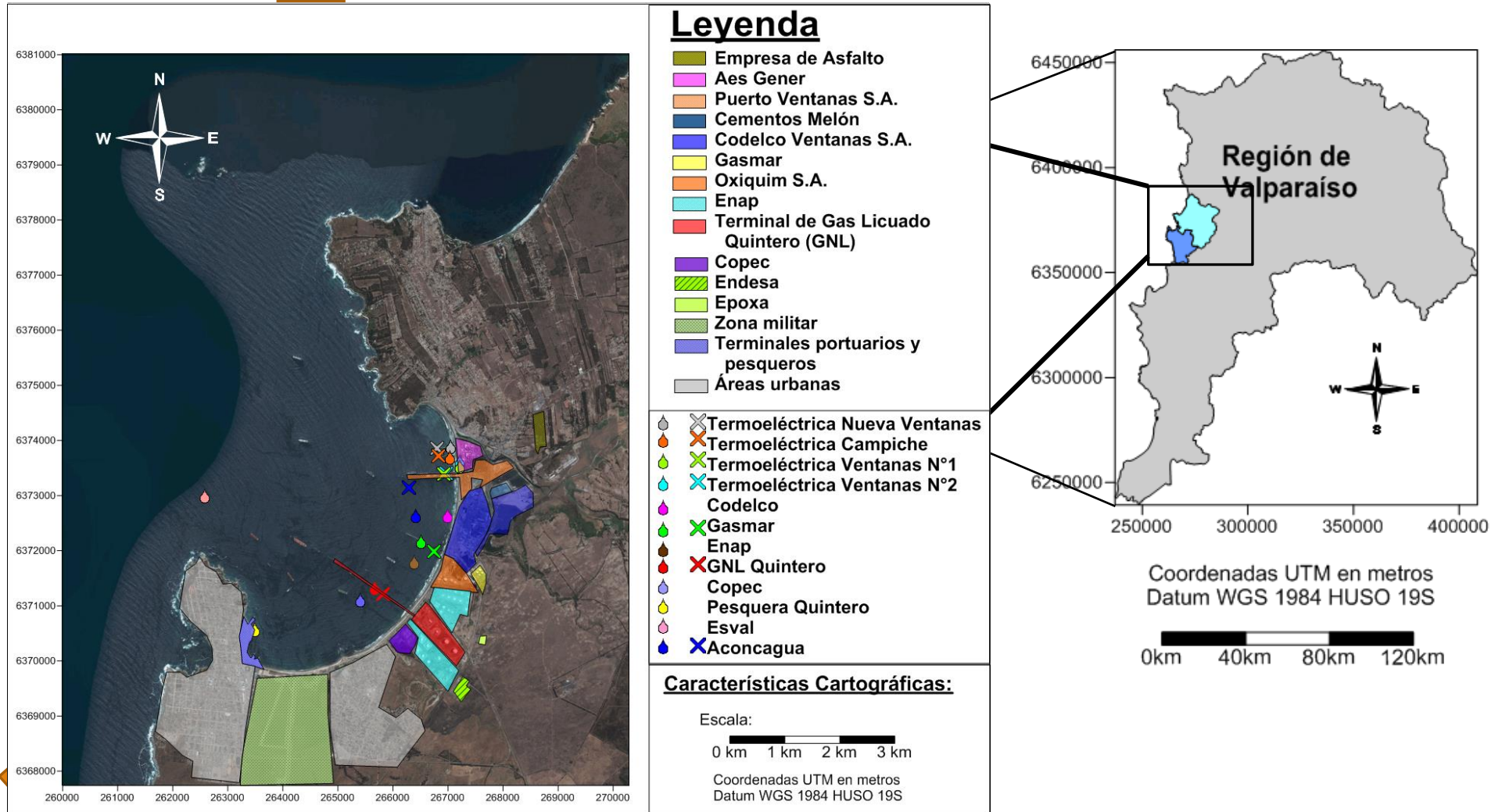




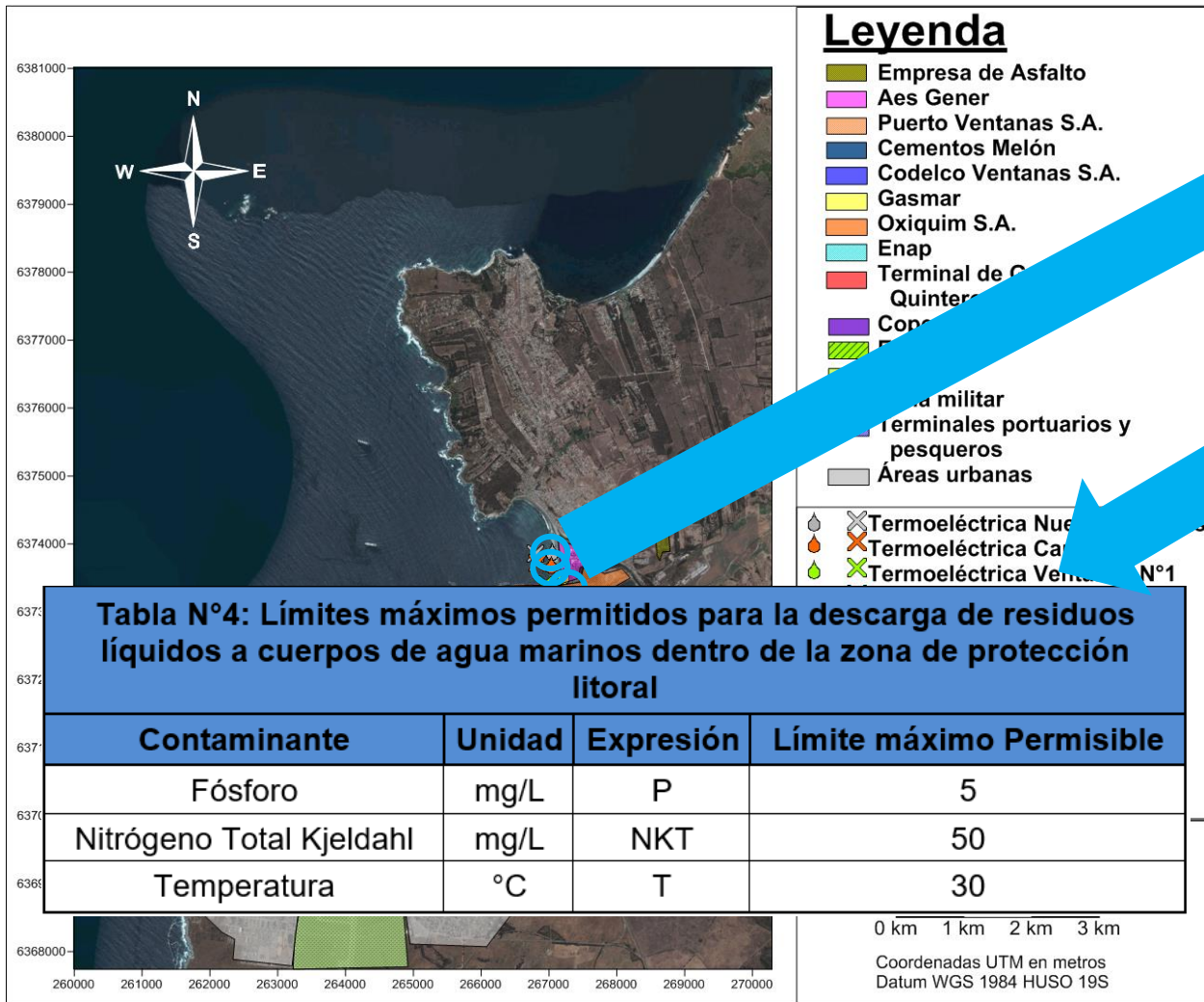
EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS ECOLÓGICOS PROVOCADOS POR LAS EMISIONES LÍQUIDAS Y ADUCCIONES DE AGUAS EN LA BAHÍA DE QUINTERO.

Ariel Eduardo González Acevedo

Introducción

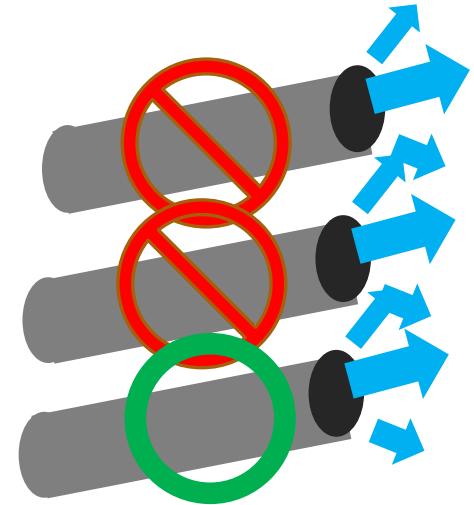


Introducción

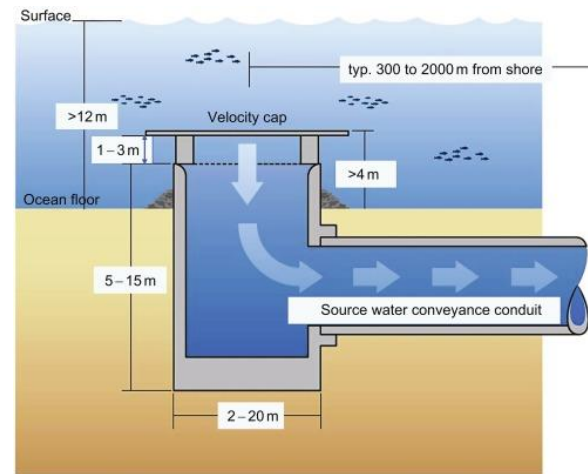
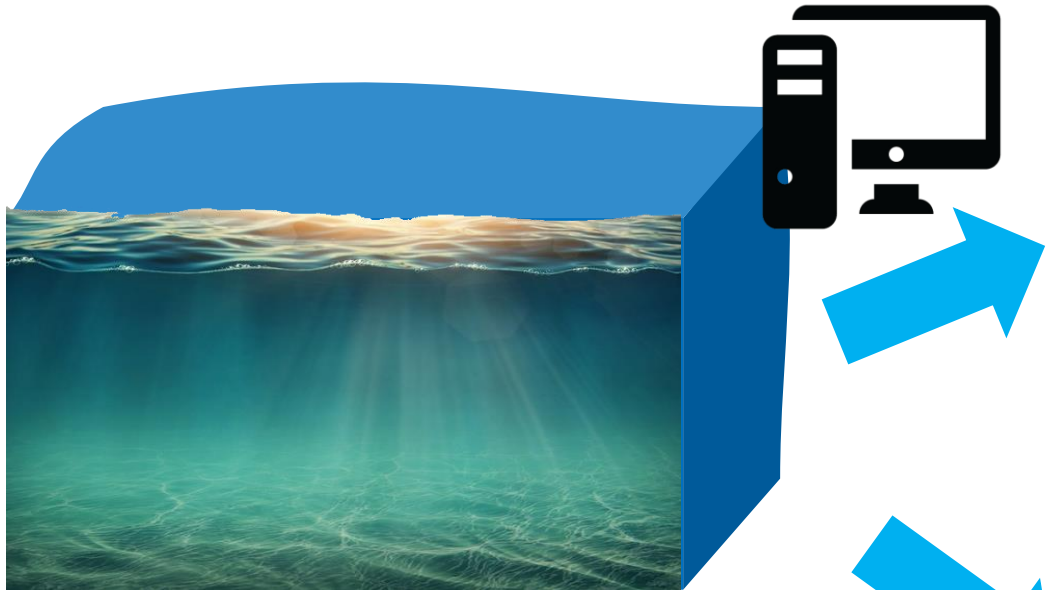


Ley General de bases del medio ambiente N° 19,300 (1994)

Decreto supremo 90 (2000)



Introducción



Simulación Hidrodinámica y Ecológica

Temperatura

Calidad de agua

Plancton

Perdida de peces adultos equivalente



Objetivos

Objetivo General

- ❑ Evaluar, mediante modelos numéricos, los efectos de las descargas y aducciones de agua de mar en la bahía de Quintero sobre la calidad de agua y comunidades biológicas (microorganismos).

Objetivos Específicos

- ❑ Obtener y procesar los datos de campo o simulados e información de las descargas y captaciones.
- ❑ Simular con modelos matemáticos una representación de la bahía de Quintero de la hidrodinámica, de los nutrientes y organismos bajo los forzantes naturales y bajo los efectos de las descargas y aducciones de agua.
- ❑ Evaluar la variación de temperatura producto de las descargas en la bahía.
- ❑ Evaluar la condición de calidad de agua en la bahía de Quintero.
- ❑ Evaluar las variaciones de plancton por las alteraciones ambientales causadas por las descargas
- ❑ Evaluar el impacto biológico asociado a las tomas de agua instaladas en la bahía.

Metodología

Recopilación
de
antecedentes



Metodología - Antecedentes

Batimetría



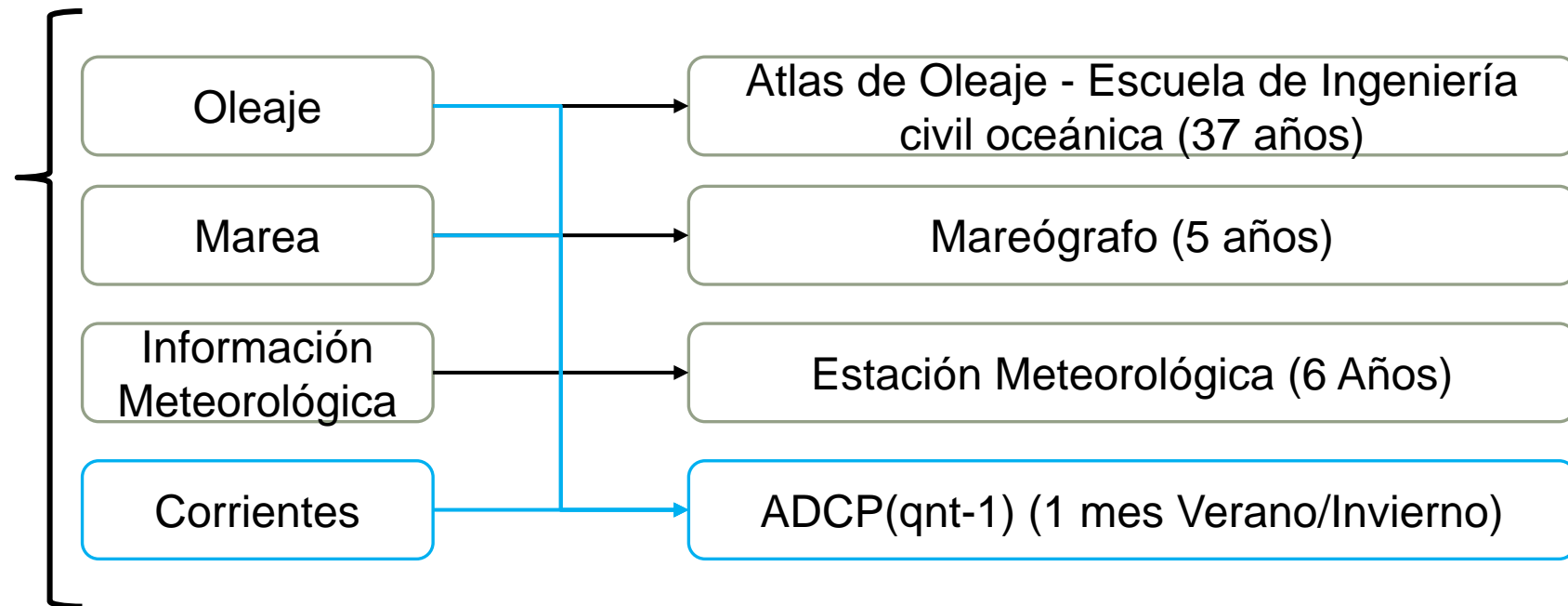
N°	Nombre	Escala 1:
4000	Bahía de Coquimbo a Bahía de Valparaíso	500.000
4320	Bahía de Quintero a Valparaíso	50.000
4321	Bahía de Quintero	10.000



