

Progetto - Projet

SPLASH! - Stop alle Plastiche in H2O!



PRODOTTO T2.3.1: Report sullo studio dei possibili impatti delle microplastiche sugli ecosistemi limitrofi alle aree portuali

LIVRABLE T2.3.1: Rapport sur l'étude des impacts possibles des microplastiques sur les écosystèmes adjacents aux zones portuaires

Partner responsabile - Partner responsable: Università di Genova

Partner contributori - Partenaires contributeurs: Université de Toulon, European Research Institute

Nome del prodotto	Redatto da:	Verificato da:	Validato da:
T2.2. - Report sullo studio dei possibili impatti delle microplastiche sugli ecosistemi limitrofi alle aree portuali	<u>F. Enrile</u> <u>G. Cremonini</u>	<u>G. Besio</u>	<u>G. Besio</u>
Data:	<u>01/09/2020</u>	<u>08/09/2020</u>	08/09/2020

Descrizione del Prodotto:

Il presente report riporta le simulazioni numeriche relative alla dinamica di dispersione di eventuali particelle quali le microplastiche nei porti di Genova e Olbia in funzione degli scenari climatologici. Per ogni scenario riprodotto si riportano mappe di concentrazione e l'idrodinamica principale associata allo scenario in essere.

Description du livrable :

Ce rapport rend compte des simulations numériques du trafic dans les ports de Gênes et d'Olbia selon des scénarios climatiques. Pour chaque scénario reproduit, nous rapportons les cartes de concentration et les principaux hydrodynamiques associées au scénario existant.

Sintesi

Gli scenari di rischio generano una serie di condizioni idrodinamiche differenti l'una dall'altra. Associato ad ogni campo è presente una differente concentrazione di microplastiche. Ecco dunque che, in funzione delle condizioni meteo-marine prescelte, il potenziale rischio può variare anche significativamente. In questo report si riproducono tutte le simulazioni effettuate sugli scenari di interesse e si mettono in luce i tre scenari maggiormente critici, ovvero quelli che presentano una fuoriuscita di microplastiche dall'area portuale maggiore.

Synthèse

Les scénarios de risque génèrent un certain nombre de facteurs hydrodynamiques différents. A chaque domaine est associée une concentration différente de microplastiques. Par conséquent, en fonction des conditions météorologiques et maritimes choisies, le risque potentiel peut varier, même de manière significative. Ce rapport reproduit toutes les simulations effectuées sur les scénarios d'intérêt et met en évidence les trois scénarios les plus critiques, c'est-à-dire ceux qui présentent une fuite de microplastiques de la zone portuaire principale.

Indice

<i>1 Introduzione</i>	11
<i>2 Modelli Numerici</i>	11
<i>3 Analisi Cluster</i>	13
<i>4 Risultati delle simulazioni degli scenari climatologici</i>	14
4.1 Risultati degli scenari per il sito di Genova	15
4.2 Risultati degli scenari per il sito di Olbia	55
<i>Conclusioni</i>	75
<i>1 Introduction</i>	76
<i>2 Modèles Numériques</i>	76
<i>3 Analyse des Clusters</i>	78
<i>4 Résultats des simulations de scénarios climatiques</i>	79
4.1 Résultats des scénarios pour le site de Gênes.....	80
4.2 Résultats des scénarios pour le site d'Olbia.....	120
<i>5 Conclusions</i>	140
<i>Bibliografia/Bibliographie</i>	141
Figura 1 - Griglia curvilinea del dominio a grande scala del modello del porto di Genova.....	12
Figura 2 - Griglia curvilinea del dominio di dettaglio del modello del porto di Genova.....	12
Figura 3 - Griglia curvilinea del dominio a grande scala del modello del porto di Olbia.....	13
Figura 4 - Griglia curvilinea del dominio di dettaglio del modello del porto di Olbia.....	13
Figura 5 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.	15
Figura 6 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.	16
Figura 7 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	17
Figura 8 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	17
Figura 9 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.	18
Figura 10 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.	18

Figura 11 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	19
Figura 12 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	20
Figura 13 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	21
Figura 14 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	21
Figura 15 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.....	22
Figura 16 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.....	22
Figura 17 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	23
Figura 18 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	24
Figura 19 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	25
Figura 20 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	25
Figura 21 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.....	26
Figura 22 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.....	26
Figura 23 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	27
Figura 24 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	28
Figura 25 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	29
Figura 26 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	29
Figura 27 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.....	30
Figura 28 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.....	30
Figura 29 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	31

Figura 30 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	32
Figura 31 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	33
Figura 32 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	33
Figura 33 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.....	34
Figura 34 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.....	34
Figura 35 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	35
Figura 36 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	36
Figura 37 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	37
Figura 38 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	37
Figura 39 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.....	38
Figura 40 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.....	38
Figura 41 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	39
Figura 42 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	40
Figura 43 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	41
Figura 44 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	41
Figura 45 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.....	42
Figura 46 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.....	42
Figura 47 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.....	43
Figura 48 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.....	44

Figura 49 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	45
Figura 50 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	45
Figura 51 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.	46
Figura 52 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.	46
Figura 53 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.	47
Figura 54 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.	48
Figura 55 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	49
Figura 56 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	49
Figura 57 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.	50
Figura 58 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.	50
Figura 59 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.	51
Figura 60 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.	52
Figura 61 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.....	53
Figura 62 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.....	53
Figura 63 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.	54
Figura 64 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.	54
Figura 65 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	56
Figura 66 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	58
Figura 67 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	60

Figura 68 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	62
Figura 69 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	64
Figura 70 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	66
Figura 71 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	68
Figura 72 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	70
Figura 73 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	72
Figura 74 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.	74
Figure 75 - Grille curviligne du domaine à grande échelle de la maquette du port de Gênes.....	77
Figure 76 - Grille curviligne du domaine de détail de la maquette du port de Gênes.	77
Figure 77 - Grille curviligne du domaine à grande échelle de la maquette du port d'Olbia.	78
Figure 78 - Grille curviligne du domaine modèle du port d'Olbia.....	78
Figura 79 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.....	80
Figura 80 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.....	81
Figure 81 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	82
Figura 82 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	82
Figura 83 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	83
Figura 84 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	83
Figura 85 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.....	84
Figura 86 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.....	85
Figure 87 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	86
Figure 88 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	86
Figure 89 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	87
Figure 90 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	87

Figura 91 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.....	88
Figura 92 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.....	89
Figura 93 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	90
Figura 94 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	90
Figura 95 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	91
Figura 96 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	91
Figura 97 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.....	92
<i>Figura 98 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.</i>	<i>93</i>
Figura 99 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	94
Figura 100 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	94
Figura 101 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	95
Figura 102 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	95
Figura 103 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.....	96
Figura 104 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.....	97
Figura 105 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	98
Figura 106 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	98
Figura 107 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	99
Figura 108 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	99
Figura 109 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.....	100
Figura 110 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.....	101
Figura 111 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	102

Figura 112 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	102
Figura 113 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	103
Figura 114 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	103
Figura 115 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.	104
Figura 116 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.	105
Figura 117 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	106
Figura 118 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	106
Figura 119 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	107
Figura 120 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	107
Figura 121 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.	108
Figura 122 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.	109
Figura 123 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	110
Figura 124 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	110
Figura 125 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	111
Figura 126- Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	111
Figura 127 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.	112
Figura 128 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.	113
Figura 129 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	114
Figura 130 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	114
Figura 131 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	115

Figura 132 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	115
Figura 133 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.	116
Figura 134 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.	117
Figura 135 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.	118
Figura 136 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.	118
Figura 137 - Tendence générale du transport l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.....	119
Figura 138 - Tendence générale du transport l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.....	119
Figura 139 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	121
Figura 140 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	123
Figura 141 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	125
Figura 142 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	127
Figura 143 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	129
Figura 144 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	131
Figura 145 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	133
Figura 146 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	135
Figura 147 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	137
Figura 148 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.	139

1 Introduzione

Il progetto SPlasH ha lo scopo di esaminare in dettaglio scenari di rischio per i siti di Genova e Olbia, ubicati rispettivamente nella regione Liguria e nella regione Sardegna. In particolare, il rischio viene associato alla presenza delle microplastiche presenti in mare. La realizzazione di simulazioni numeriche della dinamica della dispersione delle microplastiche nelle acque portuali e nelle aree circostanti i porti considerati nell'area di progetto richiede l'identificazione di specifiche condizioni meteo-marine. La definizione di scenari multi-variabile risulta di per sé di grande difficoltà in quanto le forzanti considerate risultano essere numerose ed estremamente variabili nel tempo. A tal fine, in questo lavoro vengono applicate tecniche di data mining basate su diversi algoritmi di clusterizzazione noti in letteratura: tali tecniche, infatti, hanno la capacità di trattare un'enorme quantità di informazioni, mantenendo solo le caratteristiche più significative.

La diffusione delle microplastiche rimane dunque un problema aperto la cui soluzione può trovare solo parziale riscontro nella modellazione numerica alla scala di un intero porto. Una prima risposta verrà dunque fornita da questa relazione, auspicando che nel futuro possa esserci motivo di determinare nuove condizioni per lo studio di maggiore dettaglio. In questo senso, le risorse computazionali ad oggi disponibili restano comunque inadeguate per affrontare il problema nella giusta dimensione.

2 Modelli Numerici

Il modello numerico utilizzato per gli scenari risulta essere Delft3D. Delft3D è un modello numerico in grado di simulare i processi idrodinamici nelle aree costiere ed è molto usato in ingegneria costiera.

Il codice di calcolo Delft3D viene sviluppato da Deltares e dall'Università di Delft congiuntamente.

Delft3d si compone di diversi moduli, ciascuno relativo al proprio dominio di interesse: - Flow/Mor - Wave - Water Quality - Ecology - Particles/Oil. Per la realizzazione del modello trattato in questa relazione si sono utilizzate prevalentemente la componente Flow, pertanto su di essa si concentrerà la seguente trattazione. La modellazione della zona esaminata viene realizzata attraverso un iter a fasi che segue l'interfaccia grafica del software. Nel dettaglio la procedura utilizzata consiste nel realizzare la griglia e la batimetria ad essa connessa attraverso il modulo GRID, si segue quindi con il modulo FLOW che consente di effettuare simulazioni delle correnti.

La tecnica di modellazione delle zone di Genova e Olbia consiste in un nesting. Ovvero si risolve primariamente l'idrodinamica nella maglia a grande scala per poi utilizzare i risultati nella maglia più risolta. Basta fare il confronto tra le due maglie per comprendere immediatamente come la maglia più risolta interna al porto sia quella di dettaglio, il cui scopo primario è quello di definire in maniera precisa gli scambi con il mare aperto. Il vantaggio di operare con la tecnica del nesting consiste nell'allontanare dalla maglia di dettaglio l'open boundary originario. Ovviamente, l'open

boundary della maglia di dettaglio permane, ma tiene già in conto la simulazione della maglia a grande scala. Questa soluzione permette, dunque, di evitare di ripercuotere sulla maglia di dettaglio imperfezioni che si possono avere nel determinare le condizioni al contorno della maglia a grande scala. Queste imperfezioni dovrebbero essersi già dissipate nel momento in cui si effettuano le simulazioni su quella di dettaglio. La **Error! Reference source not found.** fino alla **Error! Reference source not found.** mostrano i domini a grande scala e di dettaglio dei modelli numerici prescelti. Il nesting viene operato accoppiando i diversi domini l'uno con l'altro.

