



**Memoria para optar al Título de  
Ingeniero Civil Oceánico**

**POTENCIAL DE ENERGÍA POR  
CORRIENTES DE MAREA EN SITIOS CON  
MAGNITUDES INFERIORES A 1,5 [m/s]**

**PAULETTE NICOLE MASSART PERALTA  
1 DE ABRIL, 2015**

Sitios con velocidades de alrededor de 1 [m/s], en el sur de Chile.



Aumento Demanda Energética.

Energías Marinas.

- Escases Estudios de extracción.
- Canal Chacao y Primera Angostura velocidad < 3 [m/s].

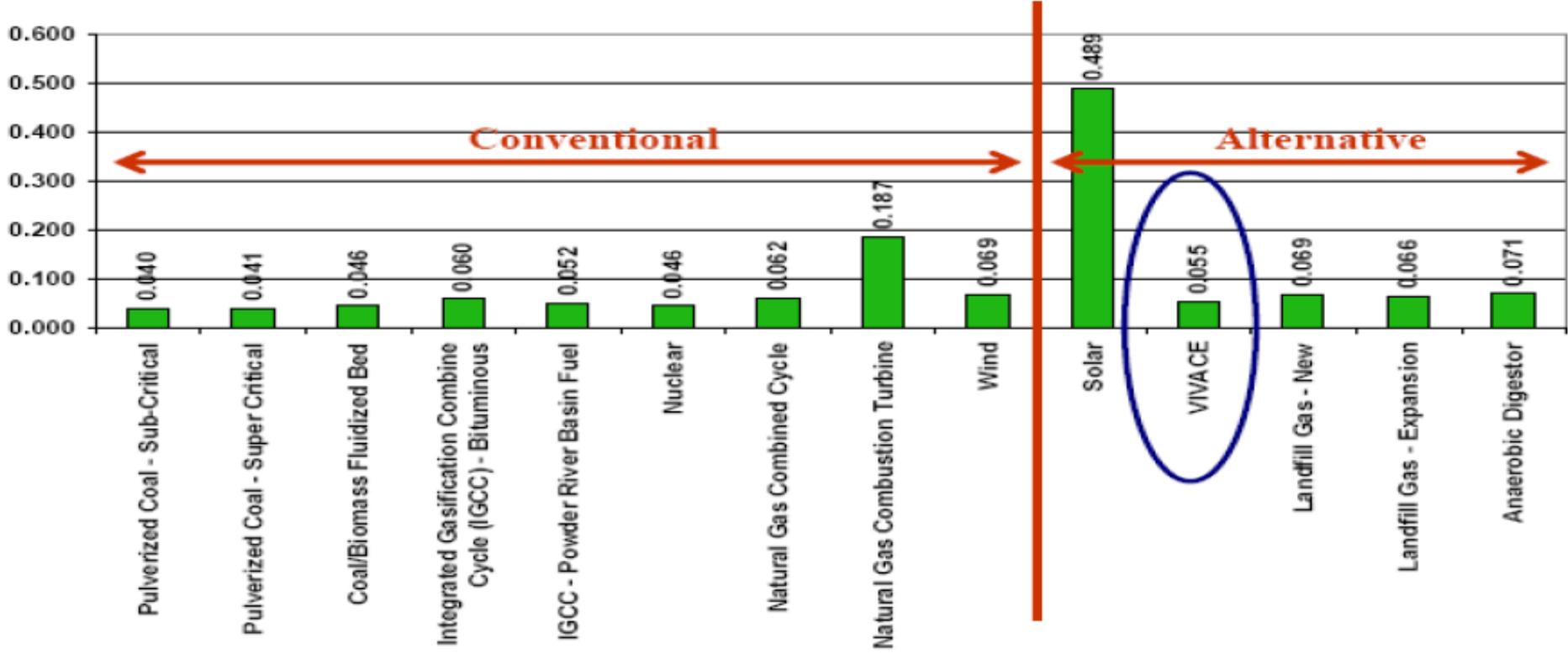
- Energía fiable y asequible

VIVACE (Vortex Induced Vibrations for Aquatic Clean Energy).

Alternativas para generación ERNC.

# INTRODUCCIÓN

Figura 1: Comparación de costos entre fuentes energéticas convencionales, alternativas y VIVACE. (Raghavan, 2007)



Disponibilidad del 90%

Bajas magnitudes entre 0,25 y 2,57 [m/s]

## – GENERAL

- Estimar el potencial de energía por corrientes de marea en sitios con magnitudes menores a 1,5 [m/s] y efectuar análisis de prefactibilidad técnica y económica en sitios cercanos a centros poblados.

## – ESPECÍFICOS

- Determinar el potencial de energía en sitios con mediciones de ADCP fijo y móvil con magnitudes de corriente inferiores a 1,5 [m/s].
- Establecer criterios de selección de los sitios de estudio, considerando al menos los siguientes rasgos: corrientes máximas y medias, reversibilidad, cizalles verticales, asimetría llenante-vaciante, profundidad y distancia a centros poblados.
- Efectuar análisis de prefactibilidad técnica y económica de instalación de un equipo disponible como prototipo en el mercado.

# METODOLOGÍA

ADQUISICIÓN DE  
DATOS

ANÁLISIS Y  
PROCESAMIENTO  
DE DATOS

POTENCIAL  
ENERGÉTICO

DISTRIBUCIÓN  
FÍSICA DE LOS  
DISPOSITIVOS

CARACTERIZACIÓN  
DE LA DEMANDA

**Análisis y  
procesamiento  
de datos**

- Magnitud a lo largo: Promedio, Máxima y Mínima
- Distribución porcentual de Velocidad a lo largo del canal
- Frecuencia Direccional
- Elipses de Marea

# 1. Cizalles Verticales

Componente Longitudinal

Componente Transversal

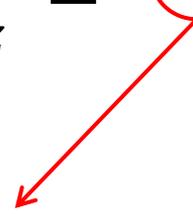


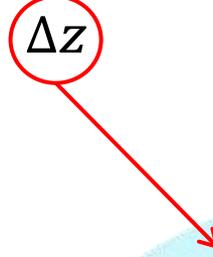
$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{u_{hh-1} - u_{hh+1}}{\Delta z} \quad [S^{-1}]$$



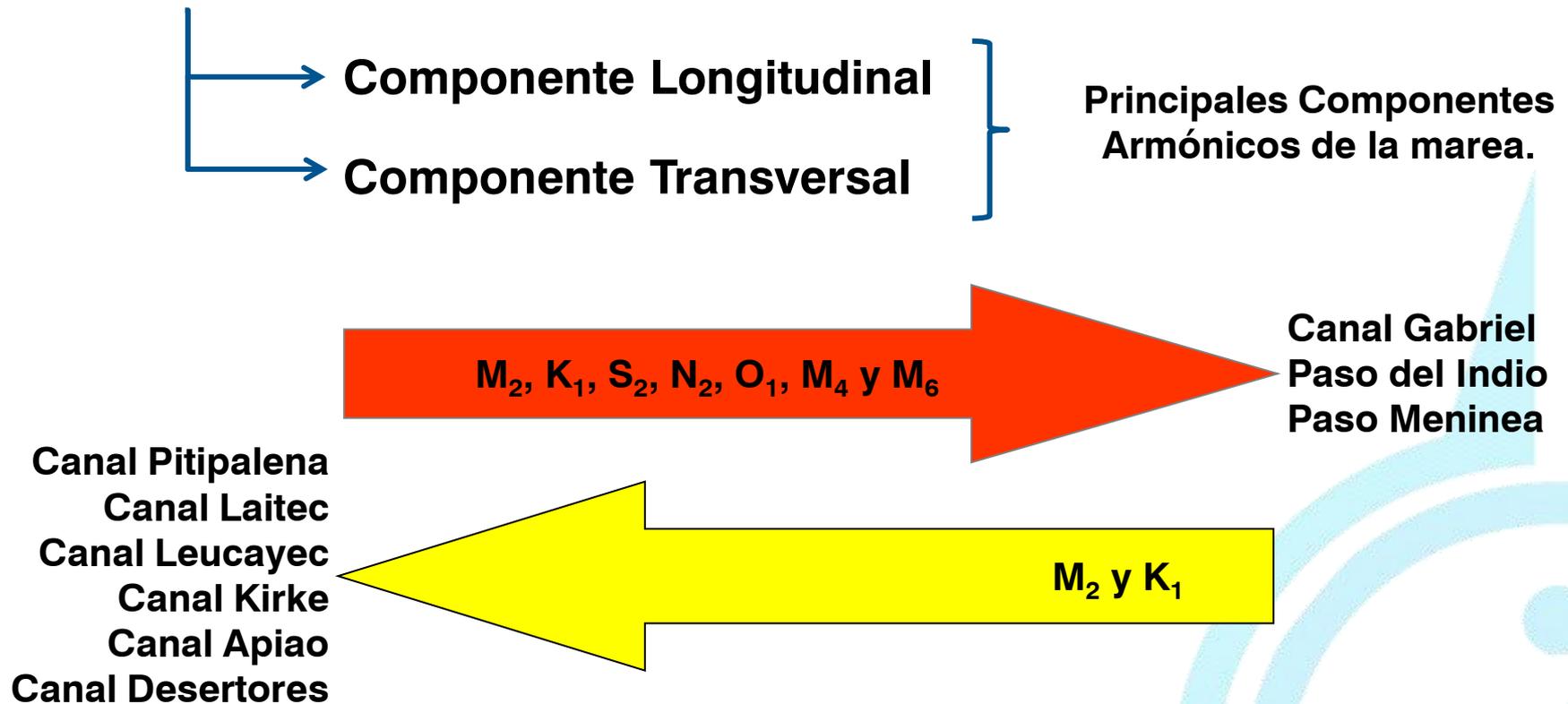
$$\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{v_{hh-1} - v_{hh+1}}{\Delta z} \quad [S^{-1}]$$

		Tiempo ...			
Profundidad ...	1	$u_{hh-1}$	} $\Delta z$		
	2	$u_{hh+1}$			
	3				
	4				
	⋮				

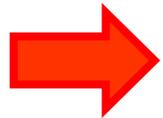

**Magnitud de la corriente de marea [cm/s]**


**Tamaño de celda vertical en [cm]**

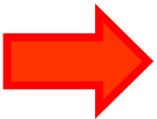
## 2. Corriente Residual



## 3. Direccionalidad

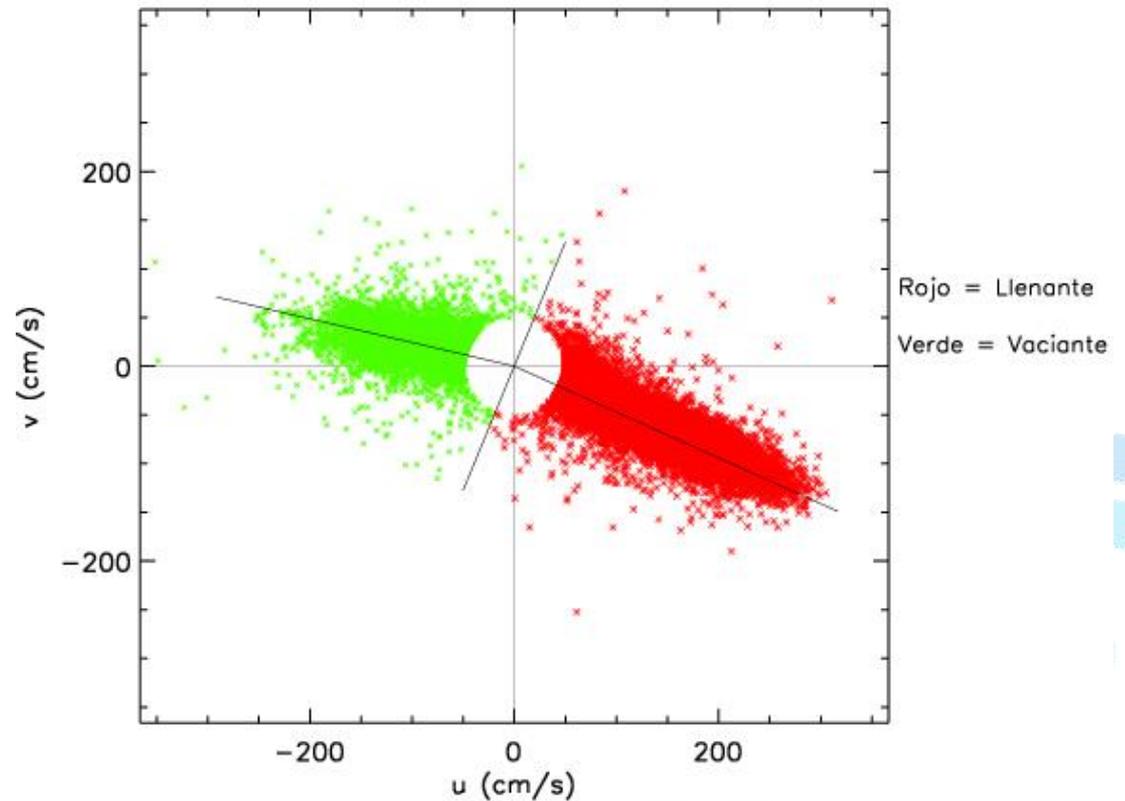


**Asimetría**



**Reversibilidad**

Ejemplo, Canal Gabriel



## Sitios del Estudio

- Canal Gabriel
- Paso del Indio
- Paso Meninea
- Canal Pitipalena
- Canal Laitec
- Canal Leucayec
- Canal Kirke
- Canal Apiao
- Canal Desertores

# ADQUISICIÓN DE DATOS

→ ADCP de 300 kHz marca RD-Instruments , GPS.

