	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	63
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

5. ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS

5.1 CAMPAÑA DE MEDICIONES CAMPAÑA DE INVIERNO

La campaña de mediciones oceanográficas, desarrollada en el marco del proyecto “Puerto Castilla”, campaña de invierno, se efectuó entre agosto y septiembre de 2008. Los parámetros oceanográficos medidos durante la presente campaña y el período de mediciones en el cual se realizaron, se listan a continuación:

Correntometría Fija (Euleriana)

- 02 de agosto al 01 de septiembre de 2008.

Correntometría Lagrangiana


- Derivadores 14 y 16 de agosto de 2008 (Sicigia Lunar)
23 y 24 de agosto de 2008 (Cuadratura Lunar)
- Dispersión 14 y 16 de agosto de 2008 (Sicigia Lunar)
23 y 24 de agosto de 2008 (Cuadratura Lunar)
- Deriva Litoral 15 y 16 de agosto de 2008 (Sicigia Lunar)
23 y 24 de agosto de 2008 (Cuadratura Lunar)

Mediciones de Viento

- 02 de agosto al 01 de septiembre de 2008.

Mareas

- 02 de agosto al 01 de septiembre de 2008.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	64
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

5.2 CORRENTOMETRÍA EULERIANA

5.2.1 Materiales y Métodos

Para la campaña de invierno, se instaló un equipo para medición de corrientes eulerianas.

Las mediciones de corrientes eulerianas en estación fija en **Ensenada San Pedro, Bahía Chascos**, se realizaron desde el 02 de agosto hasta el 01 de septiembre de 2008, para lo cual se operó un perfilador acústico ADCP, marca NORTEK modelo Aquadopp. El ADCP fue fondeado en un punto con las siguientes coordenadas (**Figura 2.1**):

Sector	Coordenada Norte	Coordenada Este	Inicio Mediciones	Final Mediciones
E. San Pedro, Bahía Chascos	6938348	300556	02/08/2008	01/09/2008


(Datum WGS - 84)

El ADCP fue instalado en el veril de 20,0 metros (aproximadamente), con respecto al Nivel de Reducción de Sondas (NRS).

El instrumento fue programado para registrar en forma continua, el perfil de la corriente cada 1 metro de profundidad y en intervalos cada 10 minutos.

Una vez finalizado el período de mediciones, la información almacenada en la memoria sólida del instrumento fue recuperada mediante el empleo de un computador e interfases electrónicas conectadas a ellos.


Las mediciones cubrieron los períodos de sicigia y cuadratura lunar (30 días de registro continuo). Los registros de la dirección de las corrientes son referidos originalmente al norte magnético; sin embargo, para el análisis de la información, la dirección es referida al norte geográfico, empleándose para tal efecto la corrección de desviación magnética local (**ANEXO V**, Listado de Corrientes Eulerianas).

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	65
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

La información de corrientes fue sometida a un análisis estadístico de frecuencias por rangos de dirección y magnitud para una rosa de 16 direcciones. Para determinar variaciones periódicas se calculó el autoespectro de las corrientes con el método propuesto por Jenkins & Watts (1968), a partir de los datos horarios, previa eliminación de la tendencia. Este análisis se hizo para las componentes cartesianas V y U, en el sentido de la orientación norte-sur y este-oeste.

Con la finalidad de determinar posibles relaciones causa efecto entre los distintos agentes forzantes de la circulación marina, durante la ejecución de los estudios de corrientes se llevó un control del viento y de la marea.

Se debe consignar que en este informe se analiza la información de corrientes para las Capas de 1, 2, 9, 12, 13 y 16 metros bajo el NMM.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	66
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

5.2.2 Resultados de Correntometría Euleriana

Para la presentación de resultados, preliminarmente se analiza la magnitud y dirección de la corriente de cada capa de agua. Posteriormente, se realiza una caracterización del patrón de circulación de las capas de agua de superficie, intermedia y fondo en el sector.

- **Estadística General de los Registros**


La estadística general de las magnitudes y direcciones de las corrientes por capa de agua del sector de Bahía Chascos se indica en la **Figura 5.2.2.1**.

Análisis de Magnitudes

En términos generales, el análisis de las magnitudes medias evidencia un perfil decreciente con la profundidad, con excepción del máximo relativo observado a 13 m de profundidad, con magnitudes medias de 8 cm/s, lo que representa valores superiores a los informados en las capas de aguas contiguas. Además, la capa de agua superficial, registra magnitudes relativamente bajas (5 cm/s), y similares a las valores informados para el estrato intermedio de la columna de agua.

Por su parte, los registros máximos presentaron un patrón de distribución vertical similar al informado para las magnitudes medias, correspondiendo las mayores magnitudes a las capas de agua de 2, 3 y 13 m de profundidad, con valores de 60 cm/s, 65 cm/s y 53 cm/s, respectivamente.

Respecto de los valores mínimos, se registraron condiciones estancas (< 1 cm/s), en toda la columna de agua.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	67
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

La distribución de casos por rango de magnitud evidencia un espectro de valores principalmente en el rango moderado a bajo. En términos generales, las magnitudes de las corrientes se agrupan mayoritariamente en el rango inferior a 10 cm/s (**Figura 5.2.2.1**).

Análisis de Direcciones

La distribución de casos por rango de dirección (**Figura 5.2.2.1**), da cuenta de un patrón direccional variable, no obstante, en la mayoría de las capas de agua son más frecuentes los flujos hacia el cuarto cuadrante (N, NW o W), con excepción de la capas de aguas de 1 m, 2 m y 12 m, donde se evidencia un patrón direccional distinto al señalado anteriormente.

Transporte Residual

La **Figura 5.2.2.2** entrega las magnitudes y direcciones de la corriente residual de cada capa de agua. Estas magnitudes representan la corriente media, una vez que se han eliminado todas las fluctuaciones de corto período, debido a la marea y/o vientos (brisa marina u oscilaciones inerciales), y por lo tanto, el transporte residual describe el comportamiento medio de la masa de agua en una determinada dirección.

Los resultados evidencian que el transporte se verifica hacia el NW o W en la mayoría de las capas de agua, es decir, saliendo de Bahía Chasco hacia el Pacífico. No obstante, las capas de agua de 1 m y de 12 m de profundidad, registran un transporte residual hacia el E o NE, es decir, el flujo entra hacia la Bahía.