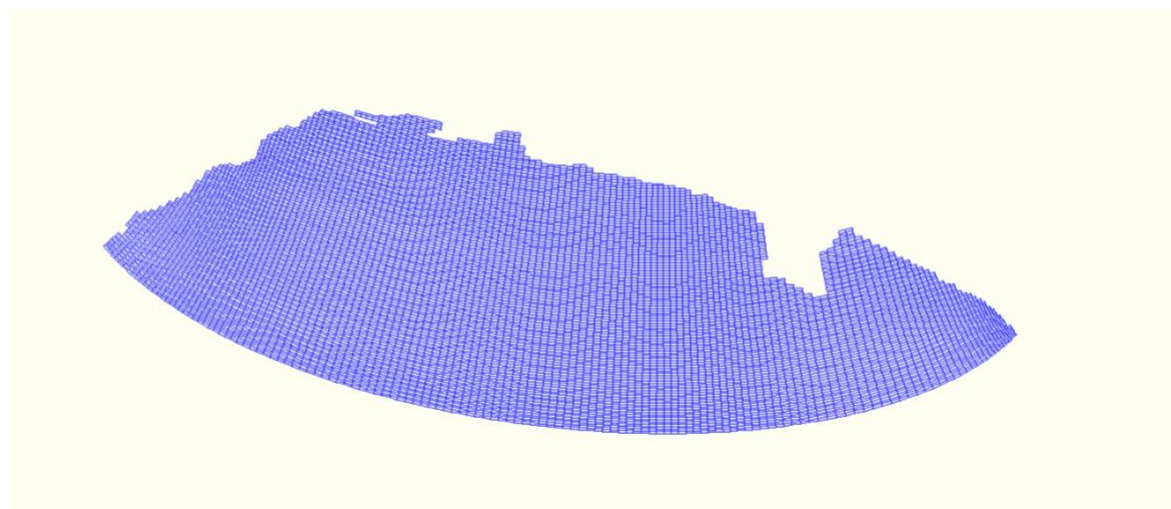


Figura 1 - Griglia curvilinea del dominio a grande scala del modello del porto di Genova

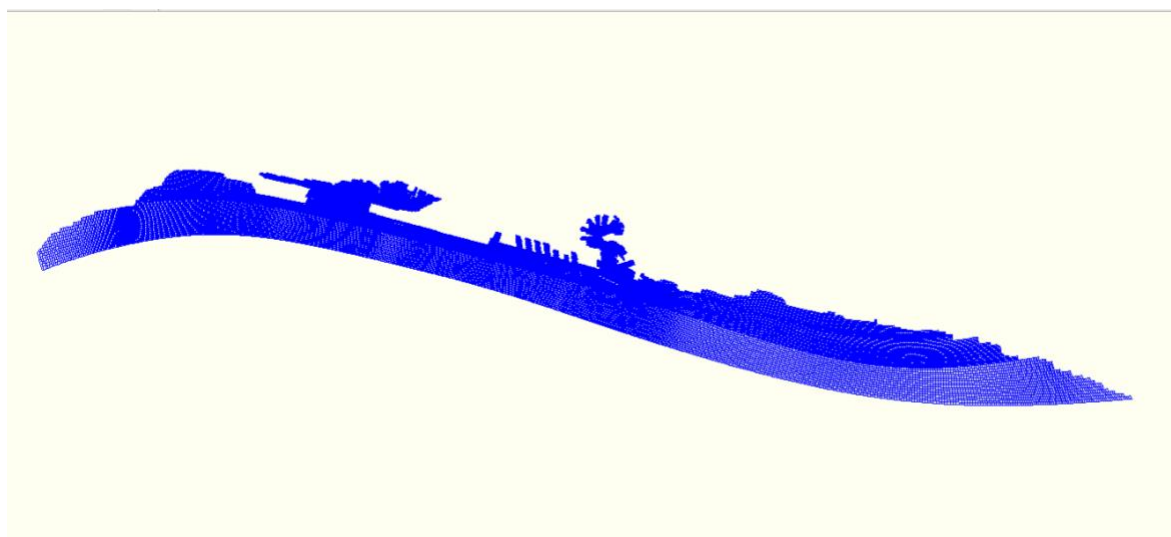


Figura 2 - Griglia curvilinea del dominio di dettaglio del modello del porto di Genova.

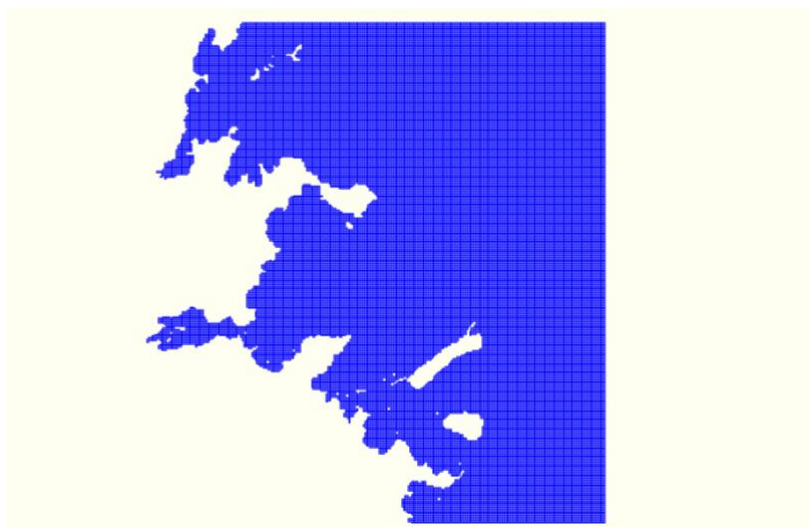


Figura 3 - Griglia curvilinea del dominio a grande scala del modello del porto di Olbia.

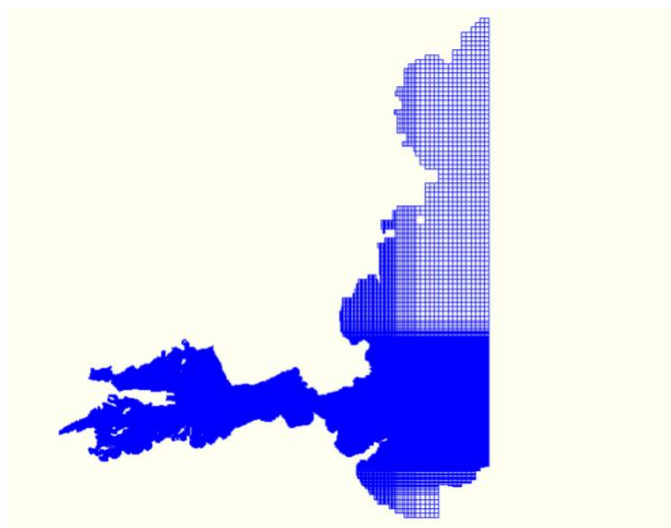


Figura 4 - Griglia curvilinea del dominio di dettaglio del modello del porto di Olbia.

3 Analisi Cluster

L'identificazione di scenari specifici per lo studio della dinamica della circolazione marittima viene realizzata tramite tecniche di data mining che permettono di individuare correlazioni, pattern e trend all'interno di grandi volumi di dati. In particolare, vengono utilizzati algoritmi di clusterizzazione ("clustering"): tale approccio si è rivelato molto utile, infatti permette di raggruppare un insieme di dati in classi di oggetti (cluster) sulla base della loro similarità/dissimilarità. L'identificazione degli scenari climatologici di riferimento è riportata nel prodotto di progetto T2.2.1 - Report sulla costruzione degli scenari climatologici e di rischio.

4 Risultati delle simulazioni degli scenari climatologici

Nel presente paragrafo si riportano i risultati riguardanti le simulazioni a partire dalle condizioni meteo-marine descritte dagli scenari selezionati per il porto di Genova e il porto di Olbia. Lo sversamento del tracciante rilasciato nel rio segue un idrogramma di piena che parte dopo 24 ore dall'inizio della simulazione. Per ogni scenario è stata valutato, in un primo momento, il campo di moto in quattro istanti successivi alla portata rilasciata: il dettaglio di tale analisi viene riportato nel prodotto T2.2.2 del presente progetto.

In seguito, viene valutata la concentrazione che, come mostrato nelle figure riportate successivamente, risulta essere quella massima raggiunta in ogni punto; pertanto, non si riferisce ad un istante temporale specifico ma, invece, fa riferimento ad un inviluppo dei massimi. Per ogni dominio si mostrano anche gli sversamenti più significativi. Per quanto riguarda Genova questi sono in corrispondenza del Polcevera e del Porto Antico e del Porto di Voltri. Sono stati simulati nel complesso sedici rilasci, di cui per brevità si mostrano i cinque più significativi. Per quanto riguarda Olbia, sono stati scelti quattro sversamenti sui dieci simulati localizzati nella parte più interna del porto e distribuiti da nord a sud.

Per quanto concerne il porto di Genova il trasporto cumulato è stato valutato attraverso le diverse bocche del porto di Genova; questo, al fine di tenere in considerazione la maggiore vulnerabilità dell'area portuale genovese rispetto a quella di Olbia in funzione del trasporto marittimo che insiste su Genova.

I campionamenti effettuati con manta nei porti di Genova e Olbia sono risultati di grande importanza al fine di valutare la distribuzione della concentrazione di microplastiche nello specchio acqueo. I campionamenti effettuati a Genova riportano il valore in concentrazione di microplastiche. Al contrario, quelle effettuate ad Olbia riportano soltanto il valore di pezzi ricavati. Per questo motivo le mappe di Genova riportano la distribuzione della concentrazione nell'area portuale: si tratta di una concentrazione relativamente bassa perché riferita alla plastica presente in un volume di un metro cubo. Gli scenari riportati fanno riferimento alle condizioni meteo-marine riportate nel in dettaglio prodotto T2.2.2.