Adquisición de datos											
Sitio	Campaña Asociada	Latitud [S]	Longitud [W]	inicio	fin	Tiempo [días]	Profundidad Máxima [m]	Modo de Medición	Intervalo de tiempo [min]	Tamaño de celda vertical [m]	Sitios procesados
Canal Gabriel	Campaña corrientes SHOA años 2001 y 2010	54° 07' 18"	70° 50' 29"	17-03-2009	26-04-2009	40	24	Fijo	10	1	1
Paso del Indio	Campaña corrientes SHOA años 2001 y 2010	49° 06' 00"	74° 22' 54"	10-04-2005	28-08-2005	130	32	Fijo	10	1	1
Paso Meninea	Proyecto Cimar Fiordo 4 del Comité Oceanográfico Nacional.	45° 15' 43"	73° 40' 32"	25-09-1998	30-12-1998	96	53	Fijo	10	2	1
Canal Pitipalena	Proyecto FNDR de la región de Aysén BIP 30010880-0	43° 46' 07"	72° 56' 51"	04-12-2005	05-12-2005	1,04	25	Remolcado a lo largo	0,5	1	3
Canal Laitec	Proyecto Fondecyt 1100931 "Coupling of Physical and Biological Processes .....".	43° 11' 00"	73° 39' 41"	26-04-2009	26-04-2009	0,52	51	Remolcado a lo largo	0,5	1	2
Canal Leucayec	Campaña corrientes SHOA años 2001 y 2010	43° 55' 36"	73° 43' 22"	05-04-2004	06-04-2004	0,55	46	Remolcado a lo largo	0,5	2	1
Canal Kirke	Proyecto Cimar Fiordo 15 del Comité Oceanográfico Nacional.	52° 03' 31"	73° 00' 46"	29-10-2009	30-10-2009	1,02	60	Remolcado a lo largo	0,5	1	1
Canal Apiao	Campaña corrientes SHOA años 2001 y 2010	42° 37' 51"	73° 07' 12"	02-04-2004	03-04-2004	0,55	86	Remolcado a lo ancho	0,5	2	1
Canal Desertores	Proyecto Cimar Fiordo 17 del Comité Oceanográfico Nacional.	42° 45' 09"	72° 53' 34"	03-04-2004	04-04-2004	1,01	120	Remolcado a lo ancho	0,5	2	1

- **Canal Gabriel** →

**Provincia de Tierra del Fuego .  
XII región de Magallanes y Antártica Chilena.**

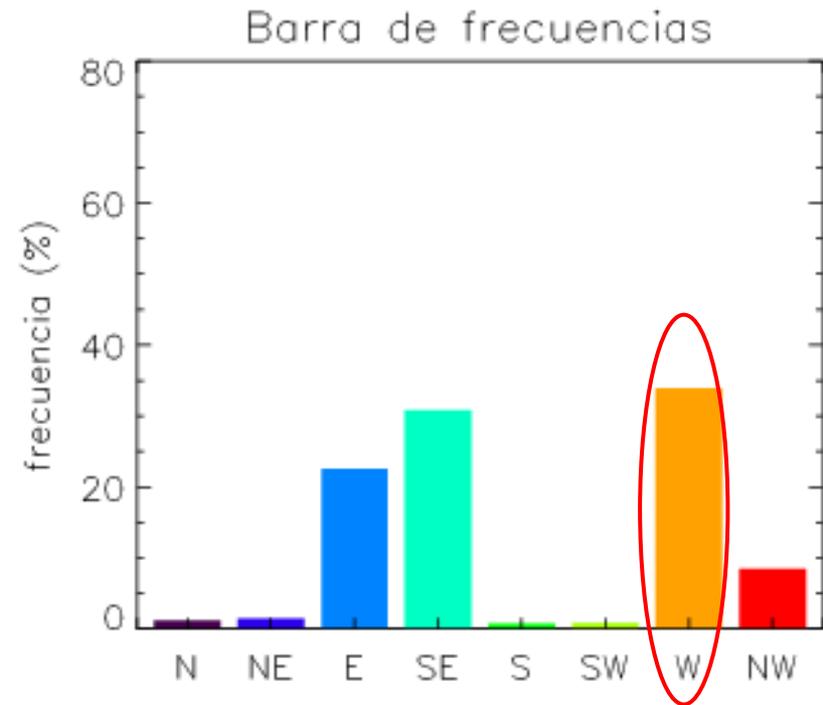
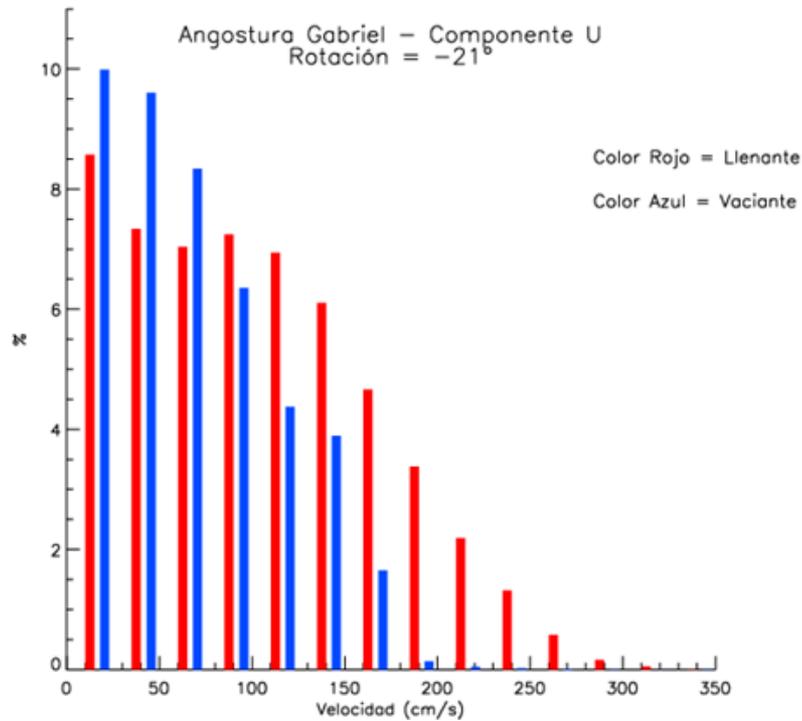


**54° 07' 18" Latitud S;  
70° 50' 29" Longitud W**



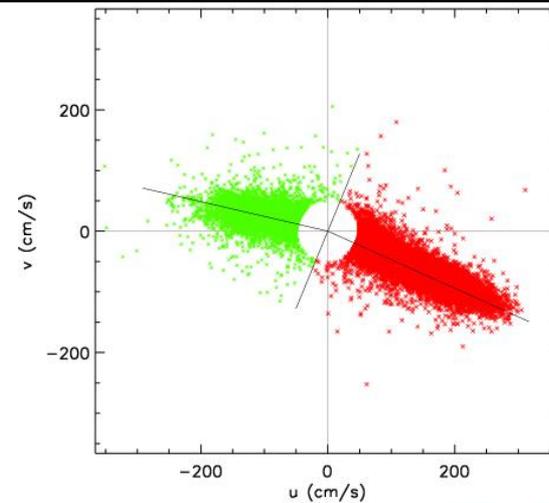
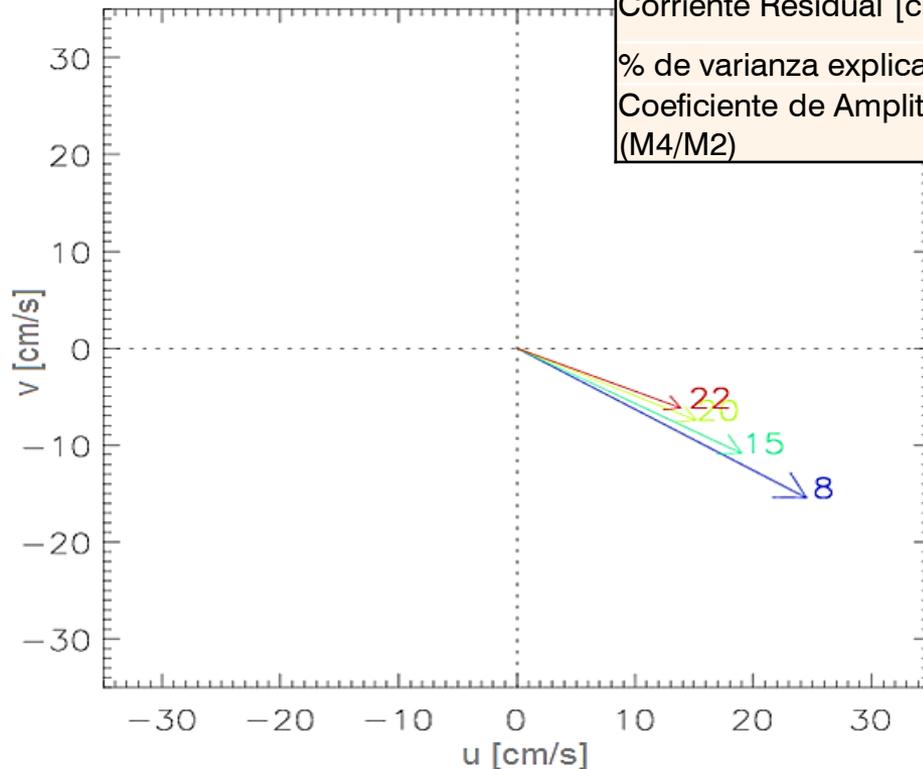
**Largo, 43.5 [km]  
Ancho, (0.91 a 2.4) [km]  
Ancho Angostura, 0.16 [km]**

## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional



# Corriente Residual

Profundidad [m]	8		20		22	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	24,51	15,45	15,16	-7,44	13,86	-6,17
% de varianza explicada	80,46	78,11	81,87	80,48	81,88	80,63
Coefficiente de Amplitud (M4/M2)	0,04	0,08	0,03	0,03	0,04	0,03



**Corriente Residual**

**Llenante**

- **Paso del Indio** → **Provincia de Última Esperanza.  
XII región de Magallanes y Antártica Chilena.**

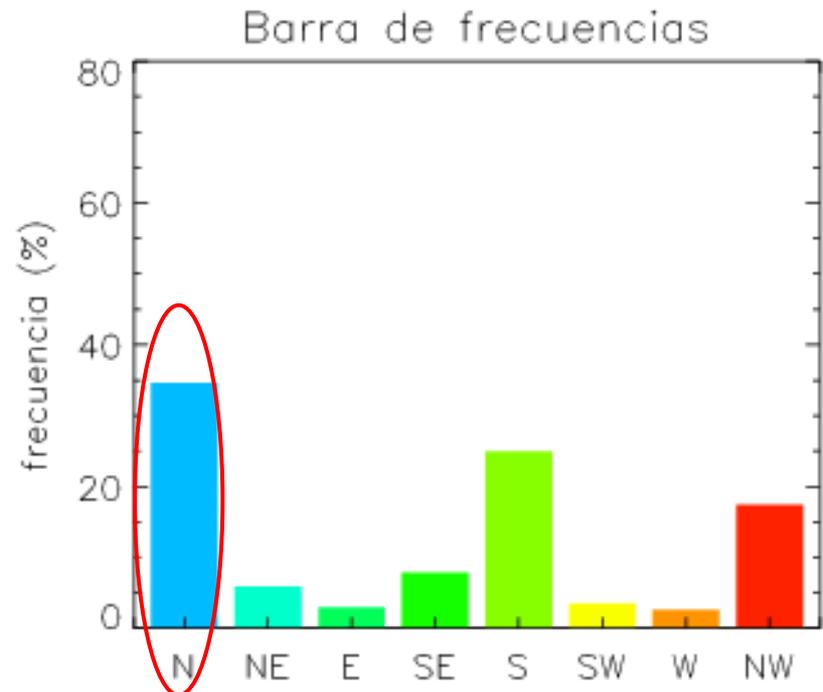
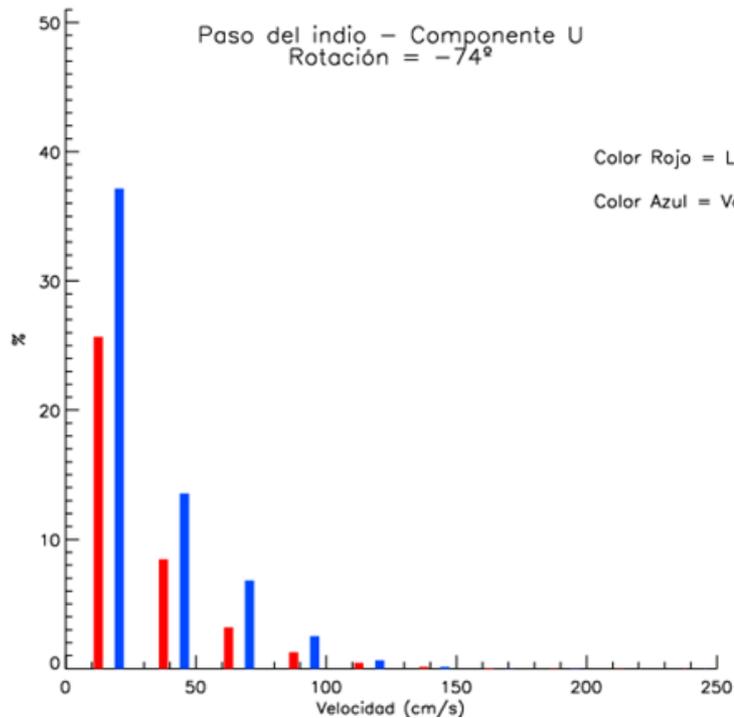


