

ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL DEPOSITADO BAJO LAS BALSAS JAULAS DEL CENTRO DE CULTIVO BRAZO MÉRIDA, UTILIZANDO EL MODELO DEPOMOD V2.2

Preparado por: Sebastián Escobar Márquez

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los patrones de distribución del carbono orgánico total, depositado bajo las balsas jaulas del centro de cultivo Brazo Mérida, utilizando el modelo DEPOMOD V2.2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

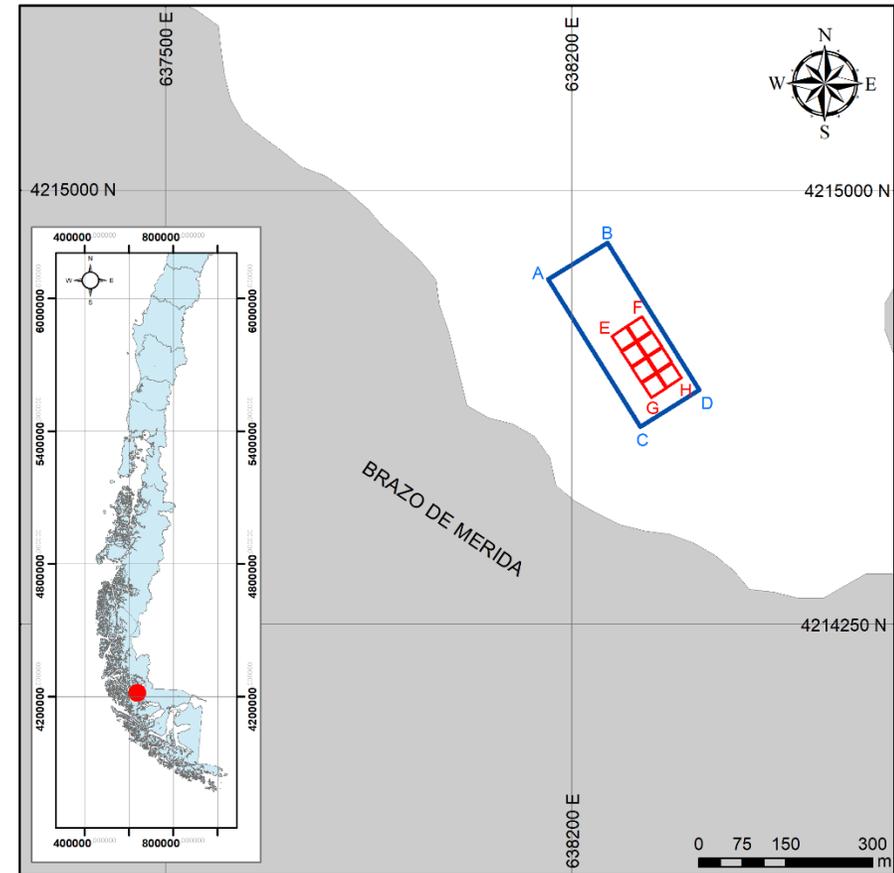
Representar las características medio ambientales de la zona de estudio, mediante un análisis de corrientes, fondo marino y geografía del lugar.

Simular los patrones de dispersión de carbono orgánico total del centro con el uso de diferentes corrientes por medio de modelaciones realizadas con DEPOMOD.

Obtener el Índice de Impacto ambiental de cantidad de carbono orgánico emitido, por medio del modelo de Findlay and Waittling.

Analizar el efecto de las corrientes sobre la dispersión de carbono orgánico total e Índice de Impacto que se produce en el sustrato para el centro de cultivo de salmones modelado, bajo distintos escenarios de forzamiento de la hidrodinámica del sitio.