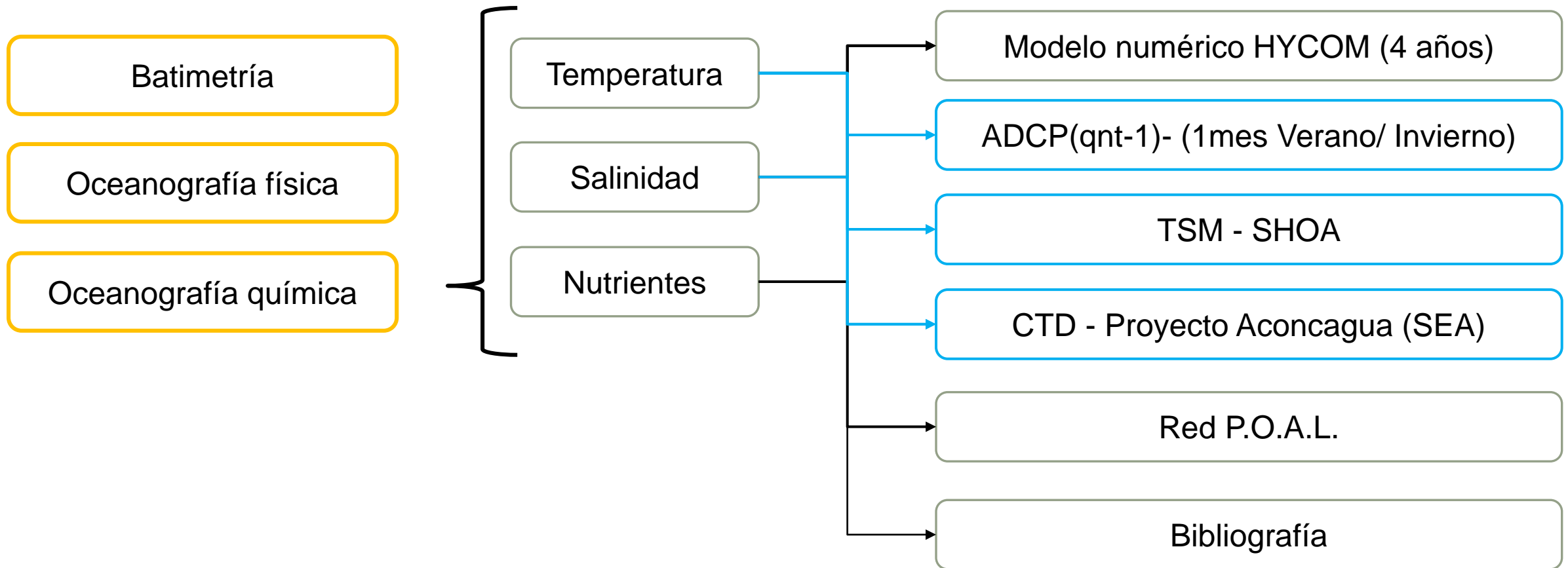
Metodología - Antecedentes

Batimetría

Oceanografía física



Metodología - Antecedentes



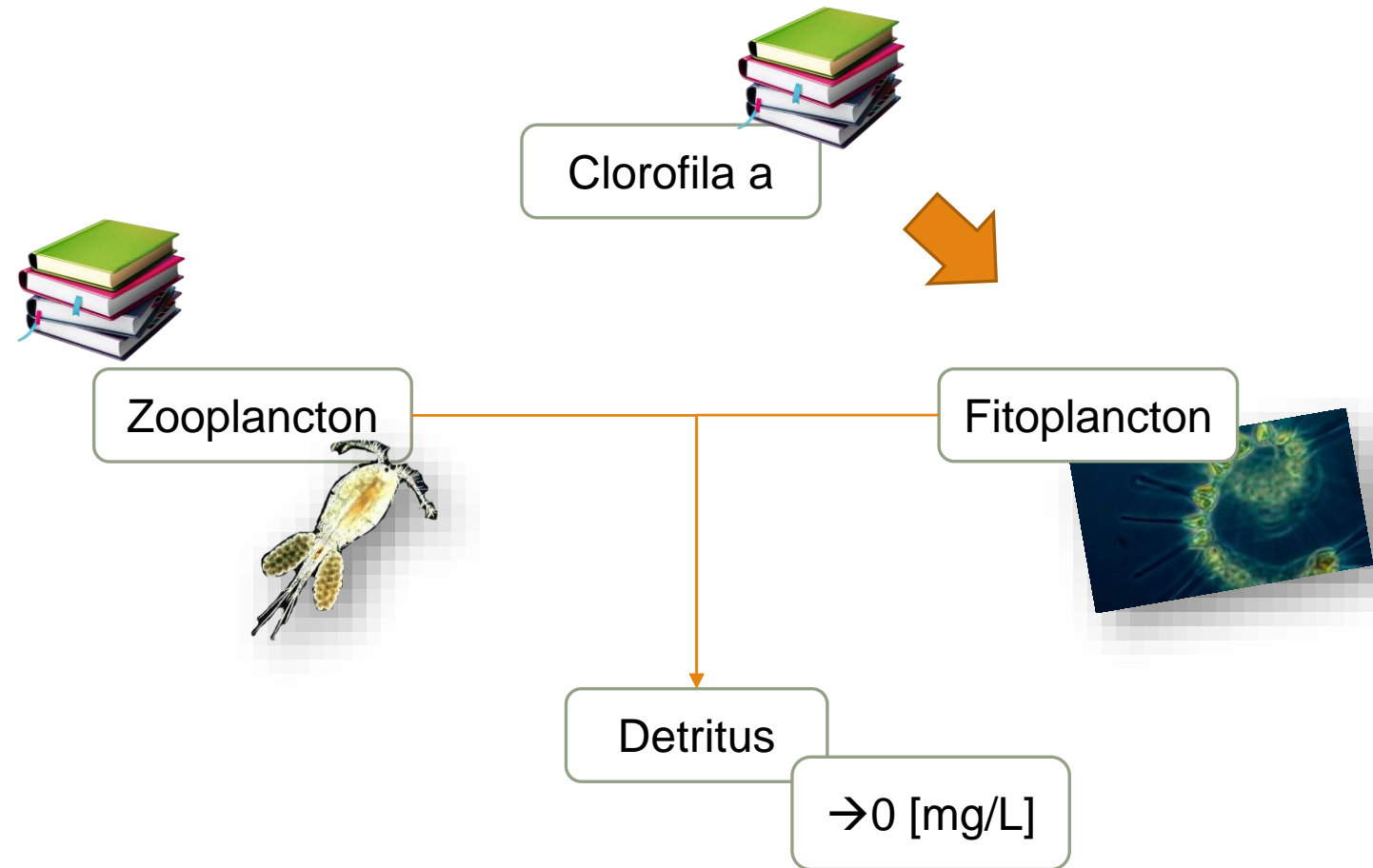
Metodología - Antecedentes

Batimetría

Oceanografía física

Oceanografía química

Oceanografía biológica



Metodología - Antecedentes

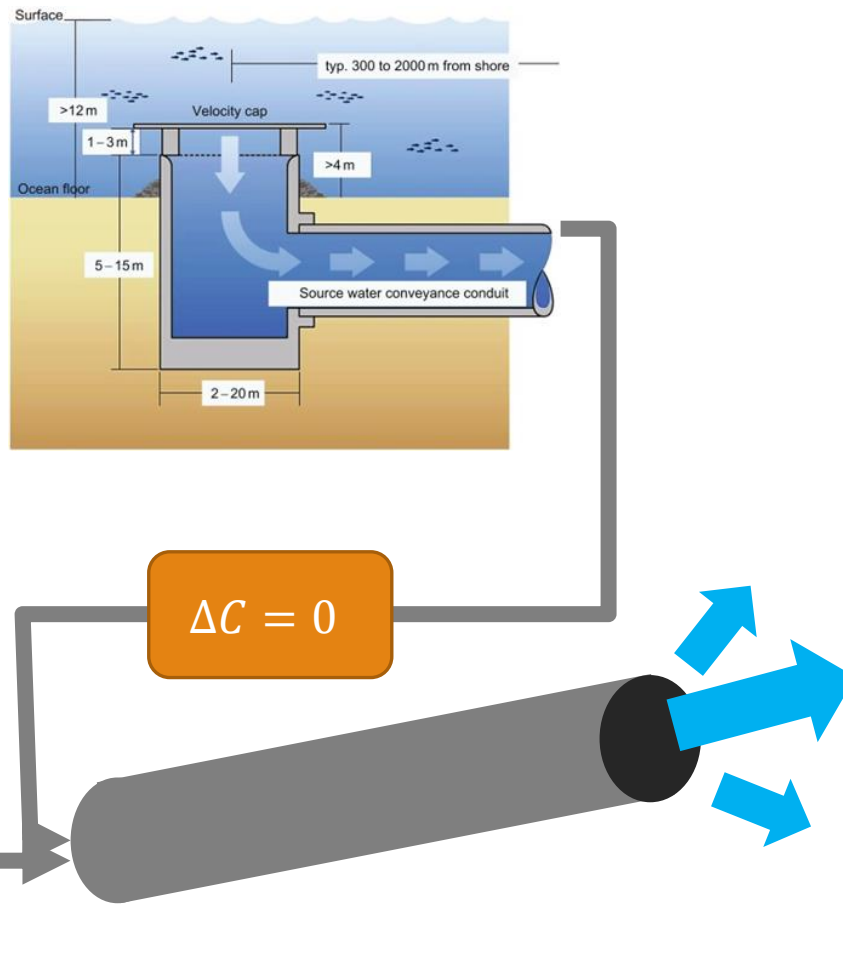
Batimetría

Oceanografía física

Oceanografía química

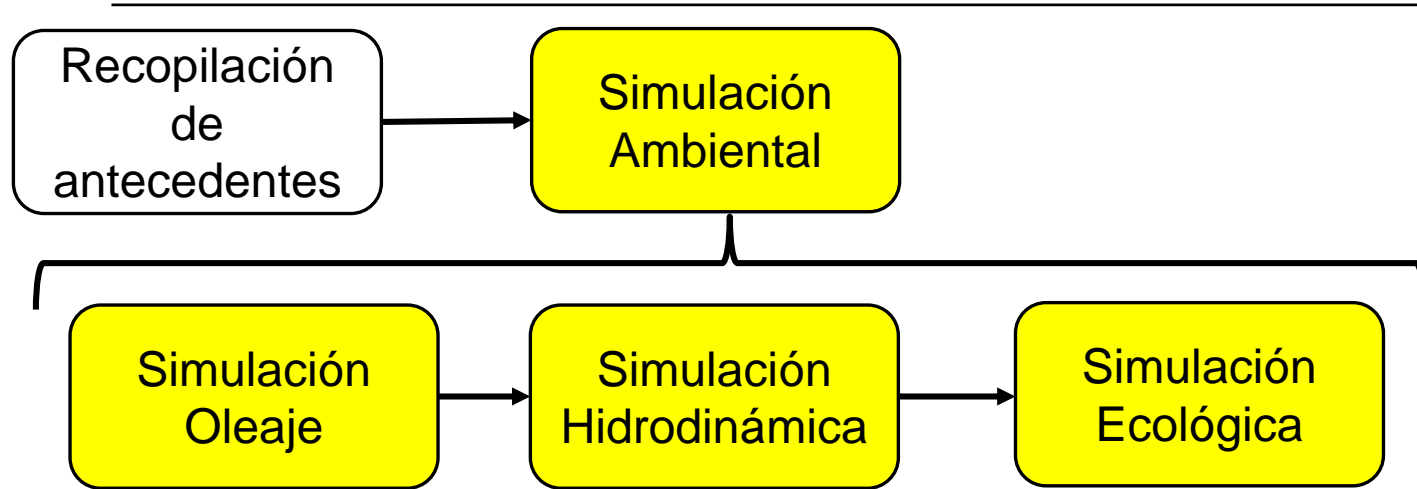
Oceanografía biológica

Descargas /Aducciones

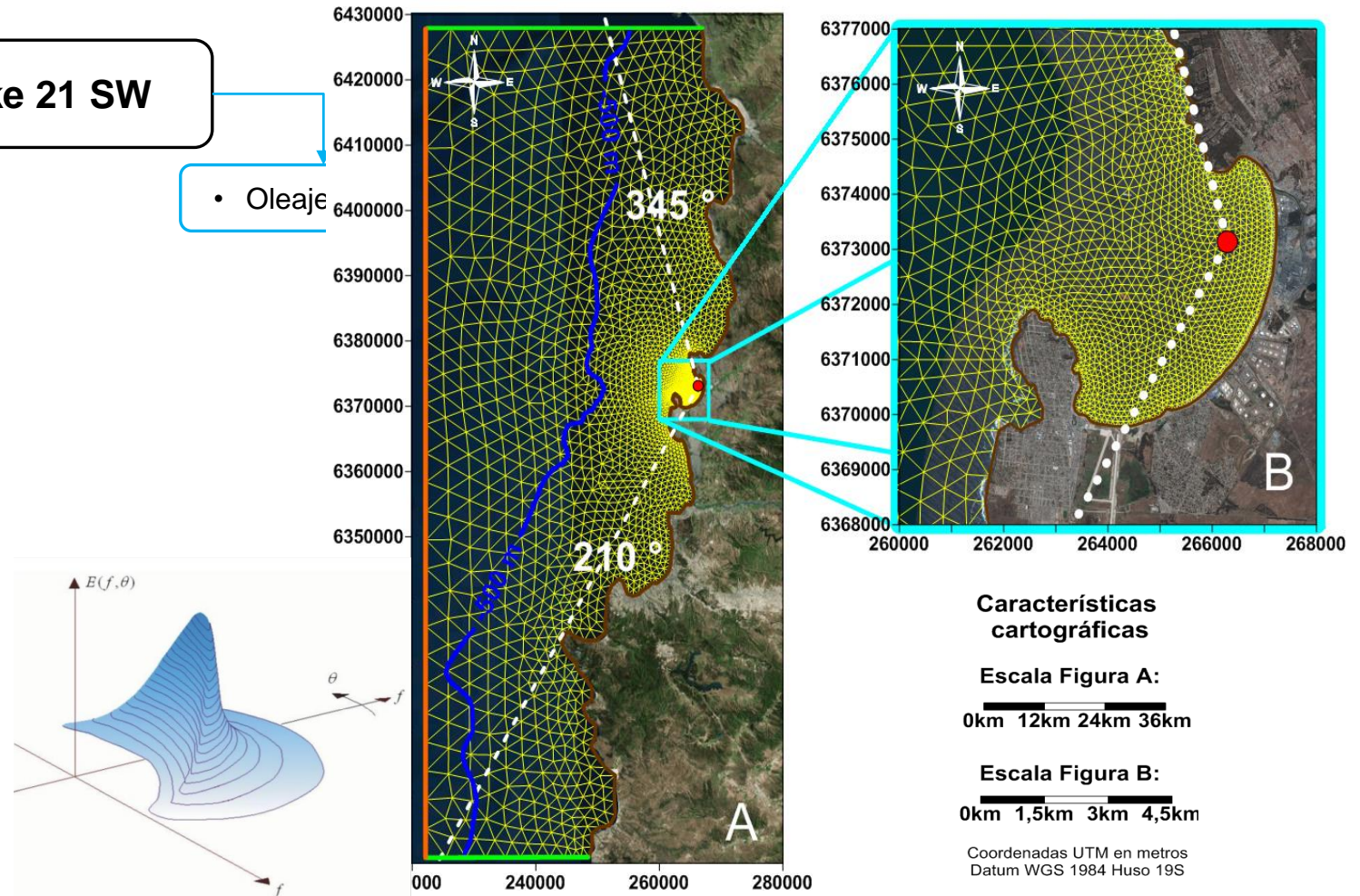
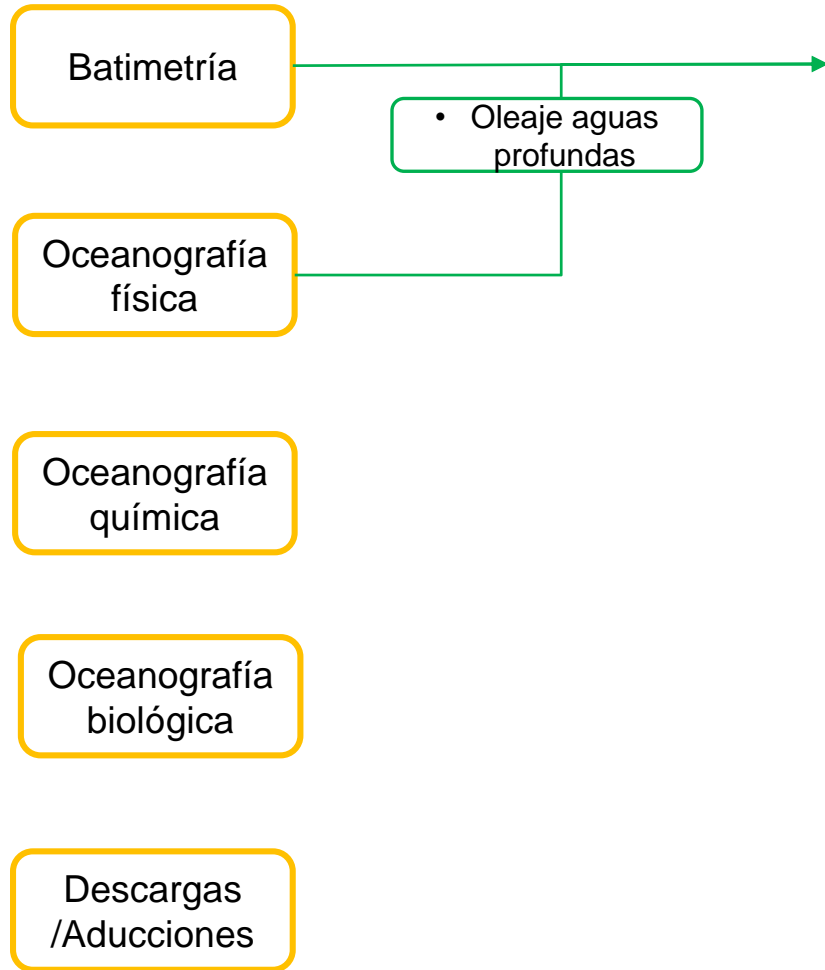


- Coordenadas (x,y) ✓
- Caudal de descarga ✓
- Profundidad (z) ✗
- Caudal de captación ✗
- Temperatura ✓
- Salinidad ✗
- Concentración NTK ✓
- Concentración P ✓

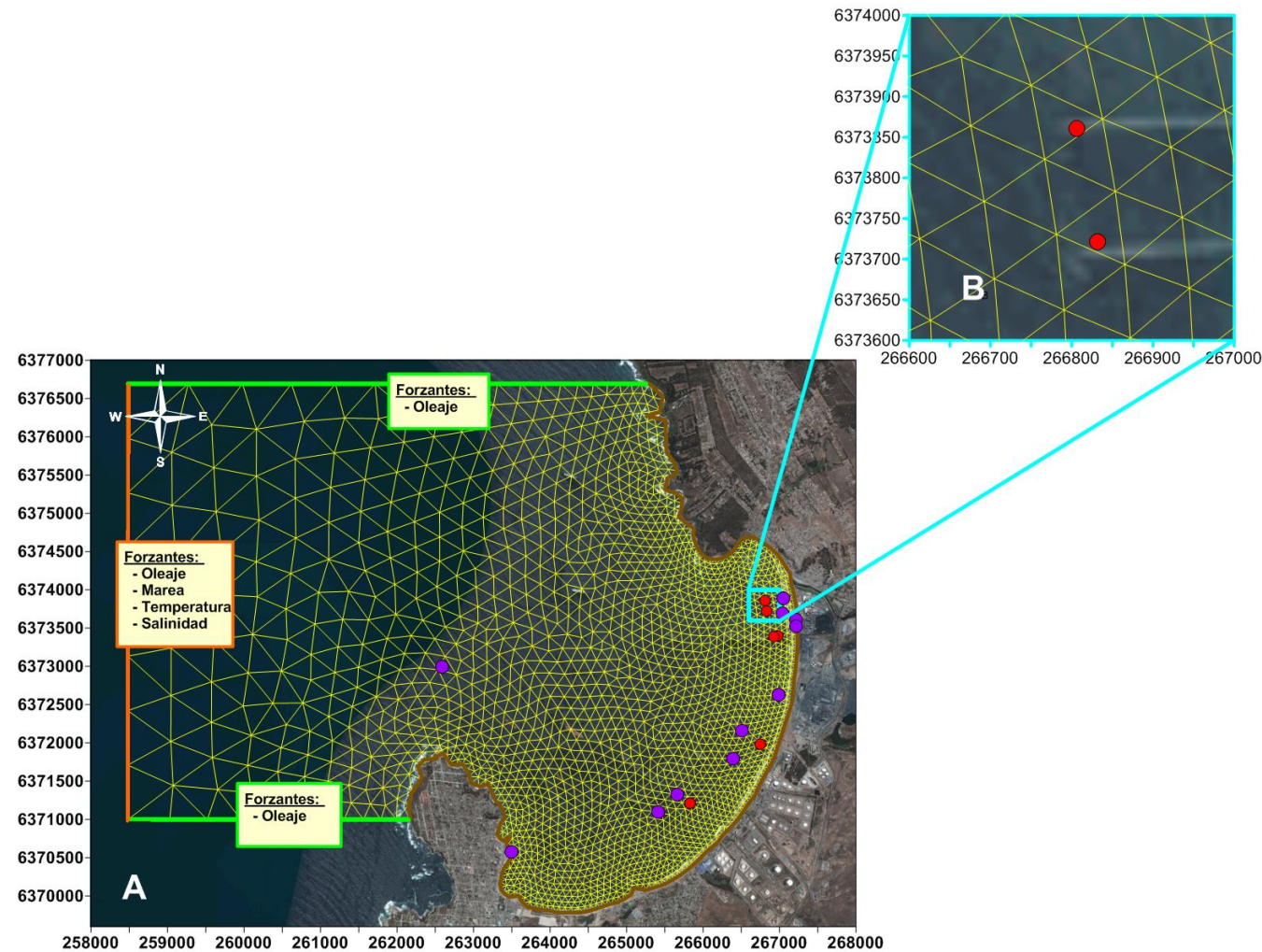
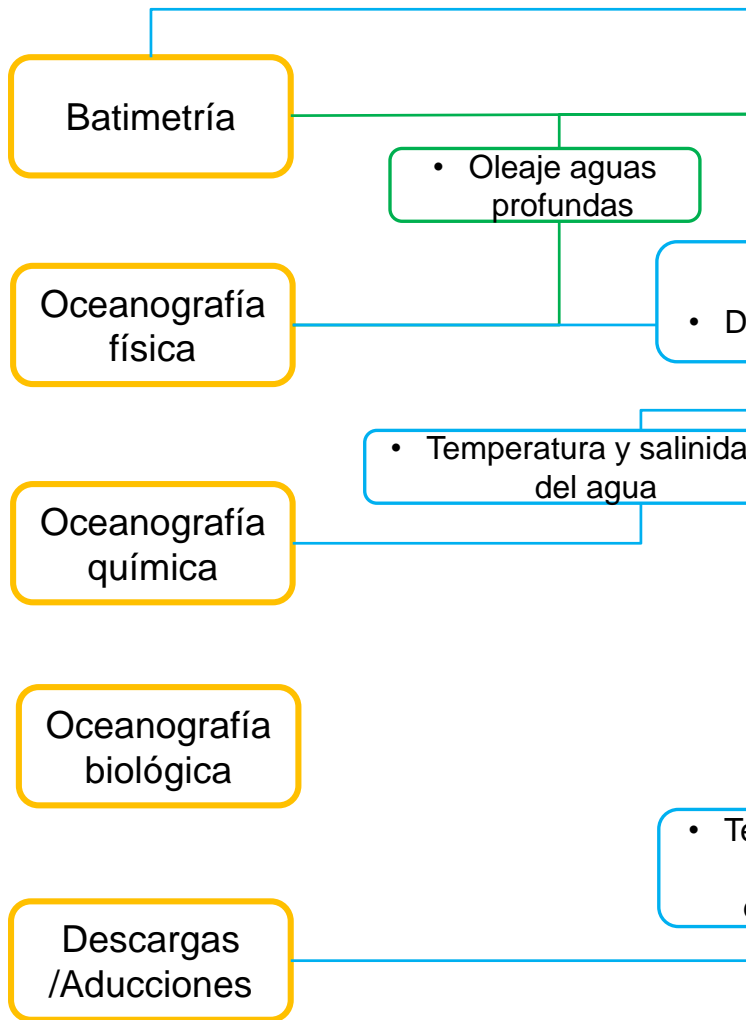
Metodología