4.1 Risultati degli scenari per il sito di Genova

SCENARIO n. 1

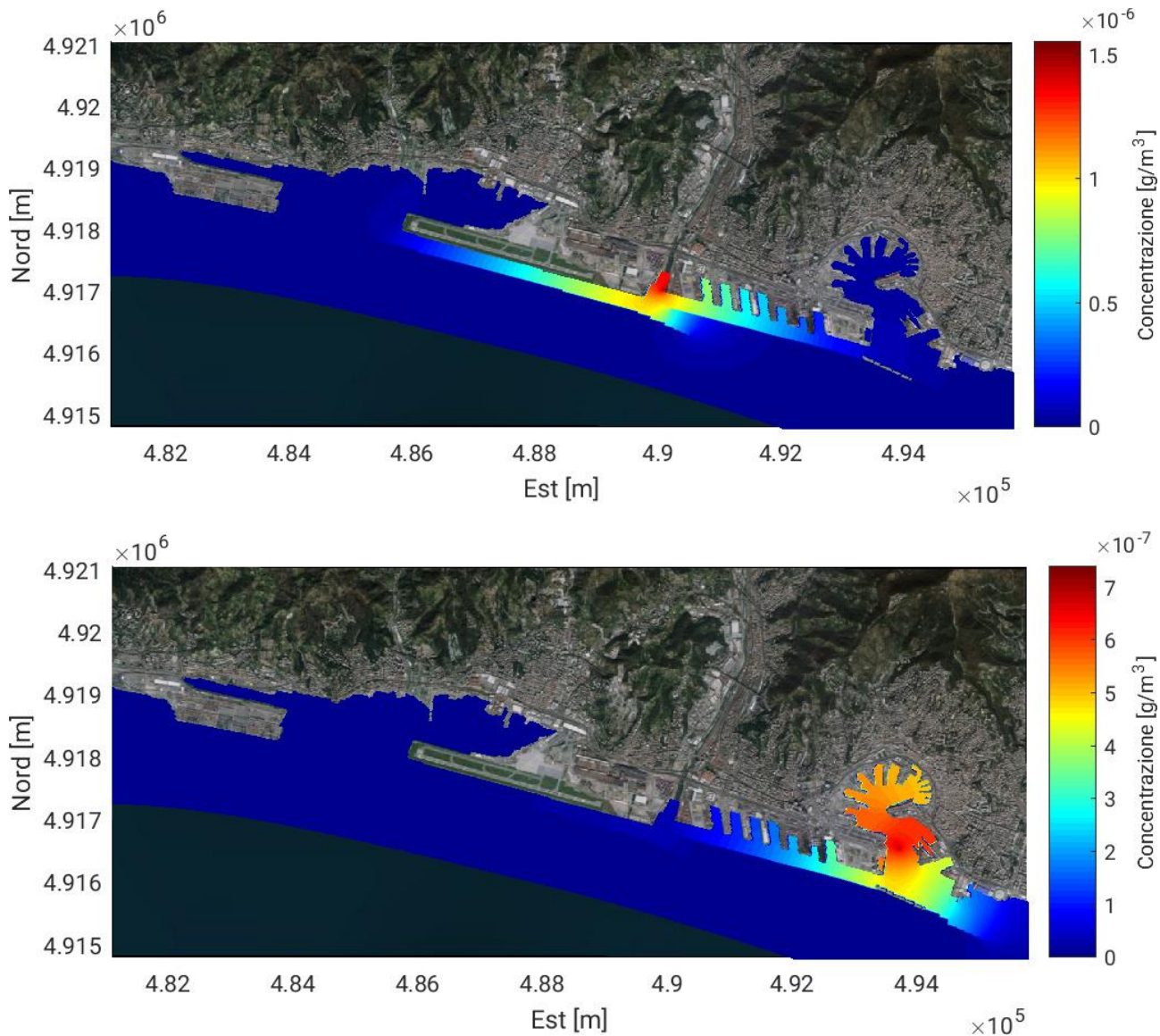


Figura 5 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

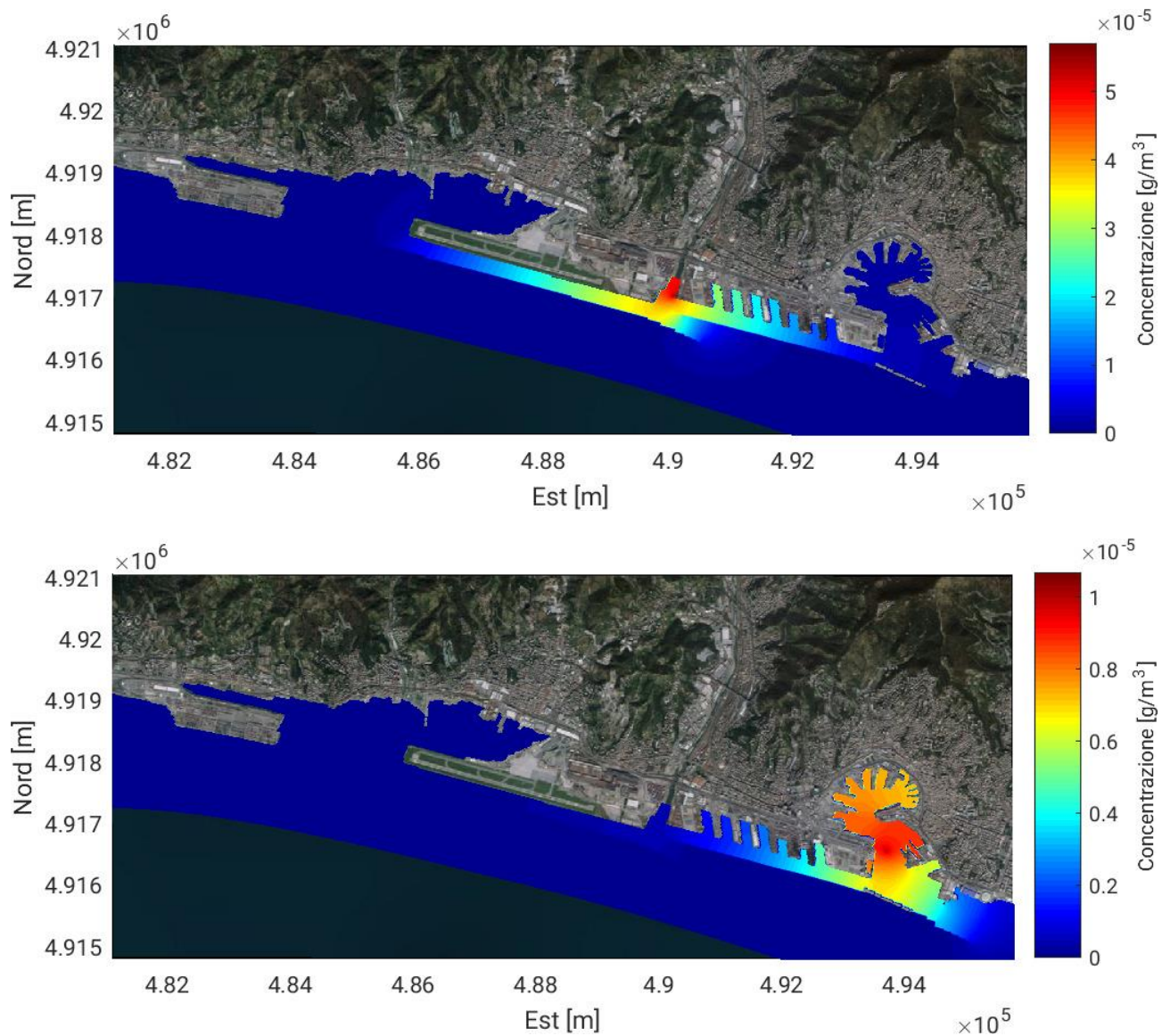


Figura 6 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

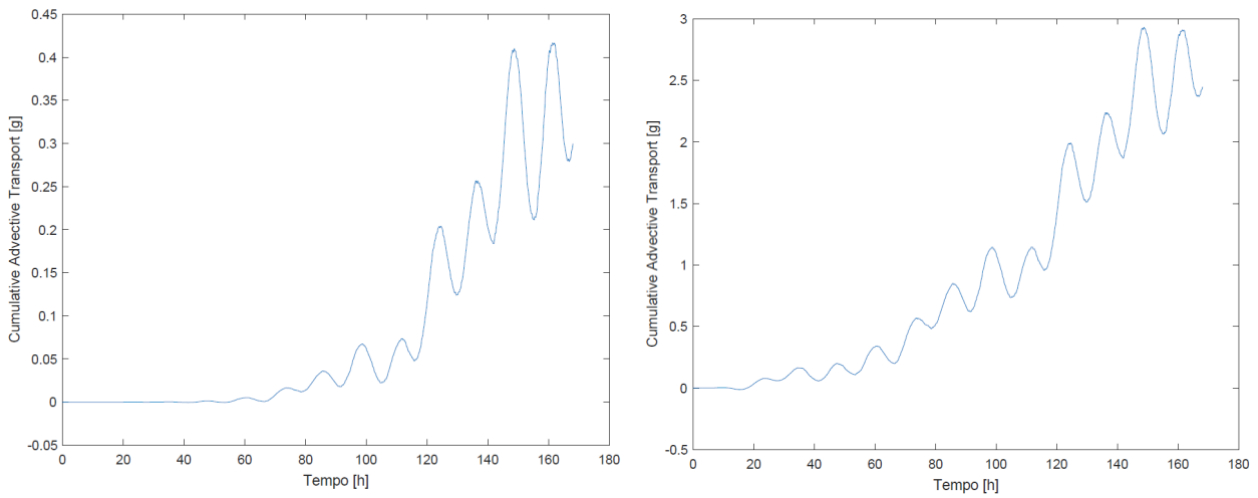


Figura 7 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

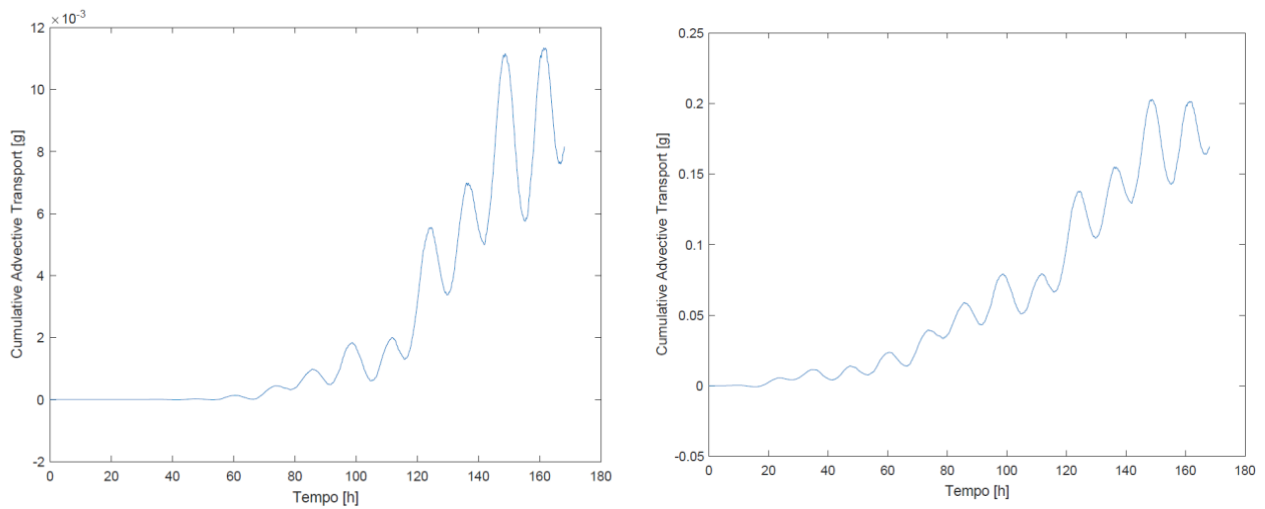


Figura 8 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

