



Modelación Numérica de Plantas Desaladoras

Aspectos Generales

Ph.D. Matías Quezada L.

Ph.D en Fluidodinámica

Ing. Civil Oceánico.

Jefe de Oceanografía Física y Modelamiento Matemático, Ecotecnos.


Gerente de Consultoría, SGS Chile.






Empresa fundada en 1998 por **científicos** y empresarios chilenos, **Ecotecnos** posee una amplia trayectoria y experiencia en el apoyo Técnico para consultorías, servicios y asesorías ambientales y de ingeniería, para lo cual, nos avala un grupo de profesionales de excelencia.

24
Años de
Experiencia

 **100%**
Estudios
Ambientales
Aceptados

 **ISO** ISO 9001
ISO 17.020

 Acreditación Empresa Técnica
Fiscalización Ambiental




+40
Profesionales
Biólogos
Ingenieros
Químicos
Oceanógrafos

+200
Participación
EIAS
+20
Participación
DIAs

SGS

1er Líder
en Chile
Testing, Inspection
and Certification

 **Cobertura
Nacional**
+ 30 Oficinas y Laboratorios

 **+3.000**
Colaboradores

 **Seguridad y
Calidad**
Principio Operacional

 Operación en
+140 países

Contenidos

- Factores Dominantes
- Interacciones con el ambiente
- Representación Matemática
- Representación Numérica



Factores Dominantes

Forzantes que actúan

01

Físicas

Oleaje, mareas, vientos, descargas fluviales.

06

Cambio Climático

Física, Química, Biológicas, Morfológicas, Antrópicas

05

Antrópicas

Descargas al medio marino, obras e intervenciones

02

Químicas

Oxígeno Disuelto, Nutrientes, Temperatura, Salinidad

03

Biológicas

Plancton, flora y fauna bentónica

04

Morfológicas

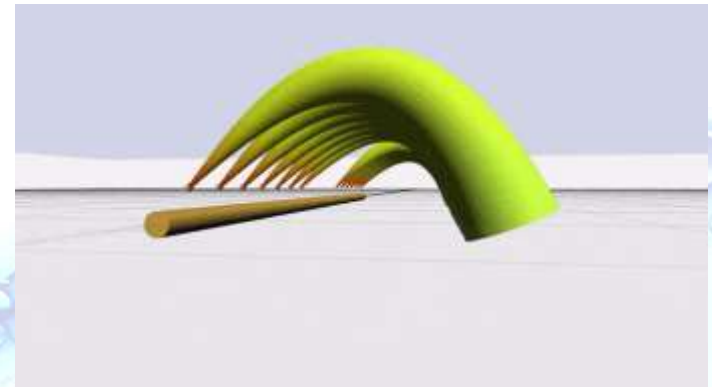
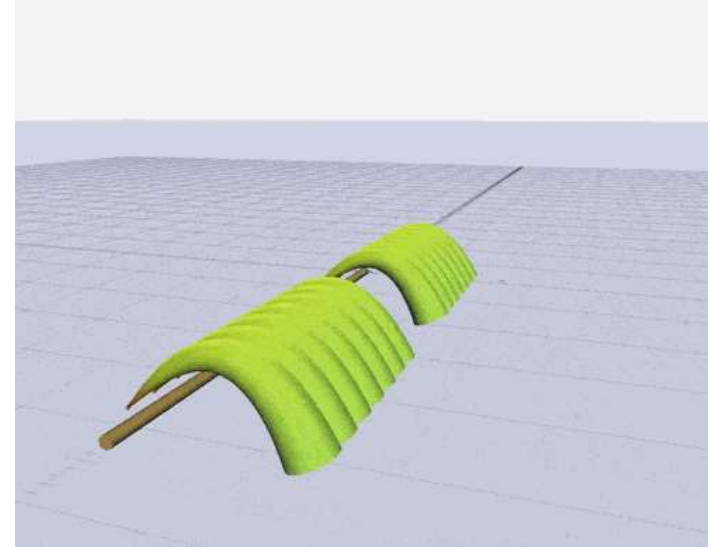
Geometría de la costa, sedimentos, tectonismo



Factores Dominantes

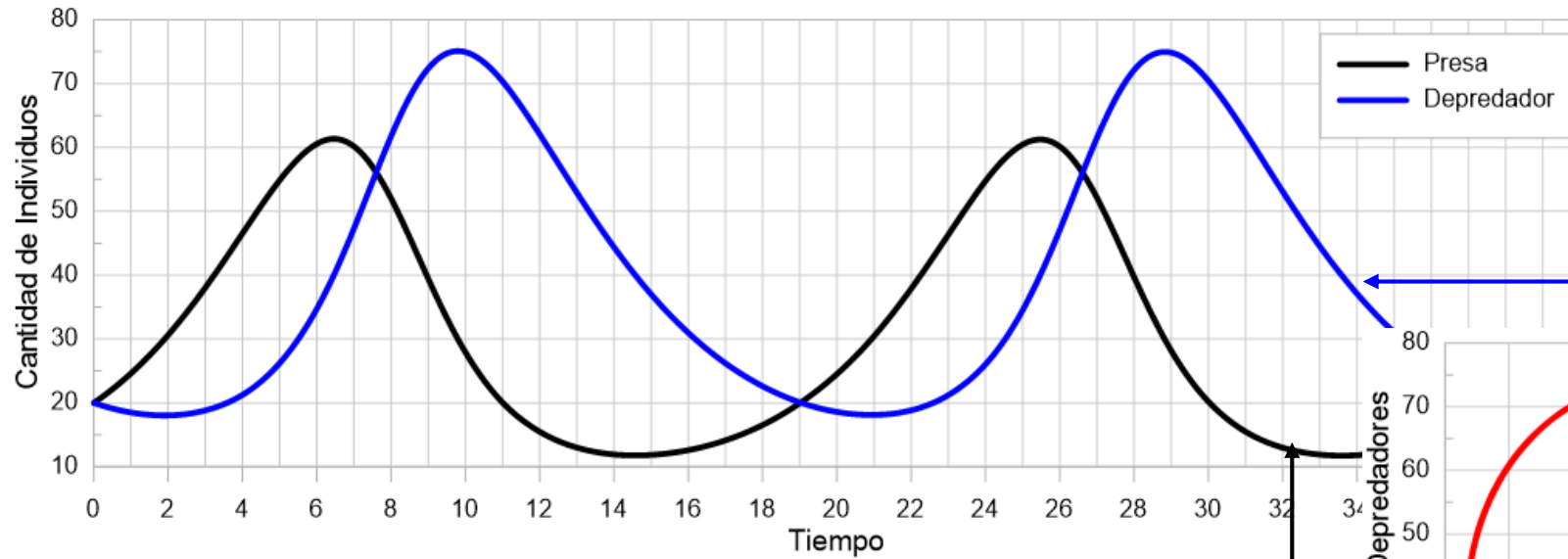
Antrópicas

- Descargas
 - Boyantes positiva
 - **Boyantes negativa***
- Captaciones
 - Potencial de captación de plancton
 - Pérdida de Adulto Equivalente



