

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

**Huella de Carbono en sistemas portuarios.
Caso Puerto de Bahía Blanca**

Guillermo Friedrich; Aloma Sartor *; Daniela Escudero *

UTN, FRBB 11 de Abril 461, Bahía Blanca, Pcia. Buenos Aires, Argentina, Tel: +54-291-455220,
geia@frbb.utn.edu.ar

*Grupo de Estudio de Ingeniería Ambiental (GEIA)

Resumen – El rol de los puertos en el mercado global evoluciona exponencialmente ampliando rutas y multiplicando la capacidad de transporte marítimo. Aunque el transporte marítimo ha quedado excluido del Acuerdo de París (2015), el Objetivo de Desarrollo Sostenible Objetivo 14 dirigido a “conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el Desarrollo Sostenible” de la Agenda 2030, la Conferencia de los Océanos en 2017 de la ONU y las políticas de estimación de Huella de Carbono en las áreas portuarias impulsadas por la Organización Marítima Internacional, ponen de manifiesto la importancia del sector en los avances hacia la sustentabilidad global. Las múltiples experiencias que avanzan en la descarbonización del ámbito portuario y el transporte naviero, están vinculadas directamente con la eficiencia energética e incorporación de las energías renovables. La estimación de la Huella de Carbono portuaria facilita identificar los sectores que emiten gases de efecto invernadero y proyectar acciones para alcanzar escenarios de reducción de dichos gases y como consecuencia mejorar su comportamiento en relación al aporte de las actividades portuarias al cambio climático. En este trabajo se compartirá la experiencia realizada en el Puerto de Bahía Blanca, donde se ha estimado la Huella de Carbono tomando el año 2017 como punto de partida para iniciar un Plan de reducción de Gases de Efecto Invernadero. Se han definido dos áreas de estudio: el hinterland y el área portuaria directa. Los sectores analizados: el sistema de transporte terrestre (ferroviario, camiones) y transporte marítimo (buques, dragas, etc.); consumo de combustibles líquidos, gas natural y energía eléctrica; consumo de gases refrigerantes; gestión de residuos y efluentes cloacales. Los resultados mostraron la incidencia relativa de cada uno. En particular, una gestión energética generará acciones de Eficiencia Energética en los operadores y concesionarios del área portuaria redundando en reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero. Así mismo este trabajo permitirá indagar sobre la viabilidad e incidencia de la incorporación de energías renovables dentro del área del Puerto de Bahía Blanca.

Palabras claves –Eficiencia Energética; Huella de Carbono; Puertos

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

INTRODUCCIÓN

Los puertos son piezas urbanas centrales en el intercambio comercial global y regional, con creciente dinamismo y tendencia a continuar aumentando su tamaño. Los transportes navieros y las instalaciones portuarias están modificando sus tecnologías y modelos de gestión tendientes a disminuir su contribución con el cambio climático (CC). Entre las medidas con mayor incidencia se requiere mejorar su gestión de la energía y sustituir fuentes de energía tradicionales por otras más sustentables. La estimación de la Huella de Carbono (HC) permite tomar decisiones basadas en información cierta; este indicador se calcula a partir de la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) de las actividades que se desarrollan, convirtiéndose en un punto de partida para trabajar sobre escenarios de reducción de dichas emisiones.

El crecimiento global de las actividades portuarias refleja el aumento del comercio internacional en todo el mundo. A partir del Acuerdo de París (2015) de la COP21, la Organización Marítima Internacional (OMI) se ha propuesto trabajar en la eficiencia ambiental, reduciendo las emisiones del sector, tanto en el transporte por buques como en las actividades portuarias. En 2018 se presentó en Amberes el Programa de Sostenibilidad Portuaria Mundial (WPSP), cuyo objetivo fue promover los esfuerzos de los puertos en materia de sostenibilidad en el ámbito del clima y la energía, la seguridad, la gobernanza y la ética, en infraestructuras resilientes y en las relaciones puerto-ciudad. En esta dirección, el CGPBB solicita al Grupo de Estudio de Ingeniería Ambiental (GEIA) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, la elaboración del inventario de GEI y estimación de la HC en su área de gestión para el año 2017 y el

desarrollo de propuestas de mejoras en función de los resultados (GEIA, 2019).