Metodología – Simulación Ambiental

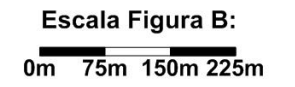
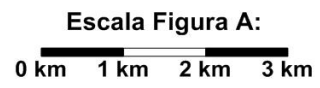


Metodología – Simulación Ambiental



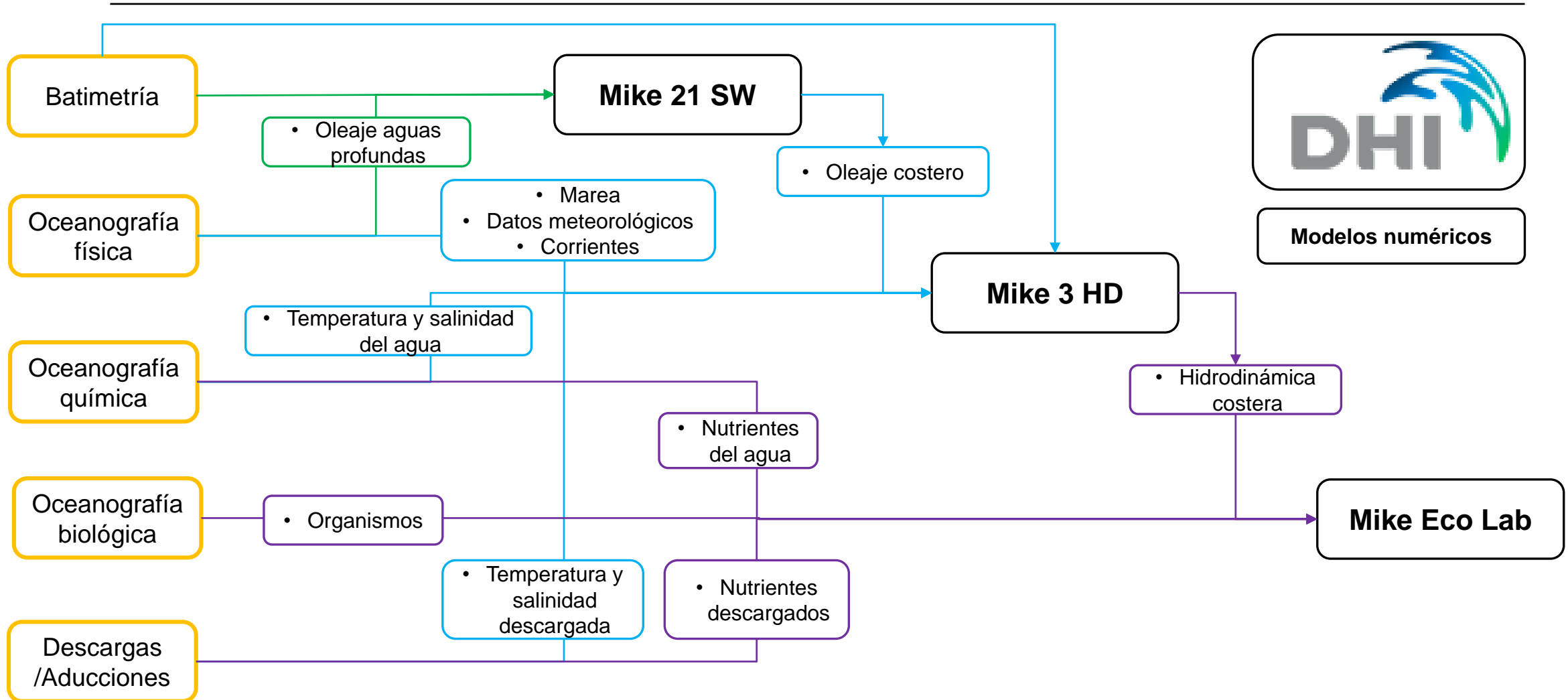
- Leyenda**
-  Elemento grilla
 -  Borde Oeste
 -  Borde Norte y Sur
 -  Línea de Costa
 -  Punto de Captación
 -  Punto de Descarga

Características cartográficas

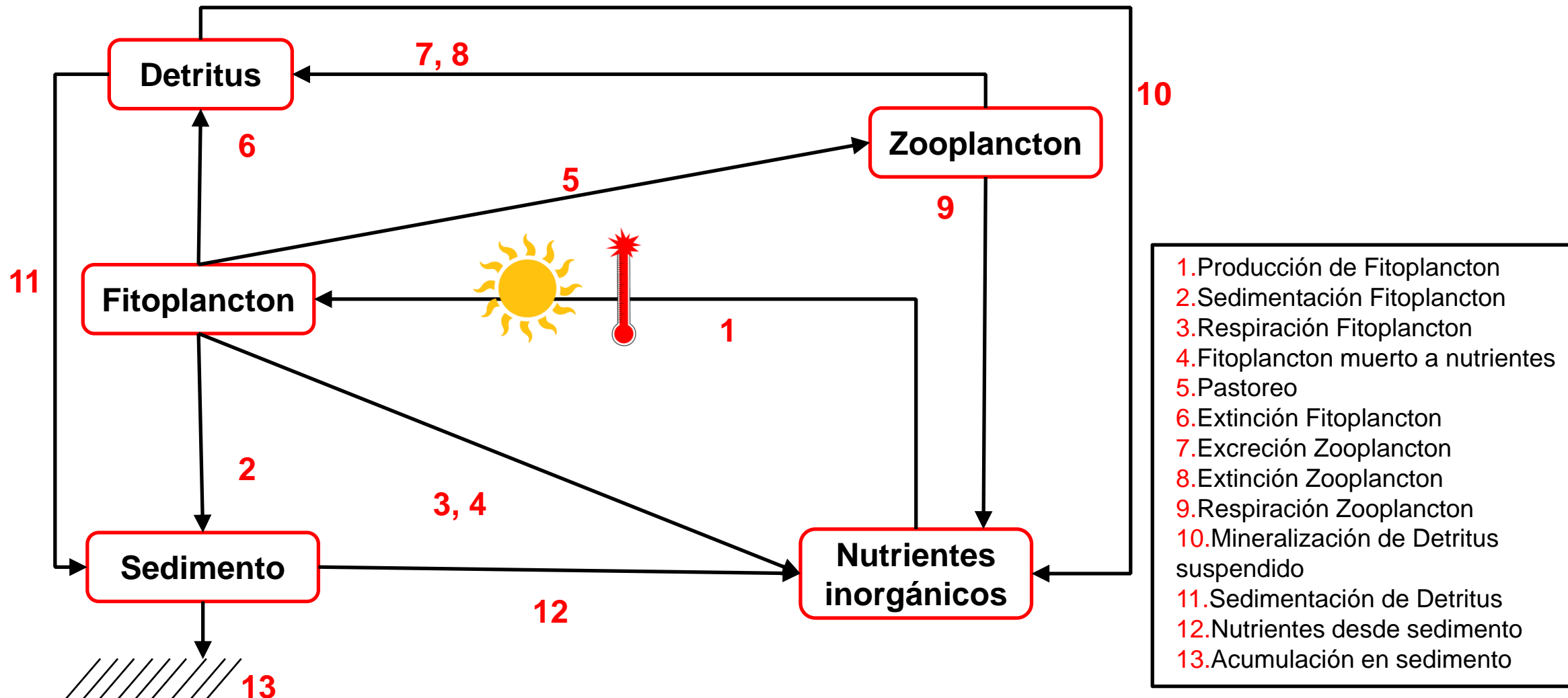


Coordenadas UTM en metros
Datum WGS 1984 Huso 19S

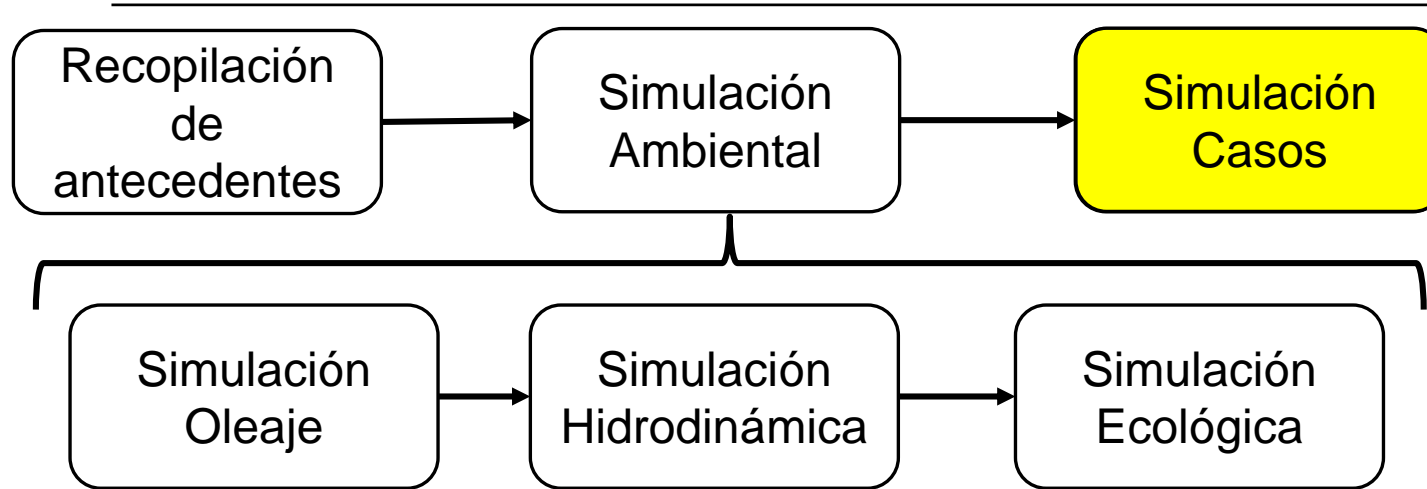
Metodología – Simulación Ambiental



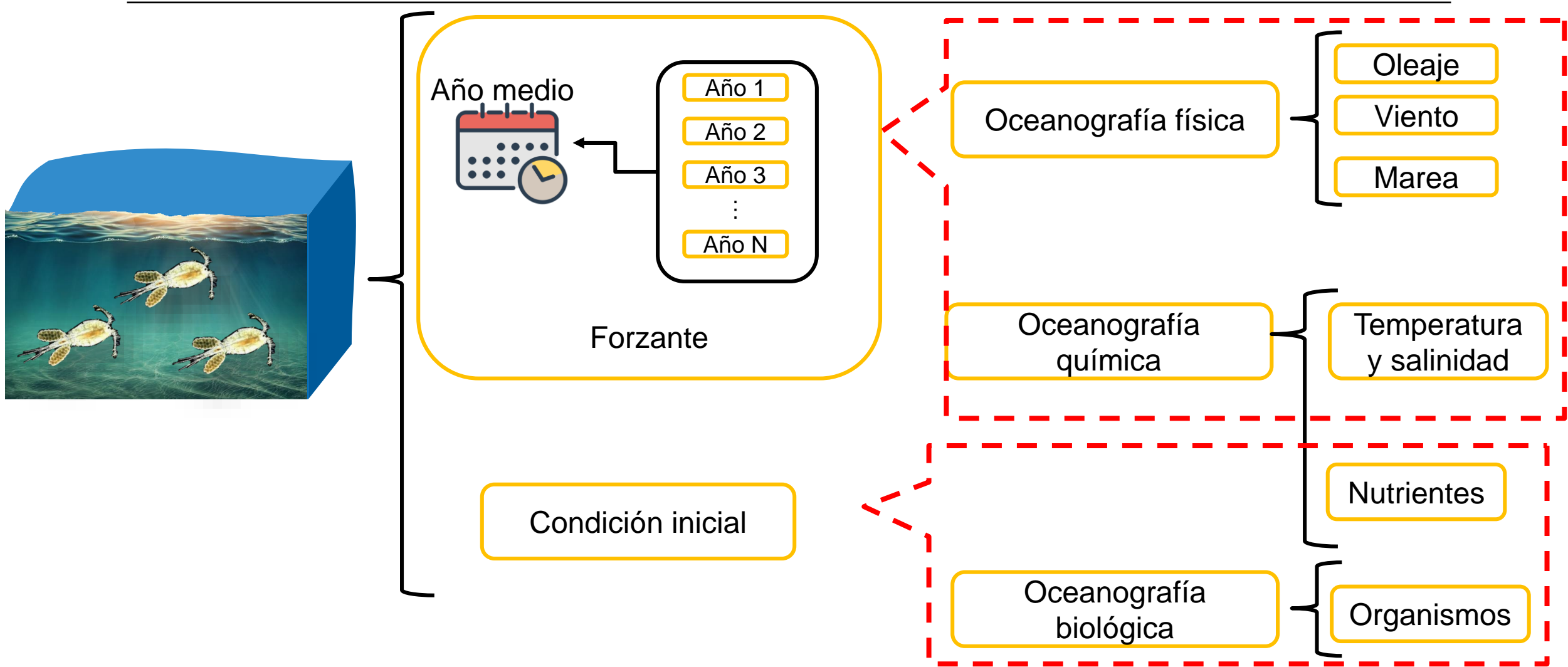
Metodología-Simulación Ecológica



Metodología

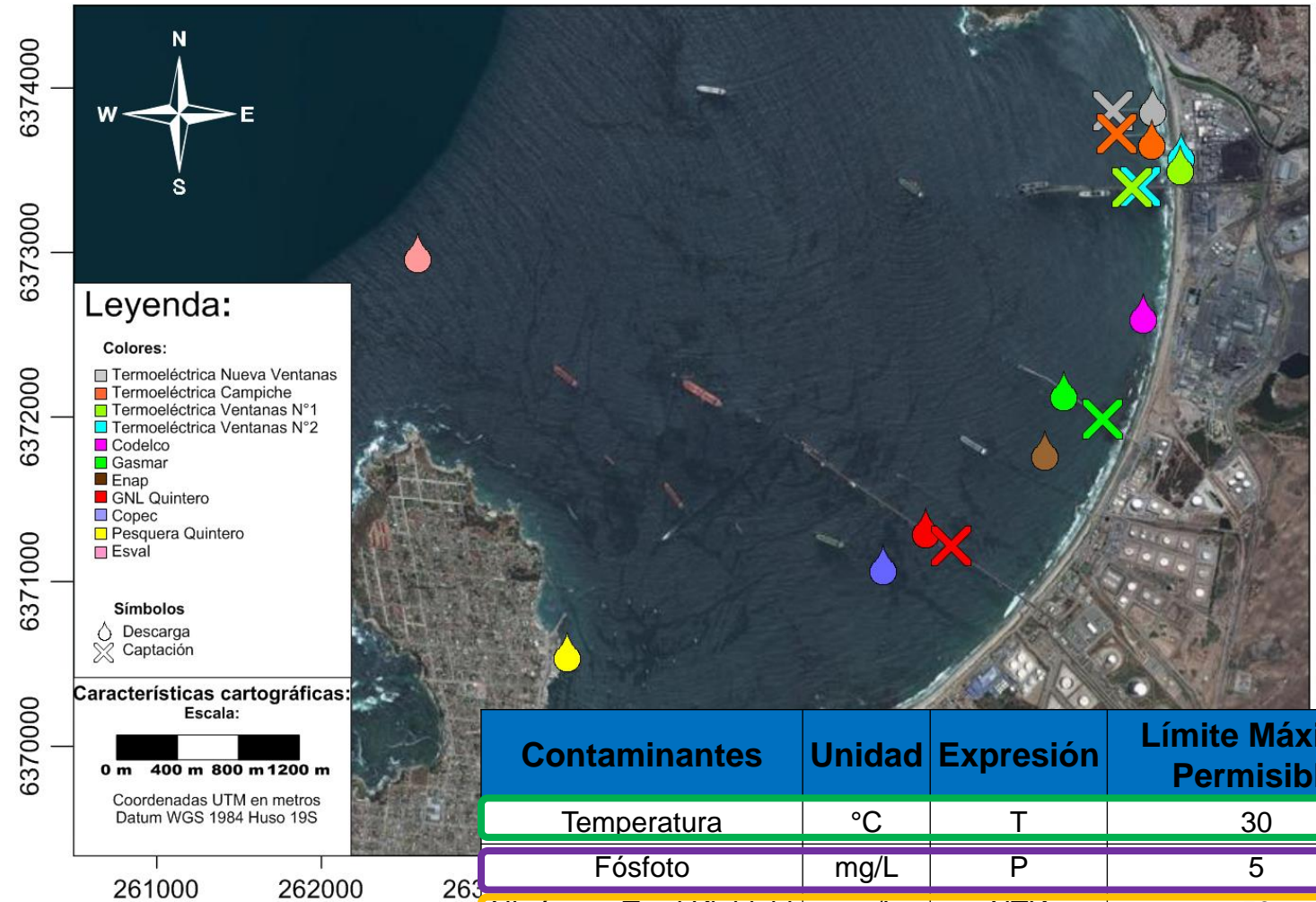


Resultados



Metodología

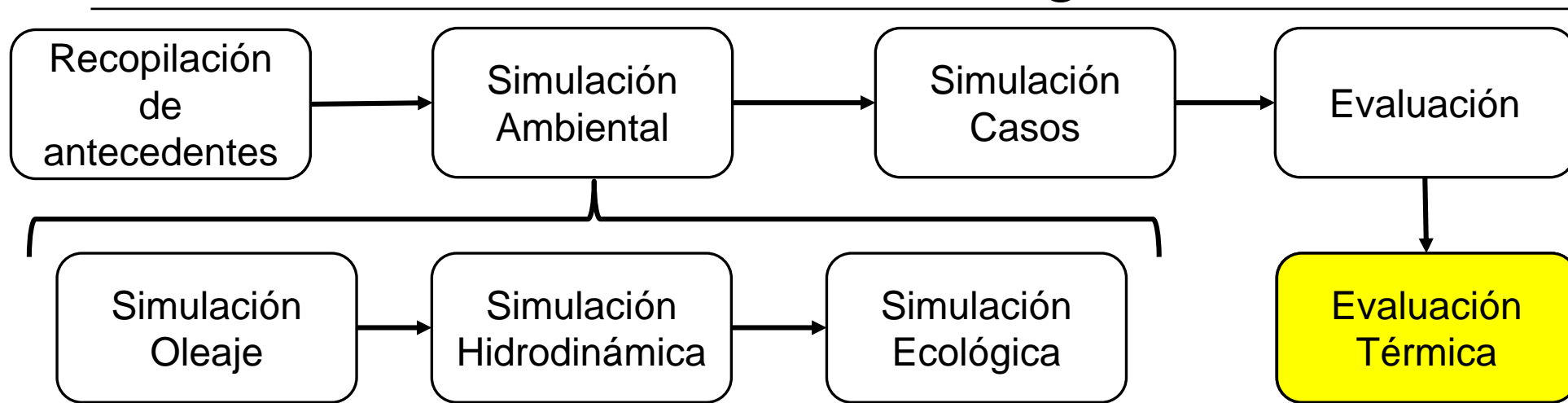
N	Simulaciones	Identificación
1	Simulación Actual	SA
2	Simulación Natural	SN
3	Simulación Temperatura máxima D.S. N°90/ 2000	SD90_T
4	Simulación Concentración Fósforo Máxima D.S. N°90/ 2000	SD90_P
5	Simulación Concentración NTK Máxima D.S. N°90/ 2000	SD90_NTK