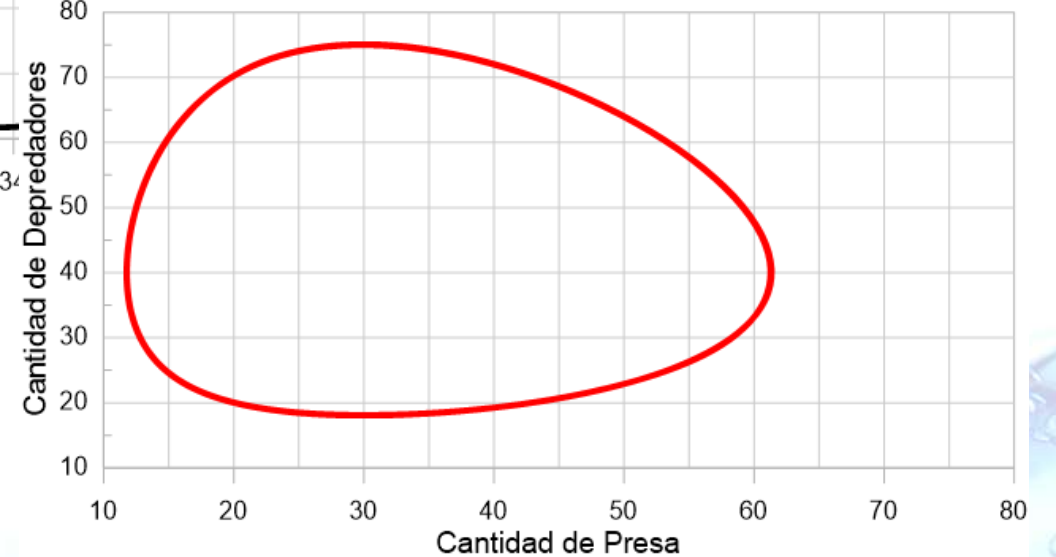
Factores Dominantes

Comportamiento de Comunidades Planctónicas



$$\frac{dB}{dt} = -\kappa B + \sigma AB$$

$$\frac{dA}{dt} = (\beta - \delta)A - \gamma A^2 - \rho AB$$



Interacciones con el Ambiente

Forzantes que actúan

01

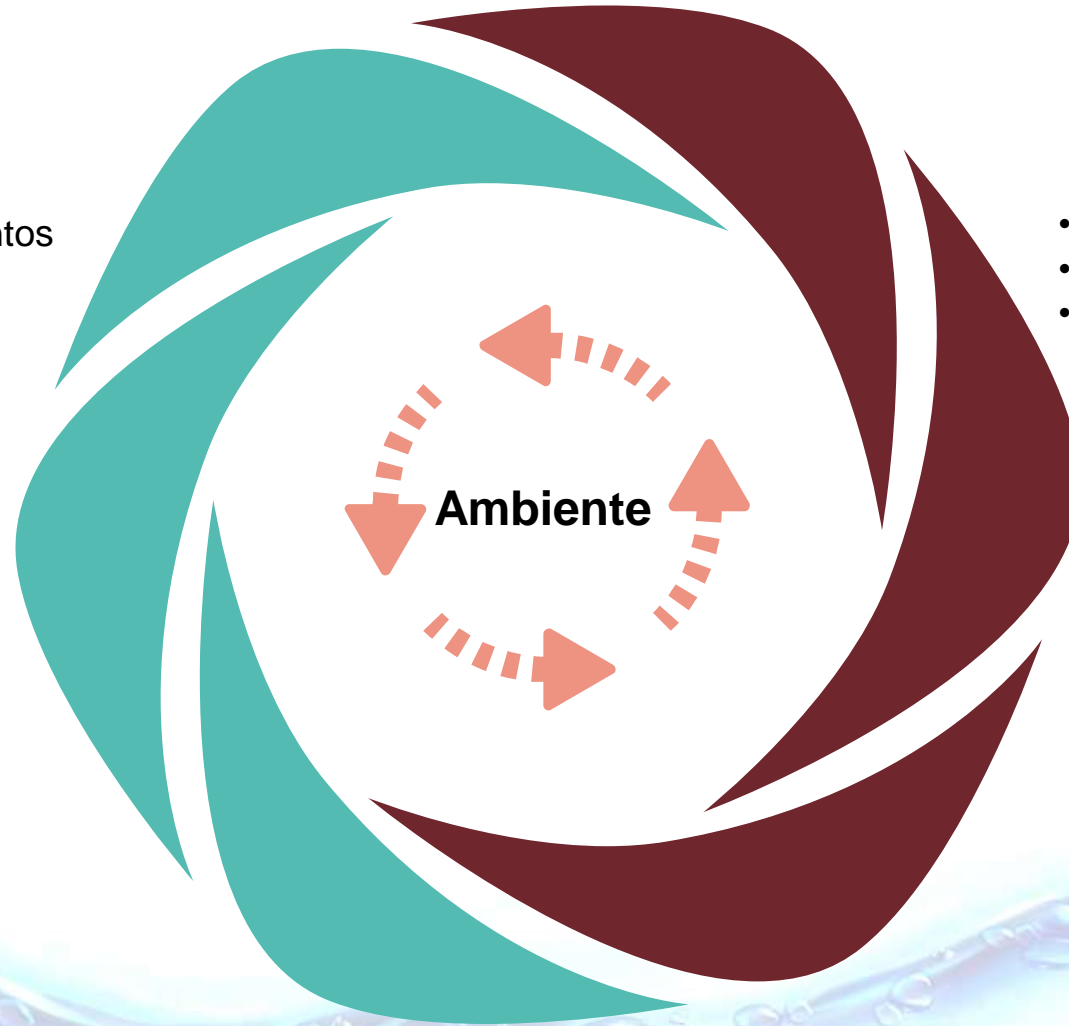
Provisorios

- Suspensión de sedimentos
- Ruido

02

Permanentes

- Descarga salina
- Captación de plancton
- Ruido (?)



Representación Matemática

Ecuaciones Constitutivas

Ecuaciones de la hidrodinámica

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = S \quad \frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = f u_j - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{F_{wave}}{\rho_0 h} + F_{tur} + u_s S$$

Ecuaciones de Transporte

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u_j \frac{\partial C}{\partial x_j} = D_i \frac{\partial^2 C}{\partial x_i^2} + R_i$$

Ecuaciones Constitutivas (ecológica)

$$C(t) = \int_t^{t+\Delta t} (P_c + AD_c) \partial t \quad \frac{d\hat{P}}{dt} = \text{Production} - \text{grazing} - \text{sedimentation} - \text{death}$$

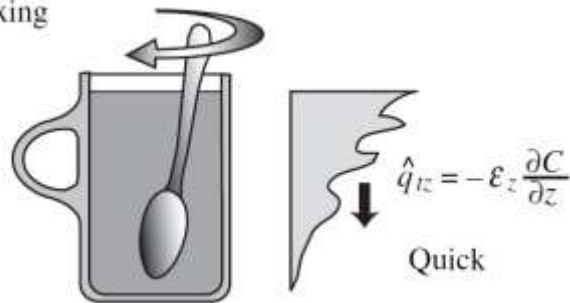
Representación Matemática

Procesos de Transporte e Interacciones Ecológicas

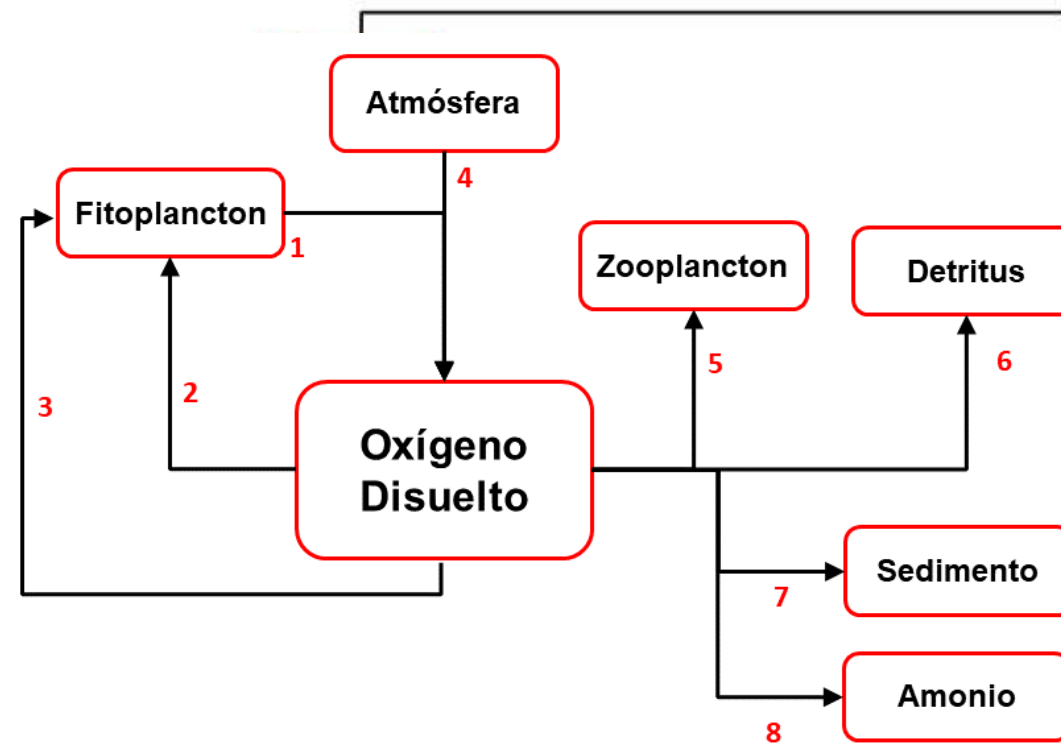
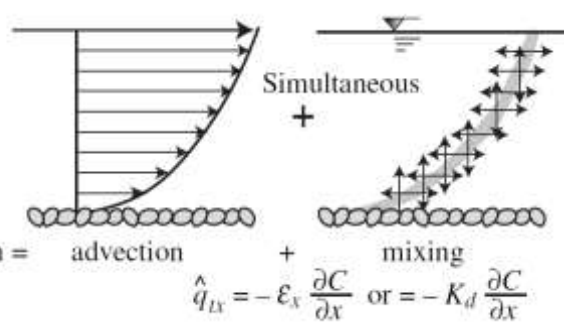
Advection



Turbulent mixing



Dispersion



1. Producción de oxígeno por Fitoplancton
2. Respiración Fitoplancton
3. Demanda oxígeno de Fitoplancton muerto
4. Reaeración
5. Demanda oxígeno de Zooplancton
6. Demanda oxígeno de Detritus
7. Demanda oxígeno de Sedimento
8. Demanda oxígeno de Nitrificación

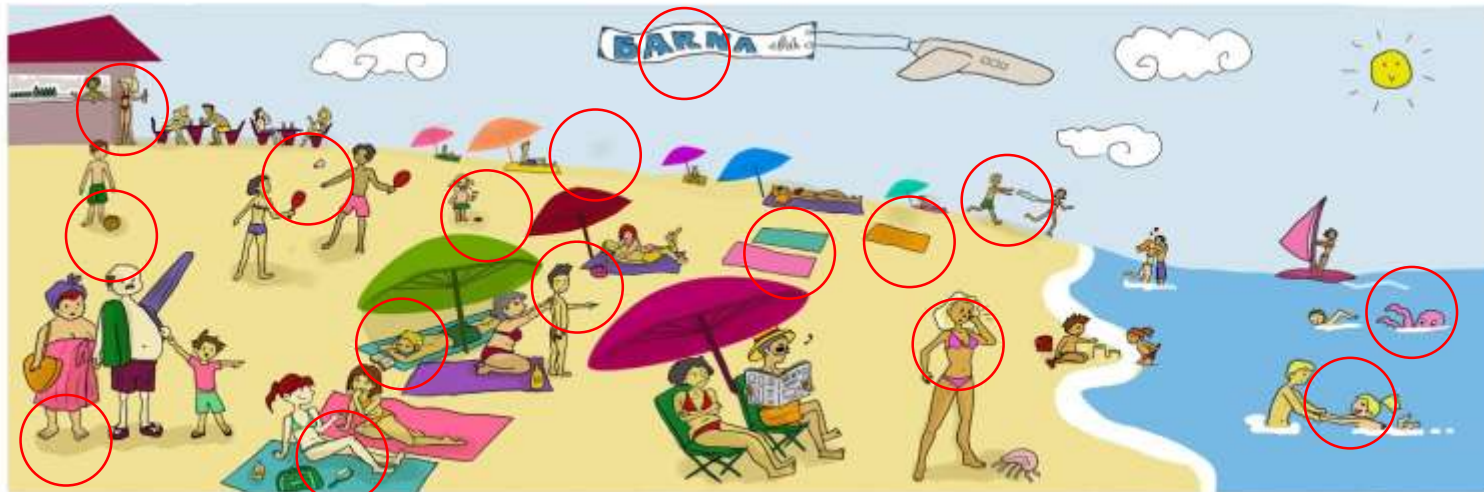
(Julien, 2010)

Representación Matemática

Ventajas de Modelar Numéricamente

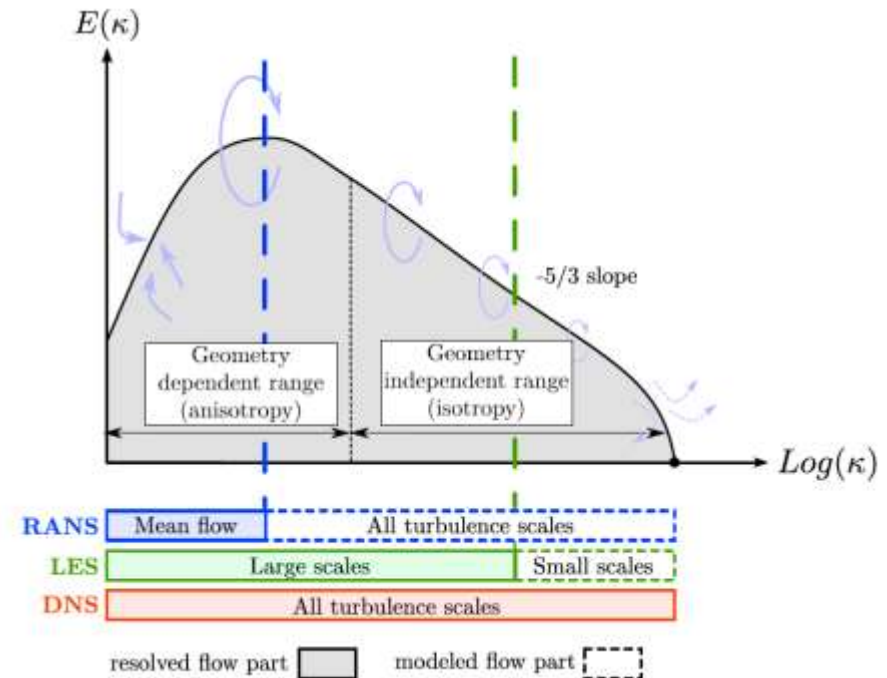


¿Cómo medimos impacto/efectos?