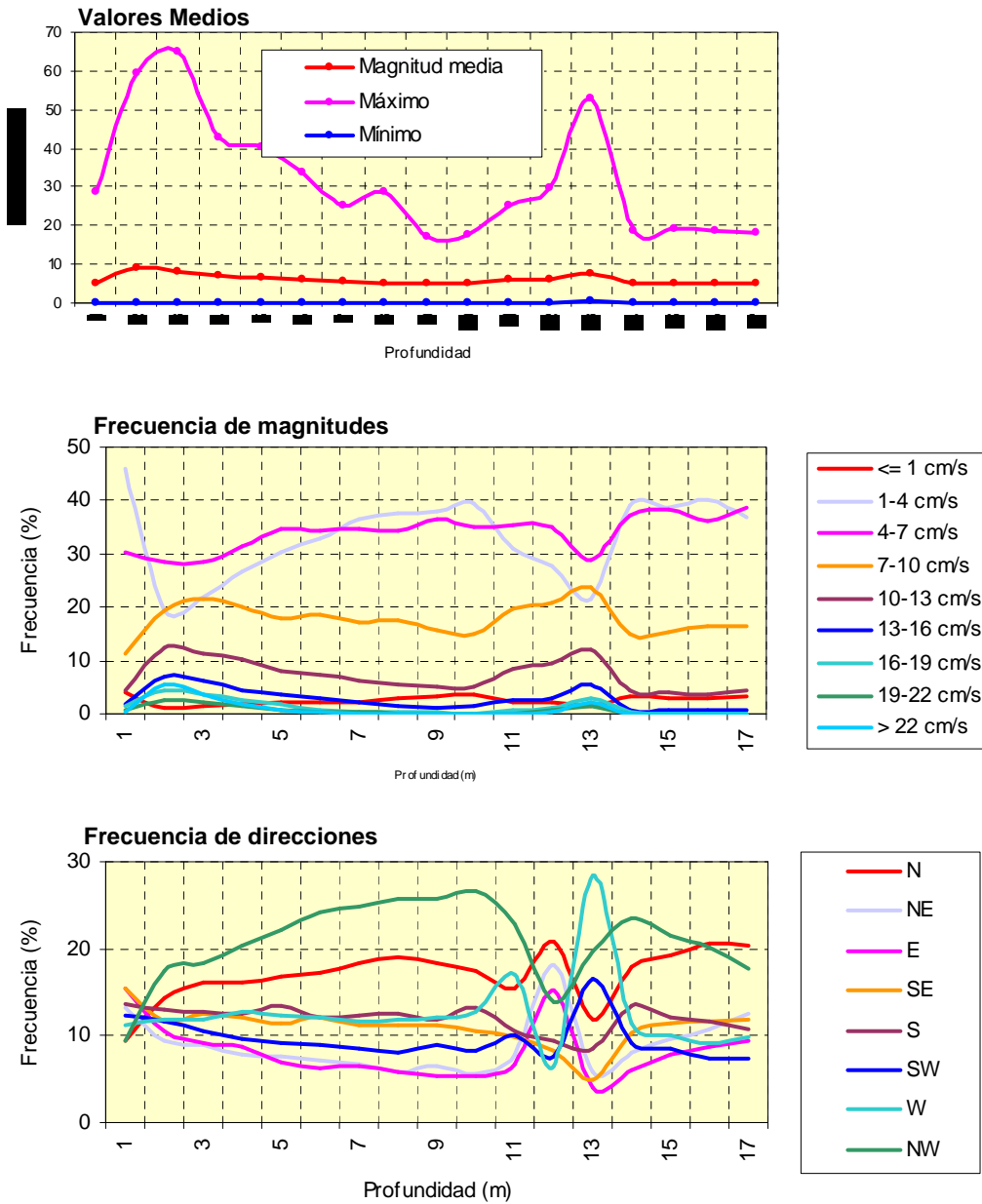



Figura 5.2.2.1. Estadística general de corrientes por capa de agua. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	69
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

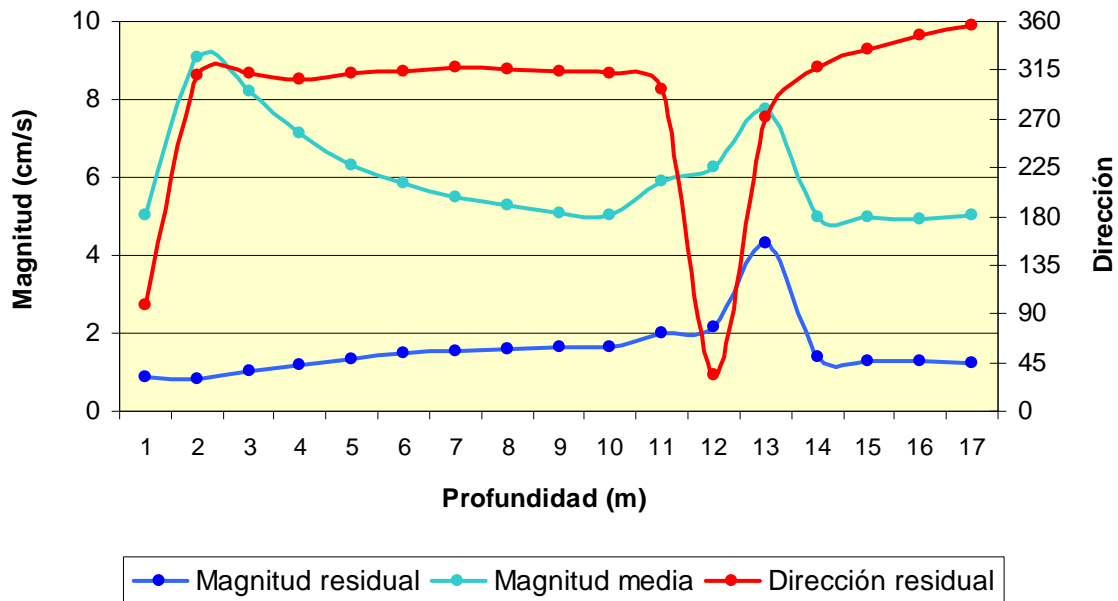



Figura 5.2.2.2. Estadística general de corrientes por capa de agua. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

- **Análisis de las Capas de Agua**

Estadística Descriptiva

La estadística general de los registros de corrientes de las capas de agua 1, 2, 9, 12, 13 y 16, se entrega en la **Tabla 5.2.2.1**. Las **Figuras 5.2.2.3** y **5.2.2.4** presentan los histogramas de dirección y magnitud de la corriente, respectivamente.

En términos generales, los estratos superiores de la columna de agua presentan una distribución direccional muy variable, donde ninguna dirección tiene destacada participación. Por su parte, las capas de agua intermedia y de fondo presentan una tendencia a fluir hacia el cuarto cuadrante, es decir, saliendo de la Bahía, con excepción

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	70
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

de la capa 12, donde fueron más significativos los flujos hacia el primer cuadrante (N, NE y E).

Comparativamente, el estrato superior de la columna de agua registra mayor variabilidad direccional que las capas de agua inferiores.

Respecto de las magnitudes de las corrientes, estas se agruparon mayoritariamente en el rango inferior a 10 cm/s, en todos los niveles de profundidad.

La intensidad de la circulación es moderada a baja la mayor parte del tiempo. La capa superficial (2 m) registró mayor frecuencia de magnitudes superiores a 22 cm/s, con un 5% de los casos, y máximos absolutos superiores respecto de todos los estratos de medición, con un valor de 59 cm/s (**Tabla 5.2.2.2**). La capa 3 también registra magnitudes altas.

La magnitud media mensual varía de 9,1 cm/s en la capa de agua de 2 m a magnitudes de 4,9 cm/s en los estratos profundos.

La mayor media se registra para la dirección W en la capa de agua de 13 m, con una magnitud de 10,2 cm/s, y para la dirección NW o NE en la capa de 2 m de profundidad.

El diagrama de dispersión mostrado en la **Figura 5.2.2.5**, muestra una gran dispersión de valores para magnitudes de corrientes inferiores a 10 cm/s, lo que permite sugerir que en este escenario ambiental con circulación débil, cualquier dirección tiene similar probabilidad de ocurrir.


	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	71
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 5.2.2.1

Incidencia de corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

Capa de Nº 1 (1 m)

MAGNITUD (cm/s)	DIRECCION								TOTAL (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
<= 1									3,228
1-4	4,436	5,016	6,595	7,153	7,060	6,177	5,899	4,320	46,656
4-7	2,346	3,437	4,529	5,179	4,389	4,459	2,926	3,065	30,330
7-10	1,301	1,672	1,858	1,835	1,277	1,161	1,068	1,045	11,217
10-13	0,581	0,882	0,836	0,395	0,255	0,186	0,673	0,395	4,203
13-16	0,186	0,673	0,464	0,232	0,093	0,070	0,093	0,070	1,881
16-19	0,093	0,650	0,348	0,163	0,023	0,000	0,116	0,046	1,440
19-22	0,000	0,232	0,232	0,070	0,000	0,000	0,023	0,023	0,581
> 22	0,023	0,209	0,209	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,464
TOTAL %	8,964	12,773	15,072	15,049	13,098	12,053	10,799	8,964	100,000

Capa de Nº 2 (2 m)

MAGNITUD (cm/s)	DIRECCION								TOTAL (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
<= 1									0,673
1-4	2,740	1,835	2,508	2,206	2,322	2,531	2,903	2,624	19,670
4-7	3,855	2,833	3,251	3,182	3,902	3,553	3,344	4,459	28,379
7-10	3,112	1,602	1,672	2,346	2,392	2,485	2,020	3,785	19,415
10-13	1,858	0,859	1,092	1,742	1,788	1,115	1,626	2,415	12,494
13-16	1,161	0,673	0,697	0,882	0,952	0,464	0,743	1,347	6,921
16-19	0,673	0,511	0,325	0,488	0,604	0,372	0,464	0,929	4,366
19-22	0,348	0,395	0,232	0,255	0,348	0,279	0,255	0,604	2,717
> 22	0,511	0,697	0,743	0,604	0,488	0,790	0,441	1,092	5,365
TOTAL %	14,259	9,405	10,520	11,705	12,796	11,588	11,797	17,255	100,000


	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	72
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 5.2.2.1 (continuación).

