# POTENCIAL DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍAS MARINAS EN TRES LUGARES DE INTERÉS EN LA REGIÓN DE MAGALLANES

## APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR, DEL VIENTO Y MARINAS, PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LA ACUICULTURA Y TURISMO

PARA

**UNIVERSIDAD DE MAGALLANES (UMAG)**

30 DE DICIEMBRE 2013


**CHILE**

Santiago: Renato Sánchez 3838, Las Condes; Fono (56-02) 22070154; Fax (56-02) 2634766; e-mail:ambiental@poch.cl

Puerto Montt: Av.Juan Soler Manfredini Nº 41 of. 1401; Fono (56-65) 363240; Fax (56-65) 363247; e-mail: pmontt@poch.cl

Coyhaique: Jose de Moraleda Nº 412, Fono (56-67) 573188; Fax (56-67) 573184

**ARGENTINA**

Buenos Aires: Montevideo 765 Piso 3º; Fono/Fax (054-11) 4813 5133; e-mail: pochcdiar@fibertel.com.ar

**COLOMBIA**

Bogotá: Carrera 12 Nº 96 -81 oficina 203; Fono 057 (1) 691 22 81 - 057 (1) 616 78 09; e-mail: marcos.bravo@poch.cl

**MÉXICO**

Monterrey: Av. Lázaro Cárdenas 1007, Valle Oriente, San Pedro Garza García; C.P. 66266; Nueva León; Fono (52-81) 82209166; Fax (52-81) 82209460; e-mail: pochcdi@pochcdi.com.mx

Ciudad de México: En alianza con Gonzalez Calvillo S.C., Área Ambiental; Montes Urales 632 Piso 3, Colonia Lomas de Chapultepec, 11000, México, D.F.; Fono (52-55) 52027602; Fax (52-55) 55207671; e-mail: lburguete@gcsc.com.mx

# INDICE

**GLOSARIO** ..... **2**

**1 INTRODUCCIÓN** ..... **3**

**2 POTENCIAL ENERGÉTICO DE LAS CORRIENTES** ..... **4**

**3 SECTORES DE ESTUDIO** ..... **6**

3.1 SECTOR 1: PENÍNSULA ANTONIO VARAS ..... 7

3.2 SECTOR 2: SENO SKYRING ..... 8

3.3 SECTOR 3: ISLA CAPITÁN ARACENA ..... 10

**4 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS SECTORES** ..... **11**

4.1 SECTOR 1: PENÍNSULA ANTONIO VARAS ..... 11

*4.1.1 Análisis de Corrientes* ..... *12*

*4.1.2 Cálculo del Potencial* ..... *16*

4.2 SECTOR 2: SENO SKYRING ..... 17

*4.2.1 Análisis de Corrientes* ..... *17*

*4.2.2 Cálculo del Potencial* ..... *19*

4.3 SECTOR 3: ISLA CAPITÁN ARACENA ..... 19

*4.3.1 Análisis de Corrientes* ..... *20*

*4.3.2 Cálculo del Potencial* ..... *24*

**5 MEDICIÓN DE CORRIENTES EN SENO SKYRING** ..... **25**

5.1 CAMPAÑA DE TERRENO ..... 25

5.2 RESULTADOS DE MEDICIONES ..... 29

5.3 POTENCIAL ENERGÉTICO ..... 34

**6 CONCLUSIONES** ..... **35**

**7 REFERENCIAS** ..... **37**

**ANEXO A. DATOS SECTOR 1** ..... **39**

**ANEXO B. DATOS SECTOR 2** ..... **42**

**ANEXO C. DATOS SECTOR 3** ..... **45**

**ANEXO D. CAMPAÑA DE MEDICIONES** ..... **46**

**ANEXO E. MINUTA DE PRIMERA VISITA** ..... **46**

**ANEXO F. ESPECIFICACIONES DE ADCP UTILIZADO** ..... **46**

## GLOSARIO

**ADCP**: Perfilador Acústico de Corriente Doppler (*AcousticDopplerCurrentProfiler*)

**Bajamar**: Nivel mínimo alcanzado por una marea vaciante en un día cualquiera.

**CPS**: Caracterización Preliminar de Sitio

**Ciclo Mareal Completo**: se refiere a un periodo de 24 horas en el que se registran dos bajamares y dos pleamares de altura desigual entre ellas (en el caso de Chile, ya que tiene mareas mixtas).

**Ciclo Lunar Completo**: se refiere a un ciclo de 28 días, que engloba el periodo que transcurre entre sicigia y cuadratura.

**Correntometrías Eulerianas**: un tipo de muestreo mediante correntómetros, que en este caso se trata de Perfiladores Acústicos Doppler (ADCP).

**Correntómetros**: Instrumento para medir la velocidad de la corriente. Existen algunos modelos que además registran su dirección, profundidad e inclinación respecto de la vertical, temperatura de agua de mar, presión y conductividad. Su modalidad de registro puede ser papeleta inscriptora, cinta magnética o memoria de estado sólido.

**Corriente**: Movimiento horizontal del agua. Se clasifican en corrientes de marea y corrientes oceánicas. Las primeras son producidas por las mismas fuerzas que provocan las mareas. Las corrientes oceánicas, o corrientes propiamente dichas, constituyen los movimientos de un sistema circulatorio general.

**Cuadratura**: Posición de la Luna cuando su longitud celeste difiere 90° de la longitud del Sol. Las fases correspondientes se denominan, creciente y menguante. Las amplitudes de mareas durante la cuadratura son las mínimas del mes., por lo que como norma general las velocidades de las corrientes mareales también serán las más bajas.

**Pleamar**: Nivel máximo alcanzado por una marea creciente. Este nivel puede ser efecto exclusivo de mareas periódicas o pueden sumarse a éstas los efectos de condiciones meteorológicas prevalecientes.

**Rango de Marea**: Diferencia en altura entre una pleamar y una bajamar consecutiva.

**Sicigia**: periodo en el que el sol y la luna se encuentran en oposición o conjunción, por lo que la influencia gravitatoria de éstos astros sobre la tierra será mayor y los rangos de marea también. Es decir que el rango mareal será mayor, por lo que como norma general las velocidades de las corrientes mareales serán las más altas.

# 1 INTRODUCCIÓN

En el marco del desarrollo del proyecto APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR, DEL VIENTO Y RENOVABLES MARINAS, PARA MEJORAR LA COMPETIVIIDAD DE LA ACUICULTURA Y TURISMO, el presente informe expone los resultados del análisis de la información disponible para la evaluación de tres sectores en la XII Región de Magallanes, los cuales fueron seleccionados en base a los antecedentes y reuniones sostenidas por los miembros de la UMAG y CORFO. Estos sectores fueron Península Antonio Varas, Seno Skyring e Isla Capitán Aracena. Dentro de estos tres sectores uno de ellos fue escogido para realizar una campaña de mediciones de corrientes -Seno Skyring-, la cual tuvo como finalidad estimar el potencial energético a partir de corrientes marinas. Este sector en particular ofreció mejores condiciones logísticas y más antecedentes en términos de información de corrientes relacionados con la producción de salmonideos.

En la Región de Magallanes no se encuentran descritos los lugares que presentan mayoresmagnitudes de corrientes unidireccionales, y la literatura que ofrezca estudios acabados que permitan impulsar proyectos de ingeniería enfocados a extraer energía del mar es escasa, por lo tanto en la primera fase de este proyecto se realizó la búsqueda de antecedentes relacionados con mediciones de corrientes en los tres sectores que fueron definidos en la campaña de terreno desarrollada en mayo del presente año, con el objeto de llevar a cabo una prospección preliminar de zonas potencialmente aptas.

Primeramente, se recopilaron los estudios de corrientes asociados a la industria acuícola, Caracterización Preliminar de Sitio (CPS),Correntometrías de Fondeo, entre otros, los cuales fueron utilizados para la instalación de centros de cultivos principalmente.

Con el fin de completar la información recopilada y en virtud de los recursos disponibles del proyecto, se realizó una campaña de terreno en la cual se optó por la medición de 24 horas de corrientes en cuatro estaciones ubicadas en Seno Skyring, para así obtener una mayor cobertura geográfica y caracterización preliminar de la zona que cumplía con el mayor índice de los requisitos analizados dentro del proyecto.

Finalmente, haciendo uso de la información recopilada y analizada se procedió a estimar el potencial de generación energético a partir de las corrientes marinas para cada uno de los sitios dentro de cada sector.

# 2 POTENCIAL ENERGÉTICO DE LAS CORRIENTES

Lascorrientes de marea desplazan las aguas de mar sobre un gran espesor. La velocidad es débil en el océano moviéndose a solo unos pocos cm/s, pero ya cerca de las orillas, al ser canalizadas por restricciones topográficas como estrechos entre islas, o entradas de golfos profundos y angostos, varían mucho en dirección e intensidad, pudiendo alcanzar velocidades peak de 2-3m/s o más. La energía cinética dentro de las mismas es extremadamente grande, y dada su renovación sin cambio con las mismas mareas, pueden ser previstas con bastante exactitud una vez realizadas las observaciones y/o mediciones adecuadas.

Para que la extracción de energía sea rentable las corrientes deben ser unidireccionales y de cierta intensidad mínima. Además, la distancia desde costa hasta el lugar donde ubicar la central, no debería ser superior a decenas de kilómetros, de lo contrario conllevaría importantes pérdidas y elevados costes de transporte para incorporar la energía generada a la red eléctrica.

El potencial de las corrientes debe considerar el flujo másico (M) que viene dado por la siguiente expresión:

$$M = \rho A V$$

Donde:

$\rho =$ Densidad del agua (kg/m$^3$)
$A =$ Área por donde pasa el agua (m$^2$)
$V =$ Velocidad de la corriente (m/s)

Por tanto la Potencia (P), expresada en Watts, se expresa como:

$$P = \frac{1}{2}\rho A V^3$$

Considerando que A es una variable asociada a la geometría de la tecnología a utilizar, se define un índice de densidad energética$(I)$, expresado en kW/m$^2$. Para esta fórmula se considera como estimador de la corriente el valor máximo registrado o calculado mediante modelo numérico, empleando un valor de densidad del agua del mar de 1.000 kg/m$^3$ y dividiendo por el área de paso del flujo de agua A.

$$I = \frac{P}{A} \approx 0{,}5 \cdot \hat{V}^3$$

La Tabla 1 entrega una propuesta de clasificación de los potenciales energéticos.

**Tabla 1: Propuesta de clasificación del potencial energético de las corrientes y correspondencia con el valor máximo de la corriente (*Gonzáles et Al, 2012*)**

| Clasificación de potencial | $\hat{V}$ [m/s] | $I$ [kW/m$^2$] |
|---|---|---|
| **Muy Bajo** | < 1 | < 0,5 |
| **Bajo** | [1 – 1,6] | [0,5 – 2] |
| **Medio** | [1,6 – 2,5] | [2 – 8] |
| **Alto** | [2,5 – 4] | [8 – 32] |
| **Muy Alto** | > 4 | > 32 |

Dado que el agua tiene una densidad mucho mayor a la del aire, se tiene que el potencial energético de las energías marinas es mucho mayor que la de energía eólica. La Tabla 2 muestra una comparación de la relación existente entre la Densidad Energética ($I$) de las corrientes marinas con respecto a la energía eólica y solar.

**Tabla 2: Relación de Densidades Energéticas de distintas fuentes energéticas (*Fraenkel, 2001*).**

| Fuente de Energía | $\hat{V}$ [m/s] | $I$ [kW/m$^2$] |
|---|---|---|
| **Corriente Marina** | 1 | 0,52 |
| **Corriente Marina** | 1,5 | 1,74 |
| **Corriente Marina** | 2 | 4,12 |
| **Corriente Marina** | 2,5 | 8,05 |
| **Corriente Marina** | 3 | 13,91 |
| **Eólica** | 13 | 1,37 |
| **Solar** | Al mediodía es la mayor magnitud | ~ 1 |

Ahora bien, el potencial energético indicado más arriba corresponde al potencial energético teórico de una corriente marina. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que cualquiera sea la turbina a utilizar, esta no podrá extraer la totalidad de la energía existente en la corriente marina. El límite teórico superior de eficiencia de extracción de energía de una turbina (asumiendo que no existe fricción en el rotor) es 0.59, el cual es comúnmente conocido como límite de Betz. El factor de planta para las tecnologías que se utilizan para este tipo de fuentes de energía oscila entre un 26 a 40%[1]En el presente informe a esta última consideración le llamaremos potencial extraíble.

Una vez que se ha determinado la potencia eléctrica de salida de la turbina, se podría obtener una estimación de la producción energética de la misma multiplicando el anterior

[1] IPCC, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012.

por las 8.760 horas que existen en un año, con ello se obtiene la máxima producción anual posible de energía, asumiendo que la turbina está disponible la totalidad del tiempo y la corriente es constante.

# 3 SECTORES DE ESTUDIO

En una primera fase de este proyecto se seleccionaron tres posibles sectores de la Región de Magallanes (Figura 1) como posibles zonas potenciales para la generación de energías marinas, eólica y fotovoltaica, las que fueron visitadas en conjunto con profesionales especialistas del Centro de Estudios para los Recursos Energéticos (CERE), de la Universidad de Magallanes. En el Anexo E se encuentra una minuta de dicha visita.