ANTECEDENTES GENERALES



MODELO DEPOMOD V2.2

MÓDULOS

- Gridgen
- Partrack
- Resus

Parámetros de entrada

Número de jaulas	8
Dimensiones jaulas (m)	30x30x15
Producción (toneladas)	3500
Factor de conversión	1,1
Ciclo	690
Alimento por ciclo (toneladas)	3850
Alimento/jaula/día (kg)	697,46

Diámetro de pellets (mm)	%	Velocidad de sedimentación (m/s)
3	10	0.076
7.6	20	0.110
9	70	0.122

Supuestos modelo	
Cont. Agua en alimento	9%
Alimento no consumido	3%
C del alimento en peso seco	49%
C en fecas	30%
Digestibilidad	85%
Coef dispersión (x)	0,1 m ² /s
Coef dispersión (y)	0,1 m ² /s
Coef dispersión (z)	0,001 m ² /s

INCORPORAR EFECTOS DEL VIENTO AL MODELO

		Magnitud (m/s)					Total	Frecuencia
		calma	1-2	2-4	4-6	6-8		
Dirección	N	113	199	32			344	7%
	NE	102	37	6			145	3%
	E	81	10				91	2%
	SE	113	58	1			172	4%
	S	104	82	8			194	4%
	SW	163	186	139	6		494	10%
	W	157	240	434	84		915	19%
	NW	204	594	1358	289	7	2452	51%
	Total	1037	1406	1978	379	7	4807	100%
	Frecuencia	22%	29%	41%	8%	0%		

		Magnitud (m/s)					Total	Frecuencia
		calma	1-2	2-4	4-6	6-8		
Fecha	03-12-2017	73	6	14			93	2%
	04-12-2017	9	50	79	6		144	3%
	05-12-2017	2	17	93	32		144	3%
	06-12-2017	14	66	63	1		144	3%
	07-12-2017	27	53	57	7		144	3%
	08-12-2017	38	37	54	15		144	3%
	09-12-2017	32	53	59			144	3%
	10-12-2017	73	10	29	31	1	144	3%
	11-12-2017	29	88	27			144	3%
	12-12-2017	24	28	82	10		144	3%
	13-12-2017	3	46	81	14		144	3%
	14-12-2017	14	65	61	4		144	3%
	15-12-2017	57	58	29			144	3%
	16-12-2017	40	68	35	1		144	3%
	17-12-2017	13	29	69	31	2	144	3%
	18-12-2017	2	16	84	42		144	3%
	19-12-2017	95	33	15	1		144	3%
	20-12-2017	53	9	59	23		144	3%
	21-12-2017	6	39	93	6		144	3%
	22-12-2017	15	53	75	1		144	3%
	23-12-2017		28	80	32	4	144	3%
	24-12-2017	2	20	79	43		144	3%
	25-12-2017	28	76	40			144	3%
	26-12-2017	15	21	94	14		144	3%
	27-12-2017	44	42	48	10		144	3%
	28-12-2017	7	66	69	2		144	3%
	29-12-2017	7	61	63	13		144	3%
	30-12-2017		7	108	29		144	3%
	31-12-2017	4	28	104	8		144	3%
	01-01-2018	83	53	8			144	3%
	02-01-2018	65	67	12			144	3%
03-01-2018	85	15	41	3		144	3%	
04-01-2018	38	55	51			144	3%	
05-01-2018	40	43	23			106	2%	
Total	1037	1406	1978	379	7	4807	100%	
Frecuencia	22%	29%	41%	8%	0%			

INCORPORAR EFECTOS DEL VIENTO AL MODELO

MAGNITUDES MÁXIMAS

		Magnitud (m/s)				Total	Frecuencia	
23-12-2017		1-2	2-4	4-6	6-8			
Hora	0:00-2:00	4	8			12	8%	
	2:00-4:00	7	5			12	8%	
	4:00-6:00	9	3			12	8%	
	6:00-8:00	6	6			12	8%	
	8:00-10:00	1	12			13	9%	
	10:00-12:00		7	4		11	8%	
	12:00-14:00		5	7		12	8%	
	14:00-16:00		1	8	4	13	9%	
	16:00-18:00		5	6		11	8%	
	18:00-20:00		8	4		12	8%	
	20:00-22:00		11	2		13	9%	
	22:00-0:00	1	9	1		11	8%	
	Total		28	80	32	4	144	100%
	Frecuencia		19%	56%	22%	3%	100%	

		Magnitud (m/s)				Total	Frecuencia	
24-12-2017		calma	1-2	2-4	4-6			
Hora	0:00-2:00		6	6		12	8%	
	2:00-4:00		2	2	8	12	8%	
	4:00-6:00			3	9	12	8%	
	6:00-8:00			8	4	12	8%	
	8:00-10:00			12	1	13	9%	
	10:00-12:00		1	10		11	8%	
	12:00-14:00			8	4	12	8%	
	14:00-16:00			4	9	13	9%	
	16:00-18:00			6	5	11	8%	
	18:00-20:00			12		12	8%	
	20:00-22:00	1	2	7	3	13	9%	
	22:00-0:00	1	9	1		11	8%	
	Total		2	20	79	43	144	100%
	Frecuencia		1%	14%	55%	30%	100%	

