



Asistencia Técnica para la Modernización de los Servicios Públicos en
Uruguay

OPP-BM 4598-UR-PNUD-URU/01/010

**“Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas
energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en
términos de energía útil a nivel nacional”**

INFORME DE OTROS SECTORES CAPITULO 2. PESCA

Informe Final

**Fundación Bariloche (FB) (Argentina)
Programa de Estudios e Investigaciones en Energía
(PRIEN) (Chile)**

Montevideo, Diciembre de 2008

EQUIPO DE TRABAJO

Por Fundación Bariloche:

Bravo, Gonzalo
Bravo, Víctor
Di Sbroiavacca, Nicolás
Groisman, Fernando
Kozulj, Roberto
Landaveri, Raúl (Director del proyecto)
Nadal, Gustavo
Pistonesi, Héctor

Por el Programa de Estudios e Investigaciones en Energía:

Córdova, Carlos
Domenech, Francisco
Esperguel, Eduardo
Flores, Carlos
López, Gonzalo
Maldonado, Pedro (Coordinador PRIEN)
Morales, Franco
Muñoz, Alfredo
Neuenschwander, Esteban
Román, Roberto
Salinas, Álvaro
Silva, Iris

Por Research Uruguay:

Díaz, Adriana
Forrisi, Diego
Gómez, Gabriel
Héctor Núñez Caviglia (Técnico responsable)
Martínez, Graciela
Pastor, Juan

Por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear:

Galione, Pedro
Gaudioso, Rossana
Mattos, Cristina (Coordinadora DNETN)
Mena, Carolina
Reyes, Alejandra

INDICE

1. Aspectos metodológicos	1
2. Diseño de la Muestra	3
3. Relevamiento de la información	5
4. Expansión de los Resultados y Ajuste al Balance Energético Nacional	7
5. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos del Sector Pesca	9
5.1. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos Total Sector Pesca.....	9
5.2. Consumos de Energía Neta por Uso y Antigüedad	16
5.3. Autoproducción de Electricidad	16
5.4. Consumo de Energía Neta y Útil por uso para la Pesca Artesanal	18
6. Potencial de Ahorro por Fuentes y Uso	19
6.1. Bases para el cálculo de los potenciales de ahorro	19
6.2. Estimación de los potenciales de ahorro	21
7. Importancia de los Factores para los Procesos de Sustitución	24
8. Metodología de Actualización	25
8.1. Nueva Expansión de los Resultados de la Muestra.....	25
8.2. Ajuste al Balance Energético Nacional.....	26
Anexo 1: Consumo de Energía Neta, Útil, Rendimientos y Potencial de Ahorro por Fuentes y Usos según estratos de Tamaño	27
Anexo 2: Rendimientos de Utilización por Tipo de Equipo y Fuente	34
Anexo 3: Guía para El Procesamiento de la Encuesta de Pesca	36

1. Aspectos metodológicos

Para el estudio de los consumos de energía de la República Oriental del Uruguay se definió el Sector Pesca, el cual incluye la actividad de captura de peces y también su industrialización, cuando la misma se realiza en la propia embarcación. Aproximadamente el 95% de la captura corresponde a pesca industrial y el resto se realiza en forma artesanal. No se distinguen subsectores (salvo la separación entre pesca industrial y artesanal), pero sí estratos para clasificar las embarcaciones en función del volumen de la captura anual, distinguiendo: Grandes, Medianas y Pequeñas.

Se encuestará solamente a las capturas industriales. Los consumos de la modalidad artesanal, dado su baja incidencia en el consumo energético del sector, se estimarán a partir de información secundaria de la DINARA, en función del parque de embarcaciones y las características típicas de sus motores, tipo de combustible utilizado, número de salidas anuales, horas promedio de cada salida y consumos por hora, con lo que se obtienen los consumos anuales de la actividad artesanal por tipo de combustible (Nafta y Gas Oil).

La caracterización del consumo de energía del sector Pesca, con la finalidad de utilizar modelos analíticos de prospectiva de los requerimientos energéticos y el diseño de políticas, implica:

- Conocer qué fuentes energéticas se utilizan y en qué cantidad
- Identificar a qué finalidad se destina cada fuente, es decir, los usos finales de la energía
- Conocer la eficiencia de utilización de cada fuente en cada uso
- Conocer la relación entre el consumo de energía y la variable a utilizar para la expansión de las muestras (captura total de la pesca industrial)

Con la finalidad de obtener los consumos de energía neta y la energía útil por fuentes y usos se relevaron, básicamente, los consumos anuales de cada una de las fuentes energéticas y la dotación de la totalidad de equipos consumidores de energía que utiliza la unidad encuestada. De cada equipo se releva, entre otros datos, su capacidad de producción, potencia, tipo de tecnología (por ejemplo, en el caso de autogeneración), combustible o combustibles utilizados, eficiencia, factor de carga y las horas anuales de utilización; lo que permite luego asignar los consumos de las fuentes a cada equipo, y por lo tanto, obtener los consumos por usos. Luego, con el consumo de energía de cada equipo y con su eficiencia, informada en algunos casos en la encuesta o estimada, se obtiene la energía útil de cada equipo.

Para el sector Pesca la unidad sobre la cual se capta la información es la embarcación y no la empresa. Sin embargo, para cubrir el caso de aquellas empresas podrían tener instalaciones en tierra, cuya finalidad es el almacenamiento, pero no la industrialización, la encuesta fue diseñada para cubrir los consumos energéticos de esta etapa. Sin embargo, los resultados de la encuesta reflejaron que sólo dos embarcaciones tenían consumos en tierra, los cuales eran únicamente en iluminación.

Las principales fuentes energéticas consumidas en las embarcaciones de pesca de la República Oriental del Uruguay son las siguientes:

1. SG: Supergás
2. NF: Nafta
3. DO: Diesel Oil
4. GO: Gas Oil
5. FO: Fuel Oil
6. EE: Electricidad

Se consideraron las siguientes categorías de usos en el sector pesca

1. Iluminación
2. Calor
3. Frío
4. Fuerza Motriz Propulsión
5. Fuerza Motriz
6. Uso no productivo
7. Uso no energético

Iluminación: luz artificial que permite prolongar el horario de las actividades humanas durante la noche y servir de complemento a la luz natural durante el día, cuando ésta no es suficiente, por condicionantes climáticas o constructivas de las embarcaciones.

Calor: equipo que calienta algún fluido de trabajo (agua, aceite, aire) con una fuente térmica, a través de un intercambiador de calor, ya sea para uso directo, o para transportar calor para un uso productivo.

Frío: equipo que normalmente incluye compresores de refrigeración, el cual utiliza la energía para la producción de frío destinado básicamente a prolongar el período durante el cual los productos de la pesca se mantienen sin sufrir descomposición.

Fuerza Motriz de Propulsión: sistema que mueve la embarcación a partir de un motor Diesel que accionan el sistema propulsor (eje y hélice)

Fuerza Motriz: equipos que transforman la energía eléctrica o térmica en energía mecánica. Normalmente motores diesel o eléctricos de inducción.

Uso no productivo: corresponde a usos de la energía destinados a satisfacer las necesidades energéticas del personal embarcado (iluminación, calentamiento de alimentos, etc.)

Usos no energéticos: Usos de combustibles, grasas o lubricantes destinados a limpieza o mantención de los equipos o maquinaria en la embarcación¹.

Además, la información a relevar incluye la autoproducción de Electricidad y el correspondiente consumo de combustibles. La Electricidad autoproducida es asignada a los diferentes usos dentro de la embarcación. En cambio, el consumo de combustibles para dicha autoproducción, no se incluye en los usos finales ya que es un consumo intermedio.

¹ De la muestra considerada no se relevó ningún consumo en esta categoría, por lo cual este punto no se desarrollará en el presente informe.

Para el caso de la autogeneración a partir del eje propulsor del barco, mediante alternador acoplado a éste, el consumo de combustible para autogeneración se estima en base a la producción de electricidad generada y los rendimientos del motor y el alternador.

2. Diseño de la Muestra

Los universos de referencia para el diseño del muestreo en Pesca se construyeron en base a la captura anual de pesca industrial, correspondiente al año 2006, proporcionada por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA).

Sobre la base de la captura por embarcación, se procedió a particionar el universo de pesca según estratos de tamaño. Los criterios de estratificación por tamaño se definieron en función de la captura anual de las embarcaciones, considerándose “Grande” a las embarcaciones que superan las 2.000 ton de captura anual; “Mediana” a las embarcaciones cuya captura está entre 1.000 y 2.000 ton anuales; y “Pequeñas” a las embarcaciones cuya captura es inferior a 1.000 ton anuales. En el cuadro siguiente se presenta dicha distribución para la del universo de pesca.

Cuadro 2.1.
Sector Pesca

Partición por estratos de tamaño del universo de Pesca

Actividad	Grandes (G)	Medianas (M)	Pequeñas (P)	Total
Pesca	16	39	44	99

Fuente: elaboración propia sobre la base de información proporcionada por DINARA.

Diseño del muestro y determinación del tamaño de la muestra

Con relación al universo de pesca se adoptó un esquema de muestreo aleatorio estratificado, donde el tamaño de las muestras se determinó respetando el nivel de confiabilidad requerido en los Términos de Referencia del Proyecto.

Las ecuaciones utilizadas para la determinación del tamaño de las muestras, con los niveles de confianza del 95% y errores aceptables, se incluyen a continuación. Es así como, el tamaño muestral (n) queda expresado por la función (1)

$$(1) \quad n = (\sum_h W_h S_h)^2 / [(d^2/t^2) + (\sum_h W_h S_h^2 / N)]$$

Donde:

$$W_h = N_h / N$$

y,

N: Tamaño del subuniverso

N_h : Tamaño de estrato h en el subuniverso

S_h^2 : la varianza poblacional del estrato h

S_h : el desvío estándar poblacional del estrato h

d : es el grado de precisión de la estimación

t : la abscisa de la distribución normal correspondiente a una probabilidad de 0,975

De modo tal, como se establece en los TdeR del Proyecto, que:

$$(2) \quad P (| \bar{x}_{St} - \bar{X} | < d) = 0,95$$

Donde:

$$\bar{x}_{St} = \sum_h W_h \bar{x}_h ; \quad \bar{x}_h = (1/n_h) \sum_h x_{hi}; \quad \bar{X} = (1/N) \sum_{ih} x_{hi}$$

Son respectivamente

\bar{x}_{St} : Media estratificada (estimador insesgado de la media poblacional del subuniverso)

\bar{x}_h : Media muestral del estrato h del subuniverso

\bar{X} : Media poblacional

n_h : Tamaño de la muestra en el estrato h del subuniverso

La expresión (1) presupone que la asignación del tamaño de la muestra a cada estrato sea realizada de manera óptima. Es decir, tomando en cuenta el grado relativo de la diversidad en cada estrato. Esto es, utilizando la siguiente expresión:

$$(3) \quad n_h = n (W_h S_h / \sum_h W_h S_h)$$

Los tamaños totales de la muestra para el sector se establecieron sobre la base de una confiabilidad del 95%, tal como se exigía en los Términos de Referencia del Proyecto, y grados de precisión aceptables. Se definió que el error no supere el 13%; considerando, por una parte, la restricción presupuestaria y, por otra, que el sector tiene una participación relativamente baja en el consumo final total de energía.