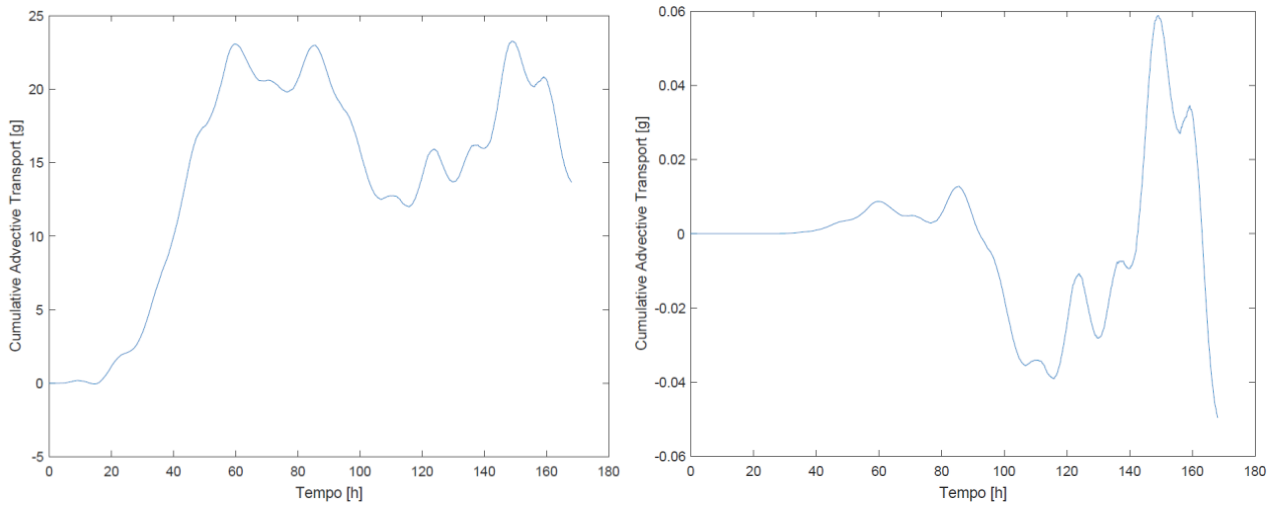


Figura 9 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

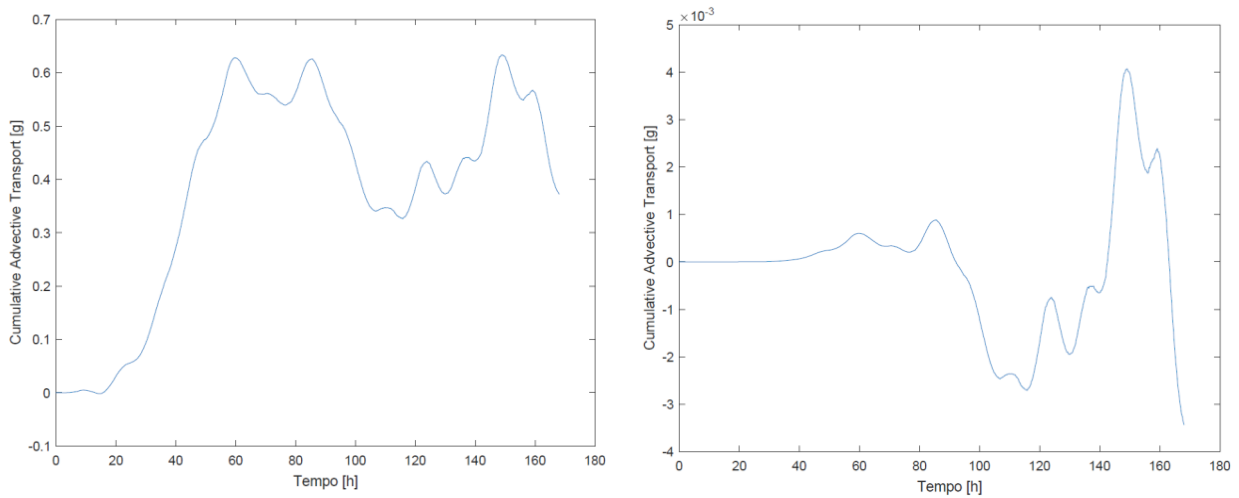


Figura 10 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 4

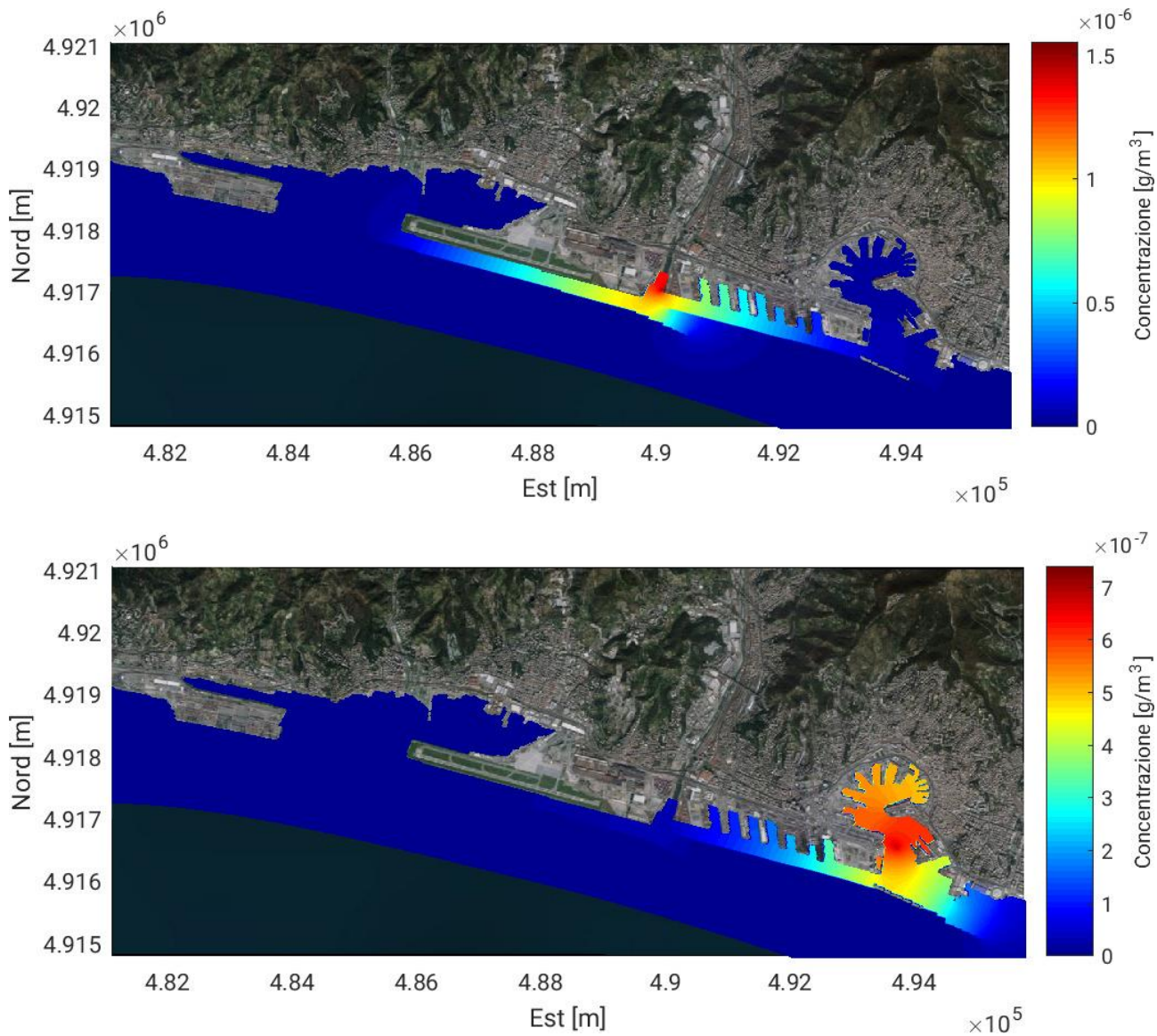


Figura 11 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

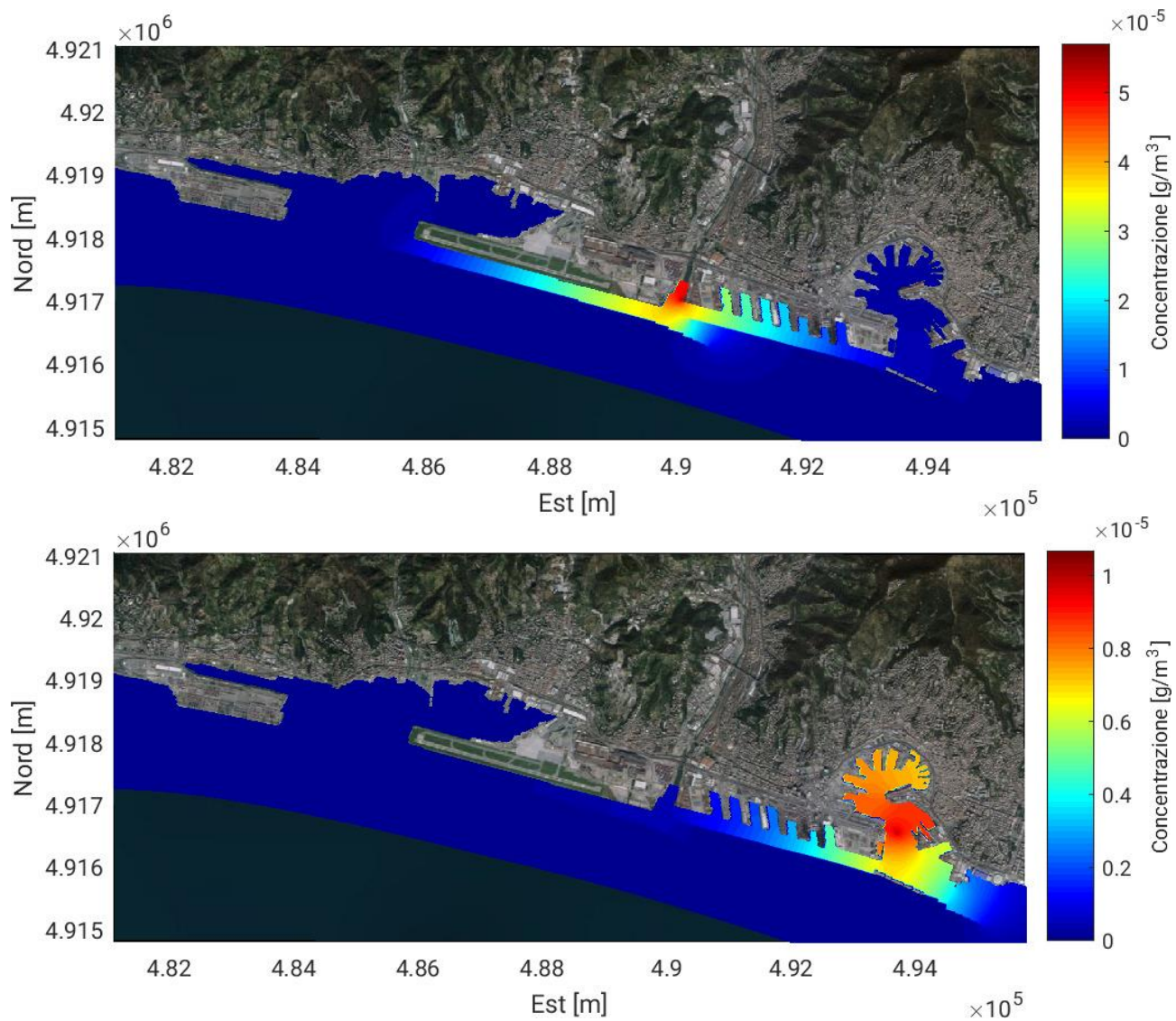


Figura 12 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

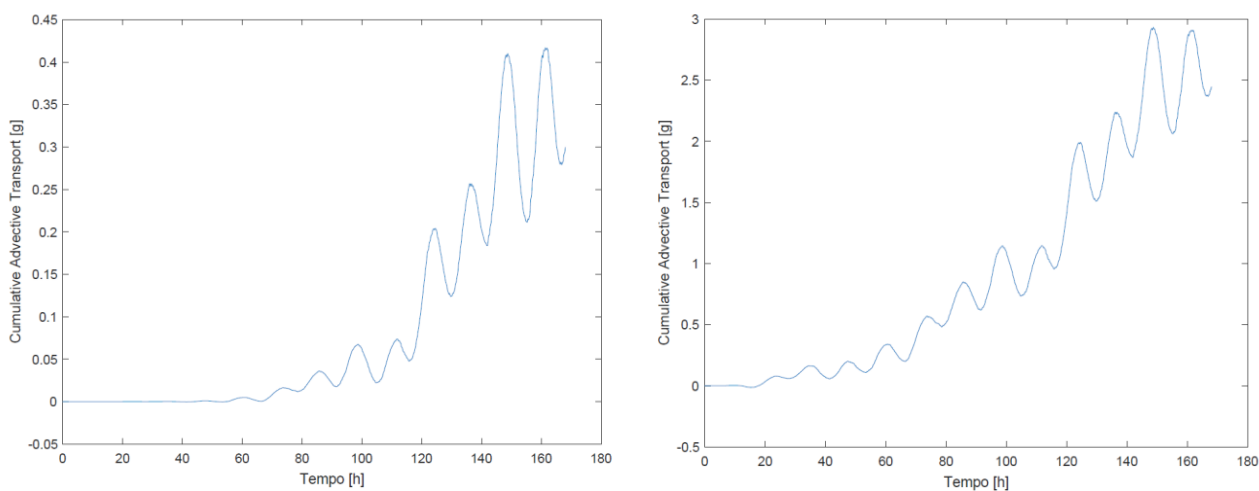