- Sector 1: Península Antonio Varas, Comuna de Natales, Provincia Última Esperanza.
- Sector 2: SenoSkyring, Comuna de Río Verde, Provincia de Magallanes.
- Sector 3: Isla Capitán Aracena, Canal Cockburn, Tierra del Fuego

**Figura 1:Zonas seleccionadas como sectores potenciales para la generación de energía.**

Con el objetivo de tener una primera aproximación para evaluar el potencial de cada uno de los tres sectores propuestos, se realizaron tanto visitas a terreno como una recopilación de antecedentes bibliográficos y de datos relacionados con las características ambientales, meteorológicas y oceanográficas de cada área. Para ello se revisó el listado de proyectos acuícolas ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y sus correspondientes informes de Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) de cada uno de los centros de cultivo ubicados en estas tres zonas mencionadas. Paralelamente se

contactó con empresas salmonícolas propietarias de las concesiones con el objeto de solicitar información referente a correntometrías de fondeo realizadas en dichos centros.

## 3.1 SECTOR 1: Península Antonio Varas

Se caracteriza por la presencia de pequeños emprendimientos turísticos, desarrollo de acuicultura y buena infraestructura vial, debido a la cercanía de la ciudad Puerto Natales.

Este sector cuenta con datos de 4 sitios de estudio, estas son: Punta Vergara, Estero Borcosky, Seno Taraba Este y Seno Taraba Sur. La Figura 2 muestra la ubicación geográfica de cada uno de estos sitios.

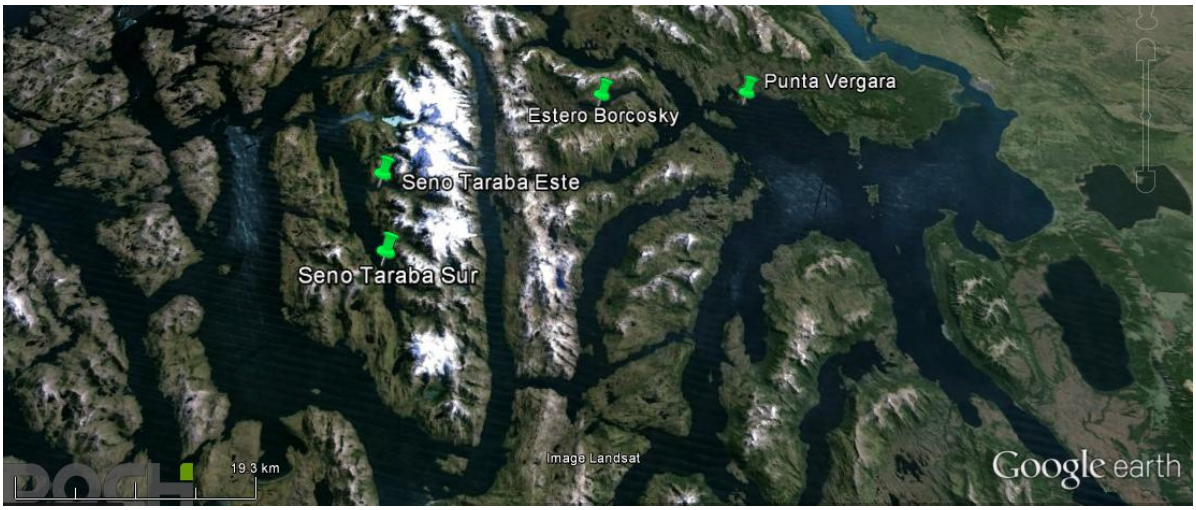



**Figura 2: Ubicación de los sitios pertenecientes al Sector 1 del Estudio**

En todos los sitios, las mediciones de las velocidades de corrientes fueron realizadas tomando una columna imaginaria de agua de 60 metros de profundidad, y separando esta columna en 30 capas de 2 metros cada una. En la Tabla 3 se presenta los datos exactos de la ubicación geográfica de cada sitio, tanto en Coordenadas GMS como UTM, además se presenta la profundidad de cada sitio, de manera aproximada, y la fecha en que fueron tomadas las mediciones. En el Anexo A se presenta el registro de los datos de las velocidades de cada sitio.

**Tabla 3: Ubicación geográfica de cada sitio, Profundidad del sector y fecha de medición del Sector 1**

| SITIO | COORDENADAS UTM WGS 84- HUSO 18 | | COORDENADAS GMS WGS 84 - HUSO 18 | | PROFUNDIDAD (m) | FECHA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | Latitud (S) | Longitud (W) | | |
| **Punta Vergara** | 4262179 | 645011 | 51°46'20.86" | 72°53'53.60" | 180 | 04/12/08 |
| **Seno Taraba E** | 4249505 | 605832 | 51º53'42.57'' | 73º27'42.98'' | >60 | 03/02/09 |
| **Seno Taraba S** | 4238918 | 607611 | 51°59'23.88" | 73°25'58.01" | >60 | 20/10/08 |
| **Estero Borcosky** | 4261865 | 628377 | 51°46'45.64" | 73°08'20.58" | -- | 29/02/12 |

## 3.2 SECTOR 2: SenoSkyring

El Sector de Seno Skyring cuenta con el apoyo logístico de las salmoneras con concesiones activas en dicho sector, además de ser la zona que presenta mayor concentración de información ambiental y oceanográfica, con un total de 44 concesiones y 126 solicitudes según el listado de Sernapesca "Información de concesiones de acuicultura" actualizado hasta marzo del 2013 (http://www.subpesca.cl/servicios/603/w3-article-79925.html).Para mayor información ver Anexo A.

Se realizó una búsqueda de antecedentes relacionados con mediciones de corrientes a partir de los estudios asociados a Caracterizaciones Preliminares de Sitios (CPS), desarrolladas para la instalación de centros de cultivo salmoneros de Seno Skyring. La fuente de la cual se extrajo la información fue la base de datos del SEA (Servicio de Evaluación Ambiental).

Así mismo se solicitaron las correntometrías de fondeo de los centros de cultivo ubicados en este sector (Figura 3), con el fin de obtener datos de 30 días que pudieran aportar información más detallada y real de la dinámica de corrientes. Sin embargo nunca se obtuvieron los datos mencionados, ya que a pesar del interés de las empresas acuícolas en colaborar en este proyecto, la única información que fue proporcionada correspondía igualmente a muestreos de 24 horas.

**Figura 3: Ubicación de los Centros de Cultivo en Seno Skyring**

La Tabla 4 entrega la información referida a la ubicación geográfica de cada sitio, tanto en Coordenadas GMS como UTM, además se presenta la profundidad de cada sitio, de manera aproximada, y la fecha en que fueron tomadas las mediciones.

**Tabla 4: Ubicación geográfica de cada sitio, Profundidad del sector y fecha de medición del Sector 2**

| SITIO | COORDENADAS UTM WGS 84- HUSO 18 | | COORDENADAS GMS WGS 84 - HUSO 18 | | PROFUNDIDAD (m) | FECHA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | Latitud (S) | Longitud (W) | | |
| **Surgidero Furia** | 4166024 | 675241 | 52°37'38.80" | 72°24'38.73" | 105 | 20/08/2007 |
| **Surgidero Furia II** | 4166502 | 675267 | 52°37'23.31" | 72°24'38.28" | 55 | 31/08/2006 |
| **Isla Unicornio** | 4165117 | 676326 | 52°38'6.86" | 72°23'39.37" | 113 | 07/04/2006 |
| **Punta Laura** | 4163433 | 675515 | 52°39'2.26" | 72°24'19.24" | 55 | 02/06/2006 |
| **Punta Laura II** | 4161841 | 674972 | 52°39'54.35" | 72°24'45.05" | 113 | 06/04/2006 |
| **Punta Dársena** | 4172412 | 680073 | 52°34'6.61" | 72°20'34.52" | 113 | 07/04/2006 |
| **Norte Punta Dársena** | 4170250 | 678533 | 52°35'18.31" | 72°21'52.05" | 72 | 08/04/2006 |
| **Ensenada Rys** | 4172943 | 680404 | 52°33'49.03" | 72°20'17.99" | 19 | 01/09/2006 |
| **Ensenada Moreno** | 4173173 | 302359 | 52°33'20.86" | 71°54'55.79" | 26 | 19/12/2011 |
| **Ensenada Ponsonbi** | 4159893 | 303343 | 52°40'30.58"S | 71°54'32.04"O | 96 | 27/07/2008 |

## 3.3 SECTOR 3: Isla Capitán Aracena

En el presente apartado se realizó un consolidado de los informes de mediciones de correntometrías de fondeo realizados por la empresa Caburga por mandato de la empresa NOVAUSTRAL en la península de Brecknock, Canal Cockburn, Tierra del Fuego. Estos sitios fueron los siguientes (ver Figura 4)[2].

- Sitio 1: Península Brecknock, Canal Cockburn, Tierra del Fuego.
- Sitio 2: Canal Cockburn, Seno Chasco, Región de Magallanes.
- Sitio 3: Cockburn 23, Canal Cockburn, Seno Brujo, Región de Magallanes.
- Sitio 4: Concesión 14, Seno Chasco, Canal Cockburn, Tierra del Fuego.

Los estudios de corrientes en estos sectores están orientados a determinar el comportamiento del cuerpo de agua, para ello se obtuvieron registros de la magnitud y dirección de las corrientes en un punto fijo, referido a las concesiones ubicadas en el Sector Canal Cockburn de la empresa acuícola. Con este objeto, se fondeó en cada sector un equipo perfilador de corrientes ADCP, los cuales registraron corrientes desde Febrero de 2011 hasta finales de la primera semana de marzo del 2011 aproximadamente.

**Figura 4: Ubicación de los sitios pertenecientes al Sector 3 del Estudio**

La Tabla 5, presenta las coordenadas UTM y GMS de los cuatro sitios del Sector 3, además de indicar la profundidad de cada sector y la fecha en que fueron tomados los datos.

[2]Información proporcionada por la Empresa Caburga S.A.

**Tabla 5: Coordenadas UTM y Geográficas de algunos sitios del Sector 3**

| SITIO | COORDENADAS UTM WGS 84- HUSO 18 | | COORDENADAS GMS WGS 84 - HUSO 18 | | PROFUNDIDAD (m) | FECHA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | Latitud (S) | Longitud (W) | | |
| **Concesión 3 Canal Cockburn, Península Brecknock** | 3.958.231,2 | 312.776,6 | 54° 29' 20.17'' | 72° 53' 26.10'' | 95 | 03/02/11-09/03/11 |
| **Concesión 13 Canal Cockburn, Seno Chasco** | 3.953.167,8 | 335.648,7 | 54º 32' 32,35 '' | 71º 32' 26,47'' | 90 | 04/02/11-10/03/11 |
| **Concesión 23 Canal Cockburn, Seno Brujo.** | 3.959.870,8 | 339.684,0 | 54º 29' 00,34 '' | 71º 28' 29,02' | 80 | 07/02/11-10/03/11 |
| **Concesión 14 Canal Cockburn, Seno Chasco** | 3.961.545,4 | 326.812,9 | 54º 27' 51,00 '' | 71º 40' 19,94' | 63 | 03/02/11-10/03/11 |

# 4 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS SECTORES

A continuación se presenta un breve análisis de las corrientes presentes en cada uno de los sectores estudiados a partir de la recopilación de fuentes secundarias (principalmente CPSs), para luego calcular los datos referidos al potencial de acuerdo a la fórmula de Densidad Energética entregada en el Capítulo 2 del presente informe.

En primer lugar se realizó una revisión de corrientes según la fase mareal para saber si las corrientes presentan mayor velocidad en la fase llenante (subida de marea) o vaciante (bajada de marea).Esto es interesante para conocer en qué momentos del día se registran mayores velocidades. Por otro lado, una revisión de marea según fase lunar permite conocer en qué periodo se registran mayores velocidades dentro de un ciclo lunar completo (28 días). Ambos análisis reflejan una idea de en qué momentos del día y del mes podría darse una mayor productividad energética.

Para la obtención de los valores de potencial energético se presenta para cada sector la velocidad máxima registrada en cada sitio, ya que es este valor el que se utiliza para el cálculo de la densidad de potencia correspondiente, tal como fue indicado en capítulo 2.

## 4.1 SECTOR 1: Península Antonio Varas

La información revisada para llevar a cabo el análisis del Sector 1 es:

- CES, Seno Taraba Este, Sector 1. Estero Sin Nombre. PERT N°207122126 (CPS) Puerto Natales, XII Región. Salmones Multiexport S.A. Enero 2012
- CES, Seno Taraba Sur, Sector 1. Estero Sin Nombre. PERT N°207122129 (CPS) Puerto Natales, XII Región. Salmones Multiexport S.A. Enero 2012

- Centro de Cultivo de Mitilidos Estero Borcosky, Comuna de Natales, Provincia de Últia Esperanza. Decimosegunda Región de Magallanes. PERTN° 207122007 (CPS) Pesquera Tres Vientos SA. Marzo 2012

- Estudio de Corrientes Centro de Cultivo de Salmónidos Sector Punta Vergara. Comuna de Puerto Natales – Provincia última Esperanza, XII Región PERT N° 206122008 (CPS) Acuimag S.A. Abril 2007

La información completa se encuentra disponible en el Anexo A.

### 4.1.1 Análisis de Corrientes

#### ▪ Sitio 1: Punta Vergara

Durante la cuadratura de marea se instaló un correntómetro tipo ADCP, el cual se programó para registrar durante 3 días la intensidad y dirección de la corriente cada 10 minutos en capas de 2 m en la columna de agua, las cuales se encuentran entre 2,98m y 60,98 m de profundidad.

Se observan las mayores velocidades tanto en las capas superficiales como profundas, obteniéndose la velocidad máxima a los 6,98m de profundidad, en donde se registra 141,45 cm/s. En tanto, la mayor velocidad promedio se encuentra a los 4,98m de profundidad, y pondera 35,96 cm/s.

Al analizar las rosas de corrientes se observa que la dirección predominante es Nor-Oeste, tal como se indica en la Figura 5.