Mediante la aplicación de ese esquema de muestreo y los requerimientos del proyecto, resultaron los tamaños detallados en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.2.
Sector Pesca

Tamaño de las muestras correspondientes a Pesca, por estratos de tamaño

Actividad	Grandes	Medianas	Pequeñas	Total
Pesca	10	5	7	22

Fuente: elaboración propia.

3. Relevamiento de la información

En este punto se resumen los principales aspectos del desarrollo y resultados operativos del trabajo de campo; del procesamiento de los datos relevados; los resultados de la validación o cierre de las encuestas relevadas; y el error resultante con las encuestas finalmente aceptadas para la obtención de los resultados del estudio.

- a) El equipo de trabajo de campo para Pesca incluyó: un responsable técnico, un jefe de campo, un crítico, un digitador y un encuestador.
- b) La empresa responsable de la ejecución del trabajo de campo cumplió las siguientes funciones:
 - Selección y contratación del personal de campo y de oficina.
 - Coordinación y dirección del trabajo de campo.
 - Realización de la encuesta piloto a tres embarcaciones (una por cada estrato) y análisis de los resultados, concluyéndose que no era necesario hacer ajustes a los cuestionarios.
 - Planificación del trabajo de campo.
 - Realización del trabajo de campo.
 - Crítica primaria (revisión del supervisor) y secundaria (revisión del crítico) de la totalidad de los cuestionarios.
 - Re-contacto de encuestados para los cuestionarios incompletos.
 - Sustitución de aquellos casos en que la unidad seleccionada originalmente no pueda ser encuestada por diversos motivos.
 - Digitación en los programas de captura de todos los cuestionarios relevados.
- c) El equipo consultor, por su parte, proporcionó los siguientes elementos para la realización del trabajo de campo:
 - Diseño de las muestras.
 - Diseño del cuestionario.
 - Confección del manual del encuestador
 - Confección de instrucciones de trabajo para el supervisor, crítico y digitador.
 - Capacitación del plantel de encuestadores.
 - Capacitación y asistencia a los supervisores, críticos y digitadores.
 - Diseño y desarrollo de los programas de captura de datos, procesamiento de encuestas (cálculos de consumo, eficiencia, energía útil, potencial de ahorro, etc.), análisis de consistencia (cierre de compras y consumo de los equipos) y obtención de las salidas de resultados.
- d) Previo a la capacitación de encuestadores y supervisores, el diseño del cuestionario fue consensuado con el equipo de contraparte de la DNETN.

- e) La capacitación de encuestadores y supervisores se realizó en una jornada de aproximadamente 3 horas de duración. La asistencia incluyó personal de la empresa y potenciales encuestadores seleccionados por ésta.
- f) Durante el desarrollo de la encuesta hubo que reemplazar una embarcación de la muestra, debido a que ésta no se encontraba en actividad.
- g) La digitación de la información relevada no presentó inconvenientes por parte de la encuestadora.
- h) Una vez recibidos los cuestionarios, durante el procesamiento se detectaron las siguientes situaciones:
- En algunas encuestas se detectó que el encuestado tenía un conocimiento insuficiente en materia de energía (lo cual, no podía ser resuelto por encuestadores ni el crítico). Entre otros problemas, destacan: a) los errores en las unidades en que se expresaba la capacidad, potencia y el consumo específico (no había correspondencia en los órdenes de magnitud respectivos), b) una confusión entre estas variables o la diferencia conceptual entre ellas, c) muy pocos conocían la eficiencia de sus equipos, d) en muchos casos se desconocían los características técnicas y de operación de los equipos. Estas situaciones se solucionaron durante el proceso de cierre y consistencia por parte del equipo consultor.
 - Se detectaron inconsistencias de información en algunas encuestas, es decir, una gran diferencia entre las compras de las distintas fuentes y los consumos de los equipos declarados. Ellas se explicaban por insuficiente identificación de los equipos usuarios, ya sea porque no se incluían listas anexas de equipos (fácilmente resuelto) o porque las empresas los habían ignorado. Igualmente, se declaraban fuentes de energía compradas sin equipos que las consumieran. Estas situaciones se solucionaron durante el proceso de cierre, consultando a la empresa encuestada en los casos necesarios.
- i) El programa requerido para la elaboración de la base de datos y procesamiento de las encuestas consideró una interfaz de digitación Excel, desarrollada a partir del mismo cuestionario Excel; esto hizo que la digitación fuese muy simple. Dado el número reducido de encuestas del sector pesca el procesamiento se programó en base a planillas de cálculo Excel.
- j) Se realizaron efectivamente un total de 22 encuestas para todo el sector y de ellas se validaron 22.
- k) El resultado en cuanto a la cantidad de encuestas realizadas y validadas, incluyendo la estratificación de las mismas y los errores finales, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 3.1
Sector Pesca
Muestra relevada y error resultante
Año 2006

Subsector	G	M	P	Total	Error
Pesca	10	5	7	22	12%

Fuente: elaboración propia.

4. Expansión de los Resultados y Ajuste al Balance Energético Nacional

La variable de expansión utilizada es la captura total, en toneladas, de la pesca industrial.

El cuadro siguiente resume la estadística facilitada por DINARA en cuanto a captura anual para el año 2006 del subsector Pesca Industrial. Se presentan los valores de la variable de expansión para cada estrato de la muestra, definido en el Capítulo 2, especificando la captura de la muestra y del universo para el estrato correspondiente, y definiendo con ello los Factores de Expansión (FE) como el cociente entre las respectivas capturas del universo y la muestra para cada uno de dichos estratos.

Cuadro 4.1.
Sector Pesca
Captura por estrato de la muestra y del universo y Factores de Expansión
Año 2006

TAMAÑO	UNIVERSO (tn)	MUESTRA (tn)	FE
Grandes	65.397	23.975	2,728
Medianas	52.617	8.096	6,499
Pequeñas	14.589	1.226	11,902

Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de DINARA

Una vez expandidos los resultados, es necesario ajustar estos valores a los consumos de cada fuente consignados en el Balance Energético Nacional (BEN) obtenidos de las estadísticas energéticas registradas.

Los Factores de Ajuste al Balance Energético Nacional (BEN) surgen, en líneas generales, como el cociente entre los valores de los consumos de energía por fuente obtenidos del BEN (Consumo Final + Consumo Intermedio en Autoproducción + Consumo No Energético) y los consumos de energía neta resultantes de la expansión de las encuestas.

Para algunas fuentes, el Factor de Ajuste al BEN se obtiene para cada sector independientemente; mientras que para otras en forma conjunta a otro sector o para la totalidad de los sectores de consumo.

En Pesca², se obtienen los FA como se detalla a continuación:

Electricidad:

FA = 1, debido a que toda la Electricidad consumida proviene de la autoproducción y esta no está incluida en el BEN por no existir registros estadísticos de la misma.

Supergás, Nafta y Gas Oil:

FA = (consumo final No Energético + consumo final Energético) del BEN / (consumo en Centrales Eléctricas de Autoproducción + consumo final No Energético + consumo final Energético) de las muestras expandidas de todos los sectores y el consumo del sector Transporte

² Incluye Pesca Artesanal e Industrial

Diesel Oil:

FA = (consumo Residencial + consumo Comercial y Servicios + consumo Transporte + consumo Construcción) del BEN / (consumo Residencial + consumo Comercial y Servicios + consumo Transporte + consumo Construcción + consumo Pesca) de las muestras expandidas

En el Cuadro 4.2 se presentan los Factores de Ajuste a aplicar a cada fuente del sector Pesca.

Cuadro 4.2
Sector Pesca
Factores de Ajuste al Balance Energético
Año 2006

Fuente	Factor de Ajuste
Supergás	0,601
Nafta	1,022
Gas Oil	0,921
Diesel Oil	0,338
Electricidad	1,000

Fuente: elaboración propia.

5. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos del Sector Pesca

Para el Sector Pesca se analizará la estructura del consumo energético por fuentes y usos, tanto en Energía Neta como en Energía Útil, los rendimientos de utilización de cada fuente y cada uso, la importancia de cada uso en el conjunto de los usos, la participación de los usos en el consumo de las distintas fuentes y de las fuentes en el uso. En el Anexo 1 se detalla la estructura de los consumos de energía por estrato de tamaño de las embarcaciones.

Dado que los consumos relevados son a bordo de la embarcación, se debe aclarar que la totalidad de los consumos eléctricos relevados corresponden a la electricidad autogenerada, cuyas fuentes combustibles utilizadas en la autogeneración se detallan en el punto 5.3.

5.1. Consumo de Energía Neta y Útil por Fuentes y Usos Total Sector Pesca

De acuerdo con el Cuadro 5.1.1 el consumo de Energía Neta en el Sector Pesca alcanza a 51,7 kTep, siendo las principales fuentes el Gas Oil, con 41,3 kTep, y la Electricidad, con 9,0 kTep³. Cabe señalar que todos los usos eléctricos son abastecidos por la autogeneración.

Al nivel de los usos destacan la Fuerza Motriz de Propulsión⁴, con 41,6 kTep; el Frío, con 4,4 kTep y la Fuerza Motriz, con 4,1 kTep.

Cuadro 5.1.1
Sector Pesca
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				367,1	367,1
Calor			1.072,9		1.072,9
Frío				4.352,7	4.352,7
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			39.156,1		39.156,1
b) Pesca Artesanal		1.392,4	1.097,7		2.490,1
Fuerza motriz				4.100,2	4.100,2
Uso no productivo	18,4			134,9	153,4
Total	18,4	1.392,4	41.326,8	8.955,0	51.692,6

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al Cuadro 5.1.2, en el abastecimiento de los usos finales destaca la participación del Gas Oil (79,9%) y la Electricidad (17,3%).

³ En los pocos casos en que se reconoció la existencia de establecimientos en tierra, no se consignaron consumos.

⁴ Incluyendo Pesca Industrial y Artesanal. Esto es válido para todo el informe a menos que se precise lo contrario.

Cuadro 5.1.2
Sector Pesca
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta por Usos
Año 2006 – en %

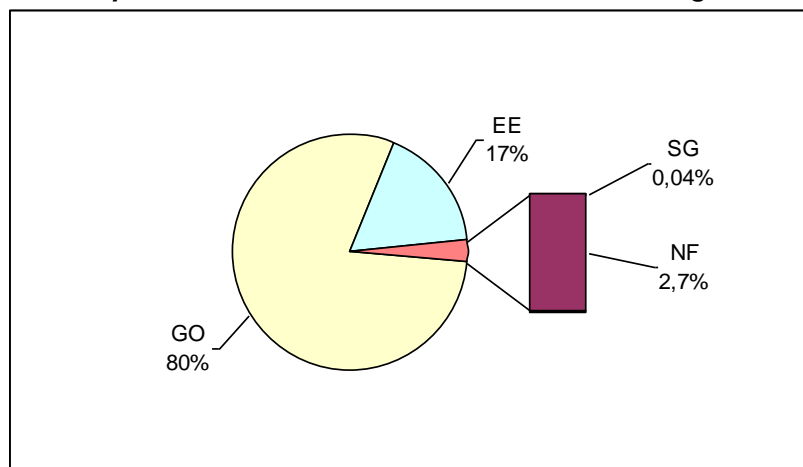
Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				100,0	100,0
Calor			100,0		100,0
Frío				100,0	100,0
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			100,0		100,0
b) Pesca Artesanal		55,9	44,1		100,0
Fuerza motriz				100,0	100,0
Uso no productivo	12,0			88,0	100,0
Total	0,04	2,7	79,9	17,3	100,0

Fuente: elaboración propia

Dentro del Sector Pesca no existe una competencia significativa entre las fuentes para los distintos usos productivos, salvo el caso de la Fuerza Motriz de Propulsión en la Pesca Artesanal, en que se reparte el consumo de energía entre Nafta y Gas Oil (55,9% y 44,1% respectivamente).