INCORPORAR EFECTOS DEL VIENTO AL MODELO

MAGNITUDES MÍNIMAS

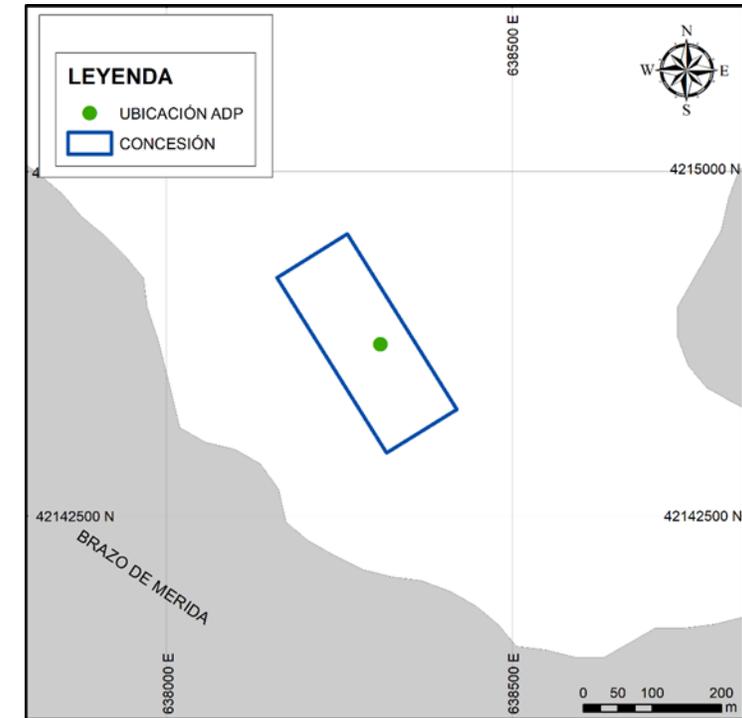
		Magnitud (m/s)			Total	Frecuencia
		01-01-2018	calma	1-2		
Hora	0:00-2:00		11	1	12	8%
	2:00-4:00		8	4	12	8%
	4:00-6:00	7	3	2	12	8%
	6:00-8:00	7	5		12	8%
	8:00-10:00	12	1		13	9%
	10:00-12:00	7	4		11	8%
	12:00-14:00	9	3		12	8%
	14:00-16:00	12	1		13	9%
	16:00-18:00	5	5	1	11	8%
	18:00-20:00	9	3		12	8%
	20:00-22:00	8	5		13	9%
	22:00-0:00	7	4		11	8%
	Total		83	53	8	144
Frecuencia		58%	37%	6%	100%	

		Magnitud (m/s)			Total	Frecuencia
		02-01-2018	calma	1-2		
Hora	0:00-2:00	4	8		12	8%
	2:00-4:00	3	9		12	8%
	4:00-6:00	12			12	8%
	6:00-8:00	12			12	8%
	8:00-10:00	13			13	9%
	10:00-12:00	5	6		11	8%
	12:00-14:00	3	6	3	12	8%
	14:00-16:00		12	1	13	9%
	16:00-18:00		10	1	11	8%
	18:00-20:00		7	5	12	8%
	20:00-22:00	3	8	2	13	9%
	22:00-0:00	10	1		11	8%
	Total		65	67	12	144
Frecuencia		45%	47%	8%	100%	