La presencia de la industria química, petroquímica y agroalimentaria tiene influencia directa y de una magnitud diferencial, en relación a las actividades portuarias específicas (directo impacto en los transportes, residuos, efluentes etc.).

Se estimó la HC portuaria incluyendo las actividades de procesos industriales localizadas en dicha área y sin ellas. El total calculado de la HC es de 1.575.500 [t CO₂eq] incluyendo a la industria y de 151.465 [t CO₂eq] sólo de las actividades portuarias. Se analizó la contribución de cada sector a las emisiones de GEI, poniendo énfasis en los consumos de energía, las posibilidades de avanzar en eficiencia energética y sustitución de fuentes de energía hacia otras de menores emisiones GEI.

DESARROLLO

Características del Puerto

El Puerto de Bahía Blanca se localiza en el sector interno del veril norte del Estuario de Bahía Blanca. El canal de acceso tiene una longitud de 92 km y su profundidad es de 45'. Además, en el área portuaria desarrollan sus actividades diez operadores concesionarios de distintos rubros: servicios, comercial, logística, cerealeros, industriales, etc.

El sector industrial conforma un complejo agroindustrial y petroquímico que define no sólo el perfil de la ciudad, sino del mismo puerto, movilizándolo unos 25 millones de toneladas de productos (químicos, hidrocarburos, cargas generales, cereales, etc.). Las actividades del área de estudio se agruparon de la siguiente manera:

- Logística de carga/descarga en 17 sitios (líquidos / granel / contenedores).

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

- Industrial (dentro del área del CGPBB).
- Transporte vial y ferroviario, que distribuyen materiales o insumos desde y hacia el hinterland portuario.

Contexto Legal Internacional y Nacional

Entre los eventos y acciones internacionales más vinculados a la actividad portuaria y el cambio climático se destacan los siguientes:

- Declaración del Clima de los Puertos del Mundo (Rotterdam, 2008).
- Acuerdo de París (2015).
- Programa de Sostenibilidad Portuaria Mundial, WPSP Organización Marítima Internacional (2018)

La República Argentina desde 1994 ha ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas de Cambio Climático con la Ley Nacional N° 24.295, donde se compromete a realizar inventarios de emisiones de GEI y elaborar programas de mitigación. La Ley 25.438, en el año 2001, aprobó el Protocolo de Kyoto. Otro antecedente valioso es la Ley 25019 con el Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar del año 1998.

Entre los antecedentes considerados en diversas experiencias sobre la estimación de su Huella de Carbono, cabe mencionar los siguientes:

- “Guía para el Cálculo y Gestión de la Huella de Carbono en Instalaciones Portuarias” del Puerto de Valencia (VALE 2016);
- “Carbon Footprinting for Ports” (2010). Carbon Footprint Working Group. World Ports Climate Initiative. Port of Los Angeles, Lead Port (WPCI, 2010);
- “Port of Los Angeles. Inventory of Air Emissions” (Starcrest, 2007) (Starcrest, 2017).

Conceptos Generales de Huella de Carbono

La HC es la cantidad equivalente de Dióxido de Carbono [CO₂eq] emitido, directa o indirectamente, a la atmósfera. La HC estima el impacto total que una organización tiene sobre el clima. Las emisiones de GEI vinculadas al CC según el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2007) son: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Hidrofluorocarbono (HFC), Perfluorocarbono (PFC), Hexafluoruro de Azufre (SF₆) y Trifluoruro de Nitrógeno (NF₃). La cantidad de GEI emitidos a la atmósfera, en unidades de CO₂eq, se calcula según la siguiente expresión:

$$E_G = C_F * FE$$

- E_G*: Emisión de GEI en CO₂eq
C_F: Consumo o emisión de la fuente
FE: Factor de emisión de la fuente o proceso (ver Tabla 1)

Metodología

La norma ISO 14064 diferencia la HC según Alcances. Estos se definen para la estimación de la HC incorporando los equipos, instalaciones y procesos que se desarrollan asociados a cada uno de ellos, de la siguiente forma:

Alcance I: Emisiones producidas por actividades o procesos bajo control del puerto (operadores y/o concesionarios).