**Al Sur de Angostura Inglesa.  
Largo, 27.3 [km]**

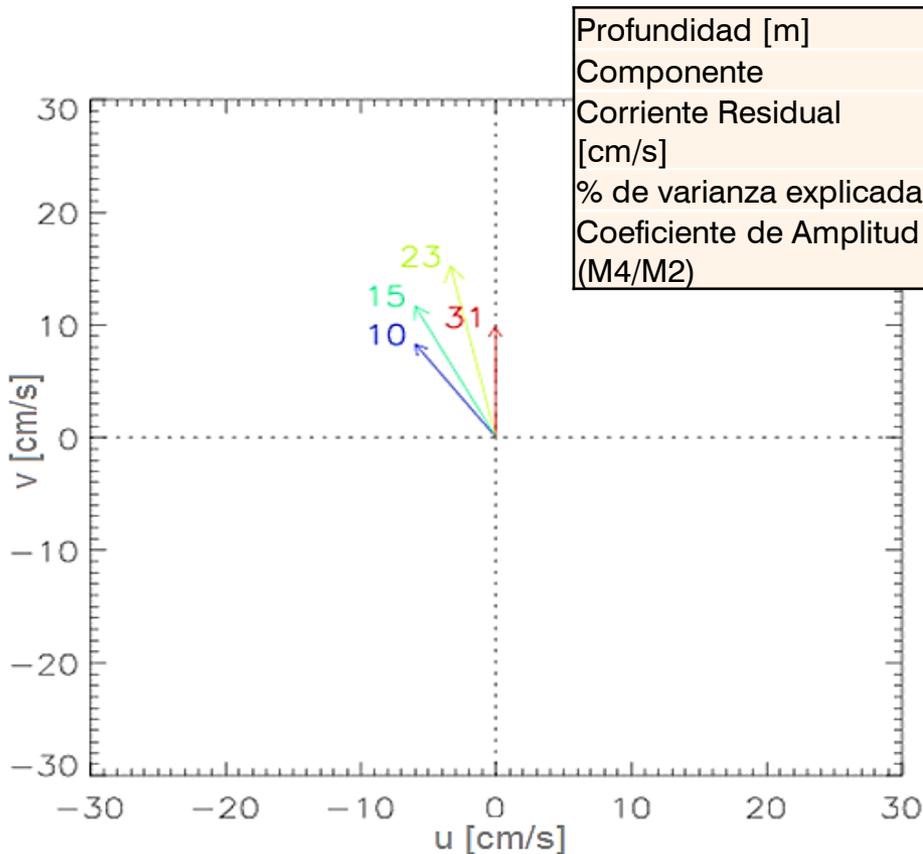
**49° 06' 00" Latitud S  
74° 22' 54" Longitud W**



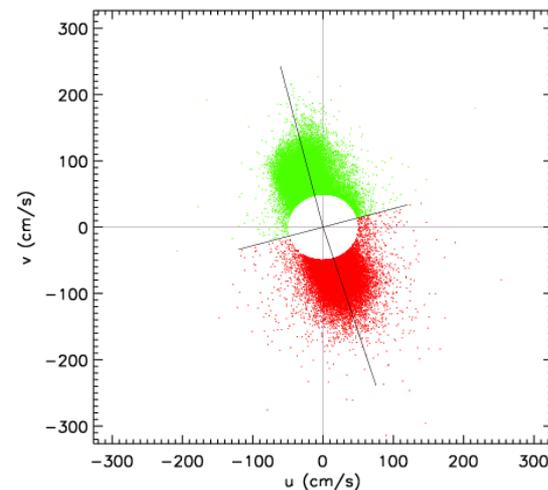
## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional



# Corriente Residual



Profundidad [m]	10		23		31	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	-5,96	8,27	-3,38	15,20	-0,08	9,80
% de varianza explicada	35,06	48,60	43,60	56,02	14,40	31,06
Coefficiente de Amplitud (M4/M2)	0,50	0,36	0,37	0,39	0,37	0,55



**Corriente Residual**



**Vaciante**

- **Paso Meninea** → **Provincia de Aysén.  
IX Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.**

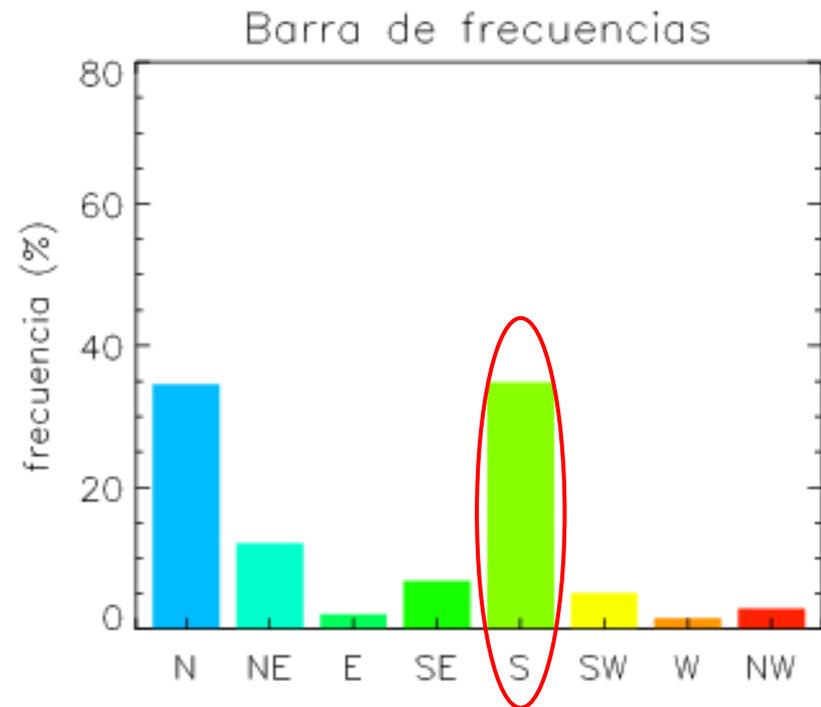
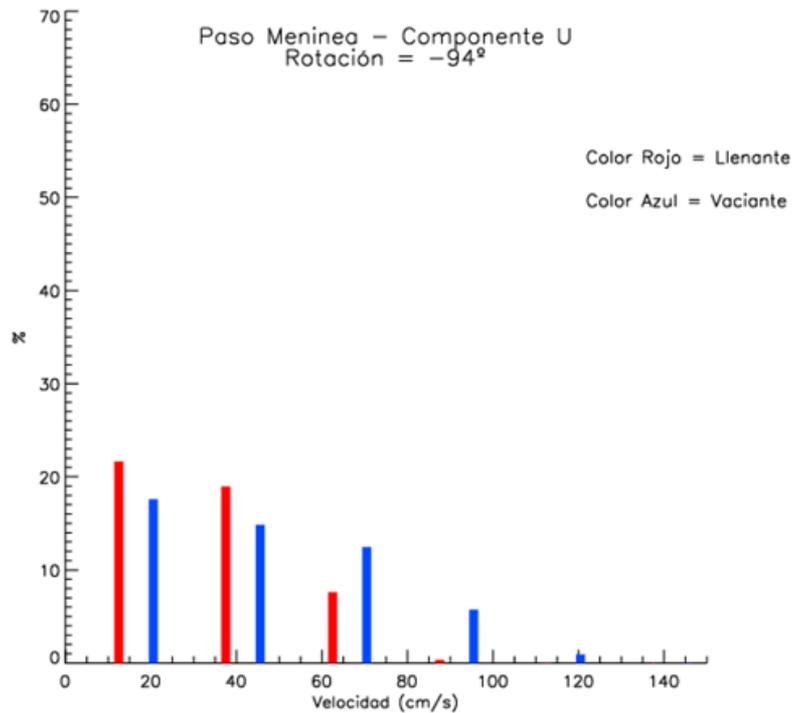


**Longitud 10-15 [km]  
Ancho 2,5 [km]**



**45° 15' 43.92" Latitud S  
73° 40' 32.16" Longitud W**

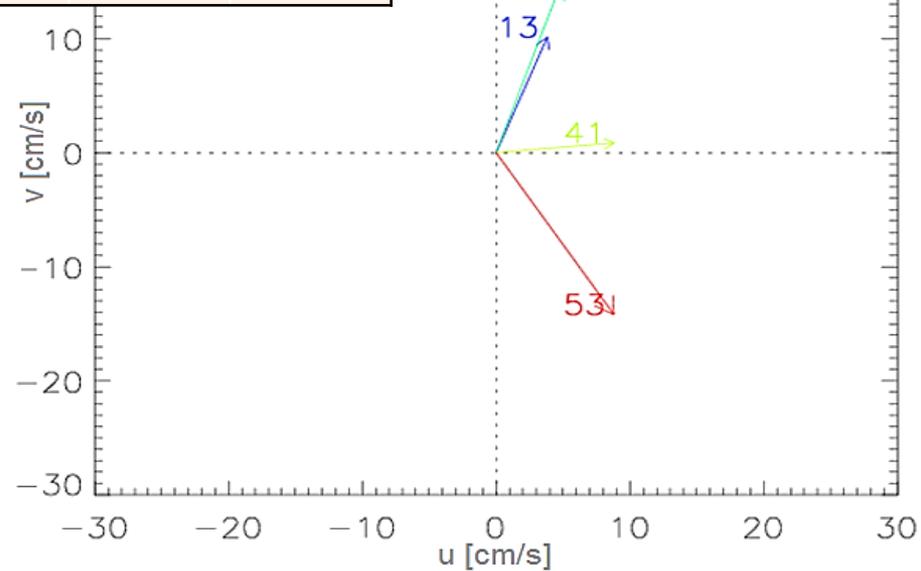
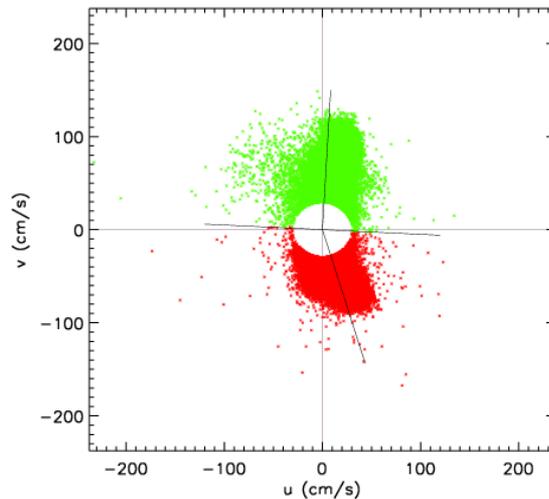
## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional



# Corriente Residual

**Capas Superficiales**  **Vaciante**  
**Capas Fondo**  **Llenante**

Profundidad [m]	13		41		53	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	3,83	10,12	8,84	0,86	8,81	-14,19
% de varianza explicada	9,19	49,03	34,48	91,91	23,84	85,53
Coefficiente de Amplitud (M4/M2)	2,31	3,87	0,90	21,24	0,47	6,83



- **Canal Pitipalena** → **Provincia de Aysén.**  
**IX Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo**

