.....	25
4 RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Estimaciones de CO ₂ equivalente.....	26
4.1.1 Emisiones del Alcance 1.....	27
4.1.2 Emisiones del Alcance 2.....	29
4.1.3 Emisiones del Alcance 3.....	30

4.2	Indicadores.....	33
4.3	Actividades críticas y propuestas de reducción.....	35
4.3.1	Recambio luminarias.....	36
4.3.2	Incorporación gas natural en calderas planta Coronel.....	37
4.3.3	Incorporación Toberas en flota arrastre.....	39
5	CONCLUSIONES.....	41
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

Índice de Figuras

Figura 1: Tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990 - 2010.	5
Figura 2. Línea general de producción de recursos del mar.....	8
Figura 3 Resumen de alcances y sus fuentes de emisión de GEI.....	11
Figura 4. Metodología para el cálculo de la huella de carbono.....	14
Figura 5. Límites organizacionales de la Compañía, junto con las Sub divisiones y flujos de materias primas y subproductos entre las distintas instalaciones.....	17
Figura 6. Definición de los alcances del sistema.....	18
Figura 7. Emisiones totales y por tipo de alcance.....	26
Figura 8. Porcentaje de CO ₂ equivalente de cada fuente de emisión (fija y móvil) correspondiente al Alcance 1.....	27
Figura 9. Consumos de combustibles y emisiones de CO ₂ eq para el alcance 1.....	29
Figura 10. Porcentaje de emisiones de CO ₂ equivalente por consumos de electricidad adquirida.....	30
Figura 11. Porcentaje de emisiones para cada actividad del Alcance 3, tanto como pesca de cerco, arrastre y administración.....	31
Figura 12. Indicador de CO ₂ equivalente por tonelada de pesca capturada.....	35
Figura 13. Evaluación previa de la factibilidad técnica para la instalación de toberas en embarcaciones pesqueras.....	40

Índice de Tablas

Tabla 1. Metodologías de cálculo de huella de carbono.	9
Tabla 2. Factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible utilizado en fuentes fijas.....	20
Tabla 3. Composición de los gases refrigerantes utilizados en fuentes fijas del alcance 1.	20
Tabla 4. Factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible utilizado en fuentes móviles del alcance 1.....	21
Tabla 5. Factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible utilizado en fuentes móviles del alcance 3.....	23
Tabla 6. Factores de emisión para el transporte público de pasajeros del alcance. 3.	24
Tabla 7. Potencial de calentamiento global (PCG) para cada gas.....	25
Tabla 8. Distancias recorridas y emisiones asociadas a los transportes de materia prima, sub productos y productos terminados.	33
Tabla 9. Pesca capturada y producción durante año 2016 en Camanchaca Pesca Sur. .	35
Tabla 10. Evaluación de recambio de luminarias en plantas de proceso Camanchaca Pesca Sur.	36
Tabla 11. Reducción de emisiones por sustitución a gas natural licuado en calderas planta Coronel.....	38
Tabla 12. Resultados de la evaluación de factibilidad técnica de instalación de Toberas en barcos rastros de la compañía.....	40

Índice de ecuaciones

Ecuación 1	19
Ecuación 2.....	19
Ecuación 3.....	20
Ecuación 4.....	22
Ecuación 5.....	22
Ecuación 6.....	23
Ecuación 7.....	25

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la estimación de la huella de carbono de enfoque corporativo de la empresa pesquera Camanchaca Pesca Sur S.A., la cual tiene instalaciones desde la comuna de San Antonio (Región de Valparaíso) hasta la comuna de Valdivia (Región de los Ríos), concentrando la mayoría de sus operaciones e instalaciones en el concepción metropolitano, específicamente en las comunas de Coronel, Talcahuano y Tomé (Región del Bío-Bío). Estas emisiones se estimaron para la totalidad del año 2016 en función de los lineamientos de la ISO 14064:2006 y GHG Protocol Corporate Standard.

El primer paso de esta estimación fue la determinación de los límites organizacionales y operacionales de la empresa, es decir, determinar cada una de las actividades e instalaciones de la compañía para posteriormente identificar cada una de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, categorizando además, las emisiones asociadas a los distintos tipos de pesca que emplea la empresa, como lo es la pesca de cerco y arrastre. Luego de esto, las fuentes de emisión se clasificaron en emisiones directas (Alcance 1) y emisiones indirectas (Alcances 2 y 3), donde se realizó un inventario de consumo de combustibles y energía eléctrica de cada una de las fuentes, para posteriormente estimar los gases de efecto invernadero a través de los distintos factores de emisión utilizados por el IPCC 2006 y la DEFRA 2012.

En este sentido, para el año 2016 se contabilizaron más de 47.272 tCO₂ equivalente, donde más del 85,5% de estas emisiones corresponden a fuentes clasificadas dentro del alcance 1, mientras que para el alcance 2 y 3 fueron de 7,1% y 7,4% respectivamente. Por otra parte, más del 92,4% de las emisiones totales de la compañía están asociadas a actividades de la pesca de cerco y un 6,8% a la de arrastre, el restante 0,8% corresponde a emisiones propias de personal administrativo que tiene labores compartidas tanto en la pesca de arrastre como de cerco.

Finalmente, se propusieron medidas de reducción de esta huella de carbono, enfocadas principalmente a un recambio de combustible fósiles en algunas calderas de las plantas de proceso, implementación de tecnología en la eficiencia de propulsión de las embarcaciones de arrastre y recambio de luminarias, que en su conjunto alcanzaron una reducción de casi un 8% de la huella de carbono total de la compañía, seguido de una serie de beneficios corporativos y ambientales tanto globales como locales.

1. INTRODUCCIÓN

Las características del ecosistema del mar chileno permiten una gran variedad y abundancia de fauna marina. Para el año 2014, SERNAPESCA registro en conjunto, la pesca y acuicultura, producen desembarques de 3,8 millones de toneladas anuales promedios (últimos cinco años). Del total de los desembarques, 74% provienen de la pesca (1,2 millones de toneladas de aporte industrial y 1,6 millones de toneladas provienen de la pesca artesanal), mientras que 26% de la producción (1,0 millones toneladas) provienen de la acuicultura (SERNAPESCA, 2014).

A partir del año 1951 se lleva en Chile un registro de los desembarques de peces, moluscos, crustáceos y algas, el cual comenzó con volúmenes cercanos a las 90 mil toneladas hasta alcanzar en el año 1994 más de 8 millones de toneladas. Desde este declive en los volúmenes de captura, se comenzó a estudiar los impactos de la industria pesquera sobre la biodiversidad de las especies marinas, en este sentido muchos de los países han comenzado a regular el recurso pesquero, con el fin de revertir la situación actual de agotamiento (Cox and Bravo, 2014). Esta situación de agotamiento se refleja en que ya al año 2013 más del 31,4% de la población de peces tuvieron un nivel de explotación no sostenible, 58,1% se encontraban plenamente explotados y las infra explotadas el 10,5% (FAO, 2016).

Sin embargo, los impactos del sector pesquero no solo recaen sobre la biodiversidad de las especies marinas. En este sentido, otros de los impactos ambientales a considerar son los aportes en gases de efecto invernadero (GEI), no solo del proceso de captura de la materia prima, sino también, en todos los procesos que existen en la cadena de valor de los productos. Estas emisiones provienen principalmente de la utilización de combustibles fósiles derivados del petróleo y adquisición de energía, principalmente electricidad. En relación a los consumos eléctricos, el subsector pesca consume alrededor del uno por ciento del consumo del sector industrial y minero de Chile (67.500 T cal) y se proyecta que para el año 2050 las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector pesca, asociadas a estos consumos eléctricos alcancen un 0,67 MMtCO₂/año, el cual representa un uno por ciento del sector minería y otras industrias, por debajo del subsector minería con un 44 % o del subsector industrias varias con un 41% (Maps Chile, 2013).

Los GEI son sustancias gaseosas de origen natural o antropogénicas que absorben y emiten radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra. La generación y acumulación de estos gases en la atmosfera produce el denominado calentamiento global, el cual es uno de los mayores problemas ambientales a nivel global (UACH, 2008). Las consecuencias de este calentamiento ha llevado a un incremento de la temperatura global media del aire y océanos, el derretimiento de nieves, hielos y aumento del nivel del mar, en donde en la década de 1993-2003 presento una tasa de aproximadamente 3,1 mm por año (IPCC, 2007a).

Las emisiones de gases de efecto invernadero en Chile alcanzaron para el año 2010 91.600 Gg CO₂ -eq lo cual representa un 0,026% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial (Ministerio de Medio, 2014). Bajo este escenario es de vital importancia comenzar a determinar las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores, con el fin de determinar los sectores más críticos en emisiones de gases de efecto invernadero e instaurar acciones que ayuden a la reducción de estas emisiones. Además, la determinación y la posterior reducción de la huella de carbono en una compañía u organización cualquiera se presenta como una oportunidad para mejorar la imagen ambiental corporativa de las actividades que se llevan a cabo, en donde las consecuencias se podrían reflejar en un mejor posicionamiento en los mercados con lineamientos interesados en el medio ambiente y las comunidades cercanas a las actividades de la organización.

En este sentido, la compañía pesquera Camanchaca Pesca Sur S.A. ha comenzado a impulsar nuevas políticas y acciones ambientales, que buscan alcanzar todos los beneficios descritos en el párrafo anterior. Dentro de los impactos a nivel global, se encuentran las emisiones de gases de efecto invernaderos, el primer paso para reducir este impacto es determinar la huella de carbono corporativa de la compañía, con el fin de disminuir sus impactos sobre el calentamiento global.

Hipótesis

¿Cuáles serán los beneficios corporativos y ambientales, de la determinación de la huella de carbono de la industria pesquera Compañía Camanchaca Pesca Sur S.A.?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de la Compañía Camanchaca Pesca Sur S.A. para el año 2016.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un inventario de los consumos de combustibles, electricidad y generación de gases de efecto invernadero en función de los alcances operacionales y organizacionales de la compañía.
- Cuantificar la huella de carbono corporativa de la compañía Camanchaca Pesca Sur S.A.
- Proponer y evaluar medidas de mitigación de los gases efecto invernadero.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Cambio Climático.

La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define cambio climático como un cambio en los parámetros del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, alterando la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparable. En este sentido, la CMNUCC diferencia el cambio climático generado por actividades humanas y las atribuibles a causas naturales.

A Inicios de los años 50 comenzó la preocupación por el cambio climático global, ya en la actualidad no existen dudas de que las actividades humanas están alterando de diversas formas el balance de radiación del planeta. Estas alteraciones son causas de la emisiones de gases de efecto invernadero por medio del cambio de uso de suelo, intensificación de la industria, uso de combustibles fósiles y el aumento sostenido de la población humana (Pabón, 2003). Producto de dichas actividades se generan una serie de contaminantes gaseosos denominados gases de efecto invernadero, como los definidos por las Naciones Unidas en el Protocolo de Kyoto: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆. Estos gases de efecto invernadero se encuentran en la atmosfera terrestre y retienen la radiación que se refleja en la superficie de la tierra, provocando así un calentamiento de la atmosfera (Naciones Unidas, 1998).

Como consecuencias del cambio climático, durante las últimas décadas se han observado y se proyectan importantes cambios en la temperatura del planeta, donde se señalan que en escenarios de baja y alta tasa de emisión de GEI la

temperatura puede aumentar al 2100 en 0,5° y 5,0° respectivamente (IPCC, 2014). En paralelo, la degradación del suelo ha sido un proceso importante que compromete grandes extensiones de territorio, como algunos países de América Latina (IPCC, 2014). Las superficies adicionales degradadas alcanzaron el 16,4% del territorio en Paraguay, 15,3% en Perú, 14,2% en Ecuador y que en Guatemala presenta la mayor proporción de tierras degradadas de Centroamérica (58,9% del territorio); seguida por Honduras (38,4%) y Costa Rica (29,5%) (Magrin, 2015).

Por otra parte, se ha evidenciado un aumento del deshielo en distintas partes del mundo, cambios en el ciclo hidrológico, aumento de los desastres naturales, aumento de los episodios de eutrofización debido a la alteración térmica del agua, disminución de la biodiversidad, cambios en las propiedades físicas químicas de los océanos, entre otras problemas ambientales (González E. et al., 2003).

Bajo este escenario la CMNUCC, en el año 1997 celebró el anteriormente nombrado protocolo de Kioto, el cual busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un mínimo de 5% hasta el año 2012, en el cual Chile es participante. Este acuerdo fue ratificado por más de 187 países (Naciones Unidas, 1992) para el año 2009. Dado que este protocolo solo tenía una vigencia hasta el año 2012, en 2005 se celebró en Montreal la conferencia de la COP de la convención marco de naciones unidas sobre el cambio climático, la cual buscaba dar continuidad al protocolo de Kioto más allá del 2012.

2.2 Consecuencias del cambio climático en Chile.

Chile no está exento de sufrir las consecuencias del cambio climático y debido a sus características geográficas es mucho más vulnerable frente a dicha problemática. En este contexto, se han evidenciado significantes cambios de temperatura, como por ejemplo el aumento de 0,2 a 1,1°C en las zonas interiores de las regiones norte, centro y austral. Mientras que se ha registrado un enfriamiento de -0,2 a -0,5°C en las regiones del sur del país, entre las latitudes 38 y 43°SC durante el periodo 1901-2005 (Falvey and Garreaud, 2009).