Figura 13 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

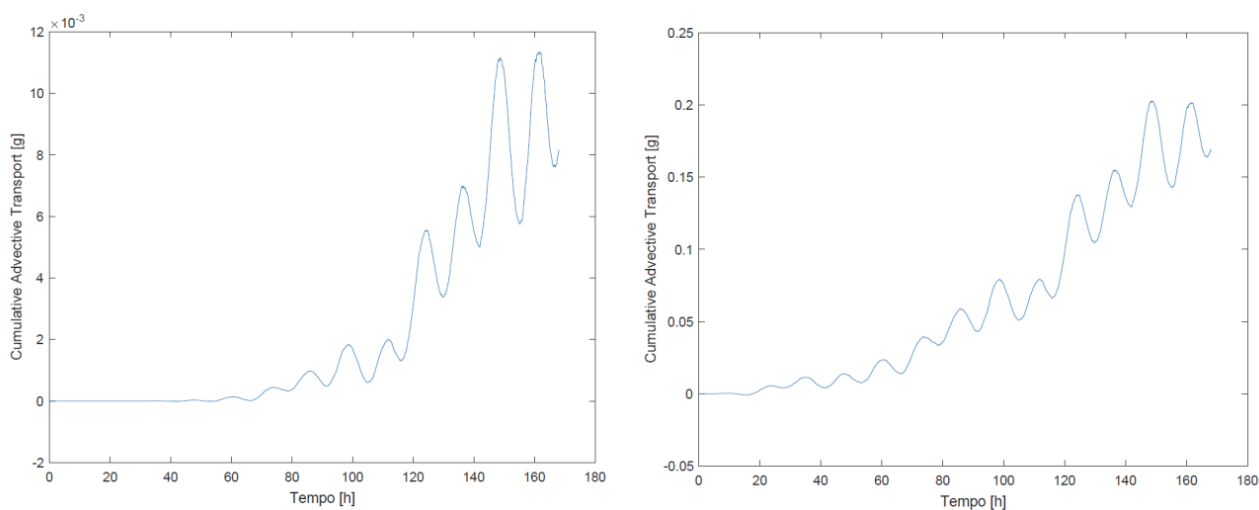


Figura 14 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

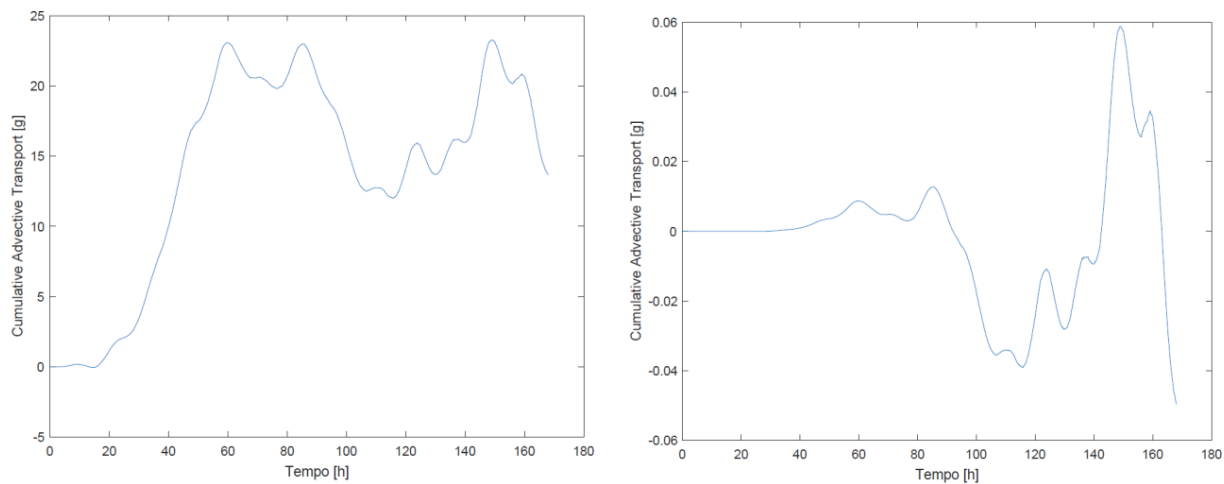


Figura 15 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

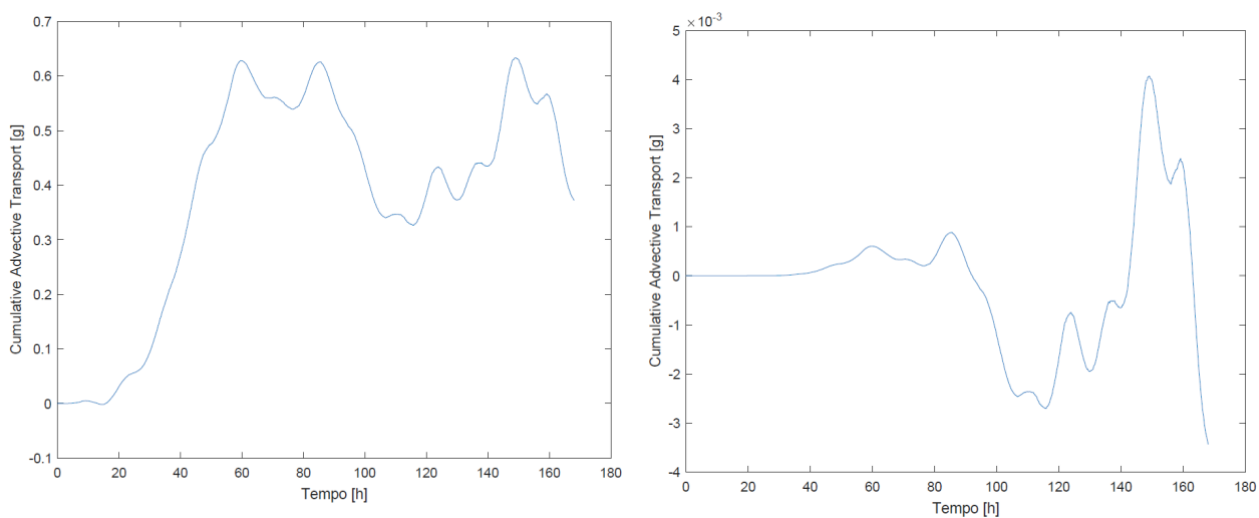


Figura 16 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 5

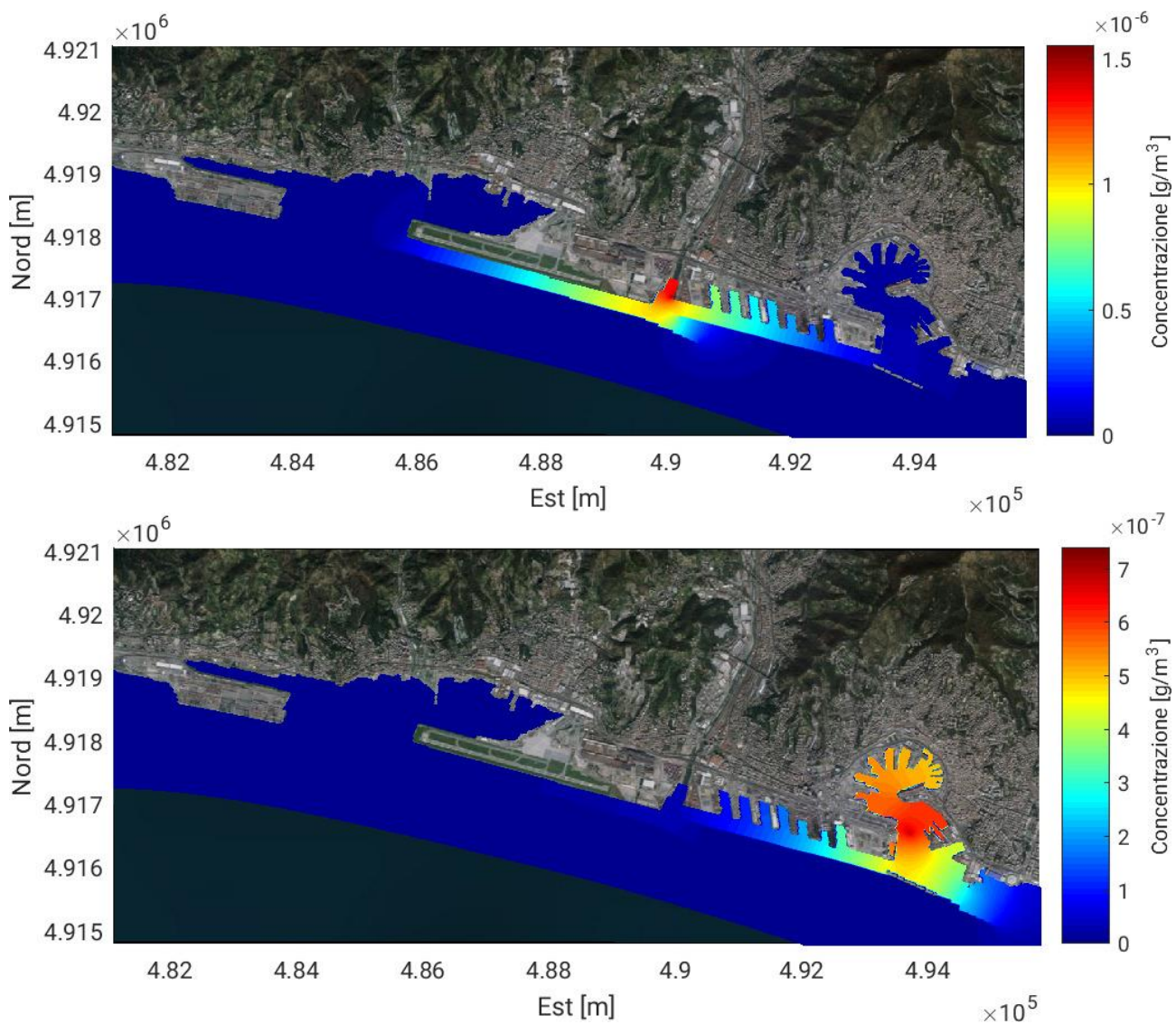


Figura 17 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

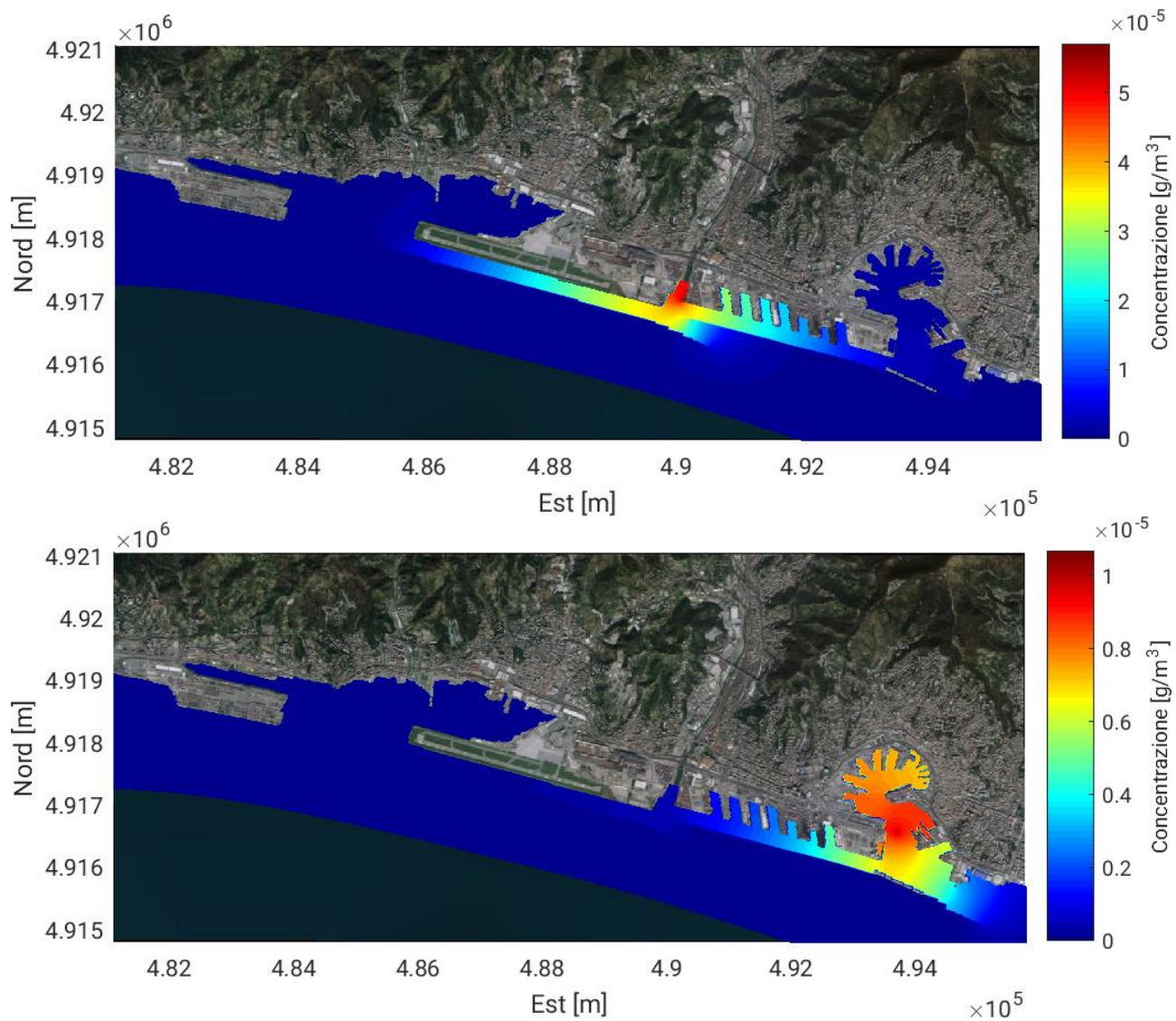


