



UPV Gandía, 2019



**Universidad
de Valparaíso**
CHILE
Facultad de Ingeniería

INGENIERÍA CIVIL
OCEÁNICA



Proyecto para optar al título de ingeniero civil oceánico

Evaluación de las condiciones hidrodinámicas y parámetros medioambientales para el diseño ambiental de un emisario submarino en la zona este de la bahía de Pargua, X Región, Chile

Autor: Sofía Lecaros Muñoz

Comisión evaluadora: Patricio Winckler Grez

Mario Herrera Araya

Carlos Saldías Gallardo

Introducción

Información
recopilada

Marco teórico

Metodología

Resultados

Conclusiones y
recomendaciones



Un modelo es un objeto, concepto o conjunto de relaciones que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica (Ríos, 1995)

ANTECEDENTES



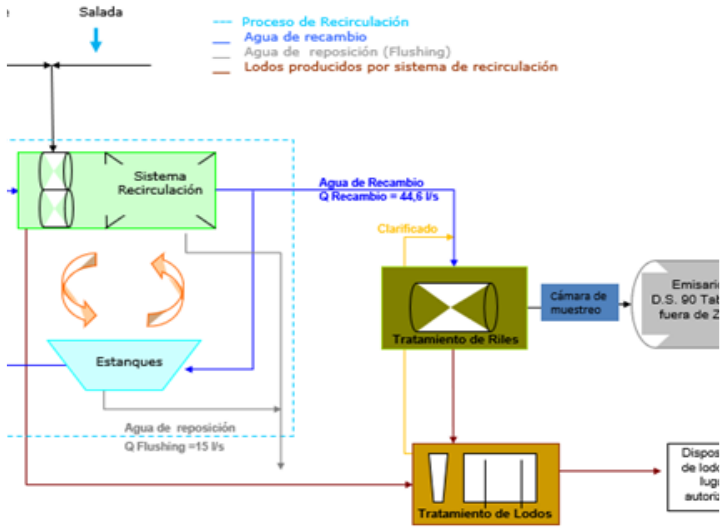
Población costera



Industria salmonera



Situación emisarios



Sistema de tratamiento de RILes

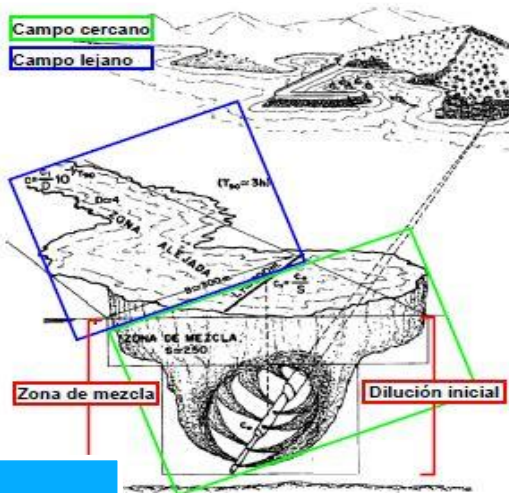
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y OBJETIVO

- El presente proyecto se desarrolla en la bahía de Pargua
- Existen dos emisarios submarinos

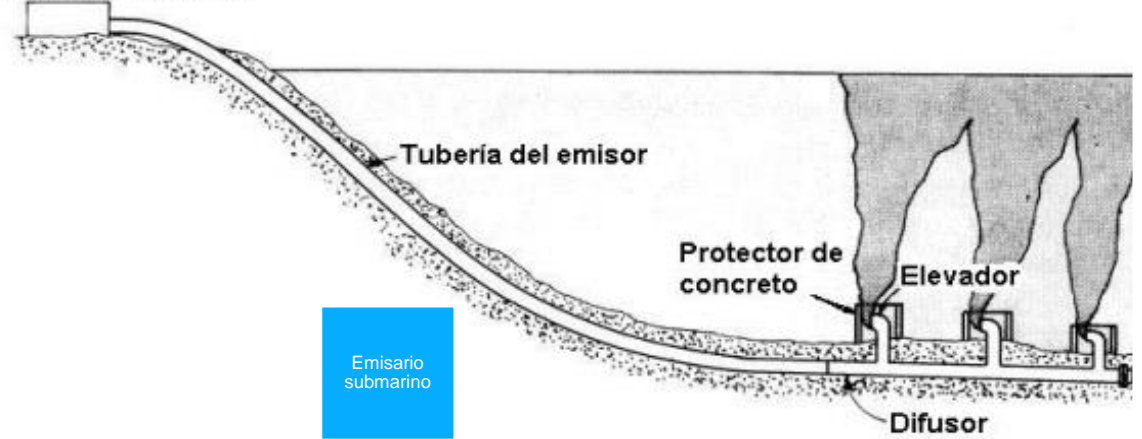
El objetivo evaluar las condiciones hidrodinámicas y estimar las zonas de mezcla de los efluentes tratados, mediante la simulación en modelos numéricos, con el fin de proponer un diseño ambiental para un emisario submarino. La base de evaluación son las exigencias de calidad e aguas.



MARCO TEÓRICO

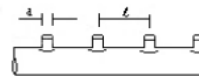


Planta de tratamiento de aguas residuales



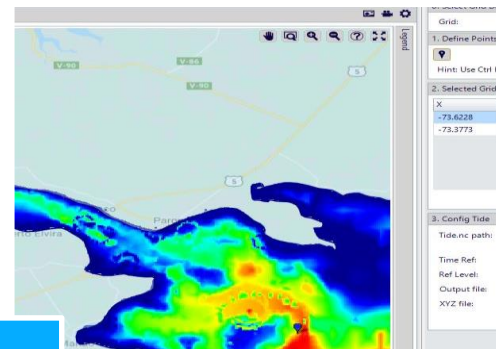
Emisario submarino

Modelos de mezcla



Difusor escorado

Tramo final emisario submarino



Modelo hidrodinámico

MARCO TEÓRICO

Un modelo hidrodinámico es una herramienta que permite la simulación virtual de los procesos que tienen lugar en el ecosistema acuático, a partir de tres elementos fundamentales:

1. Un modelo tridimensional de la geometría del fondo –la batimetría-.
2. Ecuaciones de estado que permiten simular el comportamiento de un fluido en los límites físicos que impone la batimetría (dominio).
3. Una señal de marea, para el caso de aquellos ecosistemas con influencia oceánica.

Una vez implementada una simulación robusta de la hidrodinámica, se pueden agregar diversos módulos adicionales para simular otros procesos, como por ejemplo:

- Químicos (dispersión de nutrientes)

MARCO TEÓRICO

MOHID (Modelo Hidrodinámico)

El modelo MOHID es un sistema informático para la generación de modelos numéricos de sistemas acuáticos desarrollado y mantenido por investigadores del MARETEC (Centro de Ambiente y Tecnologías Marítimas perteneciente al Instituto Superior Técnico (IST) de la Universidad Técnica de Lisboa, Portugal.

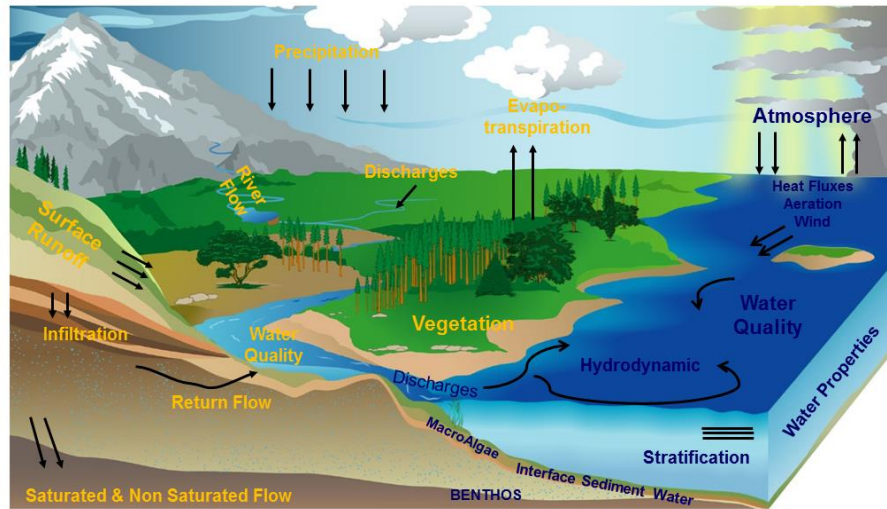
MOHID es un sistema de modelación en tres dimensiones de la dinámica de diversos cuerpos de agua, como: ríos, estuarios y océanos.

Su desarrollo comenzó en 1985, y desde ese momento se han realizado numerosas actualizaciones y mejoras, debido a su uso durante los diferentes proyectos de investigación científica y proyectos de ingeniería.