El Gráfico 5.1.1 permite visualizar la importancia relativa de las distintas Fuentes, al nivel de la Energía Neta.

Gráfico 5.1.1
Participación de las Fuentes en el consumo de Energía Neta



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el Cuadro 5.1.3, al nivel de la Energía Neta, destacan en el consumo de las distintas fuentes, los usos Fuerza Motriz de Propulsión (80,6%) y Frío (8,4%).

Cuadro 5.1.3
Sector Pesca
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta por Fuentes
Año 2006 – en %

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				4,1	0,7
Calor			2,6		2,1
Frío				48,6	8,4
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			94,7		75,7
b) Pesca Artesanal		100,0	2,7		4,8
Fuerza motriz				45,8	7,9
Uso no productivo	100,0			1,5	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

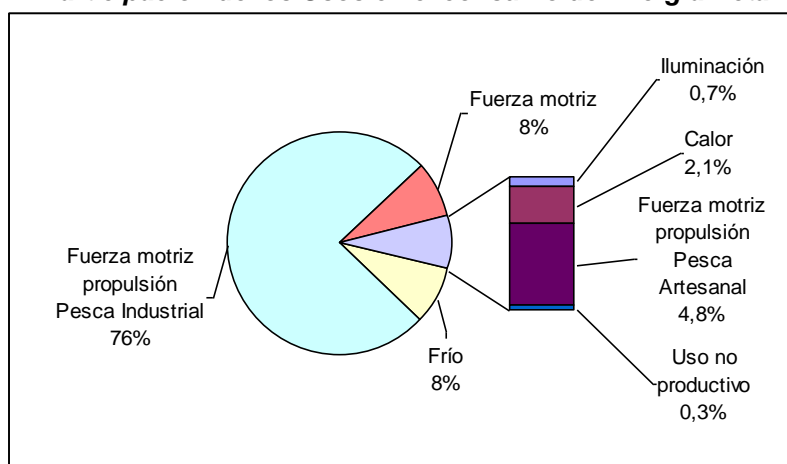
Fuente: elaboración propia

Notas:

1. La Fuerza Motriz está asociada fundamentalmente a las bombas y en menor medida a los compresores de aire y grúas.
2. El uso Calor está asociado a calderas.
3. El uso de Frío es para embarcaciones Grandes, Medianas y Pequeñas, como se puede ver en detalle en el Anexo1.

El Gráfico 5.1.2 permite visualizar la importancia relativa de los distintos Usos, al nivel de la Energía Neta.

Gráfico 5.1.2
Participación de los Usos en el consumo de Energía Neta



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el Cuadro 5.1.4, el consumo de Energía Útil del Sector Pesca alcanza los 19,6 kTep; siendo las principales fuentes el Gas Oil, con 12,8 kTep, y la Electricidad, con 6,5 kTep.

Al nivel de los usos destacan la Fuerza Motriz de Propulsión, con 12,3 kTep, la Fuerza Motriz, con 3,7 kTep, y el Frío, con 2,6 kTep.

Cuadro 5.1.4
Sector Pesca
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006- en Tep

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				33,0	33,0
Calor			826,2		826,2
Frío				2.635,3	2.635,3
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			11.736,4		11.736,4
b) Pesca Artesanal		250,6	263,5		514,1
Fuerza motriz				3.695,0	3.695,0
Uso no productivo	8,3			114,6	122,9
Total	8,3	250,6	12.826,0	6.477,9	19.562,9

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 5.1.5 se puede apreciar que el bajo rendimiento del Gas Oil, en sus respectivos usos, hace que éste pierda importancia relativa al nivel de la Energía Útil, pasando de un 79,9% de participación al nivel de Energía Neta, a 65,6% al nivel de Energía Útil. Caso contrario ocurre con la Electricidad, la que casi duplica su participación con respecto a la Energía Neta, alcanzando un 33,1%.

Cuadro 5.1.5
Sector Pesca
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Útil por Usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				100,0	100,0
Calor			100,0		100,0
Frío				100,0	100,0
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			100,0		100,0
b) Pesca Artesanal		48,8	51,2		100,0
Fuerza motriz				100,0	100,0
Uso no productivo	6,8			93,2	100,0
Total	0,04	1,3	65,6	33,1	100,0

Fuente: elaboración propia

A su vez, de acuerdo con el Cuadro 5.1.6, al nivel de Energía Útil, los usos que destacan en el consumo de las distintas fuentes son la Fuerza Motriz de Propulsión (62,6%), la Fuerza Motriz (18,9%) y el Frío (13,5%).

Cuadro 5.1.6
Sector Pesca
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Útil por Fuentes
Año 2006 – en %

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				0,5	0,2
Calor			6,4		4,2
Frío				40,7	13,5
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			91,5		60,0
b) Pesca Artesanal		100,0	2,1		2,6
Fuerza motriz				57,0	18,9
Uso no productivo	100,0			1,8	0,6
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el Cuadro 5.1.7, el rendimiento total del Sector Pesca es de 37,8%, siendo las fuentes que logran un mayor rendimiento la Electricidad (72,3%) y el Supergás (45,0%).

A nivel de los usos destacan la Fuerza Motriz (90,1%), los Usos No Productivos (80,1%), el Calor (77,0%) y el Frío (60,5%).

Cuadro 5.1.7
Sector Pesca
Rendimientos de Utilización
Año 2006 – en %

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				9,0	9,0
Calor			77,0		77,0
Frío				60,5	60,5
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			30,0		30,0
b) Pesca Artesanal		18,0	24,0		20,6
Fuerza motriz				90,1	90,1
Uso no productivo	45,0			84,9	80,1
Total	45,0	18,0	31,0	72,3	37,8

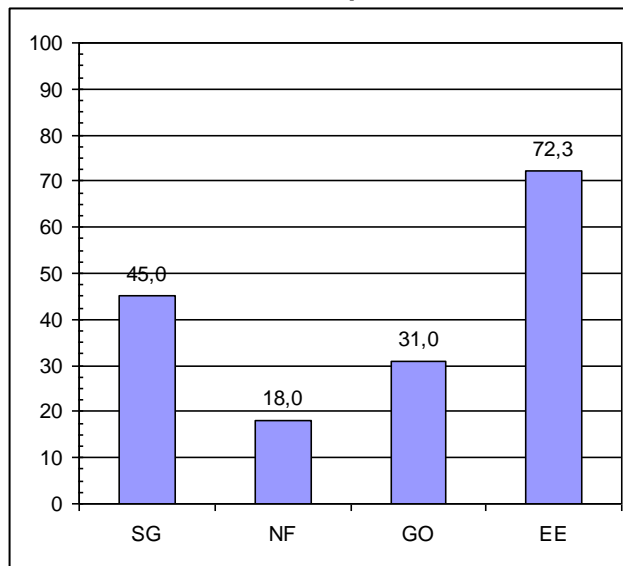
Fuente: elaboración propia

Notas:

- a) El presente cuadro se calcula como cociente entre la Energía Útil y la Energía Neta. La Energía Útil se calcula para cada equipo según los rendimientos indicados en el Anexo 2.
- b) Corresponde a la electricidad autogenerada

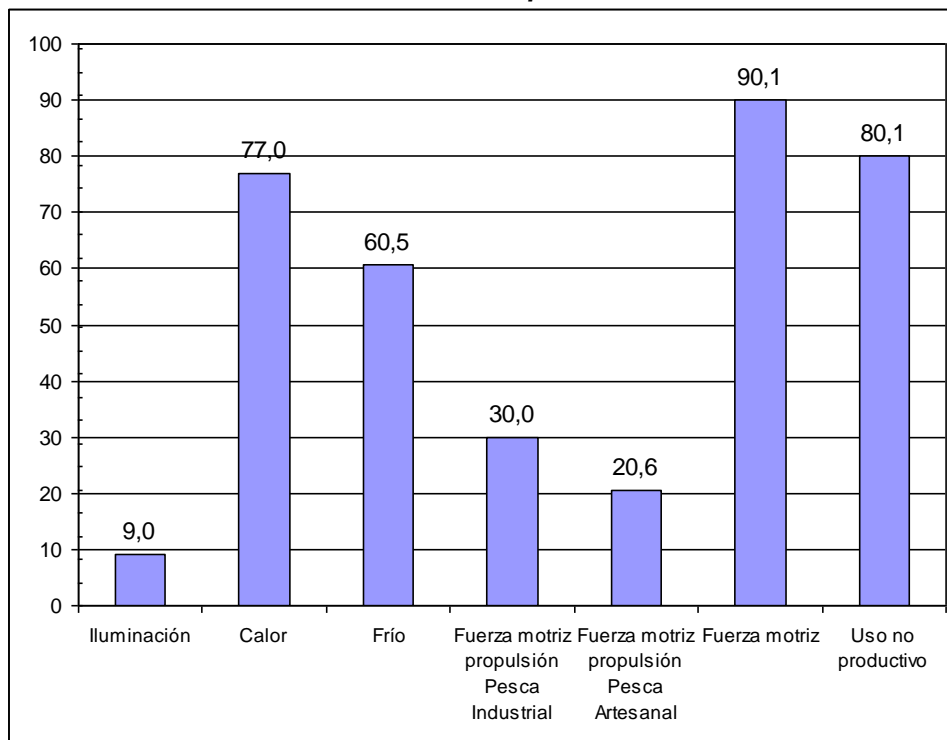
El Gráfico 5.1.3 y el Gráfico 5.1.4 permiten visualizar los rendimientos por fuentes y por usos respectivamente.

Gráfico 5.1.3
Rendimientos por fuente



Fuente: elaboración propia
Nota: Los rendimientos corresponden a un promedio ponderado de los rendimientos en cada aplicación

Gráfico 5.1.4
Rendimientos por uso



Fuente: elaboración propia

A continuación, en el Cuadro 5.1.8, se presenta la estructura del consumo de Energía Neta para el Sector Pesca por estratos de tamaño y fuente. Estos estratos corresponden sólo a la Pesca Industrial, de ahí la diferencia en los valores con respecto al Cuadro 5.1.1, que incluye además la Pesca Artesanal. Es importante notar que los tres estratos presentan

consumos Energía Neta bastante similares, siendo el estrato Pequeño el que presenta el mayor de ellos con 16,7 kTep.