Figura 18 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

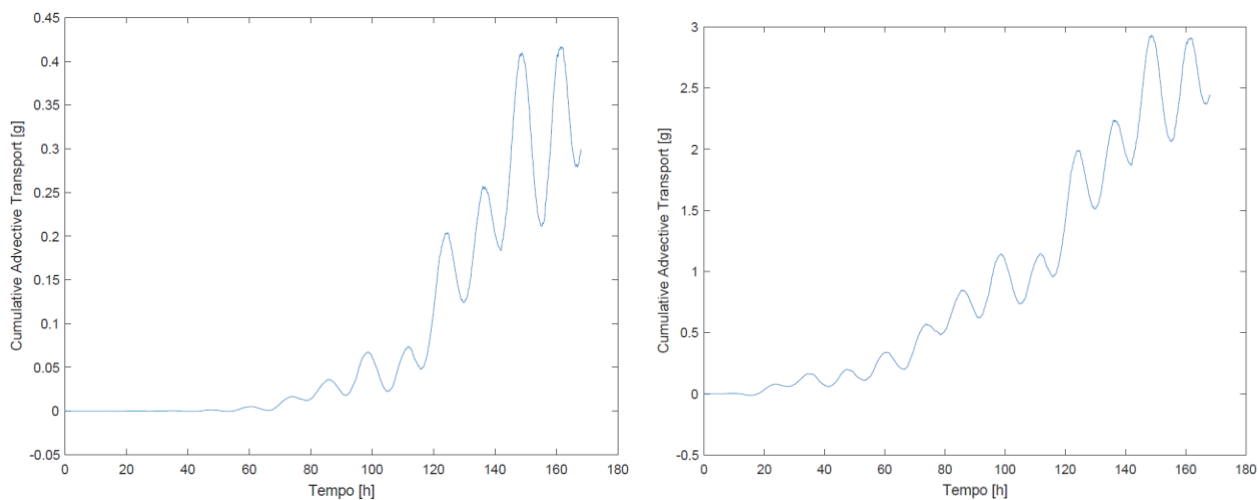


Figura 19 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

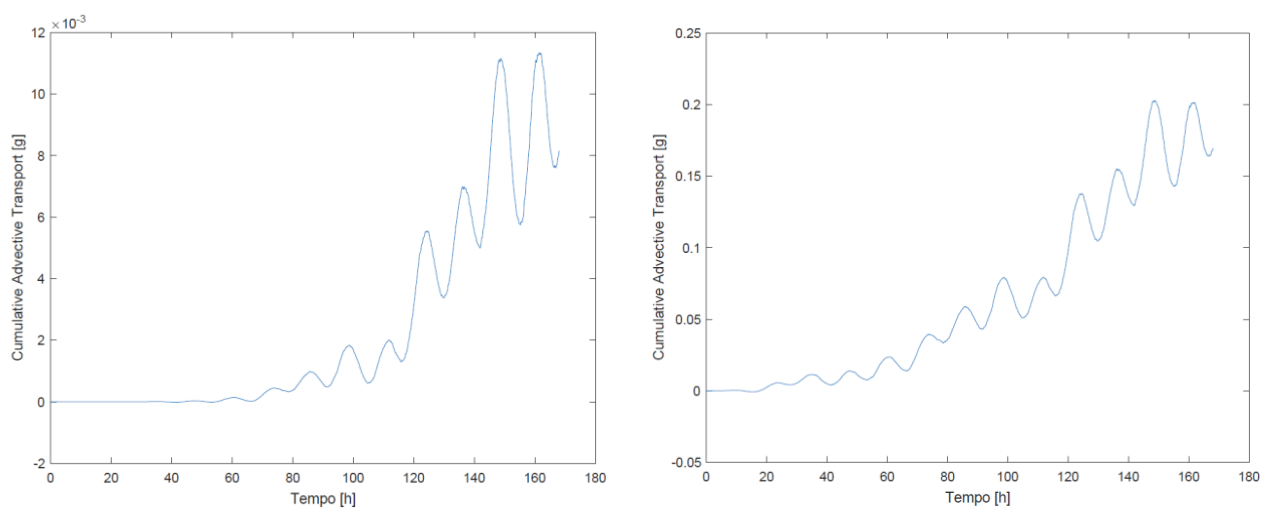


Figura 20 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

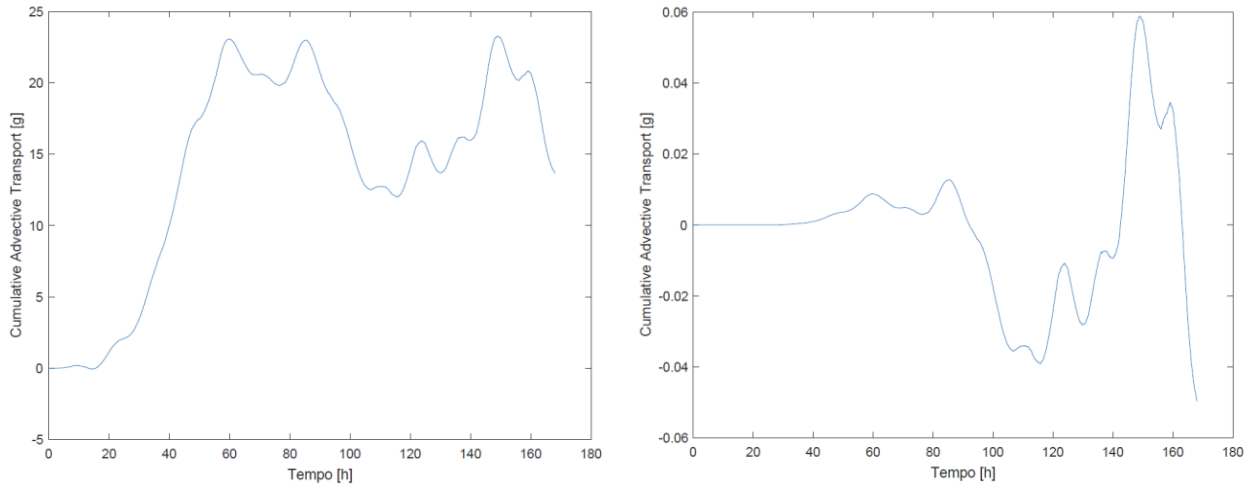


Figura 21 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

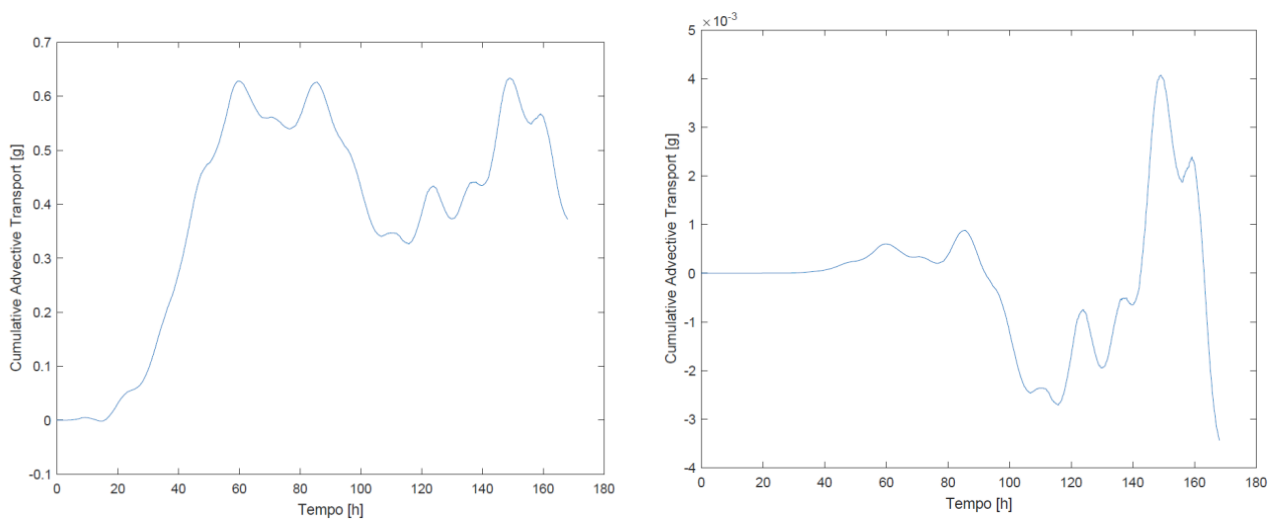


Figura 22 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 6