MARCO TEÓRICO

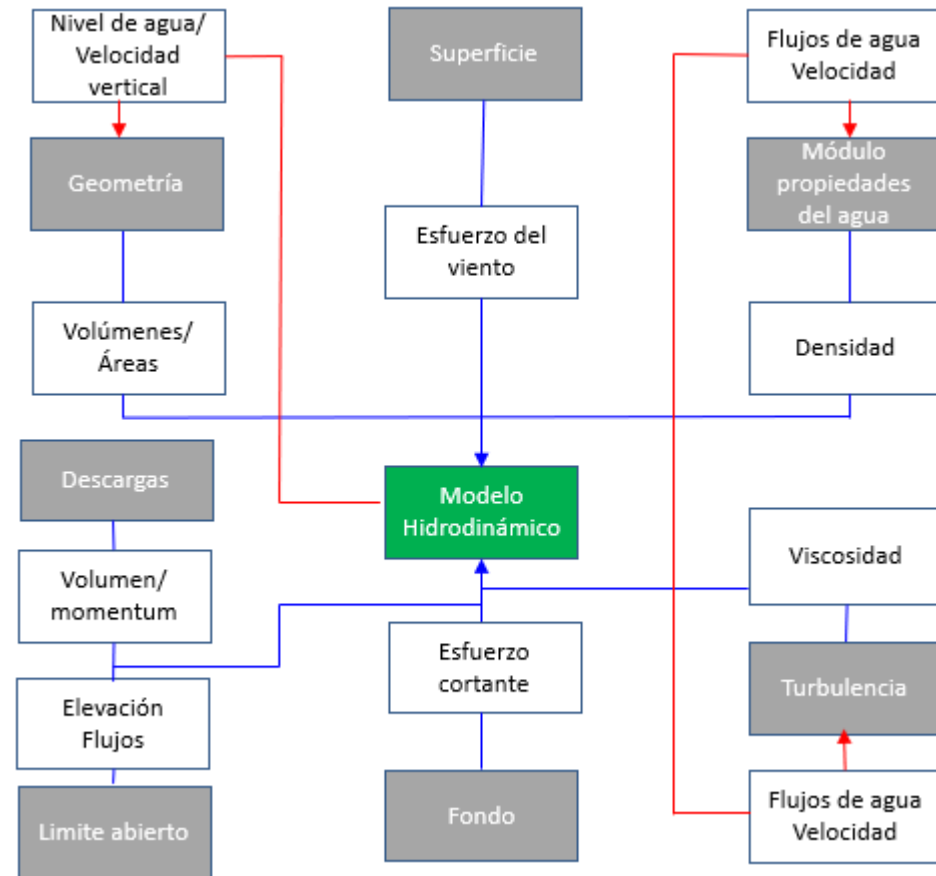
Simulación hidrodinámica



MOHID Land

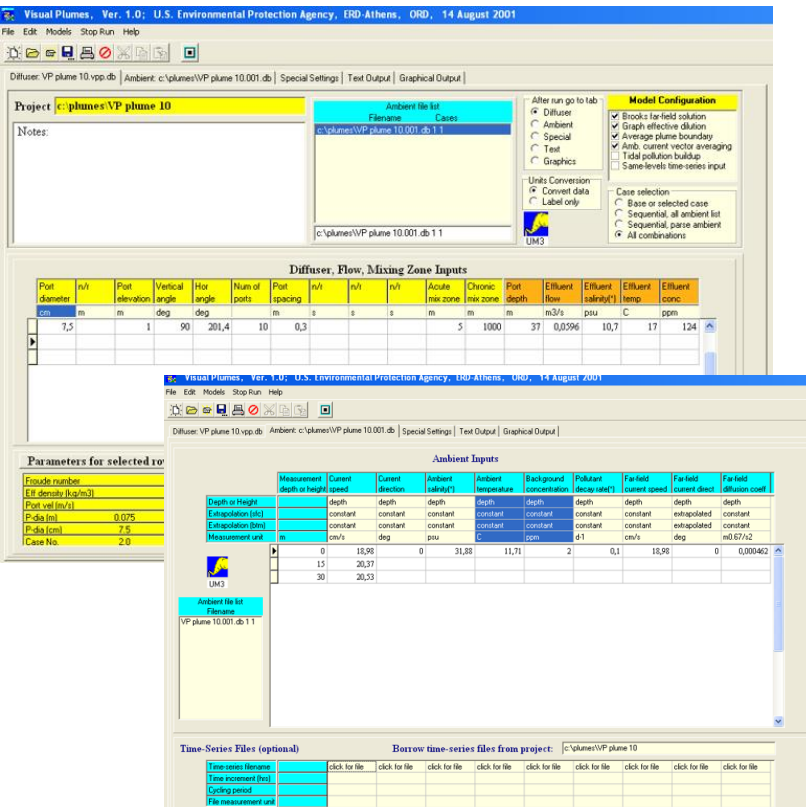
MOHID Water

Herramientas	Cuerpos de agua
MOHID Water	Agua superficial
MOHID Land	Subterránea
MOHID Soil	Flujo sub-superficial



Tanto los modelos como indicadores deben ser apropiados a la escala en la cual serán utilizados.

Simulación de los procesos de mezcla

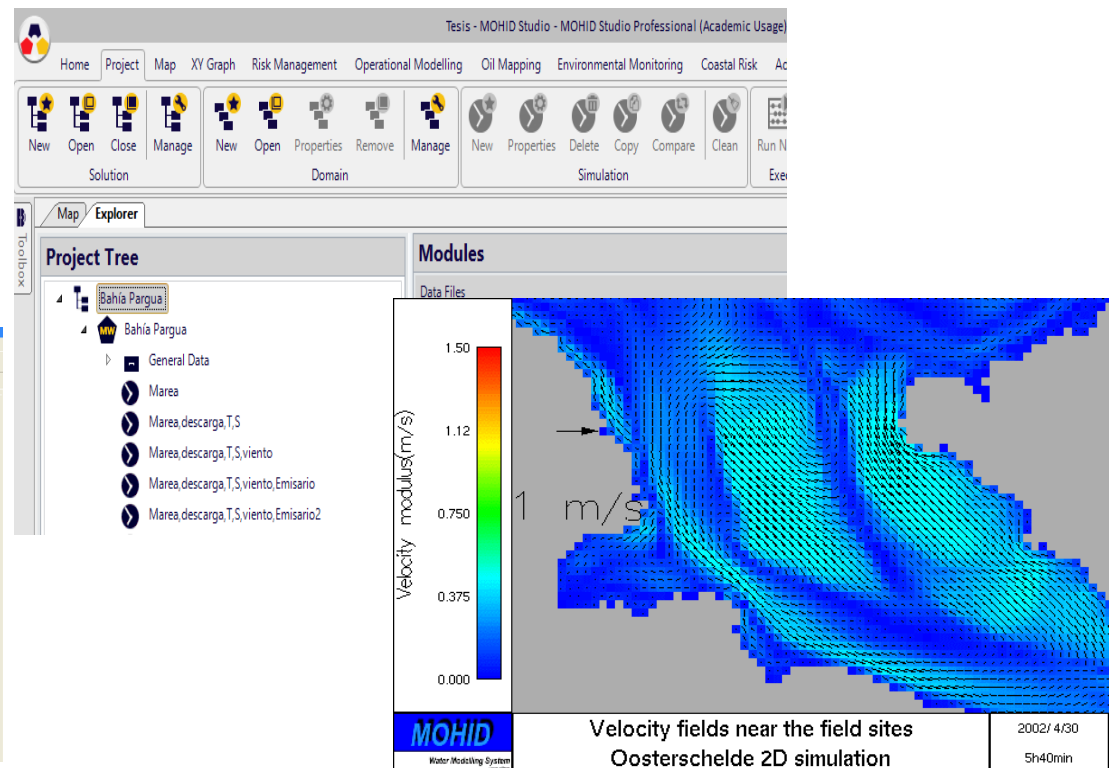



Diffuser, Flow, Mixing Zone Inputs

Post diameter	n/v	Post elevation	Vertical angle	Hor. angle	Num of ports	Post spacing	n/v	n/v	Acute mix zone	Chronic mix zone	Post depth	Effluent flow	Effluent salinity	Effluent temp	Effluent conc.
cm	m	m	deg	deg		m	s	s	m	m	m	m ³ /s	psu	C	ppm
7,5	1	1	90	201,4	10	0,3			5	1000	37	0,0596	10,7	17	124

Ambient Inputs

Measurement	Current	Current direction	Ambient salinity	Ambient temperature	Background concentration	Pollutant decay rate	Far-field current speed	Far-field current direct.	Far-field diffusion coeff.
depth or height	depth	depth	depth	depth	depth	depth	depth	depth	depth
Extrapolation (act)	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	extrapolated	constant
Extrapolation (dir)	constant	constant	constant	constant	constant	constant	constant	extrapolated	constant
Measurement unit	m	deg	psu	C	ppm	1/d	cm/s	deg	m ² /s ²
	0	18,98	0	31,88	11,71	2	0,1	18,98	0
	15	20,37							0,000462
	30	20,53							



Tesis - MOHID Studio - MOHID Studio Professional (Academic Usage)

Home Project Map XY Graph Risk Management Operational Modelling Oil Mapping Environmental Monitoring Coastal Risk Ac

Solution Domain Simulation

Map Explorer

Project Tree

- Bahía Pargua
 - General Data
 - Marea
 - Marea, descarga, T,S
 - Marea, descarga, T,S,viento
 - Marea, descarga, T,S,viento, Emisario
 - Marea, descarga, T,S,viento, Emisario2