SELECCIÓN DE CAPAS DE CORRIENTES

ANÁLISIS GENERAL DE LA COLUMNA DE AGUA

Capas	Profundidad (m)	Frecuencia de ocurrencia (%)								
		<1,5 cm/s	1,5 – 3,0 cm/s	3,1 – 5,0 cm/s	5,1 – 10,0 cm/s	10,1 – 15,0 cm/s	15,1 – 20,0 cm/s	20,1 – 25,0 cm/s	25,1 - 30,0 cm/s	> 30,1 cm/s
1	00-02	0.35	1.10	1.79	4.49	2.81	2.83	3.14	5.01	78.48
2	02-04	2.45	6.80	12.02	31.40	19.46	13.60	8.65	4.35	1.27
3	04-06	2.81	9.88	16.72	40.38	19.75	8.05	2.00	0.40	0.02
4	06-08	3.35	10.15	18.63	36.35	18.24	8.53	3.78	0.81	0.17
5	08-10	3.02	9.71	18.07	38.84	19.03	7.40	2.85	0.87	0.21
6	10-12	4.08	10.73	19.94	39.32	17.68	6.13	1.77	0.31	0.04
7	12-14	3.95	11.08	19.86	38.95	15.26	6.92	2.56	0.94	0.48
8	14-16	3.49	10.15	19.40	38.10	16.24	7.40	3.47	1.29	0.46
9	16-18	4.95	14.58	23.54	42.32	12.16	2.20	0.23	0.00	0.02
10	18-20	6.24	17.57	28.13	41.73	5.88	0.33	0.06	0.02	0.02
11	20-22	6.20	19.61	29.94	39.13	4.85	0.25	0.02	0.00	0.00
12	22-24	6.99	18.86	28.84	39.86	5.01	0.37	0.04	0.02	0.00
13	24-26	7.07	20.82	30.13	38.26	3.64	0.08	0.00	0.00	0.00
14	26-28	6.76	18.92	31.96	37.89	4.20	0.23	0.04	0.00	0.00
15	28-30	7.94	21.31	31.19	36.41	2.97	0.12	0.04	0.00	0.00
16	30-32	7.22	20.00	32.63	36.81	3.12	0.17	0.06	0.00	0.00
17	32-34	7.63	22.27	31.71	35.41	2.70	0.25	0.02	0.00	0.00
18	34-36	7.01	20.61	30.51	38.45	3.22	0.10	0.08	0.02	0.00
19	36-38	7.49	21.06	31.21	36.89	3.12	0.19	0.00	0.02	0.02
20	38-40	7.42	20.57	32.54	36.41	2.87	0.10	0.06	0.00	0.02
21	40-42	7.26	20.57	29.86	38.49	3.66	0.15	0.00	0.00	0.02
22	42-44	7.38	21.58	30.55	36.70	3.72	0.02	0.00	0.04	0.00
23	44-46	6.74	19.96	29.88	39.26	3.87	0.23	0.04	0.00	0.02
24	46-48	6.82	18.44	29.90	40.36	4.30	0.15	0.00	0.02	0.00
25	48-50	6.18	17.76	28.63	41.03	5.97	0.37	0.06	0.00	0.00
26	50-52	5.84	17.53	27.76	42.38	5.99	0.50	0.00	0.00	0.00
27	52-54	5.07	14.85	25.85	42.77	9.40	1.60	0.29	0.12	0.04
28	54-56	3.78	11.71	20.07	40.80	15.91	5.49	1.91	0.23	0.10
29	56-58	3.29	10.25	18.82	42.82	18.44	5.24	0.94	0.19	0.02
30	58-60	5.07	15.24	27.76	44.19	7.47	0.27	0.00	0.00	0.00
31	60-62	5.24	15.80	27.05	44.15	7.49	0.27	0.00	0.00	0.00