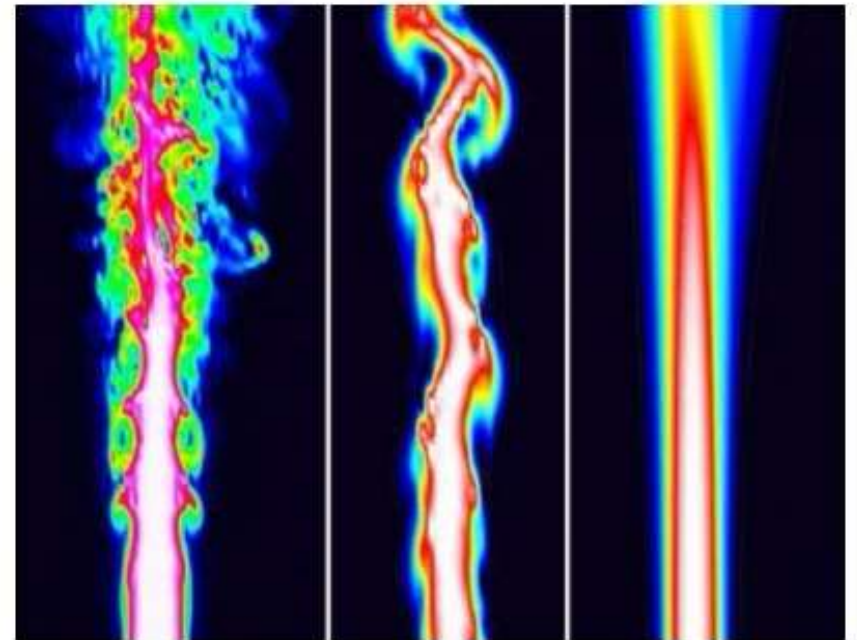
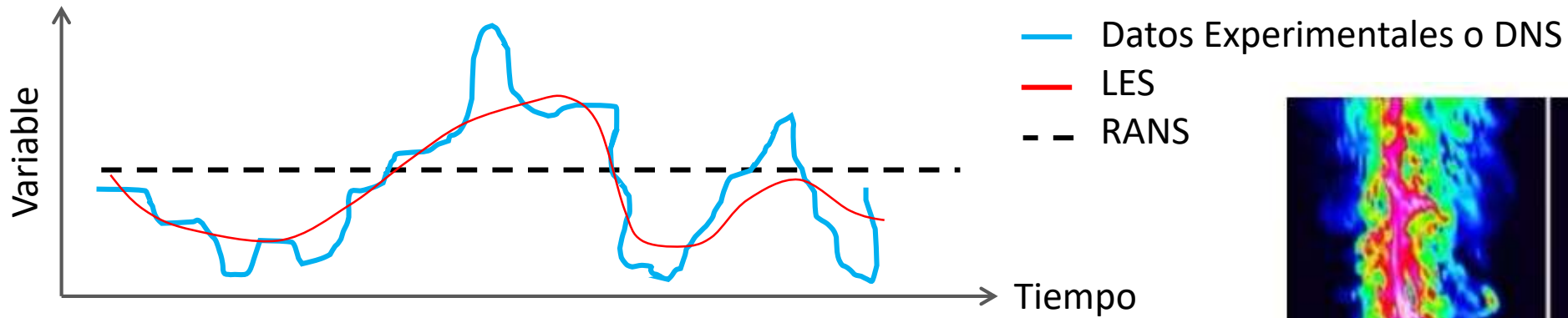
Representación Numérica

Decisiones Principales



Representación Numérica

Decisiones Principales



DNS (left), LES (middle) and RANS (right) predictions of a turbulent jet. - A. Maries, University of Pittsburgh