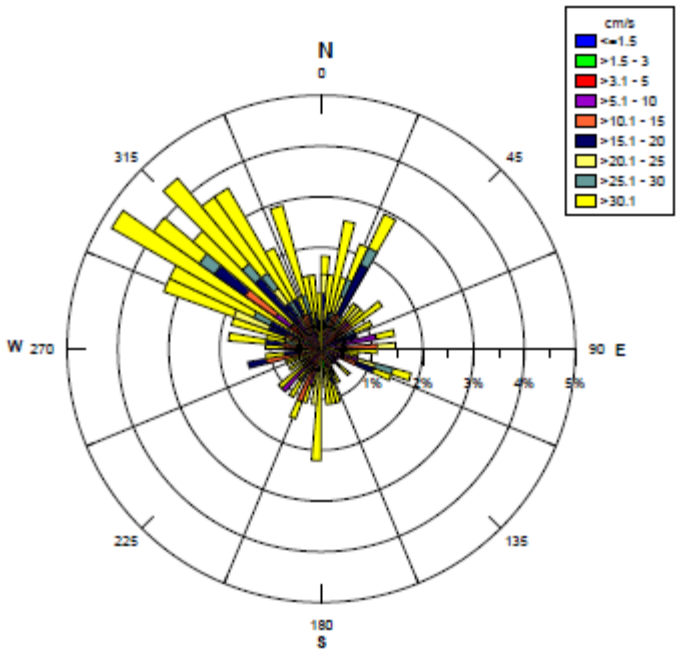



**Figura 5: Rosa de corrientes**

- ## Sitio 2: Seno Taraba Sur

El estudio de corrientes se llevó a cabo con un perfilador acústico marca Nortek entregando la distribución de frecuencias de velocidad y dirección de corrientes para cada capa. Para ellos se dividió la columna de agua en capas iguales de 2m, tomando registros cada 10 minutos, durante 24 horas, en cuadratura. La medición considerada para realizar los análisis de frecuencias y las rosas de corrientes corresponden a 30 capas efectivas, las cuales se encuentran entre los 2m y 60m de profundidad.

En resumen, las corrientes son generadas principalmente por la variación de la marea e influencia del viento y las velocidades promedio son del orden de 1cm/s en la superficie y 56,33 cm/s a 60m de profundidad, alcanzando una velocidad máxima de 77,93 cm/s a 49m de profundidad. En donde se registran las mayores velocidades la dirección de las corrientes ocurre hacia el Nor-Oeste y Nor-Este, tal como se indica en la rosa de corrientes presentada en la Figura 6.

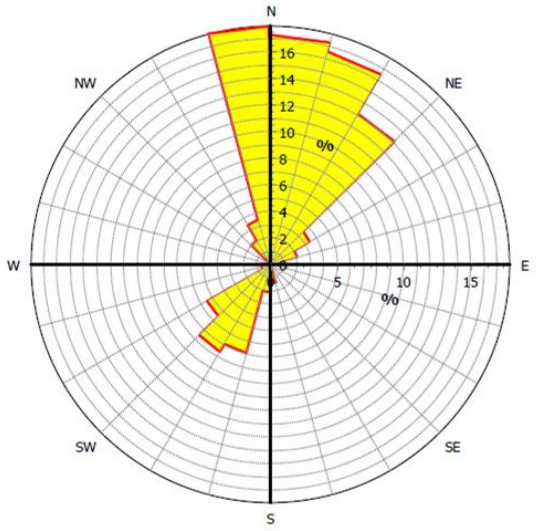



**Figura 6: Rosa de corrientes nivel profundo**

- ## Sitio 3: Seno Taraba Este

El estudio de corrientes se llevó a cabo con un perfilador acústico marca Nortek entregando la distribución de frecuencias de velocidad y dirección de corrientes para cada capa. Para ellos se dividió la columna de agua en capas iguales de 2 m, tomando registros cada 10 minutos, durante 24 horas, en cuadratura. La medición considerada para realizar los análisis de frecuencias y las rosas de corrientes corresponden a 30 capas efectivas, las cuales se encuentran entre los 2 m y 60 m de profundidad.

En resumen, las corrientes son generadas principalmente por la variación de la marea e influencia del viento y las velocidades son del orden promedio 18,23 cm/s en la superficie y 306,01 cm/s a 60 m de profundidad, alcanzando una velocidad máxima de 417,37 cm/s a 55m de profundidad.

La dirección de las corrientes en la zona de mayor velocidad se distribuyen en la dirección Nor-Oeste y Sur-Este

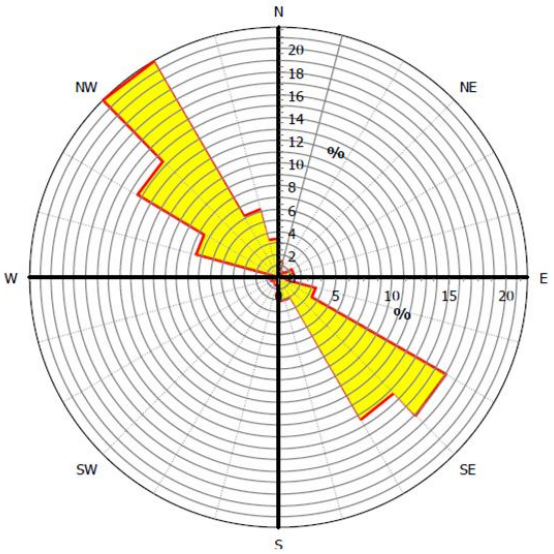



**Figura 7: Rosa de Corrientes del sector con mayor profundidad**

- ## Sitio 4: Estero Borcosky

Al integrar la velocidad media de la corriente, se observa que la zona de estudio se caracterizó por una dinámica de corrientes marinas de nivel medio con un promedio de velocidad de corrientes de 9.91cm/s, existiendo influencia mareal en las capas medias y profundas.

En el análisis de frecuencia para toda la columna de agua el intervalo dominante fue entre los 5,1 y 10cm/s con el 34.3% de los casos, seguido por las velocidades 3,1 a 5,0cm/s, 10,1 a 15,0 cm/s y 1,5 a 3,0cm/s con un 24,6%, 11,7% y 10,4% respectivamente. El 11,8% de los casos presentaron velocidades menores a 3,0cm/s.

Para toda la columna de agua la dirección de las corrientes estuvo dominada por los intervalos sur y sureste con un 26,5% y 20,9% de los casos, seguidos por la dirección norte y noroeste con un 16,1% y 11,6% de los casos. Las direcciones menos frecuentes fueron la oeste y noreste con un 4,9% y 5,3% cada una.

En la capa profunda sólo el 7,5% de los registros correspondieron a velocidades menores a 3,1cm/s.

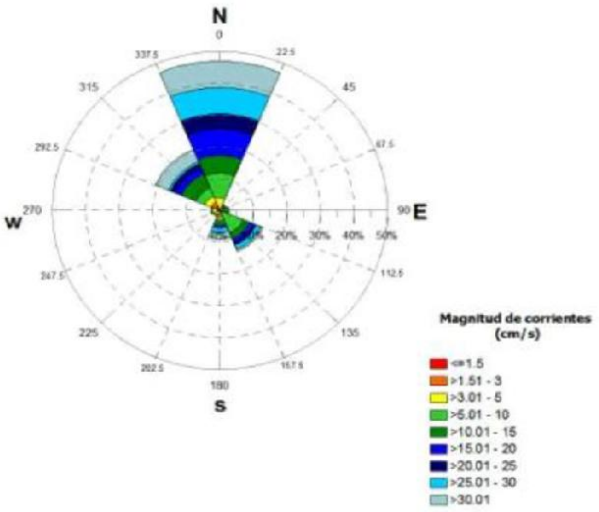



**Figura 8: Rosa de corrientes zona profunda**

### 4.1.2 Cálculo del Potencial

La Tabla 6 presenta las velocidades máximas registradas en cada uno de los 4 sitios correspondientes a este sector, además del Potencial Teórico Máximo y Potencial Extraíble.

**Tabla 6: Registro de la velocidad máxima de cada sitio del Sector 1**

| SITIOS | Velocidad Máxima [cm/s] | Potencial Teórico Máximo [kW/m$^2$] | Potencial Extraíble [kW/m$^2$] |
|---|---|---|---|
| **Punta Vergara** | 141,5 | 1,4166 | 0,8358 |
| **Seno Taraba Sur** | 58,16 | 0,0984 | 0,0580 |
| **Seno Taraba Este** | 417,37 | 36,3525 | 21,4479 |
| **Estero Borcosky** | 75,30 | 0,2135 | 0,1260 |

Según la Tabla 1 que muestra los criterios de clasificación de potencial, se observa que en la mayoría de los sectores el nivel de potencial energético es Muy Bajo o Bajo, salvo en Seno Taraba Este, cuya velocidad supera los 400 cm/s entregando un potencial Muy Alto. Sin embargo este valor escapa enormemente de los otros, por ende se puede deber a un evento específico durante el periodo de mediciones realizado.

## 4.2 SECTOR 2:SenoSkyring

La información de datos de correntometrías revisada en este subcapítulo para llevar a cabo el análisis del Sector 2 ha sido obtenida mediante dos fuentes: información de corrientes de los proyectos CES de la XII Región disponibles en la base de datos del SEA, así como información entregada por la Empresa Mainstream presente en la zona. La información completa se encuentra disponible en el Anexo B.

### 4.2.1 Análisis de Corrientes

Los datos de corrientes obtenidos a través de las CPS de las concesiones acuícolas de Seno Skyring revelan velocidades promedio que van desde los 5,11 cm/s hasta los 15,98 cm/s en superficie, y desde 2,59 cm/s hasta 50,02 cm/s en el fondo. La magnitud de velocidad máxima registrada es de 126,40 cm/s, sin embargo, el rango de velocidades más frecuente varía entre 5,10 cm/s y 10,00 cm/s (Tabla 7).

**Tabla 7: Velocidades promedio, máximas y de mayor frecuencia registradas en periodo de cuadratura en cada sector. Datos extraídos de las correntometrías de las CPS de los centros de cultivo de Seno Skyring (Anexo B).**

| CENTROS | VELOCIDAD PROMEDIO [cm/s] | | VELOCIDAD MÁXIMA [cm/s] | RANGO VELOCIDAD MÁS FRECUENTE [cm/s] |
|---|---|---|---|---|
| | Superficie | Fondo | | |
| **Isla Unicornio** | 5,11 | 5,67 | 19,2 | 5,1-10,0 |
| **Punta Dársena** | 8,44 | 2,59 | 25,4 | 5,1-10,0 |
| **Norte de Punta Dársena** | 4,55 | 7,35 | 56,1 | 5,1-10,0 |
| **Punta Laura** | 5,77 | 50,02 | 77,78 | >30 |
| **Punta Laura II** | 6,32 | 2,7 | 18,1 | 1,5-3,0 |
| **Surgidero Furia** | 5,72 | 40,99 | 126,40 | 3,1-5,0 |
| **Surgidero Furia II** | 5,31 | 25,73 | 61,58 | 5,1-10,0 |
| **Ensenada Rys** | 11,34 | 6,32 | 17,04 | 5,1-10,0 |
| **Ensenada Ponsonbi** | | 8,5 | 46,60 | 5,1-10,0 |
| **Ensenada Moreno** | 15,98 | 18,68 | 86,88 | 5,1-10,0 |

En Surgidero Furia, Punta Laura, Norte de Punta Dársena y Ensenada Moreno, se registraron velocidades mayores a 30 cm/s, con el mayor porcentaje de frecuencias de magnitud mayores de 30 cm/s en Punta Laura (Figura 5).

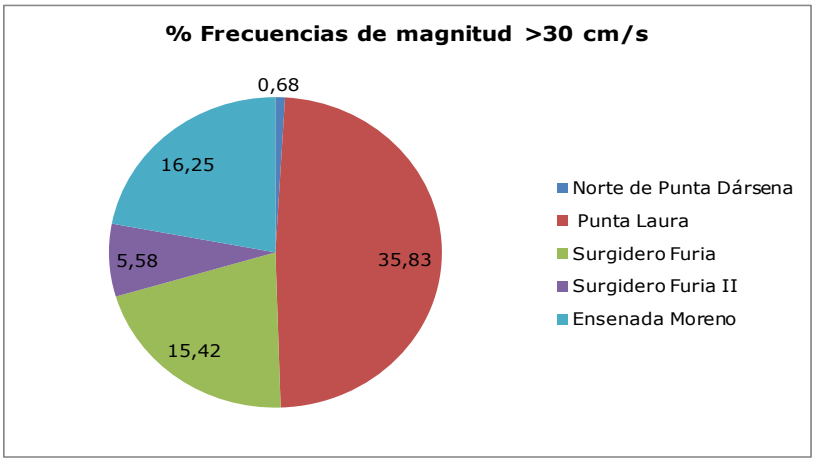



**Figura 9: Porcentaje de frecuencias de magnitud mayores a 30 cm/s.**

Según la Tabla 8, que muestra la frecuencia promedio de las direcciones de corriente promedio para cada zona, en la mayoría de los casos existe una dirección de flujo predominante, a excepción de Ensenada Moreno donde se puede observar la posible existencia de una corriente de flujo y reflujo en dirección Sureste-Noroeste.