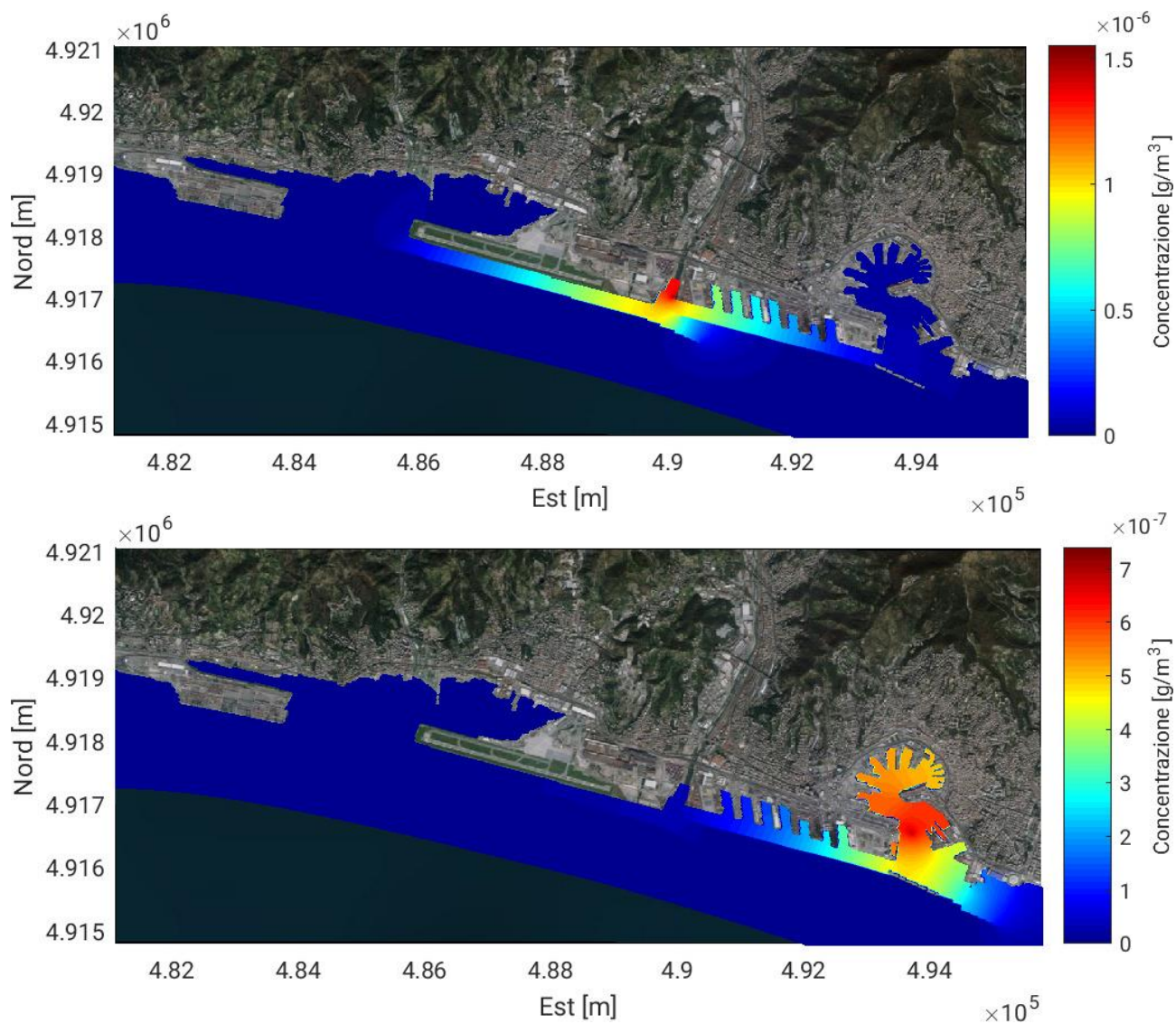


Figura 23 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

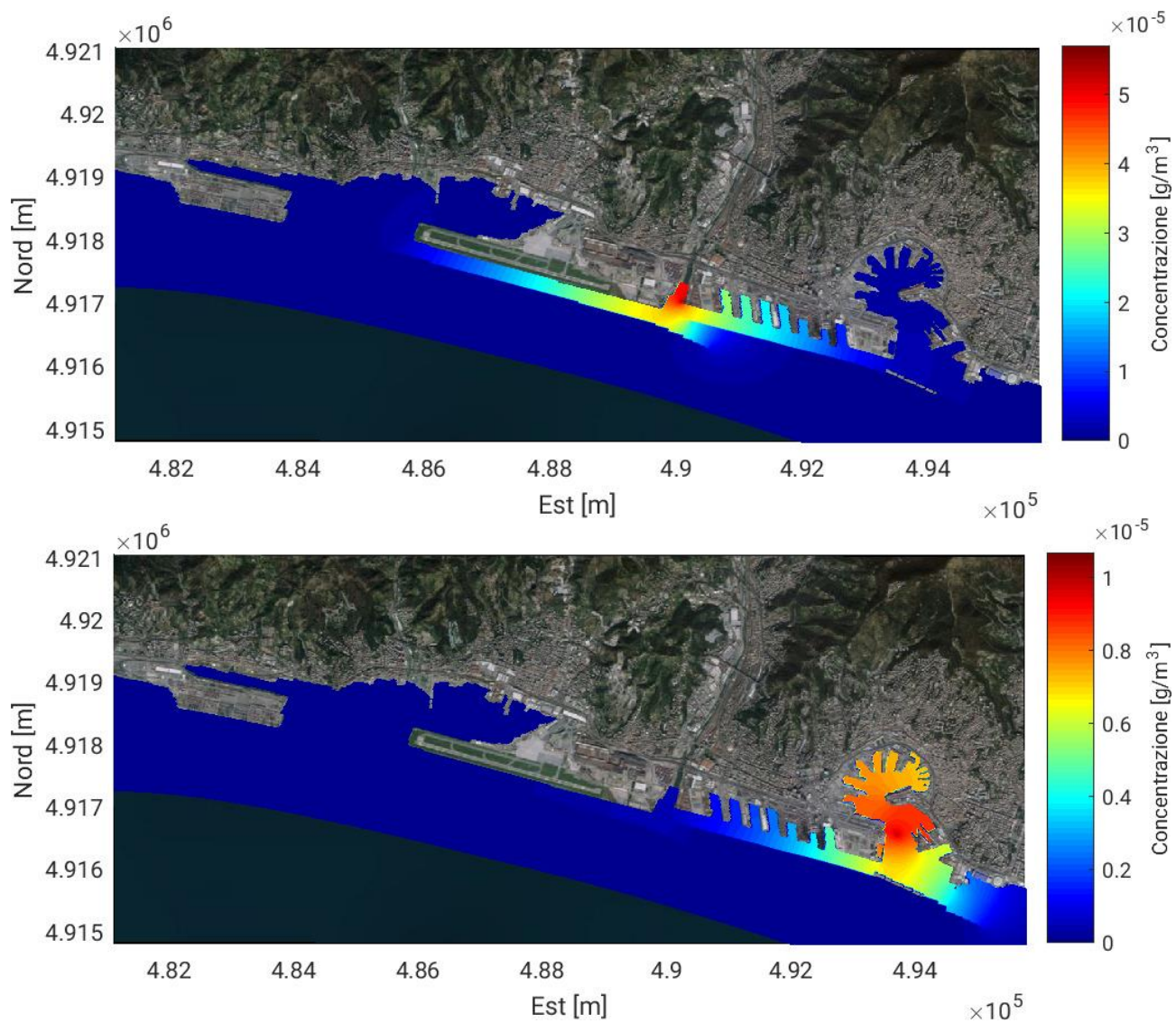


Figura 24 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

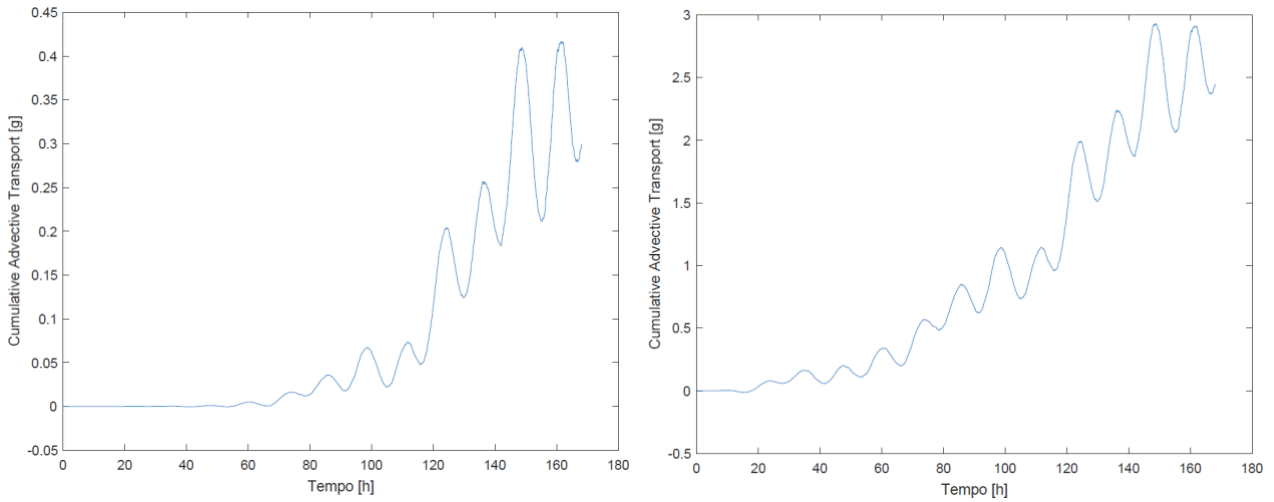


Figura 25 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

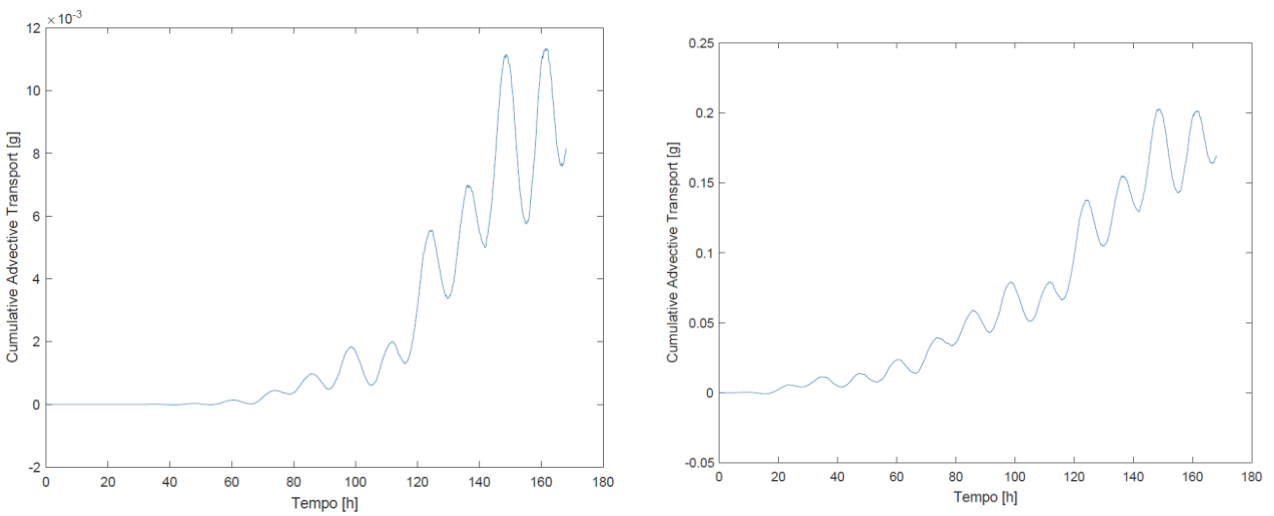


Figura 26 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

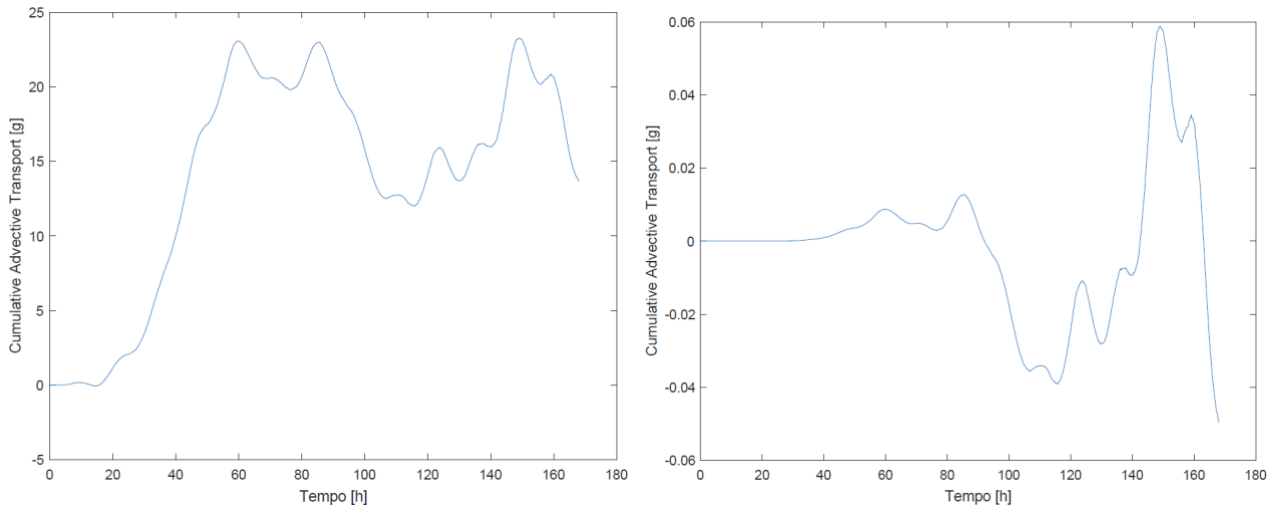