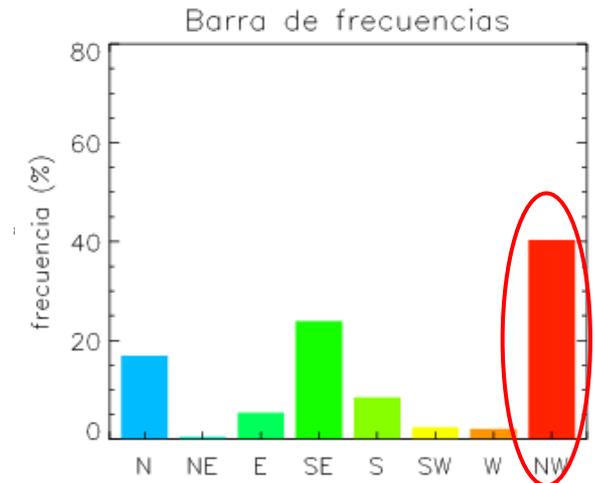
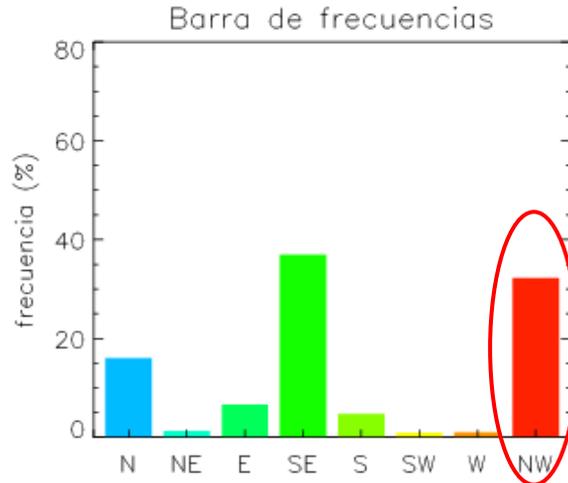
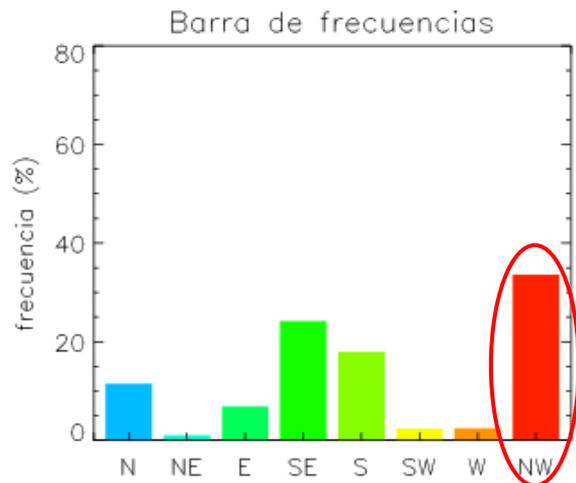
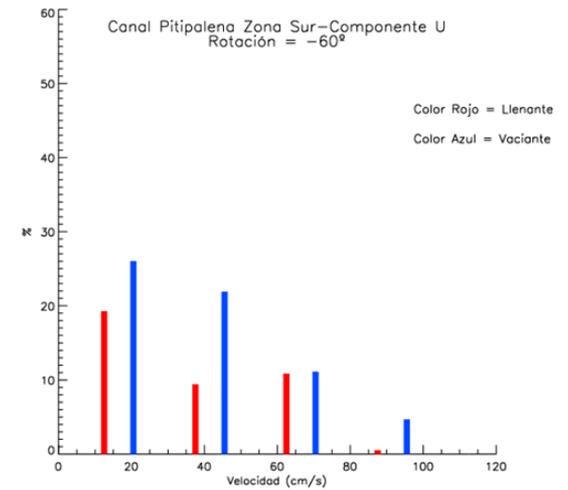
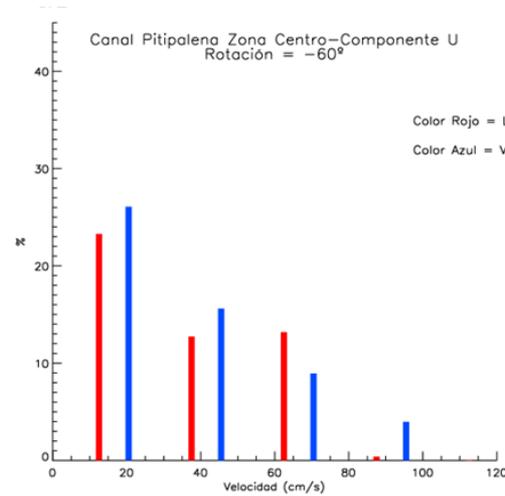
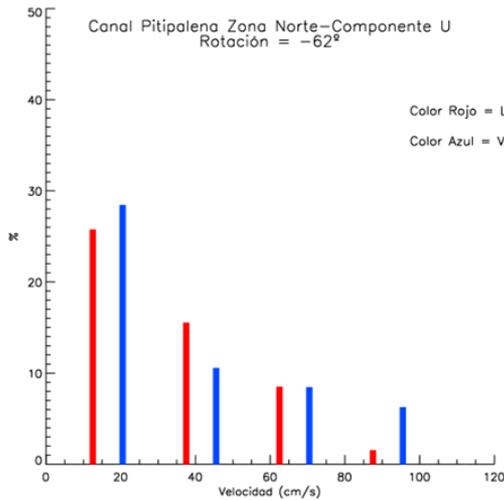


**43° 46' 07" Latitud S**  
**72° 56' 51" Longitud W**



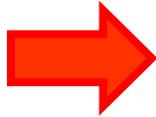
**Orientación estero (S-SE)**  
**Largo 4 [km]**  
**Profundidades (20 a 30) [m]**

# Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional



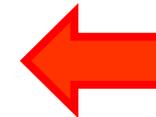
# Corriente Residual

**NORTE**



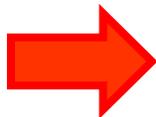
Profundidad [m]	2		19		24	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	-5,13	12,81	-0,76	-2,10	-1,60	0,48
% de varianza explicada	87,62	98,08	91,42	85,99	87,95	61,23

Profundidad [m]	2		18		23	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	-12,50	22,23	-1,24	3,62	-0,78	9,68
% de varianza explicada	91,51	97,91	88,42	90,25	81,47	75,73



**CENTRO**

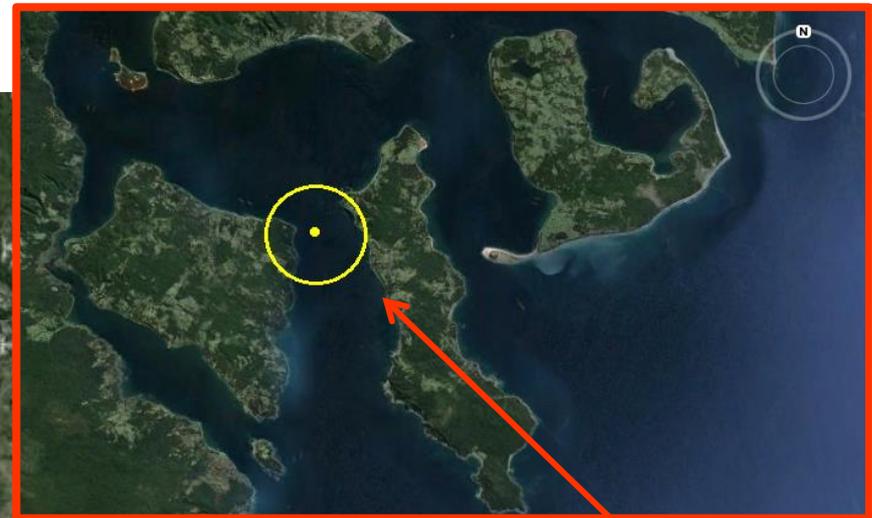
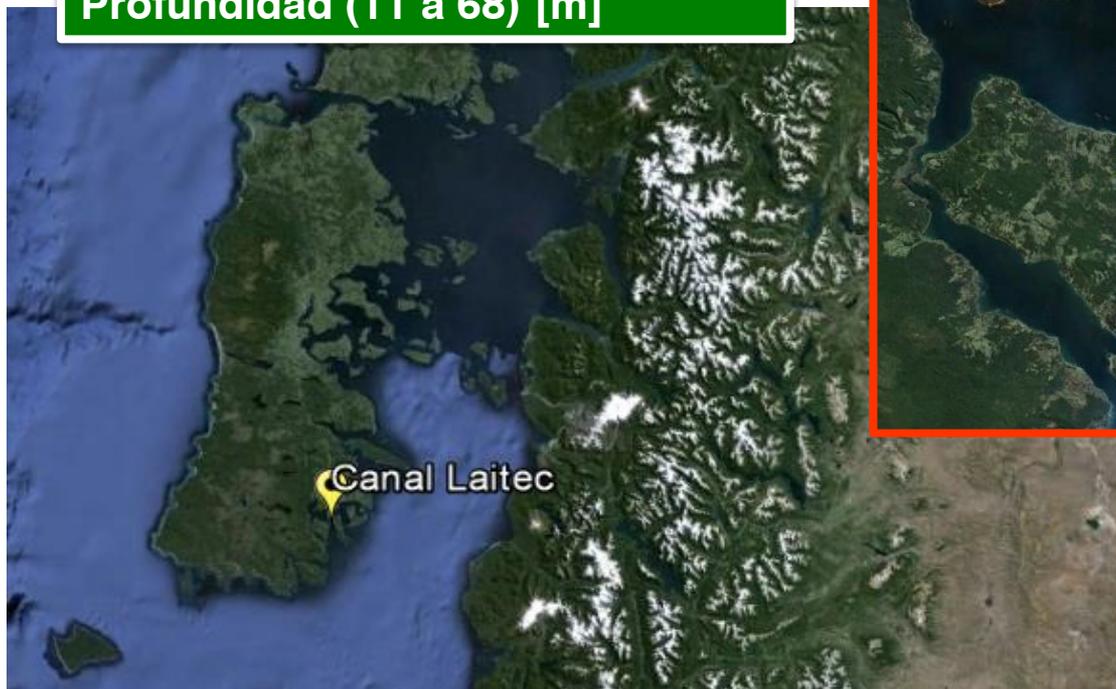
**SUR**



Profundidad [m]	2		18		23	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	-12,50	-14,12	-1,24	-19,01	-0,78	-2,67
% de varianza explicada	91,51	89,31	88,42	87,96	81,47	85,71

- **Canal Laitec** → **Provincia de Chiloé.  
X Región de Los Lagos.**

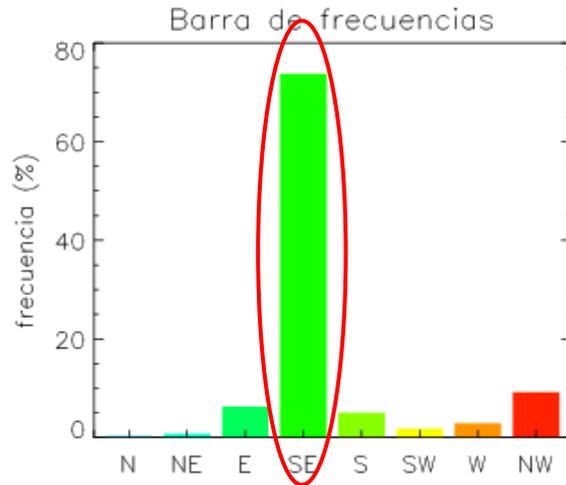
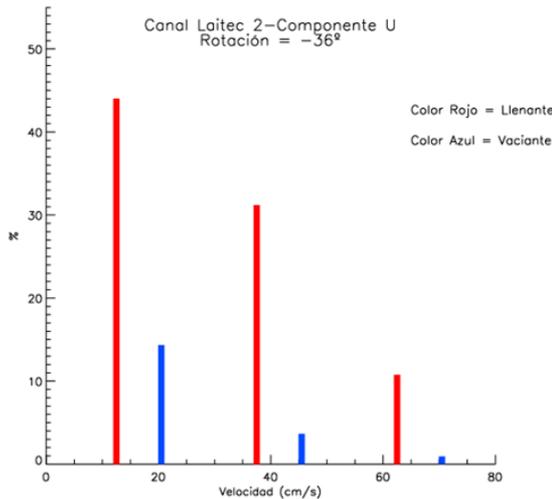
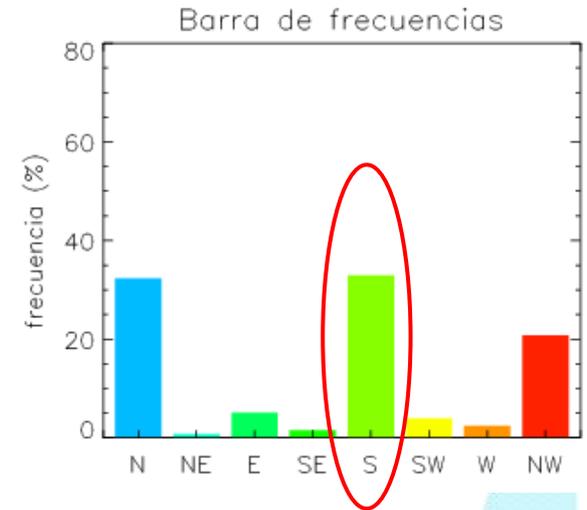
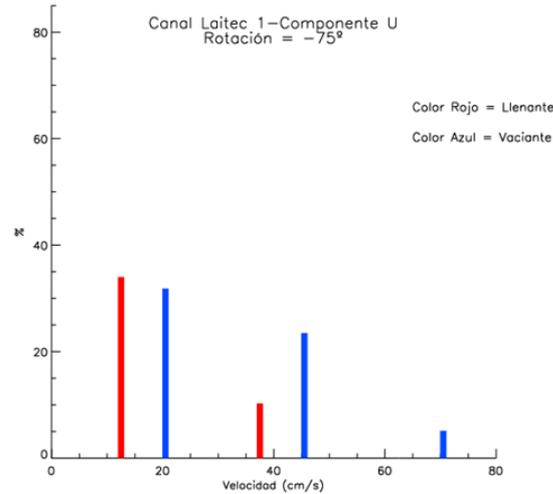
**Ancho en su parte norte 1.6 [km]  
Profundidad (11 a 68) [m]**