Contaminantes	Unidad	Expresión	Límite Máximo Permissible
Temperatura	°C	T	30
Fósforo	mg/L	P	5
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NTK	50



Metodología

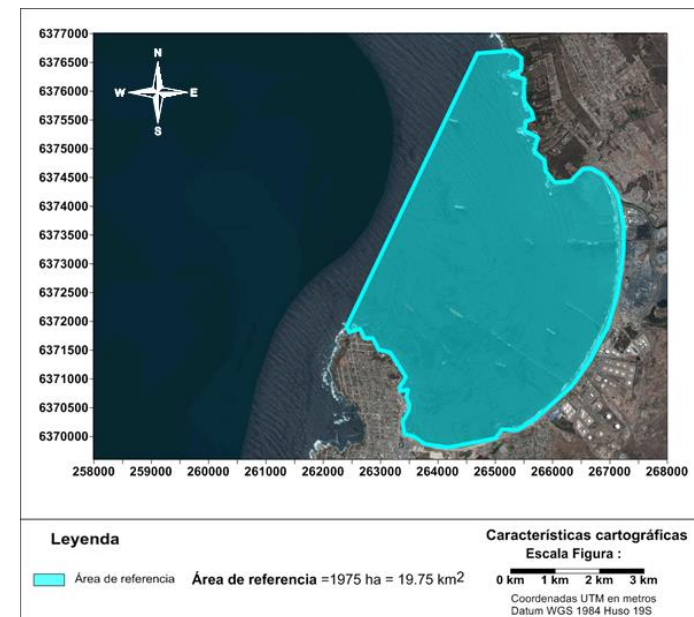
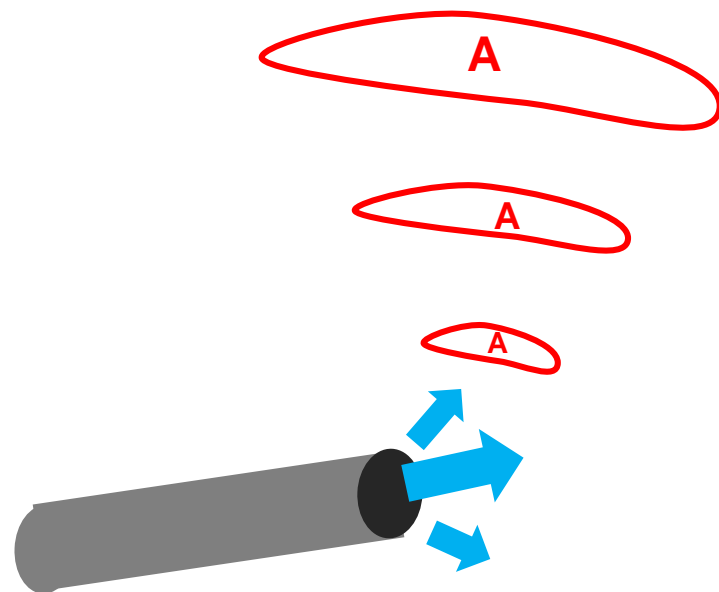


Metodología

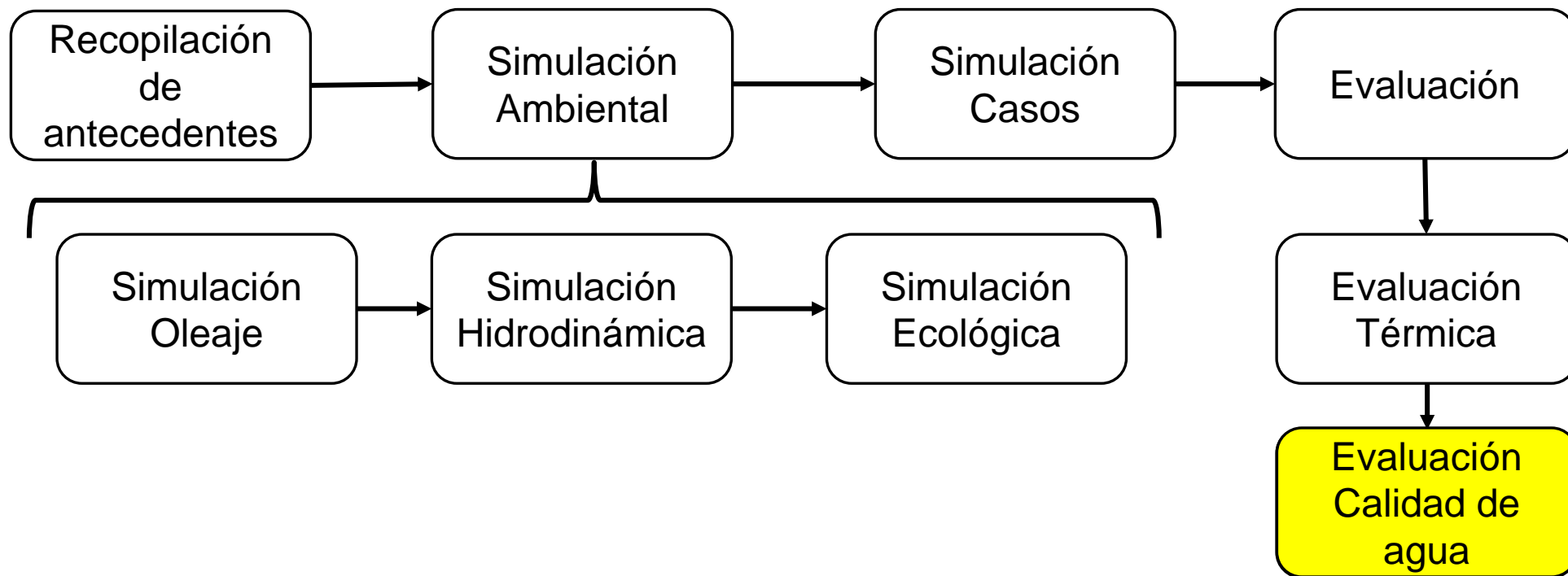
ΔT

N	Casos Térmico
1	$SA - SN$
2	$SD90_T - SN$

$\Delta T = 0.5^{\circ}C$
 $\Delta T = 2.0^{\circ}C$
 $\Delta T = 2.6^{\circ}C$



Metodología



Metodología

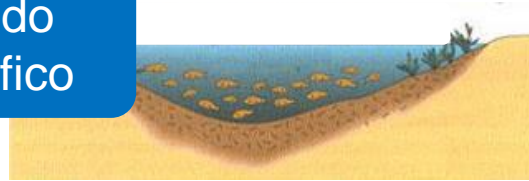
Chl a
Clorofila a

D%O2
Desviación de la saturación de oxígeno

DIN
Nitrógeno Inorgánico

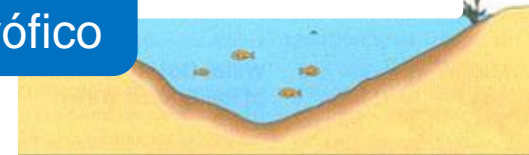
FT
Fósforo total

Estado Eutrófico

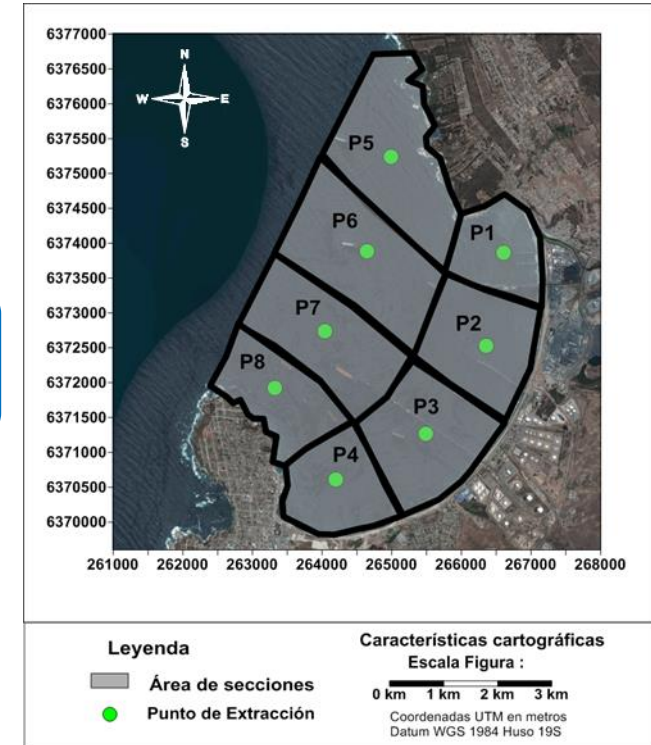
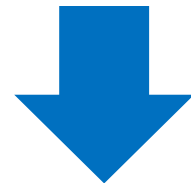
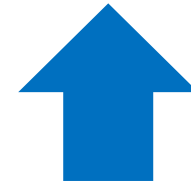


$$\text{TRIX} = \frac{\log((\text{chl a} * \text{D}\%02 * \text{DIN} * \text{FT}) - 1.5)}{1.2}$$

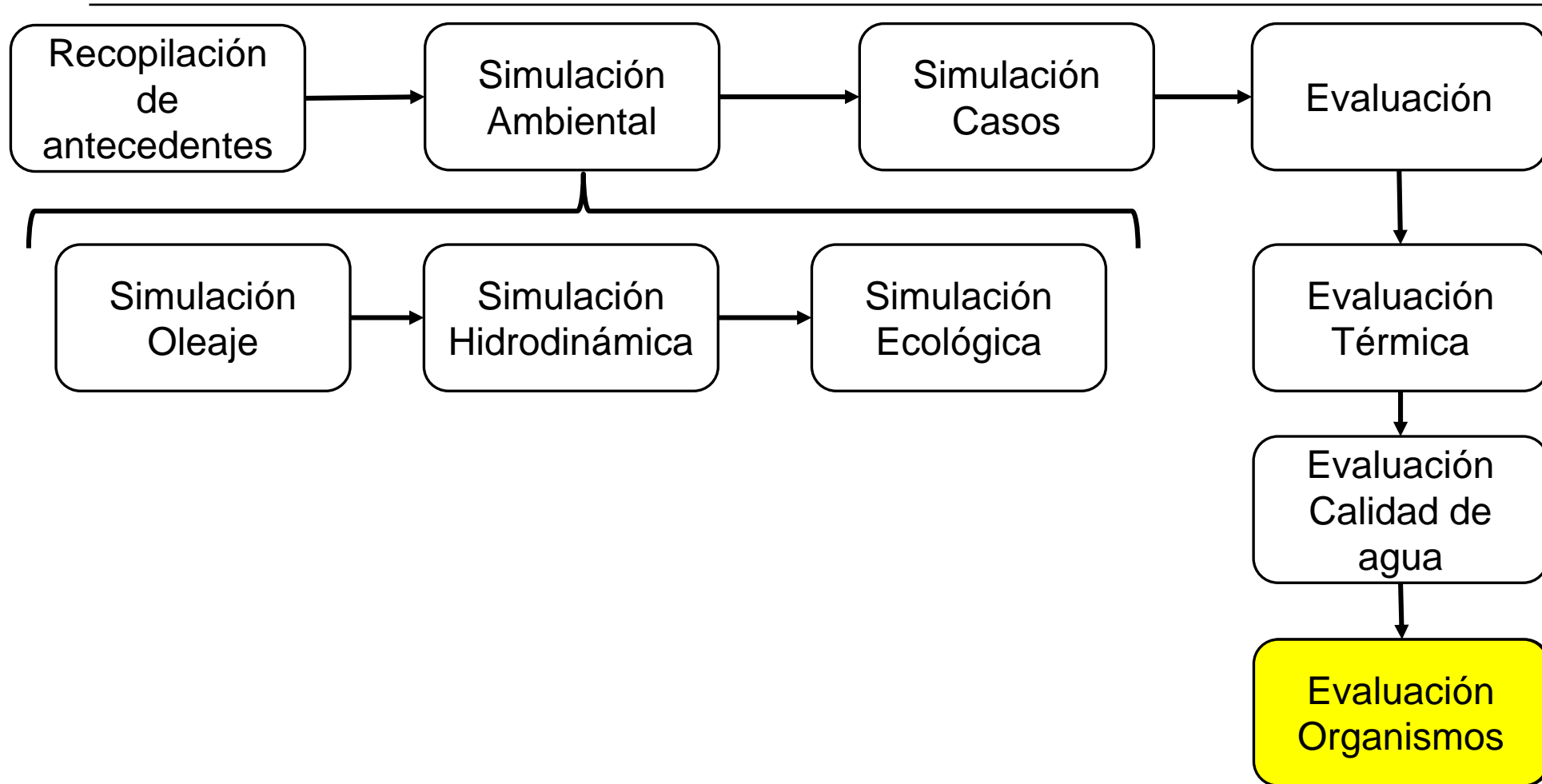
Estado Oligotrófico



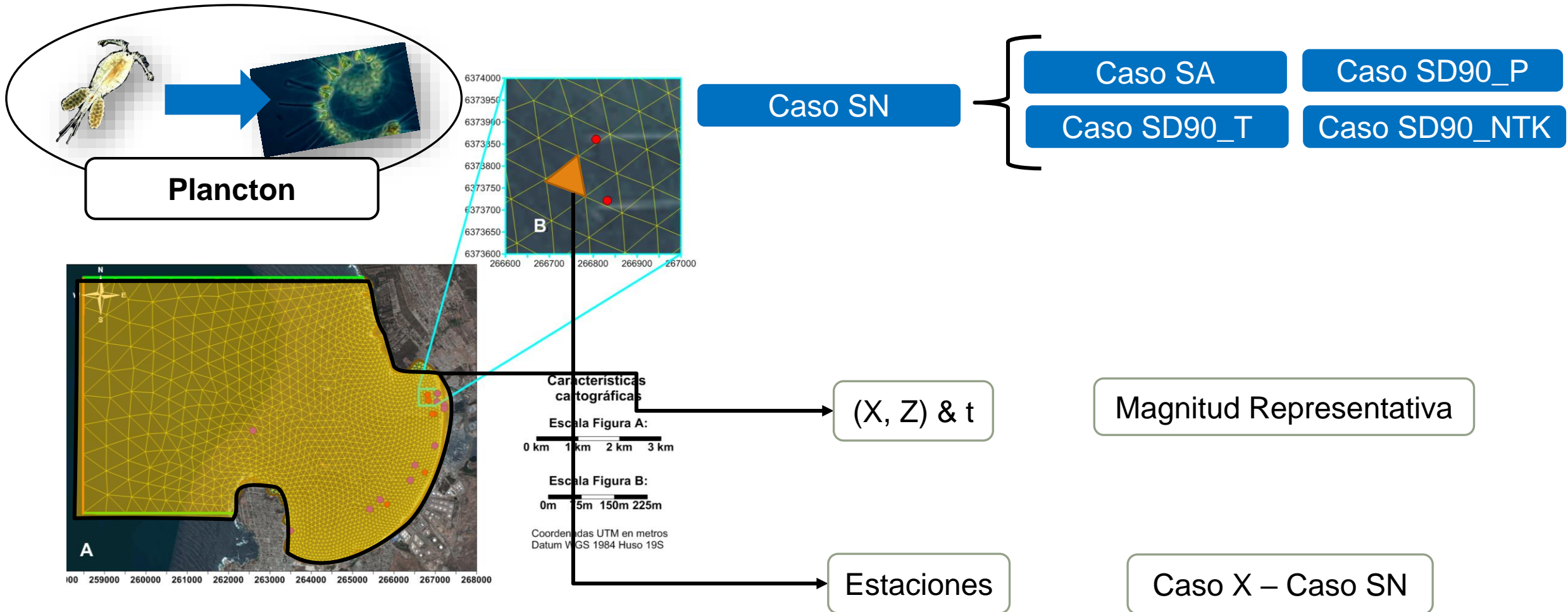
Caso SN



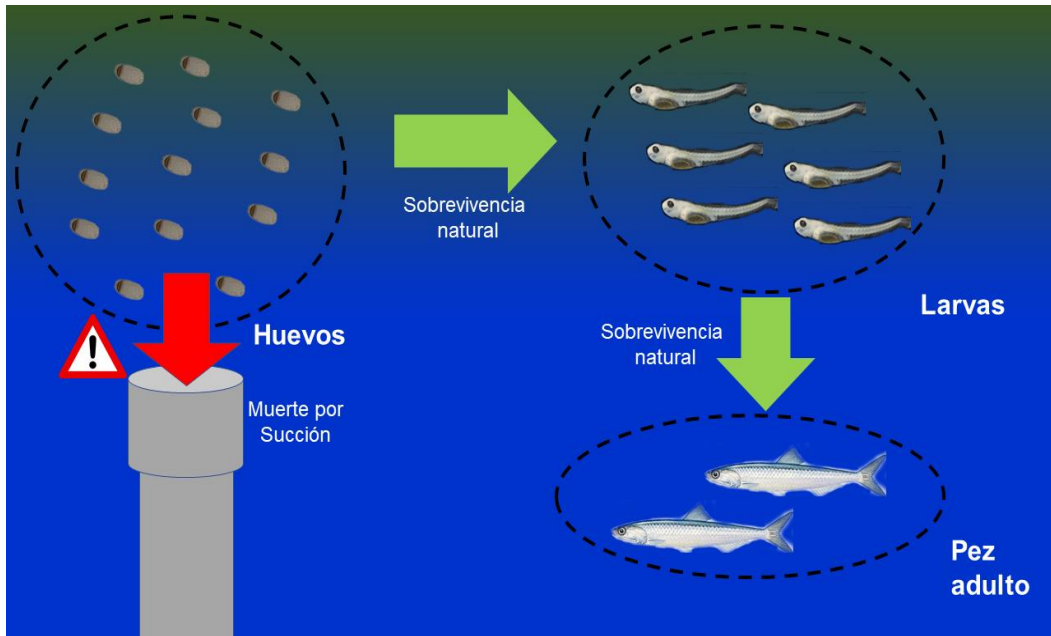
Metodología



Metodología



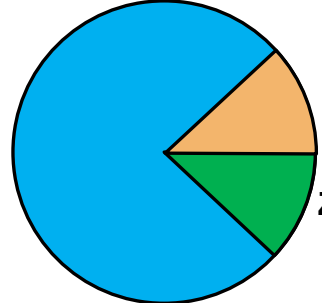
Metodología



$$AEL = \sum_{j=1}^n E_j S_j^n$$

E_j Individuos en el estadio

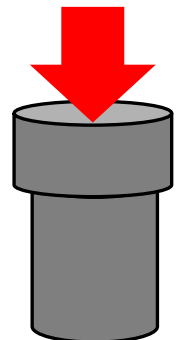
S_j^n Supervivencia del estadio



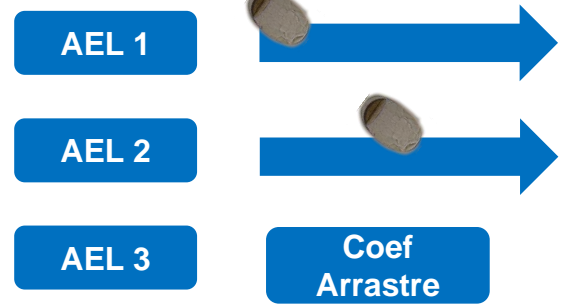
Sardina común
(*Strangomera bentincki*)