Alcance II: Emisiones producidas por terceros al momento de generar la energía que se consume en el área portuaria.

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

Alcance III: Emisiones de actividades y/o procesos que forman parte de la cadena de valor, pero producidas fuera de los límites del área de estudio

Definición de Límites

El límite organizacional queda establecido por la ley de autonomía portuaria y entran todos los operadores portuarios bajo su jurisdicción. También para el cálculo de la HC se decidieron límites para el área próxima y el hinterland vinculadas a los medios de transporte terrestres y para el **transporte marítimo** un recorrido por el canal de acceso al Estuario de 92 km.

Tabla 1
Factores de emisión de distintas fuentes

Fuente		Factor de emisión [t CO ₂ /x]
Electricidad		0,000348
Gas Natural		0,00195
Combustible (Gas Oil)		0,0026202
Gases Refri-gerantes	R-22	1810
	R-410A	2087,5
	R-422B	2526
	R-417A	2346
	R-419B	2384
Camiones	Cargados	0,00095215
	Vacíos	0,0004072
	Detenidos	0,004655
Buques	Propulsión	0,0006299
	Auxiliares	0,0006928
	Calderas	0,0009948

Para el **Transporte en camiones** se consideraron dos trayectos diferenciados: área próxima, entre la playa de camiones "El Triángulo" y el punto de destino final (11 km), y área del hinterland, calculada mediante un promedio ponderado entre la cantidad de camiones y las distancias totales que cada uno transitó (372 km).

Para el **Transporte ferroviario** la HC se calcula a partir de la información aportada por las empresas que utilizan este medio de transporte, la que se contrastó con la información obtenida de Ferro Expreso Pampeano SA (FEPSA). Se consideró una distancia media de 392 km para el hinterland, que incluye el trayecto de ida y vuelta de las formaciones, y una distancia de 3 km para el área próxima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Energía en la Huella de Carbono

La HC del puerto de Bahía Blanca, considerando el hinterland y todas las actividades es de 1.575.500 [t CO₂eq], y se distribuye según se muestra en la Figura 1.

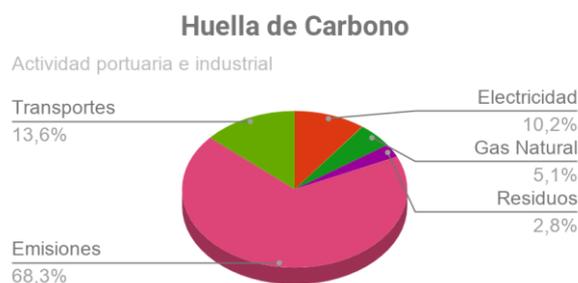


Figura 1. Distribución de la Huella de Carbono

La energía contribuye a la HC de diferentes formas. En forma directa (Alcance I) a través del consumo de combustible (gas natural o combustibles líquidos); en forma indirecta (Alcance II) por consumo de energía eléctrica; en actividades como los transportes terrestres y marítimos, debido al consumo de combustibles líquidos para su propulsión y otros procesos (Alcance III). Estas emisiones representan el 28,9% de la HC total.

Si se excluyen las emisiones de los procesos industriales, para un análisis más enfocado al sector energía, la HC, expresada

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

en [t CO₂eq] se distribuye según lo indicado en el gráfico de barras de la Figura 2. En el mismo se advierte que el transporte en camiones ocupa el segundo lugar por su incidencia en la HC. Si se analiza la eficiencia de las distintas modalidades de transporte, desagregando la carga según modalidad y se toma la HC de cada una se pueden obtener indicadores de eficiencia (ver Tabla 2).

En el caso de los buques no se ha considerado la HC total, sino la que corresponde a la etapa de tránsito en el canal. Esto se ha hecho así a fin de comparar la eficiencia de las tres modalidades desde el punto de vista del traslado para el transporte de mercaderías.

La carga de trenes y camiones es la total transportada desde o hacia el puerto, mientras que para los buques sólo se han computado las toneladas cargadas o descargadas en el puerto de Bahía Blanca y no el total transportado por el buque. Teniendo en cuenta que, por ejemplo, los graneleros vienen a completar carga, la eficiencia del transporte en buque sería aún mayor.