En relación al cambio de las precipitaciones en Chile, el escenario es bastante diverso, se espera que en zonas como el norte grande y altiplano las precipitaciones aumenten entre un 5 y 15% para el año 2100, disminuya entre un 30 y 15% para la zona central y disminuya un 5 y 15% para el norte chico en el mismo periodo de tiempo (Ministerio de Medio Ambiente, 2012)

Los glaciares de Chile representan más de un 76% de la cobertura de glaciares de América del sur, sin embargo, estos glaciares han sufrido un retroceso sostenido en los últimos años. Este retroceso varía desde unos pocos metros a cientos de metros anuales, como lo ha sido el retroceso de 15 Km en 100 años del glaciar

O'Higgins y 12 Km en el glaciar San Rafael del campo de hielo Norte desde el año 1871 (DGA, 2009).

2.3 Sectores con mayor incidencia en GEI en Chile.

En 2010, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país fueron 91.575,9 GgCO₂eq, incrementándose en un 83,5% desde 1990. El principal GEI emitido fue el CO₂ (76,6%), seguido del CH₄ (12,5%), N₂O (10,6%), y HFC/ PFC (0,3%) (Ministerio de Medio, 2014).

De los sectores que más aporta en las emisiones de gases de efecto invernadero, está el sector energía (Ver Figura 1), el cual contribuye casi con un 74,7% de las emisiones entre 1990 y 2010, alcanzando un valor para el año 2010 de 68.410,0 GgCO₂ eq aproximadamente. Seguido del sector de la agricultura, pero esta última ha registrado un menor aumento durante el mismo periodo. El alto porcentaje en el aporte de las emisiones provenientes del sector energético se debe al uso de combustibles fósiles, el cual alcanza más de un 54% donde un 21% son centrales a carbón, 20% gas natural y 13% petróleo (Generadoras de Chile, 2016).

En la Figura 1, se detallan los aportes netos de gases de efecto invernadero por cada sector entre 1990 a 2010.

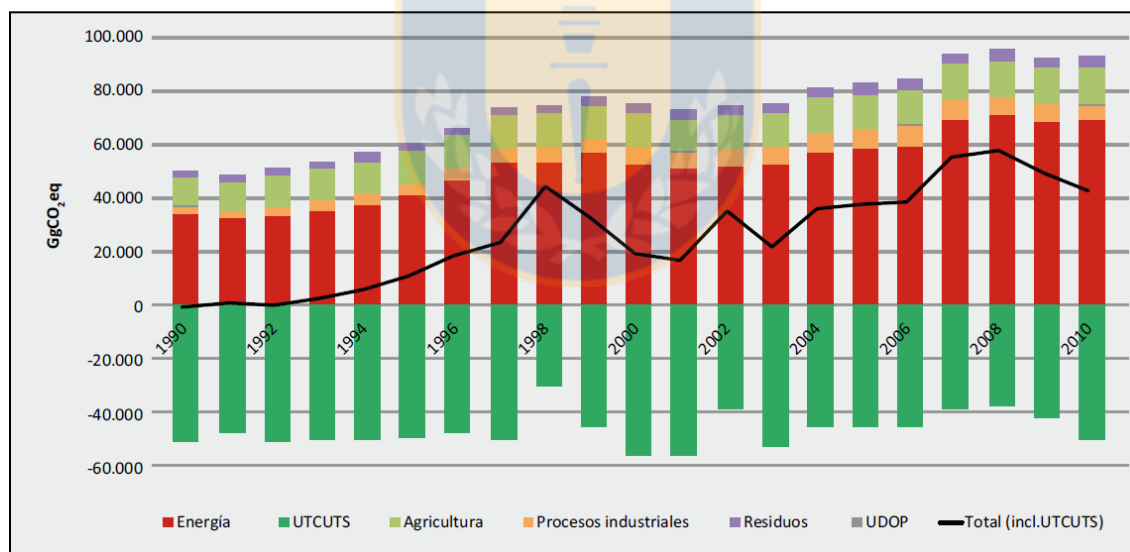


Figura 1: Tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990 - 2010.

Fuente: Inventario de GEI de Chile 1990 a 2010.

2.4 Acciones de Chile frente al cambio climático.

En relación a los compromisos de Chile para reducir sus emisiones de GEI, el consejo de ministros de la sustentabilidad y de cambio climático acordó pronunciarse favorable sobre los contenidos del acuerdo Climático de París de 2015. Este acuerdo está dentro del marco de la convención de las naciones

unidas sobre el cambio climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del calentamiento global. En este sentido, según el Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2015), Chile contribuirá con este acuerdo mediante las siguientes metas:

- Reducir las emisiones de CO₂ en más de un 30% para el año 2030.
- Fomentar las energías renovables no convencionales, en donde el ministerio se ha comprometido a que el 75% de la infraestructura de generación eléctrica a instalar durante el periodo 2014 – 2015 sean fuentes de energías renovables no convencionales.
- Impulsar leyes de eficiencia energética.
- Reforestar más de 100.000 hectáreas de especies principalmente nativas.
- Desarrollar más de 14 planes de descontaminación para el año 2018.
- Instaurar impuestos verdes para la industria y automóviles. Este impuesto verde, además, de pagar por contaminar, pretende que las industrias innoven y se incentiven por buscar formas de reducir las emisiones, entre los cuales está el dióxido de carbono.

En relación al impuesto verde de fuentes fijas, estos son definidos en el artículo 8 de la ley 20780 y establecen las cantidades a tributar en relación a la cantidad de emisiones de material particulado, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y dióxido de carbono. Los tres primeros contaminantes antes mencionados corresponden a sustancias que contaminan a nivel local, es decir, no tienen un impacto en todo el territorio nacional o mundial, sin embargo, las emisiones de dióxido de carbono son de carácter global, ya que afectan directamente sobre el calentamiento global sin importar donde estas sean emitidas.

2.5 Industria pesquera en Chile.

De los desembarques realizados a lo largo del país son principales productos elaborados a partir de estos desembarques son congelados, conservas, harina de pescado y fresco-refrigerado. Este desarrollo pesquero, ha permitido que en Chile existan empresas con alta tecnología y un alto nivel de especialización en tareas de extracción, donde más de un 92% de la explotación corresponde a pescados (principalmente jurel, anchoveta y sardina), orientada a la elaboración de harina y aceite de pescado, conservería y productos congelados (Cox and Bravo, 2014). En este sentido, para el mes de Julio de 2017, el desembarque preliminar de recursos pelágicos alcanza a 1.241 millones de toneladas, lo que significó un aumento global del 38% respecto del año anterior (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2017). Además, para el año 2015 representaba un 0,64% del PIB

nacional, mientras que dentro de la región del Biobío su aporte al PIB es 0,86% (Banco Central, 2016).

Para el año 2006, Chile ocupaba a nivel mundial el sexto lugar en la captura de especies marinas, con un 4,2% de los desembarques mundiales.

2.5.1. Compañía Pesquera Camanchaca.

A nivel nacional, Pesquera Camanchaca es un actor relevante en la explotación de los recursos marinos, donde es responsable de un 11% de la producción de harina de pescado, 5% de aceite de pescado, 24% de jurel de consumo humano y 49% de langostinos congelados en el mercado nacional. En el área de pesca norte del país, Camanchaca Pesca Norte dentro del sector industrial posee un 19,75% y un 17,49% de la cuota de captura de anchoveta y jurel respectivamente, mientras que en la zona centro-sur de pesca, Camanchaca Pesca Sur posee un 19,33% de la cuota de Jurel y un 18,20% para las especies de sardina y anchoveta. Como consecuencia, las actividades relacionadas a la pesca por parte de camanchaca significaron ingresos por más de 107 millones de dólares americanos y se aportaron más de 4,6 millones de dólares al estado en impuestos específicos, patentes y aportes a la investigación (Camanchaca, 2016).

Toda actividad pesquera comienza con la captura de las especies, llevado a cabo por barcos pesqueros industriales y artesanales, posteriormente esta captura es desembarcada en distintos puntos de descarga y llevada a las plantas de proceso, correspondiente a harina y aceite, conservas, congelados de jurel y congelados de langostinos, donde finalmente son transportados a los distintos puntos de comercialización. Estos procesos se esquematizan en la Figura 2.

A modo general, las actividades que tienen incidencia en la emisión de gases de efecto invernadero, están asociadas al uso de recursos a lo largo de la cadena de valor. Estos recursos corresponden básicamente a combustibles fósiles y electricidad. Por otro lado, los procesos en donde existe cocción de materia prima (aceite, harina, conservas y langostinos congelados) son llevados a cabo por la utilización de calderas y apoyados por la utilización de equipos electrógenos, los cuales utilizan combustibles fósiles.

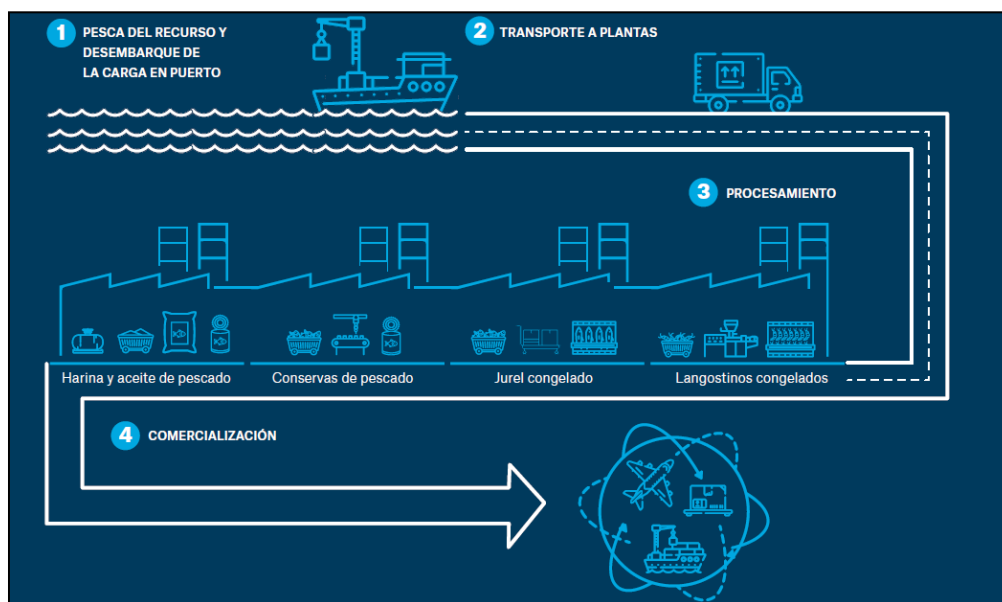


Figura 2. Línea general de producción de recursos del mar.

Fuente: Reporte sostenibilidad Camanchaca Pesca 2016

2.6 Herramientas para la determinación de la huella de carbono.

La huella de carbono es una herramienta de gestión que tiene como objetivo cuantificar el impacto de una organización o producto sobre calentamiento global. Realizar un cálculo de la huella de carbono asociada a un producto u organización representa una buena iniciativa medio ambiental, siempre y cuando el cálculo suponga un primer paso para la reducción y compensación de sus emisiones. Por otro lado, este cálculo constituye una herramienta de la organización para reducir los costes que implica el consumo de energía para iluminación, climatización, calefacción y transporte, así como, contribuir a la reducción de las emisiones de GEI y a una mayor concienciación medioambiental, lo cual ofrece ventaja en el mercado frente a los demás proveedores del mismo rubro (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2016)

En relación a la determinación de la huella de carbono, esta se puede determinar en función del enfoque o alcance específico. En este caso, se pueden encontrar la huella de carbono con enfoques corporativo (para organizaciones), de ciclo de vida de un producto o servicio y enfoque territorial.

- El enfoque corporativo evalúa la huella de carbono para un periodo específico de tiempo, en el cual se determinan las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de fuentes directas e indirectas relacionadas a las actividades de la organización. El resultado de este enfoque se expresa en toneladas de CO₂

equivalente / año (Jiménez et al., 2011). Algunos métodos de cálculo de huella de carbono corporativo se presentan en la Tabla 1.

- Por otro lado, el enfoque de ciclo de vida, evalúa la huella de carbono de productos, sean bienes o servicios, a lo largo de toda una cadena de valor. El resultado de este enfoque se expresa en unidades de masa de CO₂ equivalente emitidas por unidad de producto elaborado (tCO₂ equivalente / toneladas de producto) (Jiménez et al., 2011). Las normativas que describen dicho enfoque se presentan en la Tabla 1.
- Por último, existe un enfoque territorial, el cual engloba a los dos entes mencionados. Este enfoque evalúa las emisiones de GEI dentro de un área determinada, donde los límites están definidos por características geográficas o de manera política – administrativa. Para este enfoque se consideran las emisiones de todos los sectores como el sector energético, residuos, agricultura, pesca, forestal, transporte, industrial, etc.

Tabla 1. Metodologías de cálculo de huella de carbono.

Metodología	Ámbito de aplicación	Enfoque
WBCSD/WRI GHG Protocol corporate Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito global	Corporativo
ISO 14064:2006 (Partes 1 y 3)	Aplicación voluntaria y de ámbito global	Corporativo
DEFRA Company GHG Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo	Corporativo
US EPA Climate leaders Inventory Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito USA	Corporativo
PAS 2050	Aplicación voluntaria: procedencia UK	Producto
Carbon Footprint Program	Aplicación voluntaria: procedencia Japón	Producto
GHG Protocol – Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	Aplicación voluntaria, ámbito global	Producto

ISO 14067:2013	Aplicación voluntaria, ámbito global	Producto
Bilan Carbone	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo	Territorio / Corporativo

Fuente: Elaboración propia a partir de Oficina española de cambio climático.

Independientemente de los enfoques que se quieran implementar al momento de determinación de la huella de carbono, se encuentra la guía del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2006 GHG Workbook), esta es una completa guía para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes, sectores y territorio, que incluye una detallada lista de factores de emisión. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

2.6.1 Metodología para el cálculo huella de carbono con enfoque corporativo.

La huella de carbono de una organización (Huella de carbono corporativa) abarca la medición de todos los gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización. El concepto de organización engloba cualquier tipo de entidad que desee calcular la huella de carbono, ya sea una organización privada o pública (Ministerio de Medio Ambiente, 2017) y como es el caso del presente trabajo, una entidad privada que cuenta con distintos procesos e instalaciones, por lo tanto, el enfoque a utilizar es el corporativo.