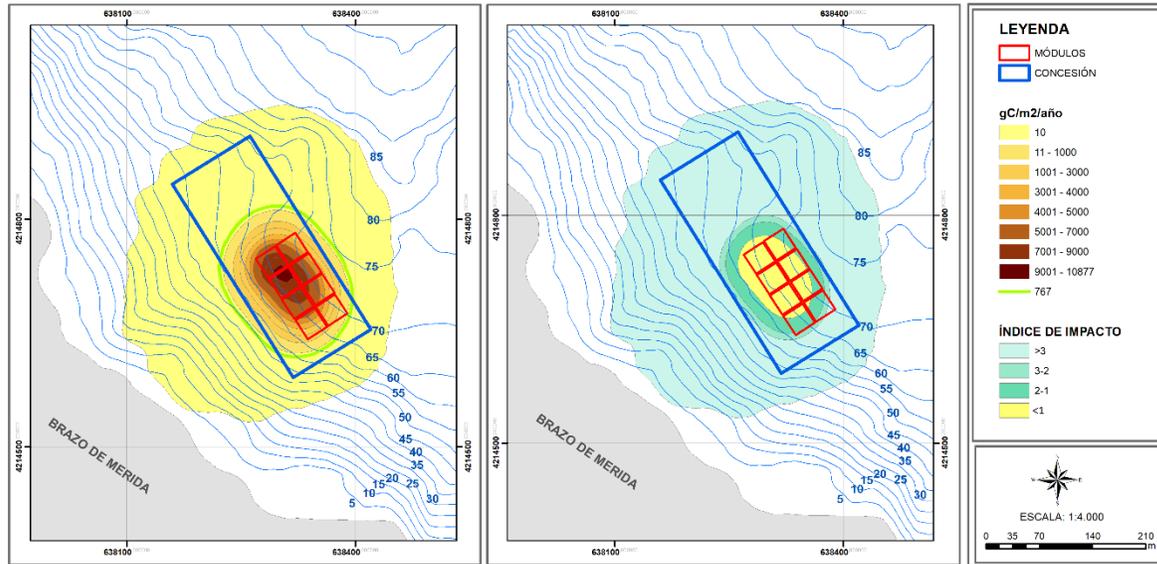


ANÁLISIS DE CORRIENTES

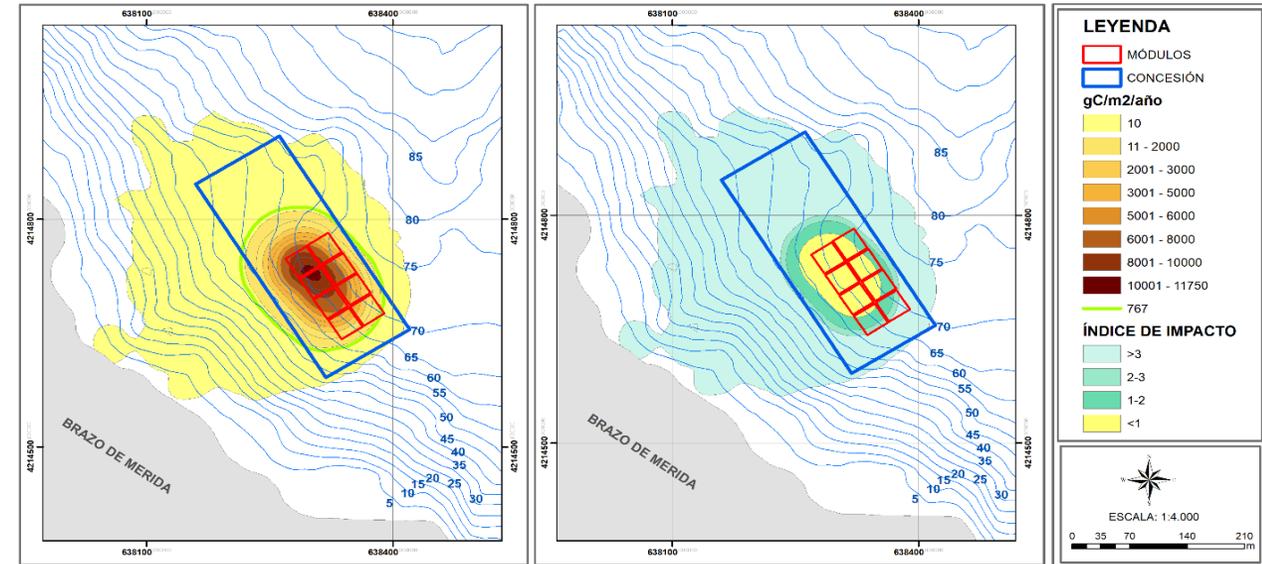
Escenario	Capa 5 (8-10 m)		Capa 19 (30-32 m)		Capa 31 (60-62 m)	
	Velocidad Máxima (cm/s)	Dirección predominante	Velocidad Máxima (cm/s)	Dirección predominante	Velocidad Máxima (cm/s)	Dirección predominante
Registro completo	35.4	SW-W	33.6	NW	17.0	NW
Cuadraturas	35.4	W-NW	12.7	NW-N	17.0	NW-N
Sicigias	26.5	SW-S	14.4	S	17.0	SE-S
Llenante	12.1	SW-S	14.4	SE-S	12.0	SE-S
Vaciante	12.9	NW	8.1	NE-N	11.8	NW
Con viento	12.1	W-SW	14.4	NW-N	12.0	NW
Sin viento	28.5	NW-N	18.8	NE-N	15.5	NE-N