Cuadro 5.1.8
Sector Pesca
Consumo de Energía Neta por estrato de tamaño y fuente
Año 2006 – en Tep

Estrato de tamaño	SG	GO	EE	Total	Total Porcentaje
Grande	3,7	13.609,0	2.839,9	16.452,7	33,4%
Mediano	7,2	13.656,3	2.435,2	16.098,7	32,7%
Pequeño	7,5	12.963,7	3.679,9	16.651,1	33,8%
Total	18,4	40.229,1	8.955,0	49.202,5	100,0%
Total Porcentaje	0,04%	81,8%	18,2%	100,0%	

Fuente: elaboración propia

Para ver el detalle de estos consumos dirigirse al Anexo 1.

En el Cuadro 5.1.9 se presenta la intensidad de consumo energético según los estratos de tamaño.

Cuadro 5.1.9
Sector Pesca
Intensidad de Consumo Energético por Estrato de Tamaño
Año 2006 – en kep/ton de captura

Estrato de tamaño	Total
Grande	251,6
Mediano	306,0
Pequeño	1.141,3

Fuente: elaboración propia

5.2. Consumos de Energía Neta por Uso y Antigüedad

En el Cuadro 5.2.1 se presenta el consumo de Energía Neta por Uso y Antigüedad, de los equipos del Sector Pesca Industrial. En la columna “Antigüedad NO Definida” se presentan los consumos de energía neta de los Usos Iluminación y Usos No Productivos, porque en ambos no se preguntó la antigüedad de los equipos. En Iluminación no tiene sentido la Antigüedad, dada la reducida vida útil de las luminarias o que desde el punto de vista de los consumos ellos no son relevantes, como los Usos no Productivos. En la columna “Antigüedad NO Informada” se presentan los consumos de los equipos cuya antigüedad no se informó en la encuesta, a pesar de haberse preguntado. En la última columna y fila del cuadro se presentan los porcentajes correspondientes a los totales.

Cuadro 5.2.1
Sector Pesca
Consumo de Energía Neta por Uso y Antigüedad
Año 2006 – en Tep

Usos	0-5 Años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	21-30 años	31-40 años	Más de 40 años	NO Informada	NO Definida	Total	Total Porcentaje
Iluminación									367	367	0,7%
Calor					1.073					1.073	2,2%
Frío	2.231	76	4	539	213	248		1.042		4.353	8,8%
Fuerza motriz propulsión	6.871	564	1.569	3.988	3.829	13.138	2.814	6.385		39.156	79,6%
Fuerza motriz	1.255	366	1.123	527	436	220		173		4.100	8,3%
Uso no productivo									153	153	0,3%
Total	10.356	1.006	2.696	5.054	5.551	13.606	2.814	7.600	520	49.202	100%
Total Porcentaje	21,0%	2,0%	5,5%	10,3%	11,3%	27,7%	5,7%	15,4%	1,1%	100%	

Fuente: elaboración propia

Se destaca el consumo de los equipos en el rango de 31-40 años, con 13,6 kTep (27,7%), y el rango de 0-5 años, con 10,4 kTep (21,0%).

5.3. Autoproducción de Electricidad

La potencia instalada para la Autoproducción de Electricidad es de 74,6 MW, en el año 2006, correspondiendo en su totalidad a equipos a Gas Oil. La distribución de la potencia instalada, por estratos de tamaño, se presenta en el Cuadro 5.3.1.

Cuadro 5.3.1
Sector Pesca
Potencia Instalada en Equipos de Autogeneración por Estrato y Fuente
Año 2006 – en kW

Estrato de tamaño	GO	Total
Grande	20.375,3	20.375,3
Mediano	13.370,3	13.370,3
Pequeño	40.811,1	40.811,1
Total	74.556,8	74.556,8

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la distribución de la potencia instalada por estratos de tamaño, el estrato Pequeño es el que presenta la mayor potencia instalada, con 40,8 MW. Este alto valor para

las embarcaciones pequeñas se debe principalmente a la captura para este grupo, y por ende, su alto factor de expansión. Adicionalmente, en el Cuadro 5.3.2 se aprecia que la electricidad generada en todos los sectores es similar (aparente contradicción con lo anteriormente dicho). La diferencia entre ellos son las horas de navegación, siendo en promedio mucho menores en las embarcaciones pequeñas que en las medianas y grandes. En definitiva, si se consideran 8.760 horas para las embarcaciones pequeñas, el factor de carga sería mucho más bajo. Esta observación se aplica a todos los cuadros del presente punto.

El Cuadro 5.3.2 muestra la Electricidad generada en el Sector Pesca por estratos de tamaño, según los equipos eléctricos utilizados, la cual alcanza los 104,1 GWh/año, siendo el estrato Pequeño el que aporta la mayor cantidad, con 42,8 GWh/año.

Cuadro 5.3.2
Sector Pesca
Generación de Electricidad con Equipos por Estrato y Fuente
Año 2006 – en MWh/año

Estrato de tamaño	GO	Total
Grande	33.022,2	33.022,2
Mediano	28.316,3	28.316,3
Pequeño	42.789,3	42.789,3
Total	104.127,8	104.127,8

Fuente: Elaboración propia

Los moto generadores y los alternadores acoplados al motor de propulsión son la única fuente de energía eléctrica de las embarcaciones. Conviene señalar que en todas las embarcaciones existen baterías que alimentan distintos usos, pero no existe información respecto de la energía que proporcionan (potencias, número de cargas, etc.), por lo que se optó por no considerarlas, ya que su alimentación proviene de los equipos identificados previamente y el uso de la energía producida está contemplada en la estimación de los usos finales

El Cuadro 5.3.3 muestra el Consumo de Combustibles en Autoproducción por estratos de tamaño para el Sector Pesca, el que alcanza los 27,9 kTep, siendo el estrato Pequeño el que presenta el mayor consumo, 11,5 kTep, el cual corresponde exclusivamente a Gas Oil.

Cuadro 5.3.3
Sector Pesca
Consumo de Combustibles para la Autogeneración con Equipos por Estrato y Fuente
Año 2006 – en Tep

Estrato de tamaño	GO	Total
Grande	8.922,1	8.922,1
Mediano	7.480,7	7.480,7
Pequeño	11.458,6	11.458,6
Total	27.861,5	27.861,5

Fuente: elaboración propia

5.4. Consumo de Energía Neta y Útil por uso para la Pesca Artesanal

De acuerdo con informaciones de DINARA, el tamaño de la flota de embarcaciones artesanales y sus consumos de Energía Neta serían los que se incluyen en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.4.1
Sector Pesca Artesanal
Consumo de Energía Neta por Fuentes. Fuerza motriz propulsión
Año 2006 – en Tep

Ítems/combustibles	Nafta	Gas Oil
Embarcaciones	500	60
Días operativos al mes	12	15
Horas de navegación por salida	6	8,5
Días totales al año	144	180
Potencia media HP	15	80
Consumo l/hora	4	15
Consumo anual por embarcación (l/año)	3456	22.050
Consumo anual flota (l/año)	1.728.000	1.377.000
Consumo en kep	1.362.355	1.191.931
Consumo en Tep	1.362,4	1.191,9
Consumo en Tep Ajustado al BEN	1.392,4	1.097,7

Fuente: Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

En términos de Energía Útil, los consumos de la Pesca artesanal ajustados al BEN se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.4.2
Sector Pesca Artesanal
Consumo de Energía Útil por Fuentes Ajustado al BEN
Año 2006 – en Tep

Uso energético	NF	GO	Total
Fuerza motriz propulsión	250,6	263,5	514,1

Nota: Se adoptaron rendimientos de 24% para los motores a GO y un 18% para los motores a NF.

Fuente: elaboración propia

6. Potencial de Ahorro por Fuentes y Uso

6.1. Bases para el cálculo de los potenciales de ahorro

Se obtuvo un potencial de ahorro de energía neta para el sector Pesca a partir de una estimación del ahorro potencial en cada equipo para los distintos usos energéticos.

Se definió un rendimiento óptimo para cada tipo de equipo en los usos energéticos, obtenidos de diferentes referencias bibliográficas que se indican para cada uso, el cual determina el respectivo potencial de ahorro.

El consumo óptimo de un equipo k, usando la fuente de energía i, se calcula con la ecuación siguiente:

$$\text{Consumo}_{i,k}^{\text{optimo}} \text{ [ep]} = \frac{EU_{i,k} \text{ [ep]}}{\eta_k^{\text{optimo}} \left[\frac{\%}{100} \right]}$$

El ahorro de energía en cada equipo se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro}_{i,k} \text{ [ep]} = \text{Consumo}_{i,k} \text{ [ep]} - \text{Consumo}_{i,k}^{\text{optimo}} \text{ [ep]}$$

Los rendimientos óptimos considerados para cada uso, fueron los siguientes:

Iluminación:

Se usó como rendimiento óptimo, el rendimiento de la lámpara más eficiente típicamente usada en las embarcaciones⁵:

- 25% para fluorescentes
- 25% para haluro metálico
- 30% para sodio alta presión

Calor:

Se consideró como rendimiento óptimo el rendimiento de una caldera de vapor en muy buenas condiciones de funcionamiento: 87%⁶.

Fuerza Motriz de Propulsión:

En el caso de la Pesca Industrial. Se ha considerado el rendimiento de este sistema hasta el eje propulsor incluido, estimándose un rendimiento óptimo de 37%⁷.

⁵ Valor obtenido en base a la experiencia PRIEN y Fundación Bariloche.

⁶ Valor obtenido en base a la experiencia PRIEN y publicaciones chilenas en Revista Induambiente.

⁷ Valor obtenido en base a la experiencia PRIEN y Fundación Bariloche.

Para la Pesca Artesanal se consideró como rendimiento óptimo 21% para los motores a Nafta y 27% para los motores a Gas Oil⁸.

Fuerza Motriz:

En el caso de motores eléctricos, el rendimiento óptimo se obtuvo a partir de los rendimientos según la NORMA IEC para motores eficientes EFF1 (NEMA Premium en el caso de motores fabricados bajo norma NEMA), definida en función de la potencia del motor en HP o kW. Estos datos de potencia se expresaron en kep/hr y se obtuvo la siguiente ecuación para estimar el rendimiento óptimo de motores eléctricos, donde P es la potencia del motor:

$$\eta_k^{óptimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = \frac{2,49 \cdot \ln \left(P \left[\frac{kep}{hr} \right] \right) + 90,65}{100}$$

El resultado de evaluar la fórmula anterior con la potencia del motor debe arrojar un resultado igual o menor a 96% (pues es el límite de validez de esta fórmula), en caso contrario se aplica este valor.

Frío:

El rendimiento óptimo en este caso es una mezcla de reemplazar el motor eléctrico respectivo por uno eficiente y reemplazar el compresor por uno de mayor eficiencia⁹. Para la eficiencia del motor eléctrico, su rendimiento se estimó de la misma manera que para fuerza motriz eléctrica y para los compresores se consideró la opción de compresores alternativos, tornillo y scroll, los cuales tienen una eficiencia óptima del 75%.

Autoproducción de Electricidad:

En el caso de la autoproducción de electricidad, la estimación del potencial de ahorro se realizó de manera similar a las anteriores, esto es, considerando un rendimiento óptimo para estimar el ahorro de igual manera que los demás usos. Sin embargo, aquí se consideraron tres formas de obtener ahorros en el consumo:

1. Ahorro por generación óptima
2. Ahorro por consumo óptimo
3. Ahorro conjunto

- Ahorro por generación óptima:

Este considera una eficiencia óptima en el equipo generador, independiente de los consumos que se alimenten.