Modules

Velocity fields near the field sites
Oosterschelde 2D simulation

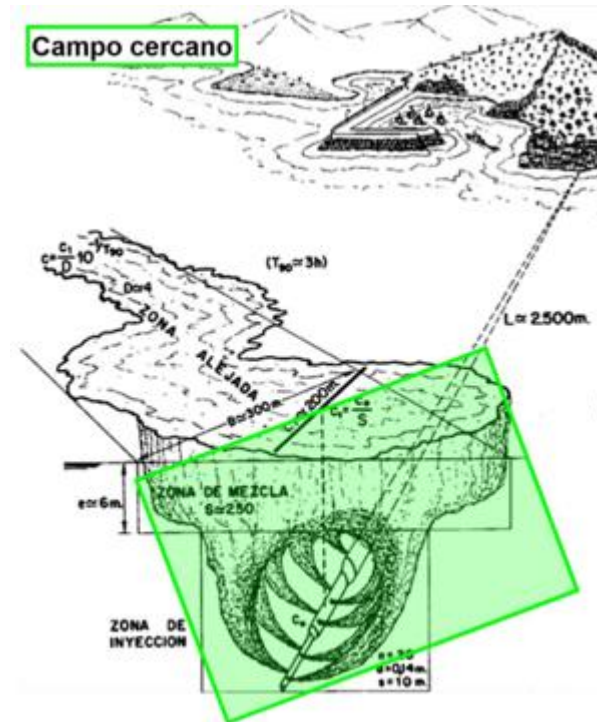
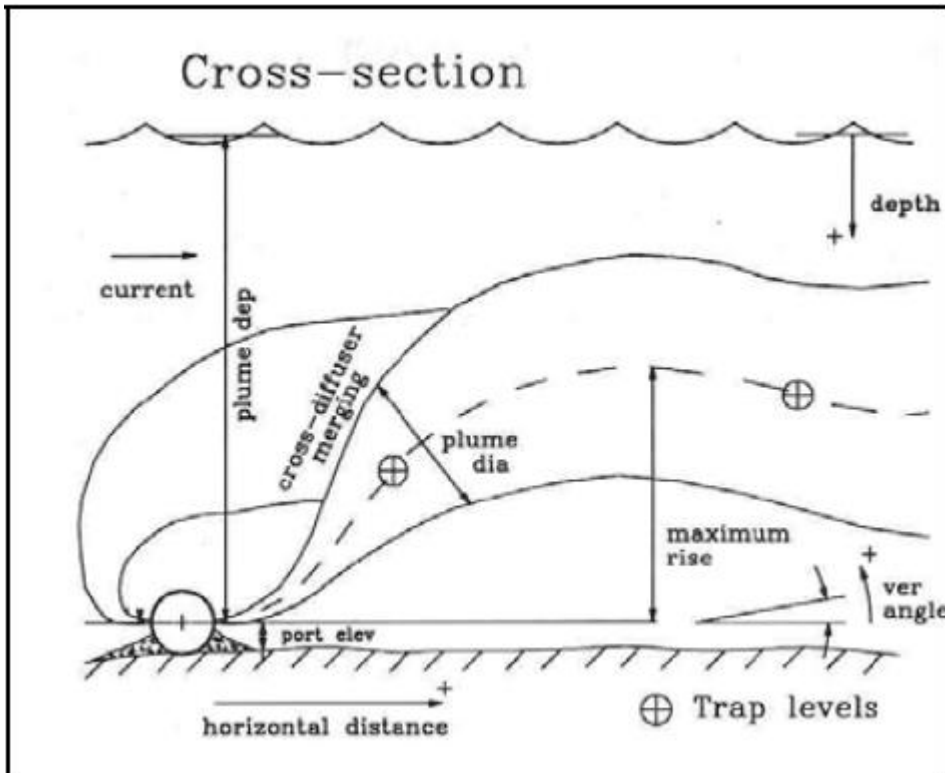
MOHID Water Modelling System

2002/ 4/30
5h40min

Visual Plumes – MOHID Studio

Campo cercano

Dilución inicial

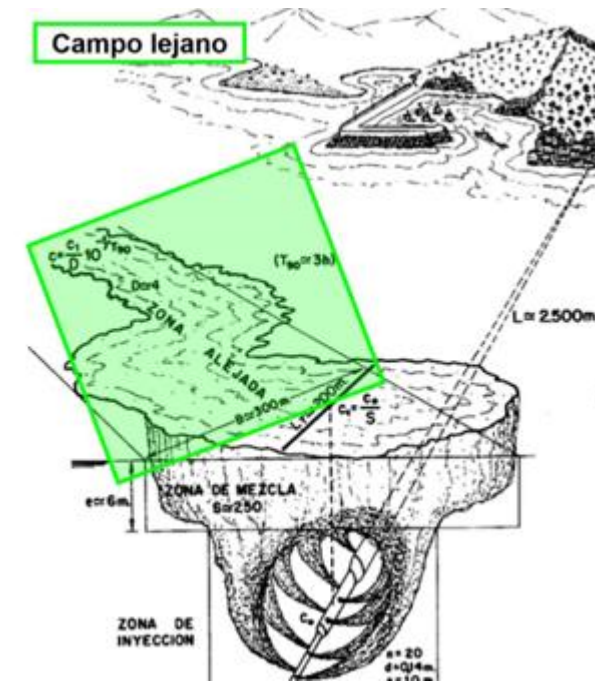
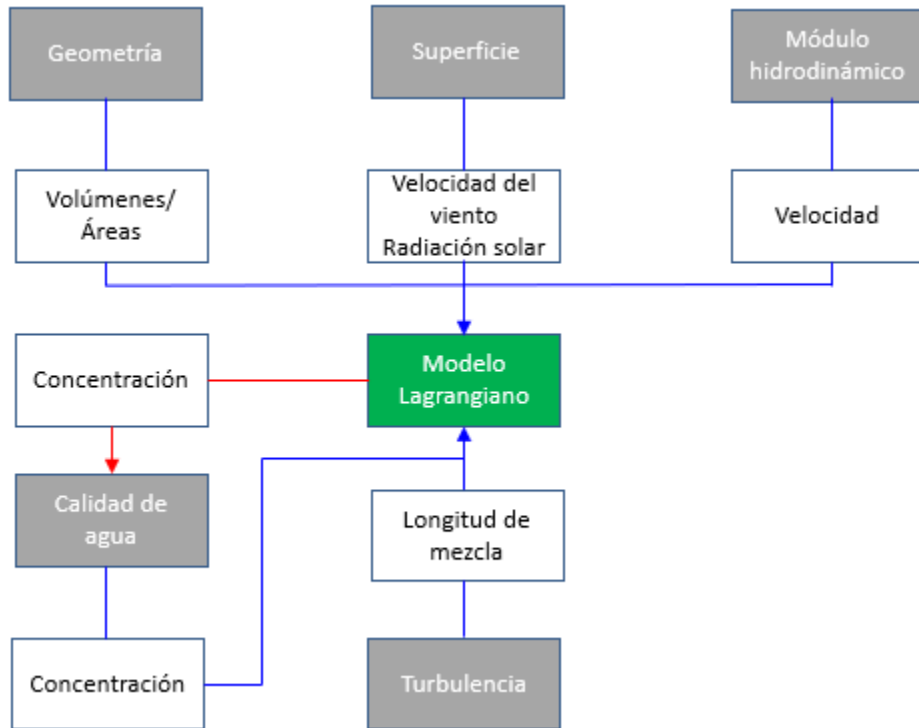


UM3

- Vertido mediante chorro individual o con tramo multifusión.
- Efluentes de flotabilidad positiva y negativa.
- Modelo lagrangiano tridimensional.
- Basado en la integración de las ecuaciones en la sección transversal.

Campo lejano

Dilución secundaria (advección – difusión)

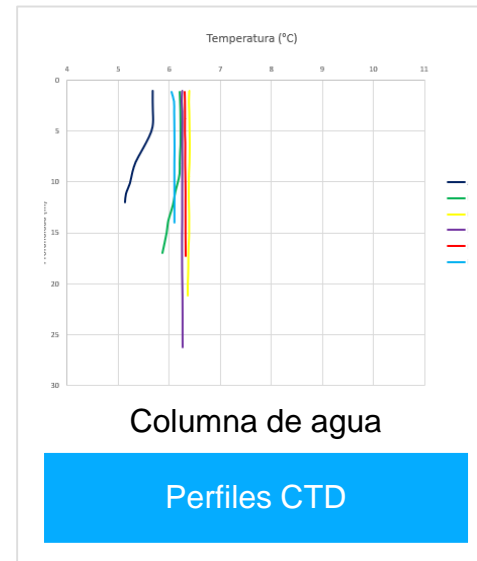
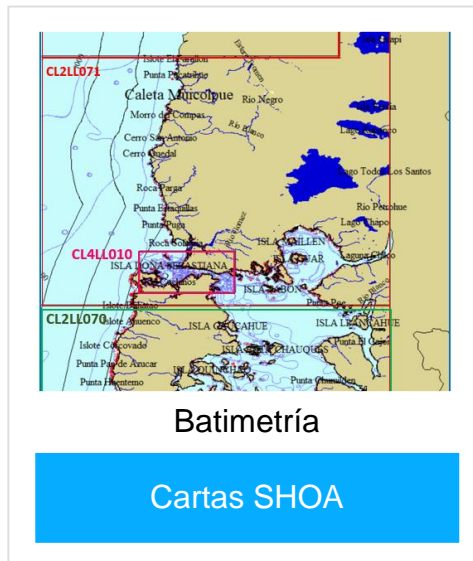
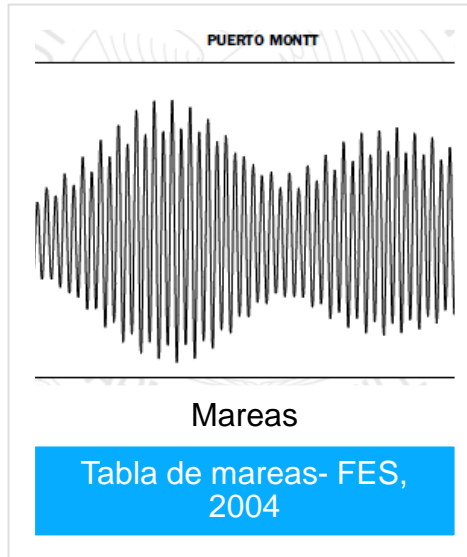
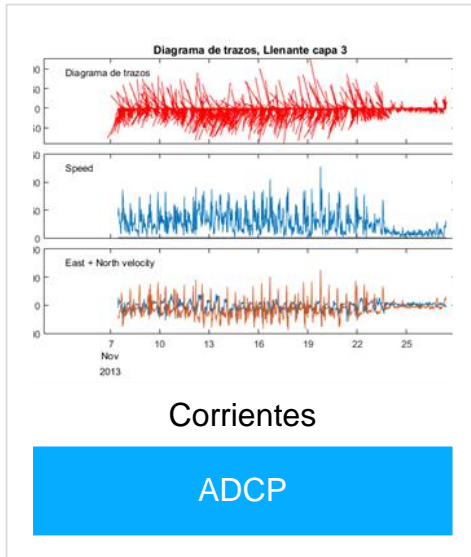


Lagrangiano

Modelo de transporte lagrangiano, gestiona la evolución de las mismas propiedades que el modelo de las propiedades del agua utilizando un enfoque de función lagrangiana.