Incidencia de corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

Capa de Nº 9 (9 m)

MAGNITUD (cm/s)	DIRECCION								TOTAL (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
<= 1									2,717
1-4	5,829	3,855	3,089	4,598	4,621	4,970	5,458	6,177	38,597
4-7	6,990	1,951	1,533	3,762	4,529	3,112	4,830	9,684	36,391
7-10	2,903	0,395	0,302	1,788	1,881	0,557	1,347	6,549	15,722
10-13	1,463	0,023	0,000	0,604	0,534	0,046	0,139	2,322	5,132
13-16	0,604	0,000	0,000	0,139	0,070	0,000	0,000	0,441	1,254
16-19	0,093	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,070	0,186
19-22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
> 22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL %	17,882	6,224	4,923	10,915	11,635	8,686	11,774	25,244	100,000

Capa de Agua Nº 12 (12 m)

MAGNITUD (cm/s)	DIRECCION								TOTAL (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
<= 1									1,695
1-4	4,296	4,203	3,925	2,996	3,089	2,810	2,949	3,809	28,077
4-7	8,082	6,386	4,203	3,460	3,321	2,764	1,997	4,947	35,160
7-10	5,527	4,529	2,578	1,138	1,974	1,068	0,929	2,996	20,739
10-13	2,229	2,020	1,951	0,372	0,650	0,581	0,302	1,370	9,475
13-16	0,418	0,604	1,045	0,139	0,093	0,093	0,163	0,348	2,903
16-19	0,046	0,232	0,673	0,023	0,023	0,023	0,000	0,023	1,045
19-22	0,000	0,116	0,464	0,000	0,000	0,046	0,000	0,023	0,650
> 22	0,000	0,023	0,232	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,255
TOTAL %	20,599	18,114	15,072	8,128	9,150	7,385	6,340	13,516	100,000


 EcoTecnos	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	73
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 5.2.2.1 (continuación).

Incidencia de corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

Capa de Agua Nº 13 (13 m)

MAGNITUD (cm/s)	DIRECCION								TOTAL (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
<= 1									1,231
1-4	2,462	2,322	1,626	1,649	2,717	2,926	4,320	3,902	21,923
4-7	4,343	1,835	1,161	1,533	3,065	4,111	6,665	6,177	28,890
7-10	3,205	0,882	0,743	1,138	1,835	3,994	6,085	5,945	23,827
10-13	1,301	0,441	0,279	0,163	0,673	2,555	4,157	2,531	12,099
13-16	0,232	0,232	0,139	0,139	0,116	1,370	2,485	0,836	5,550
16-19	0,046	0,070	0,023	0,070	0,023	0,836	1,649	0,046	2,764
19-22	0,000	0,000	0,023	0,000	0,023	0,279	1,068	0,000	1,393
> 22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,464	1,858	0,000	2,322
TOTAL %	11,588	5,783	3,994	4,691	8,453	16,535	28,286	19,438	100,000

Capa de Agua Nº 16 (16 m)

MAGNITUD (cm/s)	DIRECCION								TOTAL (%)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
<= 1									2,253
1-4	6,595	4,761	4,575	5,109	4,900	4,134	4,482	5,968	40,525
4-7	7,176	4,157	3,182	3,878	4,691	2,531	3,205	7,339	36,159
7-10	4,923	1,393	0,581	1,858	1,393	0,534	0,882	4,900	16,465
10-13	1,231	0,186	0,139	0,534	0,255	0,023	0,116	1,184	3,669
13-16	0,348	0,000	0,000	0,116	0,023	0,000	0,000	0,325	0,813
16-19	0,023	0,023	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,046	0,116
19-22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
> 22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL %	20,297	10,520	8,477	11,519	11,263	7,222	8,686	19,763	100,000


 EcoTECNOS	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	74
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 5.2.2.2

Valore máximos y medios de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos.
Campaña de invierno.

DIRECCION	Capa 1		Capa 2		Capa 9	
	MEDIA (cm/s)	MAXIMA (cm/s)	MEDIA (cm/s)	MAXIMA (cm/s)	MEDIA (cm/s)	MAXIMA (cm/s)
N	5,1	22,2	9,0	52,8	5,9	16,7
NE	6,7	28,6	9,8	53,9	3,7	10,9
E	5,9	27,5	8,8	41,5	3,7	10,0
SE	4,9	22,3	9,1	45,8	5,2	16,2
S	4,3	17,7	8,9	48,3	5,1	13,7
SW	4,3	15,1	8,8	59,2	3,9	12,9
W	4,8	20,7	8,5	42,0	4,4	12,3
NW	4,8	21,2	9,9	49,3	6,2	17,2
TOTAL	5,0	28,6	9,1	59,2	5,1	17,2

DIRECCION	Capa 12		Capa 13		Capa 16	
	MEDIA (cm/s)	MAXIMA (cm/s)	MEDIA (cm/s)	MAXIMA (cm/s)	MEDIA (cm/s)	MAXIMA (cm/s)
N	6,5	18,2	6,6	16,6	5,7	16,8
NE	6,8	23,0	5,7	18,3	4,7	17,3
E	7,9	29,7	5,6	19,1	4,1	12,5
SE	5,2	16,6	5,7	18,4	5,0	17,5
S	5,6	16,2	5,8	19,4	4,7	13,3
SW	5,4	21,2	8,7	44,2	4,0	10,2
W	5,0	15,6	10,2	53,0	4,3	11,3
NW	6,2	19,7	7,0	17,3	5,9	18,9
TOTAL	6,3	29,7	7,8	53,0	4,9	18,9

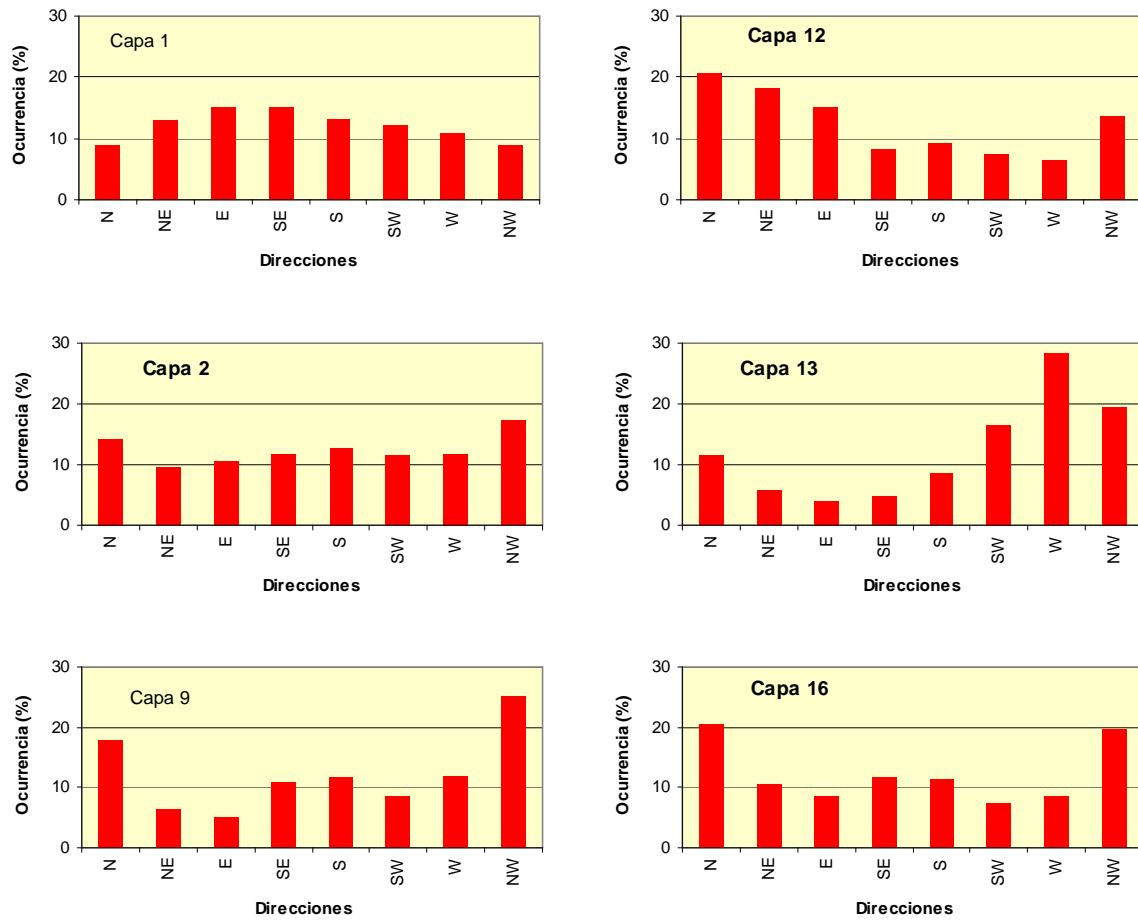


Figura 5.2.2.3. Histograma de direcciones de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