Representación Numérica

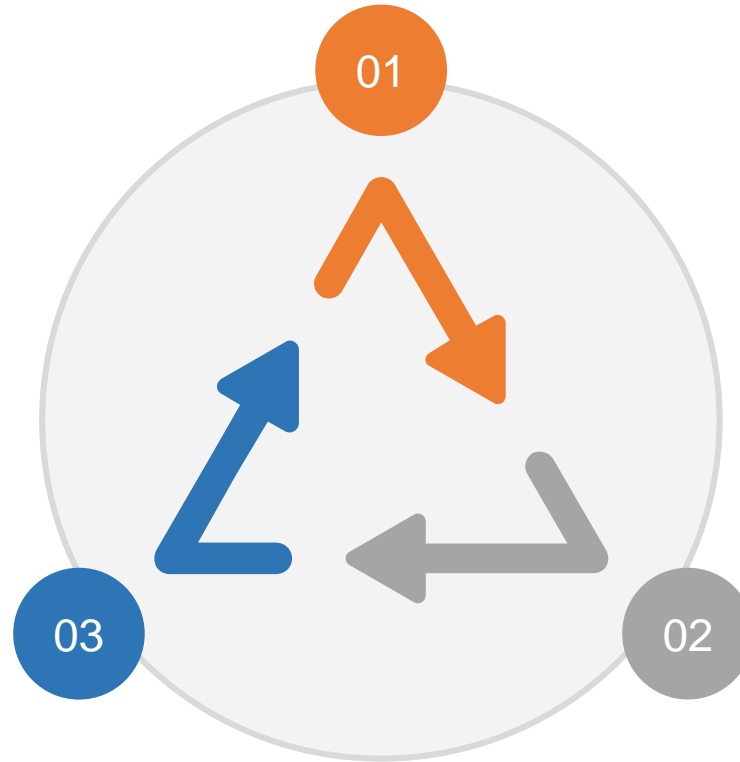
Etapas Fundamentales

MDT y Dominio

Batimetría
Discretización espacial
y temporal

Validación

Verificación de los
supuestos y su
impacto

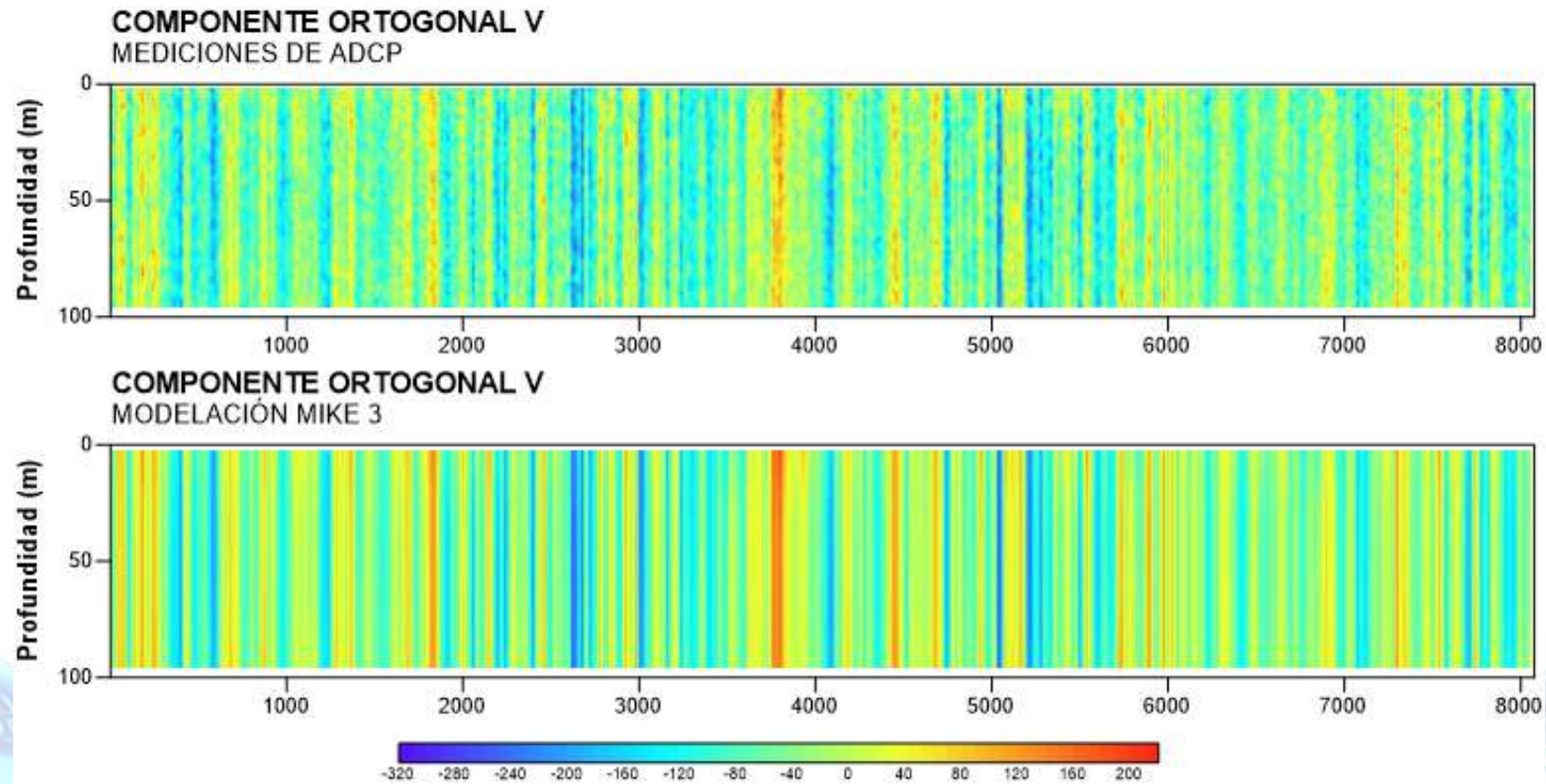


Calibración

Configuración inicial
y supuestos

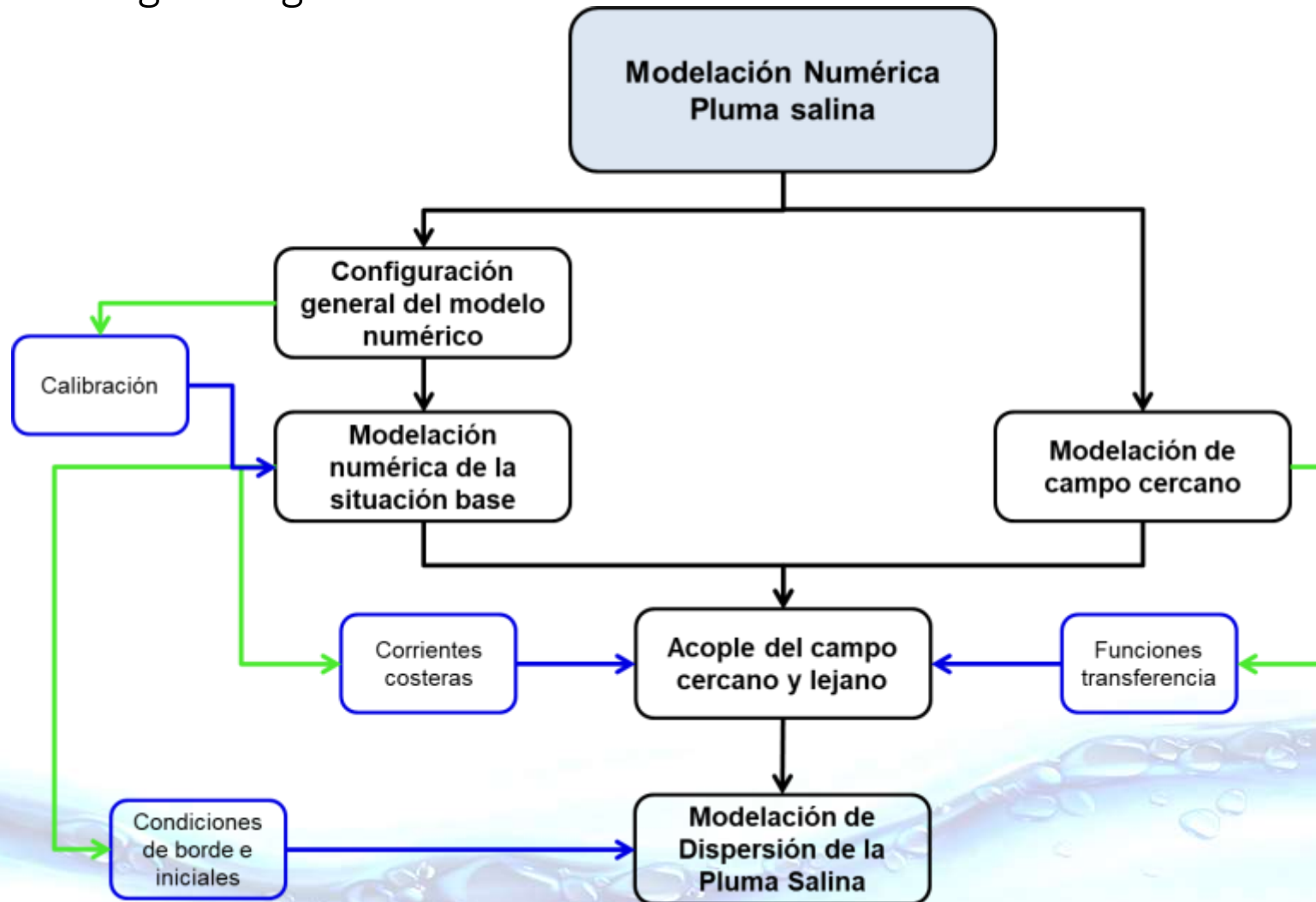
Representación Numérica

Etapas Fundamentales



Representación Numérica

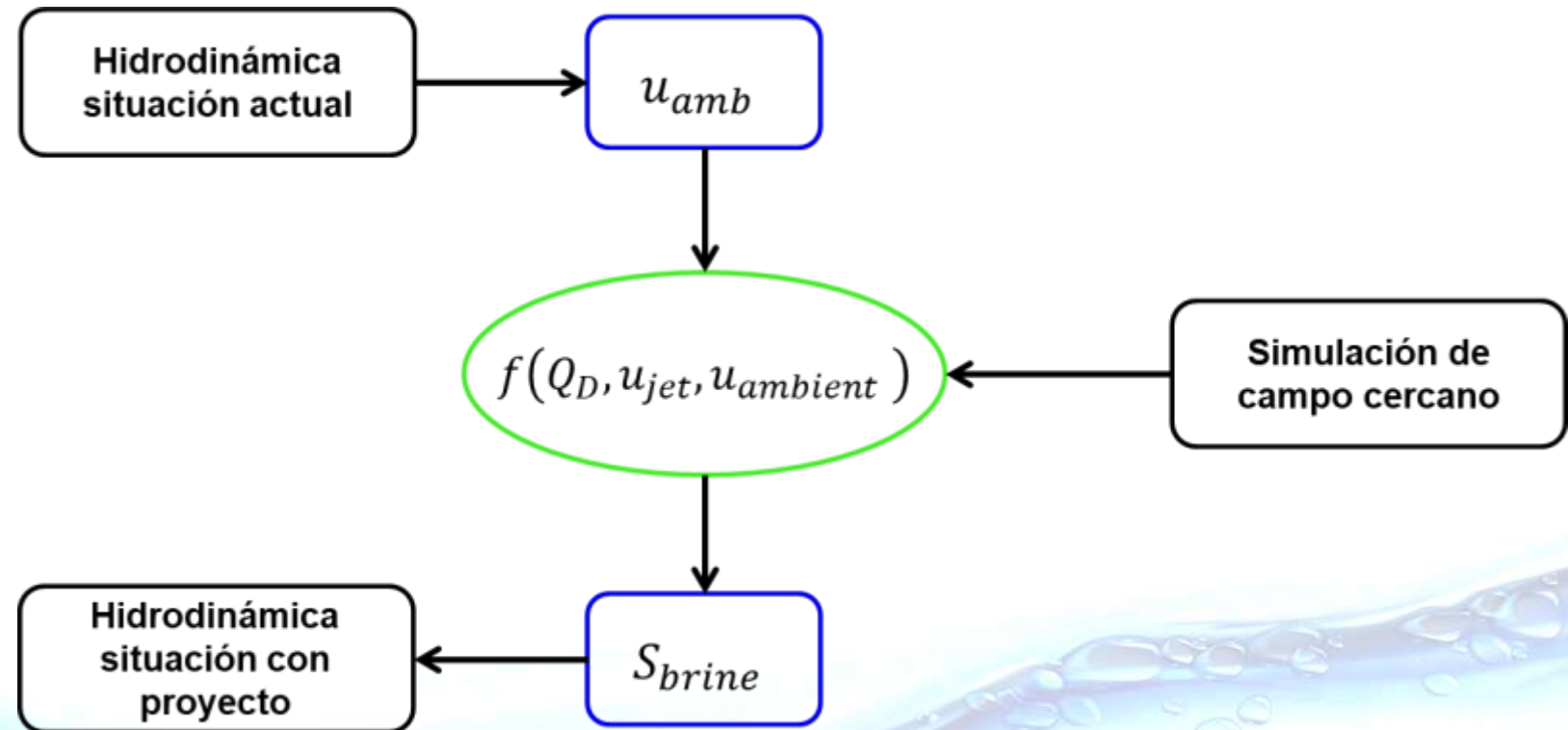
Un Esquema Metodológico Sugerido



Representación Numérica

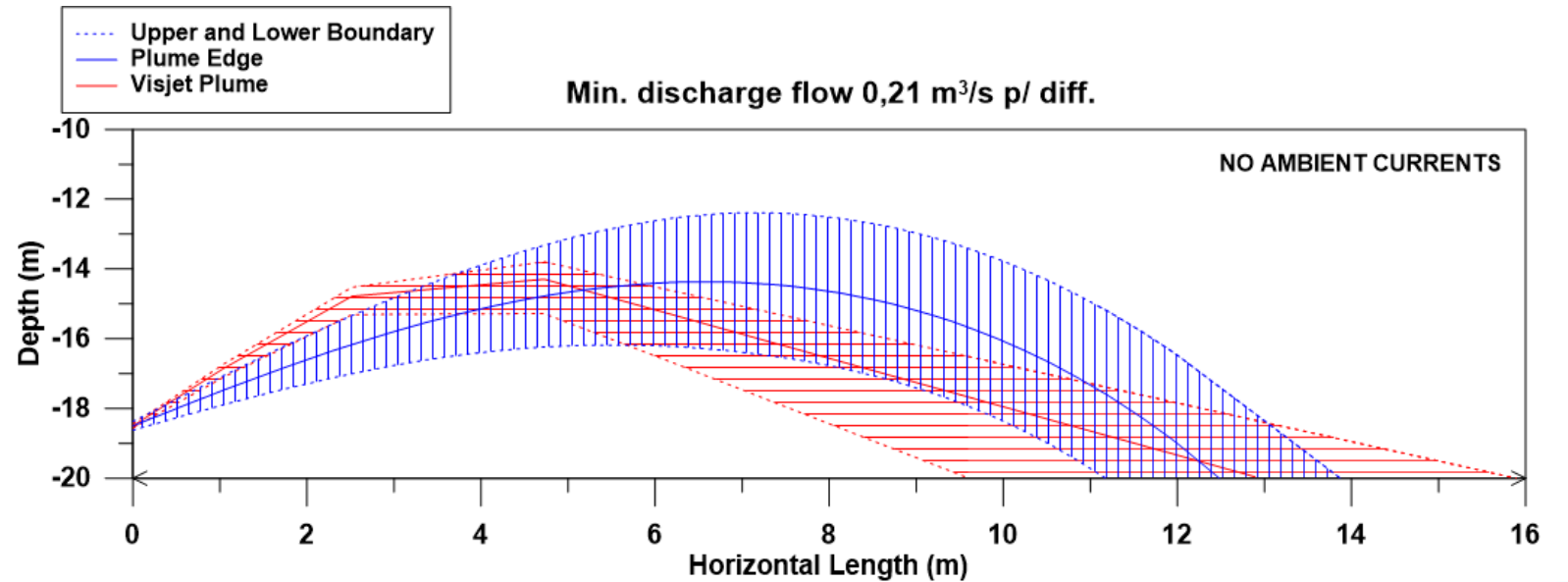
Un Esquema Metodológico Sugerido

$$S_{brine} = f(Q_D, u_{jet}, u_{ambient})$$



Representación Numérica

Algunos Resultados



Representación Numérica

Algunos Resultados

Tabla: Excesos de salinidad esperados en el medio en psu (izquierda) y porcentual (derecha). Difusores orientados hacia el norte de la tubería.