**Tabla 8: Frecuencias promedio de ocurrencia de las direcciones de corriente obtenidas de las CPS de los centros de cultivo de Seno Skyring (Anexo B).**

| CENTROS | FRECUENCIA PROMEDIO DE OCURRENCIA (%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (337,5º - 22,4º) | NE (22,5º - 67,4) | E (67,5º - 112,4º) | SE (112,5º - 57,4º) | S (157,5º - 02,4º) | SW (202,5º - 47,4º) | W (247,5º - 92,4º) | NW (292,5º - 37,4º) |
| **Isla Unicornio** | 10,63 | 14,17 | 11,70 | 10,88 | 15,19 | 15,31 | 12,54 | 9,57 |
| **Punta Dársena** | 11,70 | 13,34 | 12,38 | 13,27 | 14,35 | 13,60 | 12,11 | 9,25 |
| **Norte de Punta Dársena** | 38,84 | 17,87 | 5,52 | 2,48 | 3,73 | 5,31 | 10,96 | 15,30 |
| **Punta Laura** | 2,21 | 4,59 | 1,36 | 0,51 | 0,51 | 2,55 | 75,17 | 13,10 |
| **Punta Laura II** | 28,54 | 21,25 | 11,67 | 9,03 | 7,08 | 7,15 | 6,46 | 8,82 |
| **Surgidero Furia** | 11,66 | 7,77 | 6,94 | 5,55 | 7,93 | 12,70 | 21,99 | 25,50 |
| **Surgidero Furia II** | 30,00 | 12,30 | 4,21 | 5,46 | 9,54 | 7,91 | 10,20 | 20,38 |
| **Ensenada Rys** | 7,96 | 3,81 | 5,90 | 6,70 | 15,86 | 24,31 | 21,03 | 14,42 |
| **Ensenada Ponsonbi** | 3,38 | 7,43 | 39,12 | 36,69 | 6,49 | 2,64 | 1,69 | 2,57 |
| **Ensenada Moreno** | 15,98 | 6,93 | 8,53 | 22,45 | 15,56 | 5,79 | 8,07 | 16,70 |

### 4.2.2 Cálculo del Potencial

La Tabla 9 presenta el registro de las velocidades máximas registradas, , el potencial teórico y la densidad energética en cada uno de los sitios correspondientes al sector 2.

**Tabla 9: Registro de la velocidad máxima de cada sitio del Sector 2**

| Sitios | Velocidad máxima [cm/s] | Potencial Teórico Máximo [kW/m$^2$] | Potencial Extraíble por una Turbina [kW/m$^2$] |
|---|---|---|---|
| **Isla Unicornio** | 19,2 | 0,0035 | 0,0021 |
| **Punta Dársena** | 25,4 | 0,0082 | 0,0048 |
| **Norte de Punta Dársena** | 56,1 | 0,0883 | 0,0521 |
| **Punta Laura** | 77,78 | 0,2353 | 0,1388 |
| **Punta Laura II** | 18,1 | 0,0030 | 0,0017 |
| **Surgidero Furia** | 126,40 | 1,0097 | 0,5957 |
| **Surgidero Furia II** | 61,58 | 0,1168 | 0,0689 |
| **Ensenada Rys** | 17,04 | 0,0025 | 0,0015 |
| **Ensenada Ponsonbi** | 46,60 | 0,0506 | 0,0299 |
| **Ensenada Moreno** | 86,88 | 0,3279 | 0,1935 |

El sector llamado Surgidero Furia es el único sitio en este sector que posee un potencial energético denominado “Bajo”, esto de acuerdo a las Tabla 1. El resto de los valores arrojan una potencia de generación que es considerada como “muy baja”.

## 4.3 SECTOR 3: Isla Capitán Aracena

La información revisada para llevar a cabo el análisis del Sector 3 es:

- Medición y Análisis Corrientes Concesión 3. Península Brecknock, Canal Cockburn. Tierra del Fuego, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011
- Medición y Análisis Corrientes Concesión Cockburn13, Seno Chasco, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011
- Medición y Análisis Corrientes Concesión Cockburn 23, Canal Cockburn. Seno Brujo, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011

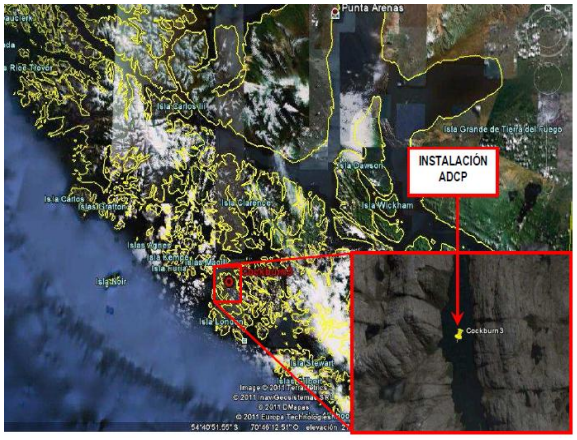
- Medición y Análisis Corrientes Concesión 14, Seno Chasco, Canal Cockburn. Tierra del Fuego, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011

La información completa se encuentra disponible en el Anexo C.

### 4.3.1 Análisis de Corrientes

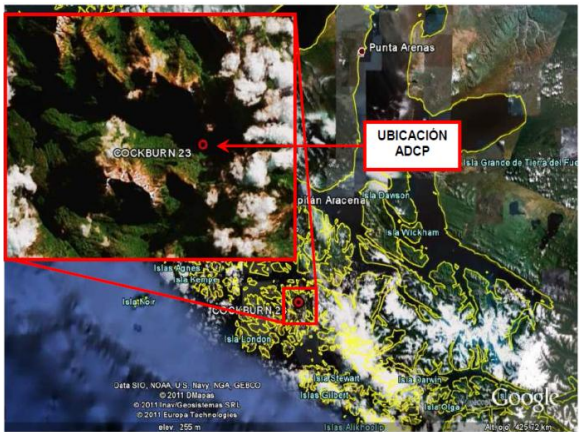
Los estudios de corrientes en estos sectores están orientados a determinar el comportamiento del cuerpo de agua, para ello se obtuvieron registros de la magnitud y dirección de las corrientes en un punto fijo, referido a las concesiones ubicadas en el Sector Canal Cockburn de la empresa acuícola (Figura 6). Con este objeto, se fondeó en cada sector un equipo perfilador de corrientes ADCP, los cuales registraron corrientes desde Febrero de 2011 hasta finales de la primera semana de marzo del 2011 aproximadamente.

*Península Brecknock, Canal Cockburn, Tierra del Fuego*




*Canal Cockburn, Seno Chasco, Región de Magallanes*

*Cockburn 23, Canal Cockburn, Seno Brujo, Región de Magallanes*




*Concesión 14, Seno Chasco, Canal Cockburn, en Tierra del Fuego*

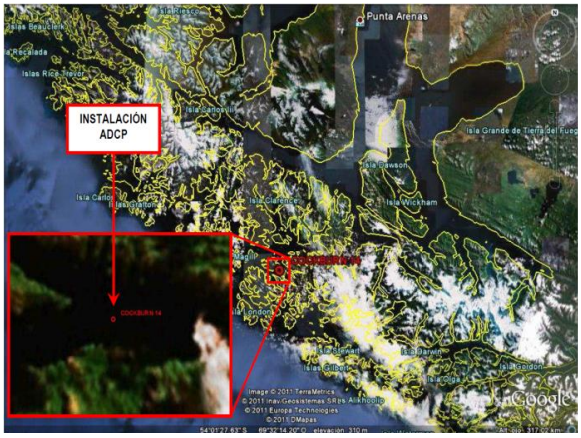



**Figura 10: Localización de las estaciones de fondeo del correntómetro. Fuente: Mediciones y análisis de corrienteeuleriana, Caburgua S.A. (Anexo 3).**

En las zonas de estudio se instaló un correntómetro ADCP (*Acustic Doppler Current Profiler*), Marca Nortek, modelo Aquadop Profiler, para la realización de correntometrías de fondeo de un periodo aproximado de 30 días.

Independientemente de la profundidad del sector de cada uno de los Sitios, el correntómetro se fondeó a 38 m de profundidad.

El ADCP se programó para registrar la intensidad y dirección de la corriente cada 10 minutos, para capas de 1,0 m de espesor cada una, a excepción del Sitio 3, donde las capas medidas fueron de 2 m.

Los datos medidos por el equipo fueron analizados mediante técnicas estadísticas convencionales. Entre los análisis realizados se encuentra la Frecuencia de magnitud y Dirección de Corriente por capas.

Los datos de correntometría obtenidos contemplan un ciclo lunar completo, aportando una aproximación bastante real las velocidades máximas y mínimas que se pueden registrar en la dinámica de la zona. Estos datos se representan en la Tabla 10.

**Tabla 10: Velocidades promedio, máximas y de mayor frecuencia registradas durante un ciclo completo de marea en cada Estación. Datos obtenidos de los estudios de corrientes en el Canal Cockburn (Anexo C).**

| SITIO | VELOCIDAD PROMEDIO [cm/s] | VELOCIDAD MÁXIMA [cm/s] | RANGO VELOCIDAD MÁS FRECUENTE [cm/s] |
|---|---|---|---|
| **Sitio 1** | 8,49 | 30,6 | <12,86 |
| **Sitio 2** | 8,7 | 22,4 | <12,86 |
| **Sitio 3** | 13,42 | 52,0 | <12,86 |
| **Sitio 4** | 8,17 | 30,1 | <12,86 |

La Tabla 11 muestra la frecuencia promedio de ocurrencia registradas durante un ciclo completo de marea en el sector del Canal Cockburn.

**Tabla 11: Frecuencias promedio de ocurrencia (Anexo C).**

| SITIO | FRECUENCIA PROMEDIO DE OCURRENCIA (%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (337,5º-22,4º) | NE (22,5º - 67,4) | E (67,5º - 12,4º) | SE (112,5º - 57,4º) | S (157,5º - 02,4º) | SW (202,5º - 47,4º) | W (247,5º - 92,4º) | NW (292,5º - 37,4º) |
| **Sitio 1** | 12,5 | 14,1 | 14,0 | 13,9 | 13,3 | 11,2 | 10,4 | 10,3 |
| **Sitio 2** | 6,7 | 6,7 | 12,3 | 12,4 | 14,1 | 18,0 | 18,7 | 11,1 |
| **Sitio 3** | 5,89 | 4,02 | 7,39 | 12,42 | 9,95 | 10,98 | 25,9 | 23,45 |
| **Sitio 4** | 12,4 | 10,89 | 9,18 | 8,93 | 11,9 | 15,93 | 17,02 | 13,75 |

- **Sitio 1: Península Brecknock, Canal Cockburn, Tierra del Fuego**

La zona de estudio se caracteriza por una dinámica de corrientes marinas de nivel medio-bajo con las mayores magnitudes en la zona superficial y media de la columna de agua estudiada.

La velocidad media de corrientes es de 8,49 cm/s. Los casos registrados, se encuentran principalmente concentrados en el rango de magnitud de corrientes de < 12,86 cm/s. La magnitud máxima registrada es de 30,83 cm/s (Tabla 10).

Una revisión por separado de las intensidades de corrientes según la fase mareal, nos muestra que no existen diferencias significativas entre los promedios generales de velocidades de ambas fases (Ver Anexo C).

Al revisar las velocidades de corrientes de acuerdo a las fases lunares, se aprecia que los mayores valores promedio de corriente se encuentran asociados a los períodos de sicigia y cuadratura, losvalores máximos de corriente están asociados tanto a las sicigias como a las cuadraturas(Ver Anexo C). Esto indicaría que no existe predominancia de velocidades mayores o menor específicamente asociado a cuadratura o sicigia en el sector.

En general las direcciones predominantes no son muy patentes, se destacan muy levemente sobre las demás la Noreste, Este y Sureste, las cuales componen más del 42% de la medición y están asociadas a la morfología del lugar (Tabla 11, Ver Anexo C).

- **Sitio 2: Canal Cockburn, Seno Chasco, Región de Magallanes.**

La zona de estudio se caracteriza por una dinámica de corrientes marinas de nivel medio-alto con las mayores magnitudes en la zona superficial de la columna de agua estudiada.

La velocidad media de corrientes es de 8,74 cm/s. Los casos registrados, se encuentran principalmente concentrados en el rango de magnitud de corrientes de < 12,86 cm/s. La magnitud máxima se registró en la capa 8 (10-11 m), con un valor de 22,6 cm/s (Tabla 10).

Una revisión por separado de las intensidades de corrientes según la fase mareal, nos muestra que para la Fase Vaciante se presenta una velocidad promedio de corrientes de 0,17 nudos, con un máximo de velocidad promedio de 10,8 cm/s (0,21 nudos). En Fase Llenante la velocidad promedio de corrientes es de 8,75 cm/s (0,17 nudos), con un máximo de velocidad promedio de 11,32 cm/s (0,22 nudos). Sin embargo las diferencias encontradas no resultan significativas ya que ambas fases de marea mantienen las mismas tendencias de velocidades en el total de la medición (ver Anexo C).

Al revisar las velocidades de corrientes de acuerdo a las fases lunares se aprecia que los valores promedio de corrientes son mayores tanto en sicigia como en cuadratura, mientras los valores máximos de corrientes son mayores en cuadratura, la tendencia de velocidades es constante a través de la medición, no encontrándose diferencias marcadas entre un período lunar y otro (Ver Anexo C). Esto indicaría que no existe predominancia de velocidades mayores o menor específicamente asociado a cuadratura o sicigia en el sector.Las direcciones Oeste, Este y Sur predominan a través del 100% de los estratos de la columna de agua (Tabla 11, Ver Anexo C).

- **Sitio 3: Cockburn 23, Canal Cockburn, Seno Brujo, Región de Magallanes.**

La zona de estudio se caracteriza por una dinámica de corrientes marinas de nivel medio con las mayores magnitudes en la zona superficial de la columna de agua estudiada. La velocidad media de corrientes es de 13,42 cm/s. Los casos registrados, se encuentran principalmente concentrados en el rango de magnitud de corrientes de < 12,86 cm/s (Tabla 10). El valor máximo puntual en la magnitud de corrientes registrado corresponde a 52,64 cm/s.