Los aspectos metodológicos del enfoque corporativo define tres "alcances" para propósitos de reporte y contabilidad de GEI (alcance 1, alcance 2 y alcance 3). En el documento "Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte" del GHG Protocol (WBCSD, 2006). El siguiente esquema representa los alcances anteriormente descritos y las distintas fuentes que los conforman.

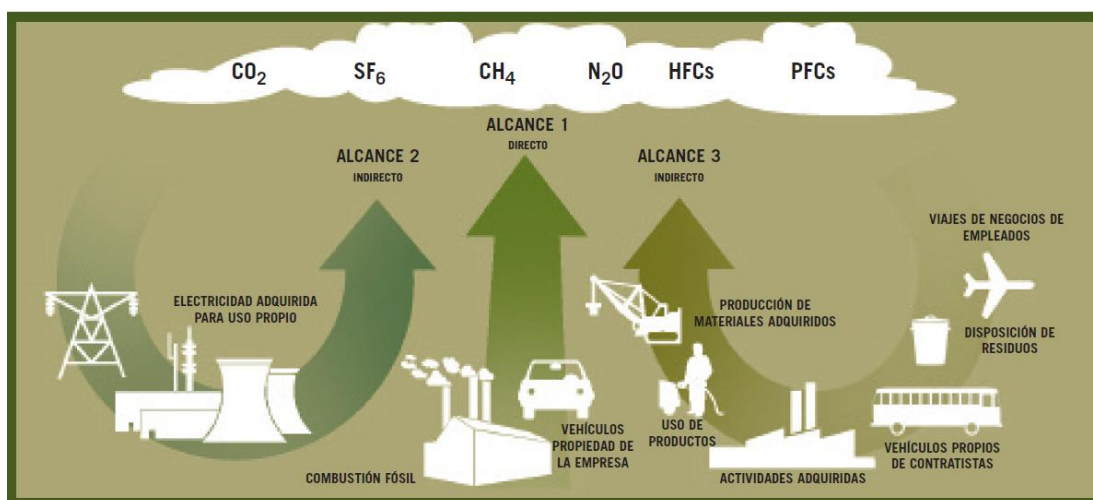


Figura 3 Resumen de alcances y sus fuentes de emisión de GEI.

Fuente: GHG Workbook

- **Alcance 1: Emisiones directas de GEI.** Son emisiones directas provenientes de fuentes fijas y móviles que son propiedad de la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la utilización de combustibles no renovables en calderas, hornos, vehículos, etc. y fugas de gases de efecto invernadero no provenientes de combustión.
- **Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la energía (Calor y electricidad).** En este punto se incluyen las emisiones de la generación de la energía adquirida y consumida por la empresa. La energía adquirida se define como la energía que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.
- **Alcance 3: Otras emisiones indirectas.** El alcance 3 es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.

2.7 Aplicaciones de la huella de carbono en la industria pesquera.

Los impactos ambientales globales causados por los sistemas de producción de productos pesqueros están recibiendo mayor atención en todo el mundo por parte de los consumidores, minoristas, organizaciones del eco etiquetado y la propia industria pesquera. Tradicionalmente, el aprovisionamiento sostenible de productos del mar se ha preocupado sólo con la sostenibilidad biológica. Esto sigue siendo crítico, ya que el 80% de las pesquerías de captura del mundo están plenamente explotadas, sobreexplotadas o en recuperación (FAO, 2016).

Sin embargo, otro elemento a considerar son los recursos y emisiones generados durante toda la cadena de producción de los productos derivados del mar. En este sentido, Noruega y España han comenzado a cuantificar las emisiones de sus actividades pesqueras extractivas y en la acuicultura. En el caso noruego, estudios realizados por (Ziegler et al., 2013) mediante el enfoque se ciclo de vida. Estos autores afirman que las principales emisiones de GEI provienen del uso de los combustibles y las refrigeraciones de la pesca al interior de los barcos, siempre cuando estos utilicen gases como hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Además, se realiza una diferenciación entre los tipos de pesca utilizados, donde las emisiones generadas por la pesca demersal, específicamente la del bacalao de profundidad, son de alrededor de 1,8 kg CO₂ eq /kg, las cuales son superiores a la pesca pelágica (0,6 kg CO₂ eq/kg) (Caballa del atlántico). Estas emisiones no consideran el transporte y distribución final del producto. Finalmente se concluye que en relación a la elaboración de productos congelados, la emisión de GEI solo se reduciría realizando el transporte del producto mediante vía marítima y no aérea, sin embargo, las medidas de reducción son fuertemente relacionadas con las realidades de cada región y país.

En España, la aplicación de la Huella de Carbono en la actividad pesquera y acuícola de Galicia, han demostrado que la HC es una herramienta útil para estimar o medir las emisiones de GEI. En este caso, se realizó una cuantificación de la HC en función de las especies capturadas. Estos estudios han estimado la HC de toda la pesca y acuicultura gallega a través de la suma global de las emisiones de carbono atribuido a la pesca comercial, distinguiendo entre pesca costera, de alta mar y pesca de profundidad, donde las mayores emisiones están asociadas a la de profundidad, seguida de la pesca de altamar y por último la costera (Ibarren D. et al., 2011).

La HC de los recursos marinos varía considerablemente en función del recurso extraído, el arte de pesca ocupado, la distancia del área de pesca y la mantención y/o proceso a bordo, entre otros, existiendo reportes que dan cuenta de valores desde 1 Kg CO₂ eq/Kg comestible para los mejillones españoles, la caballa del Atlántico Noreste y el arenque del Báltico y hasta 86 Kg CO₂ eq/Kg para la langosta noruega extraída por pesca de arrastre (Winther et al., 2009).

A nivel nacional, el aporte de GEI provenientes de las actividades pesqueras en Chile no es significativo. Dentro de la sub categoría de “Otros sectores” la cual abarca los sectores comerciales, institucional, residencial, agricultura, silvicultura y pesca, para el año 2010 se contabilizaron aproximadamente 6.983,3 Gg CO₂ eq, de los cuales 12,7 % corresponden a la agricultura, silvicultura y pesca (MMA, 2013).

Dado que el aporte en las emisiones de GEI del sector pesquero no representa una fuente considerable, las tareas de cuantificación y sus posteriores estrategias de reducción aun no son consideradas como una prioridad dentro del rubro pesquero. Sin embargo, ya por el año 2012, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) realiza un taller, denominado “Marco conceptual en la estimación de la huella de carbono en las principales pesquerías industriales de Chile”, cuyo objetivo fue la difusión entre los actores públicos y privados del sector pesquero chileno del concepto y uso de la huella de carbono, explicitando las metodologías existentes para su estimación, cuáles son sus ventajas/desventajas y futuras proyecciones, como una primera etapa auspiciada por la SUBPESCA, dentro de un proceso inicial de concientización sobre la importancia de la huella de carbono en las pesquerías.

La determinación y reducción de la huella de carbono no necesariamente tiene como único objetivo el cuidado del medio ambiente, pues también puede localizar esfuerzos en reducir costos y mejorar el posicionamiento de los productos de la empresa a través de productos ya rotulados y compensados en sus emisiones, donde sin duda se logra una ventaja especialmente frente a otros oferentes, que no han avanzado al respecto (Betancourt, 2012).

En este mismo sentido, los países en desarrollo han promovido las iniciativas de la aplicación de HC en el sector privado utilizando como factor de motivación el prepararse para escenarios futuros y mejorar la competitividad de las empresas, tanto para mantenerse como para acceder a nuevos mercados (Tapia Jopia et al., 2013).

Finalmente, la determinación de la huella de carbono en el rubro pesquero, permite identificar los puntos críticos donde hay una mayor emisión de GEI a lo largo de la cadena de valor.

3 METODOLOGÍA

La cuantificación de la huella de carbono de la Compañía Camanchaca Pesca Sur S.A. se realizó siguiendo las directrices reportada en la guía estándar corporativo de contabilidad y reporte del protocolo de gases de efecto invernadero (GHG Protocol Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte), la cual ha sido desarrollada por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), así como, la guía metodológica para la aplicación de la normativa ISO 14064- 1: 2006 para el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernaderos en organizaciones y el volumen 2 (Energía) de las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

La huella de carbono corporativa determinará los aportes de CO₂ equivalente totales de la empresa, subdivididas por tipo de pesca, alcance de la emisión y tipos de fuentes. Se identificaran las actividades productivas críticas en el proceso con vista a proponer y evaluar medidas de mitigación de los GEI. A continuación en la Figura 4 se esquematiza los principales pasos a seguir para la determinación de la huella de carbono de la compañía.

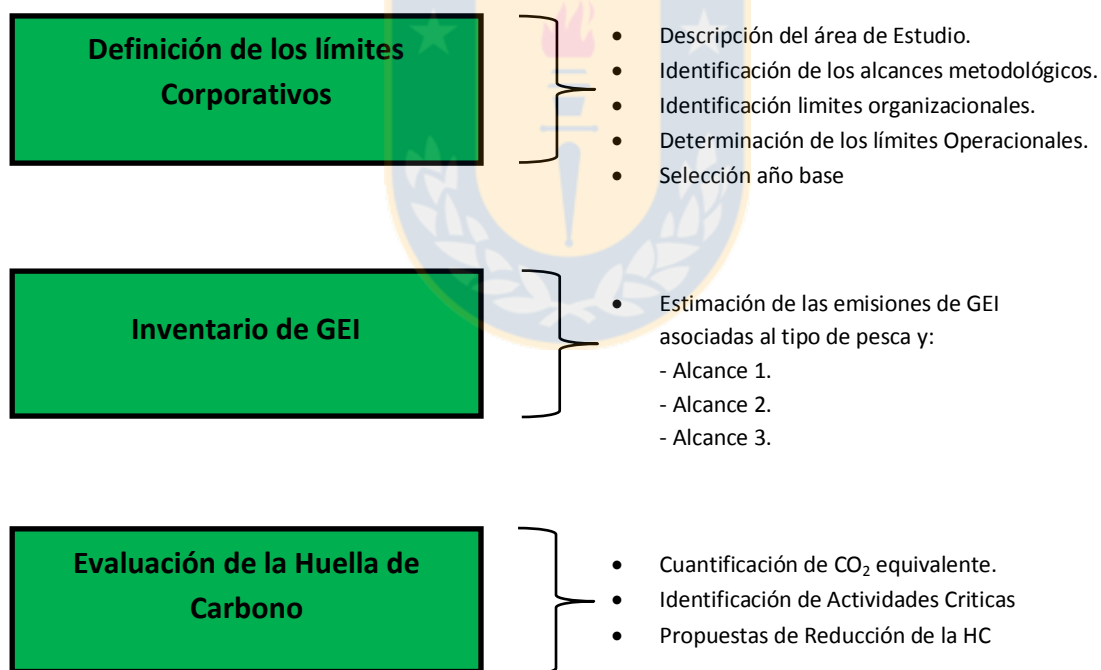


Figura 4. Metodología para el cálculo de la huella de carbono.

Fuente: elaboración propia

3.1 Definición de los límites Corporativos.

3.1.1 Descripción Área de estudio: Camanchaca Pesca Sur S.A.

Camanchaca Pesca Sur es parte de la Compañía Pesquera Camanchaca S.A., sociedad anónima abierta que está presente en la Bolsa de Comercio de Santiago desde el año 2010 y que inició sus operaciones hace 52 años. La división Pesca (subdivisión Norte y Sur) represento en 2016 el 22% de los ingresos de la (www.camanchaca.cl).

Camanchaca Pesca Sur, se emplaza en la zona centro-sur de país, con sus bases de operaciones en Coronel, Talcahuano y Tomé (Región del Bío-Bío), en donde se dedica al procesamiento y captura de especies como jurel, sardinas y anchovetas mediante el método de cerco y langostinos mediante la pesca de arrastre. Además, esta subdivisión cuenta con zonas de descarga de pesca en las comunas de Valdivia (XV Región) y San Antonio (V Región).

En relación a lo anterior, actualmente Camanchaca Pesca Sur cuenta con cuatro plantas de procesamiento:

- Planta de Langostinos, Comuna de Tomé: Elaboración de langostinos congelados (producto final).
- Planta de Congelado y etiquetado, Comuna de Talcahuano: Elaboración de Cajas con Jurel Congelado (producto final) y etiquetado de Latas de conservas de Jurel (Producto fina).
- Planta de Aceite y harina de pescado, comuna de Talcahuano: Elaboración de aceite y aceite de pescado (ambas producto final).
- Planta de Aceite, Harina, conservas de pescado y descarga de pesca, comuna de Coronel: Elaboración de Aceite y Harina de pescado (ambas producto final), conservas de Jurel (Sub producto hasta completar su etiquetado en Planta de etiquetado) y descarga de Anchoveta, Sardina y Jurel.

La compañía cuenta con 5 instalaciones dedicadas exclusivamente a la descarga de la pesca proveniente desde las embarcaciones pesqueras, ya sean industriales como particulares, estas corresponde a:

- Descarga de pesca San Antonio, comuna San Antonio: Descarga de langostino amarillo y colorado.
- Descarga de pesca muelle Tomé, comuna de Tomé: Descarga de langostino amarillo y colorado.
- Descarga de pesca bahía de Concepción, comuna de Talcahuano: Descarga de anchoveta, sardina y jurel.

- Descarga de Pesca Bahía San Vicente, comuna de Talcahuano: Descarga de anchoveta, sardina y jurel.
- Descarga de Pesca Valdivia, Comuna de Valdivia: Descarga de sardina.