**43° 11' 00" Latitud S  
73° 39' 41" Longitud W**

# Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional

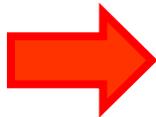
**Medición Abril 2009**



**Medición Julio 2010**

# Corriente Residual

**Abril 2009**



Profundidad [m]	2		37		48	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	14,60	-46,12	18,79	-23,57	0,26	16,70
% de varianza explicada	86,18	85,03	92,78	98,79	76,54	80,14

Capas Superficiales  **Llenante**

Capas Fondo  **Vaciante**

Profundidad [m]	2		28		36	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	8,10	-12,86	29,82	-18,29	9,91	-5,62
% de varianza explicada	97,49	98,09	97,84	97,72	99,09	99,14

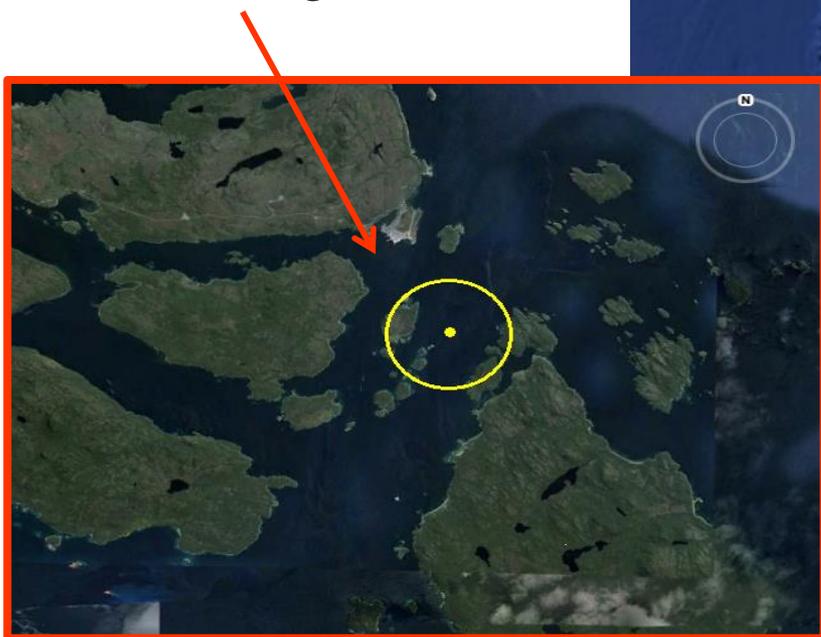


**Julio 2010**

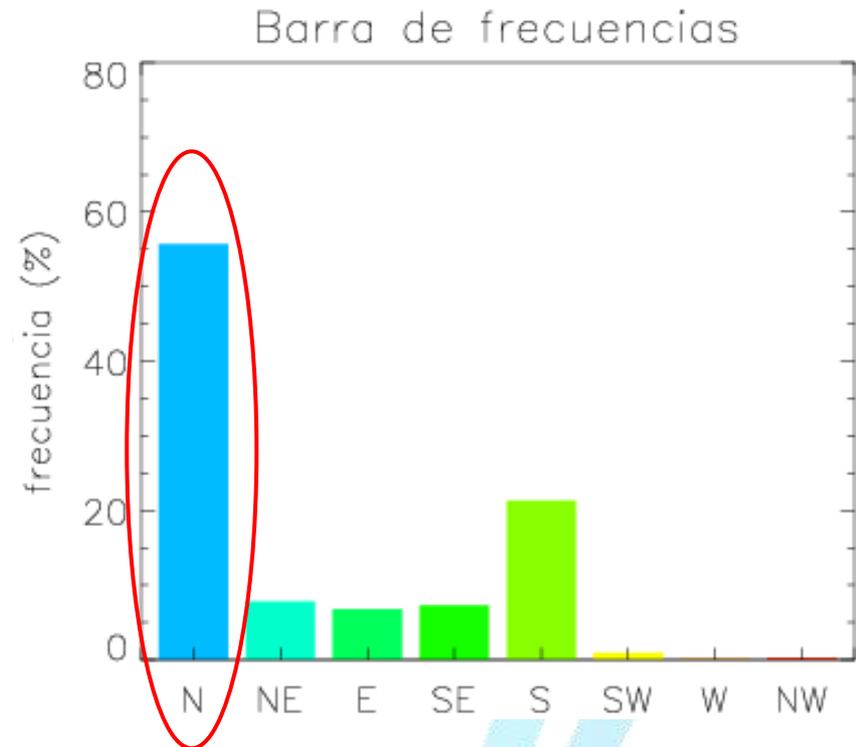
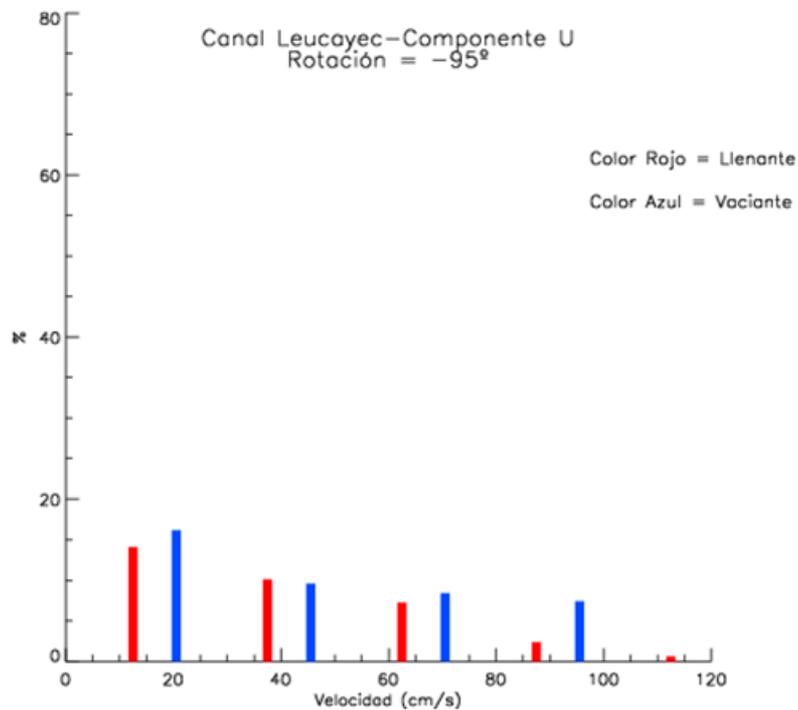
**Llenante**  **Corriente Residual**

- **Canal Leucayec** → **Provincia de Aysén.  
IX Región Aysén del General Carlos Ibáñez del  
Campo.**

**43° 55' 36" Latitud S**  
**73° 43' 22" Longitud W**



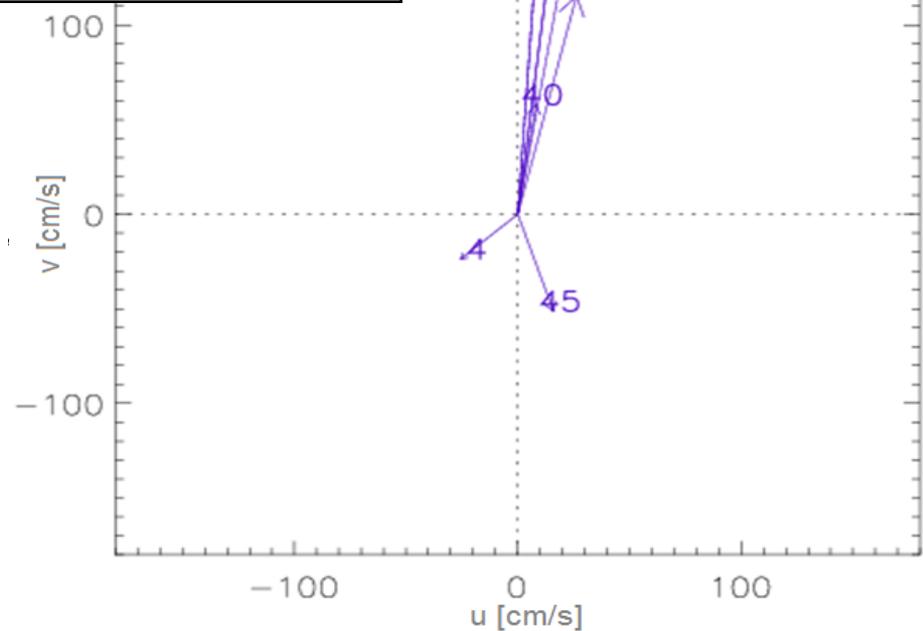
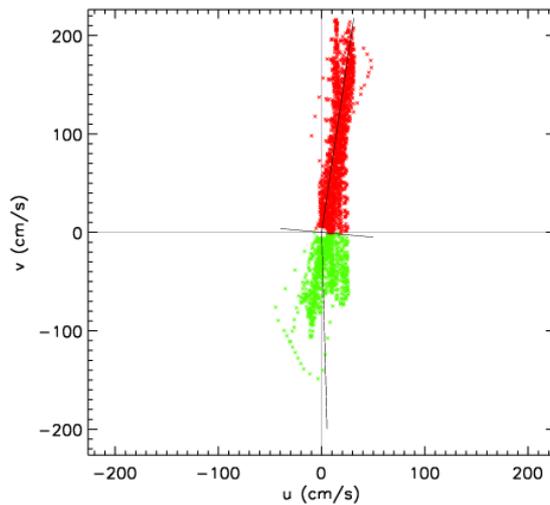
## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional



# Corriente Residual

- Capas Superficie  Vaciante
- Capas Intermedia  Llenante
- Capas Fondo  Vaciante

Profundidad [m]	4		35		45	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	-25,54	-23,73	20,93	134,40	15,97	-51,21
% de varianza explicada	71,54	85,99	84,06	98,25	81,30	75,33



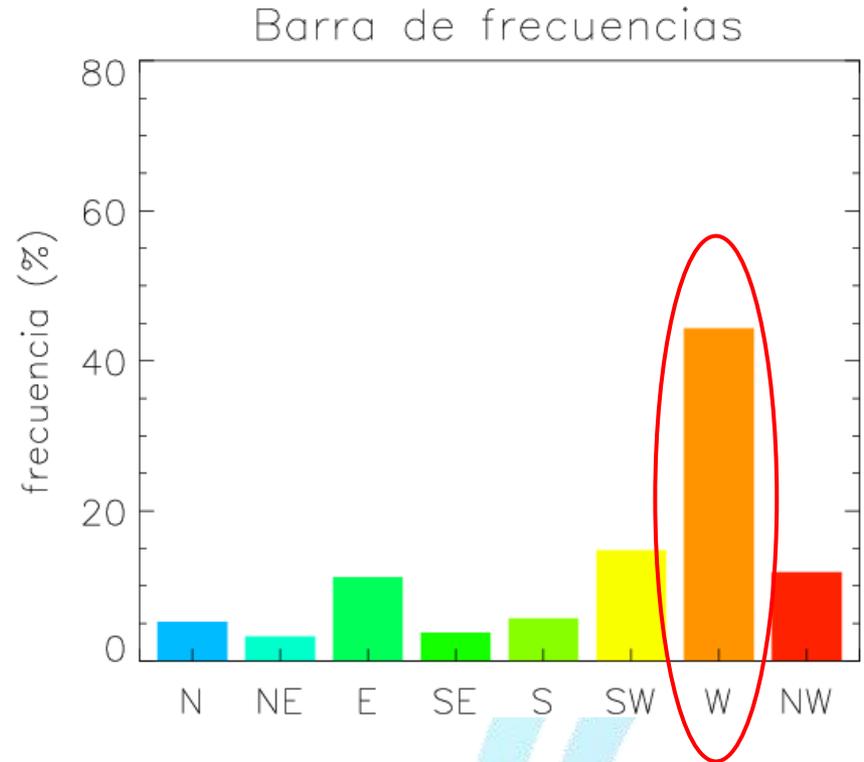
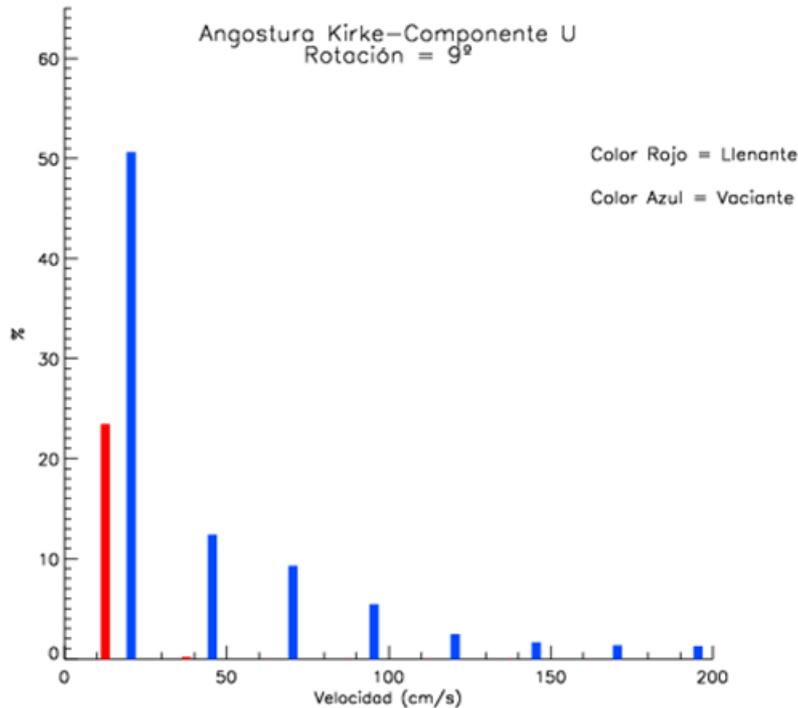
- **Canal Kirke** → **Provincia de Última Esperanza.  
XII región de Magallanes y Antártica Chilena.**