Tabla 2
Indicadores de eficiencia del transporte

Transporte	Carga [t]	HC [t CO ₂ eq]	Dist. [km]	Eficiencia [t.km/t CO ₂ eq]
Buque	14.025.209	11.024	184	234.098
Tren	3.043.015	17.516	392	68.100
Camión	8.368.452	141.668	372	21.990

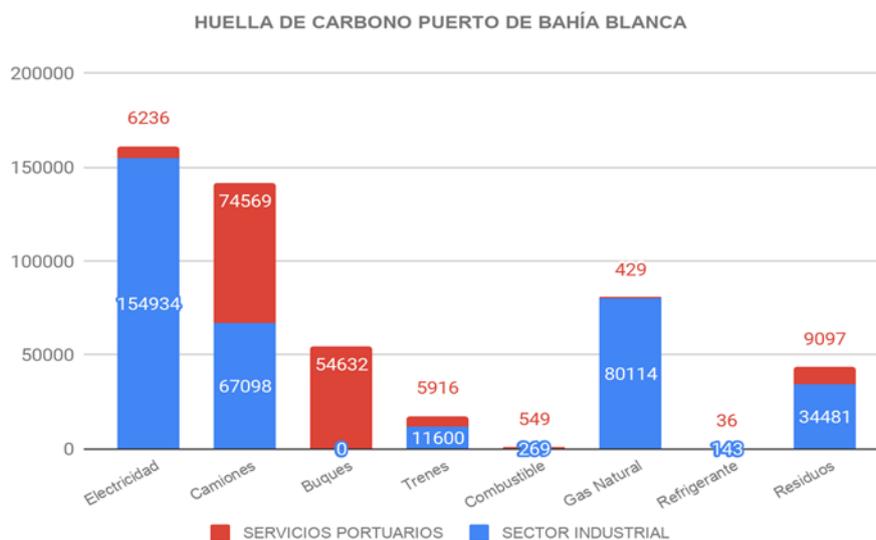


Figura 2. Distribución de la Huella de Carbono (no considera emisiones industriales)

Criterios para el Cálculo de la Huella de Carbono del Transporte

$$\text{Energía} = \text{Potencia} * \text{LF} * \text{actividad}$$

Buques. El criterio utilizado para el cálculo de las toneladas de CO₂eq fue el utilizado en el Puerto de Los Ángeles, según la siguiente expresión:

Para el Puerto de Bahía Blanca se consideraron sólo dos operaciones diferenciadas: tránsito y estadía en puerto. Para la etapa de tránsito, el Factor de Carga

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

(LF) correspondiente al régimen de las máquinas de propulsión, se calculó relacionando la velocidad de tránsito por el canal (8,28 kn) con la velocidad máxima de cada tipo de buque, según la siguiente fórmula:

$$LF = (V_{\text{tránsito}} / V_{\text{máx}})^3$$

Para estimar las emisiones de las máquinas auxiliares se adoptaron los criterios de operación que especifica la guía general para el cálculo de emisiones para Puertos “Carbon FootPrinting For Ports” (WPCI, 2010). Esto permitió diferenciar el consumo de combustible y la HC de cada etapa (Starcrest, 2007) (Starcrest, 2017)

Se realizó una caracterización y sistematización diferenciada por tipologías de los más de 700 buques que ingresaron al puerto en 2017, facilitando la identificación de los datos necesarios para el cálculo de la HC en cada etapa. Se adoptaron los criterios de operación de las máquinas auxiliares según el modo que especifica la guía general para el cálculo de emisiones de Puertos “Carbon FootPrinting For Ports” (2010, WPCI).

Para la etapa de estadía en puerto se utilizó también el criterio especificado en dicha guía, que tiene en cuenta el motor auxiliar con un régimen dado para esta etapa, y el funcionamiento de la caldera operando a distintos regímenes, según el tipo de buque. Se tomaron los factores de carga típicos que propone la guía para afectar las potencias de las calderas en función del motor de propulsión de los buques (Página Equasis, ver Anexo). La HC de la etapa en espera se obtiene de multiplicar los factores de carga por las potencias y la cantidad de horas que el buque se encuentra en espera. Ver Tabla N° 3.