⁸ Valor obtenido en base a la experiencia PRIEN y Fundación Bariloche.

⁹ Ref. Phelan, E.- Swanson, J.- Chiriach, F. – Chiriach, V. *DESIGNING A MESOSCALE VAPOR-COMPRESSION REFRIGERATOR FOR COOLING HIGH-POWER MICROELECTRONICS*.

Artículo obtenido en la dirección web <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01319177>.

El rendimiento óptimo utilizado corresponde a la multiplicación del rendimiento de un motor de máxima eficiencia¹⁰ alimentado con la fuente correspondiente (Gas Oil, Diesel Oil, Nafta), y el rendimiento máximo de un alternador eficiente (98%), puesto que se consideró un ahorro potencial sólo para los equipos mayores a 100 HP. La fórmula general es la siguiente:

$$\eta_k^{optimo} \left[\frac{\%}{100} \right] = \eta^{motor} \cdot 0,98$$

- Ahorro por consumo óptimo:

Este considera un ahorro de combustible del equipo generador obtenido a partir de un consumo óptimo en los equipos eléctricos a alimentar, manteniendo el rendimiento estimado, del equipo generador.

El ahorro se obtiene sumando los ahorros respectivos de todos los equipos eléctricos de la embarcación y dividiendo esta suma por el rendimiento del generador. En el caso de existir más de un equipo generador se pondera los ahorros correspondientes a cada equipo según la electricidad generada por el mismo con respecto al total. La fórmula general para estimar el ahorro del equipo generador i de una empresa con n generadores y m equipos eléctricos se presenta a continuación:

$$Ahorro_i[kep] = \frac{\sum_{k=1}^m Ahorro_k^{EE}[kep] \cdot \frac{Gen_i[kep]}{\sum_{j=1}^n Gen_j[kep]}}{\eta_i}$$

-Ahorro conjunto:

Este considera los dos ahorros anteriores aplicados a la vez, es decir, tanto un rendimiento óptimo del equipo generador como de los equipos eléctricos a alimentar. La fórmula general para estimar el ahorro del equipo generador i de una empresa con n generadores y m equipos eléctricos se presenta a continuación:

$$Ahorro_i[kep] = \frac{\sum_{k=1}^m Ahorro_k^{EE}[kep] \cdot \frac{Gen_i[kep]}{\sum_{j=1}^n Gen_j[kep]}}{\eta_i^{optimo}}$$

El potencial de ahorro estimado al nivel de la muestra se expande al universo con el mismo factor con que se expanden los consumos de Energía Neta.

6.2. Estimación de los potenciales de ahorro

En el Cuadro 6.2.1 se presenta el ahorro potencial estimado, en energía neta, por Usos y por Fuentes para el Sector Pesca, los que alcanzan a 8,8 kTep. Los mayores ahorros potenciales estimados corresponden al Gas Oil, con 7,5 kTep, y la Electricidad, con 1,1 kTep.

¹⁰ El rendimiento al que se refiere corresponde al rendimiento utilizado en Fuerza Motriz Fija.

A nivel de usos, los mayores ahorros potenciales corresponden a Fuerza Motriz de Propulsión, con 7,4 kTep, y Frío, con 0,7 kTep.

Cuadro 6.2.1
Sector Pesca
Estimación de potenciales de ahorro por usos y fuentes
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				250,0	250,0
Calor			53,0		53,0
Frío				678,1	678,1
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			7.375,0		7.375,0
b) Pesca Artesanal		198,9	122,0		320,9
Fuerza motriz				157,4	157,4
Total		198,9	7.549,9	1.085,5	8.834,3

Fuente: elaboración propia.

Nota: incluye electricidad autogenerada, pero no las mejoras de eficiencia en autogeneración.

El Cuadro 6.2.2 presenta la estimación de la importancia relativa de los potenciales de ahorro, la que alcanza a un total de 17,1%, correspondiendo los mayores ahorros al Gas Oil (18,3%) y la Nafta (14,3%). En cuanto a los usos, los mayores ahorros porcentuales se obtienen para Iluminación (68,1%), Fuerza Motriz de Propulsión de la Pesca Industrial (18,8%) y Frío (15,6%).

Cuadro 6.2.2
Sector Pesca
Estimación del ahorro por usos y fuentes
Año 2006 – en %

Usos	SG	NF	GO	EE	Total
Iluminación				68,1	68,1
Calor			4,9		4,9
Frío				15,6	15,6
Fuerza motriz propulsión					
a) Pesca Industrial			18,8		18,8
b) Pesca Artesanal		14,3	11,1		12,9
Fuerza motriz				3,8	3,8
Total		14,3	18,3	12,1	17,1

Fuente: elaboración propia.

El Cuadro 6.2.3 muestra el ahorro en Autoproducción de Electricidad por generación óptima del Sector Pesca, el que alcanza 4,9 kTep, siendo el estrato pequeño el que presenta un ahorro potencial mayor con 2,0 kTep.

Cuadro 6.2.3
Sector Pesca
Potencial de ahorro en Autoproducción por generación óptima
Año 2006 – en Tep

Estrato de tamaño	GO	Total
Grande	1.612,7	1.612,7
Mediano	1.230,0	1.230,0
Pequeño	2.038,8	2.038,8
Total	4.881,5	4.881,5

Fuente: elaboración propia

El Cuadro 6.2.4 muestra el ahorro en Autoproducción de Electricidad por consumo óptimo del Sector Pesca, el que alcanza 3,4 kTep, siendo el estrato pequeño el que presenta un ahorro potencial mayor con 1,4 kTep.

Cuadro 6.2.4
Sector Pesca
Potencial de ahorro en Autoproducción por consumo óptimo
Año 2006 – en Tep

Estrato de tamaño	GO	Total
Grande	1.021,5	1.021,5
Mediano	955,4	955,4
Pequeño	1.388,6	1.388,6
Total	3.365,5	3.365,5

Fuente: elaboración propia

El Cuadro 6.2.5 muestra el ahorro en Autoproducción de Electricidad por Ahorro Conjunto del Sector Pesca, el que alcanza 7,7 kTep, siendo el estrato pequeño el que presenta un ahorro potencial mayor con 3,2 kTep.

Cuadro 6.2.5
Sector Pesca
Potencial de ahorro en Autoproducción por ahorro conjunto
Año 2006 – en Tep

Estrato de tamaño	GO	Total
Grande	2.447,2	2.447,2
Mediano	2.034,9	2.034,9
Pequeño	3.180,5	3.180,5
Total	7.662,6	7.662,6

Fuente: elaboración propia

Nota: El ahorro conjunto no corresponde a la suma de los dos ahorros (autogeneración y uso)

7. Importancia del los Factores para los Procesos de Sustitución

De las 22 encuestas realizadas, que corresponde a la muestra realizada de pesca industrial, 19 contestaron la pregunta 27 del cuestionario. En ella, se pedía ordenar según la importancia dada por el encuestado, a los factores que influyen en la elección de las fuentes de energía. Los factores que se incluyeron en la pregunta se indican a continuación:

- Costo de la fuente de energía
- Costo del equipamiento nuevo y su instalación
- Seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía
- Daño sobre el medio ambiente exterior

A continuación se presentan los resultados obtenidos. Es importante notar que en algunos casos los porcentajes no suman 100%, situación que obedece a en algunos casos particulares, los encuestados asignaron la misma prioridad a más de un factor en dichos casos.

- Costo de la fuente de energía: un 26% le asignó la primera prioridad, un 47% la segunda, un 26% la tercera y 0% la última.
- Costo del equipamiento nuevo y su instalación: un 63% le asignó la primera prioridad, un 16% la segunda, un 5% la tercera y 16% la última.
- Seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía: un 16% le asignó la primera prioridad, un 26% la segunda, un 58% la tercera y 0% la última.
- Daño sobre el medio ambiente exterior: un 16% le asignó la primera prioridad, un 0% la segunda, un 5% la tercera y 79% la última.

Dados los resultados obtenidos, es posible ordenar los factores según la prioridad asignada que obtuvo mayor porcentaje en cada uno. De esta manera, los factores quedan ordenados como siguen:

1. Costo del equipamiento nuevo y su instalación
2. Costo de la fuente de energía
3. Seguridad, comodidad y limpieza de la fuente de energía
4. Daño sobre el medio ambiente exterior

8. Metodología de Actualización

Se presenta en este punto la metodología general para la actualización de los resultados de este estudio para los años posteriores al 2006.

El método parte de mantener las relaciones estructurales del consumo energético, obtenidas para el año 2006, que sólo se modifican apreciablemente en el largo plazo. Ello implica suponer que las principales características del consumo energético de la muestra relevada, dentro de un mismo módulo homogéneo, siguen siendo válidas. Estas características se resumen en los siguientes parámetros:

- Intensidad energética
- Estructura por usos del consumo energético
- Estructura por fuentes del consumo energético
- Rendimientos de utilización por fuentes y usos

Si bien no se puede establecer a priori un plazo en el que será necesario volver a realizar las encuestas, se considera que este método de actualización tiene una validez razonable, atendiendo a la finalidad para la que se realizó este estudio, de unos 5 a 10 años, dependiendo ello de los cambios que ocurran en las pautas de consumo de energía del sector. Será en definitiva el analista energético quien decida el momento para la realización de una nueva encuesta si dispone de fondos para ello.

Básicamente, la actualización se divide en dos etapas:

1. Nueva expansión de los resultados de la muestra al año de actualización
2. Ajuste de la nueva expansión al Balance Energético Nacional

8.1. Nueva Expansión de los Resultados de la Muestra

La variable de expansión para el Sector es el tonelaje de captura de las embarcaciones y la *intensidad energética* es consumo de energía por tonelada de captura [kep/tn].

Como se mencionó en el capítulo 4, para el sector Pesca no se dispuso, para la muestra y cada uno de los subuniversos, de variables determinantes del consumo energético como el valor agregado o valor bruto de producción con el nivel de desagregación requerido.

Ante ello, y dadas las características propias de la actividad económica del sector, se decidió tomar como variable de expansión el tonelaje de captura de las embarcaciones. Entonces queda como variable "proxy" a la *intensidad energética*, el tonelaje de captura por unidad de consumo de Energía Neta [Ton/kep].

Los pasos a seguir para la nueva expansión de los resultados son los siguientes:

1. Obtener el tonelaje de captura por estrato de tamaño de cada subuniverso para el año de actualización, tal como se ha realizado en el Cuadro 4.1.

Esta información se obtiene de DINARA, la cual incluye los tonelajes de captura de todas las embarcaciones. Estos se deben clasificar por estrato de tamaño según los rangos de captura indicados en el capítulo 2 de Diseño de la Muestra.

2. Obtener los nuevos Factores de Expansión por estrato, dividiendo la columna Universo del Cuadro 4.1 actualizada, por la columna Muestra del mismo cuadro.
3. Volver a expandir las matrices de consumo por fuentes y usos en Energía Neta para cada subsector y estrato de tamaño (presentadas en el Anexo 1).