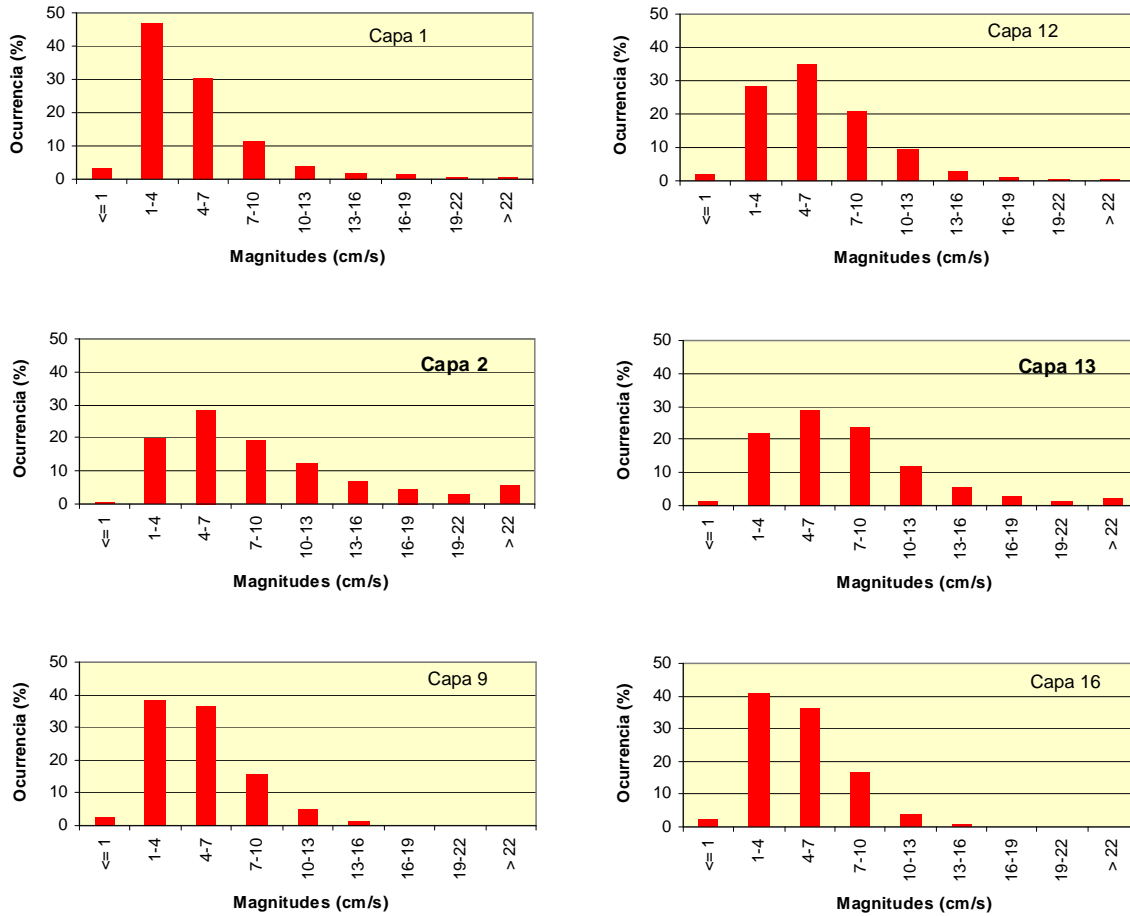


Figura 5.2.2.4. Histograma de magnitudes de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

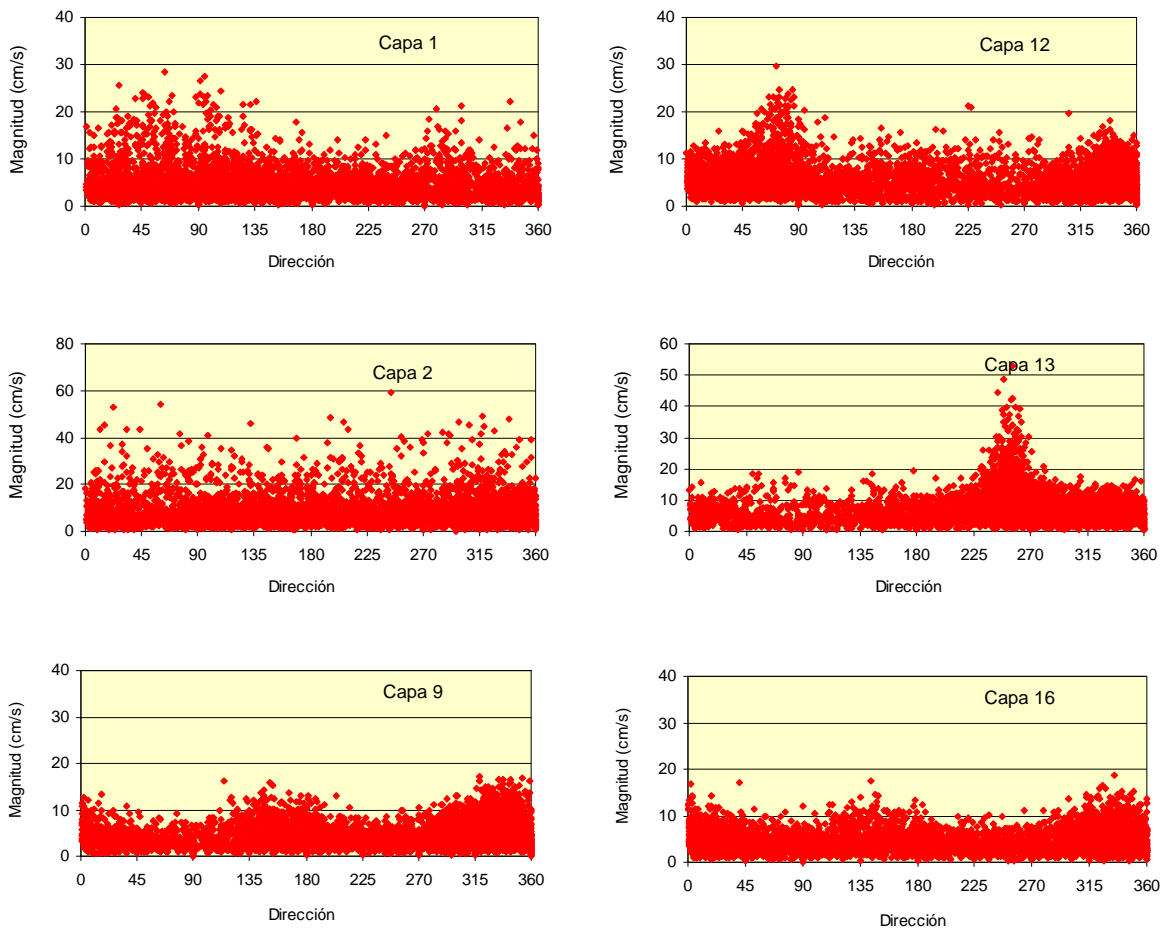



Figura 5.2.2.5. Diagramas de dispersión Magnitud – Dirección de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	78
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Corrientes Máximas**

La **Figura 5.2.2.6** muestra pulsos de corrientes de mayor o menor intensidad según el estrato de medición.

Las mayores intensidades se registran en las capas de agua de 2 m y 13 m de profundidad, con magnitudes absolutas de 59 cm/s y 53 cm/s, respectivamente.

La capa de agua de 2 m de profundidad, evidencia pulsos de corrientes sobre 30 cm/s, que se registran con una frecuencia variable de 1 a 9 días, lo que representa magnitudes muy superiores a las informadas en la capa de agua más superficial.

También se registran pulsos de corrientes sobre 30 cm/s en el estrato de 13 m de profundidad, mientras que las capas de agua de 9 m y 16 m, dan cuenta de un comportamiento relativamente homogéneo.