**52° 03' 31" Latitud S**  
**73° 00' 46" Longitud W**

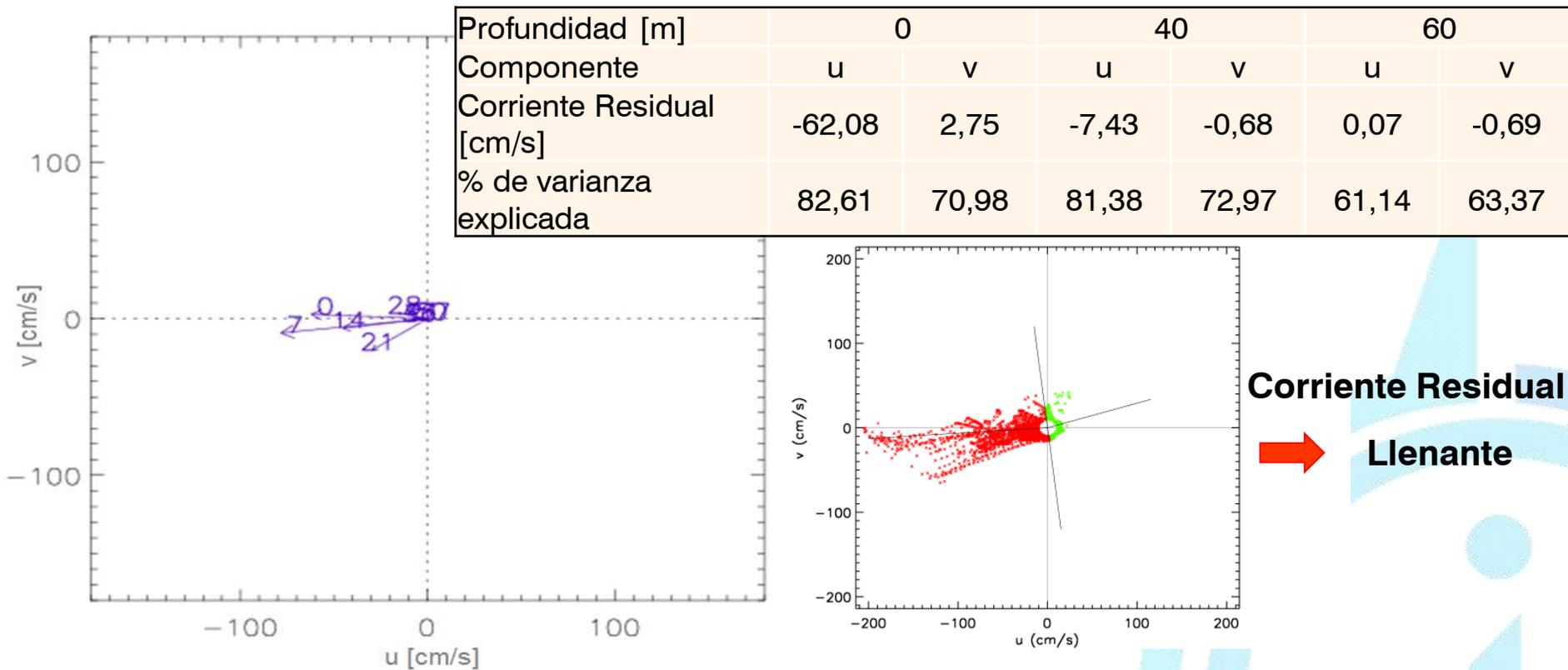


**Ancho de 134 [m]**  
**Ancho navegable 40 [m] por**  
**bajos fondos laterales**

## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional

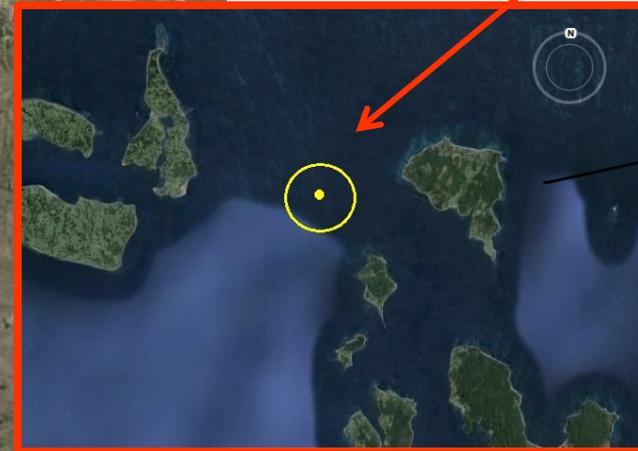


# Corriente Residual



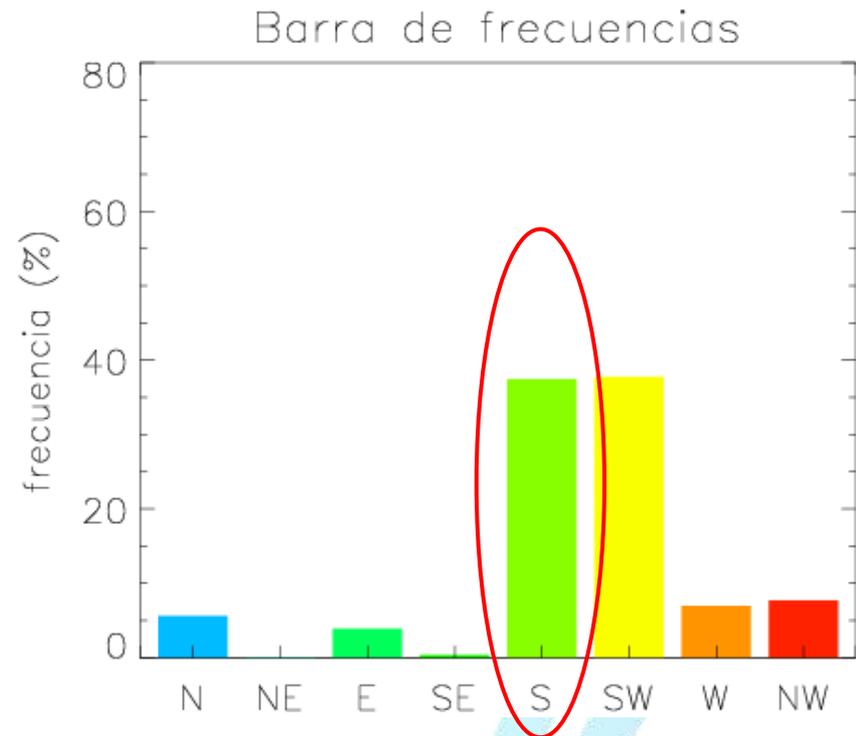
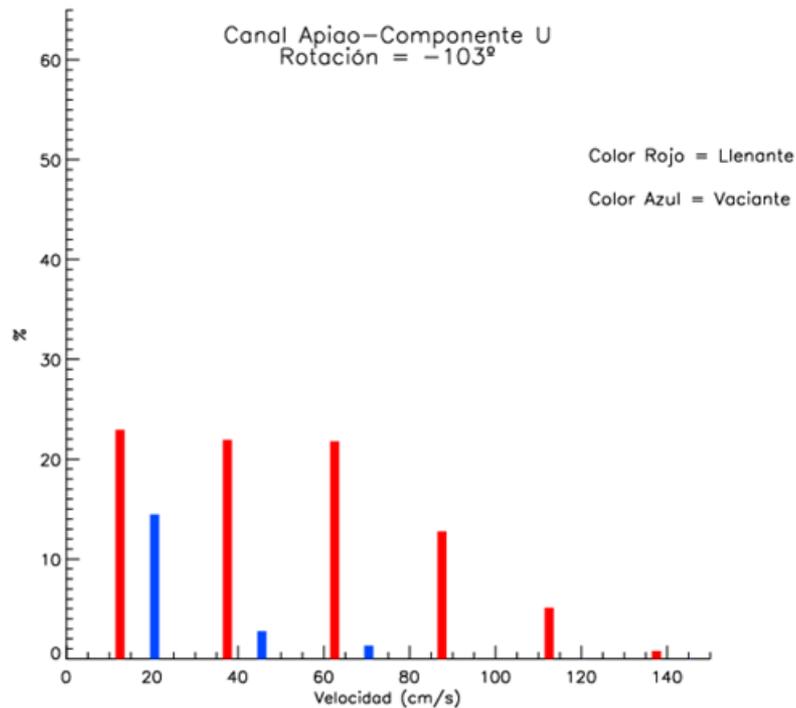
- **Canal Apiao** → **Provincia de Palena.  
X región de Los Lagos.**

**42° 37' 51" Latitud S  
73° 07' 12" Longitud W**

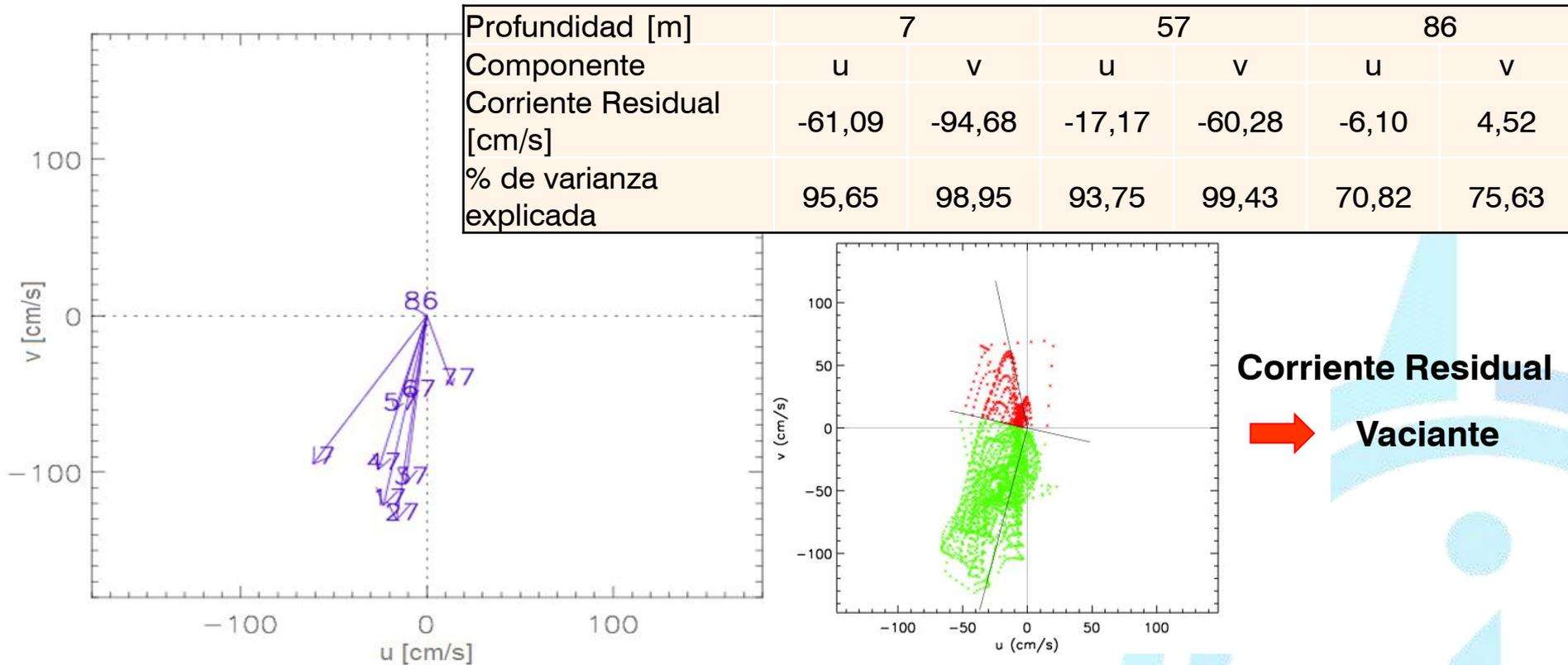


**Ancho de 7 [km]  
Profundidades máximas de 100  
y 120 m**

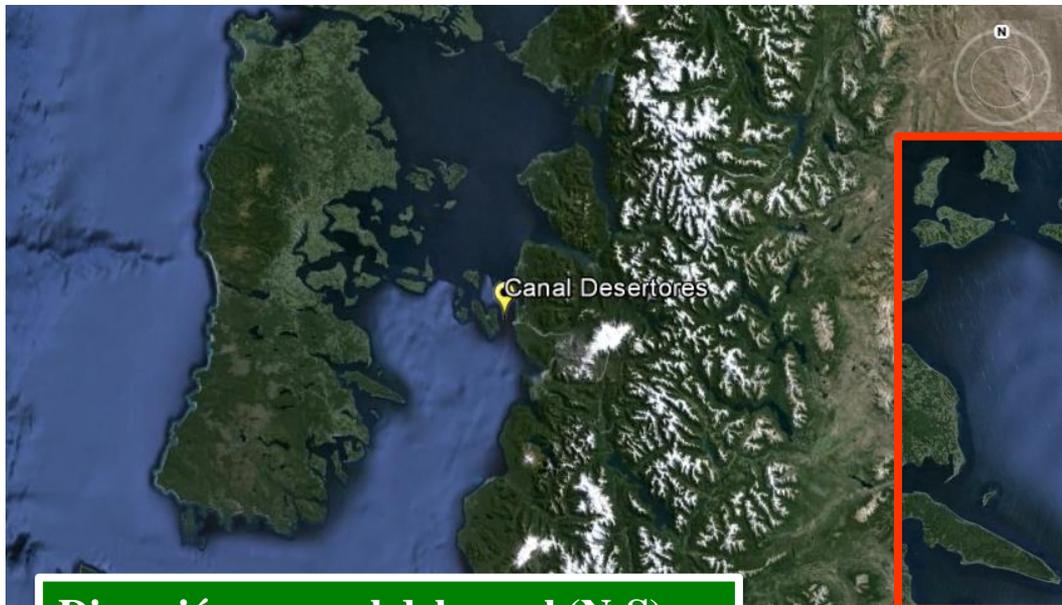
## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional



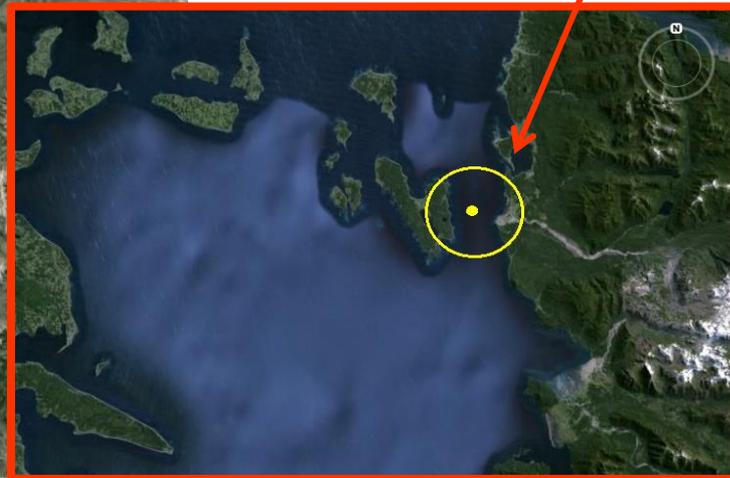
# Corriente Residual



- **Canal Desertores** → **Provincia de Palena.  
X región de Los Lagos.**

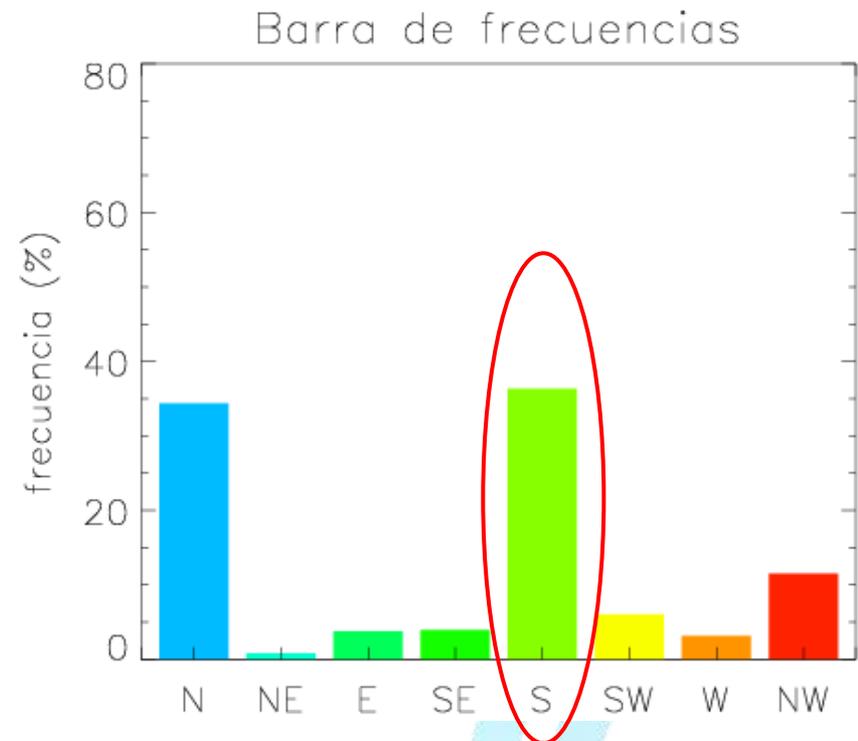
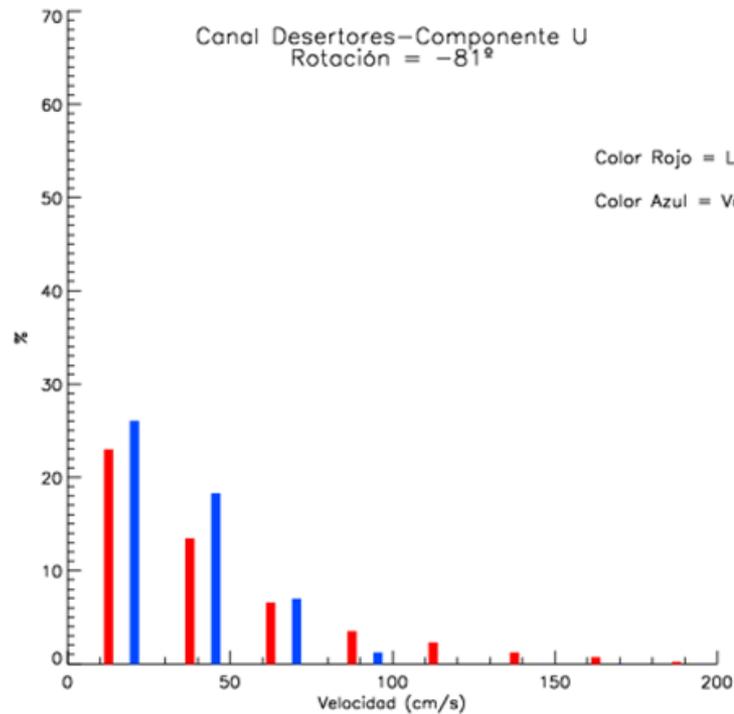


**42° 45' 09" Latitud S  
73° 53' 34" Longitud W**



**Dirección general del canal (N-S)  
Ancho 4 [km]**

## Distribución Porcentual de la velocidad y Frecuencia Direccional

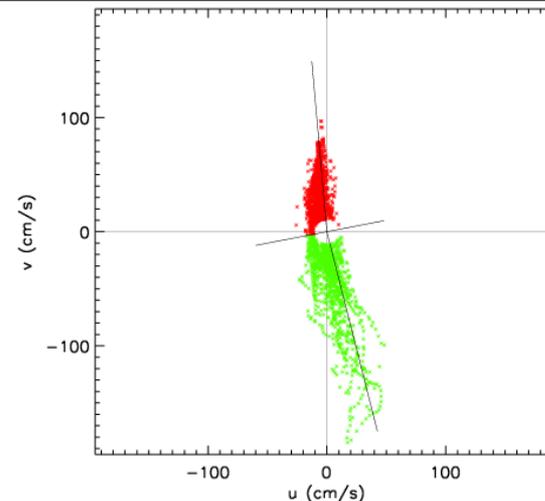
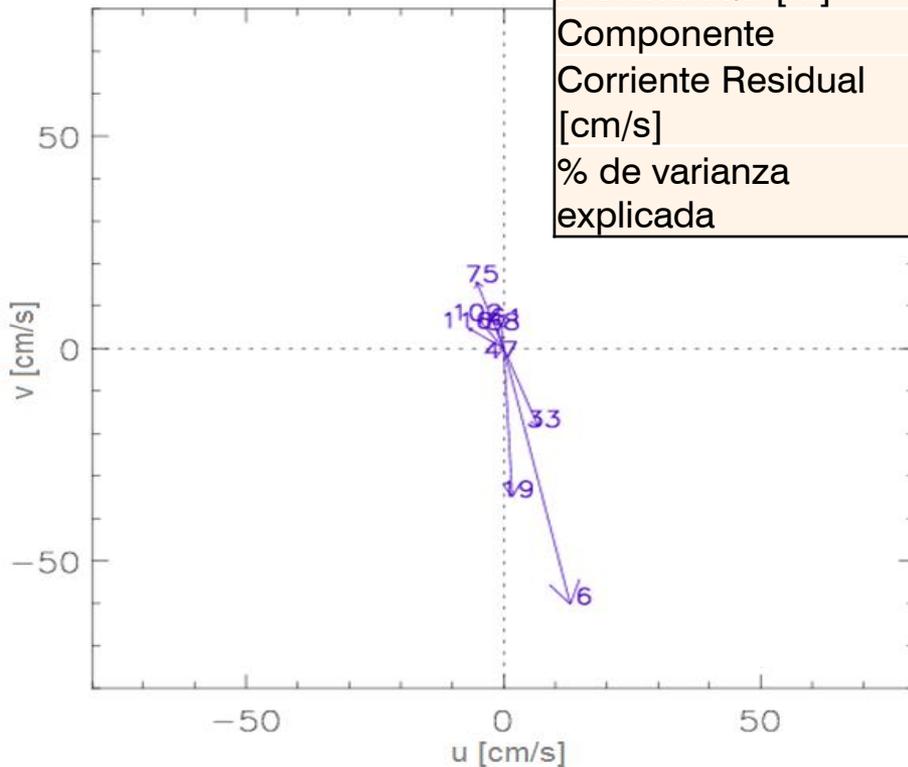


# Corriente Residual

Capas Superficie → Vaciante

Capas Fondo → Llenante

Profundidad [m]	6		88		106	
Componente	u	v	u	v	u	v
Corriente Residual [cm/s]	12,97	-60,20	-1,19	4,49	-6,76	4,73
% de varianza explicada	76,92	96,75	73,96	85,48	73,86	94,04



# 1. Rotación de los Ejes

**Ángulo de Rotación**  **Mayor variabilidad de las corrientes a lo largo del canal.**

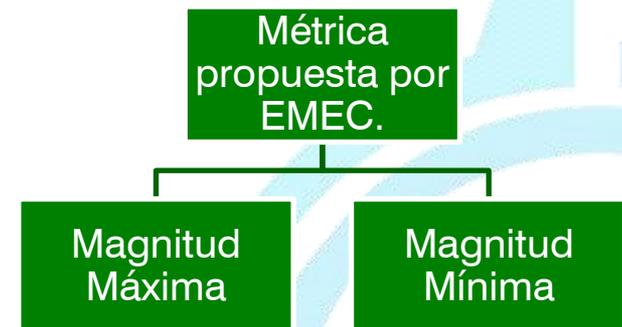
Sitios	Angostura Gabriel	Paso del Indio	Paso Meninea	Canal Pitipalena			Canal Laitec	
				N	C	S	Abril-2009	Julio-2010
<b>MAGNITUD (*)</b>								
Promedio [cm/s]	65,9	46,2	43,7	19,0	21,8	24,7	8,8	30,1
Máxima [cm/s]	79,2	87,0	36,3	45,7	51,5	56,4	11,3	62,0
Mínima [cm/s]	147,4	94,6	92,8	77,8	74,9	74,5	27,3	57,1
<b>Ángulo de Rotación [°] (**)</b>	21,5	74,5	94,4	62,7	60,6	60,6	75,4	36,4
Profundidad [m]	24	32	53	26	25	25	51	38

Sitios	Canal Leucayec	Angostura Kirke	Canal Apiao	Canal Desertores
<b>MAGNITUD (*)</b>				
Promedio [cm/s]	18,6	65,6	23,3	17,5
Máxima [cm/s]	48,2	24,6	22,6	48,3
Mínima [cm/s]	44,5	204,8	66,4	25,8
<b>Ángulo de Rotación [°] (**)</b>	95,3	9,0	-103,0	-81,0
Profundidad [m]	46	60	86	120

## 2. Magnitud a lo largo: Promedio, Máxima y Mínima

Sitios	Angostura Gabriel	Paso del Indio	Paso Meninea	Canal Pitipalena			Canal Laitec	
				N	C	S	Abril-2009	Julio-2010
<b>MAGNITUD (*)</b>								
Promedio [cm/s]	65,9	46,2	43,7	19,0	21,8	24,7	8,8	30,1
Máxima [cm/s]	79,2	87,0	36,3	45,7	51,5	56,4	11,3	62,0
Mínima [cm/s]	-147,4	-94,6	-92,8	-77,8	-74,9	-74,5	-27,3	-57,1
Angulo de Rotación [°] (**)	21,5	74,5	94,4	62,7	60,6	60,6	75,4	36,4
Profundidad [m]	24	32	53	26	25	25	51	38