La forma más práctica de realizar la nueva expansión es dividir cada elemento de las matrices de fuentes y usos por el correspondiente Factor de Expansión del año 2006 (Cuadro 4.2) y luego multiplicarlos por los Factores de Expansión actualizados.

4. Para actualizar las matrices de consumo de Energía Útil por fuentes y usos por estrato, se debe multiplicar una a una las correspondientes casillas de las matrices de Energía Neta obtenidas en el paso anterior, por las matrices de rendimientos del Anexo 1. Aunque esta operación es conveniente hacerla luego de realizar el ajuste al Balance Energético Nacional que se explica en el siguiente punto 8.2.
5. En cuanto a la actualización del Consumo de Autoproducción (Cuadro 5.3.3) debe realizarse de igual forma a la indicada en el punto 3 para la Energía Neta, dividiendo cada elemento de las matrices de fuentes y usos por el correspondiente Factor de Expansión del año 2006 (Cuadro 4.2) y luego multiplicarlos por los Factores de Expansión actualizados. Para la nueva expansión obtenida, debe verificarse que la Electricidad generada debe coincidir con la Electricidad consumida, dado que toda la Electricidad consumida en el sector proviene de la Autoproducción.

8.2. Ajuste al Balance Energético Nacional

Esta segunda etapa del proceso de actualización consiste en ajustar los resultados de las nuevas expansiones de las muestras al Balance Energético Nacional (BEN) del año actualizado.

Los nuevos Factores de Ajuste al BEN para cada fuente consumida en el sector Pesca deben calcularse repitiendo el procedimiento detallado en el Capítulo 4.

Los nuevos Factores de Ajuste deben aplicarse a todos los resultados obtenidos en el punto anterior, concluyendo así el proceso de actualización.

Anexo 1: Consumo de Energía Neta, Útil, Rendimientos y Potencial de Ahorro por Fuentes y Usos según estratos de Tamaño

En el presente Anexo se presentan los resultados del consumo del Sector Pesca, considerando únicamente la Pesca Industrial, expandiendo por tamaño. Los valores presentados son una referencia preliminar, pues la expansión del presente sector se hizo por los valores de captura de cada embarcación, clasificando su tamaño en función de este valor. Dado que la captura anual puede ser variable de un año a otro, la información relevada no puede asegurar los niveles de confianza y error a nivel de estrato de tamaño.

En cuanto a las diferencias de rendimientos, particularmente de la fuente Electricidad, entre las embarcaciones Medianas y Grandes se debe a que en las primeras el peso relativo del consumo de EE en Frío es mucho mayor, a diferencia de las embarcaciones grandes, donde el peso del consumo en EE en Fuerza Motriz es mucho mayor.

1. Estrato Grande

Cuadro A1.1.1
Sector Pesca – Estrato Grande
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			203,1	203,1
Calor				
Frío			708,9	708,9
Fuerza motriz propulsión		13.609,0		13.609,0
Fuerza motriz			1.888,3	1.888,3
Uso no productivo	3,7		39,6	43,3
Total	3,7	13.609,0	2.839,9	16.452,7

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.1.2
Sector Pesca – Estrato Grande
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta por Usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			100,0	100,0
Calor				
Frío			100,0	100,0
Fuerza motriz propulsión		100,0		100,0
Fuerza motriz			100,0	100,0
Uso no productivo	8,6		91,4	100,0
Total	0,02	82,7	17,3	100,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.1.3
Sector Pesca – Estrato Grande
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta por Fuentes
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			7,2	1,2
Calor				
Frío			25,0	4,3
Fuerza motriz propulsión		100,0		82,7
Fuerza motriz			66,5	11,5
Uso no productivo	100,0		1,4	0,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.1.4
Sector Pesca – Estrato Grande
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			14,4	14,4
Calor				
Frío			424,5	424,5
Fuerza motriz propulsión		4.082,7		4.082,7
Fuerza motriz			1.730,0	1.730,0
Uso no productivo	1,7		32,8	34,5
Total	1,7	4.082,7	2.201,7	6.286,1

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.1.5
Sector Pesca – Estrato Grande
Rendimientos de Utilización
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			7,1	7,1
Calor				
Frío			59,9	59,9
Fuerza motriz propulsión		30,0		30,0
Fuerza motriz			91,6	91,6
Uso no productivo	45,0		82,9	79,7
Total	45,0	30,0	77,5	38,2

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.1.6
Sector Pesca – Estrato Grande
Potencial de Ahorro por fuentes y usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			153,1	153,1
Calor				
Frío			115,8	115,8
Fuerza motriz propulsión		2.574,7		2.574,7
Fuerza motriz			59,0	59,0
Total		2.574,7	327,8	2.902,5

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.1.7
Sector Pesca – Estrato Grande
Potencial de Ahorro por fuentes y usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			75,4	75,4
Calor				
Frío			16,3	16,3
Fuerza motriz propulsión		18,9		18,9
Fuerza motriz			3,1	3,1
Total		18,9	11,5	17,6

Fuente: elaboración propia.

2. Estrato Mediano

Cuadro A1.2.1
Sector Pesca – Estrato Mediano
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			74,1	74,1
Calor				
Frío			1.431,5	1.431,5
Fuerza motriz propulsión		13.656,3		13.656,3
Fuerza motriz			866,4	866,4
Uso no productivo	7,2		63,2	70,4
Total	7,2	13.656,3	2.435,2	16.098,7

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.2.2
Sector Pesca – Estrato Mediano
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta por Usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			100,0	100,0
Calor				
Frío			100,0	100,0
Fuerza motriz propulsión		100,0		100,0
Fuerza motriz			100,0	100,0
Uso no productivo	10,2		89,8	100,0
Total	0,04	84,8	15,1	100,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.2.3
Sector Pesca – Estrato Mediano
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta por Fuentes
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			3,0	0,5
Calor				
Frío			58,8	8,9
Fuerza motriz propulsión		100,0		84,8
Fuerza motriz			35,6	5,4
Uso no productivo	100,0		2,6	0,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.2.4
Sector Pesca – Estrato Mediano
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			6,5	6,5
Calor				
Frío			872,1	872,1
Fuerza motriz propulsión		4.086,4		4.086,4
Fuerza motriz			759,7	759,7
Uso no productivo	3,2		52,2	55,4
Total	3,2	4.086,4	1.690,4	5.780,1

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.2.5
Sector Pesca – Estrato Mediano
Rendimientos de Utilización
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			8,8	8,8
Calor				
Frío			60,9	60,9
Fuerza motriz propulsión		29,9		29,9
Fuerza motriz			87,7	87,7
Uso no productivo	45,0		82,6	78,7
Total	45,0	29,9	69,4	35,9

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.2.6
Sector Pesca – Estrato Mediano
Potencial de Ahorro por fuentes y usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			49,2	49,2
Calor				
Frío			218,2	218,2
Fuerza motriz propulsión		2.550,7		2.550,7
Fuerza motriz			43,3	43,3
Total		2.550,7	310,7	2.861,3

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.2.7
Sector Pesca – Estrato Mediano
Potencial de Ahorro por fuentes y usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			66,4	66,4
Calor				
Frío			15,2	15,2
Fuerza motriz propulsión		18,7		18,7
Fuerza motriz			5,0	5,0
Total		18,7	12,8	17,8

Fuente: elaboración propia.

3. Estrato Pequeño

Cuadro A1.3.1
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			89,9	89,9
Calor		1.072,9		1.072,9
Frío			2.212,4	2.212,4
Fuerza motriz propulsión		11.890,8		11.890,8
Fuerza motriz			1.345,5	1.345,5
Uso no productivo	7,5		32,1	39,7
Total	7,5	12.963,7	3.679,9	16.651,1

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.3.2
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Participación de las Fuentes en el Consumo de Energía Neta por Usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			100,0	100,0
Calor		100,0		100,0
Frío			100,0	100,0
Fuerza motriz propulsión		100,0		100,0
Fuerza motriz			100,0	100,0
Uso no productivo	19,0		81,0	100,0
Total	0,05	77,9	22,1	100,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.3.3
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Participación de los Usos en el Consumo de Energía Neta por Fuentes
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			2,4	0,5
Calor		8,3		6,4
Frío			60,1	13,3
Fuerza motriz propulsión		91,7		71,4
Fuerza motriz			36,6	8,1
Uso no productivo	100,0		0,9	0,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.3.4
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			12,0	12,0
Calor		826,2		826,2
Frío			1.338,8	1.338,8
Fuerza motriz propulsión		3.567,2		3.567,2
Fuerza motriz			1.205,4	1.205,4
Uso no productivo	3,4		29,6	32,9
Total	3,4	4.393,4	2.585,8	6.982,6

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.3.5
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Rendimientos de Utilización
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			13,4	13,4
Calor		77,0		77,0
Frío			60,5	60,5
Fuerza motriz propulsión		30,0		30,0
Fuerza motriz			89,6	89,6
Uso no productivo	45,0		92,0	83,1
Total	45,0	33,9	70,3	41,9

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.3.6
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Potencial de Ahorro por fuentes y usos
Año 2006 – en Tep

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			47,8	47,8
Calor		53,0		53,0
Frío			344,1	344,1
Fuerza motriz propulsión		2.249,6		2.249,6
Fuerza motriz			55,2	55,2
Total		2.302,6	447,1	2.749,6

Fuente: elaboración propia

Cuadro A1.3.7
Sector Pesca – Estrato Pequeño
Potencial de Ahorro por fuentes y usos
Año 2006 – en %

Usos	SG	GO	EE	Total
Iluminación			53,1	53,1
Calor		4,9		4,9
Frío			15,6	15,6
Fuerza motriz propulsión		18,9		18,9
Fuerza motriz			4,1	4,1
Total		17,8	12,1	16,5

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2: Rendimientos de Utilización por Tipo de Equipo y Fuente

Debido al diseño de la encuesta, y entendiendo que los datos entregados por los encuestados en cuanto a aspectos técnicos no resulta lo suficientemente confiable, se optó por no incluir dentro de las preguntas el rendimiento de los equipos, de modo que todos los rendimientos utilizados en el procesamiento de las encuestas son valores promedio estándar. Estos valores se presentan, para cada uso, a continuación:

Iluminación:

Los valores utilizados por tipo de lámpara se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro A2.1
Sector Pesca
Rendimientos de utilización Iluminación
Año 2006 – en %

Tipo de lámpara	Rendimiento [%]
Incandescente	5%
De bajo consumo	25%
Halógena	5%
Haluro metálico	25%
Fluorescente	25%
Vapor de mercurio	17,5%
Sodio alta presión	30%
Sodio baja presión	50%

Fuente: FB-PRIEN

Calor:

Se utilizó el rendimiento medio de una caldera a vapor¹¹: 77%

Fuerza Motriz de Propulsión:

En el caso de la Pesca Industrial se ha considerado el rendimiento de este sistema hasta el eje propulsor incluido, estimándose un rendimiento de 30%, para aquellos motores de más de 100 HP, y 24% para los de potencia menor¹².

Para Pesca Artesanal se adoptaron rendimientos de 24% para los motores a GO y un 18% para los motores a NF.