Por otra parte, el estrato de 13 m de profundidad registra pulsos de corrientes no detectados en la capa de agua contigua a ella (12 m), por lo cual se sugiere un patrón de circulación complejo de varias capas en el sector de estudio.

Comparativamente las magnitudes de las corrientes fueron inferiores en el período del 8 al 13 de agosto, en coincidencia con períodos de viento más calmo que se registró en la zona, por lo cual se sugiere que los pulsos de corrientes responderían al forzamiento del viento.

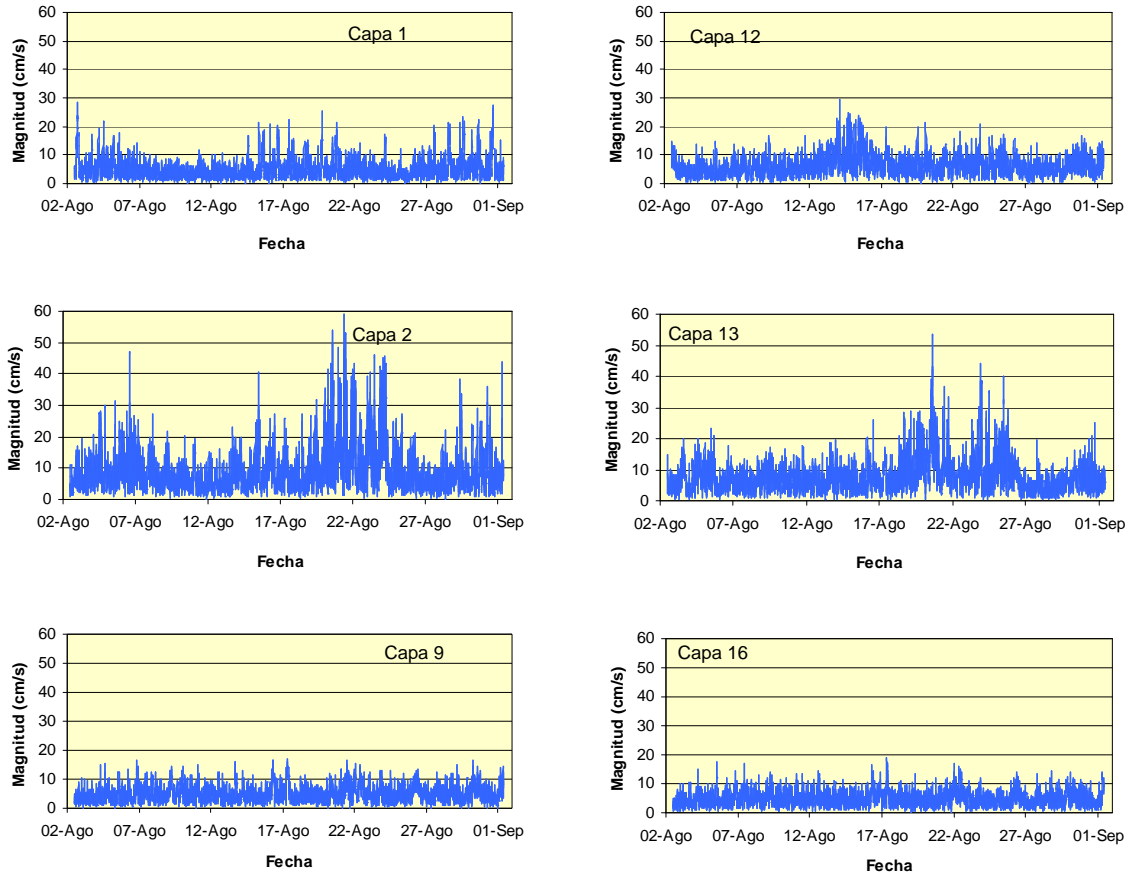



Figura 5.2.2.6. Régimen de corrientes. Magnitudes de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	80
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Diagrama de Vector Progresivo (DVP)**

Los diagramas de vector progresivo presentados en la **Figura 5.2.2.7** (sucesión temporal de vectores de corrientes), evidencian distintos patrones de circulación según el estrato de medición.

En la capa de agua superficial, el diagrama de vector progresivo, sugiere que la circulación marina fluye hacia el E la mayor parte del tiempo. Al respecto, suponiendo que todo el cuerpo de agua presentara un comportamiento espacialmente homogéneo y similar al informado en el sitio de medición, se podría inferir que una partícula sería arrastrada en el largo plazo, en la dirección del flujo residual, es decir, hacia el E, con una rapidez media de 0,9 cm/s.

En las capas de agua de 2, 9 y 16 m de profundidad, el diagrama de vector progresivo muestra el comportamiento rotatorio de la corriente, con flujos hacia NW, superpuestos, con episodios de corta duración, donde la circulación se invierte hacia el SE. A pesar de esta variabilidad, se distingue un leve transporte residual hacia el NW o NNW, con magnitudes entre 0,8 y 1,6 cm/s.

Por su parte, las capas de agua contiguas de 12 m y 13 m, evidencian patrones de circulación opuestos, con un transporte neto hacia el NE (12 m) o hacia el W (13 m).

Comparativamente, la mayoría de las capas de agua evidencian un transporte dirigido hacia el cuarto cuadrante, lo que representa un sentido no coincidente con el forzamiento del viento reinante del tercer cuadrante, con excepción de las capas de 1 m y 12 m, donde el flujo sigue al viento.

En términos generales, el transporte residual se verifica con magnitudes relativamente bajas, debido al comportamiento oscilante de la corriente.

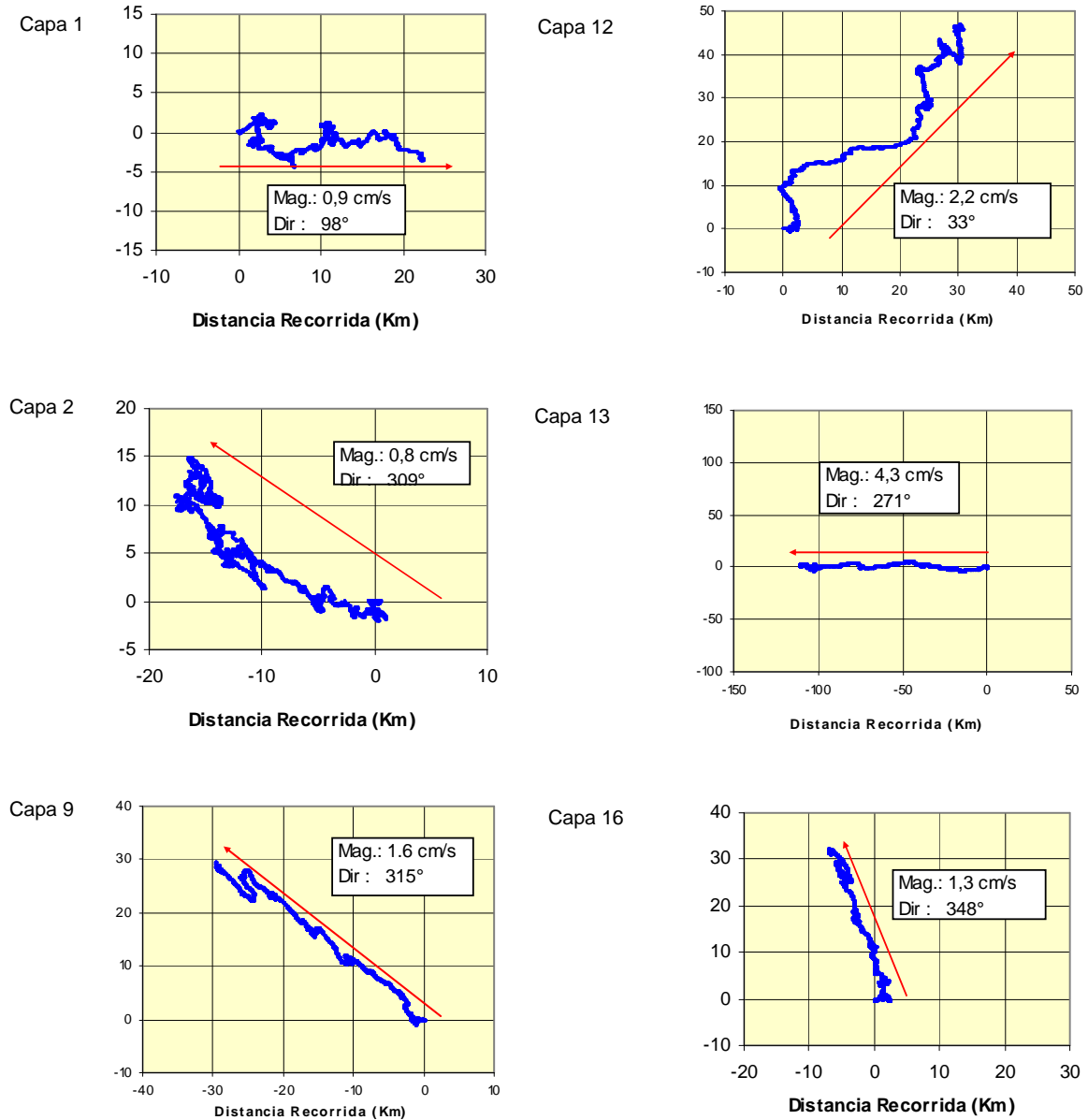



Figura 5.2.2.7. Diagramas de Vector Progresivo de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	82
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Análisis Espectral**

Los resultados del análisis espectral de las componentes V y U de la corriente se presentan en la **Figura 5.2.2.8**.