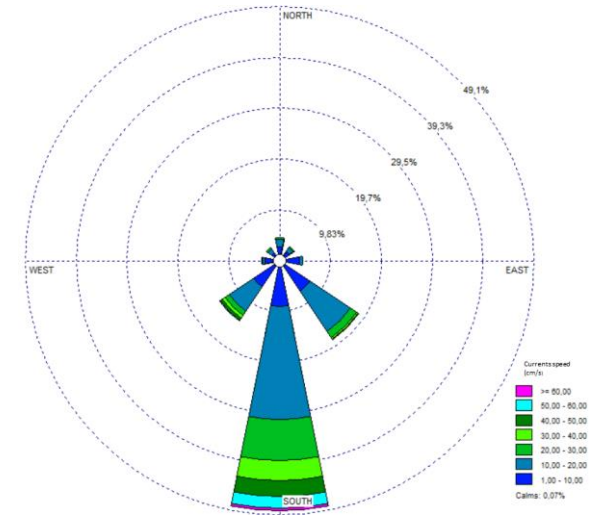
METODOLOGÍA

Información recopilada



Campo cercano

Prof. (m)	Capas	Magnitud (cm/s)									Total
		<1.5	1.5-3	3.1-5	5.1-10	10.1-15	15.1-20	20.1-25	25.1-30	> 30.1	
4	1	0.00	0.42	0.74	3.41	3.73	4.54	5.21	4.86	77.09	2.841
7	2	0.11	0.35	1.90	6.23	6.83	6.83	6.51	6.69	64.55	2.841
10	3	0.63	2.78	5.77	18.73	17.53	11.16	8.73	8.31	26.36	2.841
13	4	0.28	2.36	4.89	20.59	19.82	13.76	10.63	6.09	21.58	2.841
16	5	0.28	1.94	5.81	18.97	18.90	15.49	10.52	6.12	21.96	2.841
19	6	0.25	2.04	5.74	19.57	18.80	15.14	10.31	5.74	22.42	2.841
22	7	0.32	1.83	5.35	19.15	19.22	15.77	9.82	5.39	23.16	2.841
25	8	0.32	1.76	5.39	19.85	19.32	14.47	9.75	6.12	23.02	2.841
28	9	0.25	1.94	5.77	18.80	18.80	15.84	9.43	5.35	23.83	2.841
31	10	0.18	2.15	5.77	19.68	17.95	16.37	8.91	5.24	23.76	2.841
34	11	0.39	2.57	5.60	18.90	18.94	15.21	10.31	5.56	22.53	2.841
37	12	0.25	1.94	5.88	19.15	20.06	17.07	9.86	5.56	20.24	2.841
Total		92	10.526	627	5.679	4.592	3.125	2.018	1.665	5.768	34.092
% ocurrencia		0.27%	30.88%	1.84%	16.66%	13.47%	9.17%	5.92%	4.88%	16.92%	100%

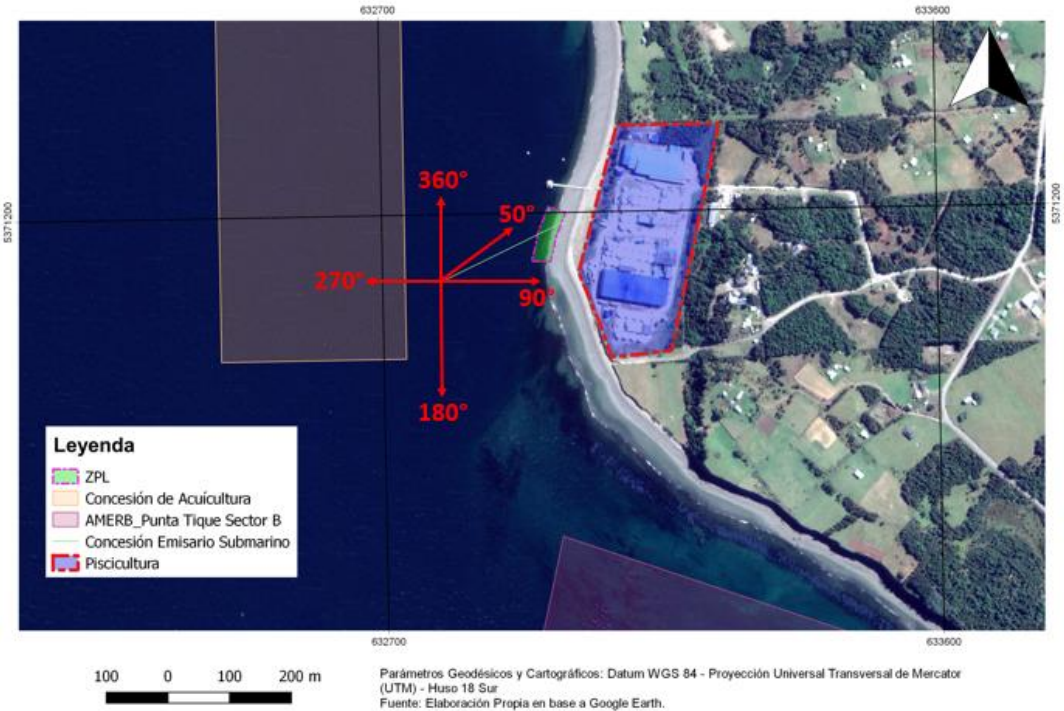


Profundidad (m)	Magnitud (cm/s)					
	Sicigia		Cuadratura		Sicigia data completa	Cuadratura data completa
	llenante	vaciante	llenante	vaciante		
10	34.13	20.56	18.98	13.95	26.99	16.41
25	37.20	19.38	20.37	15.09	27.82	17.68
37	28.82	18.42	20.53	15.59	23.35	18.01

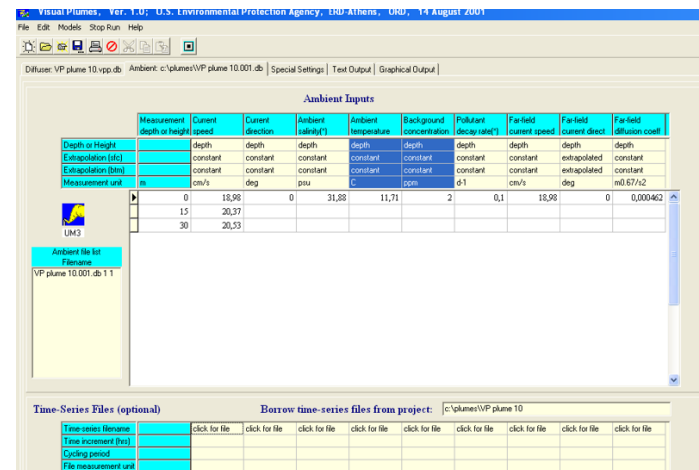
METODOLOGÍA

Campo cercano

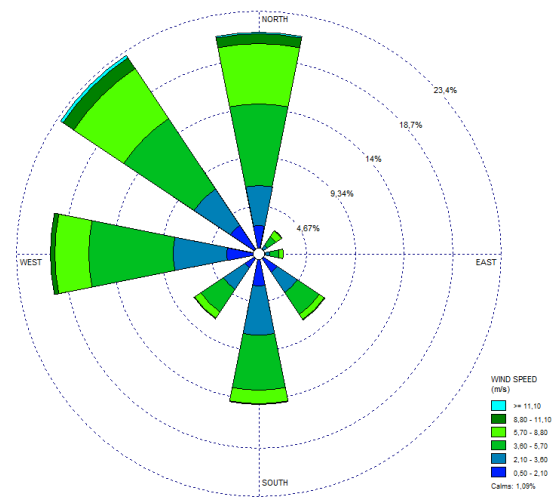
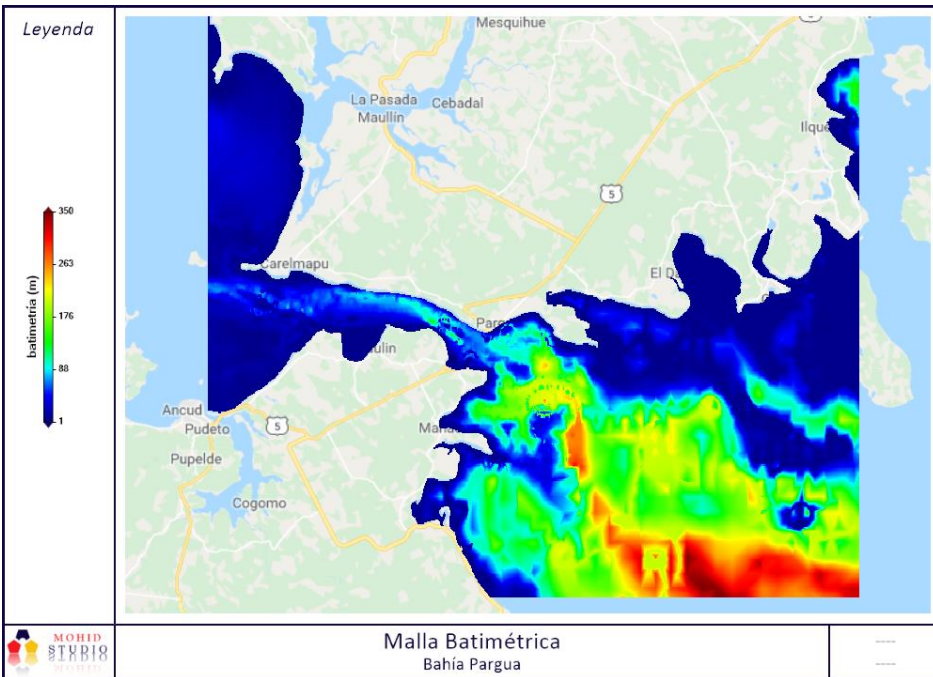
Información efluente	DBO5 (mg/l)	124
	Caudal (l/s)	59.6
	Salinidad (PSU)	10.7
	Temperatura (°C)	17