Una revisión por separado de las intensidades de corrientes según la fase mareal, nos muestra que ambas fases se manifiestan de igual forma, no existiendo diferencias significativas en sus valores medios ni máximos (Ver Anexo C).

Al revisar las velocidades de corrientes de acuerdo a las fases lunares, se aprecia que los mayores valores de corrientes, tanto de velocidades medias como máximas, se

encuentran asociados al período de cuadratura.En general las direcciones predominantes son Oeste, Noroeste y Sureste, las cuales componen el 61,77 % de la medición (Tabla 11; Ver Anexo C).

- **Sitio 4: Concesión 14, Seno Chasco, Canal Cockburn, Tierra del Fuego**

La zona de estudio se caracteriza por una dinámica de corrientes marinas de nivel medio-bajo. La velocidad media de corrientes es de 8,17 cm/s. Los casos registrados, se encuentran principalmente concentrados en el rango de magnitud de corrientes de < 12,86 cm/s. La intensidad máxima de corrientes presenta un valor de 30,48 cm/s (Tabla 10).

El análisis según las fases mareales revela que las diferencias encontradas no resultan significativas, y al observar las figuras, se puede apreciar que ambas fases de marea mantienen las mismas tendencias de velocidades a través de la totalidad de la medición (Ver Anexo C).

Al revisar las velocidades de corrientes de acuerdo a las fases lunares, se aprecia que el valor máximo de velocidad de corrientes se encuentra asociado al período de sicigia (Ver Anexo C).En general las direcciones predominantes son Oeste y Suroeste, y están asociadas a la morfología del Estación en el cual se realizó la medición (Tabla 11; Ver Anexo C).

### 4.3.2 Cálculo del Potencial

La Tabla 12 presenta el registro de las velocidades máximas registradas en cada uno de los sitios correspondientes al sector 3, además de mostrar el Potencial Teórico Máximo y el Potencial Extraíble, ambos expresados en kW/m$^2$.

**Tabla 12:Registro de la velocidad máxima de cada sitio del Sector 3**

| SITIO | Velocidad Máxima [cm/s] | Potencial Teórico Máximo [kW/m$^2$] | Potencial Extraíble [kW/m$^2$] |
|---|---|---|---|
| **Concesión 3, península Brecnknock** | 30,6 | 0,0143 | 0,008 |
| **Concesión Cockburn, Seno Chasco** | 22,4 | 0,0056 | 0,003 |
| **Concesión Cockburn 23** | 52 | 0,0703 | 0,041 |
| **Concesión 14, Seno Chasco** | 30,1 | 0,0136 | 0,008 |

# 5 MEDICIÓN DE CORRIENTES EN SENO SKYRING

Las observaciones in situ realizadas durante la visita a terreno para la prospección de posibles lugares de medición, así como comunicaciones personales de navegantes evidenciaron que esta zona presentaría las mejores condiciones logísticas y de corrientes para la instalación de equipos de medición.

Además, existen empresas salmonícolas presentes en la zona con buena disposición a colaborar con el proyecto, las cuales entregaron su autorización para la utilización de sus instalaciones. Otro de los factores determinantes para la elección de Seno Skyring como lugar de estudio fue la elevada cantidad de datos confiables de corrientes disponibles, debido a la gran actividad acuícola del sector. La revisión de las correntometrías realizadas para los centros de cultivo mostraron datos de velocidades de hasta 126,40 cm/s en periodos de cuadratura (es decir en los periodos donde se esperan las velocidades de corrientes más bajas), por lo que se decidió realizar un estudio más exhaustivo del área. La información recopilada, sumado a la medición de varios puntos dentro del sector, permitió realizar una estudio más amplio de las velocidades de corrientes, abarcando una mayor cobertura geográfica.

El ADCP es un instrumento de uso común en investigación oceanográfica, siendo capaz de medir desde unos pocos metros de profundidad de agua a varios cientos de metros con una frecuencia de 1 Hz, dependiendo del instrumento utilizado. El ADCP emite un pulso acústico que es reflejado por partículas, la energía contenida en la señal de regreso es la intensidad de eco. La señal de regreso tiene una frecuencia diferente a la emitida, y dado el efecto Doppler, es proporcional a la velocidad.

De manera de medir la profundidad completa, el rango de mediciones del ADCP se divide en segmentos uniformes conocidos como capas. El ADCP también cuenta con un compás, por ende es capaz de medir la columna de agua en su totalidad, produciendo ya sea un perfil horizontal o vertical (dependiendo del modelo) tanto de la velocidad como dirección en el tiempo.

## 5.1 CAMPAÑA DE TERRENO

Los datos oceanográficos obtenidos de las Caracterizaciones Preliminares de Sitio (CPS) de los centros de cultivo fueron ampliados con los datos obtenidos de la campaña de terreno.

Para la determinación de la dinámica litoral del Noroeste de Seno Skyring, se tomaron datos de dirección y magnitud de las corrientes en cuatro estaciones próximas a centros de cultivo y durante un período de 24 horas comprendidos entre el 29 de agosto y 02 de

septiembre de 2013. Estas mediciones fueron realizadas por un profesional de la consultora POCH y de la empresa que arrendó el equipo[3]. La Figura 8 muestra la instalación del correntómetro en Seno Skyring.

El registro de la correntometría euleriana se efectuó mediante el fondeo de un Correntómetro Perfilador Acústico Doppler (ADCP) marca RDI modelo Workhorse Sentinelde 300 KHz. (Nº serie whs300-i-ug128), con un alcance de 120m y una resolución de 0,1 cm/s. La posición geográfica se determinó mediante navegador GPS. Mayor información respecto del equipo utilizado se puede encontrar en el Anexo F.

Las características de fondeo del correntómetro como coordenadas, profundidad del sector, fecha y hora de medición para los cuatro sitios seleccionados se encuentran en la Tabla 13. La Figura 8 muestra la ubicación en el mapa de estos puntos.

[3]Litoral Austral Ltda fue la empresa que entrega los servicios de arrendar los correntómetros.

**Figura 11: Instalación del correntómetro en Seno Skyring**

**Tabla 13: Coordenadas de las estaciones de muestreo**

| SITIO | COORDENADAS UTM WGS 84- HUSO 18 | | COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS 84 - HUSO 18 | | PROFUNDIDAD (m) | FECHA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | Latitud (S) | Longitud (W) | | |
| **Punta Laura** | 4.163.529 | 6.752.82 | 52° 38' 59.43'' | 72° 24' 31.80'' | 54 | 29/08/13 |
| **Isla Unicornio** | 4.164.785 | 6.761.68 | 52° 37’35.39’’ | 72° 25’ 0.34’’ | 100 | 30/08/13 |
| **Surgidero Furia** | 4.166.144 | 6.748.39 | 52° 37’35.39’’ | 72° 25’ 0.34’’ | 94 | 31/08/13 |
| **Ensenada Rys** | 4.173.028 | 6.806.42 | 52° 33’46.00’’ | 72° 20’5.56’’ | 60 | 02/09/13 |

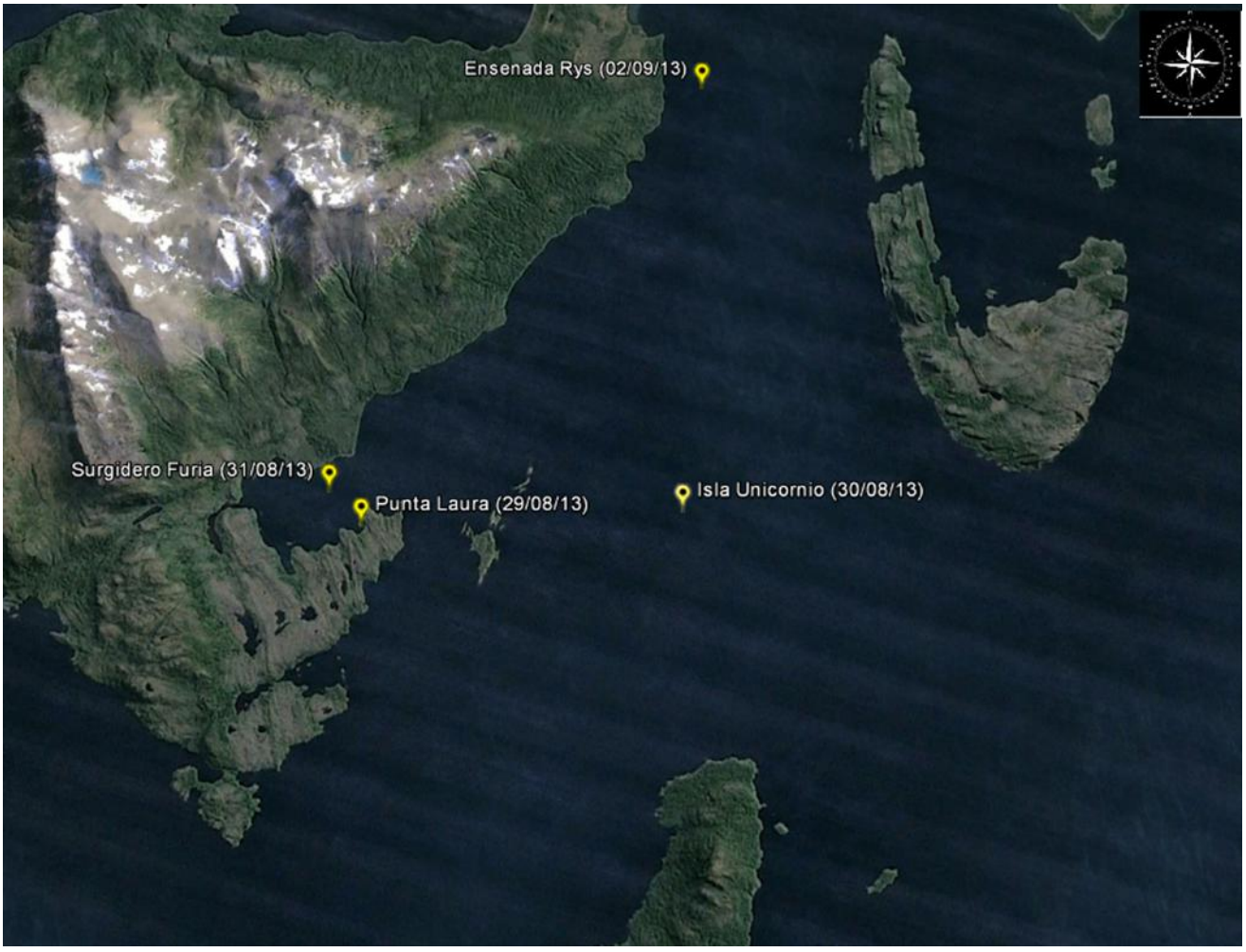



**Figura 12: Localización de las estaciones de fondeo del correntómetro. Campaña de terreno.**

El correntómetro fue programado para medir y recolectar la información de dirección y magnitud de la corriente a intervalos de 10 minutos, obteniéndose una serie de tiempo representativa del flujo del período de registro en el punto de fondeo y su entorno inmediato.

La dirección de la serie registrada fue corregida respecto a la variación magnética de la zona indicada en la carta náutica 11700 (SHOA) para obtener los datos referidos al Norte Geográfico.

Sobre la base de la serie de registros de magnitud de corrientes ya procesados, se efectuó un análisis estadístico básico obteniendo máximo, media, desviación estándar, mediana y moda para cada una de las capas en las que se divide la columna de agua. Finalmente, se agruparon los valores obtenidos de magnitud y dirección de acuerdo a rangos de intensidad determinados arbitrariamente a partir del rango total del registro y rangos de dirección de acuerdo a la rosa de direcciones tradicional (8 octantes).

## 5.2 RESULTADOS DE MEDICIONES

Los resultados de los datos crudos de los registros obtenidos directamente del equipo se adjuntan en el Anexo B.

Los datos de corrientes obtenidos a través de la campaña de terreno revelan velocidades promedio que van desde los 4,0 hasta los 17,3 cm/s en superficie, y desde 2,5 hasta 12,4 cm/s en el fondo. La magnitud de velocidad máxima registrada es de 57,0 cm/s, sin embargo, el rango de velocidades más frecuente varía entre 1,5 y 3,00 cm/s (Tabla 14).

**Tabla 14: Velocidades promedio, máximas y de mayor frecuencia registradas en periodo de cuadratura en cada sector. Datos obtenidos de la campaña de terreno realizada en Seno Skyring (Anexo B).**

| SITIO | VELOCIDAD PROMEDIO [cm/s] | | VELOCIDAD MÁXIMA [cm/s] | RANGO VELOCIDAD MÁS FRECUENTE [cm/s] |
|---|---|---|---|---|
| | Superficie | Fondo | | |
| **Isla Unicornio** | 5,3 | 9,1 | 52,2 | 1,5-3,0 |
| **Punta Laura** | 5,6 | 4,0 | 54,9 | 1,5-3,0 |
| **Surgidero Furia** | 5,3 | 2,5 | 33,0 | 1,5-3,0 |
| **Ensenada Rys** | 17,3 | 12,4 | 57,0 | 1,5-3,0 |

No obstante, cabe destacar que los valores de velocidad promedio de fondo de Isla Unicornio, Surgidero Furia, velocidad promedio de superficie de Punta Laura y velocidad promedio de superficie y fondo de Ensenada Rys no son valores fiables ya que presentan una desviación estándar elevada (Anexo B), por lo que los valores registrados de estas capas podrían deberse a errores en la medición del correntómetro derivados de la variación de la marea.

En los cuatro sitios se registraron velocidades mayores a 30 cm/s, sin embargo estos datos no son confiables, ya que como se mencionó anteriormente se registraron en capas que presentan una elevada desviación estándar, además la frecuencia con la que se registraron estos eventos es muy baja.