		Magnitud de la corriente (m/s)						
		0,001	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Dirección de la corriente (°)	0,0	2,94	2,11	1,05	0,53	0,34	0,26	0,21
	22,5	2,95	2,17	1,11	0,55	0,35	0,27	0,22
	45,0	2,94	1,87	0,85	0,43	0,30	0,23	0,20
	67,5	2,93	1,73	0,76	0,45	0,33	0,26	0,22
	90,0	2,92	1,71	0,99	0,70	0,54	5,33	6,99
	112,5	2,92	1,75	1,36	0,88	8,05	9,25	10,92
	135,0	2,93	2,02	1,53	9,16	10,29	11,92	13,97
	157,5	2,94	2,24	1,41	10,41	11,98	13,56	15,22
	180,0	2,95	2,39	4,74	10,87	12,45	13,81	15,58
	202,5	2,95	2,61	4,74	10,89	11,99	14,72	16,55
	225,0	2,94	2,27	3,37	10,36	11,90	13,49	15,16
	247,5	2,93	2,07	1,55	9,44	10,72	12,49	13,98
	270,0	2,92	1,78	1,40	7,09	8,24	9,89	11,66
	292,5	2,92	1,71	1,05	0,75	4,45	6,09	7,89
	315,0	2,93	1,71	0,78	0,47	0,34	0,28	0,24
337,5	2,94	1,84	0,82	0,42	0,30	0,23	0,20	

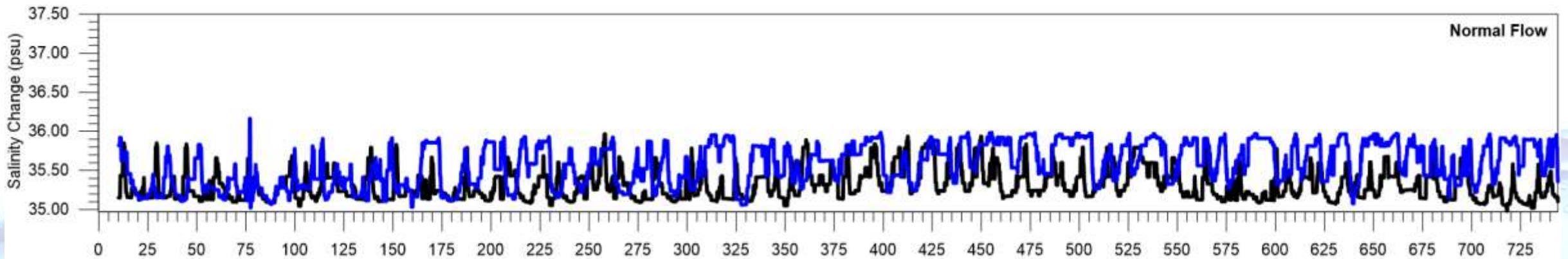
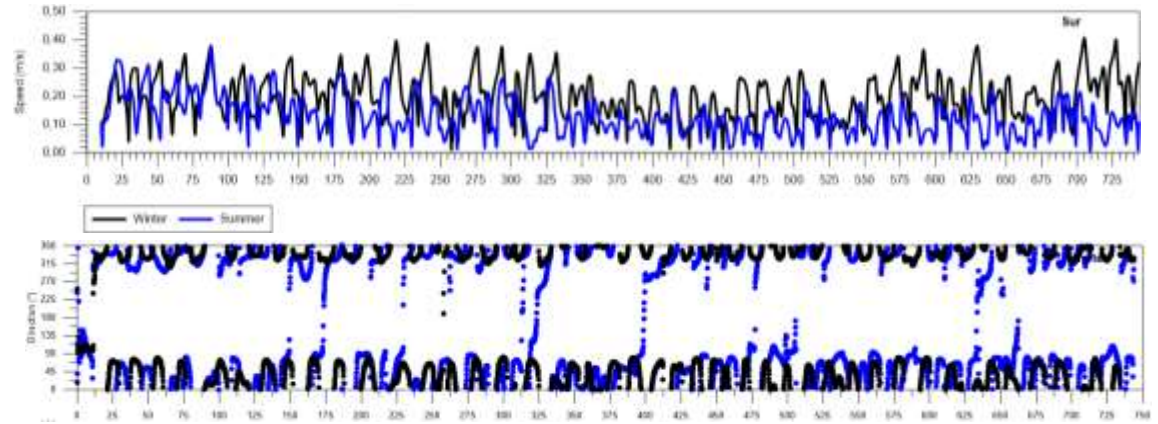
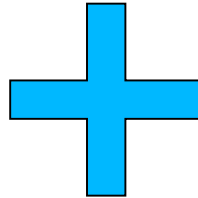
Magnitud de la corriente (m/s)							
0,001	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	
8,52	6,10	3,05	1,52	0,98	0,76	0,61	
8,55	6,29	3,21	1,60	1,03	0,78	0,63	
8,51	5,41	2,46	1,24	0,86	0,67	0,57	
8,49	5,01	2,21	1,31	0,95	0,76	0,65	
8,47	4,94	2,87	2,03	1,55	15,45	20,25	
8,47	5,06	3,94	2,55	23,32	26,80	31,64	
8,50	5,86	4,44	26,54	29,81	34,54	40,48	
8,52	6,50	4,09	30,16	34,71	39,29	44,10	
8,55	6,93	13,74	31,49	36,07	40,01	45,14	
8,55	7,57	13,74	31,55	34,74	42,65	47,95	
8,52	6,58	9,77	30,02	34,48	39,08	43,92	
8,50	5,99	4,49	27,35	31,06	36,19	40,50	
8,47	5,16	4,06	20,54	23,88	28,66	33,78	
8,47	4,95	3,05	2,17	12,90	17,65	22,86	
8,49	4,96	2,26	1,36	1,00	0,80	0,69	
8,51	5,32	2,38	1,22	0,87	0,67	0,57	

Representación Numérica

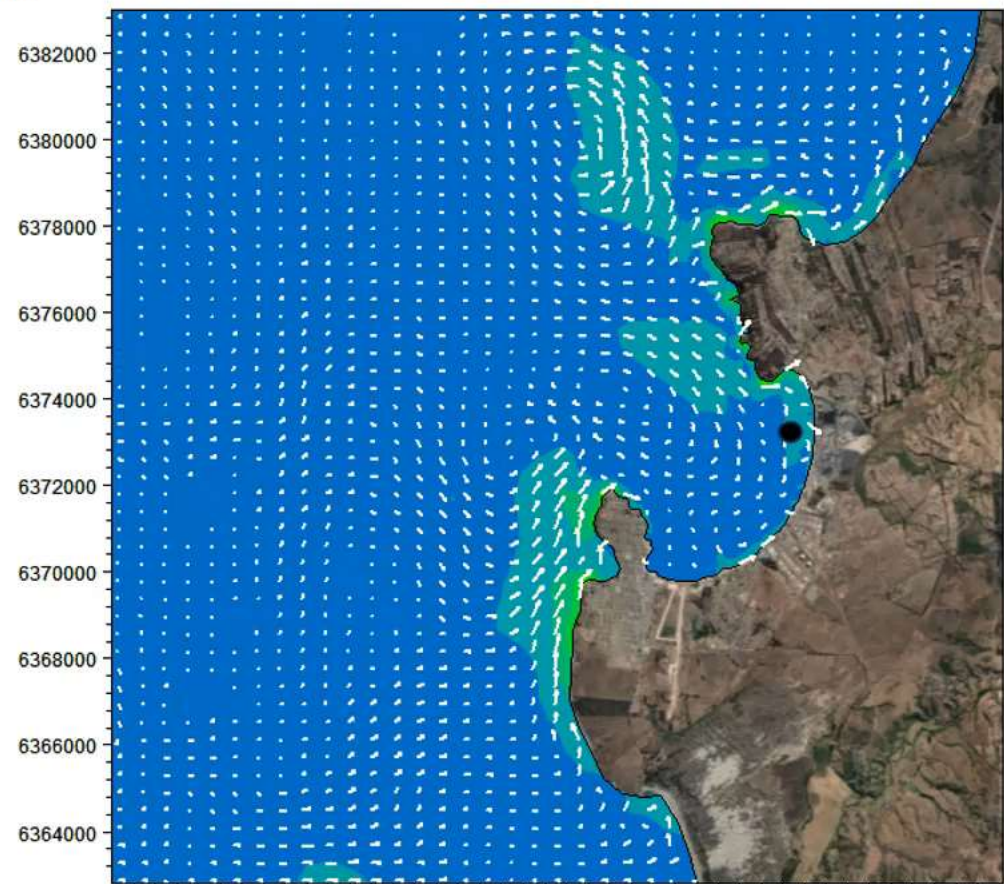
Algunos Resultados

		Magnitud de la corriente (m/s)						
		0,001	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Dirección de la corriente (°)	0,0	2,94	2,11	1,05	0,53	0,34	0,26	0,21
	22,5	2,95	2,17	1,11	0,55	0,35	0,27	0,22
	45,0	2,94	1,87	0,85	0,43	0,30	0,23	0,20
	67,5	2,93	1,73	0,76	0,45	0,33	0,26	0,22
	90,0	2,92	1,71	0,99	0,70	0,54	0,33	0,99
	112,5	2,92	1,75	1,36	0,88	0,05	0,25	10,92
	135,0	2,93	2,02	1,53	0,16	10,29	11,92	13,97
	157,5	2,94	2,24	1,41	10,41	11,98	13,56	15,22
	180,0	2,95	2,39	4,74	10,87	12,45	13,81	15,58
	202,5	2,95	2,61	4,74	10,89	11,99	14,72	16,55
	225,0	2,94	2,27	3,37	10,36	11,90	13,49	15,16
	247,5	2,93	2,07	1,55	9,44	10,72	12,49	13,98
270,0	2,92	1,78	1,40	7,09	8,24	9,89	11,68	
292,5	2,92	1,71	1,05	0,75	4,45	6,09	7,89	
315,0	2,93	1,71	0,78	0,47	0,34	0,28	0,24	
337,5	2,94	1,84	0,82	0,42	0,30	0,23	0,20	