Sitios	Canal Leucayec	Angostura Kirke	Canal Apiao	Canal Desertores
<b>MAGNITUD (*)</b>				
Promedio [cm/s]	18,6	65,6	23,3	17,5
Máxima [cm/s]	48,2	24,6	22,6	48,3
Mínima [cm/s]	-44,5	-204,8	-66,4	-25,8
Angulo de Rotación [°] (**)	95,3	9,0	-103,0	-81,0
Profundidad [m]	46	60	86	120



### 3. Cizalles Verticales

Sitios		$\partial u/\partial z$ Máximo	Máxima Variación ( $u'$ )	$\partial v/\partial z$ Máximo	Máxima Variación ( $v'$ )
Angostura Gabriel		2,2	8	2,1	8
Paso del Indio		2,6	10	2,5	10
Paso Meninea		1,6	13	2,5	53
Canal Pitipalena	N	0,8	25	0,4	25
	C	0,7	25	0,3	25
	S	0,7	25	0,4	3
Canal Laitec	Abril-2009	0,5	51	0,1	51
	Julio-2010	0,3	3	0,2	38
Canal Leucayec		1,5	46	0,6	46
Angostura Kirke		1,6	0	0,4	60
Canal Apiao		0,5	7	0,5	86
Canal Desertores		1,0	7	0,3	120

**Máximos Cizalles.**

**Mayores variaciones ocurren en el fondo.**

**Mayores variaciones ocurren en la superficie.**

## 4. Elipses de Marea

**Eje menor  $\leq$  30% del Eje mayor**

Sitios y Parámetros característicos	Profundidad	Constituyente M2	
		Eje Mayor [cm/s]	Eje Menor [cm/s]
Angostura Gabriel	24	97,47	-0,70
Paso del Indio	32	10,91	-1,17
Paso Meninea	53	43,06	0,92
Canal Pitipalena	Norte	26	2,76
	Centro	25	2,08
	Sur	25	2,98
Canal Laitec	Abril-2009	51	20,42
	Julio-2010	38	5,98
Canal Leucayec	46	53,87	3,55
Angostura Kirke	60	1,06	-0,06
Canal Apiao	86	23,24	-6,02
Canal Desertores	120	9,81	-2,56

**Orientación Promedio**

→ = **-21.2°**

→ = **86.5°**

→ = **-25.8°**

## 5. Direccionalidad

Sitios y Parámetros característicos		Reversibilidad [°]
Angostura Gabriel		10,3
Paso del Indio		1,7
Paso Meninea		5,1
Canal Pitipalena	Norte	5,1
	Centro	1,7
	Sur	4,7
Canal Laitec	Abril-2009	13,2
	Julio-2010	6,7
Canal Leucayec		35,6
Angostura Kirke		3,0
Canal Apiao		12,9
Canal Desertores		29,1

**Todos los Sitios = Corrientes Asimétricas**

**Llenante >**  
 Canal Gabriel  
 Paso del Indio  
 Canal Leucayec  
 Apiao  
 Canal Laitec 2010



# Potencial Energético

- Potencia Máxima de los Sitios
- Potencia Generada y Actual disponible

# 1. Potencia Máxima de los Sitios

$$P = \frac{1}{2} \rho_w A U^3 [W]$$

Sitios		Ancho [m]	Profundidad [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Magnitud [cm/s]	Potencia [kW]
Angostura Gabriel		1.895	24	22.742	368	578.480
Paso del Indio		1.668	32	26.693	330	489.398
Paso Meninea		3.453	53	91.495	244	678.672
Canal Pitipalena	N	604	26	7.793	133	9.388
	C		25	7.552	125	7.482
	S		25	7.552	124	7.423
Canal Laitec	Abril-2009	1.909	51	48.675	69	8.040
	Julio-2010				77	11.600
Canal Leucayec		2.412	46	55.474	216	288.050
Angostura Kirke		684	60	20.509	186	67.178
Canal Apiao		13.514	86	581.122	205	2.556.725
Canal Desertores		6.935	120	416.104	138	557.077

## 2. Potencia Generada y Actual disponible

$$P_{VIVACE-harn} = \eta_{VIVACE} \frac{1}{2} \rho_w U^3 DL [W]$$

Factor de Eficiencia

Sección de VIVACE [ $m^2$ ]

Escala	Medium
Diámetro - D [m]	0,5
Largo - L [m]	10
h [m]	15
S [ $m^2$ ]	2.428
W [tons]	1

**TODOS CUMPLEN CON LA CONDICIÓN DE VELOCIDAD PROMEDIO > A 25,7 [CM/S]**

## 2. Potencia Generada y Actual disponible

**Eficiencia del 22%**

Sitios	Magnitud Máxima [cm/s]	Potencia generada [kW]	Potencia actual (disponibilidad 90%) [kW]
Angostura Gabriel	367,50	27,98	25,18
Paso del Indio	329,50	20,17	18,15
Paso Meninea	243,70	8,16	7,34
Canal Pitipalena	N	132,96	1,33
	C	124,57	1,09
	S	124,25	1,08
Canal Laitec	Abril-2009	68,56	0,18
	Julio-2010	77,47	0,26
Canal Leucayec	216,39	5,71	5,14
Canal Apiao	204,76	4,84	4,36
Canal Desertores	137,72	1,47	1,33
Angostura Kirke	185,58	3,60	3,24

# Distribución Física de los Dispositivos

- Tráfico de buques
- Distancia a centros poblados

- Trafico de Buque

DIRECTEMAR

Paso del indio 10.7 [m]  
Angostura Kirke 6.5 [m]

Sitios		Profundidad [m]	Altura VIVACE [m]	Resguardo Eficiencia [m]	Resguardo Navegación [m]	Columna intermedia [m]
Angostura Gabriel		24	10	5	6,5	2,5
Paso del Indio		32	10	5	10,7	6,3
Paso Meninea		53	10	5	6,5	31,5
Canal Pitipalena	N	26	10	5	6,5	4,3
	C	25	10	5	6,5	3,5
	S	25	10	5	6,5	3,5
Canal Laitec	Abril-2009	51	10	5	6,5	29,5
	Julio-2010					
Canal Leucayec		46	10	5	6,5	24,5
Angostura Kirke		60	10	5	6,5	38,5
Canal Apiao		86	10	5	6,5	64,5
Canal Desertores		120	10	5	6,5	98,5

- Distancia a Centros Poblados

Sitio	Población aledaña	Distancia [km]
Angostura Gabriel	Puerto Harris	97
Paso del Indio	Villa Puerto Edén	9,2
Paso Meninea	Puerto Aguirre	17,8
Canal Pitipalena	Raúl Marín Balmaceda	0,9
Canal Laitec	Quellón Viejo	6,3
Canal Leucayec	Melinka	3,5
Angostura Kirke	Puerto Natales	55,8
Canal Apiao	Quinchao	39
Canal Desertores	Chana	4,9

# CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA

**Consumo Promedio mensual = 150.5 [kWh]**

Sitio	Población aledaña	N° de habitantes	N° de viviendas	Consumo Doméstico Mensual [kWh]	Consumo S.ICPP.E Mensual [kWh]	Demanda Total Mensual [kWh] (**)
Angostura Gabriel	Puerto Harris	296	78	11.739	5.031	16.770
Paso del Indio	Villa Puerto Edén	176	82	12.341	5.289	17.630
Paso Meninea	Puerto Aguirre	766	278	41.839	17.931	59.770
Canal Pitipalena	Raúl Marín Balmaceda	284	148	22.274	9.546	31.820
Canal Laitec	Quellón Viejo	329	131	19.716	8.450	28.165
Canal Leucayec	Melinka	1.411	408	61.404	26.316	87.720
Angostura Kirke	Puerto Natales	16.978	5.763	86.733	37.171	123.905
Canal Apiao	Quinchao - La Villa	117	46	6.923	2.967	9.890
Canal Desertores	Chana	79	23	3.462	1.484	4.945

**CENSO 2002**

**70% C. Doméstico  
30% C. SICPPE**

**Abril, 2014**

Sistemas Eléctricos	Comuna	Empresa Operadora y distribuidora	Cargo Energía Base [\$/kWk] (*)	Precio Nudo	
				Energía [\$/kWh]	Potencia [\$/KW/mes]
SIC	Chiloé	SAESA	106	48	5173
Aysén	Aisén	EDELAYSEN S.A.	174	66	7610
	Palena		174	66	7610
Magallanes	Punta Arenas	EDELMAG S.A.	120	37	7443
	Puerto Natales		120	57	6569

**Quellón Viejo**

**Puerto Aguirre**  
**Raúl Marín Balmaceda**  
**Melinka**  
**Quinchao - La Villa**  
**Chana**

**Puerto Harris**  
**Villa Puerto Edén**  
**Puerto Natales**

**Precio Nudo energético \* Demanda total mensual**

Población aledaña	Costo Nudo Energía[\$]	Costo VIVACE [\$]	Diferencia
Puerto Harris	622.196	571.857	8%
Villa Puerto Edén	996.620	601.183	40%
Puerto Aguirre	3.922.433	2.038.157	48%
Raúl Marín Balmaceda	2.088.202	1.085.062	48%
Quellón Viejo	1.339.471	960.427	28%
Melinka	5.756.664	2.991.252	48%
Puerto Natales	7.004.293	4.225.143	40%
Quinchao - La Villa	649.036	337.249	48%
Chana	324.518	168.625	48%

**0.055 ~ 34.1[\$/kwh]**

**Potencia energética  
actual disponible**



Sitios	Demanda Total Mensual [kWh]	Energía mensual VIVACE [kWh]	VIVACE requeridos	Energía total mensual [kWh]	Energía Adicional [kWh]
Angostura Gabriel	16.770	18.131	1	18.131	1.361
Paso del Indio	17.630	13.069	2	26.137	8.507
Paso Meninea	59.770	5.287	12	63.447	3.677
Canal Pitipalena	Norte	31.820	755	32.473	653
	Centro				
	Sur				
Canal Laitec	Abril-2009	28.165	144	28.185	20
	Julio-2010				
Canal Leucayec	87.720	3.701	24	88.830	1.110
Angostura Kirke	123.905	3.136	40	125.442	1.538
Canal Apiao	9.890	954	11	10.497	607
Canal Desertores	4.945	2.335	3	7.004	2.059

# CONCLUSIONES

Parámetros característicos y Sitios	Angostura Gabriel	Paso del Indio	Paso Meninea	Canal Pitipalena			Canal Laitec		Canal Leucayec	Angostura Kirke	Canal Apiao	Canal Desertores	
				Norte	Centro	Sur	Abril-2009	Julio-2010					
Profundidad	24	32	53	26	25	25	51	38	46	60	86	120	
$\partial u/\partial z$ Máximo	2,2	2,6	1,6	0,8	0,7	0,7	0,5	0,3	1,5	1,6	0,5	1,0	
Máxima Variación	8	10	13	25	25	25	51	3	46	0	7	7	
$\partial v/\partial z$ Máximo	2,1	2,5	2,5	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,6	0,4	0,5	0,3	
Máxima Variación	8	10	53	25	25	3	51	38	46	60	86	120	
Constituyente M2	Eje Mayor [cm/s]	97,47	10,91	43,06	2,76	2,08	2,98	20,42	5,98	53,87	1,06	23,24	9,81
	Eje Menor [cm/s]	-0,70	-1,17	0,92	-1,25	-1,36	-0,16	0,92	0,06	3,55	-0,06	-6,02	-2,56
Reversibilidad	10,3	1,7	5,1	5,1	1,7	4,7	13,2	6,7	35,6	3,0	12,9	29,1	
Asimetría Flujo	Componente u	311,1	253,4	173,6	45,7	51,5	56,4	11,3	62,0	48,2	204,8	47,5	25,8
	Componente v	252,4	313,9	167,4	88,6	96,9	74,5	41,5	52,3	215,9	65,1	69,5	96,8
Asimetría Reflujo	Componente u	351,6	216,6	232,7	77,8	74,9	74,9	27,3	57,1	44,5	24,6	66,4	48,3
	Componente v	205,5	226,9	148,5	126,4	112,1	107,3	62,9	41,1	148,8	41,8	131,5	184,8
Magnitud Máxima [cm/s]	367,50	329,50	243,70	132,96	124,57	124,25	68,56	77,47	216,39	204,76	137,72	185,58	
Potencia actual (disponibilidad 90%) [kW]	25,18	18,15	7,34	1,19	0,98	0,97	0,16	0,24	5,14	4,36	1,33	3,24	
Distancia a centros poblados [km]	97	9,2	17,8	0,9			6,3		3,5	55,8	39	4,9	
Columna intermedia de agua	2,5	6,3	31,5	4,3	3,5	3,5	29,5		24,5	38,5	64,5	98,5	
Demanda Total Mensual [kWh]	16.770	17.630	59.770	31.820			28.165		87.720	123.905	9.890	4.945	
Energía mensual VIVACE [kWh]	18.131	13.069	5.287	755			144		3.701	3.136	954	2.335	
VIVACE requeridos	1	2	12	43			196		24	40	11	3	
Energía total mensual [kWh]	18.131	26.137	63.447	32.473			28.185		88.830	125.442	10.497	7.004	
Energía Adicional [kWh]	1.361	8.507	3.677	653			20		1.110	1.538	607	2.059	

# GRACIAS!!!