RESULTADOS DEL MODELO

REGISTRO COMPLETO



CORRIENTES EN CUADRATURA

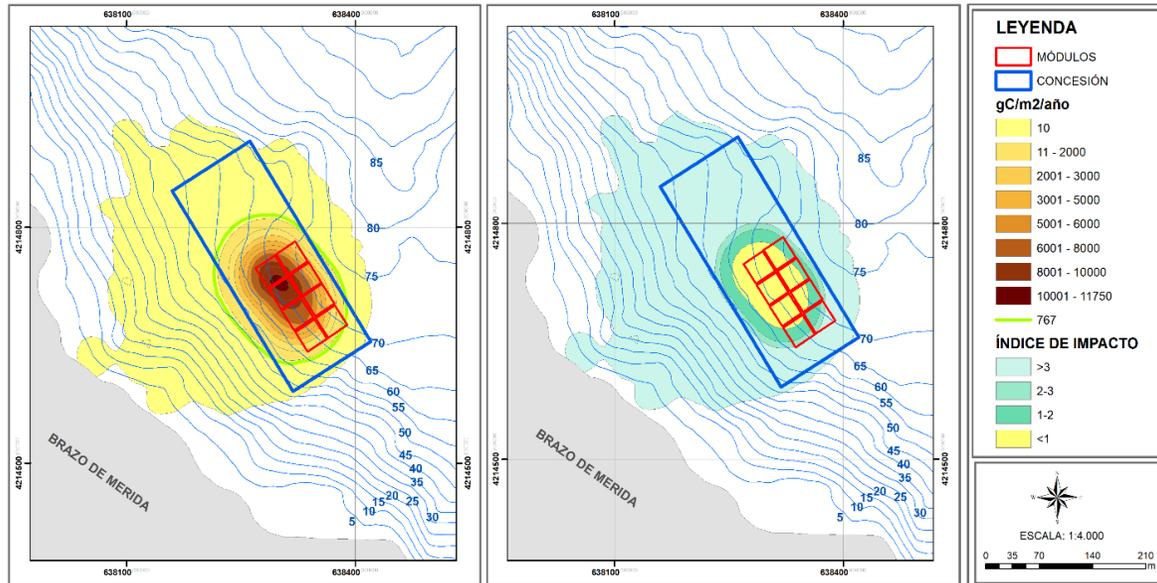


Ítem	Valor (poner unidades)
Máxima deposición en este proyecto (gC/m ² /año)	10,877.00
Deposición promedio del área impactada (gC/m ² /año)	304.26
Disponibilidad de Oxígeno en el fondo con corriente promedio (mmol/O ₂ /m ² /día)	1,237.18
Demanda máxima Oxígeno con deposición máxima (mmol/O ₂ /m ² /día)	2,624.57
Índice de Impacto con máxima deposición (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	0.47
Índice de Impacto con deposición promedio del área impactada (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	29.65