➤ **Sub Divisiones de Pesca de Camanchaca Pesca Sur.**

Desde el punto de vista operacional, la compañía se divide en dos tipos de pesca:

- **Pesca de Arrastre:** esta pesca consiste en “Calar” una red en forma circular alrededor del cardumen encerrándolo por los costados y por abajo, permitiendo así su captura. Esta técnica tiene como objetivo capturar especies que se encuentran en las capas superficiales del mar, que en el caso de esta compañía consiste en la Anchoveta (*Engraulis ringens*), la Sardina Común (*Strangomera bentincki*) y el Jurel (*Trachurus murphyi*) (SERNAPESCA, 2011).
- **Pesca de Cerco:** Consiste en la utilización de una red lastrada que barre el fondo del mar, las redes tienen forma de saco con una abertura en sentido horizontal por el extremo delantero y por el extremo contrario, el saco se estrecha hasta acabar en un copo. Con esta técnica, la compañía captura las especies como el Langostino Amarillo (*Cervimunida Johni*) y el Langostino Colorado (*Pleuroncodes monodon*) (SERNAPESCA, 2011).

Cada tipo de pesca se caracteriza por tener un proceso de captura, zonas de descarga de pesca, plantas de proceso y un producto final. La captura es llevada a cabo por barcos industriales y embarcaciones menores y llevadas a cada uno de los puntos de descarga anteriormente descritos. Una vez descargada esta es transportada, al igual que los sub productos y productos terminados, es transportada mediante camiones entre las distintas instalaciones.

3.1.2 Selección del año base.

Para la estimación de la huella de carbono de la compañía Camanchaca Pesca Sur S.A. se consideró como año base el 2016. La selección de este año se debe principalmente a que fue un año con operaciones normales en la organización y con mayor representatividad de los datos.

3.1.3 Identificación de los límites Organizacionales.

Los límites organizacionales fijados están en función del control operacional y económico de la compañía, es decir, se tendrán en cuenta todas las emisiones de GEI provenientes de fuentes en las cuales la compañía ejerce un control total desde el punto de vista operacional. Además se tendrán en cuenta las emisiones indirectas de GEI provenientes de los servicios por los cuales la compañía ejerce control económico, pero no necesariamente ejerce un control total de tales operaciones. La selección de este límite organizacional se debe a que este

enfoque representa de mejor manera las actividades de la organización y permitirá clasificar las emisiones generadas por cada actividad, planta de proceso o subdivisión de pesca. En función de esto, se consideraran las fuentes de emisión GEI provenientes de las actividades realizadas por la administración general de la compañía y las sub divisiones de pesca de arrastre y pesca de cerco, las cuales a su vez incluyen actividades de transporte, mantenimiento, insumos procesados, materia prima, entre otras. Los límites organizacionales de la compañía se desglosaran por tipo de pesca y se esquematizan en Figura 5.

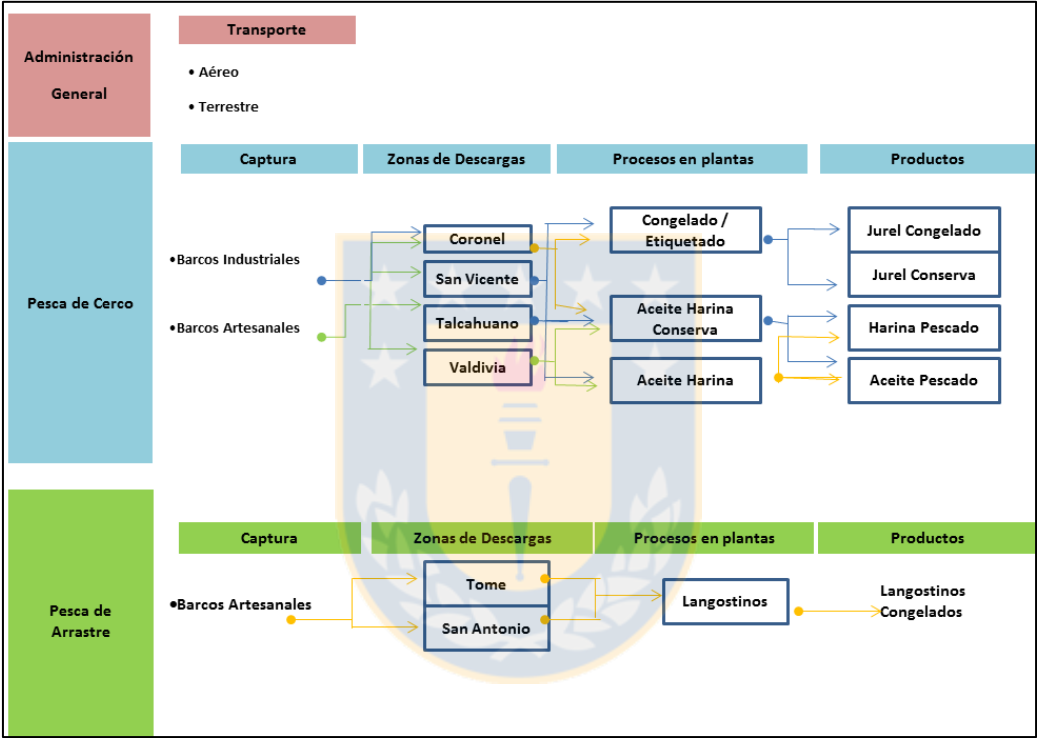


Figura 5. Límites organizacionales de la Compañía, junto con las Sub divisiones y flujos de materias primas y subproductos entre las distintas instalaciones.

Fuente: elaboración propia

En relación a la Figura 5 (anterior), es importante señalar que para la clasificación pesca de cerco la instalación de descarga de Coronel es parte de las instalaciones de la planta de aceite, harina y conservas de la misma comuna. Además de esto, existe interrelación entre las unidades productivas, esta se refiere principalmente al uso de subproducto (latas de conservas sin etiquetar) que va desde la planta de aceite, harina y conservas de pescado, ubicada en Coronel hacia la planta de etiquetado y congelados, ubicada en Talcahuano (Flecha roja), por este motivo, el producto de conservas de jurel es finalizado en esta planta y no en la de Coronel.

3.1.4 Identificación de los límites Operacionales.

En relación a los límites operacionales, se consideraron las fuentes de emisiones directas e indirectas de GEI en función de los tres alcances definidos según la ISO 14064.

En la Figura 7 se presentan los alcances definidos para este estudio correlacionado con las diferentes fuentes de emisión de GEI.

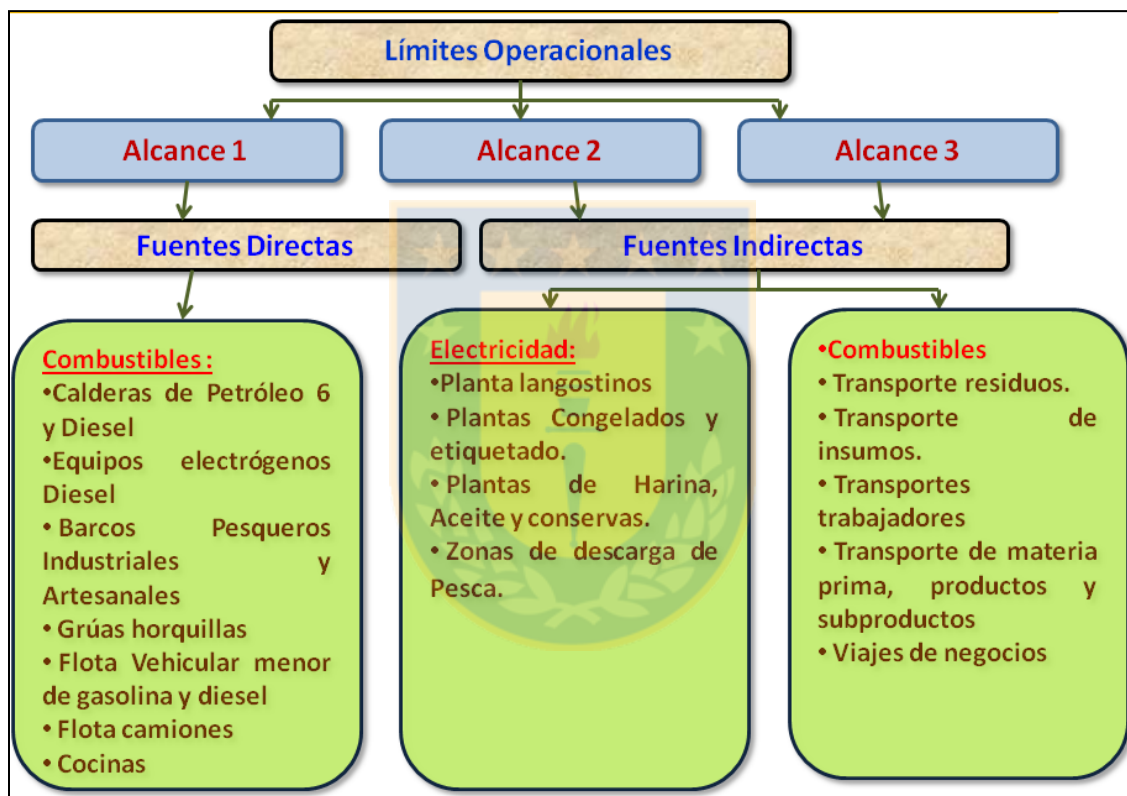


Figura 6. Definición de los alcances del sistema.

Fuente: elaboración propia

Dentro de los tipos de transporte que utilizan los trabajadores, se consideraran los siguientes:

- Buses de capacidad superior a 40 pasajeros, contratados por la empresa.
- Transporte público.
- Vehículos particulares de los trabajadores.
- Viajes de Negocios.

Se excluirán de los límites organizacionales todo el transporte de productos terminados que no sean contratados por la compañía, es decir, solo se incluirán las emisiones provenientes de servicios de transporte por los cuales la compañía paga, con el fin de que estas no se contabilicen dos veces, ya sea por la empresa de transporte y por Camanchaca Pesca Sur. Además, se excluirán todas las emisiones fuera de los límites nacionales, con el fin de que se contabilicen solo las emisiones que aportan al total emitido en territorio nacional.

3.2 Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.

Una vez definidos los límites operacionales, se procede a realizar un inventario de las emisiones directas e indirectas de GEI, en este caso se consideraran las emisiones gaseosa de CO₂, CH₄, N₂O y HCF.

Los factores de emisión de GEI utilizados en este estudio reportados por el IPCC (IPCC, 2006) donde se especifican tres tipos de modelos, los cuales están en función del tipo de información disponible. Mientras mayor sea el nivel de información de la fuente de emisión, mayor será la exactitud de los resultados y se corresponderá con el modelo tres.

3.2.1 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a alcance 1.

La cuantificación de las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y HCF para fuentes fijas correspondientes al alcance 1 se estimó usando el método de estimación nivel 1, debido a que solo se disponía del consumo de combustibles y refrigerantes utilizados en la compañía para el año 2016. En este caso, solamente se necesitan las cantidades de sustancia usada por la compañía y se calculan a través de las siguientes ecuaciones:

$$EGEI = CC * FE * PCI \quad \text{Ecuación 1}$$

$$EGEI = \sum CC * \%GR \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

EGEI: Emisión de gas de CO₂, CH₄, N₂O y HCF en kg/año.

CC: Consumo de sustancia (petróleo N^o6, diésel, gas licuado o refrigerante) en kg/año.

FE: Factor de emisión para los gases de CO₂, CH₄, N₂O y HCF en kg/TJ.

PCI: Poder calorífico del combustible en TJ/kg.

%GR: Porcentaje de composición de HCF.

Los valores de factores de emisión y poder calorífico inferior para cada tipo de combustible se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible utilizado en fuentes fijas.

Tipo Combustible	Fuente de emisión	FE CO ₂ (Kg/TJ)	FE CH ₄ (kg/TJ)	FE N ₂ O (Kg/TJ)	Poder calorífico (TJ/kg)
Petróleo N°6	Calderas	77400	10	0,6	4,04x10 ⁻⁵
Diésel	Equipos electrógenos y Caldera (Planta langostino)	74100	10	0,6	4,30x10 ⁻⁵
Gas licuado	Cocinas, calentadores calderas	63100	5	0,1	4,73x10 ⁻⁵

Fuente: Elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 (factores de emisión) y Ministerio de Energía de Chile (poder calorífico inferior).

Por otro lado, están las fugas de gases refrigerantes ocupados en los equipos de frío de las plantas, los cuales corresponden a los gases R- 404A y R- 507A. La composición de cada uno de estos gases se detalla a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición de los gases refrigerantes utilizados en fuentes fijas del alcance 1.

Tipo gas	de Fuente de emisión	% HFC 125	% HFC 143a	% HFC 134a
R – 404 A	Equipos de Frio	44	52	4
R – 507 A	Equipos de Frio	50	50	0

Fuente: Elaboración propia en base a base de datos de la agencia de protección ambiental de estados unidos (EPA, 2014).

Para la cuantificación de las emisiones directas de CO₂, CH₄ y N₂O emitidas por fuentes móviles pertenecientes al alcance 1, se determinaron mediante la utilización de la siguiente ecuación:

$$EGEI = CC * FE * PCI \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

EGEI: Emisión de gas de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/año.

CC: Consumo de combustible (Gasolina, diésel o gas licuado) en Kg/año.

FE: Factor de emisión para gas de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/TJ.

PCI: Poder calorífico del combustible en TJ/Kg.

La Ecuación 3, la cual pertenece a un método de nivel 1, debido principalmente a la disponibilidad de datos. Dado que estas fuentes móviles pertenecen a la empresa, existe un registro del combustible utilizado para cada fuente, por lo tanto se ocupó este dato en vez de realizar un cálculo del combustible consumido mediante la distancia recorrida de estas fuentes. Los valores de factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible utilizado en fuentes móviles del alcance 1.