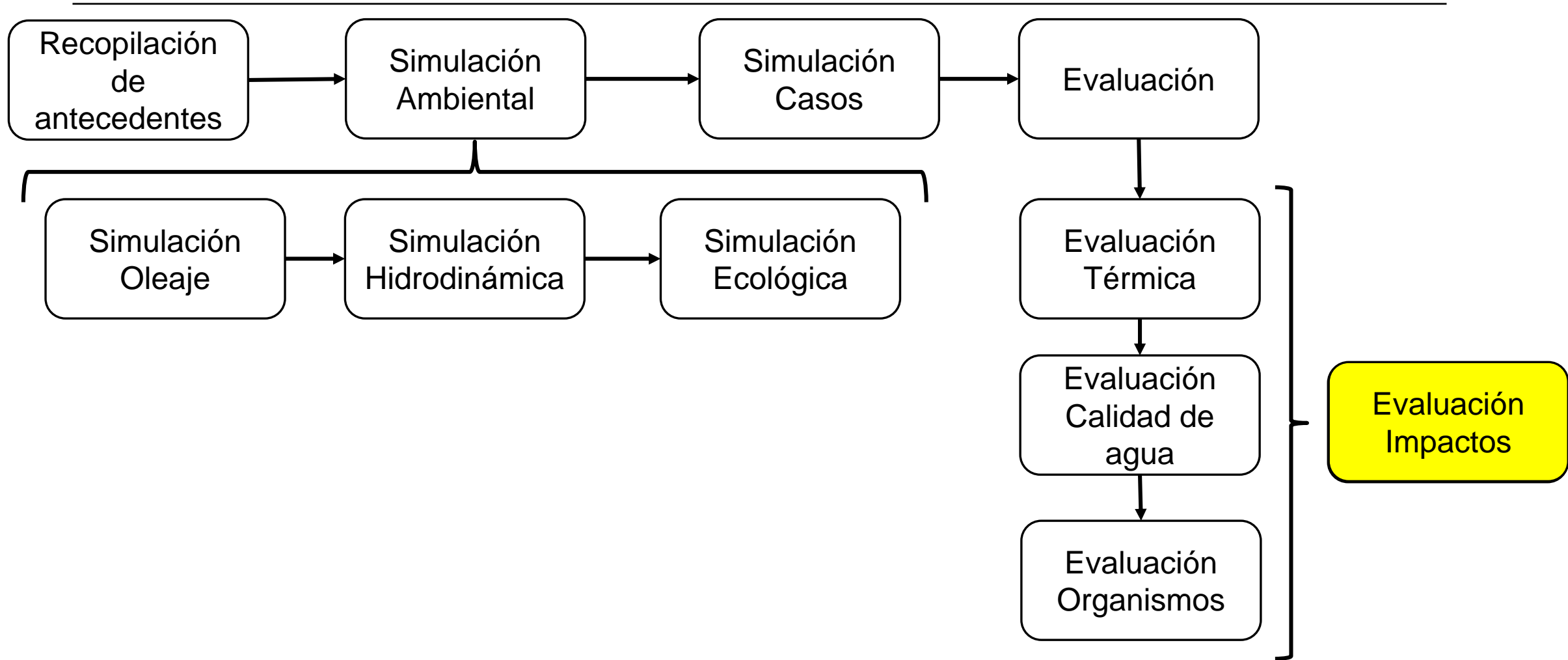
Anchoveta
(*Engraulis ringens*)



Id.	Nombre
C1	VENTANAS 1
C2	VENTANAS 2
C3	NUEVA VENTANAS
C4	CAMPICHE
C6	GASMAR TOTAL
C9	GNL QUINTERO



Metodología





Metodología

$$ICI = Rel * MI$$

$$MI = (Ca * ((Ex + Du + Rev + Int + Sin) * Cer))$$

Donde:

MI = Magnitud del Impacto

Ca = Carácter

Ex = Extensión

Du = Duración

Rev = Reversibilidad

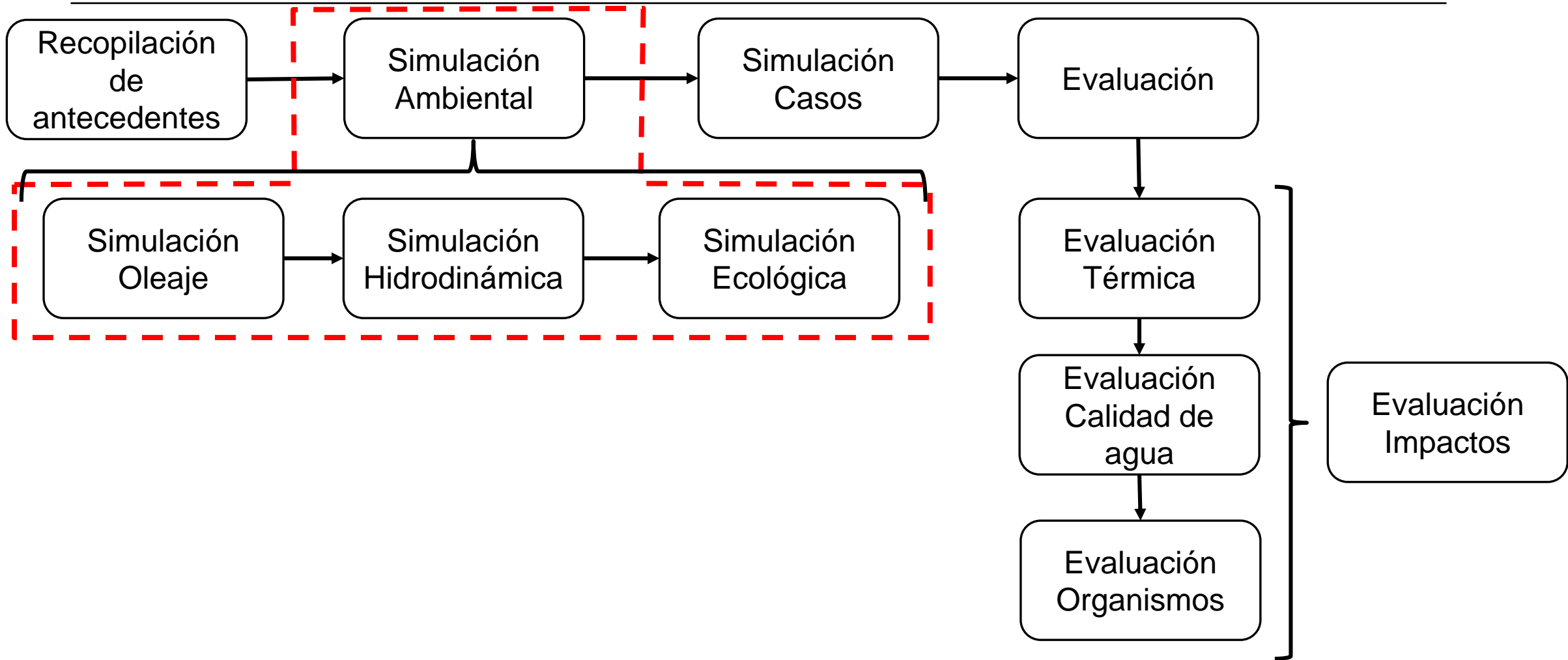
Int = Intensidad

Sin = Sinergia/ Acumulación

Cer = Certidumbre

Rango ICI		Tipo	Jerarquización (Je)
-45.0	-36.1	Negativo	- Alto
-36.0	-27.1		- Medio / Alto
-27.0	-18.1		- Medio
-18.0	-9.1		- Medio / Bajo
-9.0	-0.5		- Bajo
0.5	9.0	Positivo	+ Bajo
9.1	18.0		+ Medio / Bajo
18.1	27.0		+ Medio
27.1	36.0		+ Medio / Alto
36.1	45.0		+ Alto

Resultados



Resultados

Promedio entre Capas



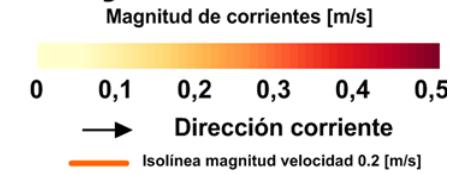
Capa Superior



Capa Fondo



Leyenda

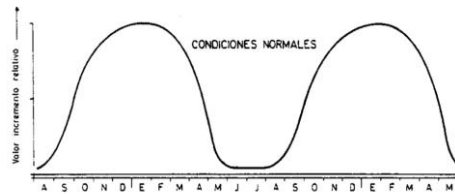


Capa Intermedia



Resultados

Fitoplancton



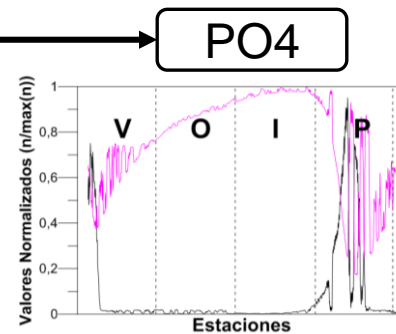
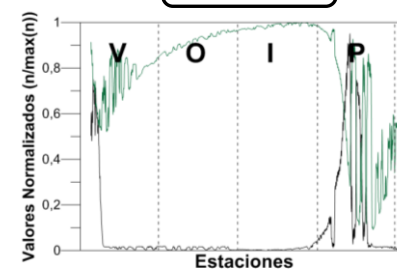
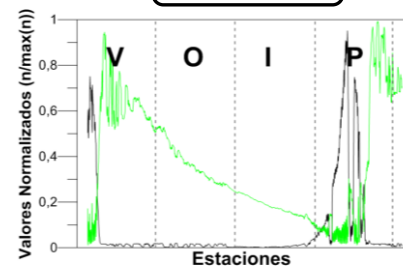
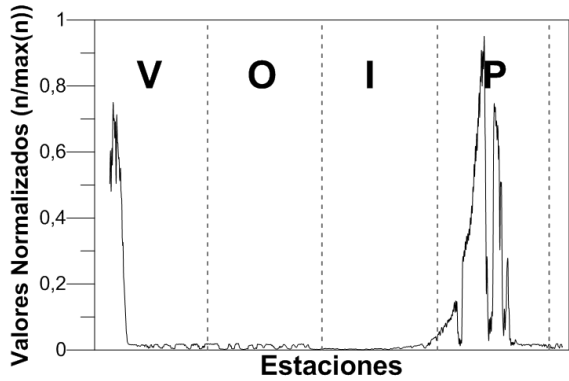
Avaria *et al.* (1988)

Nitrificación

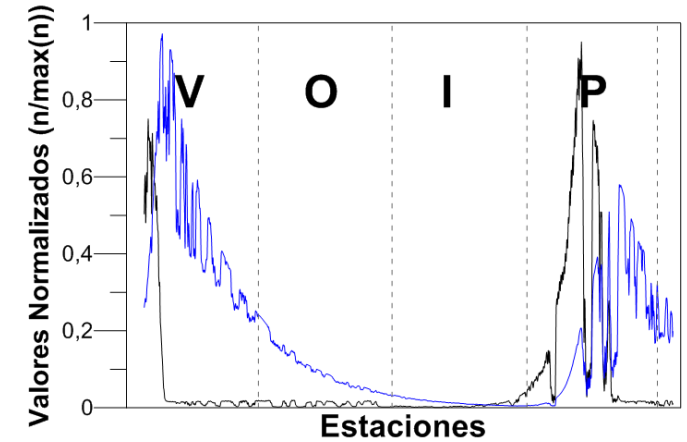
NH4

NO3

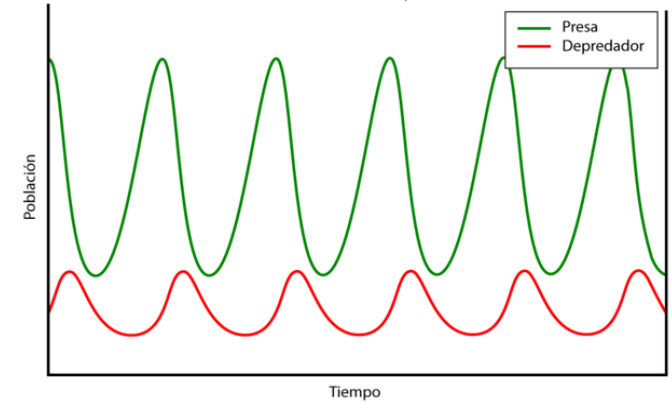
Detritus



Zooplancton

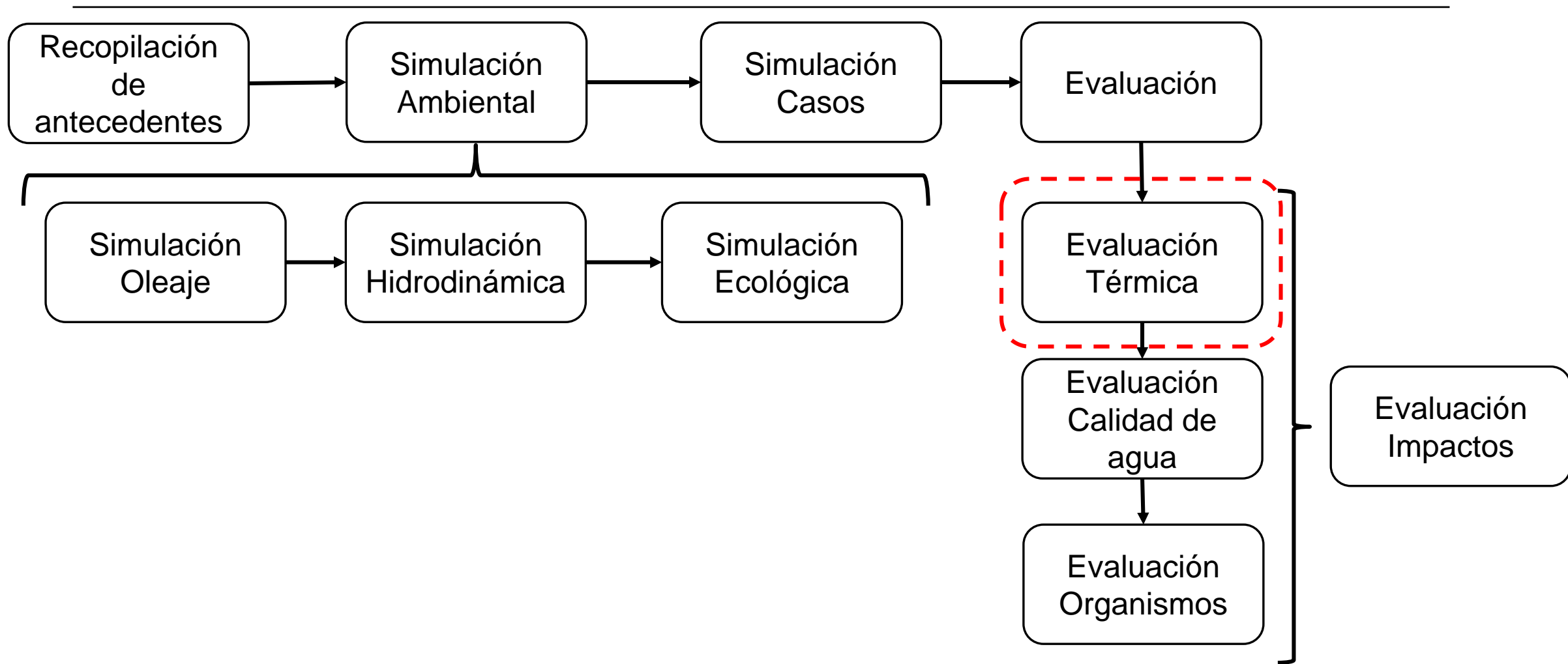


Evolución temporal



Modelo Lotka-Volterra Asencio (2017)

Resultados



Resultados

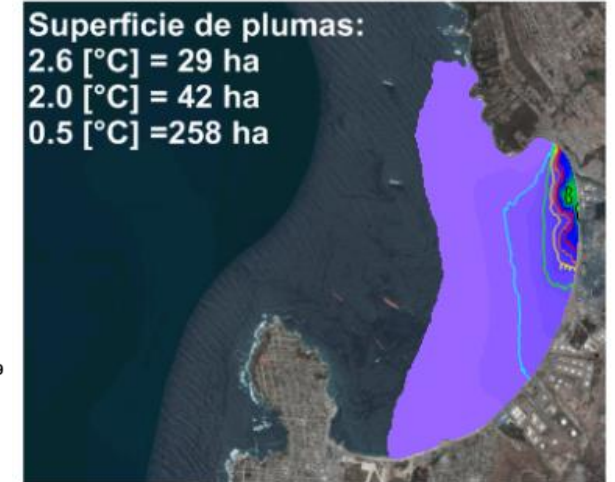
	T=0.5 [°C]			T=2 [°C]	T=2.6 [°C]
	AC	Max	Min	AC	AC
SA - SN	EC	P-S	V-F	EC	EC
	13.06%	22.13%	4.71%	2.13%	1.47%
SD90_T -SN					

Nota:

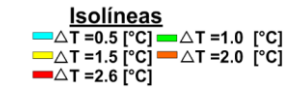
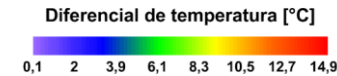
AC: Año completo V: Verano O: Otoño I: Invierno P: Primavera