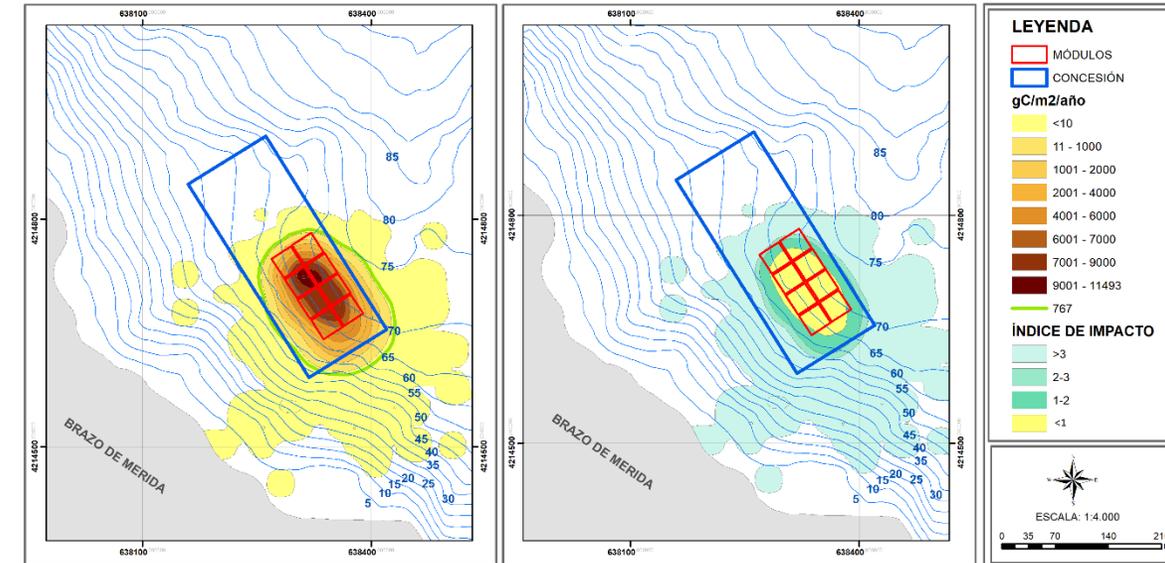
Ítem	Valor
Máxima deposición en este proyecto (gC/m ² /año)	11,750.00
Deposición promedio del área impactada (gC/m ² /año)	588.39
Disponibilidad de Oxígeno en el fondo con corriente promedio (mmol/O ₂ /m ² /día)	1,240.34
Demanda máxima Oxígeno con deposición máxima (mmol/O ₂ /m ² /día)	2,837.83
Índice de Impacto con máxima deposición (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	0.44
Índice de Impacto con deposición promedio del área impactada (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	11.16

RESULTADOS DEL MODELO

CORRIENTES EN SICIGIA



CORRIENTES EN LLENANTE



Ítem	Valor
Máxima depositación en este proyecto (gC/m ² /año)	11,750.00
Depositación promedio del área impactada (gC/m ² /año)	588.39
Disponibilidad de Oxígeno en el fondo con corriente promedio (mmol/O ₂ /m ² /día)	1,240.34
Demanda máxima Oxígeno con depositación máxima (mmol/O ₂ /m ² /día)	2,837.83
Índice de Impacto con máxima depositación (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	0.44
Índice de Impacto con depositación promedio del área impactada (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	11.16

Ítem	Valor
Máxima depositación en este proyecto (gC/m ² /año)	11,493.00
Depositación promedio del área impactada (gC/m ² /año)	1,396.25
Disponibilidad de Oxígeno en el fondo con corriente promedio (mmol/O ₂ /m ² /día)	1,263.10
Demanda máxima Oxígeno con depositación máxima (mmol/O ₂ /m ² /día)	2,775.05
Índice de Impacto con máxima depositación (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	0.46
Índice de Impacto con depositación promedio del área impactada (Disponibilidad de O ₂ / Demanda de O ₂)	4.09

RESULTADOS DE TODOS LOS ESCENARIOS MODELADOS

Escenario	Máxima depositación (gC/m ² /año)	Índice de Impacto	Promedio capa profunda (cm/s)
Registro completo	10,877	0.47	5.56
Cuadraturas	11,750	0.44	5.62
Sicigias	9,942	0.51	5.27
Llenante	11,493	0.46	6.10
Vaciante	11,311	0.46	5.77
Con viento	10,906	0.47	5.56
Sin viento	10,859	0.48	6.09

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Índices de impacto obtenidos menores a 1.
- Duración del periodo de medición de corrientes para ingresar al modelo.
- Para las modelaciones con marea llenante y vaciante, las concentraciones de COT fueron de 11.311 gC/m²/año y 11.493 gC/m²/año con una diferencia de 182 gC/m²/año. Además, se obtuvo el mismo índice de impacto en ambos escenarios por lo que en estas fases no se encontraron grandes diferencias entre concentraciones, pero si en la dispersión de COT, donde para mar llenante, este se desplazó hacia el S, mientras que en vaciante la dirección fue N, en ambos casos con componentes E y O.
- En los escenarios de corrientes con y sin influencia de vientos, se observa que la dispersión de COT se desplaza en el mismo sentido de este, pero sin tener grandes cambios en las concentraciones obtenidas, las que fueron 10.906 gC/m²/año y 10.859 gC/m²/año, respectivamente, con una diferencia de 47 gC/m²/año.