Algunos espectros muestran concentración de energía espectral (punta espectral) en la banda de frecuencia de 0,04 cph, por lo que se sugiere que la circulación marina experimenta ciclos con periodicidad diurna atribuible al forzamiento de la brisa marina.


Por su parte, también se evidencia otra punta espectral en la banda de frecuencia de 0,08 cph, en respuesta a la marea, y una tercera punta espectral se distingue en bandas de frecuencia bajas e inferiores a 0,01 cph, asociada probablemente a fluctuaciones aperiódicas del régimen de vientos a escalas de tiempo de 3 días o superior.

- **Ciclo Diurno**

Al cotejar la distribución de direcciones para cada hora del día (**Figura 5.2.2.9**), se distingue que durante las horas de la tarde la corriente superficial se dirige mayoritariamente hacia el NE, SE o E, en respuesta a la brisa marina con una frecuencia de 60% o superior, mientras que de noche y madrugada se registra alta variabilidad direccional. También se distingue, el efecto de la brisa marina en las capas de agua de 2 m y 12 m.

En los estratos inferiores de la columna de agua, con excepción de la capa de 12 m, el efecto de la brisa marina se verifica principalmente por la menor frecuencia de flujos hacia el NW o N, que se registra en horas de la noche.

Comparativamente, la circulación superficial se intensifica por la tarde, alcanzando magnitudes medias de 8 cm/s (**Figura 5.2.2.10**).

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	83
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Ciclo Semidiurno**

La **Figura 2.2.5.3.11** muestra el forzamiento mareal. Se distingue que la corriente rota de acuerdo con la fase de la marea. En efecto, en marea llenante son más significativos los flujos que salen de la Bahía (NW, N), y en vaciante, los que ingresan (SE, E).

Lo anterior, es más evidente para los estratos inferiores de la columna de agua, ya que la capa superficial muestra un patrón de distribución direccional relativamente homogéneo (**Figura 5.2.2.12**), e independiente de la fase de marea, no observándose flujos y reflujos asociados a la marea.

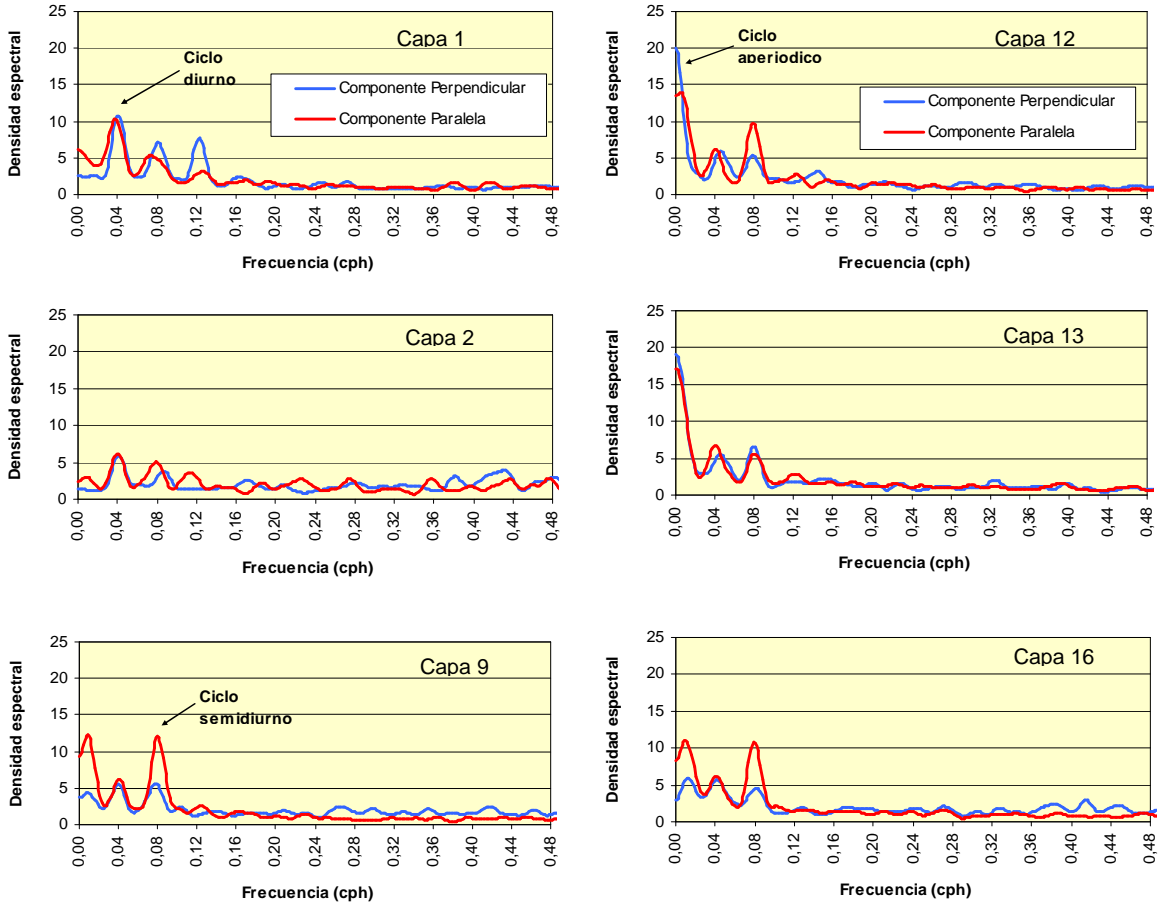


Figura 5.2.2.8. Análisis espectral componentes V y U de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