Fuerza motriz:

En el caso de motores eléctricos, el rendimiento se obtuvo a partir de una regresión aplicada una tabla de valores medios de rendimientos para motores estándar¹³, definida en función de la potencia del motor en HP o kW. Estos datos de potencia se expresaron en kep/hr y se obtuvo la siguiente ecuación para estimar el rendimiento de los motores eléctricos, donde P es la potencia del motor:

¹¹ Valor obtenido en base a experiencia PRIEN y publicaciones chilenas en Revista Induambiente.

¹² Valores obtenidos en base a experiencias PRIEN y Fundación Bariloche.

¹³ Ref. John C. Andreas: *Energy Efficient Electric Motors*, Ed. Decker, 1992.

$$\eta_k^{EE} \left[\frac{\%}{100} \right] = 3,59 \cdot \ln \left(P \left[\frac{kep}{hr} \right] \right) + 85,26$$

El resultado de aplicar esta fórmula tiene validez entre el rango 70%-95%, de modo que el rendimiento obtenido queda acotado por estos valores.

Frío:

El rendimiento de este uso se obtuvo como la multiplicación del rendimiento del motor, obtenido con la fórmula correspondiente, y el rendimiento medio de un compresor, considerándose este un 65%¹⁴. La fórmula del rendimiento de los equipos es la siguiente:

$$\eta_k \left[\frac{\%}{100} \right] = \eta_k^{EE} \left[\frac{\%}{100} \right] \cdot 0,65$$

Autoproducción de Electricidad:

Para la autoproducción de electricidad mediante Moto Generadores a Gas Oil se consideró un rendimiento de 30%, mientras que para los alternadores¹⁵ se consideró el mismo rendimiento que la fuerza motriz, considerando como rendimiento máximo 95%¹⁶.

¹⁴ Ref. Phelan, E.- Swanson, J.- Chiriach, F. – Chiriach, V. *DESIGNING A MESOSCALE VAPOR-COMPRESSION REFRIGERATOR FOR COOLING HIGH-POWER MICROELECTRONICS*.

Artículo obtenido en la dirección web <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01319177>.

¹⁵ Este rendimiento no considera el motor de propulsión, de modo que el consumo de combustible por concepto de generación eléctrica se obtiene incluyendo además el rendimiento del motor de propulsión.

¹⁶ Valores obtenidos en base a la experiencia PRIEN.

Anexo 3: Guía para El Procesamiento de la Encuesta de Pesca

1. INTRODUCCION Y CONCEPTOS BASICOS

Esta guía contiene una descripción del procesamiento de la información relevada en la encuestas sobre Consumo y Usos de la Energía en el sector Pesca. Abarca el tratamiento que deben recibir los datos e información desde el momento en que ya se ha realizado la crítica y codificación de cada cuestionario relevado, hasta los resultados finales a obtener de la encuesta.

Los resultados a obtener son los siguientes:

- Las matrices de consumo de energía neta y energía útil por fuentes y usos (Balance Nacional de Energía Útil - BNEU).
- Características del parque de equipos y modalidad de uso, eficiencia en el consumo de energía y oportunidades de sustitución de energéticos.
- Estimación de potenciales de mejoramiento de la eficiencia.
- Y la información necesaria para la posterior utilización de los modelos analíticos de prospectiva energética.

Estos resultados se obtendrán por embarcación, pero tomando en cuenta las instalaciones en tierra para la conservación de los pescados antes de su despacho hacia su destino, en el caso en que la captura de la embarcación encuestada se conserve en tierra por un periodo de tiempo previo a su despacho a destino.

1.1 Fuentes, Usos, Energía Neta y Energía Útil

El listado de fuentes energéticas consideradas en el sector pesca es el siguiente:

1. Electricidad
2. Supergás
3. Nafta
4. Gas Oil

Se distinguen los siguientes usos de la energía en el sector pesquero, los cuales se pueden dar en distintos equipos:

1. Iluminación
2. Calor
3. Frío (Conservación de Alimentos)
4. Fuerza Motriz

1.2 Energía Neta y Energía Útil

Para la elaboración del BNEU es necesario determinar los consumos de energía por fuente y uso, a nivel de energía neta y energía útil. Esta última se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Energía Útil} = \text{Energía Neta} * \eta$$

Donde η es el rendimiento del equipo de utilización de las fuentes de energía.

1.3 Subsectores Pesqueros

Para realizar el diseño muestral de la encuesta pesquera, no se han considerado subsectores, ni estratificación alguna.

Se considera únicamente la pesca industrial en la encuesta. Se encuestarán en una muestra cuya cantidad permitirá tener un nivel de confianza de 95% con un error aceptable. En cuanto a la pesca artesanal, la estructura de los consumos de ésta se estimará utilizando información estadística.

2. OBJETIVOS DEL PROCESAMIENTO

El procesamiento de los datos relevados en la encuesta persigue los siguientes objetivos:

- a) Analizar la consistencia de los datos obtenidos en cada cuestionario y validarlos, esto es el cierre de cada cuestionario. Después de este análisis cada cuestionario puede ser aceptado, devuelto para su re-pregunta o rechazado.
- b) Obtención de los resultados de la muestra encuestada.
- c) Expansión de los resultados al universo de embarcaciones que integran el sector usando una variable de expansión que relaciona las toneladas capturadas con las toneladas nominales de la embarcación y el total de la flota uruguaya.
- d) Ajuste de los resultados al BEN.

3. SALIDAS O RESULTADOS A OBTENER

Los resultados que se presentan a continuación se obtienen expandiendo los resultados de la muestra al universo de embarcaciones, una vez realizado el cierre de cada cuestionario de la muestra.

3.1 Matriz de Consumo Neto por fuentes y usos en Tep

Esta salida muestra las cantidades de energía neta consumida de cada una de las fuentes y las cantidades que se destinan a los diferentes usos.

En el Cuadro 3.1 se presenta esta matriz y la unidad de medida en que están expresadas las cantidades es la tonelada equivalente de petróleo (Tep).

Cuadro 3.1
Sector Pesca
Consumo de Energía Neta por Fuentes y Usos en Tep
Año 2006- Tep

Usos	SG	NF	GO	EE	DO	Total
Iluminación						
Calor						
Frío						
Fuerza motriz propulsión						
a) Pesca Industrial						
b) Pesca Artesanal						
Fuerza motriz						
Uso no productivo						
Total						

3.2 Matriz de Consumo Útil por fuentes y usos en Tep

Esta salida (Cuadro 3.2) tiene las mismas características que la anterior, pero en este caso se muestran los consumos de energía útil por fuentes y usos.

Este cuadro de resultados se obtiene multiplicando el consumo de energía neta de cada equipo por su rendimiento, para los equipos de cada uso energético con cada fuente.

Cuadro 3.2
Sector Pesca
Consumo de Energía Útil por Fuentes y Usos en Tep
Año 2006- Tep

Usos	SG	NF	GO	EE	DO	Total
Iluminación						
Calor						
Frío						
Fuerza motriz propulsión						
a) Pesca Industrial						
b) Pesca Artesanal						
Fuerza motriz						
Uso no productivo						
Total						

3.3 Otros Resultados

Otras salidas a obtener son:

- **Oportunidades de sustitución de energéticos:** porcentaje de participación de cada respuesta en el total de industrias encuestadas.

- **Consumo de energía por usos y antigüedad:** para cada fuente y uso se desagregará el consumo de energía neta y útil por tipo de artefacto y rango de antigüedad.

Cuadro 3.3
Consumo de Energía por Equipo, Tecnología y Antigüedad

Usos	0-5 Años	6-10 años	11-15 años	16-20 años	21-30 años	31-40 años	Más de 40 años	Total
Iluminación								
Calor								
Frío								
Fuerza motriz propulsión								
a) Pesca Industrial								
b) Pesca Artesanal								
Fuerza motriz								
Uso no productivo								
Total								

4. IDENTIFICACION DE TABLAS DE DATOS PARA EL PROCESAMIENTO

En este punto se indican las principales tablas de datos que son necesarios para el procesamiento de las encuestas, su estructura y el tipo de los campos. Se deja como tarea para el programador el diseño de las tablas auxiliares y sus relaciones a los fines de la programación del procesamiento.

4.1 Tabla de Unidades

Esta Tabla contiene las unidades de medida (kilogramos, litros, botellas, bolsas, kWh, etc.) en que se expresan corrientemente las compras de las distintas fuentes energéticas en las embarcaciones del país y sus factores de conversión a kep (kilogramo equivalente de petróleo).

El kep es la unidad común que se utilizará para el procesamiento y también para presentar los resultados. Para los resultados se utilizará también un múltiplo, la Tep (tonelada equivalente de petróleo; 1 Tep = 1.000 kep).

Cuadro 4.1
Estructura de la Tabla de Unidades

CAMPO	TIPO	LONGITUD
Código de la fuente	Texto	2
Nombre de la fuente	Texto	15
Código de la unidad	Texto	2
Nombre de la unidad	Texto	15
Coficiente de conversión a kep	Numérico	xx,xxxx

Esta tabla tendrá alrededor de 50 registros y se entregará al programador con los datos ya ingresados en archivo de Excel.

4.2 Tablas de Rendimientos por tipo de Equipo

En caso de que los datos relevados en los cuestionarios no proporcionen un valor al rendimiento de los equipos, se usará una tabla de rendimientos elaborada para cada tipo de equipo.

Algunos tipos de equipos que se consideran son los siguientes:

- Generadores eléctricos
- Motor del barco
- Equipos de frío y refrigeración
- Motores eléctricos.
- Etc.

Estas tablas se elaborarán para cada tipo de equipo que consume energía en el sector pesquero del país. Para cada tipo de equipo se indicará en la tabla el uso energético al cual está asociado, la fuentes energética que consume y una eficiencia o rendimiento de acuerdo a ciertas características generales y de operación que son determinantes de su rendimiento.

Esta tabla tendrá la estructura de campos mostrada en el Cuadro 4.2 y se entregará al programador con los datos ya ingresados en archivo de Excel.

Cuadro 4.2
Estructura de la Tabla de Equipos

Campo	Tipo	Longitud
Código tipo de equipo	Texto	3
Nombre tipo de equipo	Texto	20
Uso	Texto	2
Fuente	Texto	2
Rendimiento caso A	Numérico	3 (xx,x)
Rendimiento caso B	Numérico	3 (xx,x)
Rendimiento caso C	Numérico	3 (xx,x)
Rendimiento caso D	Numérico	3 (xx,x)

4.3 Tabla de Datos del Cuestionario

Esta tabla contendrá todos los datos relevados por el cuestionario de la encuesta del Sector Pesca sobre Consumos y Usos de la Energía.

La estructura de campos de la Tabla de Datos del Cuestionario está definida por el formulario de la encuesta anexa a este informe.

Es de mencionar que dicho cuestionario tiene todas las posibilidades de consumo de energía de las diversas fuentes y equipos que pueden utilizar las embarcaciones en Uruguay.

El programador en forma conjunta con el responsable del procesamiento de la encuesta diseñará las pantallas de ingreso de datos a partir del cuestionario de la encuesta.

Se deja a criterio del analista de sistemas y/o programador definir la estructura más adecuada de esta tabla, pudiendo recomendar subdividir la tabla de forma de optimizar el almacenamiento de datos y su procesamiento.