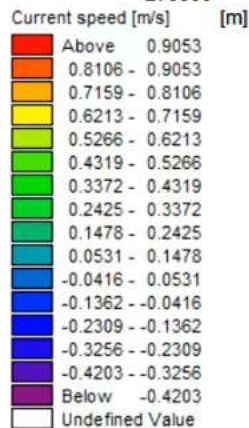
		Magnitud de la corriente (m/s)						
		0,001	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Dirección de la corriente (°)	0,0	8,52	6,10	3,05	1,52	0,98	0,76	0,61
	22,5	8,55	6,29	3,21	1,60	1,03	0,78	0,63
	45,0	8,51	5,41	2,46	1,24	0,86	0,67	0,57
	67,5	8,49	5,01	2,21	1,31	0,95	0,76	0,65
	90,0	8,47	4,94	2,87	2,03	1,55	15,45	20,25
	112,5	8,47	5,06	3,94	2,55	23,32	26,80	31,64
	135,0	8,50	5,86	4,44	26,54	29,81	34,54	40,48
	157,5	8,52	6,50	4,09	30,16	34,71	39,29	44,10
	180,0	8,55	6,93	13,74	31,49	36,07	40,01	45,14
	202,5	8,55	7,57	13,74	31,55	34,74	42,65	47,95
	225,0	8,52	6,58	9,77	30,02	34,48	39,08	43,92
	247,5	8,50	5,99	4,49	27,35	31,06	36,19	40,50
270,0	8,47	5,16	4,06	20,54	23,88	28,66	33,78	
292,5	8,47	4,95	3,05	2,17	12,90	17,65	22,86	
315,0	8,49	4,96	2,26	1,36	1,00	0,80	0,69	
337,5	8,51	5,32	2,38	1,22	0,87	0,67	0,57	



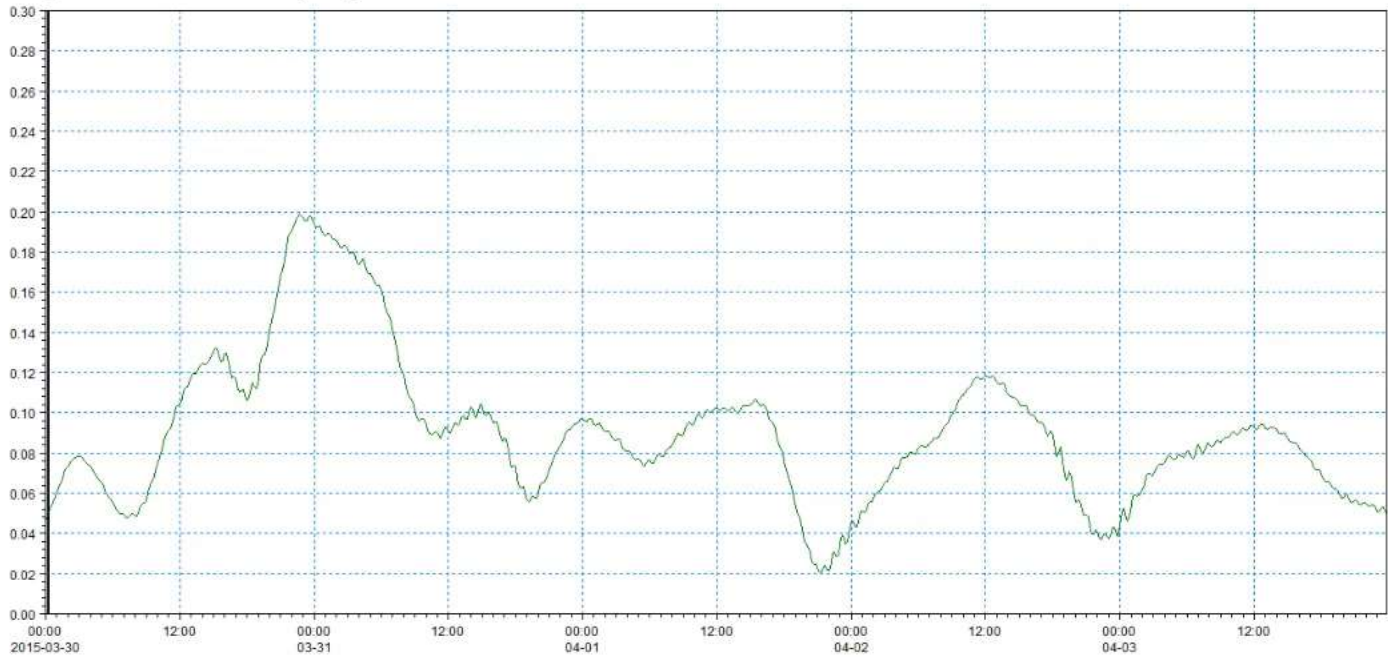
[m]



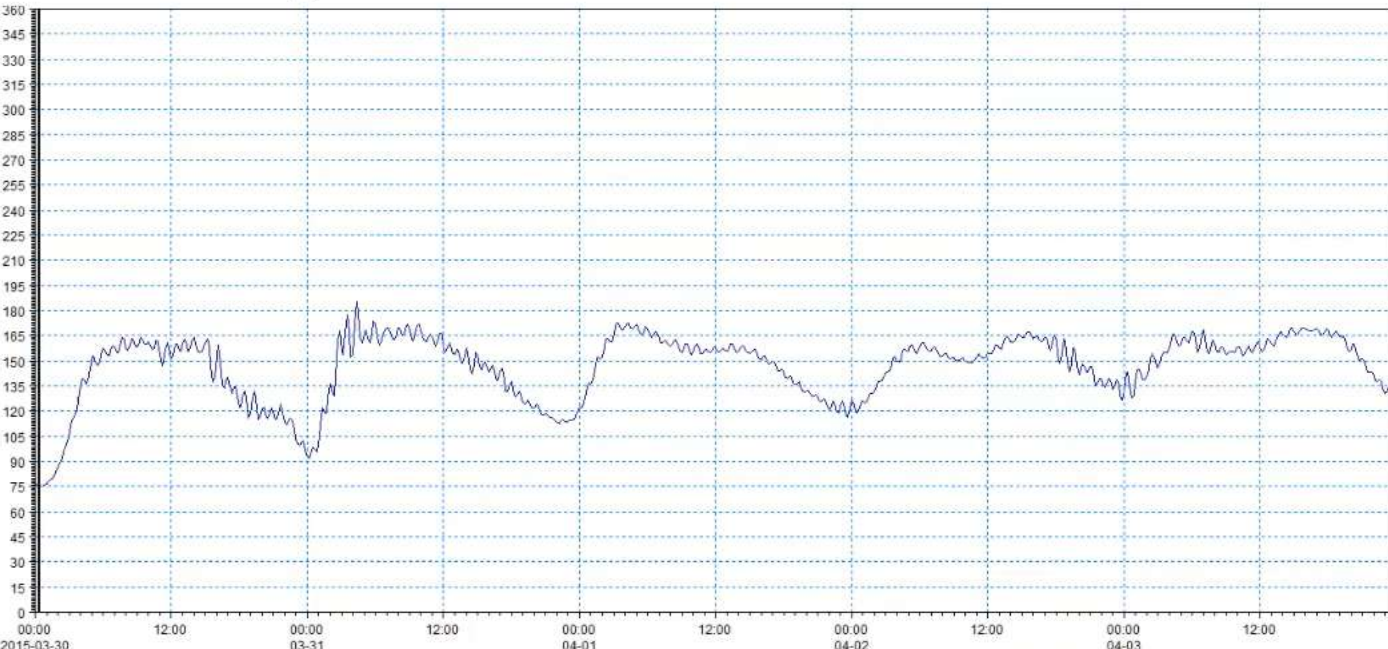
30-03-2015 0:20:00, Time step 2 of 718



Magnitud de corriente (m/s)



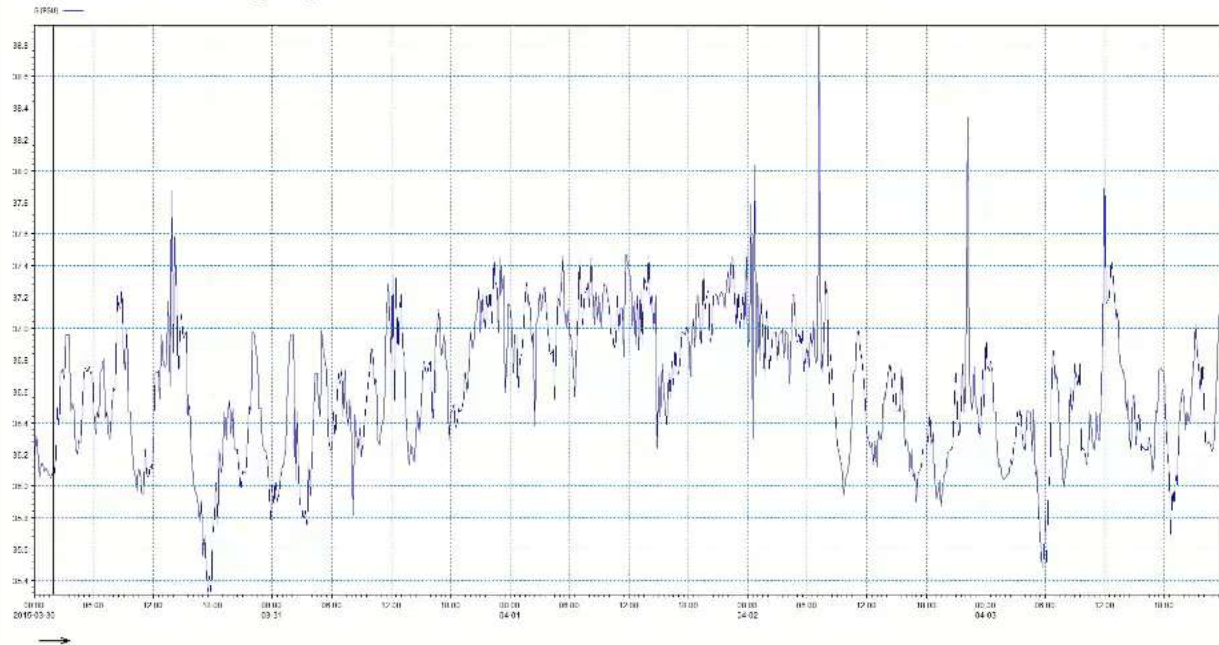
Dirección de corriente (°)



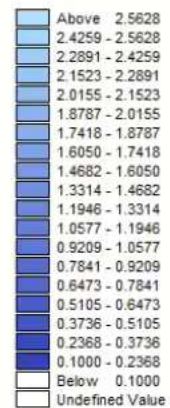


30-03-2015 2:00:00, Time step 12 of 718

Salinidad forzante (psu)