EC: Entre capas S: Superficie It: Intermedio F: Fondo

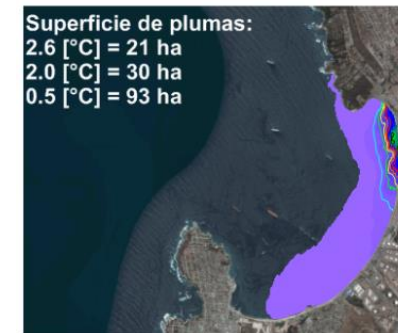
Año Completo Promedio entre capas



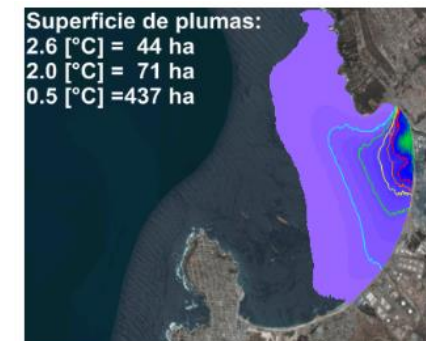
Leyenda



Verano
Capa de fondo



Primavera
Superficie



Resultados

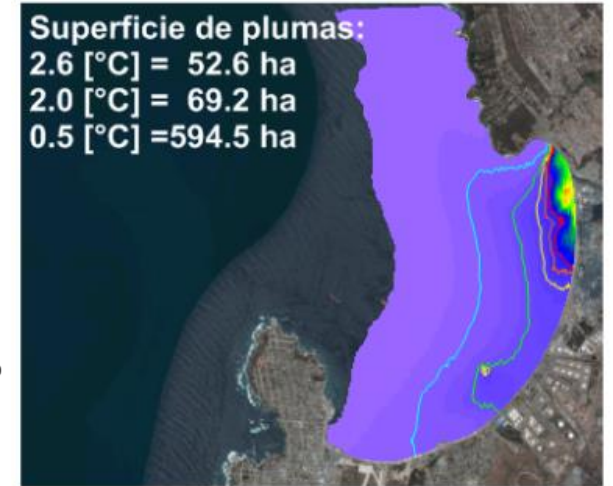
	T=0.5 [°C]			T=2 [°C]	T=2.6 [°C]
	AC	Max	Min	AC	AC
SA - SN	EC	P-S	V-F	EC	EC
	13.06%	22.13%	4.71%	2.13%	1.47%
SD90_T -SN	EC	I-S	V-F	EC	EC
	30.08%	43.85%	14.08%	3.50%	2.68%

Nota:

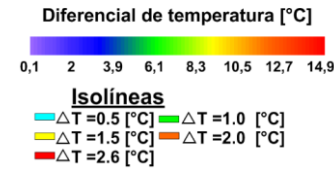
AC: Año completo V: Verano O: Otoño I: Invierno P: Primavera

EC: Entre capas S: Superficie It: Intermedio F: Fondo

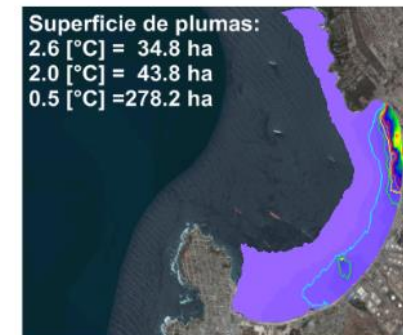
Año Completo Promedio entre capas



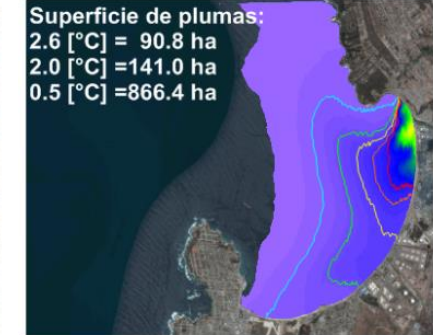
Leyenda



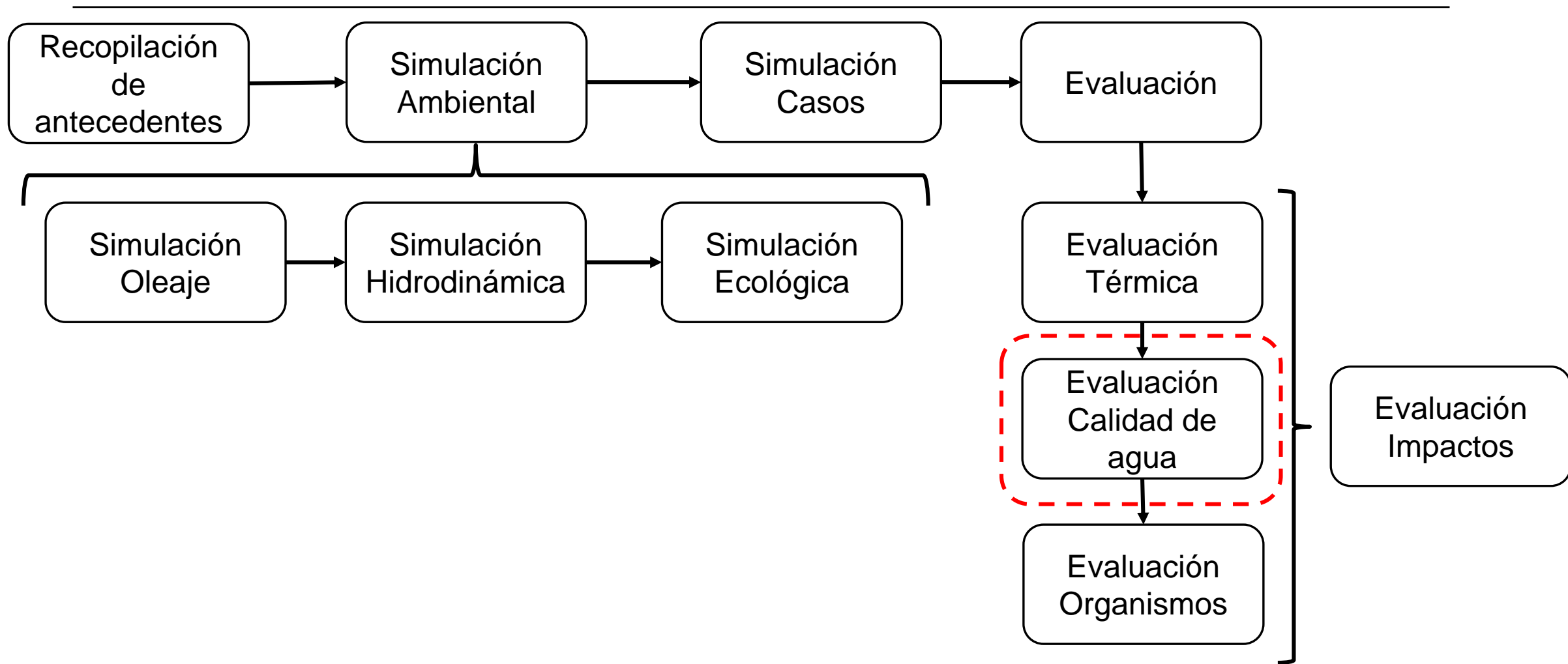
Verano
Capa de fondo



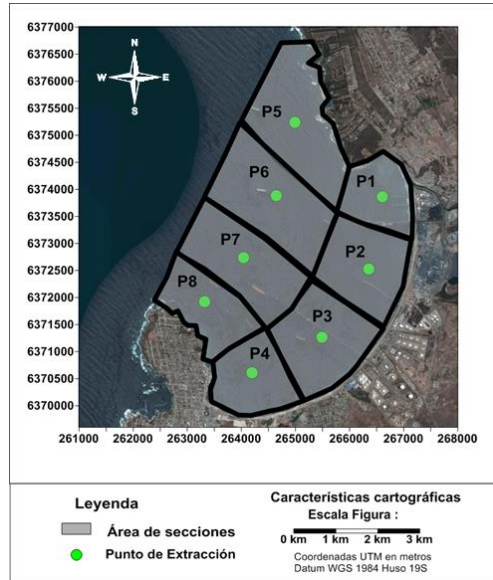
Invierno
Capa Superior



Resultados



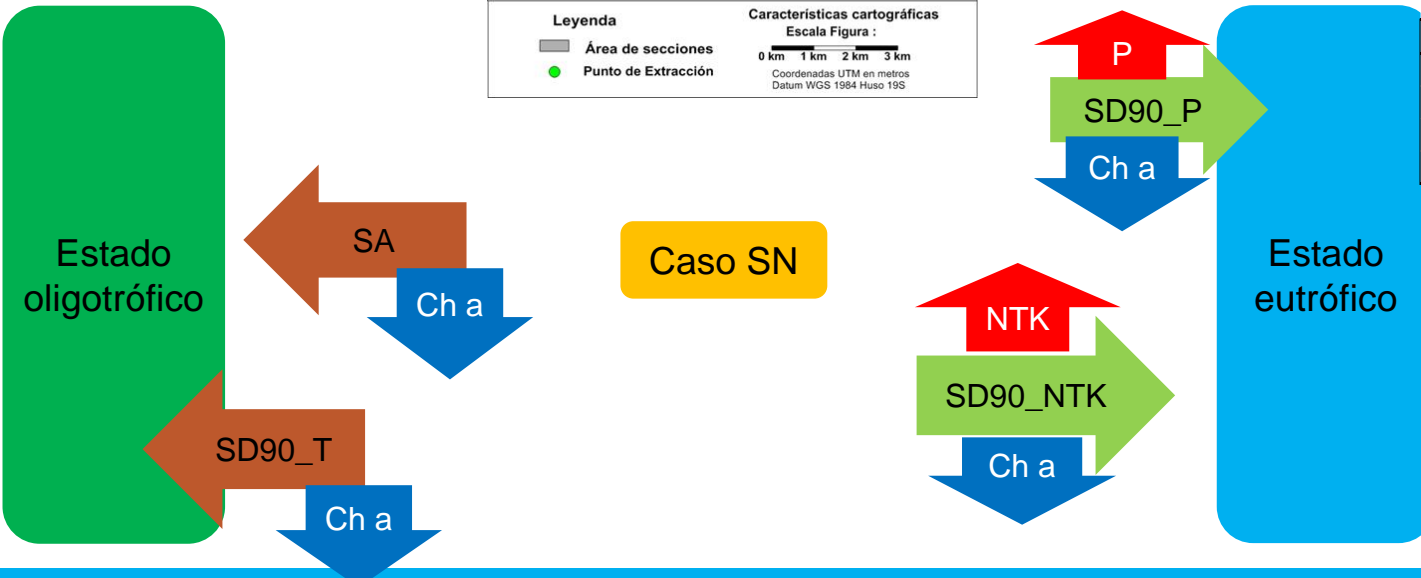
Resultados



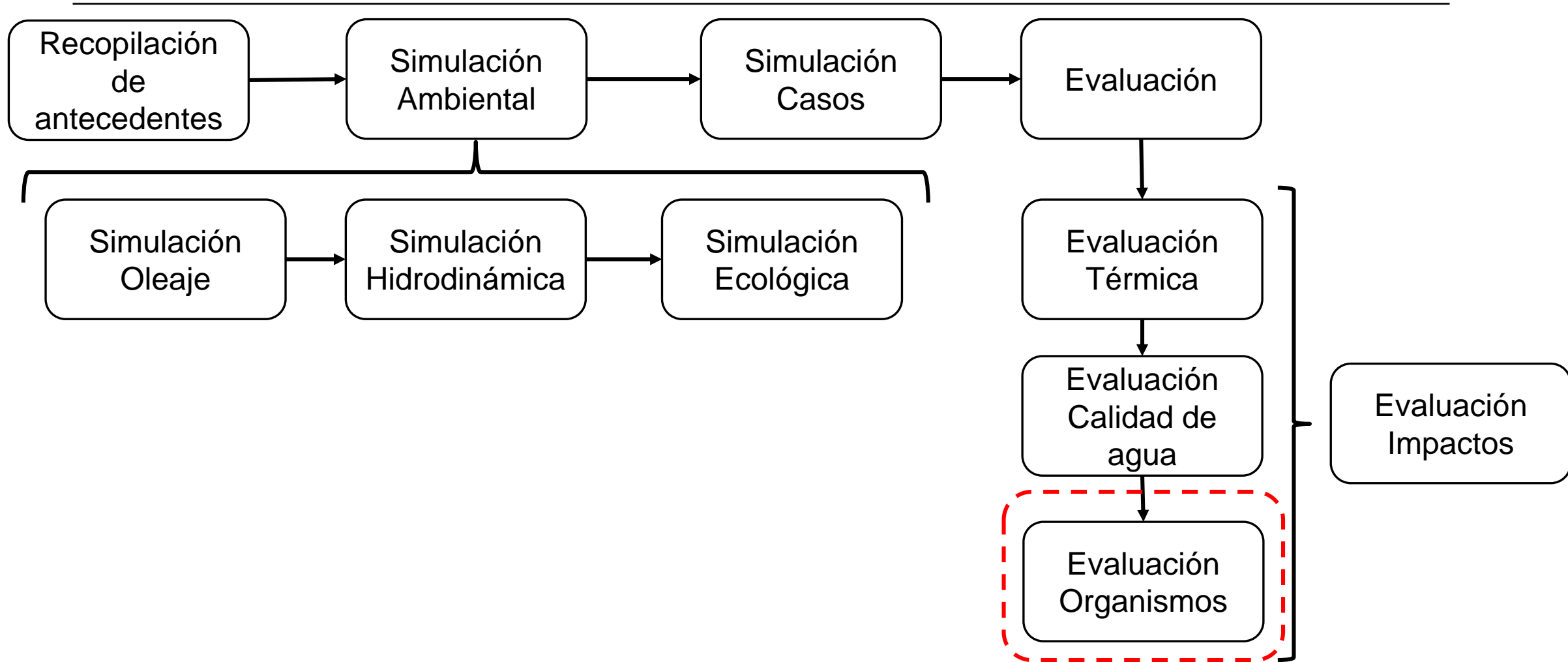
		Capa Superior								
/SN [%]		1	2	3	4	5	6	7	8	Promedio
SA		-6.14%	-6.50%	-2.09%	-1.38%	-1.93%	-1.65%	-1.17%	-0.73%	-2.70%
SD90_T		-9.39%	-10.09%	-5.18%	-2.82%	-3.80%	-3.59%	-1.82%	-1.54%	-4.78%
SD90_P		28.34%	26.22%	22.72%	20.39%	24.15%	24.58%	20.24%	19.31%	23.24%
SD90_NTK		6.08%	7.45%	9.03%	9.76%	9.48%	9.40%	10.31%	11.16%	9.08%

		Capa Intermedia								
/SN		1	2	3	4	5	6	7	8	Promedio
SA		-4.97%	-4.61%	-1.42%	-0.62%	-2.68%	-1.05%	-0.37%	-0.55%	-2.03%
SD90_T		-8.44%	-7.45%	-4.14%	-1.86%	-4.46%	-2.44%	-0.59%	-0.23%	-3.70%
SD90_P		23.30%	20.49%	25.01%	20.90%	20.68%	22.50%	22.99%	20.72%	22.07%
SD90_NTK		7.47%	8.56%	10.49%	11.23%	8.85%	10.08%	11.49%	11.71%	9.98%

		Capa Fondo								
/SN		1	2	3	4	5	6	7	8	Promedio
SA		-6.09%	-5.00%	-0.16%	0.39%	-3.05%	-2.72%	-1.71%	-0.30%	-2.33%
SD90_T		-9.80%	-6.24%	-1.47%	0.80%	-5.31%	-4.53%	-2.47%	0.19%	-3.60%
SD90_P		19.20%	16.36%	23.41%	21.35%	17.29%	17.19%	18.42%	20.01%	19.15%
SD90_NTK		5.98%	7.33%	11.68%	12.31%	8.43%	8.49%	9.58%	11.72%	9.44%

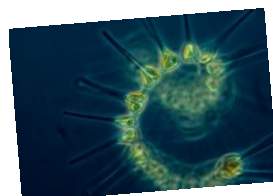
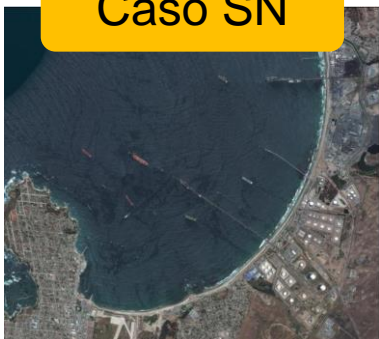


Resultados



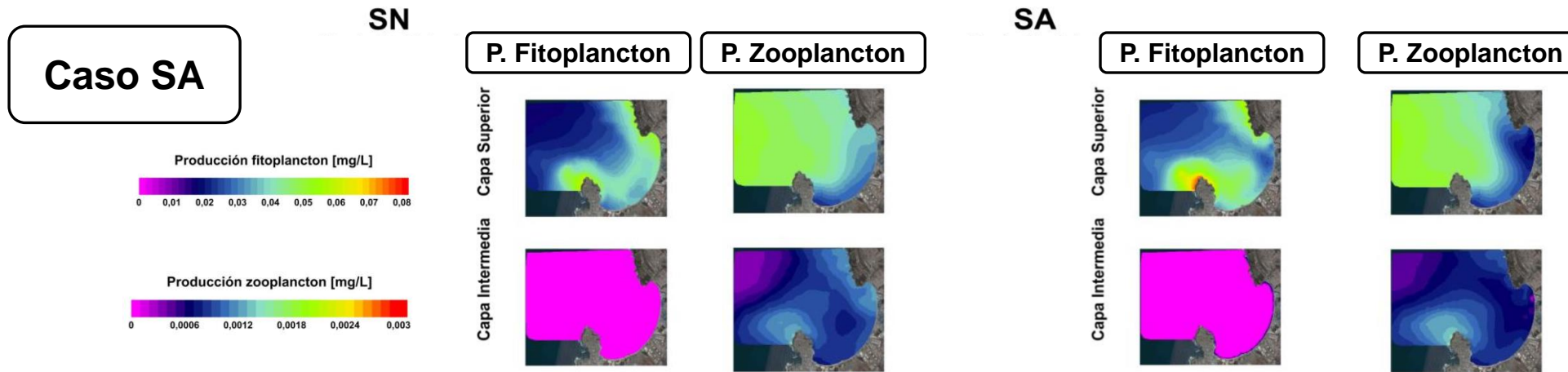
Resultados

Caso SN

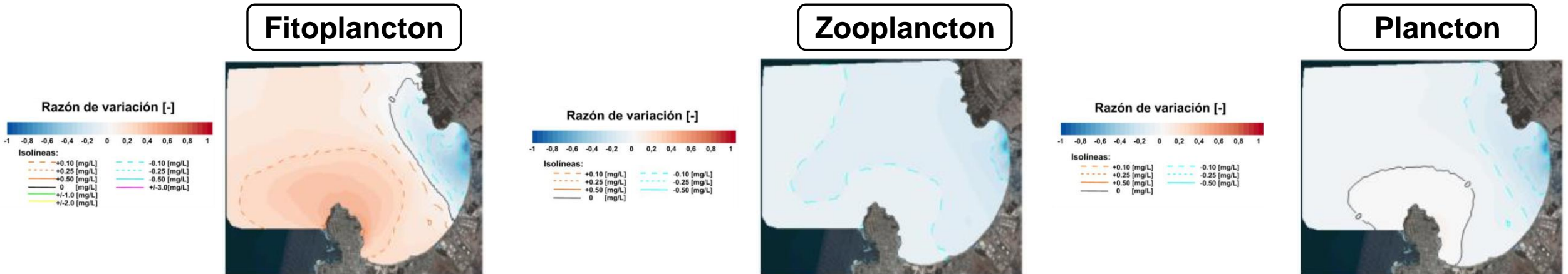


Δ/SN [%]	Fitoplancton	Zooplancton	Plancton	Producción Fitoplancton	Producción Zooplancton
SA	1.73% ↑	-10.57% ↓	-3.70% ↓	-1.77% ↓	-14.93% ↓
SD90_T	3.38% ↑	-19.22% ↓	-6.60% ↓	-8.01% ↓	-21.06% ↓
SD90_P	-8.44% ↓	14.42% ↑	1.65% ↑	-0.24% ↓	10.48% ↑
SD90_NTK	3.34% ↑	-10.69% ↓	-2.85% ↓	-0.14% ↓	-14.97% ↓