Tipo Combustible	Fuente de emisión	FE CO ₂ (Kg/TJ)	FE CH ₄ (Kg/TJ)	FE N ₂ O (Kg/TJ)	Poder calorífico (TJ/Kg)
Gasolina	Vehículos menores.	69300	33	3,2	4,42x10 ⁻⁵
Diésel	Todo tipo de Camiones y vehículos menores.	74100	3,9	3,9	4,30x10 ⁻⁵
Diésel	Barcos pesqueros menores e industriales.	74100	7	2	4,30x10 ⁻⁵
Gas licuado	Maquinaria (Grúas horquillas).	63100	62	0,2	4,73x10 ⁻⁵

Fuente: Elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 y Ministerio de Energía de Chile.

3.2.2 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a alcance 2.

La cuantificación de las emisiones de dióxido de carbono equivalente asociada a los consumos de electricidad adquirida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$EGEI = CC * FE \quad \text{Ecuación 4.}$$

Dónde:

EGEI: Emisión de gases de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/año.

CC: Consumo de electricidad en MWh/año.

FE: Factor de emisión promedio de dióxido de carbono equivalente en toneladas por MWh (tCO₂ eq/ MWh)

La utilización de electricidad adquirida es empleada en todas las instalaciones de la compañía, la cual obtiene electricidad del sistema interconectado central. Según el Ministerio de Energía de Chile 2016, el factor de emisión en términos de CO₂ equivalente alcanzó un promedio de 0,397 tCO₂ eq/MWh.

3.2.3 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a alcance 3.

En el alcance 3 se considerara las emisiones de GEI asociados al transporte nacional de materias primas, productos y trabajadores. De forma similar a lo planteado en el alcance 1, el nivel de estimación para la cuantificación de los GEI será nivel 1. A diferencia de las fuentes móviles del alcance 1 donde se disponía datos primarios de los consumos de combustible, para dichas fuentes de emisión se estimaron sus emisiones GEI en función de las distancias recorridas. Debido a que no se disponía del consumo directo de combustible.

La cuantificación de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O para fuentes móviles relacionadas al transporte de carga, se determinaron mediante la utilización de la siguiente ecuación:

$$EGEI = DR * R * FE * PC \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

EGEI: Emisión de gas de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/año.

DR: Distancia recorrida en Km/año

R: Rendimiento en Km/l

FE: Factor de emisión para gas de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/TJ.

PC: Poder calorífico del combustible utilizado por la fuente en TJ/Kg.

Tabla 5. Factores de emisión y poder calorífico para cada tipo de combustible utilizado en fuentes móviles del alcance 3.

Tipo Combustible	Fuente de emisión	Rendimiento Km/l	FE de CO ₂ (Kg/TJ)	FE de CH ₄ (Kg/TJ)	FE de N ₂ O (Kg/TJ)	Poder calorífico (TJ/Kg)
Gasolina	Vehículos menores	10	69300	33	3,2	4,04x10 ⁻⁵
Diésel	Todo tipo de camiones	2	74100	3,9	3,9	4,30x10 ⁻⁵
Diésel	Buses trabajadores	5	74100	3,9	3,9	4,30x10 ⁻⁵
Diésel	Vehículos menores	5	74100	3,9	3,9	4,30x10 ⁻⁵

Fuente: Elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 y Ministerio de Energía de Chile.

Para el transporte de personal, las emisiones estarán en función de las distancias recorridas y el número de pasajeros. Las emisiones del alcance 3 en relación a la utilización de los distintos transportes públicos se utilizaran la siguiente ecuación:

$$EGEI = DR * N * FE \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

EGEI: Emisión de gas de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/año.

DR: Distancia recorrida diariamente en transporte público en Km

N: Número de viajes del trabajador en viajes/año

FE: Factor de emisión para gas de CO₂, CH₄ o N₂O en Kg/viaje

El número de trabajadores, tanto el administrativo como el de sala de proceso, se determinó a partir de los datos facilitados por el departamento de recursos humanos de la empresa. La información relacionada a los medios de transporte, la frecuencia de viaje y los trayectos recorridos del personal administrativo se obtuvo mediante encuestas y para el caso del personal que opera en las diferentes plantas, se consultó a través del transporte que facilitaba la empresa (buses). Para este caso, se requirió la capacidad de pasajeros y trayectoria de estos medios de transporte. Por otro lado, para los trabajadores de proceso que no se podía contabilizar en este medio de transportes, se hizo el supuesto que pertenecían a la misma comuna de la planta de proceso y que usaban el transporte público (bus interurbano).

Por último, los viajes de negocios realizados en avión por parte del personal administrativo de la compañía se obtuvieron de la información por medio de los registros de la compañía, donde se detallaban el número y destinos de los viajes realizados. La trayectoria fue estimada mediante la herramienta Google Earth.

Los valores de factores de emisión para cada medio de transporte, se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Factores de emisión para el transporte público de pasajeros del alcance.

Tipo transporte	Tipo combustible	FE de CO ₂ (Kg/Km - pasajero)	FE de CH ₄ (Kg/Km - pasajero)	FE de N ₂ O (Kg/Km - pasajero)
Bus interurbano	Diesel	0,036	0,0004	0,0004
Tren de pasajeros	Eléctrico	0,083	0,002	0,001
Avión pasajeros (Domestic)	ATF	0,17	0,0001	0,0016

Fuente: elaboración propia en base a las Directrices del IPCC de 2006 (factor bus interurbano) de guía de inventario GHG 2014 (Transporte tren eléctrico), mientras que para los viajes en avión en base a DEFRA 2012 (DEFRA, 2012).

3.3 Cuantificación de la Huella de Carbono.

Una vez determinadas las cantidades de GEI emitidos por cada fuente de emisión (fijas y móviles) y alcances operacionales (alcance 1, 2 y 3), se determinó la huella de carbono total de la corporación a partir de la multiplicación de las cantidades de GEI por sus respectivos potenciales de calentamiento global (PCG) según la Ecuación 6.

$$CO_2 ET = \sum EGEI * PCG \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

CO₂ ET (Emisiones de CO₂ equivalentes totales): cantidad de gases de efecto invernadero emitido expresado en dióxido de carbono equivalente/ año

EGEI (Emisión de gas de efecto invernadero): cuantificación de GEI calculados en los puntos anteriores para gases de N₂O y CH₄.

PCG (PCG de cada gas): el potencial de calentamiento global para cada gas tomando como sustancia de referencia el dióxido de carbono. El PCG para cada gas es en base a las directrices del IPCC (IPCC, 2007b) y se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Potencial de calentamiento global (PCG) para cada gas.

Gas	100 años (tCO ₂ eq/ton GEI)
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298
HFC 125	2800
HFC 143	3800
HFC 134	1300

Fuente: elaboración propia a partir de datos IPCC.

4 RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Estimaciones de CO₂ equivalente.

En la Figura 8 se muestra la huella de carbono por tipo de pesca y alcances de la corporación Camanchaca Pesca Sur. Durante el año 2016, se emitió aproximadamente 47.272 tCO₂ equivalente. Al clasificar estas emisiones en los tres alcances antes definidos, se presenta que el mayor porcentaje de emisiones son atribuibles al alcance 1, las cuales alcanzan un 85,5 % del total de las emisiones de la compañía durante este periodo de tiempo. Por otra parte, las emisiones clasificadas en el alcance 2 y 3, representan aproximadamente un 7,1% y 7,4% del total de las emisiones (Véase Figura 7).

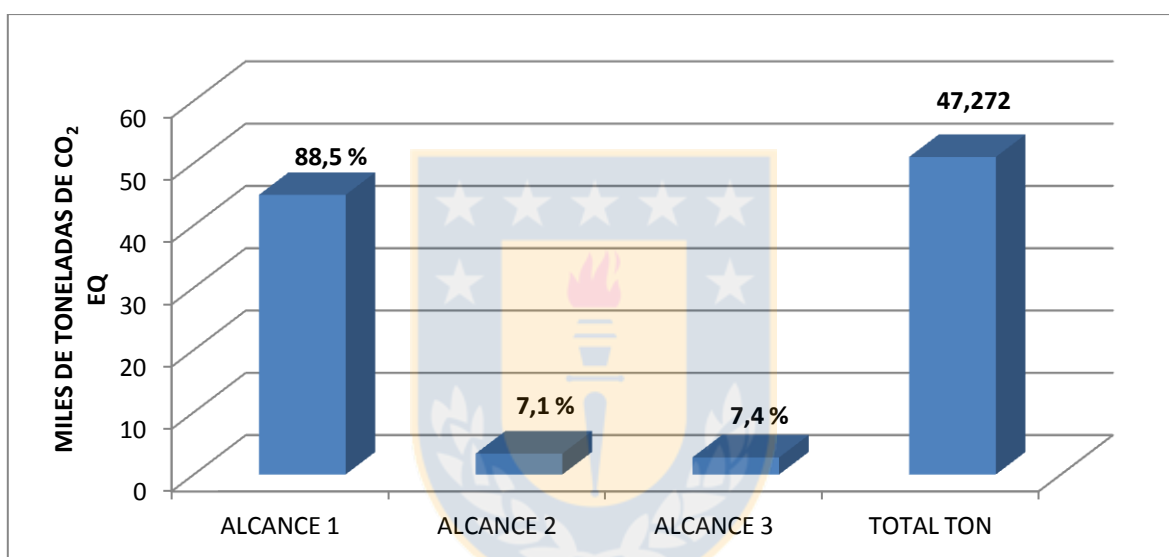


Figura 7. Emisiones totales y por tipo de alcance.

Del total de emisiones registradas para el año 2016 (47.272 tCO₂ eq), más de 21.802 tCO₂ eq (47%) corresponden a emisiones provenientes de fuentes móviles de la compañía, considerando tanto alcance 1 y 3, mientras que las fijas alcanzaron un 21.714 tCO₂ eq (46%) y el restante corresponde a los consumos eléctricos de la compañía (7%). En este sentido, los mayores aportes para las fuentes móviles y fijas provienen del uso de combustibles fósiles de calderas y barcos pesqueros industriales, respectivamente.

Considerando los artes de pesca y los procesos productivos que derivan de estos distintos artes, la pesca de cerco en general representa más del 92,4 % del total de las emisiones de tCO₂ eq durante el 2016, superando en gran medida a la pesca de arrastre con un 6,8 % del total de las emisiones de tCO₂ eq y por último la sección administrativa con un 0,8% de las emisiones totales.

A continuación se presenta de forma detallada cada una de las fuentes clasificadas en los distintos alcances, tipos de fuentes y tipo de pesca del presente trabajo.

4.1.1 Emisiones del Alcance 1.

Las emisiones relacionadas al alcance 1 durante el año 2016 alcanzaron las 40.372 tCO₂ eq, el cual corresponde a la suma de las contribuciones de cada tipo de pesca (cerco y arrastre). Los altos valores de este alcance según se muestra en la Figura 8, se deben principalmente a la quema de combustibles fósiles (petróleo 6 y diésel) utilizados en las calderas, equipos electrógenos y la flota de barcos pesqueros de alta mar propiedad de la compañía. Otro aspecto a considerar en estos altas emisiones son factores de emisiones de los combustibles mayoritariamente utilizados, principalmente del petróleo 6, el cual alcanza los 3,34 Kg de CO₂ eq por Kg de petróleo 6 utilizado, mientras que el diésel o el gas licuado de petróleo alcanzan los 3,01 y 2,88 Kg de CO₂ eq por Kg de combustible respectivamente para fuentes fijas (IPCC, 2006). En este sentido, las fuentes con mayores aportes en emisiones de GEI para este alcance corresponden a las calderas que utilizan petróleo 6 con más de 19.426 tCO₂ eq lo que corresponde 41% de las emisiones, seguido de los barcos pesqueros de altamar. A continuación en la Figura 8 se presenta un desglose con la representatividad de cada una de las fuentes fijas propiedad de la compañía.

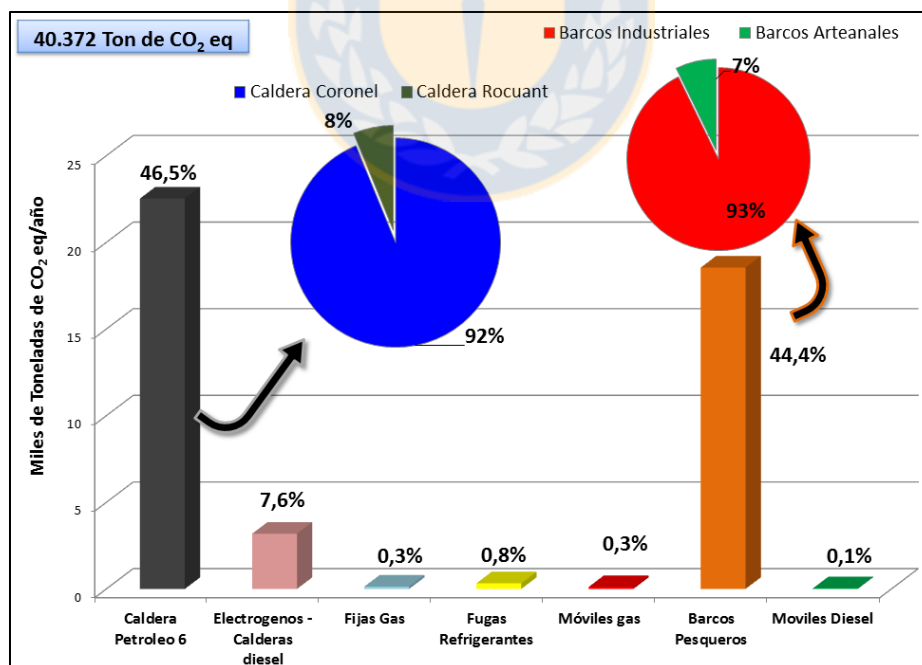


Figura 8. Porcentaje de CO₂ equivalente de cada fuente de emisión (fija y móvil) correspondiente al Alcance 1.