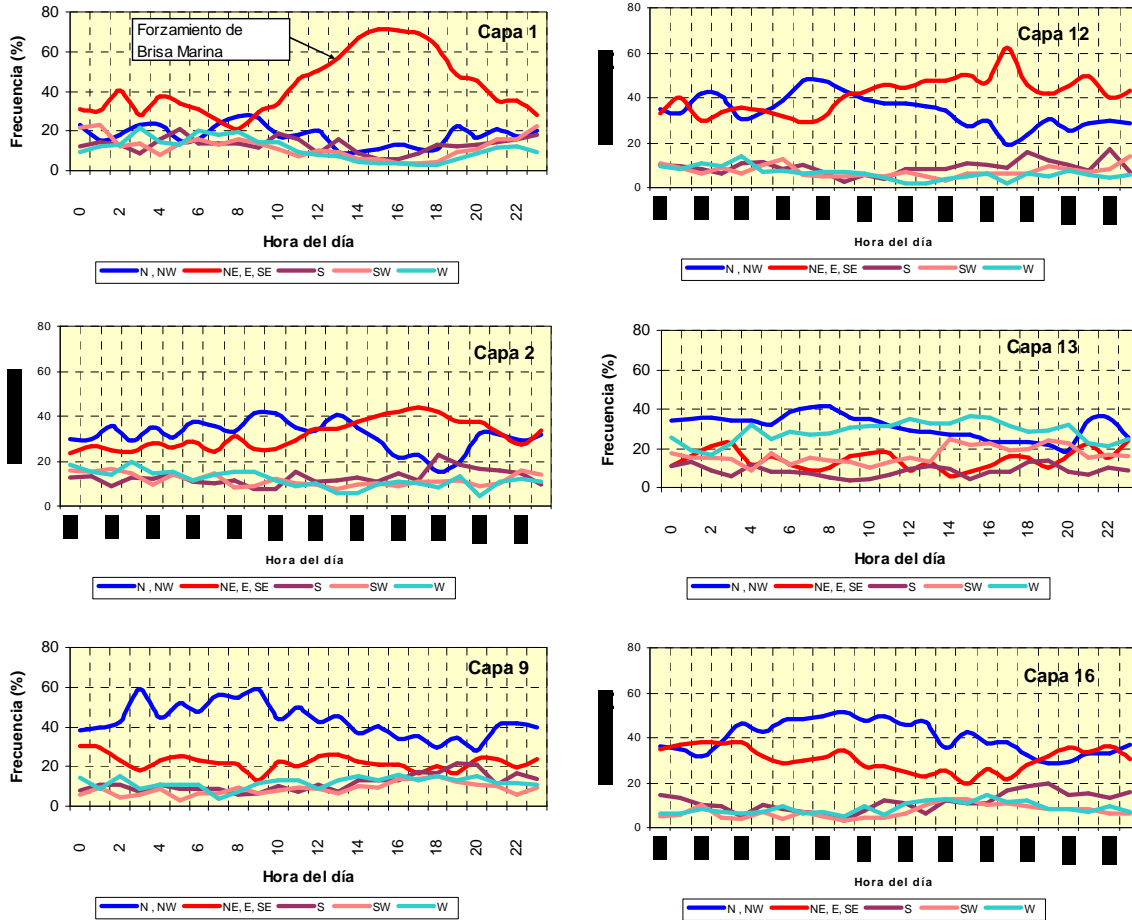


Figura 5.2.2.9. Ciclo diario – Incidencia de direcciones de las corrientes por capa. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

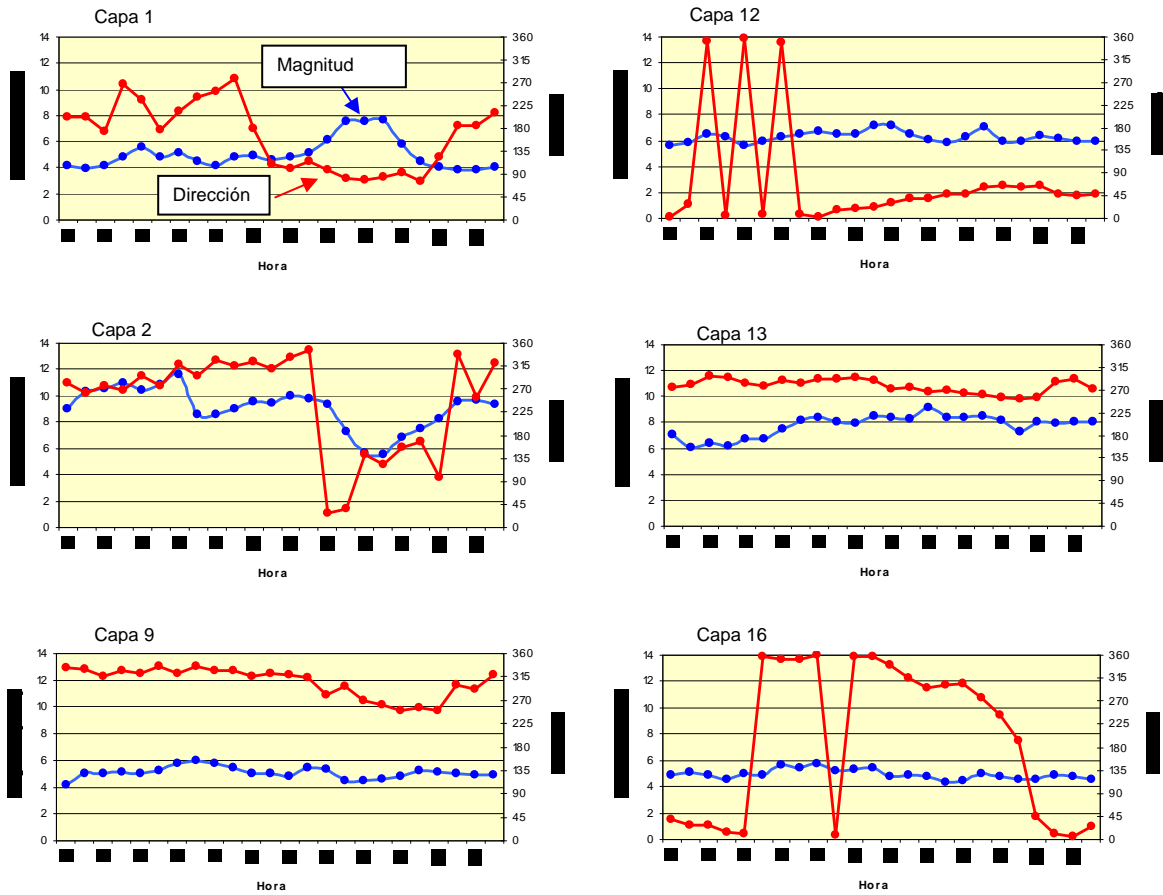


Figura 5.2.2.10. Ciclo diario de las corrientes por capa (valores medios). Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

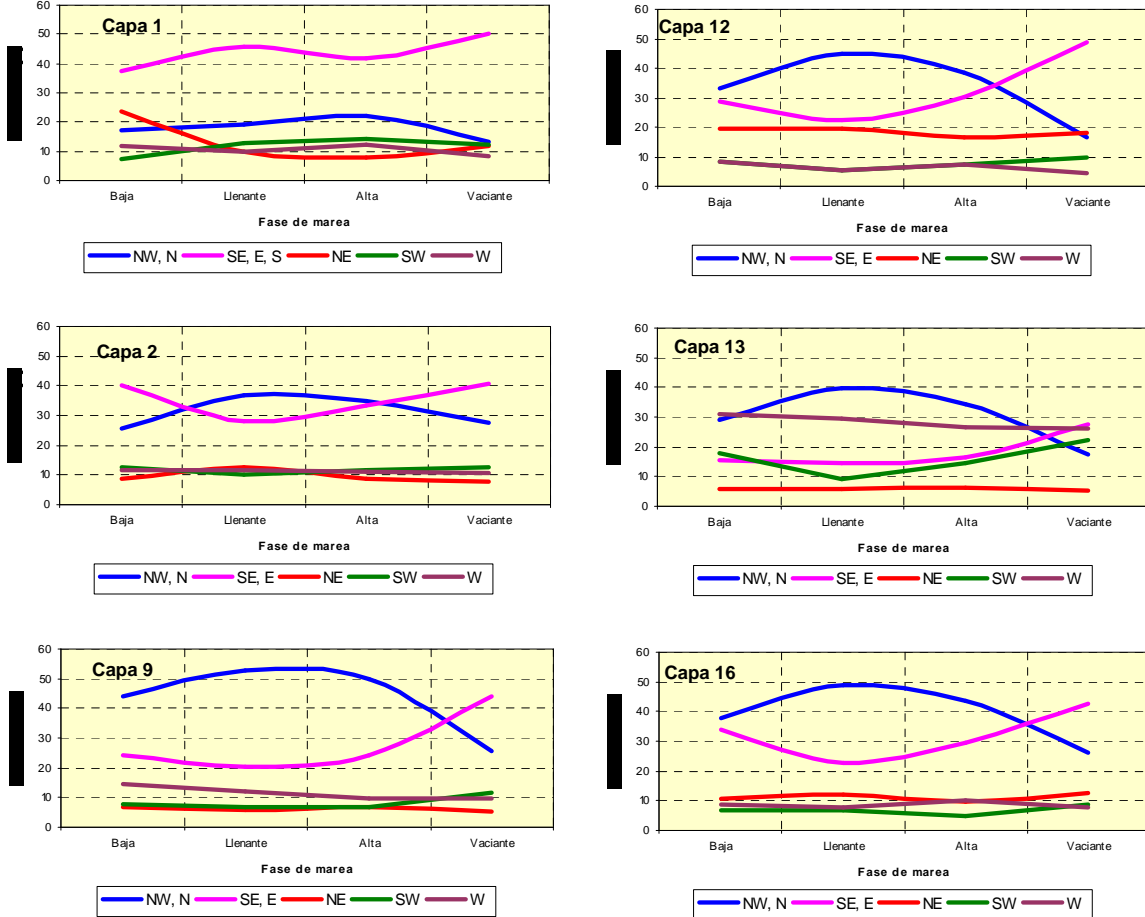


Figura 5.2.2.11. Ciclo semidiurno de las corrientes por capa. Incidencia de direcciones. Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