Resultados

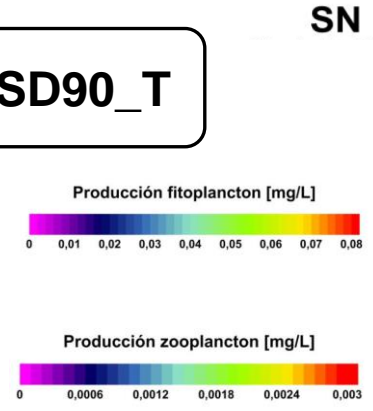


Variación promedio entre capas durante el año completo respecto caso SN

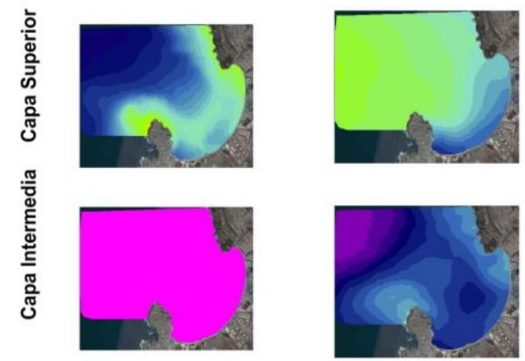


Resultados

Caso SD90_T

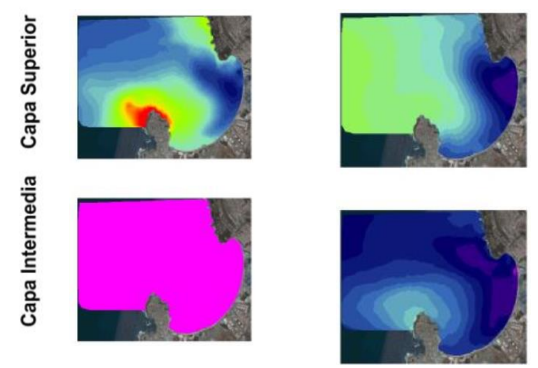


P. Fitoplancton **P. Zooplancton**



SD90_T

P. Fitoplancton **P. Zooplancton**

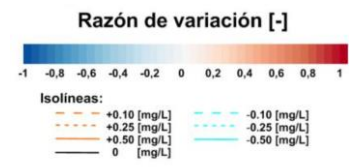
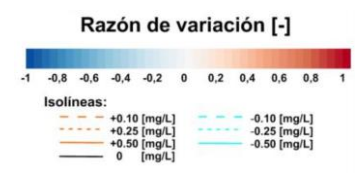
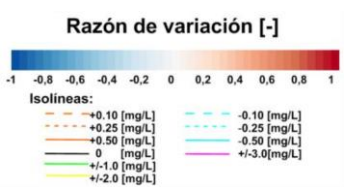


Variación promedio entre capas durante el año completo respecto caso SN

Fitoplancton

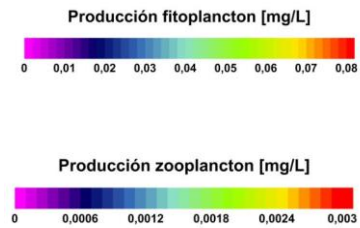
Zooplancton

Plancton



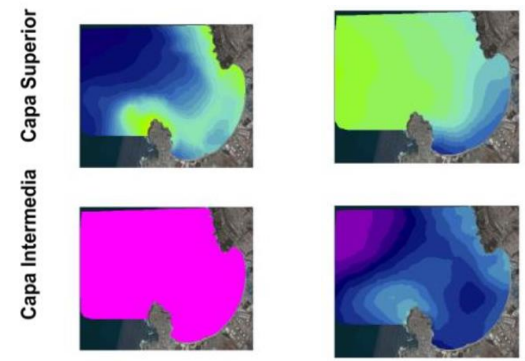
Resultados

Caso SD90_P



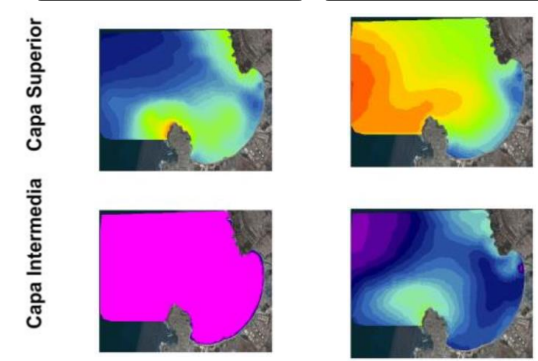
SN

P. Fitoplancton **P. Zooplancton**



SD90_P

P. Fitoplancton **P. Zooplancton**

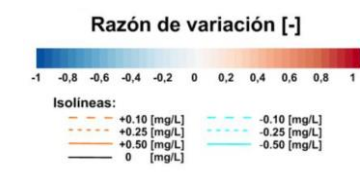
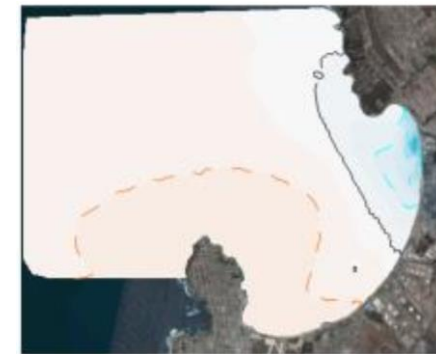
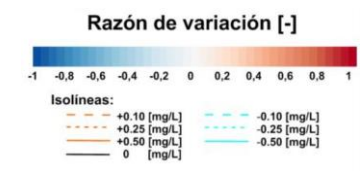
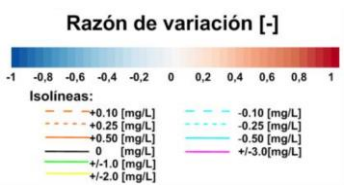


Variación promedio entre capas durante el año completo respecto caso SN

Fitoplancton

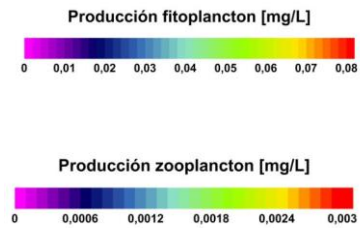
Zooplancton

Plancton



Resultados

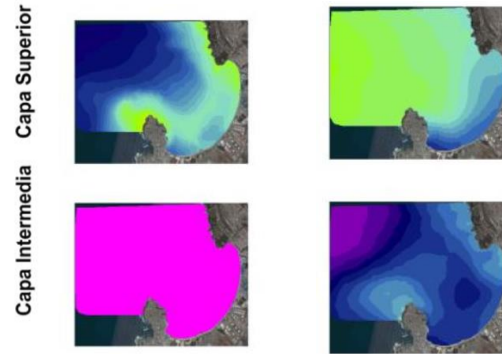
Caso SD90_NTK



SN

P. Fitoplancton

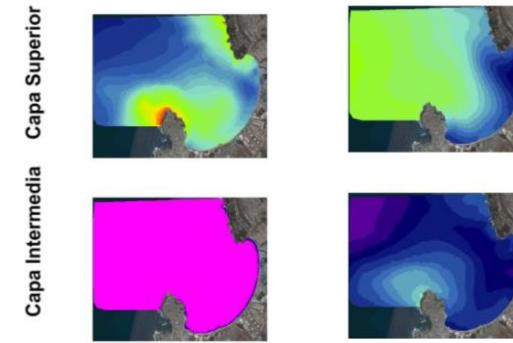
P. Zooplancton



SD90_NTK

P. Fitoplancton

P. Zooplancton

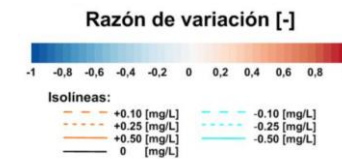
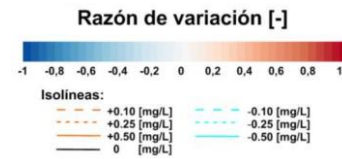
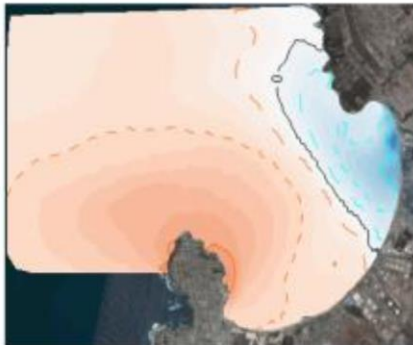
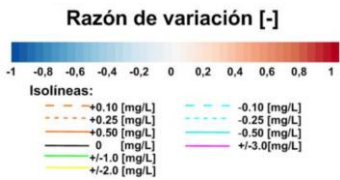


Variación promedio entre capas durante el año completo respecto caso SN

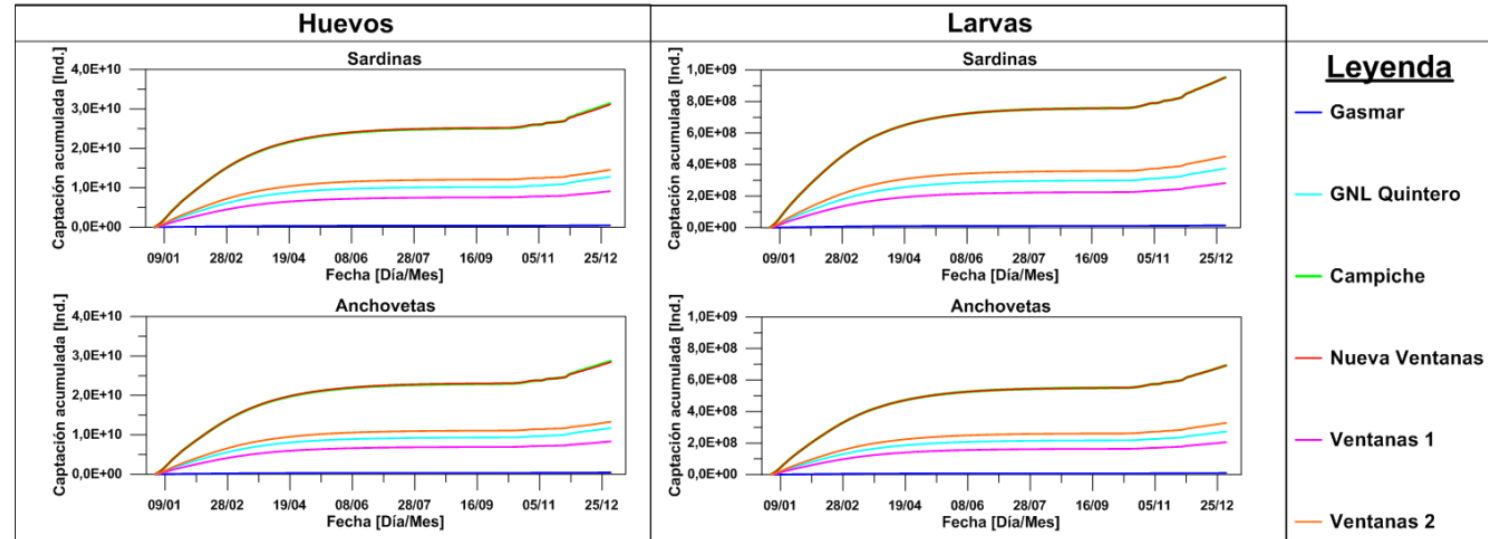
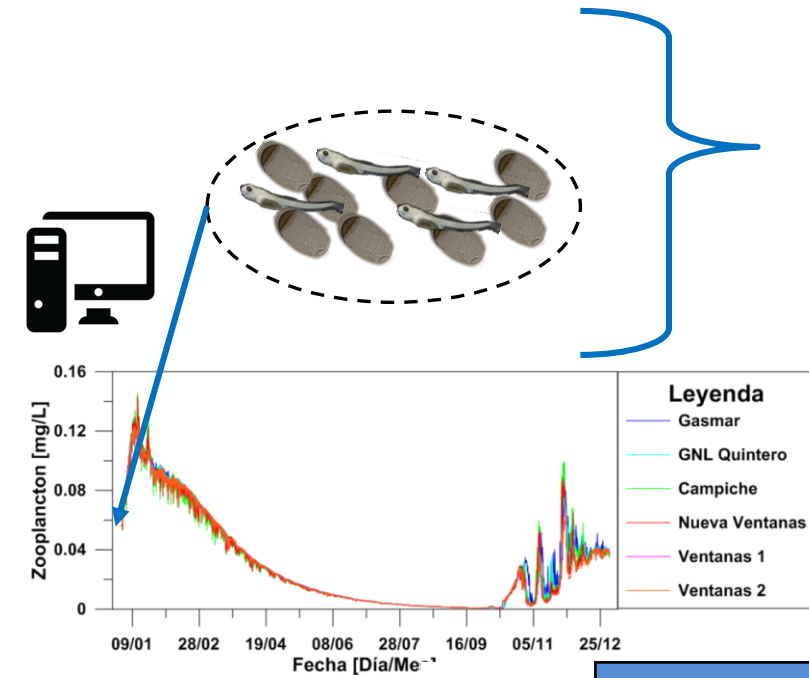
Fitoplancton

Zooplancton

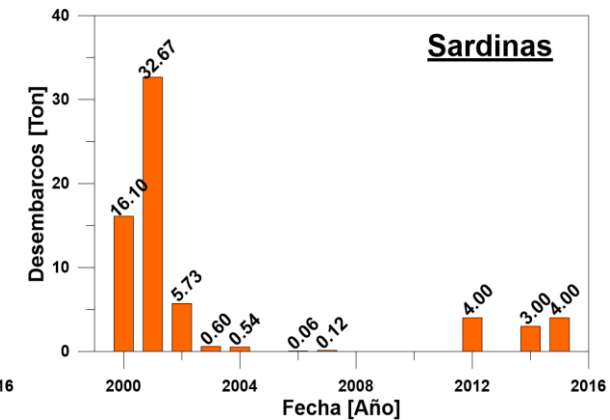
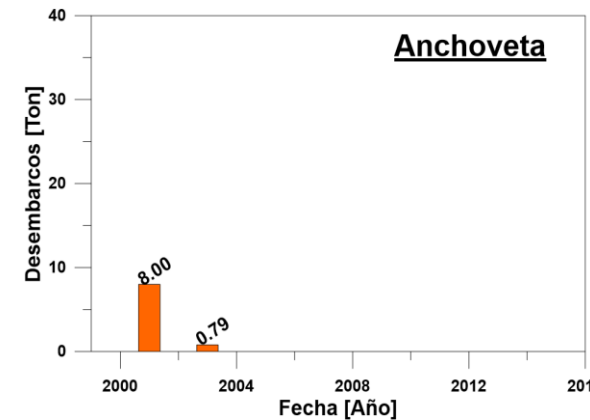
Plancton



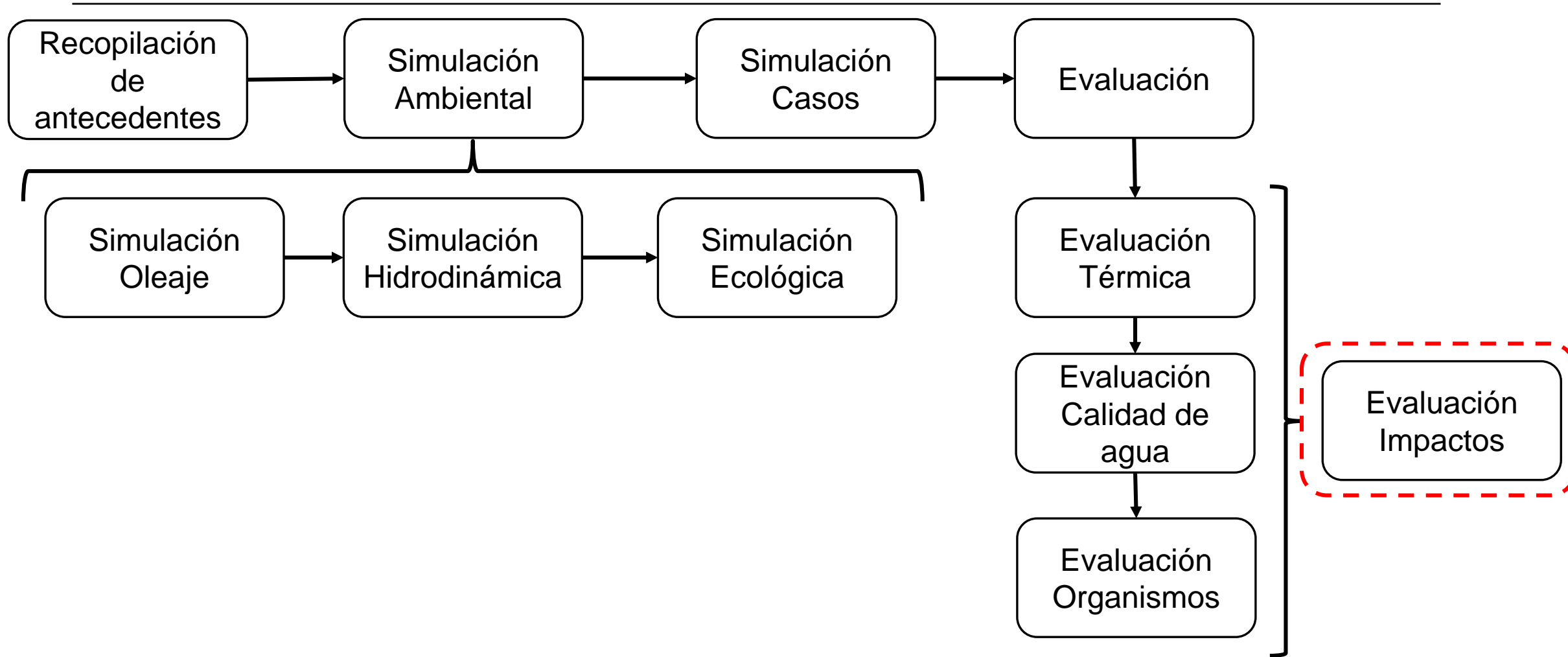
Resultados



	Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)		Sardinas (<i>Strangomera bentincki</i>)	
	[ind.]	[Ton]	[ind.]	[Ton]
AEL 1	1,800	0.54	49	0.02
AEL2	3,258	0.97	97	0.05
AEL 3	39,009	11.7	5,672	2.76