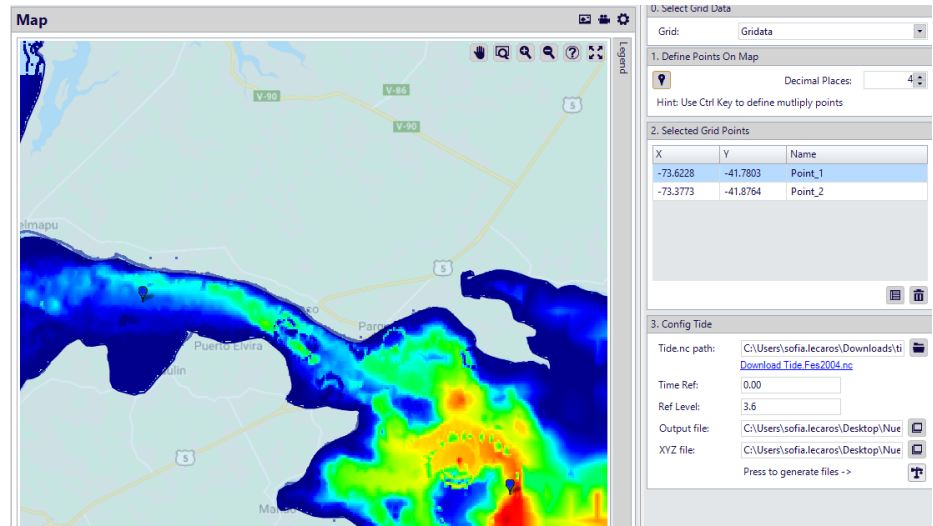
Características	Simulación		
	A	B	C
Diámetro del difusor (mm)	75	75	75
Elevación (m)	1	1	1
Angulo vertical del difusor	90	90	90
Dirección horizontal del ducto (°)	201.4	201.4	201.4
N ° difusores	10	20	1
Separación entre difusores (m)	0.3	0.3	0.3
Profundidad de la descarga (m)	37	37	37



Campo lejano



Dirección del viento



Map

D. Select Grid Data

Grid: Gridata

1. Define Points On Map

Decimal Places: 4

Hint: Use Ctrl Key to define multiply points

2. Selected Grid Points

X	Y	Name
-73.6228	-41.7803	Point_1
-73.3773	-41.8764	Point_2

3. Config Tide

Tide.nc path: C:\Users\sofia.Jecaros\Downloads\Download Tide Fes 2004.nc

Time Ref: 0.00

Ref Level: 3.6

Output file: C:\Users\sofia.Jecaros\Desktop\Nue

XYZ file: C:\Users\sofia.Jecaros\Desktop\Nue

Press to generate files ->

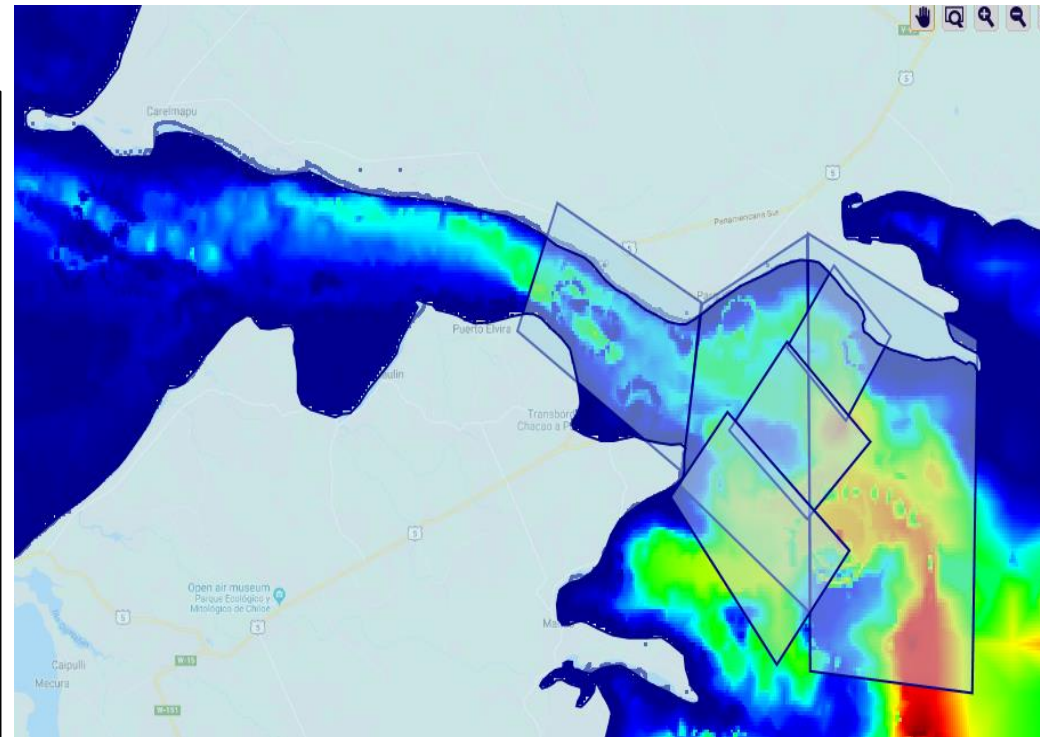
Modelo hidrodinámico

Modules	
Data Files	
Name	
Atmosphere_3.dat	
Discharges_3.dat	
Free Vertical Movement_3.dat	
Geometry_3.dat	
GOTM_3.dat	
Hydrodynamic_3.dat	
InterfaceSedimentWater_3.dat	
InterfaceWaterAir_3.dat	
Model_3.dat	
Tide_3.dat	
Turbulence_3.dat	
WaterProperties_3.dat	

Módulos de simulación lagrangiana

Modules	
Data Files	
Name	
Atmosphere_5.dat	
Benthos_5.dat	
Discharges_5.dat	
Free Vertical Movement_5.dat	
Geometry_5.dat	
GOTM_5.dat	
Hydrodynamic_5.dat	
InterfaceSedimentWater_5.dat	
InterfaceWaterAir_5.dat	
Lagrangian_5.dat	
Model_5.dat	
Tide_5.dat	
Turbulence_5.dat	
WaterProperties_5.dat	
WaterQuality_5.dat	