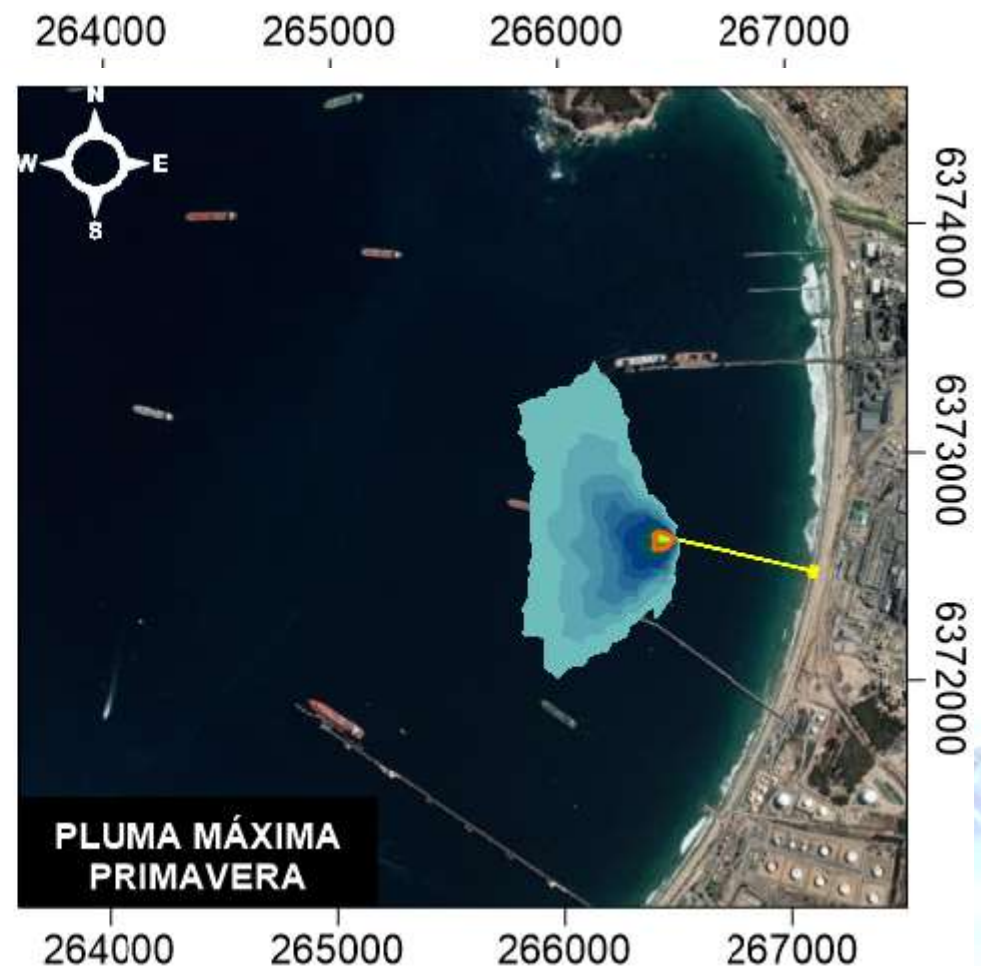
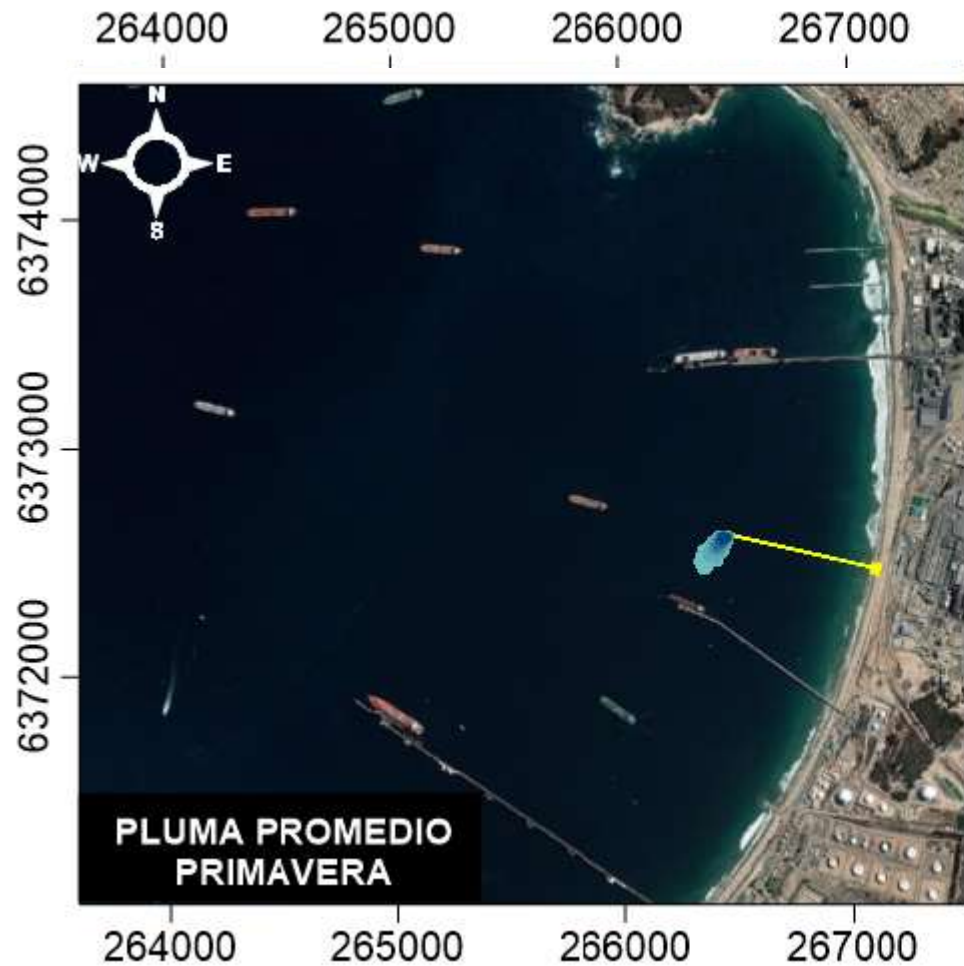
Exceso de salinidad (psu)



[m]