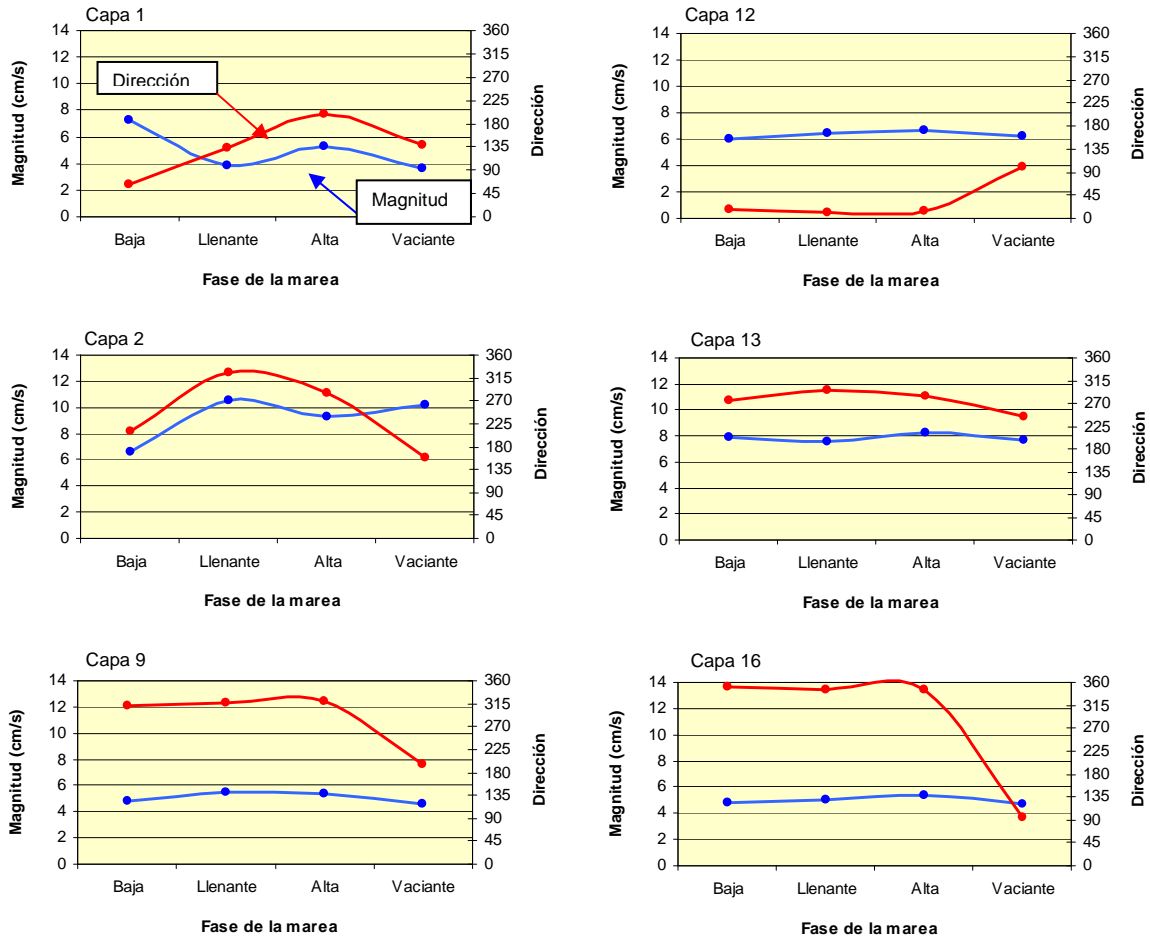



Figura 5.2.12. Ciclo semidiurno de las corrientes por capa (valores medios). Sector E. San Pedro, Bahía Chascos. Campaña de invierno.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	89
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	


5.2.3 *Discusión del Estudio de Correntometría Euleriana*

Los resultados eulerianos de la campaña de invierno evidencian que la circulación marina superficial en el sector de Ensenada San Pedro, Bahía Chascos, presenta una tendencia a fluir alternadamente entre el primer y tercer cuadrante, con un sentido aproximadamente paralelo a la geometría de la línea de costa, siendo esto más evidente cuando la circulación se intensifica. Lo descrito anteriormente manifiesta un patrón dinámico altamente rotatorio debido al forzamiento combinado de la marea y del viento.

La estimación espectral reveló que la circulación tiene periodicidad diurna y semidiurna, atribuible a la brisa marina y a la marea, respectivamente.

La variabilidad diurna de la corriente se distingue en la capa de agua superficial por la mayor frecuencia de flujos hacia el primer cuadrante registrada en horas de la tarde. Este comportamiento de la corriente se explica por el forzamiento del viento sobre las capas superiores del océano. En efecto, desde el mediodía el viento SW y WSW se intensifica, lo que origina una circulación forzada hacia el NE o E, mientras que de noche se evidencia un patrón direccional más variable, incluso se invierte al W, en coincidencia con períodos de viento más calmo. Regularmente, se evidencian pulsos de corrientes de intensidad superior o igual a 30 cm/s, que responderían al forzamiento del viento.

También se advierte el efecto modulador de la onda de marea, condicionando flujos y reflujos cada 12 horas. En vaciante, la corriente fluye mayoritariamente hacia el N de la playa, pero con marea llenante, son más significativos los flujos hacia el S. Lo anterior es más notorio en los estratos inferiores de la columna de agua, ya que la capa superficial registra un flujo independiente de la fase de la marea, por lo que se sugiere que el efecto de la marea, como agente modulador de la dirección de los flujos superficiales, queda oculto debido a la sobreposición del forzamiento del viento sobre esta.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	90
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

De acuerdo con el análisis de frecuencia, se verifica un transporte residual hacia el primer cuadrante, siendo esto consistente con el forzamiento del viento reinante del tercer cuadrante; sin embargo, los estratos inferiores de la columna de agua registran un transporte residual con magnitudes relativamente bajas, debido al comportamiento oscilante de la corriente, y a la alta variabilidad direccional. Incluso la capa de agua intermedia evidencia un transporte residual, hacia el Este, probablemente condicionado por el oleaje.


Respecto de las magnitudes de las corrientes informadas por el método euleriano, éstas son moderadas en el estrato superficial, con valores medios de 10 cm/s, y máximos absolutos de 51 cm/s. Los estratos inferiores registran magnitudes moderadas a bajas, lo cual se atribuye a la baja profundidad del fondo marino. Estas bajas magnitudes condicionarían una circulación variable espacial y temporalmente.

5.2.4 Conclusiones del Estudio de Correntimetría Euleriana

Los resultados eulerianos evidencian un patrón dinámico altamente rotatorio en sentido N-S de la playa, debido al forzamiento combinado del viento y la marea. Sin embargo a pesar de esta variabilidad se registra un transporte residual hacia el primer cuadrante, en sentido coincidente con el forzamiento del viento reinante.

La intensidad de la circulación es moderada, con magnitudes medias de 10 cm/s, y máximos absolutos de 51 cm/s, aunque los estratos más profundos registran magnitudes inferiores, con magnitudes medias de 6 cm/s y máximos de 25 cm/s. Regularmente, se registran pulsos de corrientes, con magnitudes de 30 cm/s, que responderían a la intensificación del viento.

Se advierte el forzamiento del viento como un agente modulador de las corrientes, condicionando un patrón dinámico con ciclos diurnos. En efecto, la brisa marina que se

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	91
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

asoma en horas de la tarde, condiciona una circulación forzada hacia el N de la playa, en sentido coincidente con el arrastre del viento, mientras que de noche y de madrugada, la circulación se torna más variable, en coincidencia con períodos de viento más calmo. También se advierte el efecto modulador de la marea, condicionando flujos y reflujos, es así que se reconoce al viento, en conjunto con la batimetría y la marea como un importante modulador de la circulación marina del sector. No obstante, lo anterior es más notorio en los estratos inferiores de la columna de agua, ya que la capa superficial registra un flujo independiente de la fase de la marea, por lo que se sugiere que el efecto de la marea, como agente modulador de la dirección de los flujos superficiales, queda oculto debido a la sobreposición del forzamiento del viento sobre ésta.