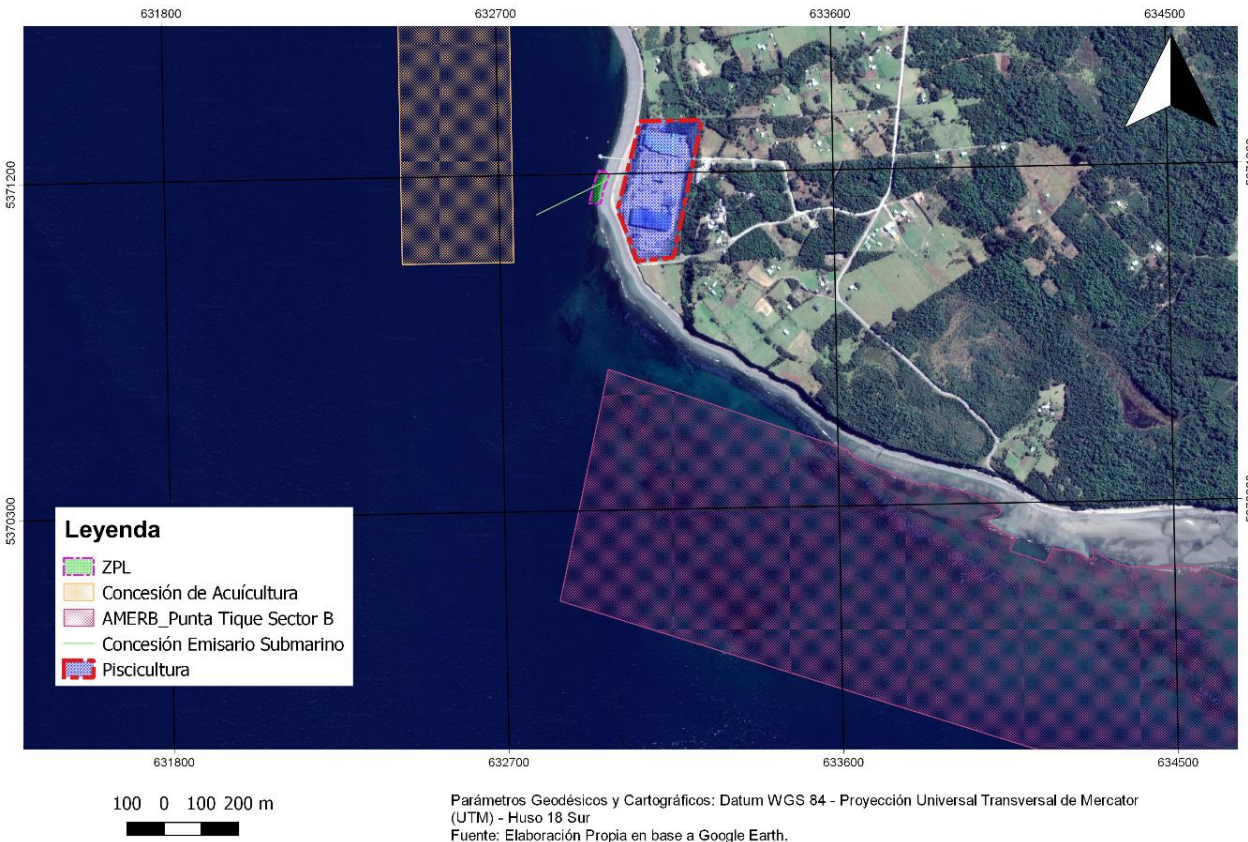
Módulos de simulación hidrodinámica



Modelos anidados

RESULTADOS

Disponibilidad litoral



ZPL

- 30 m

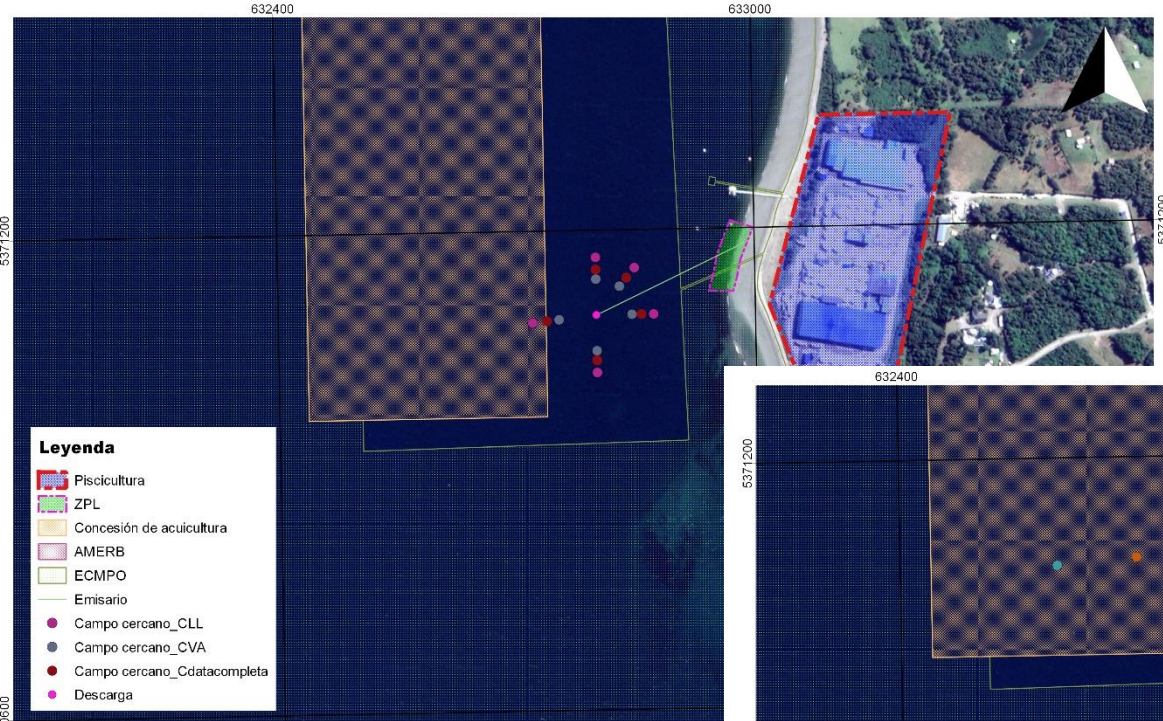
AMERB

- Punta Tique Sector B

RESULTADOS

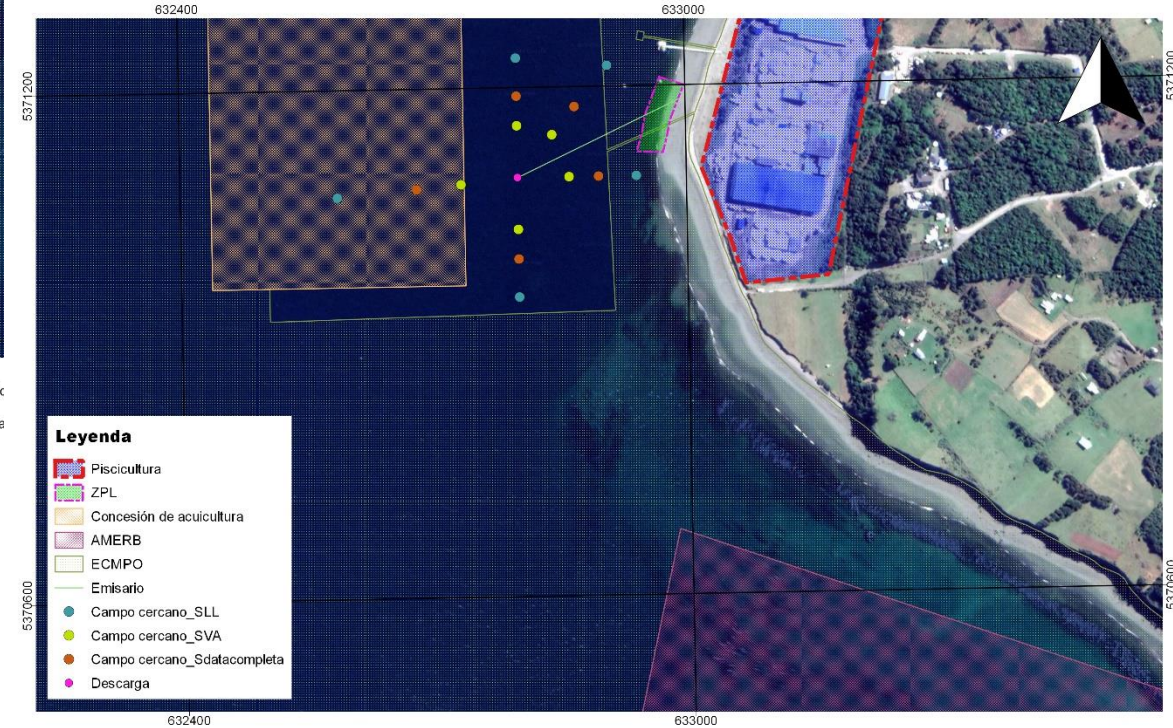
Campo cercano – Caso A

Cuadratura



Parámetros Geodésicos y Cartográficos (UTM) - Huso 18 Sur
Fuente: Elaboración Propia en base a

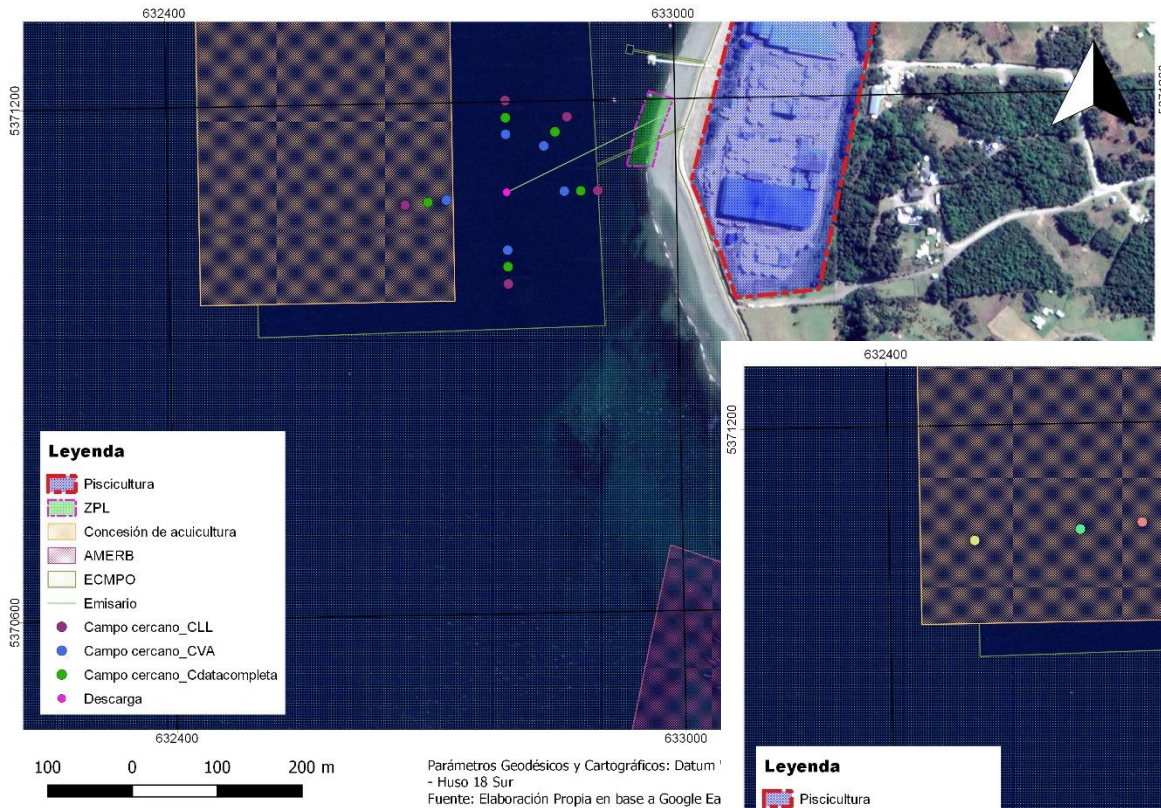
Sicigia



Parámetros Geodésicos y Cartográficos: Datum WGS 84 - Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) - Huso 18 Sur
Fuente: Elaboración Propia en base a Google Earth.