Es importante analizar la frecuencia de ocurrencia de cada uno de los rangos de velocidad medidos, pues ello nos da indicios de con cuánta exactitud podremos esperar cierto rango de velocidades.

Las Figuras 9 a 12 representan de manera gráfica las tendencias de velocidad de las corrientes marinas en los cuatro sitios del Sector de Seno Skyring.

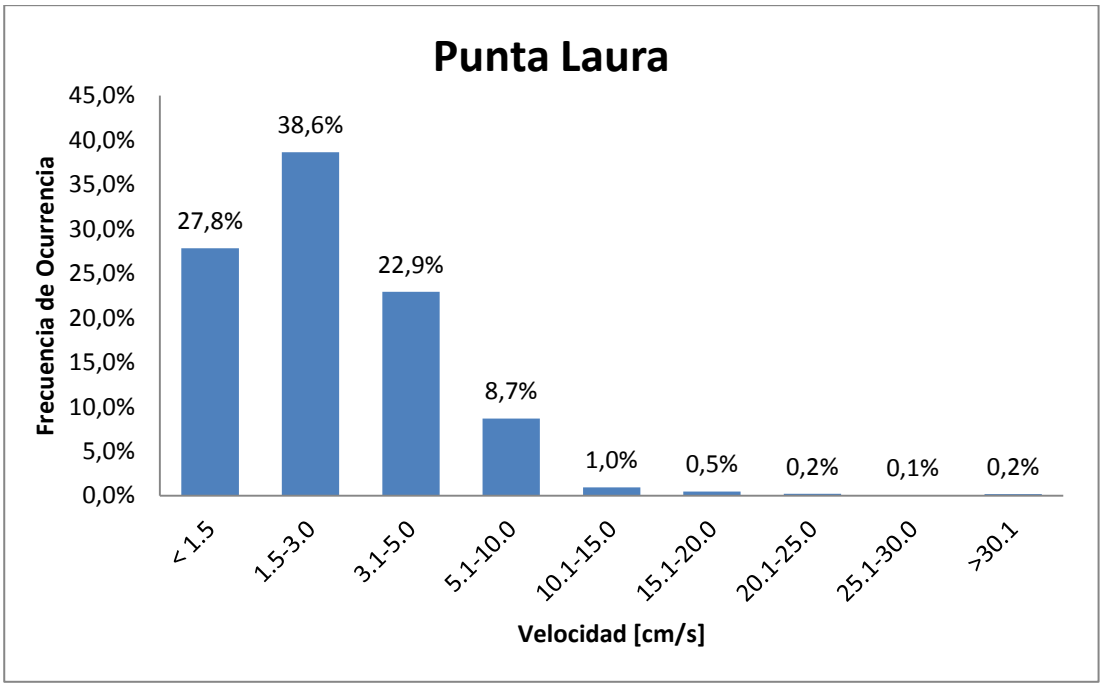



**Figura 13: Frecuencia de ocurrencia de velocidades en Punta Laurapara toda la columna de agua.**

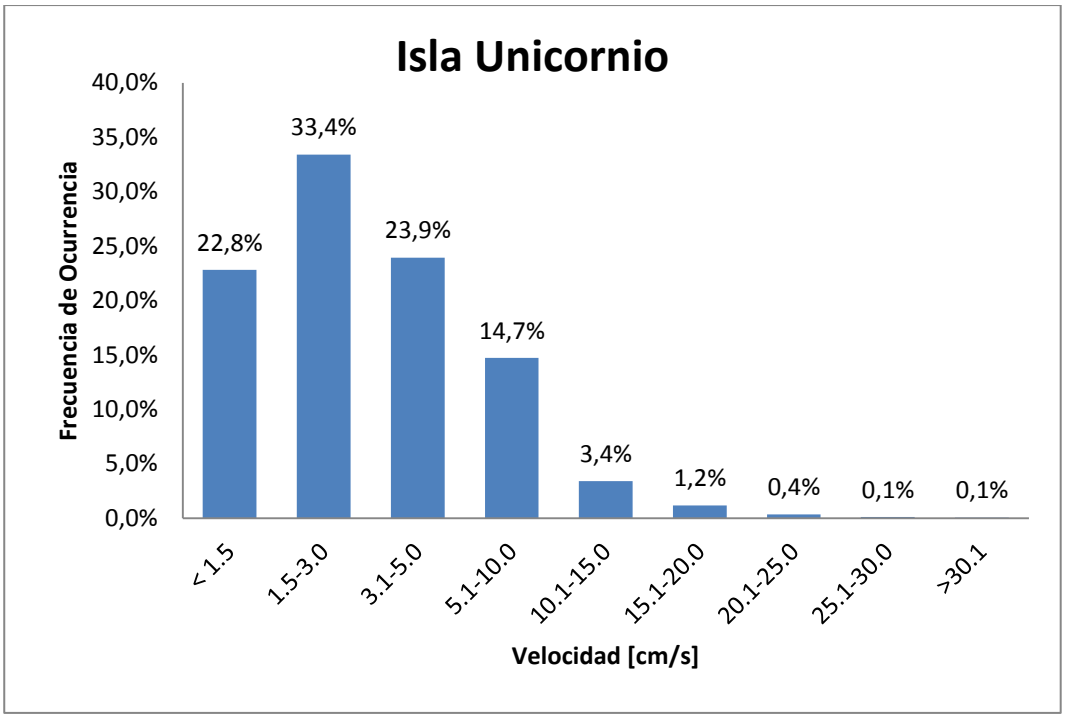



**Figura 14: Frecuencia de ocurrencia de velocidades en Isla Unicornio para toda la columna de agua.**

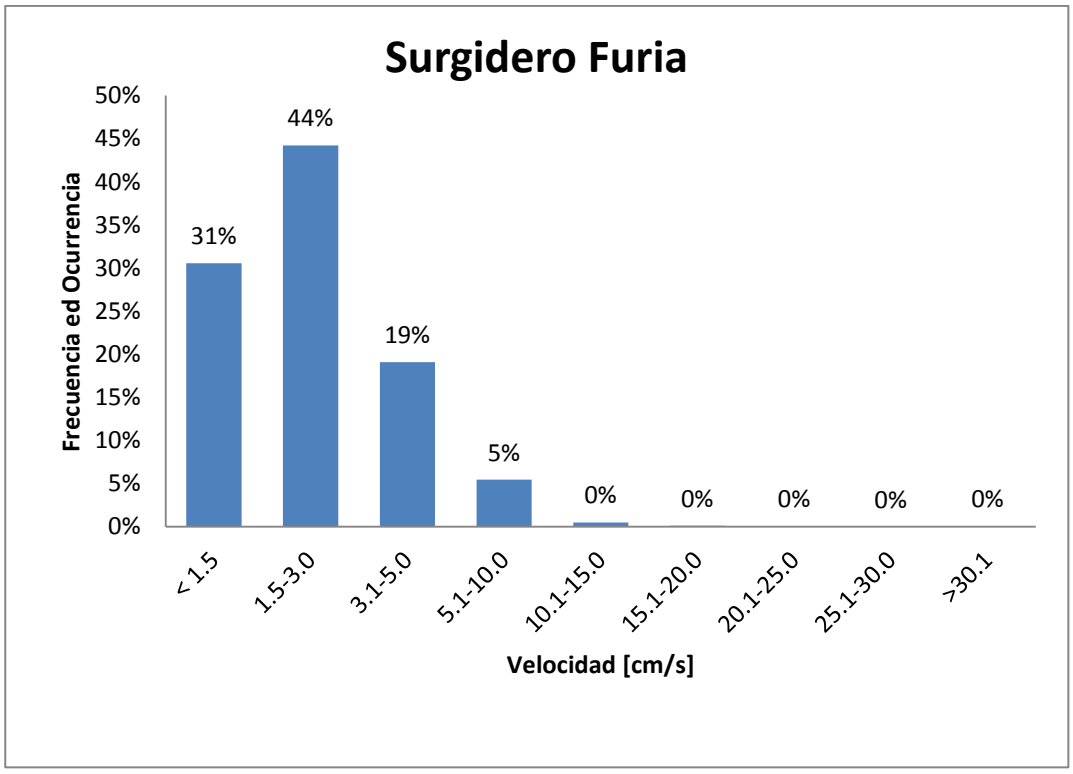



**Figura 15: Frecuencia de ocurrencia de velocidades en Surgidero Furia para toda la columna de agua.**

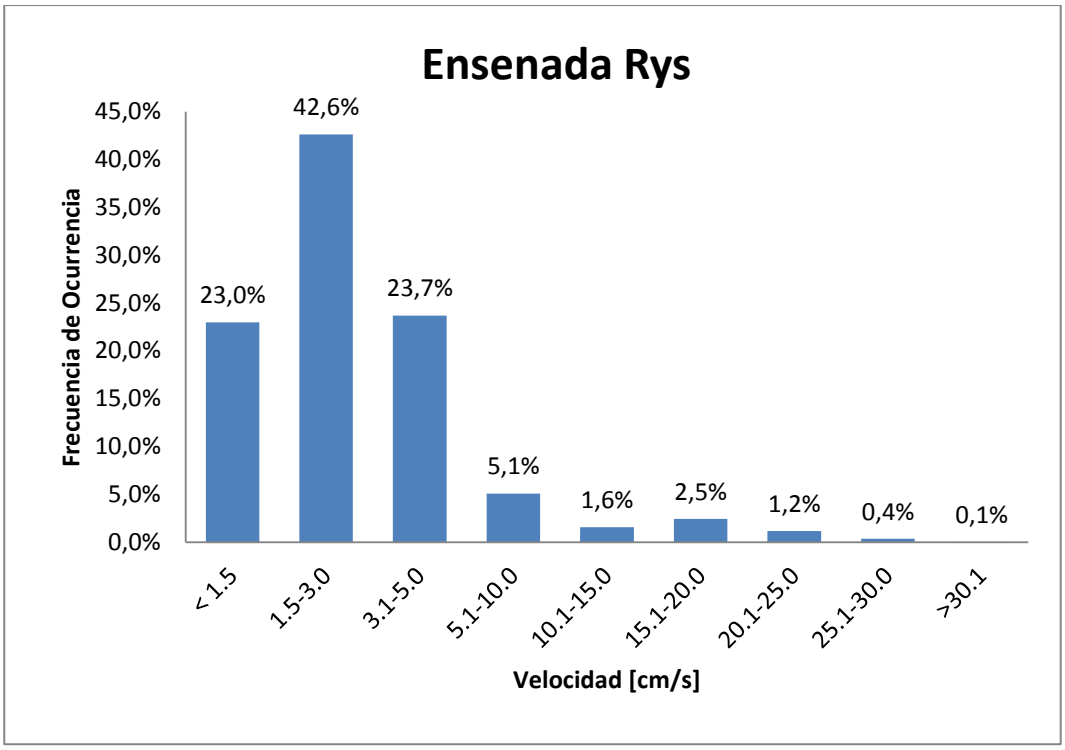



**Figura 16: Frecuencia de ocurrencia de velocidades en Ensenada Rys para toda la columna de agua.**

Según la Tabla 15 las direcciones de corriente promedio de la frecuencia de ocurrencia para cada zona muestran que todos los casos existe una dirección de flujo predominante. Para el periodo en el que se realizó la medición la dirección predominante para Punta Laura e Isla Unicornio fue Sur-Suroeste, Oeste para Surgidero Furia y Norte-Noreste para Ensenada Rys.

**Tabla 15: Frecuencias promedio de ocurrencia registradas en periodo de cuadratura en cada sector. Datos obtenidos de la campaña de terreno realizada en Seno Skyring (Anexo B).**

| SITIO | FRECUENCIA PROMEDIO DE OCURRENCIA (%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N (337,5º-22,4º) | NE (22,5º - 67,4) | E (67,5º - 112,4º) | SE (112,5º - 57,4º) | S (157,5º - 02,4º) | SW (202,5º - 47,4º) | W (247,5º - 92,4º) | NW (292,5º - 37,4º) |
| **Isla Unicornio** | 13,9 | 12,5 | 9,1 | 11,5 | 20,2 | 16,1 | 7,6 | 9,1 |
| **Punta Laura** | 10,6 | 4,9 | 6,3 | 14,3 | 18,0 | 16,4 | 13,7 | 15,8 |
| **Surgidero Furia** | 7,7 | 10,1 | 13,6 | 10,0 | 9,2 | 11,7 | 22,5 | 12,1 |
| **Ensenada Rys** | 19,7 | 18,4 | 16,2 | 9,9 | 11,7 | 7,9 | 7,0 | 9,3 |

La Figura 13 presenta de manera gráfica la tendencia de las direcciones de las corrientes marinas en cada uno de los sitios del Sector de Seno Skyring en donde fueron efectuadas las mediciones.