5. RECEPCIÓN Y REVISIÓN DE CUESTIONARIOS

La recepción de los cuestionarios la realizará un “Supervisor”. Sus funciones serán las siguientes:

- Supervisar que los encuestadores lleguen a los lugares en que se aplicará la encuesta y que los cuestionarios sean contestados por personas idóneas.
- Revisar que las preguntas básicas o fundamentales de los cuestionarios estén respondidas.
- Revisar cualitativamente que en el caso de haber compras de un energético hayan equipos de consumo de ese energético en el interior del cuestionario.
- En caso de haber inconsistencias, se realizarán consultas telefónicas a quienes hayan respondido los cuestionarios y/o se reenviarán los cuestionarios para que sean corregidos.

Los cuestionarios que sean aprobados por el Supervisor pasan a las manos de un “Crítico” o un “Especialista” cuya labor es más técnica. Las funciones de esta persona son las siguientes:

- Da una segunda revisión cualitativa a la existencia de equipos de consumo de algún energético cuando se registran compras del mismo.
- Revisa que el consumo de equipos eléctricos esté en kWh y no en litros, etc.
- Convierte las unidades usadas por los encuestados a las unidades en que se procesarán los datos en Excel. En los cuestionarios hay espacios para responder en la unidad más comúnmente usada y también hay espacio para que se responda en las unidades que cada encuestado usa normalmente.
- En caso de haber inconsistencias, se realizarán consultas telefónicas a quienes hayan respondido los cuestionarios y/o se reenviarán los cuestionarios para que sean corregidos.

Los cuestionarios que sean aprobados por el Crítico” pasan a la etapa de ingreso de los cuestionarios al programa Excel para su procesamiento.

Nota: se sugiere indicar a quienes respondan los cuestionarios que sería bueno que revisen si las compras de energéticos cuadran con los consumos de los distintos equipos.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO

En las ecuaciones que se indique se utilizarán los siguientes subíndices:

- h: encuesta o embarcación
- i: fuente energética
- j: uso energético
- k: equipo

6.1 Cálculo del Consumo Neto Anual de cada Energético

El consumo anual de energía neta de cada fuente en una embarcación se obtiene a partir de las compras que realizadas durante el año. En el cuestionario se pregunta por este dato anual. Esta es la información más fiable de la encuesta:

$$CNT_{hi} = \text{Compras Anuales}$$

6.2 Cálculo del Consumo Neto Anual de cada Energético por Equipo

Se contemplan distintas posibilidades para determinar los consumos netos anuales de los equipos. Estas son las siguientes, listadas en orden jerárquico:

- Primero se da la posibilidad al encuestado de dar el consumo neto anual de cada equipo. En todos los casos se verificará la validez de esta información en el proceso de cierre de los cuestionarios:

$$CN_{hijk} = \text{Consumo estimado por Encuestado y verificado por Crítico}$$

- Si no se dispone del consumo neto anual de un equipo, se usará su potencia nominal, la cual es preguntada y se considera un dato fiable, junto con un factor de carga también preguntado o usando valores razonables, y sus horas de operación anual o factor de uso también preguntados. En el caso de combustible, también se incluye en el cálculo el poder calorífico inferior (PCI) respectivo. Con esta opción el consumo de energía neta de un equipo se calcula de la manera siguiente:

$$CN_{hijk} = \frac{P.Nom_{hijk} \cdot Fc_{hijk} \cdot Hr_{hijk}}{PCI_i}$$

- Para los equipos en que no se tiene su factor de carga ni un factor de uso, se usarán valores razonables para embarcaciones. Tanto el Fc como el Fu finalmente se ajustarán para hacer el cierre de los cuestionarios.
- En el caso de los equipos de autogeneración en embarcaciones y en tierra, de usarse su potencia nominal, ella está referida a la salida del equipo, por ende, para calcular sus consumos netos se dividirán las potencias por rendimientos típicos acordes al equipo de autogeneración, considerando sus horas de operación o factores de utilización como se indicó. Los consumos de estos equipos en tierra se restarán al sector pesquero, ya que se contabilizan como Centros de Transformación, los cuales no son parte de este estudio.

6.3 Cierre de los Consumos Netos

El cierre de los cuestionarios es realizado por un “Especialista”. Para ello, el programa de procesamiento de los cuestionarios genera una Lista de Control en un cuadro resumen en el que se calcula un factor α para cada energético en cada cuestionario. Este factor cuantifica el error porcentual entre la suma de los consumos netos (CN) de un energético en distintos equipos con las compras o consumos netos totales (CNT) de dicho energético, es decir:

$$\alpha_{hi} = \left| \frac{CNT_{hi} - \sum_k CN_{hijk}}{CNT_{hi}} \right|$$

El cuadro con la lista de control tendrá un formato como el siguiente:

Cuadro 6.1
Análisis de Consistencia - Desvíos

ANALISIS DE CONSISTENCIA - DESVIOS (α_{hi})

Año: 2006

Sector: PESCA

Módulo:

Nº de Encuesta	Electricidad	Gas Licuado	Nafta	Diesel Oil	Gas Oil	Fuel Oil
1						
2						
3						
4						
.						
.						
.						
n						

Si en un cuestionario los α_i de cada energético están dentro de cierto margen de error, el que se definirá una vez elaborada la lista de control, el cuestionario será aprobado.

Si uno o más α_i están fuera de este margen, el "Especialista" revisará el cuestionario, ajustará los factores de carga y de uso que estime apropiado dentro de ciertos rangos entre 0,5 y 1,0. Si con ello los α_i caen dentro del margen de error especificado, se aprueba el cuestionario. En el caso que aún esos α_i estén fuera del margen de error, el cuestionario respectivo será consultado vía telefónica con el encuestado o será reenviado para su revisión y corrección.

Si finalmente no es posible cuadrar un cuestionario, este será rechazado. Para cumplir con el tamaño de la muestra, se efectuarán encuestas adicionales en igual cantidad a los cuestionarios que sean rechazados.

Los cuestionarios que sean aprobados serán sometidos al procedimiento de cierre de cada energético, el cual consiste en multiplicar por un factor de ajuste la sumatoria de los consumos netos de un energético para que sea igual a las compras o consumo neto total.

Este factor de ajuste β_i se calcula a partir de α_i . En la ecuación siguiente se usa signo (+) en el denominador cuando: $\sum_k CN_{hik} > CNT_{hi}$, de lo contrario se usa (-).

$$\beta_{hi} = \frac{1}{\left(\pm \alpha_{hi} \right)}$$

Luego, el cierre de cada energético en cada cuestionario se realiza multiplicando sus consumos netos en los distintos equipos por β_i para cumplir con la siguiente igualdad:

$$CNT_{hi} = \sum_k \beta_{hi} \cdot CN_{hik}$$

Finalmente, los consumos netos ajustados para el cierre, de cada equipo y para cada energético quedan determinados por la ecuación siguiente:

$$CN_{hijk}^* = \beta_{hi} \cdot CN_{hijk}$$

6.4 Cálculo de la Energía Útil de cada Equipo

Primero se realiza un cálculo provisorio de la energía útil de cada equipo con los cuestionarios “cerrados”, considerando los ajustes con β_{hi} . El cálculo final de la energía útil, por fuentes y usos, se realiza aplicando el factor de expansión de la muestra de encuestas al universo y el factor de ajuste al BEN, como se explica en las secciones 6.7, 6.8 y 6.9.

La energía útil del cálculo provisorio queda determinada por la siguiente expresión:

$$EU_{hijk}^* = CN_{hijk}^* \cdot \eta_{hijk}$$

Es decir, se calcula a partir del consumo neto ajustado y del rendimiento del equipo.

6.5 Determinación de Rendimientos de los Equipos

Para determinar los rendimientos de los equipos se usarán rendimientos prefijados de una tabla elaborada a partir de referencias bibliográficas y la experiencia.

6.6 Cálculo del Consumo Neto por Fuentes y Usos

El consumo neto por fuente i y uso j de cada embarcación h , se obtendrá sumando los consumos netos ajustados de todos los equipos k que consumen la fuente i y que corresponden a un mismo uso energético j :

$$CN_{hij}^* = \sum_k CN_{hijk}^*$$

El resultado para la muestra del sector pesca se obtiene sumando este resultado en las embarcaciones encuestadas:

$$CN_{ij}^* = \sum_h CN_{hij}^*$$

6.7 Cálculo de la Energía Útil por Fuentes y Usos

La energía útil por fuente i y uso j de cada embarcación h , se obtendrá sumando la energía útil ajustada de todos los equipos k que consumen la fuente i y que corresponden a un mismo uso energético j :

$$EU_{hij}^* = \sum_k EU_{hijk}^*$$

El resultado para la muestra del sector pesca se obtiene sumando este resultado en las embarcaciones encuestadas:

$$EU_{ij}^* = \sum_h EU_{hij}^*$$

6.8 Expansión de los Resultados al Universo del Sector Pesca

Una vez calculados los consumos de energía neta y la energía útil para la muestra de sector pesca, por fuente de energía y por uso energético, se expanden los resultados obtenidos al universo del sector pesca multiplicándolos por el factor de expansión ε del sector.

El factor de expansión corresponde a la razón entre el valor de la variable de expansión para el universo del sector pesquero (VE_U) y su valor para la muestra del sector pesquero (VE_m):

$$\varepsilon = \frac{VE_U}{VE_m}$$

La variable de expansión del sector pesca la captura de pescado del 2006. El valor de la variable de expansión para el universo del sector es conocido. El valor para la muestra se obtiene sumando los valores de las embarcaciones encuestadas.

Luego los consumos de energía neta y energía útil expandidos al universo del sector pesca son los siguientes:

$$CN_{ij}^{*e} = \varepsilon \cdot CN_{ij}^*$$

$$EU_{ij}^{*e} = \varepsilon \cdot EU_{ij}^*$$

6.9 Ajuste del Consumo Neto por Fuentes al BEN

Se requiere comparar los valores de consumo neto total por fuente con los valores respectivos del BEN. En el caso de la electricidad, dado que no existen valores estadísticos confiables, no se considerará un factor de ajuste para los consumos netos que resulten de este estudio. En los otros energéticos se evaluará si conservar el valor de los consumos netos estimado en este proyecto o ajustar al valor del BEN, consultando la metodología de cálculo empleada para determinar el BEN.

Para aquellas fuentes en que no hay información de sus consumos netos en el BEN que permitan verificar los resultados de la expansión de la muestra, se adoptarán los resultados de la expansión. O sea, su factor de ajuste será igual a 1.

En cualquier caso se requiere sumar los consumos netos de cada energético en todos sus usos:

$$CN_i^{*e} = \sum_j CN_{ij}^{*e}$$

El factor de ajuste al BEN en el caso de la electricidad y de aquellos energéticos en que se valide el valor del BEN es el siguiente:

$$Fa_i = \frac{CN_i^{BEN}}{CN_i^{*e}}$$

Finalmente las matrices de consumos de energía neta y útil por fuentes y usos del sector pesca estarán conformadas por los siguientes valores:

$$CN_{ij} = Fa_i \cdot CN_{ij}^{*e}$$

$$EU_{ij} = Fa_i \cdot EU_{ij}^{*e}$$