Como se evidencia en la Figura 8 la flota de barcos de cerco y arrastre aporta con más del 44,4% de las emisiones de GEI, en donde la flota cerco conforma más del 93 % de las emisiones proveniente de las flota de barcos de la compañía. Es importante señalar, que los 6 barcos utilizados en la flota cerco tienen un volumen promedio de 1.354 toneladas de registro grueso (T.R.G) y una captura total de casi 100.000 toneladas, mientras que los 3 rastreros un 94,8 T.R.G. y una captura total cercana a las 4.000 toneladas, por este motivo es de esperar que los consumos de combustibles y emisiones sean superiores en la flota de cerco.

Por otro lado, las líneas de producción de harina, aceite y conservas de pescado presentan mayores consumos energéticos en forma de calor en comparación a las actividades desarrolladas en la pesca de arrastre. Respecto al proceso de harina de pescado, el objetivo de este proceso es deshidratar la materia prima para poder extraer la proteína y el aceite del pescado, cuya composición de agua es de aproximadamente un 70 – 80% de peso agua, esto implica grandes consumos de calor y por ende mayores consumo de combustibles en las calderas instaladas en cada proceso.

En relación a las emisiones provenientes de las calderas, las calderas instaladas en la planta de harina ubicada en Talcahuano emitieron más de 1.390 tCO₂ eq, mientras que las de Coronel alcanzaron las 18.036 tCO₂ eq lo que representa el 92% de las emisiones provenientes de la quema de petróleo 6. La diferencia se debe principalmente a la producción de las plantas, donde las de Talcahuano tuvieron una producción de aproximadamente 1.979 Ton de Harina y Coronel más de 15.084 Ton.

Como se muestra en la Figura 9, el uso de combustibles fósiles de las fuentes fijas y móviles del alcance 1 logró valores de 6.326 toneladas de diésel, 6.179 toneladas de petróleo y 78,1 toneladas de gas licuado de petróleo. Evidentemente los altos consumos de combustible repercuten directamente en las emisiones de GEI. Sin embargo, otro aspecto importante a considerar son los factores de emisión y poderes caloríficos de los combustibles. Si comparamos los consumos de combustible de diésel y petróleo 6 existe una diferencia de aproximadamente 147 toneladas, pero al momento de comparar las emisiones las diferencias alcanzan más de 2.307 tCO₂ equivalente.

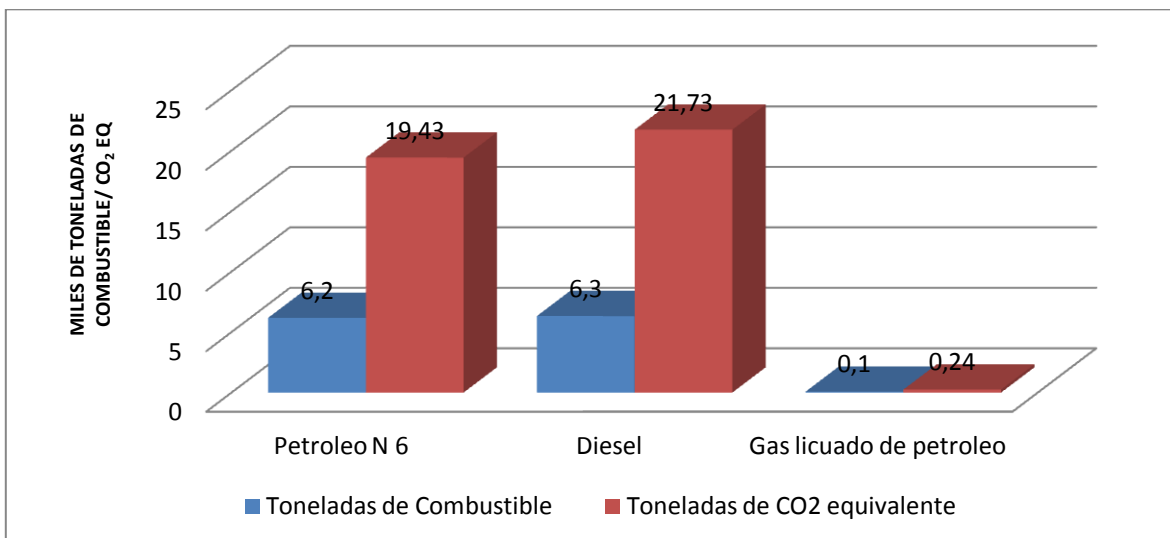


Figura 9. Consumos de combustibles y emisiones de CO₂ eq para el alcance 1.

Otras fuentes clasificadas en el alcance 1 son las emisiones fugitivas de gases refrigerantes utilizados en los sistemas de aire acondicionado y generación de hielo en la zona de descarga en planta Coronel, los cuales corresponden a los gases R – 404A y R – 507A que están compuestos por gases de HFC 125, HFC 143a y HFC 134a. Su contribución en términos de emisiones de CO₂ equivalente es despreciable, representando solamente un 1% del total dentro del alcance 1.

4.1.2 Emisiones del Alcance 2.

Las emisiones clasificadas en el alcance 2 corresponden a la electricidad adquirida del sistema interconectado central de Chile. Según se muestra en la Figura 10, las emisiones para el año 2016 de este alcance fueron de aproximadamente 3.352,6 tCO₂ equivalente el cual corresponde al 7,1% del total de las emisiones de la compañía, donde los mayores consumos eléctricos están relacionados a la planta Coronel y langostinos de Tomé.

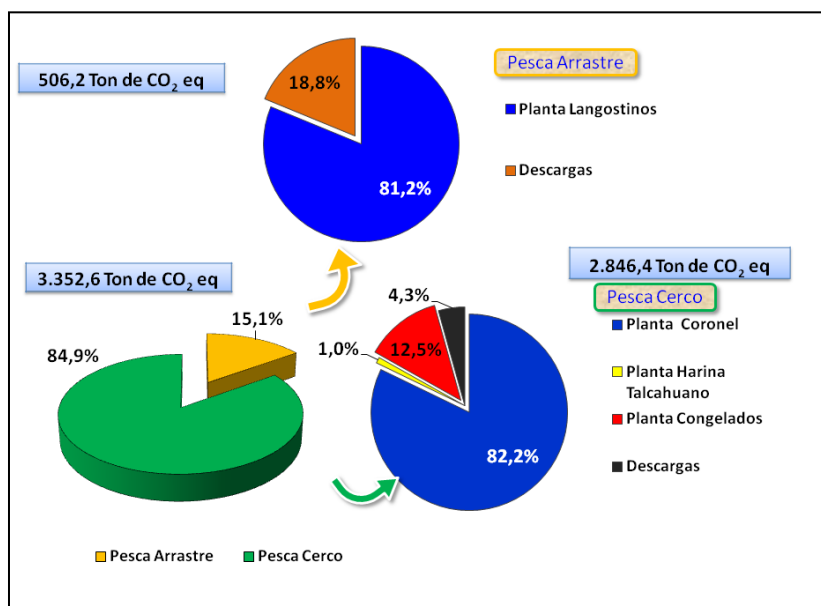


Figura 10. Porcentaje de emisiones de CO₂ equivalente por consumos de electricidad adquirida.

En relación a los consumos de electricidad adquirida, los niveles de consumo dependen de varios aspectos tales como: las horas de funcionamiento de la planta, cantidad y tipo de producto procesado, cantidad de trabajadores, utilización de equipos generadores y utilización de sistemas de refrigeración. En este contexto, las plantas que tuvieron más horas de operación y con mayor dotación de trabajadores fueron las plantas de Coronel (Pesca Cerco, 2718 hrs de operación), Congelados (Pesca Cerco, 213 hrs de operación) y Langostinos (Pesca Arrastre, 1593 hrs de operación), las cuales promediaron mensualmente una dotación de personal de 402, 47 y 240 trabajadores por planta respectivamente, lo cual representa casi un 81% del total de trabajadores promedio de la compañía y más del 95% de las horas de operaciones totales de las plantas de proceso de la compañía.

4.1.3 Emisiones del Alcance 3.

A diferencia de los otros alcances, este contabiliza emisiones de fuentes emisoras que no están bajo el control de la compañía, pero si presentan servicios esenciales para el funcionamiento de esta. Al no estar bajo el control de la compañía, no existen registros de los consumos energéticos de la gran mayoría de estas fuentes y por lo tanto estos consumos fueron estimados a partir de datos de la actividad como las distancias recorridas y la frecuencia de los viajes de cada una de las fuentes.

En este sentido, todas las actividades que fueron consideradas para el cálculo de las emisiones se pueden dividir en cuatro grandes categorías:

- Transporte terrestre de residuos.
- Transporte terrestre de materia prima.
- Subproductos y productos.
- Captura de pesca por barcos no propiedad de la compañía.
- Transporte de trabajadores y viajes de negocios.

El total de las emisiones provenientes de estas actividades para el año 2016 alcanzaron valores de 3.439,6 tCO₂ eq, el desglose para este alcance se presenta en la Figura 11.

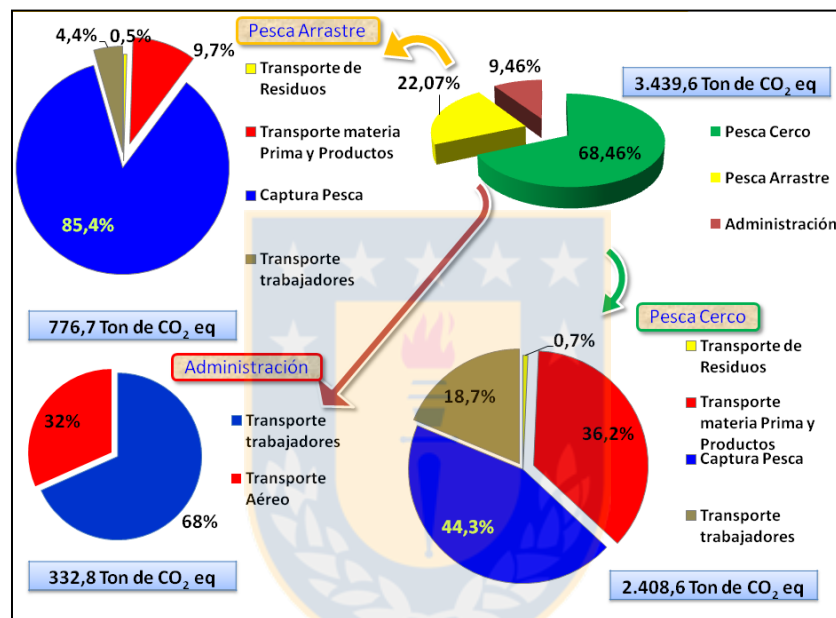


Figura 11. Porcentaje de emisiones para cada actividad del Alcance 3, tanto como pesca de cerco, arrastre y administración.

Para realizar la estimación de estas emisiones se utilizaron dos métodos de estimación. La categoría de pesca, corresponde al combustible suministrado a las embarcaciones menores que no son propiedad de la compañía pero que venden su pesca a la compañía, por lo tanto, en este caso existe un registro contable de todo el combustible suministrado a estas embarcaciones, debido a que es provista por la propia compañía.

De igual modo que para las emisiones del alcance 1 y 2, las actividades de la pesca de cerco superan a las de la pesca de arrastre debido principalmente a la diferencia entre los volúmenes de pesca entre ambos tipos de pesca. Para ambos tipos de pesca, la actividad de captura de pesca es la que representa mayores porcentajes de emisión. Para la pesca de cerco y arrastre, más del 30% y 37% de la captura realizada el año 2016 fue realizada por este tipo de embarcaciones, de

ahí que estas emisiones alcancen más de un 44,3% y 85,4% para cada tipo de pesca.

Para ambos tipos de pesca, los transportes de materia prima y productos son segunda actividad que representa mayores porcentajes en cuanto al aporte de las emisiones para este alcance. Esto ocurre ya que todas las actividades de transportes de materia prima, sub productos, descartes y productos terminados son realizados por empresas externas a la compañía. Los movimientos de materia prima corresponden a la pesca desembarcada en los distintos puntos de descarga de pesca y son trasladados a las distintas plantas de proceso, dependiendo de su calidad y tipo de pesca.

Los sub productos trasladados corresponden a los envíos de conservas de pescado elaborados en planta Coronel hacia la planta de etiquetados en Talcahuano (misma planta que congelados). Por otro lado, el descarte de las cascaras de langostino generados en Tomé son transportados fuera de los límites operacionales de la compañía en plantas externas de proceso (Pesquera fiordo austral, Coronel) donde se procesaran como harina de pescado. Por último, el transporte de productos corresponde al traslado a centros de almacenaje de terceros, ya sea bodegas ubicadas de Santiago a Puerto Montt, puertos de la octava región y frigoríficos ubicados en Talcahuano, San Pedro de la Paz, Talca y Coronel. Para el caso de la harina y aceite de pescado, se consideró el traslado hasta su comprador en territorio nacional.

Los altos porcentajes de emisiones que alcanzan los traslados de harina y aceite de pescado se deben principalmente a las distancias recorridas de estos viajes, en donde más del 94% tiene como destino final plantas procesadoras de alimento en la Región de la Lagos (Ver Tabla 8). Las distancias recorridas constituye el principal factor que afecta las emisiones de GEI generadas en este alcance 3. En este caso, los factores de emisión por tipo de combustible no aportan diferencia en los cálculos debido a que se consideraron todos los camiones a diésel.