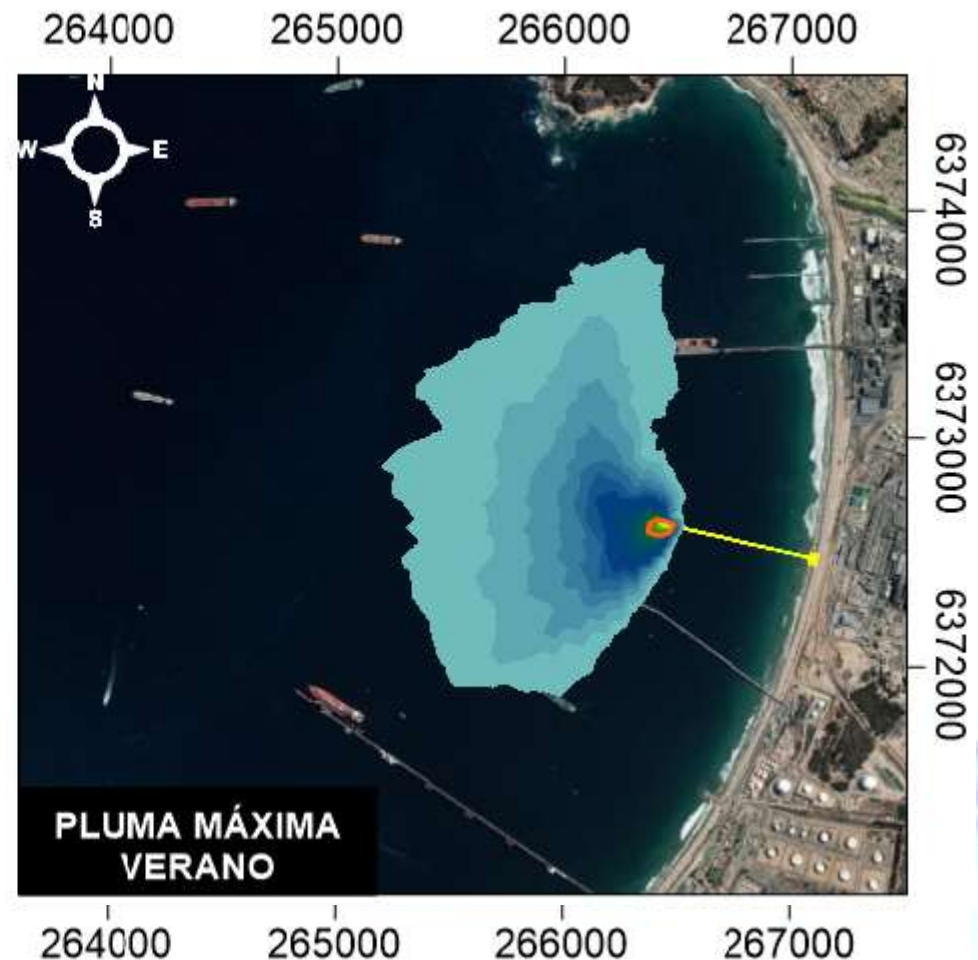
Representación Numérica

Algunos Resultados



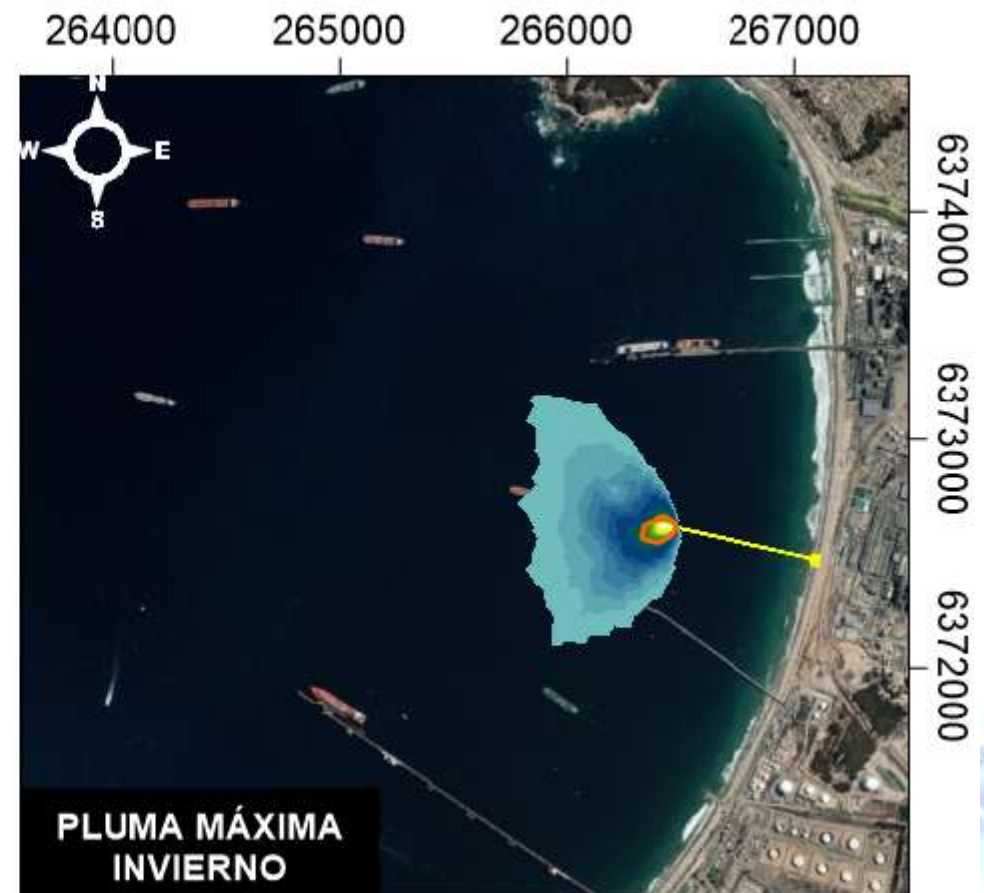
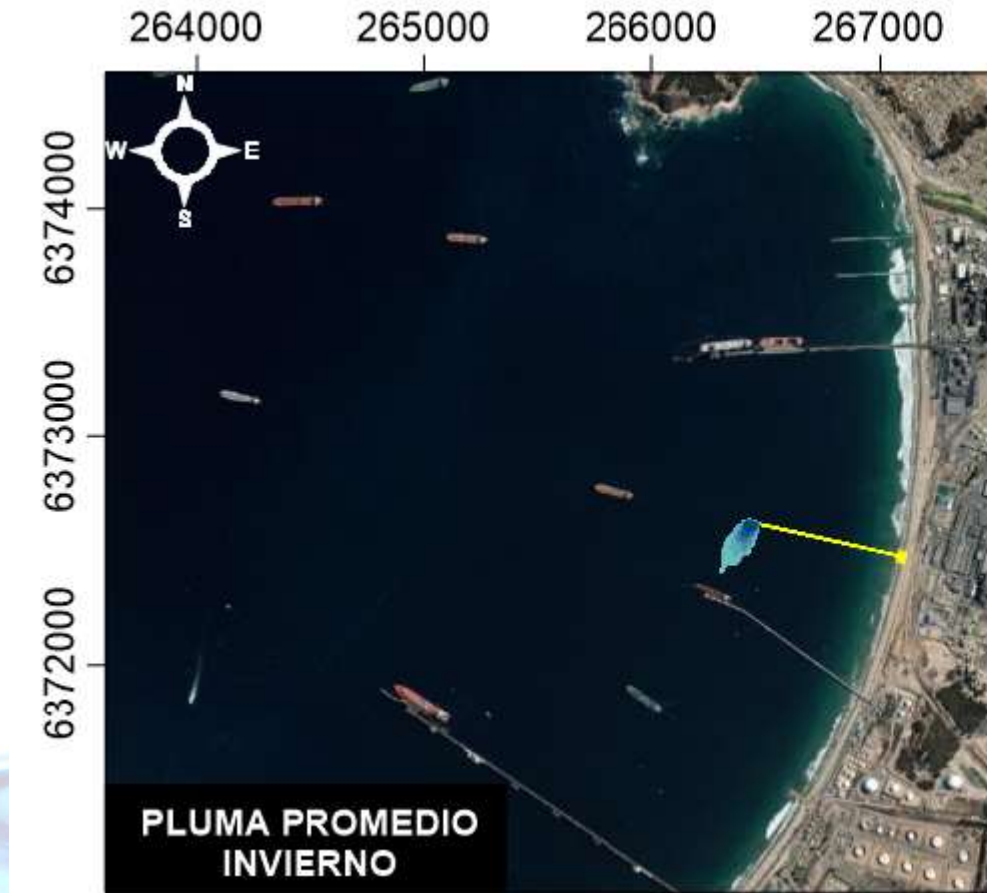
Representación Numérica

Algunos Resultados



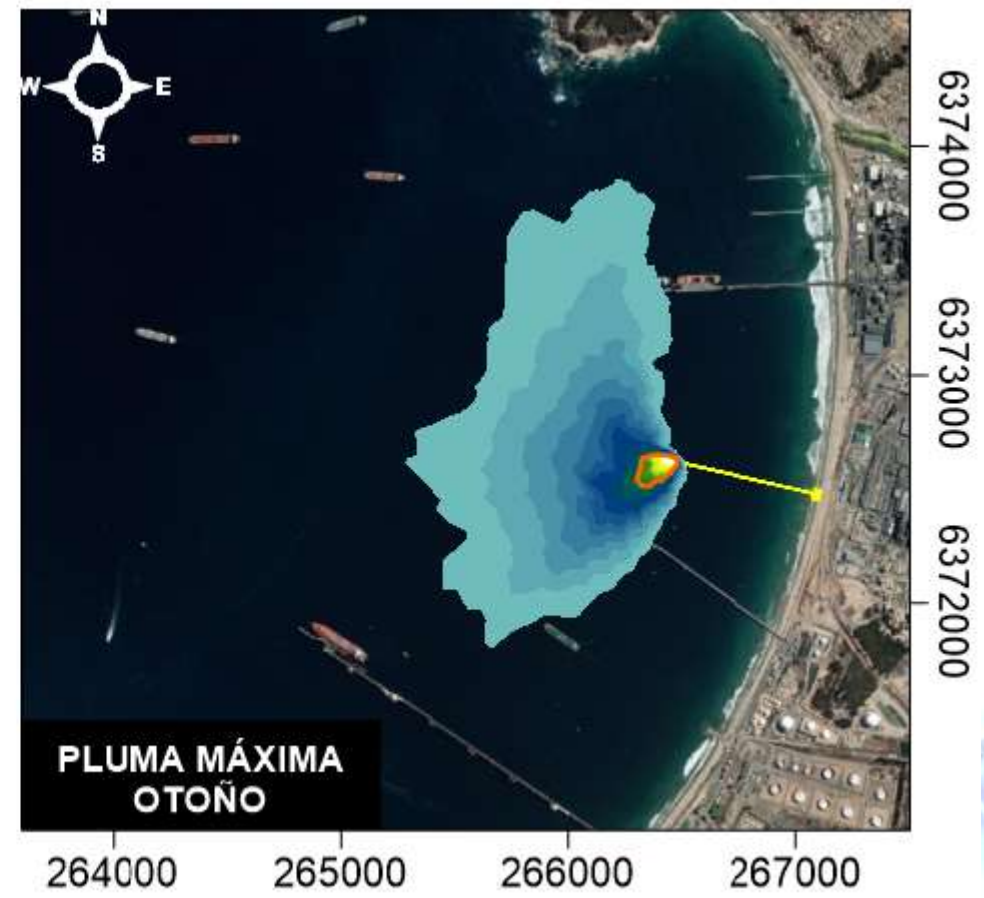
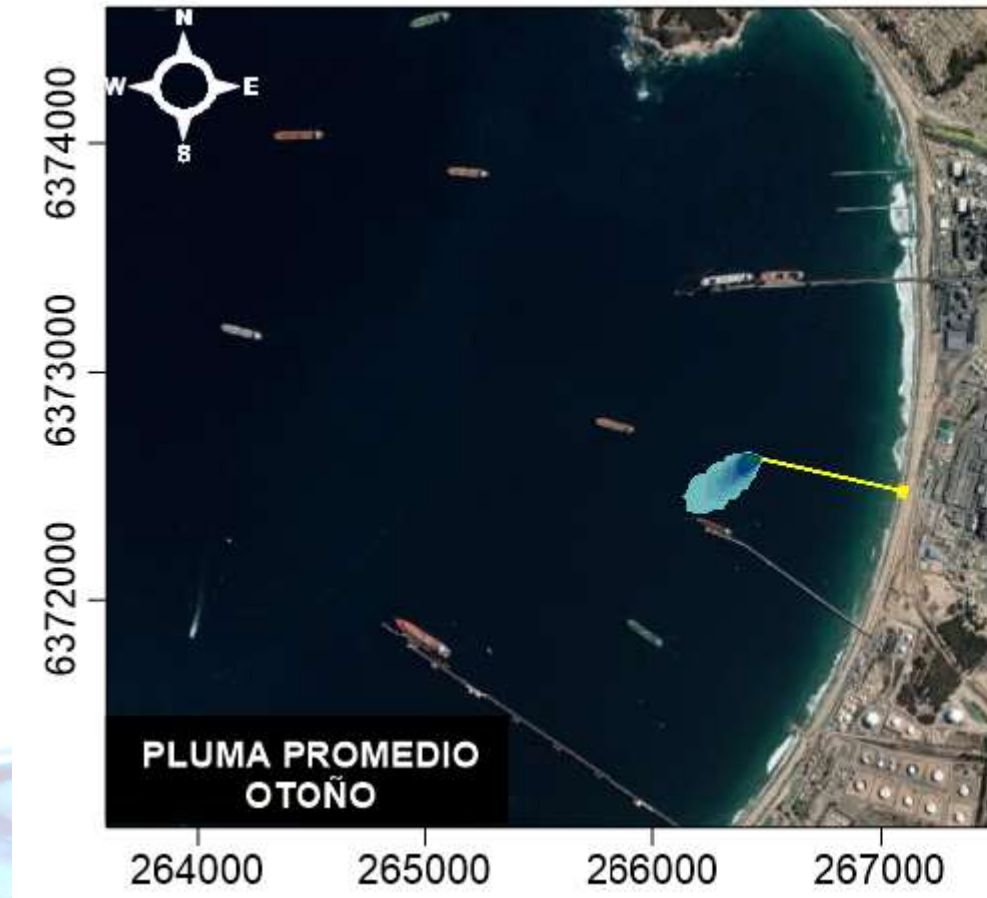
Representación Numérica

Algunos Resultados



Representación Numérica

Algunos Resultados





Thank you!

Do you have any questions?

info@ecotecnos.cl

(56-32) 218 92 00 / 218 91 70

www.ecotecnos.cl