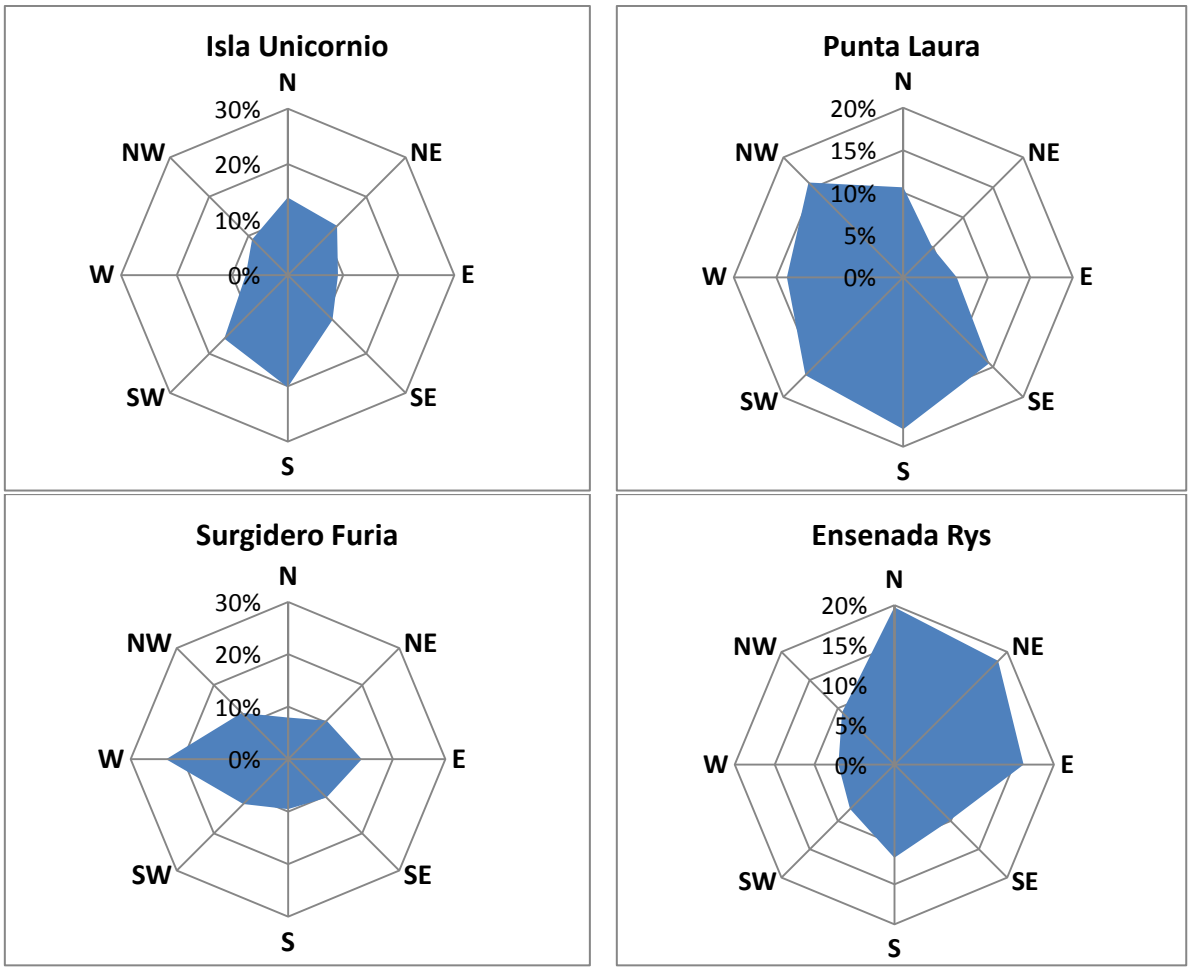



**Figura 17: Dirección de corrientes medidas en Seno Skyring**

## 5.3 POTENCIAL ENERGÉTICO

A continuación se muestran los resultados del cálculo de potencial de acuerdo a lo expuesto en el Capítulo 2 del presente informe. La Tabla 17 entrega el Potencial Teórico Máximo calculado a partir de la velocidad máxima registrada en cada sitio. Además se estima el Potencial Extraíble por una Turbina, correspondiente a un 59% del Potencial Teórico Máximo.

**Tabla 16: Potencial energético del Sector 2.**

| SITIO | Velocidad máxima [cm/s] | Potencial Teórico Máximo [kW/m$^2$] | Potencial Extraíble por una Turbina [kW/m$^2$] |
|---|---|---|---|
| **Isla Unicornio** | 52,2 | 0,0711 | 0,0420 |
| **Punta Laura** | 54,9 | 0,0827 | 0,0488 |
| **Surgidero Furia** | 33,0 | 0,0180 | 0,0106 |
| **Ensenada Rys** | 57,0 | 0,0926 | 0,0546 |

Según la clasificación de potencial entregada en la Tabla 1, todos estos sitios presentan un potencial energético “Muy Bajo”, y se debe tener en cuenta que el potencial aquí calculado, considera la velocidad máxima registrada en las corrientes la cual ocurre un mínimo del tiempo. En efecto, al observar las Figuras 9 a 12 se puede constatar que las velocidades más frecuentes en los cuatro sitios se encuentran dentro del rango de los 1.5 – 3.0 cm/s. Dentro del rango más alto de velocidad de corriente (> 30 cm/s) ningún sitio supera el 0,2% de frecuencia de ocurrencia. Esto se traduce en que el potencial energético real es muchísimo menor al indicado como extraíble.

# 6 CONCLUSIONES

El presente informe corresponde a un estudio preliminar de zonas de la XII Región con potencialidad para la generación de energía a partir de corrientes marinas.

Debido al bajo rango de marea registrado en estas zonas (información obtenida a partir de la Red de Estaciones Permanentes de Marea del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA)), se descartó la energía undimotriz como posible alternativa, centrándose en el estudio de zonas con potencial de corrientes, para lo que se recopiló la mayor cantidad de información disponible (datos de corrientes de empresas acuícolas, visitas exploratorias a terreno, entre otros).

Con el fin de completar la información recopilada y en virtud de los recursos disponibles del proyecto, se llevó a cabo una campaña de mediciones en terreno que consistió en la instalación de un correntómetro durante 24 horas en cuatro estaciones ubicadas en el sector Seno Skyring, con el objetivo de abarcar una mayor área y obtener una caracterización general de la dinámica de corrientes de la zona. Si bien este informe consolida la información recopilada y levantada en terreno, ésta es diversa y varía en cada sitio y sector, lo que implica que la metodología utilizada en cada uno de estos sectores sea distinta, lo que no permite la comparación entre sitios en términos de magnitud y dirección de corrientes, sin embargo permite una visión general de la dinámica de cada sector.

Tras el análisis de los datos disponibles para las tres áreas prospectadas en este estudio, se puede mencionar que en general la dinámica de corrientes presenta una frecuencia de velocidades entre 5,00 y 12,86 cm/s y una tendencia principalmente unidireccional, con la excepción de algunos casos puntuales. Por lo cual se podría concluir que en la totalidad de los sitios evaluados las velocidades de corrientes son relativamente bajas y probablemente insuficientes para proyectos de generación de energía a gran escala.

Más específicamente, de los tres sectores estudiados, se deduce que el sector Isla Capitán Aracena (sector 3), no es un buen sitio para el aprovechamiento del recurso marino en pos de la generación de energía eléctrica, mientras que en los otros dos sectores, el de Península Antonio Varas (sector 1) y el de Seno Skyring (sector 2), en promedio se observan mejores condiciones. Cabe mencionar que para efectos de esta discusión se omitió el dato de velocidad máximo que se entrega en el sitio denominado Seno Taraba Este, ya que su valor es demasiado grande en comparación al resto.

Cabe destacar que en esta primera etapa de aproximación del proyecto y debido a los recursos disponibles, los datos obtenidos en el presente informe corresponden a las

corrientes registradas en cuadratura (es decir, a las corrientes de velocidades más bajas registradas durante un ciclo lunar), por lo que es esperable que las zonas prospectadas presenten mayores magnitudes de corrientes. Una medición de los datos de corrientes de un ciclo lunar completo (sicigia y cuadratura) permitirían conocer con mayor exactitud la dinámica de las áreas de interés.

De acuerdo a lo presentado, el potencial energético del recurso marino es definido de acuerdo a la energía cinética contenida en la corriente, y posteriormente restringida a las limitaciones físicas de una turbina. Por otro lado, el grado de utilización más real del recurso se podría obtener de acuerdo a la relación entre la energía entregada anualmente a la potencia nominal del dispositivo de extracción, multiplicado por la cantidad de horas del año en funcionamiento.

Según se ha explicado a lo largo del informe, los datos de corrientes recopilados a partir de fuentes secundarias (CPSs y otros) han sido levantados a partir de mediciones realizadas en cuadratura. Además, las mediciones realizadas en la campaña de terreno por POCH también fueron coordinadas de manera que fuesen tomadas en cuadratura. Suele realizarse de esta manera pues dentro de un ciclo lunar el peor escenario que se espera encontrar es el que se produce cuando la luna está en cuadratura, ya que en ese escenario se esperan las velocidades de corrientes más bajas. Por ende se puede entender que en todos los sectores el potencial energético debiese ser mayor al presentado en este informe.

# 7 REFERENCIAS


- Caburgua S.A. Marzo 2011. Medición y análisis corrientes Concesión 3, Península Brecknock Canal Cockburn, Tierra del Fuego, XII Región. Titular: Nova Austral S.A.
- Caburgua S.A. Marzo 2011. Medición y análisis corrientes Concesión Cockburn, Seno Chasco (Cockburn 13), XII Región. Titular: Nova Austral S.A.
- Caburgua S.A. Marzo 2011. Medición y análisis corrientes Concesión 14, Seno Chasco, Canal Cockburn, Tierra del Fuego, XII Región. Titular: Nova Austral S.A.
- Caburgua S.A. Marzo 2011. Medición y análisis corrientes Concesión Cockburn 23, Canal Cockburn, Seno Brujo, XII Región. Titular: Nova Austral S.A.
- CES, sector Este mina Elena, ensenada Ponsonby, Comuna de rio Verde, XII Región, Nº Pert 207121030. Salmones Mainstream S.A.
- CES, Seno Skyring Surgidero Furia, Pert Nº 204121011 (e-seia). Acuimag S.A.
- CES, Seno Skyring Norte de Punta Laura, Pert Nº 204121013 (e-seia). Cultivos Marinos Lago Yelcho S.A.
- CES, Seno Skyring, Punta Laura, Pert Nº 204121005 (e-seia). Cultivos Marinos Lago Yelcho S.A.
- CES, Seno Skyring, Ensenada Rys, Pert Nº 204121012 (e-seia). Cultivos Marinos Lago Yelcho S.A.
- CES, Seno Skyring SW isla Unicornio, Pert Nº 204121008 (e-seia). Salmones Maistream S.A.
- CES, Sector Peninsula Muñoz Gamero, Seno Skyring, Ensenada Moreno N° Pert 207121103. Acuimag S.A.
- CES, Seno Skyring, Punta Darsena, Pert Nº 204121009 (e-seia). Nova Austral S.A.
- Cruz, J. Thomson, M D. Stavroulia, E. 2009. Preliminary Site Selection-Chilean Marine Energy Resources. 62 pp.
- Ecosistema. Marzo 2012. Centro de cultivo de Mitilidos estero Borcosky, comuna de Natales, provincia de Última Esperanza, región de Magallanes. Titular: Pesquera Tres Vientos S.A.
- Fraenkel P. 2002. Power from marine currents. 14 pp.

- Gonzáles, M. Liria, P. Amate, J. Domínguez, J y Uyarra, M. 2012. Propuesta de Clasificación del potencial de las corrientes, mareas y oleajes para su posible aprovechamiento energético. Revista de Investigación Marina 19(4). pp. 84-91

- Hagerman, G.Polagye, B. 2009. Methodology for Estimating Tidal Current Energy Resources and Power Production by Tidal In-Stream Energy Conversion (TISEC) Devices. EPRI Rev 3.

- Lalander, E. 2013. Hydrokinetic Resource Assessment: Measurement and Models. Uppsala University

- Litoral Austral Ltda. Enero 2012. Caracterización Preliminar Sitio: Ces, Seno taraba Este, Sector 1, Estero Sin Nombre. Puerto Natales, Región de Magallanes. Titular: Salmones Multiexport S.A.

- Modificación de proyecto técnico, CES. Norte punta Darsena, seno Skyring, rio Verde, XII Región PERT Nº 211121047. Salmones Mainstream S.A.

- Modificación de proyecto técnico, CES, surgidero Furia, Seno Skyring, Río Verde, XII Región. PERT Nº 211121058. Trusal S.A.

- Navtec. Abril 2007. Estudio de Corrientes: Centro de cultivo Punta Vergara, Comuna de Puerto Natales, Provincia Última Esperanza, región de Magallanes. Titular: ACUIMAG S.A.

- O'Rourke, F. Boyle, F. Reynolds, A.2010. Tidal current energy resource assessment in Ireland: Current status and future update. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

- Servicio de Evaluación Ambiental del Gobierno de Chile (SEA). http://www.sea.gob.cl/

- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). 2002. Glosario de Marea y Corrientes. 3ra edición.

- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Gobierno de Chile. Información de concesiones de acuicultura. <http://www.subpesca.cl/servicios/603/w3-article-79925.html>

- Servicio de Evaluación Ambiental. Búsqueda de Proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos en la Región de Magallanes. Disponible en: http://www.sea.gob.cl/contenido/busqueda-de-proyectos

# ANEXO A. DATOS SECTOR 1

- CES, Seno Taraba Este, Sector 1. Estero Sin Nombre. PERT N°207122126 (CPS) Puerto Natales, XII Región. Salmones Multiexport S.A. Enero 2012

- CES, Seno Taraba Sur, Sector 1. Estero Sin Nombre. PERT N°207122129 (CPS) Puerto Natales, XII Región. Salmones Multiexport S.A. Enero 2012

- Centro de Cultivo de Mitilidos Estero Borcosky, Comuna de Natales, Provincia de Últia Esperanza. Decimosegunda Región de Magallanes. PERTN° 207122007 (CPS) Pesquera Tres Vientos SA. Marzo 2012

- Estudio de Corrientes Centro de Cultivo de Salmónidos Sector Punta Vergara. Comuna de Puerto Natales – Provincia última Esperanza, XII Región PERT N° 206122008 (CPS) Acuimag S.A. Abril 2007

- Proyectos de Acuicultura al 28 de Febrero de 2013 aprobados por el SEA:En total se cuenta con 29 centros de cultivos y/o sus ampliaciones (tabla a continuación). Todos estos proyectos ya presentan su Declaración de Impacto Ambiental (DIA) aprobada.

| Número | Proyecto | Titular |
|---|---|---|
| **1** | Ampliación biomasa centro de cultivo de salmónideos Ladrillero, peninsula Morgan Nº PERT: 210122016. | ACUIMAG S.A. |
| **2** | Ampliación biomasa centro de cultivo de salmónideos, estero poca Esperanza, sector isla Wagner, Comuna de Natales, XII Región N° PERT. 210122015. | ACUIMAG S.A |
| **3** | Ampliación biomasa centro piscicola sector bahía Perales, estero Última Esperanza; Nº PERT: 210122014. | ACUIMAG S.A |
| **4** | Ampliación centro de engorda de salmonideos sector Weste Ex isla Vergara, Comuna de Natales, XII Región. Nº Pert 208122087 (e-seia) | ACUIMAG S.A |
| **5** | Ampliación de Biomasa Centro de cultivo de Salmonideos, Estero Poca Esperanza, Sector Islas Wagner, Comuna de Natales, XII Región | ACUIMAG S.A |
| **6** | Centro de cultivo de salmónideos canal Valdes, Punta Jonhson, Comuna de Natales, XII Región N° PERT. 207122057. | ACUIMAG S.A. |
| **7** | Centro de cultivo de salmónideos estero poca Esperanza, peninsula Vicuña Mackena, Comuna de Natales, XII Región N° PERT: 207122032 | ACUIMAG S.A |

| Número | Proyecto | Titular |
|---|---|---|
| **8** | Centro de cultivo de salmónideospeninsula Vicuña Mackena, estero poca Esperanza, XII Región N° PERT. 204122009. | ACUIMAG S.A |
| **9** | Centro de cultivo de salmonideospeninsula Vicuña Mackena, Pta Entrada, XII Región N° PERT. 204122001. | ACUIMAG S.A |
| **10** | Centro de cultivo de salmónideos sector este de la peninsulaStaines Nº 4, XII Región N° PERT. 207122072. | ACUIMAG S.A |
| **11** | Centro de cultivo de salmónideos sector peninsulaStaines Nº 1, XII Región N° PERT. 207122069. | ACUIMAG S.A |
| **12** | Centro de cultivo de salmonideos, estero Poca esperanza, sector islas Wagner, Comuna de Natales, XII Región. N° PERT. 201122026 CES Nº PERT 201122026 (e-seia) | ACUIMAG S.A |
| **13** | Centro de cultivo de salmonideos, estero Poca Esperanza, sector islas Wagner, Comuna de Natales, XII Región. Nº PERT. 201122032 CES Nº PERT 201122032 (e-seia) | ACUIMAG S.A |
| **14** | Centro de cultivo de salmónideos, peninsula Morgan PERT Nº 90120567 salmonidos península Morgan, Pert Nº 90120567 (e-seia) | SALMONES MAULLIN LIMITADA |
| **15** | Centro de cultivos de salmónideosesterp poca Esperanza, sector Brazo de Guardramiro, Comuna de Natales, XII Región N° PERT. 207122034. | ACUIMAG S.A. |
| **16** | Centro de engorda de salmonideos bahía Easter, canal Valdés, Comuna de Natales, XII Región, Nº Pert 208122078 (e-seia) | ACUIMAG S.A. |
| **17** | Centro de Engorda de Salmonideos "Bahía Tranquila Sector 2" N° PERT 207122036 | CULTIVOS MARINOS LAGO YELCHO S.A. |
| **18** | Centro de Engorda de Salmonideos "Canal Valdes al Norte de Caleta Fog" N° PERT 207122045 | CULTIVOS MARINOS LAGO YELCHO S.A. |
| **19** | Centro de Engorda de Salmonideos "Estero Poca Esperanza al Oeste de Punta Goddard" N° PERT 207122051 | CULTIVOS MARINOS LAGO YELCHO S.A. |
| **20** | Centro de Engorda de Salmonideos "Península Barros Arana al Este de Punta Obstrucción" N° PERT 207122118 | CULTIVOS MARINOS LAGO YELCHO S.A. |
| **21** | Centro de Engorda de Salmonideos "Península Morgan al Sur de Punta Lavapie" N° PERT 207122052 | CULTIVOS MARINOS LAGO YELCHO S.A. |

| Número | Proyecto | Titular |
|---|---|---|
| **22** | Centro de Engorda de Salmonídeos Bahía Tranquila 1 (201122001) Bahía Tranquila 2 (201122002) Bahía Tranquila 3 (201122003) Estero Poca Esperanza Península Barros Arana | Pesca Cisne S.A. |
| **23** | Centro de Engorda de Salmonídeos Entrada Bahía Tranquila 1 (201122004) Entrada Bahía Tranquila 2 (201122005) Estero Poca Esperanza Península Barros Arana | Pesca Cisne S.A. |
| **24** | Centro de Engorda de Salmonídeos Frente a Punta Sur (201122011) Estero Poca Esperanza Península Barros Arana | Pesca Cisne S.A. |
| **25** | Centro de Engorda de Salmonídeos Frente Islas Wagner (201122009) Entre Dos Islas (201122012) Estero Poca Esperanza Península Barros Arana | Pesca Cisne S.A. |
| **26** | Centro de engorda de salmonideos, sector paso Vattuonne Comuna de Natales, XII Región. Nº Pert 206122009 (e-seia) | ACUIMAG S.A. |
| **27** | Centro de engorda de salmonideos, sector Punta Vergara, Comuna de Natales, XII Región. Nº Pert 206122008 (e-seia) | ACUIMAG S.A. |
| **28** | Centro de engorda isla Donoso II (e-seia) | ACUIMAG S.A. |
| **29** | Centro de engorda paso Vattuone (e-seia) | ACUIMAG S.A. |

## ANEXO B. DATOS SECTOR 2

Proyectos de Acuicultura al 28 de Febrero de 2013 aprobados por el SEA: En total se cuenta con 29 centros de cultivos y/o sus ampliaciones (Tabla a continuación). Todos estos proyectos ya presentan su Declaración de Impacto Ambiental (DIA) aprobada. Además en esta Provincia se encuentran 21 centros y/o ampliaciones de estos centros correspondientes a la Comuna de Punta Arenas. Esta comuna no pertenece al sector de Seno Skyring por lo cual no han sido incluidos.

| Número | Proyecto | Titular |
|---|---|---|
| **1** | Centro de cultivo canal Bertrand isla Riesco Punta Islas, Comuna de rio Verde, XIIª Región. Nº PERT: 207121068 | Trusal S.A. |
| **2** | Centro de cultivo canal Bertrand, Norte de isla Riesco, Comuna de rio Verde, XIIª Región. Nº PERT: 207121069 | Trusal S.A. |
| **3** | Centro de cultivo canal Gajardo bahía Buckle isla Riesco sector 1 Nº PERT: 207121279 | Acuícola Cordillera Ltda. |
| **4** | Centro de cultivo canal Gajardo, bahía Buckle isla Riesco sector 2 Nº PERT: 207121280 | Acuícola Cordillera Ltda. |
| **5** | Centro de cultivo canal Muñoz isla Pan de Azúcar sector costa oeste Nº PERT: 207121153 | Salmones Islas del Sur Ltda |
| **6** | Centro de cultivo estero retroceso sector Sureste de Punta Lauca Nº PERT: 207121272 | Acuícola Cordillera Ltda. |
| **7** | Centro de cultivo estuario Gómez Carreño isla Riesco sector costa Sur 1 Nº PERT: 207121274 | Acuícola Cordillera Ltda. |
| **8** | Centro de cultivo estuario Gómez Carreño, isla Riesco sector Norte de Pta. Sur Nº PERT: 207121271 | Acuícola Cordillera Ltda. |
| **9** | Centro de cultivo Norte isla Riesco, estero din nombre, Comuna de rio Verde, XIIª Región. Nº PERT: 207121072 | Trusal S.A. |
| **10** | Centro de cultivo seno Glacier peninsula Muñoz Gamero costa Norte, sector 2 Nº PERT: 207121158 | Salmones Islas del Sur Ltda |
| **11** | Modificación de proyecto técnico, centro de cultivo de salmones. Norte punta Darsena, seno Skyring rio Verde, XII Región PERT Nº 211121047 | Salmones Mainstream S.A. |

| Número | Proyecto | Titular |
|---|---|---|
| **12** | Ampliación Concesión para Engorda de Salmónidos en Balsas Jaulas | Salmones Glaciar de los Andes S.A. |
| **13** | Ampliación Proyecto Técnico Concesión de Acuicultura de la XII Región, Ensenada Rys, N° PERT 210121036, Salmones Mainstream S.A. Ampliación biomasa Ensenada Rys 210121036 | Salmones Mainstream S.A. |
| **14** | Centro de engorda de Salmones seno SkyringSW isla Unicornio, Pert Nº 204121008 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **15** | Centro de engorda de salmonideos sector estancia María Olvido, ensenada Ponsonby, Comuna de rio Verde, XII Región. Nº Pert 207121032 | ACUICOLA RIVERFISH LIMITADA |
| **16** | Centro de engorda de salmonideos sector Este mina Elena, ensenada Ponsonby, Comuna de rio Verde, XII Región, Nº Pert 207121030 | ACUICOLA RIVERFISH LIMITADA |
| **17** | Centro de Engorda de Salmonideos "Sector Peninsula Muñoz Gamero, Seno Skyring, Ensenada Moreno N° Pert 207121103" | Trusal S.A. |
| **18** | Centro de engorda de salmonideos sector rio Los Palos, ensenada Ponsonby, Comuna de rio Verde, XII Región. Nº Pert 207121031 | ACUICOLA RIVERFISH LIMITADA |
| **19** | Centro engorda de salmónideos y mitilidos puerto Curtze XII Región (e-seia) | PESCA SURIBERICA S.A. |
| **20** | Centro piscicola isla Riesco, estuario Fanny, Este peninsula Fresia; Nº PERT: 207121044 | Trusal S.A. |
| **21** | CES, 204121009, Seno Skyring, Punta Darsena, Pert Nº 204121009 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **22** | CES, Pert Nº 204121011 Seno Skyring Surgidero Furia (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **23** | CES, Pert Nº 204121013 Seno Skyring Norte de Punta Laura (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **24** | CES, Seno Skyring, Ensenada Rys, Pert Nº 204121012 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **25** | CES, Seno Skyring, Islas Unicornio, Pert Nº 204121007 CES; Islas Unicornio, Pert Nº 204121007 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **26** | CES, Seno Skyring, Norte de Punta Darsena, Pert Nº 204121004 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |

| Número | Proyecto | Titular |
|---|---|---|
| **27** | CES, Seno Skyring, Norteweste Isla Marta CES Isla Marta Nº 204121010 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **28** | CES, Seno Skyring, Punta Laura, Pert Nº 204121005 (e-seia) | Salmones Mainstream S.A. |
| **29** | Modificación de proyecto técnico, centro de cultivo de salmones, surgidero Furia, seno Skyring, rio Verde, XII Región. PERT Nº 211121058 | Salmones Mainstream S.A. |

- Datos Crudos (obtenidos del SEA)
- Datos Estadísticos

# ANEXO C. DATOS SECTOR 3

- Medición y Análisis Corrientes Concesión 3. Península Brecknock, Canal Cockburn. Tierra del Fuego, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011
- Medición y Análisis CorrientesConcesión Cockburn13, Seno Chasco, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011
- Medición y Análisis CorrientesConcesión Cockburn 23, Canal Cockburn.Seno Brujo, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011
- Medición y Análisis Corrientes Concesión 14, Seno Chasco, Canal Cockburn. Tierra del Fuego, XII Región. Nova Austral S.A. Marzo 2011
- Los Proyectos que se encuentran aprobados en el SEA (al 28 de Febrero del 2013) correspondiente a este sector se presentan en la siguiente Tabla.

| N° | Nombre | Titular |
|---|---|---|
| **1** | Centro de cultivo canal Cockburn, isla Tierra del Fuego, peninsulaBrecknock. Nº PERT: 207123004 | Nova Austral S.A. |
| **2** | Centro de cultivo canal Cockburn, seno Brujo. Nº PERT: 207123024. | Nova Austral S.A. |
| **3** | Centro de cultivo canal Cockburn, seno Chasco. Nº PERT: 207123014. | Nova Austral S.A. |
| **4** | Centro de cultivo canal Cockburn, seno Chasco. Nº PERT: 207123015. | Nova Austral S.A. |
| **5** | Centro de Engorda de Salmonídeos Área Puerto Toro Paso Picton - Canal Beagle (201123011) | Construcciones y Carpintería Naval CONCAR S.A. |
| **6** | Centro de Engorda de Salmonídeos Sector Isla Delia (201123007) Canal Beagle | Construcciones y Carpintería Naval CONCAR S.A. |
| **7** | Centro de Engorda de Salmonídeos Sector Islote Solitario (201123010) Paso Picton Canal Beagle | Construcciones y Carpintería Naval CONCAR S.A. |
| **8** | Centro de Engorda de Salmonídeos Sector Punta Norte (201123012) Paso Picton Canal Beagle | Construcciones y Carpintería Naval CONCAR S.A. |
| **9** | Centro de Engorda Salmonídeos Sector Grupo Holger (99121133) Sector Weste Grupo Holger (99121132) Sector Isla Grupo Holger (200123003) Isla Navarino | ChileCultivos S.A. |

## ANEXO D. CAMPAÑA DE MEDICIONES

- Datos Crudos
- Datos Estadísticos
- Fotografías

## ANEXO E. MINUTA DE PRIMERA VISITA

## ANEXO F. ESPECIFICACIONES DE ADCP UTILIZADO