En segundo lugar, están las emisiones provenientes de las actividades de traslado terrestre de materia prima de la pesca de cerco, donde el mayor aporte proviene de los traslados de pesca desde Valdivia hacia las plantas de proceso de harina de Talcahuano y Coronel con más de 220 tCO₂ equivalente, el cual corresponde a más del 76 % de las emisiones de traslado de materia prima de cerco, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Distancias recorridas y emisiones asociadas a los transportes de materia prima, sub productos y productos terminados.

Tipo de transporte	Tipo Pesca	Distancias totales recorridas 2016	Total emisiones (Ton CO ₂ eq)
Materia Prima	Cerco	179.781	253,01
Materia Prima	Arrastre	38.931	54,8
Traslados Conserva	Cerco	72.564	102,12
Traslados Harina y Aceite	Cerco	294.420	414,4
Traslado Congelado Jurel	Cerco	123.769	174,2
Traslado Congelado Langostino	Arrastre	2.145	3,02
Descarte Langostinos	Arrastre	12.540	17,65

Los traslados de jurel y langostino congelado como producto final son trasladados a frigoríficos que no son propiedad de la compañía. Estos traslados de jurel tienen como destino frigoríficos en las comunas de Coronel y Talca, con un 70% y 30% de los productos respectivamente. Mientras tanto los productos de langostinos son enviados en su totalidad a un frigorífico de la comuna de Talcahuano.

4.2 Indicadores.

Como se indicó en el punto anterior, las emisiones de GEI de las actividades relacionadas a la pesca de cerco son de 14,5 veces superiores a las actividades de arrastre, debido principalmente a los volúmenes de materia prima que se manejan y de los tipos de actividades que se llevan a cabo en cada línea de producción, donde los procesos de elaboración de harina son altamente demandante de calor y por lo tanto grandes consumidores de combustibles fósiles. Por lo tanto, una manera de realizar una comparación en cuanto a la eficiencia de los procesos es determinar las cantidades de CO₂ equivalente por unidades de rendimientos. En este estudio, se propusieron dos indicadores que reflejan la eficiencia de cada tipo de pesca, estos son:

- Toneladas de CO₂ equivalente emitidas por toneladas de captura (tCO_{2eq}/t).
- Toneladas de CO₂ equivalente emitidas por Toneladas de producto final, esta comparación se detalla a continuación en la Figura 12.
-

En la Figura 12, se observa que la pesca de arrastre presenta mayores índices de emisión GEI, tanto por materia prima procesada (0,76 ton materia prima / tCO₂ eq) y por producto terminado (5,62 Ton producto / tCO₂ eq), en donde en este último indicador las diferencias son más significativas. Respecto a esto último, las grandes diferencias entre las toneladas emitidas por toneladas de producto se deben principalmente al rendimiento total de la línea de producción por los tipos de pescas, donde los productos originados desde la pesca de cerco en su conjunto tienen un rendimiento aproximado de un 32%, es decir, de toda la masa de pesca capturada el 32% termina como producto final. Sin embargo, para la pesca de arrastre solamente el 12% del total capturado se convierte en producto final, ver Tabla 9. Como se mencionó anteriormente en el punto 2.7. Hay estudios como los de Ziegler y Winther en los que se señalaba que la pesca de especies de profundidad (como el arrastre de este trabajo) tiene mayores índices de emisión de CO₂ eq, si bien estos análisis se hicieron con un enfoque de análisis de ciclo de vida, estos índices sirven para respaldar la cuantificación y comparación de las emisiones contabilizadas para los distintos tipos de pesca de la compañía.

En este sentido, es importante señalar las diferencias que existen en los distintos procesos productivos que se llevan a cabo entre los distintos productos. Para el caso de los productos provenientes de la pesca de cerco como el jurel congelado, el 100% de la captura terminan como producto final, ya que, este proceso consta solamente de un lavado del pescado para su posterior congelamiento. Por otro lado el proceso de conserva utiliza solo el 80% del pescado que ingresa al proceso, mientras que el restante 20% se utiliza para la producción de harina de pescado.

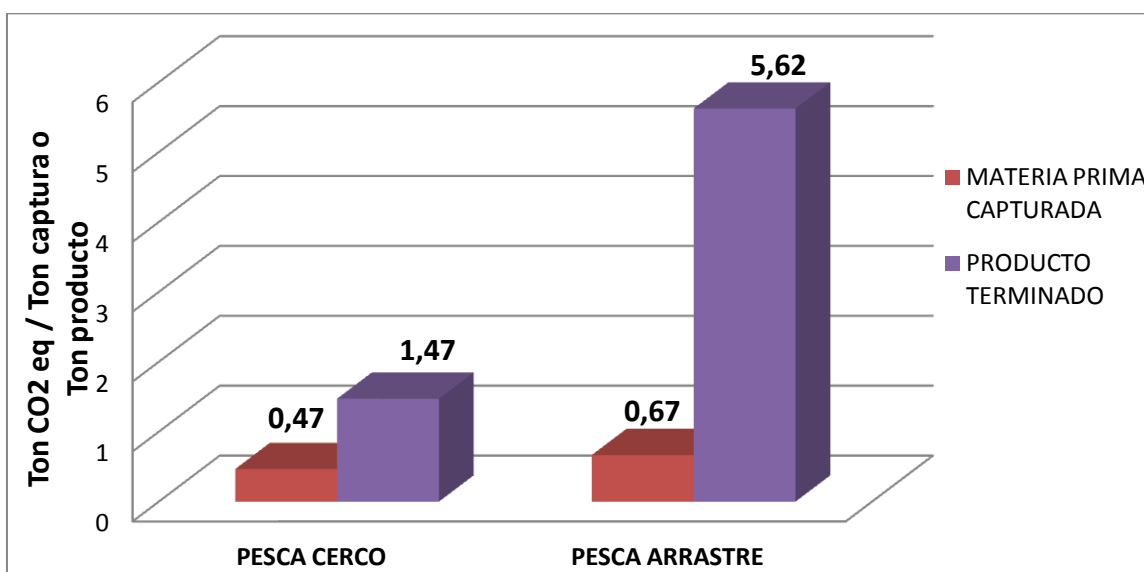


Figura 12. Indicador de CO₂ equivalente por tonelada de pesca capturada.

Tabla 9. Pesca capturada y producción durante año 2016 en Camanchaca Pesca Sur.

Tipo de Pesca	Toneladas capturadas	Toneladas producción	Toneladas toneladas (Rendimiento %)	producto/captura
Pesca Cerco	100.296	31.761	32%	
Pesca Arrastre	4.823	572	12%	

4.3 Actividades críticas y propuestas de reducción.

Las actividades críticas, es decir, las actividades que generan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero, son la combustión de petróleo N°6 de las 5 calderas de la planta de Coronel, con más de 18.036 tCO₂ eq (38,1% de las emisiones totales de la compañía), seguido por los consumos realizados por la flota de barcos industriales de la compañía con 17.210 tCO₂ eq (36,4%) y finalmente los consumos eléctricos totales y los barcos rastreros de la compañía con más del 7,1% y 2,8% de las emisiones totales de Camanchaca Pesca sur, en conjunto estas actividades representan más de un 88,1% de la huella de carbono de la compañía para el año 2016.

En función de lo anterior, en esta sección se evaluaron distintas alternativas de reducción de las emisiones de GEI por parte de la compañía enfocadas principalmente a:

1. Medidas de eficiencia energética enfocadas al recambio de luminarias.
2. Sustitución de combustibles no renovables por combustibles con menores huella de carbono y contaminantes locales.
3. Mejoramiento tecnológico de la flota marítima mediante la incorporación de toberas.

A continuación se analizan las medidas anteriormente propuestas.

4.3.1 Recambio luminarias.

En esta sección se evaluó el recambio de algunas luminarias instaladas en las distintas plantas de Camanchaca pesca sur según se describe en la Tabla 10 donde se evaluó la sustitución de los tubos fluorescentes de 40 a 72 watts y ampollas halógenas de 104 watts por equipos de tecnología LED. A continuación en la Tabla 9 se presentan la cantidad de luminarias a renovar y los nuevos equipos y sus características básicas.

Tabla 10. Evaluación de recambio de luminarias en plantas de proceso Camanchaca Pesca Sur.

Planta	Luces existentes	Nº Luces	Watts	Equipo Propuesta	Watts	Costo UN CL\$	Inversión Inicial
Planta Coronel	Tubos Fluorescentes	308	72	Tubo LED 120 cm	36	4.500	1.446.720
	Ampolletas Halógenas	40	104	Ampolleta LED E27 Luz cálida o fría	12	1.518	
Planta Harina Talcahuano	Tubos Fluorescentes	118	72	Tubo LED 120 cm	36	4.500	556.806
	Ampolletas Halógenas	17	104	Ampolleta LED E27 Luz cálida o fría	12	1.518	
Planta Langostinos	Tubos Fluorescentes	114	40	Tubo LED 22w 120cm	24	2.600	296.400
Planta Congelados	Tubos Fluorescentes	238	54	Tubo LED 22w 120cm	24	2.600	656.750
	Ampolleta Halógenas	25	104	Ampolleta LED E27 Luz cálida o fría	12	1.518	37.950
Total Inversión							2.956.676

Si se establece como base que cada planta operara en promedio 12 hrs al día de lunes a viernes, el consumo de electricidad de los equipos a renovar alcanzaría la suma de 173.912 Kwh/ año. Mientras que con los equipos a instalar el consumo anual llegaría solo a los 76.591 Kwh/ año, reduciendo así el consumo anual de electricidad en 97.321 Kwh/año (reducción de un casi 56%), lo que equivale en reducir las emisiones de GEI en aproximadamente 38.7 tCO₂ equivalente año para toda la compañía, es decir una reducción en la huella de carbono total de casi un 0,06%.

Si consideramos el ahorro en pesos chilenos en relación a los 97.321 Kwh/año que se dejaran de consumir tomando en cuenta que el costo promedio para el año 2016 de la tarifa AT4.3 en la comuna de Coronel fue cercano a los 74,858 \$CLP/Kwh, por lo que el ahorro anual podría alcanzar aproximadamente de 9.245.500 pesos.

Si bien en términos de la reducción de la huella de carbono, esta medida no representa una fracción significativa, los aspectos positivos de la instalación de la tecnología led aportan en aspectos como en el mejoramiento de la calidad de la iluminación, reducción en la generación de residuos peligrosos y una recuperación de la inversión en no más de medio año, por lo tanto, constituye una medida factible para una mejor gestión empresarial.

4.3.2 Incorporación gas natural en calderas planta Coronel.

Durante el periodo 2016, más del 44,4% de las emisiones de gases de efecto invernadero provienen del consumo de petróleo N°6 de las calderas de la planta Coronel. En este sentido, uno de los puntos críticos a considerar en la reducción de las emisiones. Una estrategia de reducción es el uso de combustibles alternativos más “limpios” (en comparación con el??) como fuente térmica en los procesos productivos. La propuesta se basó en cambiar el combustible actualmente utilizado (petróleo N°6) por gas natural, teniendo en cuenta que el gas natural es el combustible menos intensivo desde el punto de vista de las emisiones de carbono si se compara con el resto de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, diésel). Además, la empresa está sujeta a pagar impuestos verdes por emisiones de CO₂, debido a que las capacidades térmicas de generación superan los 50 MWt de potencial térmico instalado. Si bien las emisiones generadas durante el año 2016 no estuvieron sujetas al pago de dicho impuesto, para el 2017 esta normativa se encuentra en vigencia para la compañía. Es por este motivo que se realizó una proyección considerando el mismo consumo energético de las fuentes durante el 2016 para evaluar el pago del impuesto verde focalizados en las emisiones de CO₂.

Para el año en estudio, se utilizaron más de 5.740 Ton de petróleo N°6 en las calderas de la planta Coronel, con un equivalente energético de 231,6 TJ/año.

Para la compañía, se determinó los consumos de gas natural requeridos para suplir la misma demanda energética provista por el petróleo (231,6 TJ/año).

Como se muestra en la Tabla 12, en términos de CO₂ equivalente, las emisiones generadas a partir de la combustión de gas natural, resultan ser un 17% menor que las derivadas del petróleo N°6, disminuyendo así en aproximadamente un 6,6% las emisiones totales de la compañía.

Además de esta reducción en emisiones de gases de efecto invernadero, existe una reducción en los impuestos verdes de la compañía, si bien el pago de los impuestos verdes comenzó a regir conforme a las emisiones generadas durante el año 2017, en este trabajo se proyectan las emisiones y sus reducciones, en función de los combustibles utilizados durante al año 2016 para poder estimar los costos asociados a este impuesto durante los próximos años, en estos términos la reducción en GEI sería de aproximadamente de 3.066 tde CO₂ eq, lo cual, en términos monetarios de una reducción de casi un 62% en el pago de impuestos verdes.

Tabla 11. Reducción de emisiones por sustitución a gas natural licuado en calderas planta Coronel.

Combustible	Petróleo N°6	Gas Natural Licuado
Emisión (Ton) de CO ₂ eq. Por TJ utilizado	74,4	64,2
Emisión (Ton) de CO ₂ eq. Por 271,65 TJ	18.036	14.928
Reducción emisiones	3.066 tCO ₂ eq	
Reducción Huella carbono corporativa	6,6 %	
Impuesto verde considerando consumo de 271,65 TJ en USD por CO ₂ MP, NO _x y SO ₂ emitido	179.855	68.679
Reducción Costos	62%	

Fuente: elaboración propia a partir de guía de cálculo según artículo 8 de la reforma tributaria (Ministerio Hacienda de Chile, 2016).