Por lo tanto, en una primera etapa podría sustituirse la energía generada por las máquinas auxiliares diesel durante la estadía

en puerto, por energía eléctrica abastecida desde las instalaciones portuarias, lo que reduciría la HC en un 50%.

Energía máq. auxiliares: 17.348.601,52 kWh / año
HC con máq. auxiliares diesel: 12.019,11 [t CO₂ eq]
HC usando la red eléctrica: 6.037,31 [t CO₂ eq]

Camiones. Se establecieron dos trayectos diferenciados. Para la zona interna (área próxima), se estima que el trayecto comprende desde la playa de camiones "El Triángulo" hasta el punto de destino final (11 km). Para el hinterland, se calculó mediante un promedio ponderado entre la cantidad de camiones y la distancia recorrida (372 km).

Para el cálculo de la HC producida por el transporte de carga en camiones, se requiere estimar el consumo de combustible para el traslado del camión cargado y vacío, y el consumo para el camión detenido (durante la carga/descarga). Para el camión cargado, el factor de emisión considerado fue de 0,00095215 [t CO₂/km] (Generalitat de Catalunya, 2011). Para el camión vacío, el factor de emisión adoptado fue de 0,0004072 [t CO₂e/km], en base a un estudio que relaciona el consumo del camión vacío con respecto al cargado (Posada Henao, 2018). Por último, el factor de emisión de los camiones detenidos se obtuvo de una investigación realizada por World Ports Climate Initiative (2010) para el puerto de Long Beach, que arroja un valor de 0,0046553[t CO₂eq/h].

Transporte Ferroviario. La HC se calcula a partir de la información de cantidad de carga aportada por las empresas que utilizan este medio de transporte, la que se contrasta con la información de consumo de cantidad de combustible, cantidad de formaciones y cantidad de vagones por formación obtenida de Ferro Expreso Pampeano SA (FEPSA). Se considera una distancia media recorrida de

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

392 kilómetros (hinterland) que incluye el trayecto de ida y vuelta de las formaciones. Se estima además en forma complementaria la HC para un recorrido promedio de 3 km en el

área de directa influencia portuaria (área próxima).

Tabla 3
Huella de Carbono de buques para la etapa "estadía en el puerto"

Tipo de buque	Estadía [hs]	Potencia calderas [kW]	Potencia auxiliares [kW]	HC [t CO ₂ eq]
Aceitero	56,69	3000	437	186,34
Tanquero	6.299,35	3000	437	20.706,06
Quimiquero	1.002,48	3000	437	3.295,17
Gasero	2.017,95	3000	640	6.916,55
Carga General	1.943,21	140	158	482,67
Pesquero	29.938,18	0	0	0
Granelero	8.771,27	109	179	2.037,62
“	5.363,05	109	210	1.361,79
“	10.159,06	109	160	2.227,69
Portacontenedores	1.395,75	452	1296	1.880,80
Draga	679,30	109	100	120,72
Factoría	8.959,25	0	374	2.323,89
Remolcador	11.533,56	0	259	2.069,05
Total HC buques en muelle [ton CO ₂ eq]				43.608,35

Comparación de Indicadores de Eficiencia según Modalidad de Transporte

Según se muestra en la Tabla 4, la Eficiencia en términos de cantidad de carga transportada por toneladas de CO₂eq emitidos en el Puerto de Bahía Blanca en un kilómetro, resultan de mayor a menor: buques, trenes y camiones.

Sistema de Gestión de la Energía en el Puerto

Consumo eléctrico. En las actividades desarrolladas en el ámbito portuario el consumo de electricidad representa un 19% del total de la energía consumida (17.918.592 kWh / año), pero si excluimos el consumo de origen industrial para el desarrollo de tareas de logísticas, fuerza motriz e iluminación en dicho sector, los consumos portuarios se reducen a 3.443.829 kW / año. Aunque en comparación con el total, los mismos no sean

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

representativos, no quita la posibilidad de avanzar hacia la implementación de un sistema de gestión de la energía, que redunde en mayor eficiencia.