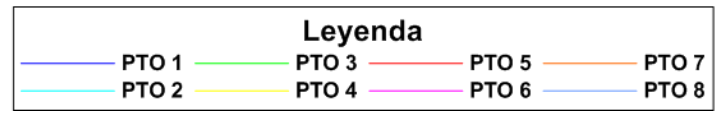
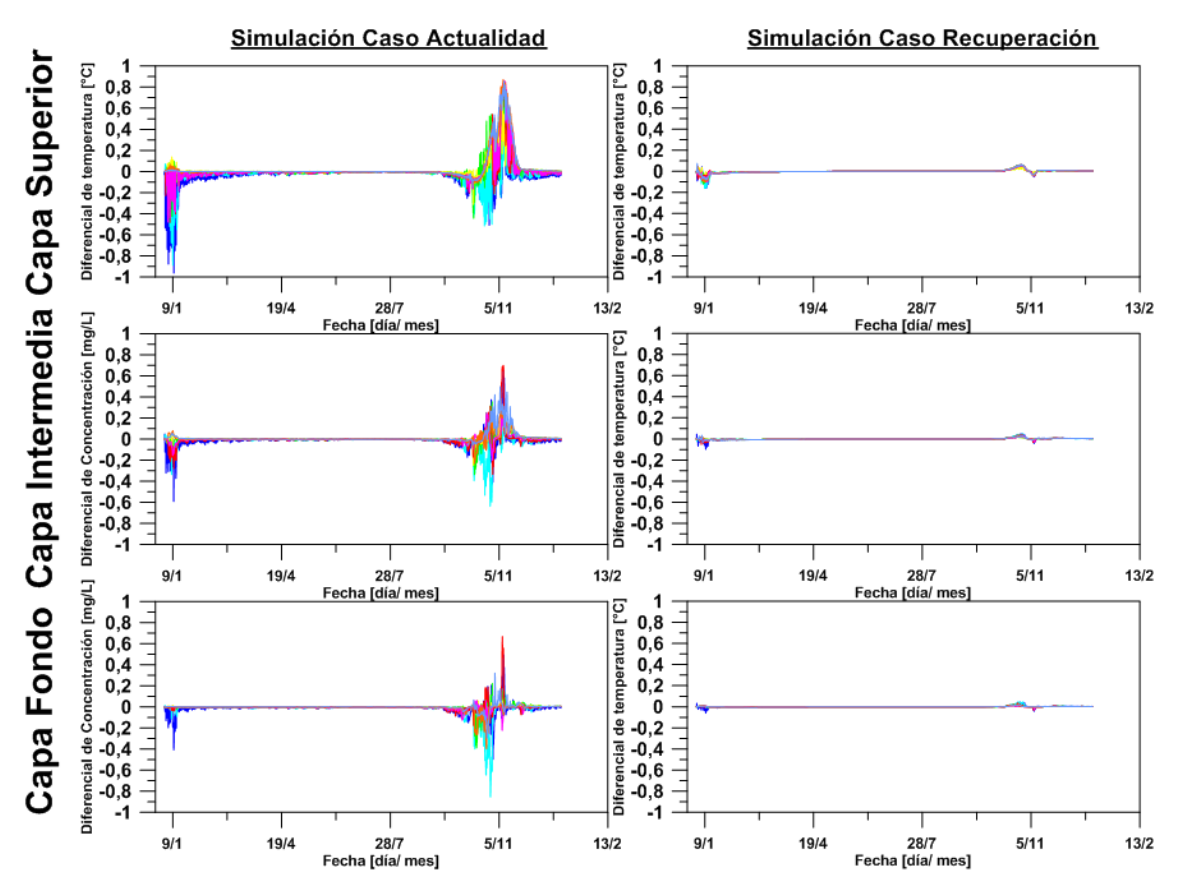
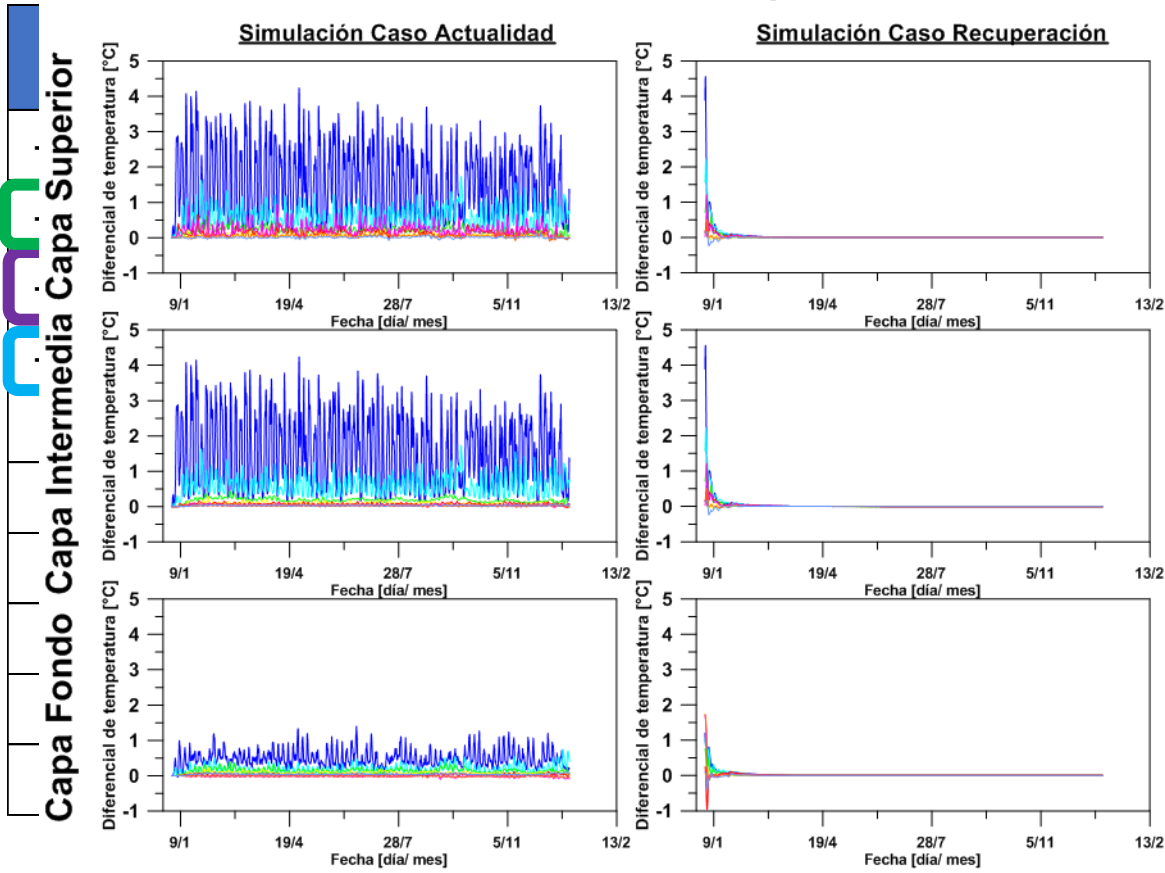
Resultados



Resultados

Diferenciales de temperatura

Diferenciales de concentraciones de plancton

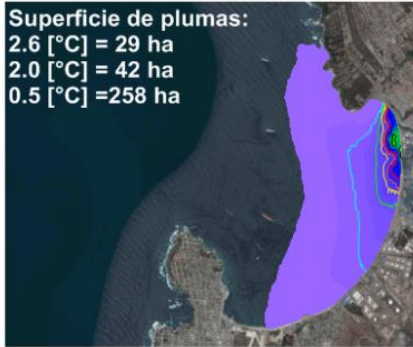


Discusión

Análisis térmico

Caso SA

Superficie de plumas:
 2.6 [°C] = 29 ha
 2.0 [°C] = 42 ha
 0.5 [°C] = 258 ha



PLANETA

Bañistas de "las termas" de Ventanas se exponen a aguas ultra contaminadas

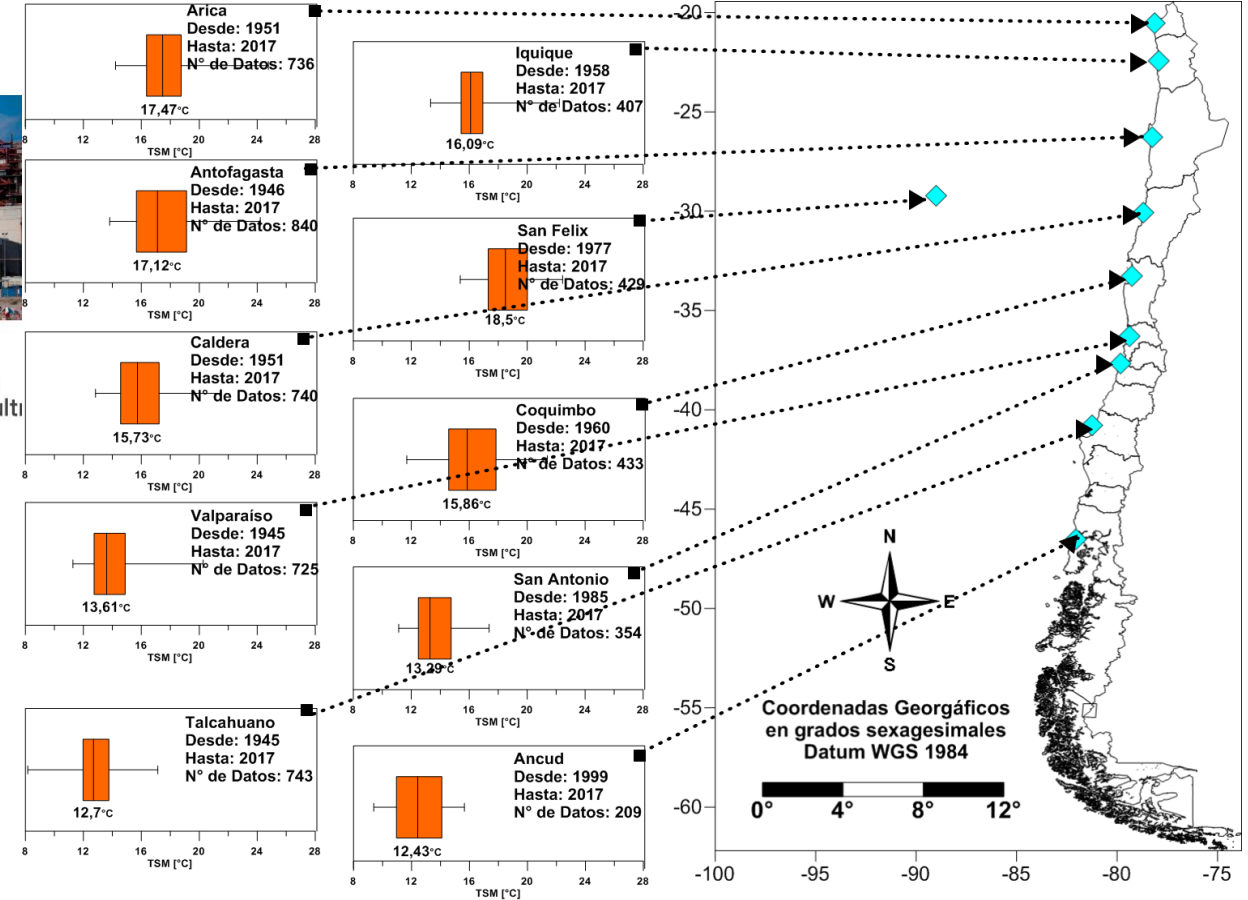
Por The Clinic Online
23 de Febrero, 2012

Casos Individuales

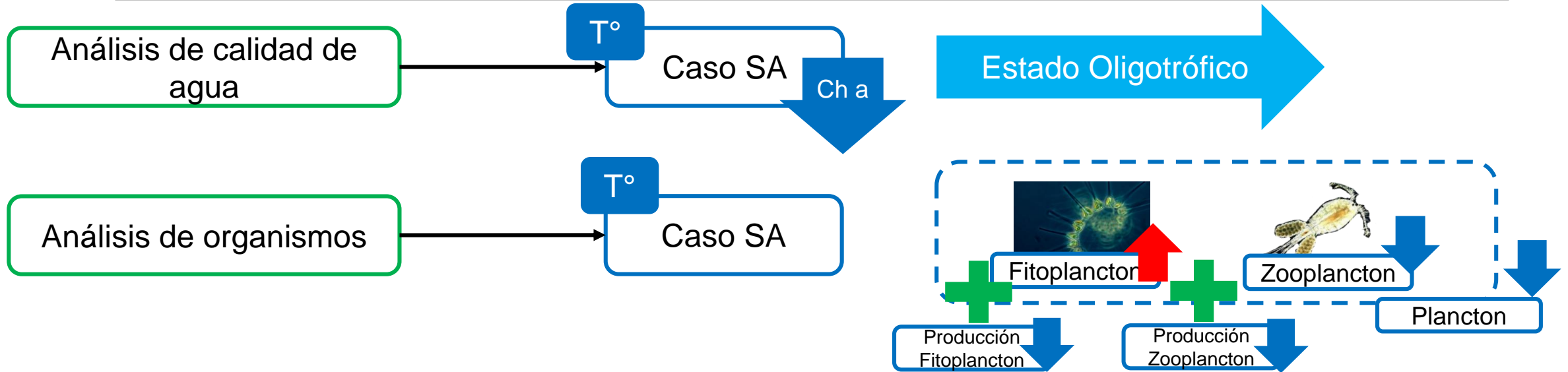
	ISA
SN+D3	27.50 %
SN+D4	22.51 %

Caso SD90_T

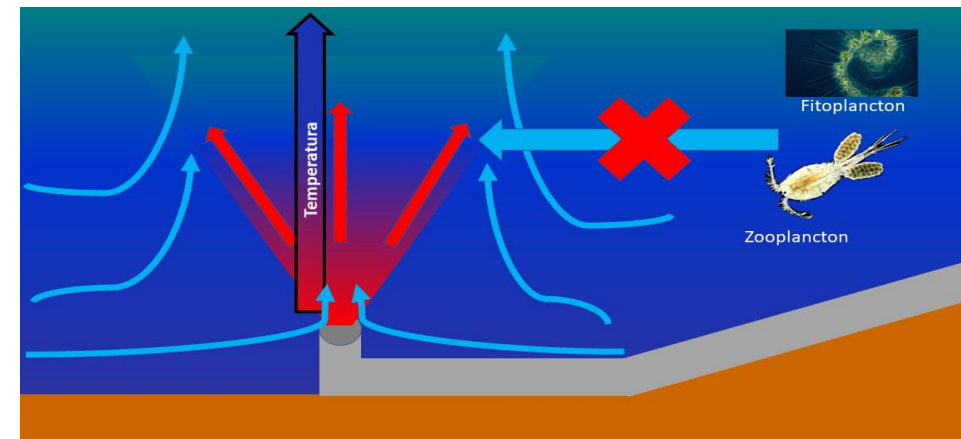
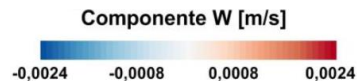
ISA
230 %



Discusión



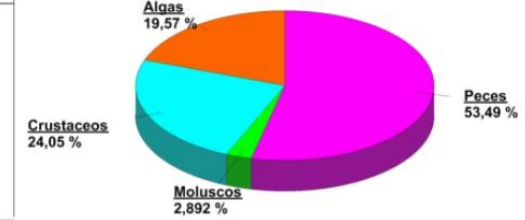
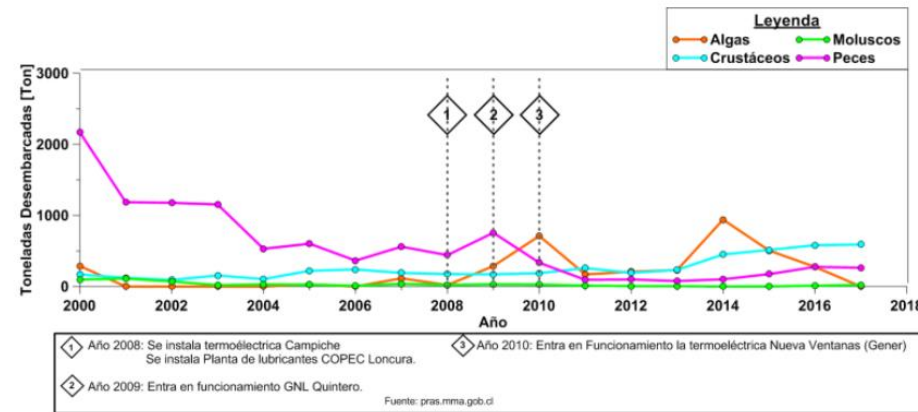
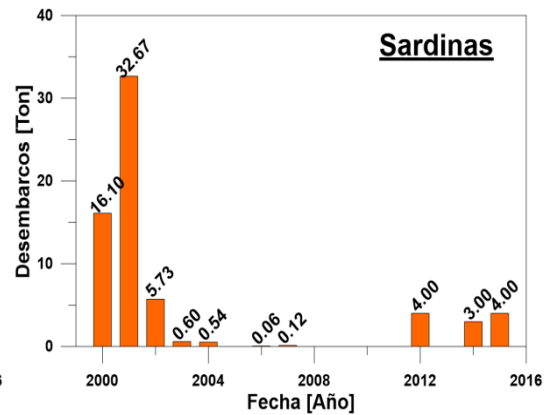
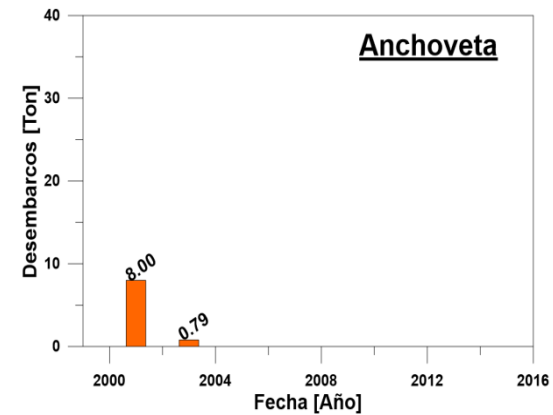
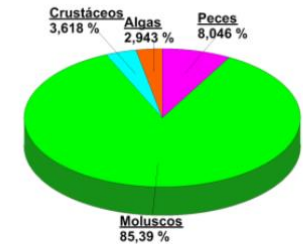
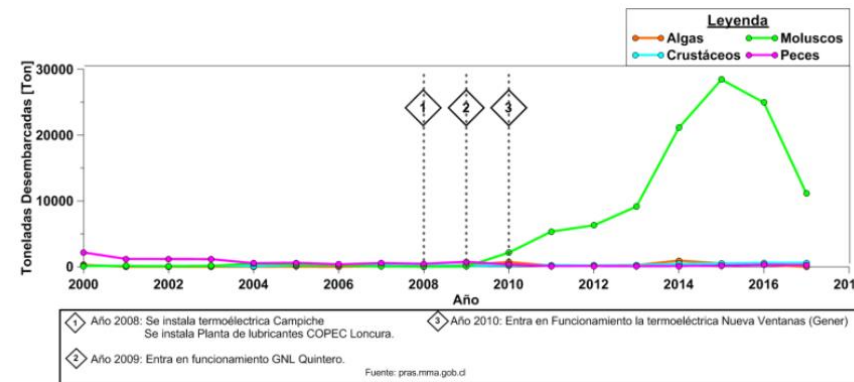
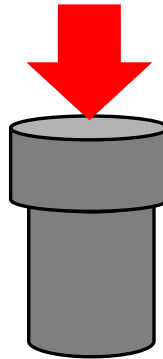
Promedio anual componente W en la capa de fondo



Discusión

Análisis de organismos

	Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>) [Ton]	Sardinas (<i>Strangomera bentincki</i>) [Ton]
AEL 3	11.7	2.76





Conclusión

Simulaciones numéricas:

Caso SA:

Caso SD90_T:

Caso SD90_P:

Caso SD90_NTK:

- El incremento de la concentración de NTK, aumentó la cantidad de nitrógeno en el agua, provocando una tendencia hacia el estado eutrófico respecto al caso SN.
- Los leves incrementos de los organismos respecto al caso SA se debe a que el nitrógeno no se configuró como un nutriente limitante y a los procesos que se deben ocurrir sobre el NTK para permitir su consumo.

Fin