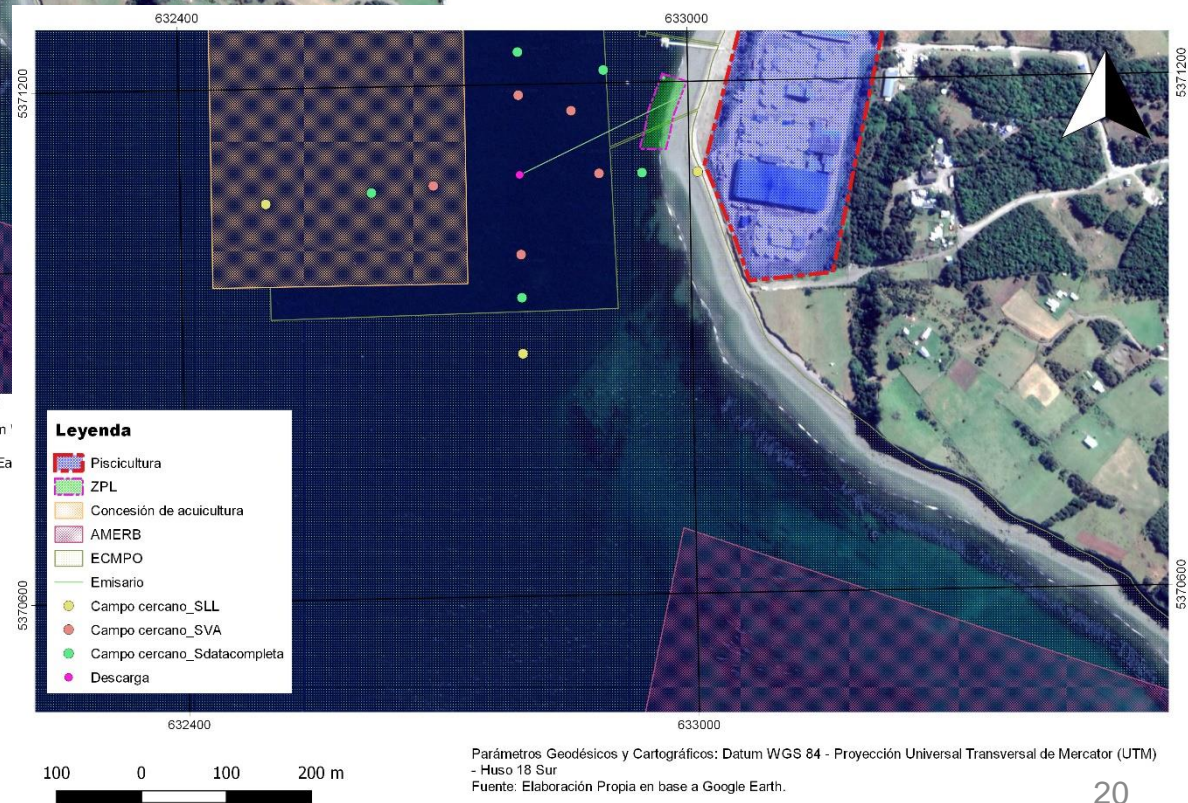
RESULTADOS

Campo cercano – Caso B



Cuadratura

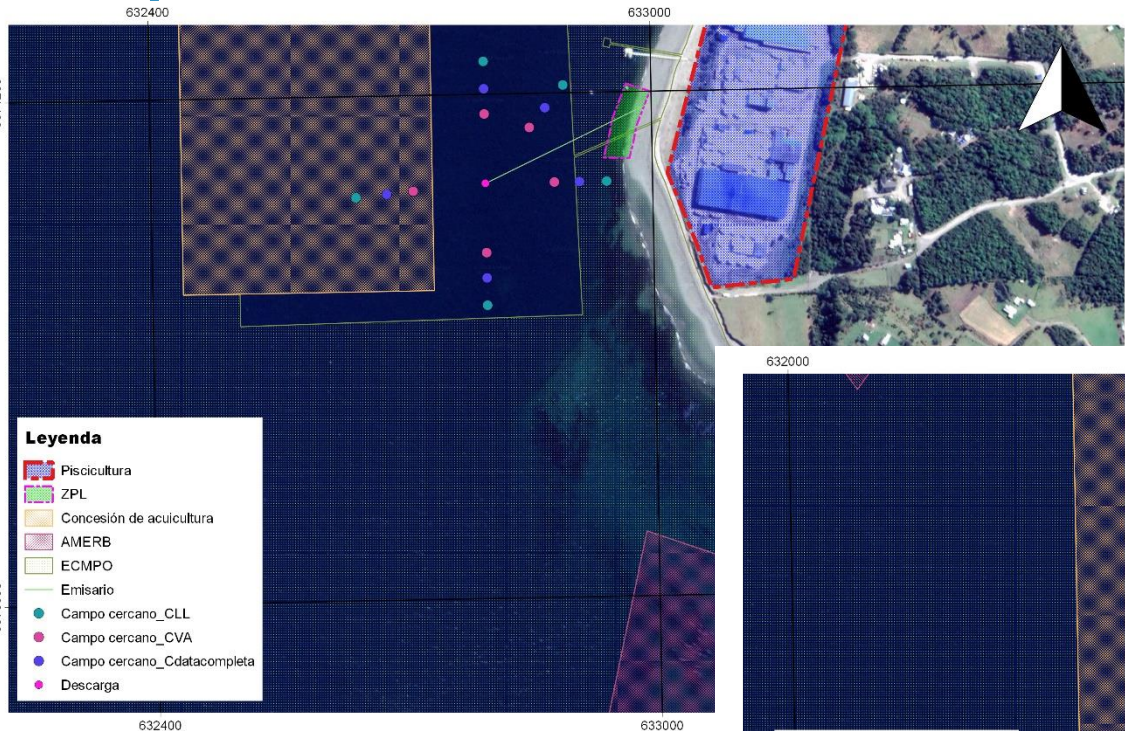
Sicigia



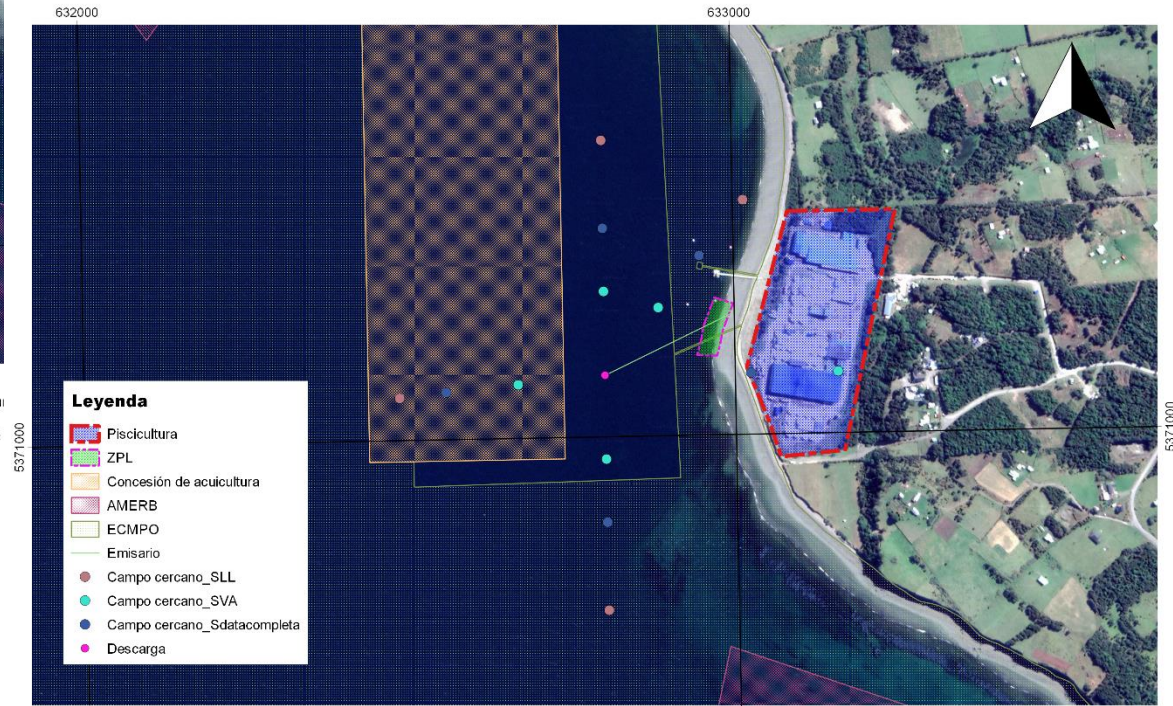
RESULTADOS

Campo cercano – Caso C

Cuadratura



Parámetros Geodésicos y Cartográficos: Datum - Huso 18 Sur
Fuente: Elaboración Propia en base a Google