Transportes

En la Tabla 4 se muestra como al transferir carga a la modalidad tren desde los camiones se produce un efecto positivo en la reducción de la HC del rubro.

Tabla 4
Huella de carbono del transporte

Condición de carga tren/camión	Tonelaje camión	Tonelaje tren	HC camión tren	HC total
Cargas actuales	8.368.452	6.086.029	137.795 17.516	155.311
Pasando 20% a tren	6.694.761	7.759.720	113.334 27.150	140.484
Pasando 40% a tren	5.021.071	9.433.410	85.001 36.785	121.786

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la determinación de la HC del Puerto de Bahía Blanca muestran, por una parte, que hay una muy significativa contribución de las industrias radicadas en el área, y sobre las cuales no se pueden diseñar en forma directa planes de reducción o de eficiencia energética, aunque sí se puede hacer propuestas para trabajar en conjunto con dichas empresas. Asimismo, analizando la HC correspondiente al transporte de cargas, se puede observar que esta es un área en la que el Consorcio del Puerto puede incidir y realizar acciones tendientes a su mejora. Con respecto al área próxima se analizó la conveniencia de invertir en la renovación del puente “La Niña”, que significaría una reducción de 14/15 km para cada tramo recorrido por cada camión. Por otra parte, en lo que respecta al transporte desde o hacia el hinterland, se analizaron un par de escenarios

factibles que implican una migración parcial del transporte de cargas de la modalidad camión a la modalidad ferroviaria. Esto podría significar una reducción de la HC de alrededor del 10%, al aumentar un 20% el uso del tren.

En cuanto a la HC originada por los buques durante su estadía en puerto, la oportunidad de incidir en su reducción tiene que ver con reemplazar la energía generada por las máquinas auxiliares diesel por energía eléctrica proveniente de la red, suministrada desde los muelles. Esto puede tener un impacto adicional, si dicha energía proviene de fuentes renovables. Cabe acotar que Bahía Blanca tiene un importante desarrollo de parques eólicos.

Los datos aportados por la HC permiten tener una línea base para realizar un diagnóstico de las fuentes de consumo (Iluminación, fuerza motriz, climatización, servidores, etc.) sobre la que se está trabajando. Esta nueva etapa requerirá implementar un sistema de gestión de la energía que redundará en propuestas de mejoras en la gestión de los consumos e identificación de las oportunidades de cambio tecnológico que permitan tener un consumo más eficiente (luminarias, equipos, instalación de temporizadores, etc).

En Bahía Blanca y la región, se han desarrollado diversos proyectos vinculados a las energías renovables que favorecen su incorporación gradual lo que redundará en escenarios con reducción de la HC.

REFERENCIAS

GEIA (2019). Presentación de la Huella de Carbono del Puerto de Bahía Blanca en el CGPBB. Recuperado de:

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

<https://puertobahia blanca.com/userfiles/HUELLA%20DE%20CARBONO%20DEL%20CGPBB%202018.pdf>

Generalitat de Catalunya (2011). “Guía Práctica para el cálculo de las emisiones de Gases Efecto Invernadero”. Comisión Interdepartamental de Cambio Climático.

Huella de Carbono (2012). Terminal Pacífico Sur. Valparaíso. Chile.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Cuarto informe de Evaluación - Capítulo 2.

Posada Henao, J. (2018). “Efecto de la cantidad de carga en el consumo de combustible en camiones”. Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín en Transporte y Commodities. Informativo semanal 13/05/2018 - Bolsa de comercio de Rosario.

Secretaría de Energía de la Nación Argentina. (2017). Cálculo del Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica. Agosto 15, 2018, de Secretaría de Energía de la Nación Argentina. Recuperado de: <http://datos.minem.gob.ar/dataset/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>

Starcrest Consulting Group (2007). Inventory of Air Emissions. Los Angeles Port. Los Angeles. ESTADOS UNIDOS.

Starcrest Consulting Group (2017). Inventory of Air Emissions. Los Angeles Port. Los Angeles. ESTADOS UNIDOS.

World Ports Climate Initiative (WPCI). (2010). Carbon Footprinting for Ports. Guidance Document. Los Angeles. Estados