Además de la reducción de gases de efecto invernadero e impuestos verdes, existen beneficios ambientales y sociales locales, como lo es la reducción en la emisión de MP, NO_x y SO_x. Si bien la reducción en las emisiones de estos gases

no es más importante que la reducción de CO₂, a la percepción del deterioro ambiental por parte de la comunidad más cercana si lo son, dado que la emisión de estos gases los afectan directamente en la calidad de vida de la población, logrando una reducción en contaminantes locales de aproximadamente un 93% de MP, 38% de NO_x y un 99,6 % SO_x. Si consideramos la reducción en emisiones del SO_x y los efectos sobre la salud como opacamiento de la córnea (queratitis), dificultad para respirar, inflamación de las vías respiratorias, Irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas húmedas y alteraciones psíquicas, entre otras (RETC, 2015), los beneficios ambientales locales (como la salud de la población circundante) si serien bastante significativos.

Finalmente, un aspecto económico a considerar en la presente evaluación es el costo de adquisición de los combustibles, los cuales fluctúan según el mercado de los combustibles. Para el año 2017 el precio del Petróleo N°6 alcanza aproximadamente los 4616 USD/TJ (Comisión Nacional de Energía de Chile, 2016), mientras que el GNL los 12.417 USD/TJ (Pizarro, 2013), en este sentido se recomienda hacer un estudio en profundidad de la factibilidad económica y ambiental de realizar un cambio de la matriz de combustible, teniendo presente las inversiones iniciales y los gastos futuros en relación a los precios de los combustibles.

4.3.3 Incorporación Toberas en flota arrastre.

Las toberas son estructuras tubulares que rodean la hélice de una embarcación, las cuales generan un impulso positivo y así incrementar la eficiencia de la hélice. En este sentido, los beneficios de la instalación de una tobera en las hélices van desde aumentar la eficiencia propulsora entre un 20 a 30%, proteger la hélice de daños con objetos desconocidos, se reducen problemas por vibración y reducción del uso de combustibles (Wilson, 2005).

Otro aspecto importante a considerar en la implementación de toberas, es que estas no están sujetas solamente a criterios de mejorar la propulsión, sino también al incremento de la resistencia al avance, en este sentido un barco rastrero que presenta grandes demandas de empuje a bajas velocidades podría presentarse como embarcaciones a las cuales se le recomienda el uso de toberas (IDAE, 2009).

Como una evaluación previa para considerar la factibilidad de instalar una tobera en una embarcación rastrera se debe tener en cuenta factores como la velocidad de arrastre, potencia del motor, el revoluciones (RPM) del motor y la relación de transmisión de la caja reductora para cada una de las tres embarcaciones de la compañía. Conocidos estos factores, se evalúa la factibilidad desde el punto de vista ambiental y económico de la instalación, según se muestra en la Tabla 12.

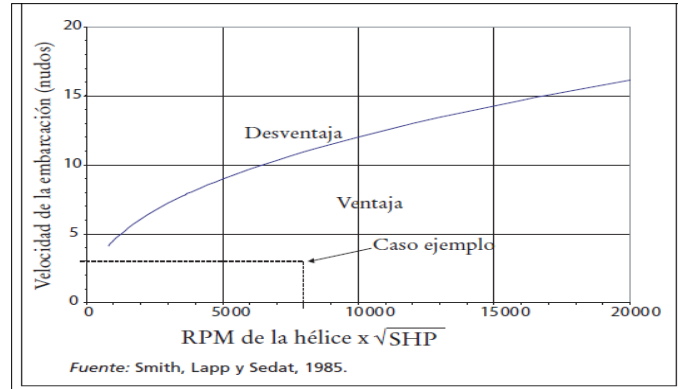


Figura 13. Evaluación previa de la factibilidad técnica para la instalación de toberas en embarcaciones pesqueras.

Según los factores de las embarcaciones y la evaluación a partir de la Figura 13, se obtienen los siguientes resultados en la Tabla 13.

Tabla 12. Resultados de la evaluación de factibilidad técnica de instalación de Toberas en barcos rastros de la compañía.

Embarcación	Velocidad Arrastre promedio	Relación RPM hélice – potencia	Conveniente
Altair	2 -3 Nudos	8.945	SI
Tirana	2 Nudos	12.370	SI
Antares	2 Nudos	12.370	SI

Para el año 2016, las embarcaciones de arrastre de la compañía consumieron en conjunto más de 415,4 toneladas de diésel, lo cual represento más de 1337,2 tCO₂ eq. Como anteriormente se mencionó, la eficiencia de propulsión de las embarcaciones con toberas podría alcanzar una eficiencia promedio de 25%, los beneficios de la implementación de estos artefactos podrían representar una disminución en el consumo de diésel y en emisiones de gases de efecto invernadero cercano al 25%. Esto repercute en la disminución de un 0,71% de las emisiones totales de la compañía, pero un ahorro cercano en la compra de diésel cercano a los \$ 71.700.000 CLP a lo largo de un año. No obstante, la instalación de estas toberas en los tres barcos tiene un costo aproximado de \$ 390.000.000 CLP (valores consultados a gerencia de mantención flota Camanchaca) por los tres barcos, donde se consideran los estudios previos a la instalación, diseño y fabricación de la hélice y costos de instalación. Considerando los ahorros en los

costos de los combustibles esta inversión se podría recuperar al cabo de aproximadamente uno 5,5 años.

5 CONCLUSIONES

Camanchaca Pesca Sur, durante el año 2016 registro emisiones de gases de efecto invernadero cercanas a 47.272 tCO₂ equivalente, donde el 85,5% de estas emisiones provienen de fuentes que son propiedad de la empresa, es decir, corresponden al alcance 1. Mientras que las emisiones asociadas a la electricidad adquirida del sistema interconectado central (alcance 2) representaron un 7,1% y finalmente las emisiones correspondientes a las actividades de servicios a la empresa (alcance 3) fueron de un 7,4%.

Las fuentes que registraron más emisiones corresponden a las 5 calderas de petróleo N°6 de la planta Coronel (38,1%) y la flota de 6 barcos industriales a diésel (36,4%), ambas fuentes correspondientes al alcance 1 y asociadas a las actividades de la pesca de cerco de la compañía. Estos altos porcentajes de emisiones son causa de las grandes cantidades de materia prima procesada durante el periodo en estudio (100.296 Ton) y el proceso de elaboración de harina y aceite de pescado, los cuales son altamente demandante de energía y por ende requiere un equivalente en los consumos de combustibles, que en conjunto con los elevados factores de emisión de estos combustibles, repercuten directamente en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Debido a estas altas demandas de energía y de combustible fósil, es que las actividades relacionadas a la pesca de cerco abarcan la gran mayoría de las emisiones de la compañía (92,4%), que en comparación a las actividades de la pesca de arrastre (6,8%) son bastante superiores. Sin embargo, al analizar las emisiones generadas en base a una tonelada de producto, es el proceso de langostino el que registra una mayor índice de emisiones, alcanzando las 5,62 tCO₂ eq por tonelada de producto, mientras que los productos derivados de la pesca de cerco se alcanzaron las 1,37 tCO₂ eq por tonelada de producto.

En relación a las medidas de reducción de la huella de carbono, se estima que la sustitución del combustible petróleo N°6 a gas natural licuado es una medida que reduce considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de estas fuentes (17%) y que reduciría en más de un 62% el pago de impuesto verde relacionado a las emisiones de la fuente. Sin embargo, se deben considerar las inversiones de instalación de toda la nueva infraestructura que se debe instalar y las fluctuaciones de los actuales combustibles.

La instalación de toberas en la flota de arrastre propia de la compañía se presenta como una aproximación de ahorro anual de combustible y de emisiones

considerable (103,8 Ton diésel y 334,3 tCO₂ eq). Si bien la eficiencia específica y los costos exactos de instalar una tobera en embarcaciones de estas características requieren de estudios más detallados, el presente análisis busca dar una primera aproximación a implementar medida de eficiencia energética en las embarcaciones de arrastre.

Finalmente, el recambio de iluminaria se presenta como una alternativa factible y de corto plazo, con muy bajos costos de implementación, a pesar que solamente se logra reducir 0,0062% de la huella de carbono total de la compañía.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Central, 2016. Cuentas Nacionales de Chile 2008-2014. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Betancourt, E.W., 2012. Impacto De La Huella De Carbono , En La Competitividad exportadora Regional. Rev. Univ. 7, 1390–1403.
- Camanchaca, 2016. Reporte de Sostenibilidad Pesca.
- Comisión Nacional de Energía de Chile, 2016. Informe de proyecciones de precios de combustibles 2016-2031.
- Cox, F., Bravo, P., 2014. Sector pesquero: evolución de sus desembarques, uso y exportación en las últimas décadas., Oficina De Estudios Y Políticas Agrarias.
- DEFRA, 2012. Guidelines to Defra/DECC GHG Conversion Factors for Company Reporting. Dep. Energy Clim. Chang. 1–54. doi:v 1.2.1 final
- DGA, 2009. Estrategia Nacional de Glaciares, Informe para Dirección General de Aguas -MOP.
- EPA, 2014. Emission factors for greenhouse gas inventories. US EPA Cent. Corp. Clim. Leadersh. 1–5. doi:10.1177/0160017615614897
- Falvey, M., Garreaud, R.D., 2009. Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979-2006). J. Geophys. Res. Atmos. 114, 1–16. doi:10.1029/2008JD010519
- FAO, 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016, Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. doi:978-92-5-306675-9
- Generadoras de Chile, 2016. No Title 74.
- González E, M., Jurado, E., González E, S., Aguirre C, Ó., Jiménez P, J., Navar, J., 2003. Cambio climático mundial: origen y consecuencias. Cienc. Uanl 3, 377–385.
- Ibarren D, Vázquez-Rowe, I., A, H., 2011. Updating the carbon footprint of the Galician fishing activity (NW Spain). Sci. Total Env. 1609–1611.
- IDAE, 2009. Ahorro y eficiencia energética en buques de pesca.
- IPCC, 2014. Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad: Resumen para responsables de políticas., Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC, 2007a. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Nature. doi:10.1038/446727a
- IPCC, 2007b. Forzamiento radiativo neto mundial, potenciales de calentamiento mundial y pautas de forzamiento [WWW Document]. URL https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html. Fecha

consulta 2017.

IPCC, 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Energía.

Jiménez, L., De la Cruz, J., Carballo, A., Domench, J., 2011. Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono. Obs. la sostenibilidad en España 60.

Magrin, G., 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Repos. CEPAL 80.

Maps Chile, 2013. Escenario Línea Base De Emisiones Gei Del Sector De Residuos Antrópicos.

Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2016. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización.

Ministerio de Medio Ambiente, 2017. Huella de Carbono [WWW Document]. URL <http://portal.mma.gob.cl/cc-02-7-huella-de-carbono/>. Fecha consulta 2017. Fecha Consulta 15-12-2017.

Ministerio de Medio Ambiente, 2012. Informe del Estado del Ambiente 2011, Cambio Climático. Santiago de Chile.

Ministerio Hacienda de Chile, 2016. Reforma tributaria que modifica el sistema de tributación de la renta e introduce diversos ajustes en el sistema tributario.

Ministerio de Medio, 2014. Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero de Chile, serie temporal 1990-2010, Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile, Serie temporal 1990 - 2010.

MMA, 2015. INDC: Contribución Nacional Tentativa de Chile para el Acuerdo Climático COP21.

MMA, 2013. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010.

Naciones Unidas, 1998. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Protoc. Kyoto 61702, 20.

Naciones Unidas, 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Conv. Marco las Nac. Unidas sobre el ... 62301, 98. doi:FCCC/INFORMAL/84. GE.05-62301 (S) 220705 220705

Pabón, J.D., 2003. El cambio climático global y su manifestación en Colombia.

Pizarro, A., 2013. Estimación del Precio de GNL a Largo Plazo. IEE 3373 Mercados Eléctricos 20, 1–25.

RETC, 2015. ¿Qué daño causa el Dióxido de Azufre al ser humano y al medio ambiente? - Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes - RETC [WWW Document]. URL <http://www.retc.cl/que-dano-cause-el-dioxido-de-azufre-al-ser-humano-y-al-medio-ambiente/> (accessed 4.3.18). Fecha Consulta 05-01-2018.

SERNAPESCA, 2014. Anuario Estadístico de Pesca 2013. Servicio Nacional de Pesca.

Ministerio Economía, Fomenta y Recosntrucción.

SERNAPESCA, 2011. Fichas de recursos hidrobiológicos de Chile - Peces [WWW Document]. URL http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=557. Fecha consulta 2017.Fecha consulta 11-10-2017.

Subsecretaria de Pesca y Acuicultura, 2017. Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura.

Tapia Jopia, C., Olivares Felice, C., Nuñez Parraguez, I., 2013. Línea base del conocimiento regional sobre las implicancias de la huella de carbono en los procesos de toma de decisiones 154. Fecha consulta 2017.

UACH, 2008. Bosques ProCarbono [WWW Document]. Fac. Ciencias For. URL <https://www.uach.cl/procarbono/index.html>. Fecha consulta 10-12-2018.

WBCSD, W.R.I. (WRI) y T.W.B.C. for S.D., 2006. Protocolo de Gases Efecto Invernadero. doi:10.1017/CBO9781107415324.004

Wilson, J., 2005. combustible y de costos para armadores de pequeñas embarcaciones pesqueras Medidas de ahorro pequeñas embarcaciones pesqueras. FAO.

Winther, U., Ziegler, F., Hognes, E.S., Emanuelsson, A., Sund, V., Ellingsen, H., 2009. Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products.

Ziegler, F., Winther, U., Hognes, E.S., Emanuelsson, A., Sund, V., Ellingsen, H., 2013. The Carbon Footprint of Norwegian Seafood Products on the Global Seafood Market. J. Ind. Ecol. 17, 103–116. doi:10.1111/j.1530-9290.2012.00485.x