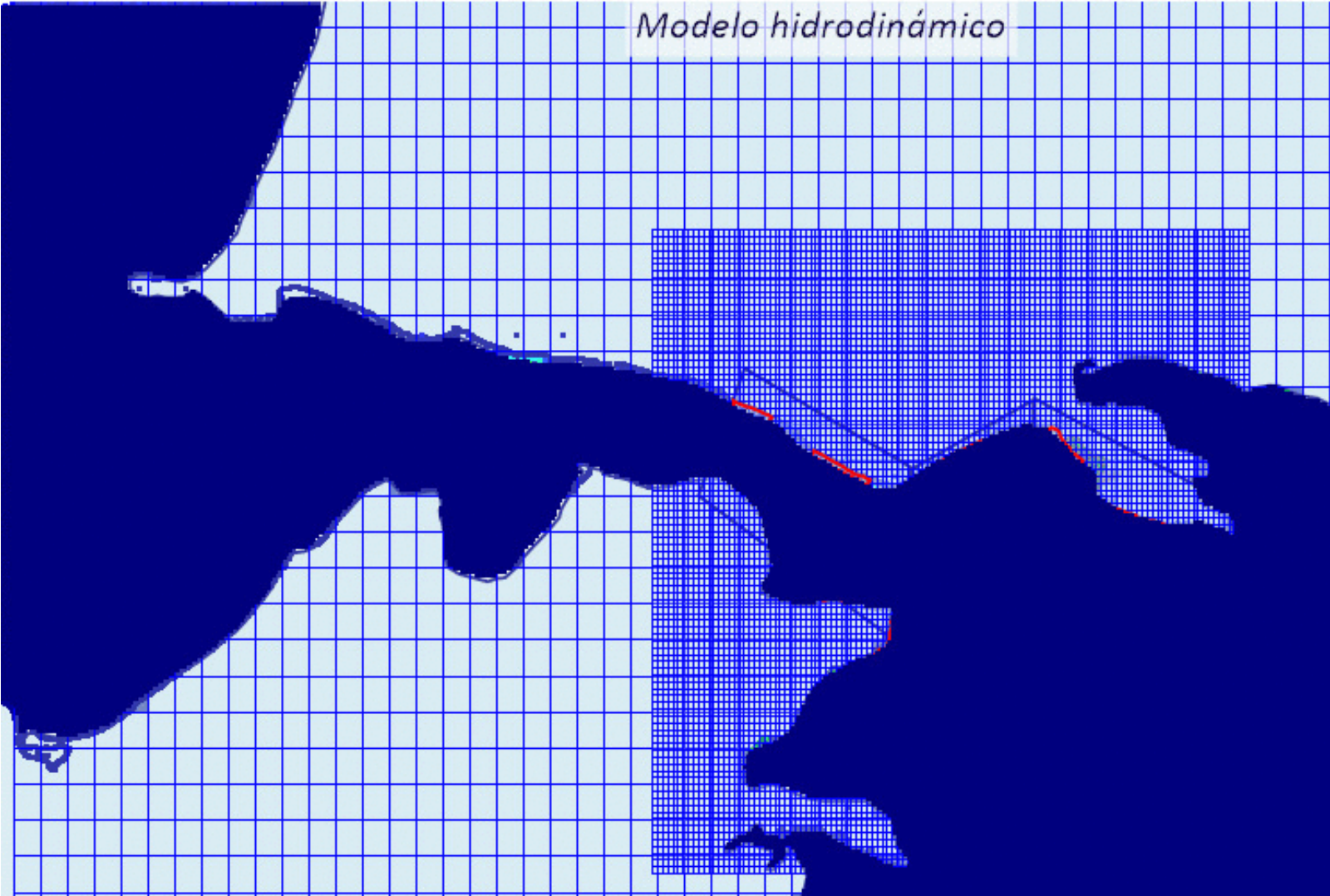


Parámetros Geodésicos y Cartográficos: Datum WGS 84 - Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) - Huso 18 Sur
Fuente: Elaboración Propia en base a Google Earth.

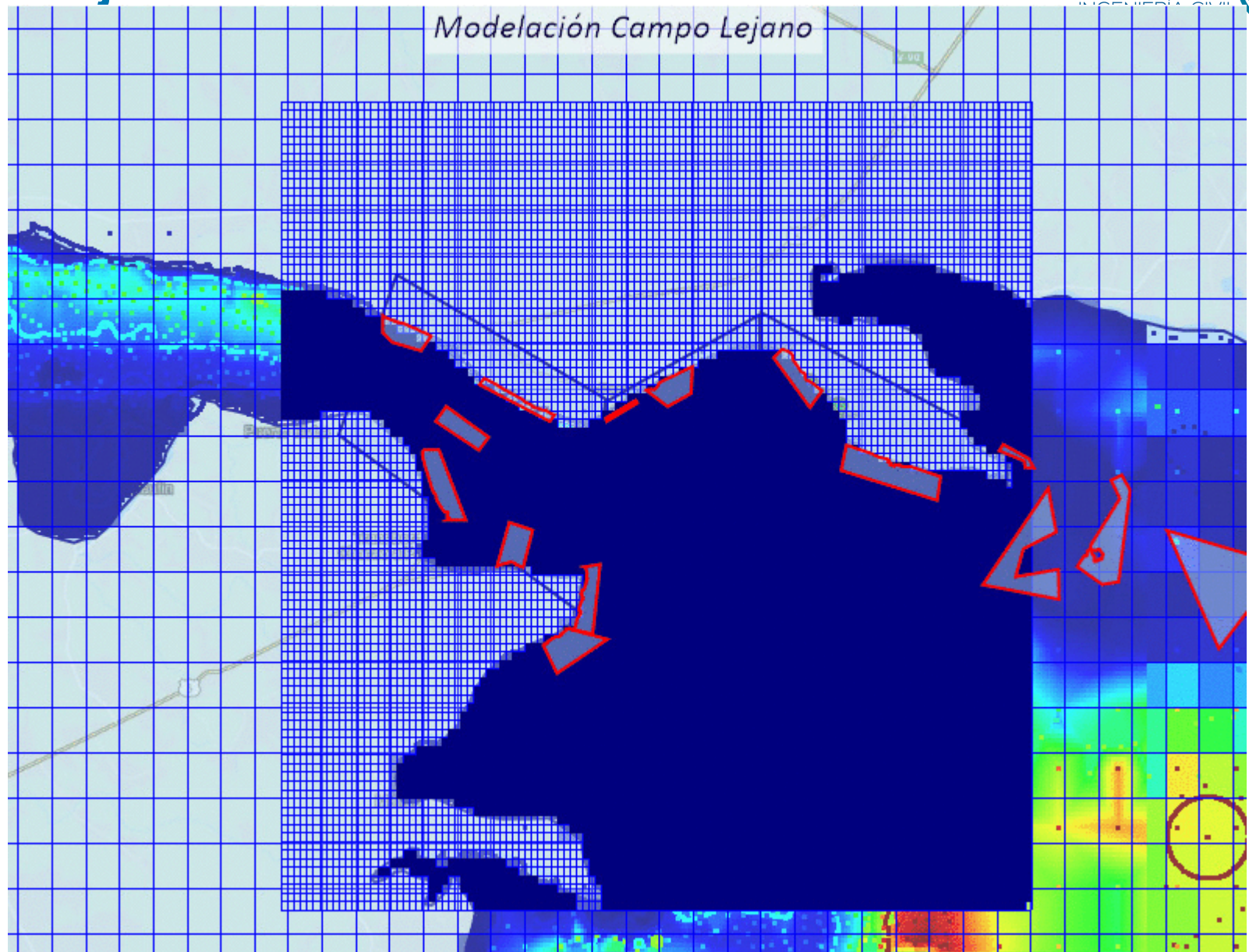
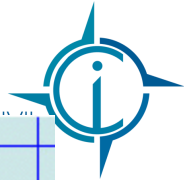
Sicigia

Dirección	Este	Norte
90°	632.799	5.371.150
270°	632.799	5.371.037
360°	632.856	5.371.093
AMERB	632.737	5.371.087
ZPL	632.838	5.371.139
Descarga	632.799	5.371.093

Modelo hidrodinámico



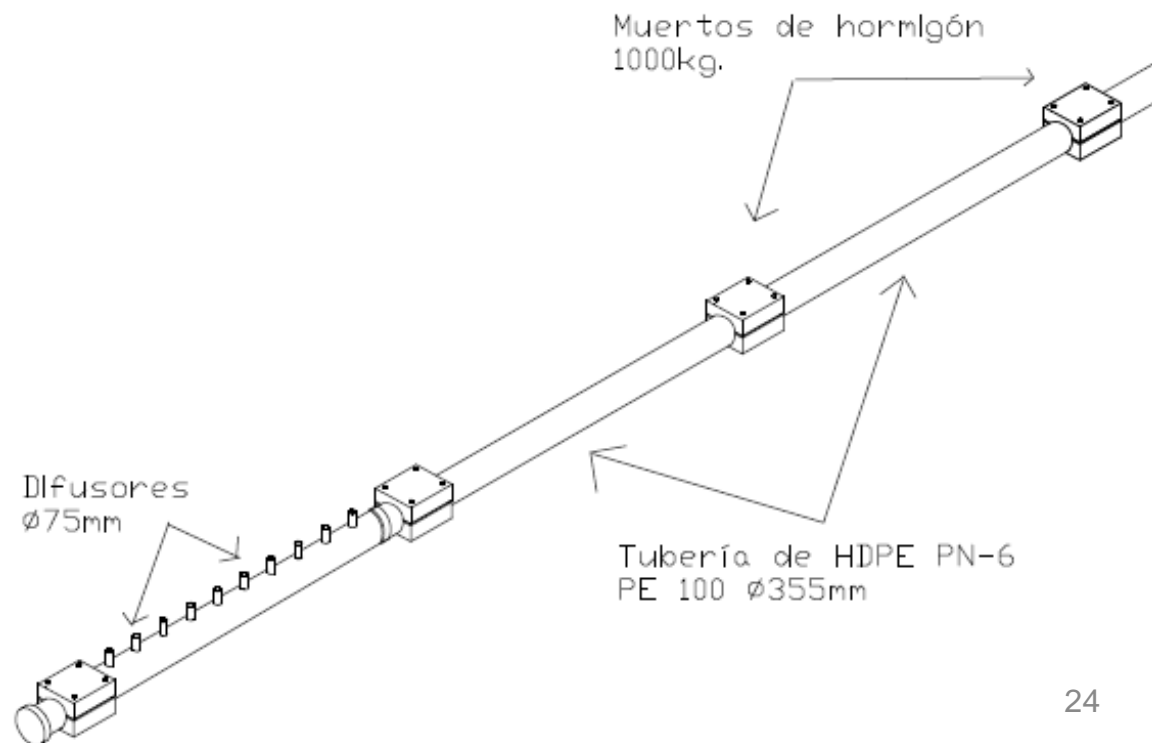
RESULTADOS Campo lejano



RESULTADOS

Diseño ambiental del emisario submarino

Diseño difusor		Diseño tubería	
Diámetro (mm)	75	Prof. descarga (m)	37
Elevación (m)	0.1	Longitud (m)	296
Angulo vertical	90	Dirección horizontal desde la costa (°)	201.4
N ° difusores	10	Diámetro (mm)	355
Separación entre difusores (m)	0.3		



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Campo hidrodinámico

- Marea: Corrientes de alta densidad
- Viento: Flujos hacia el S y SE

Campo cercano

- Caso A

Campo Lejano

- Pluma se disuelve en dirección SE en un tiempo de 30 min.

Acoplamiento de modelos

- Procedimiento de acoplamiento entre Visual Plumes y MOHID Studio

Se recomienda

Programa de monitoreo emisarios submarinos

Monitorear DBO_5

Los modelos son útiles como herramientas de predicción y construcción de escenarios de desarrollo futuro

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

*Dedicado a mis padres, Guacolda y Cristian; a mis hermanos Gonzalo y Cristián;
y a mis hermosas sobrinas, Agustina y Mía.*