Figura 27 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

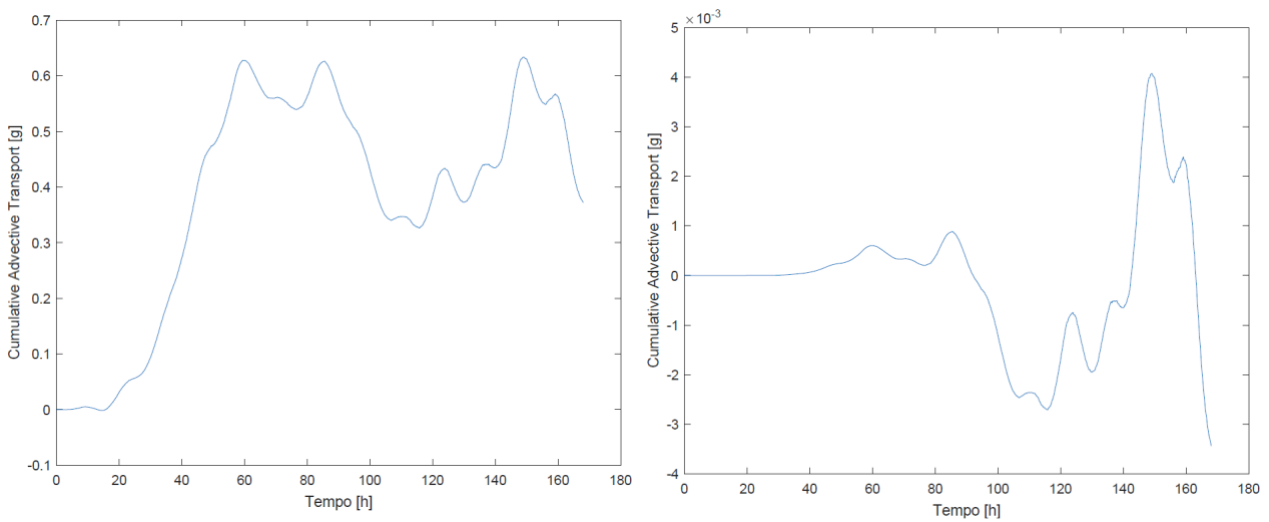


Figura 28 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 9

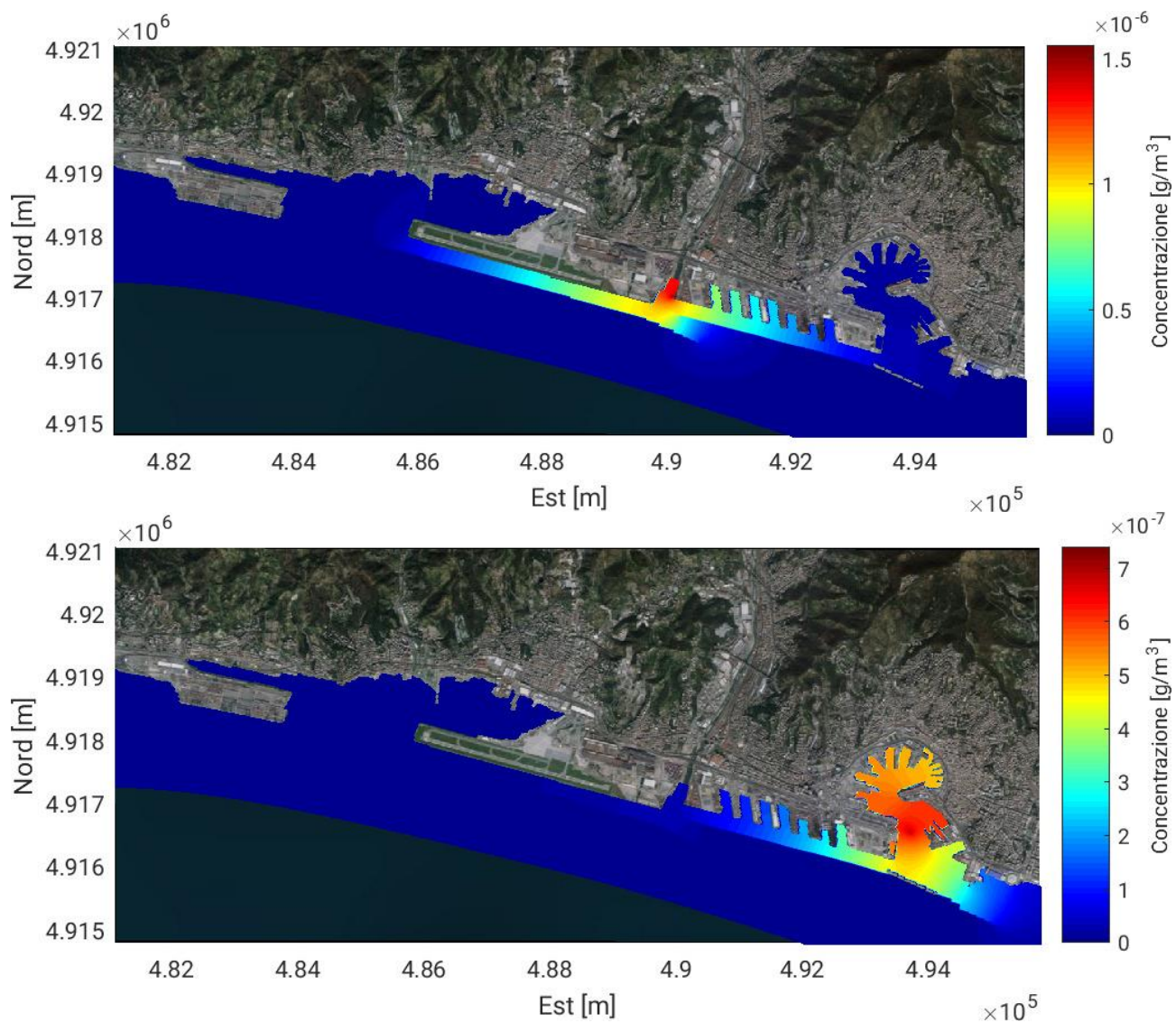


Figura 29 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

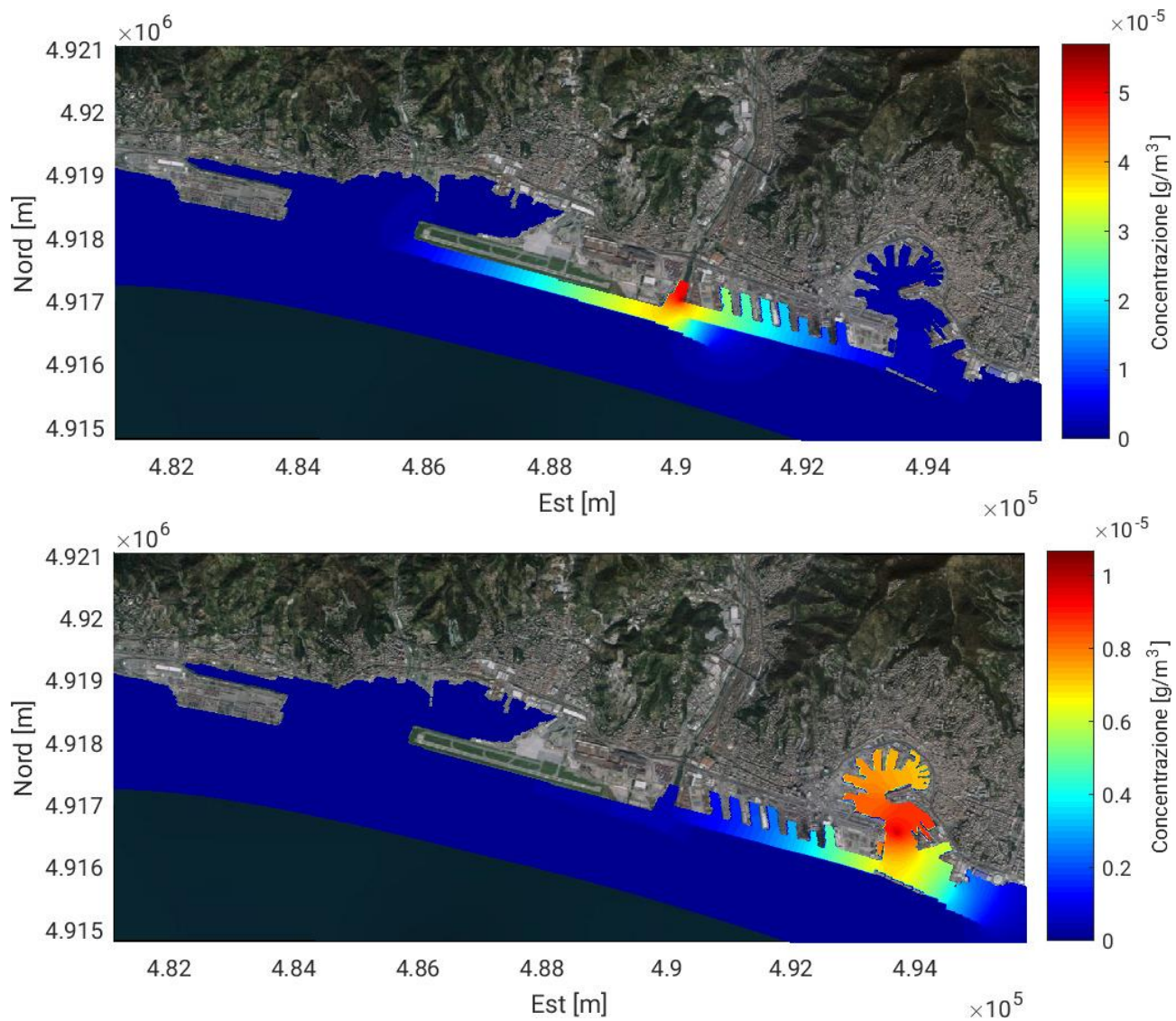


Figura 30 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

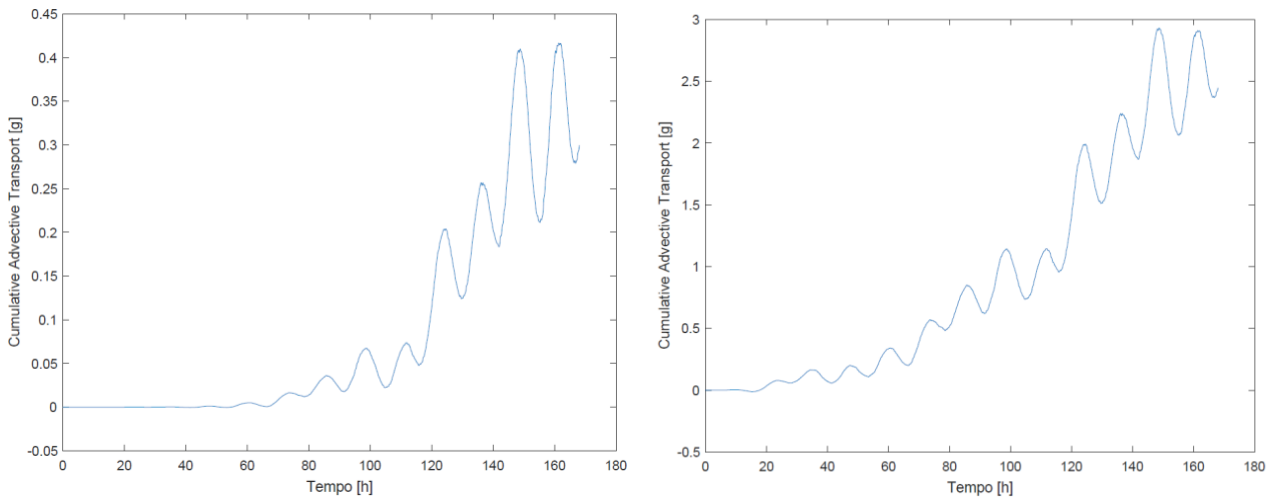


Figura 31 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

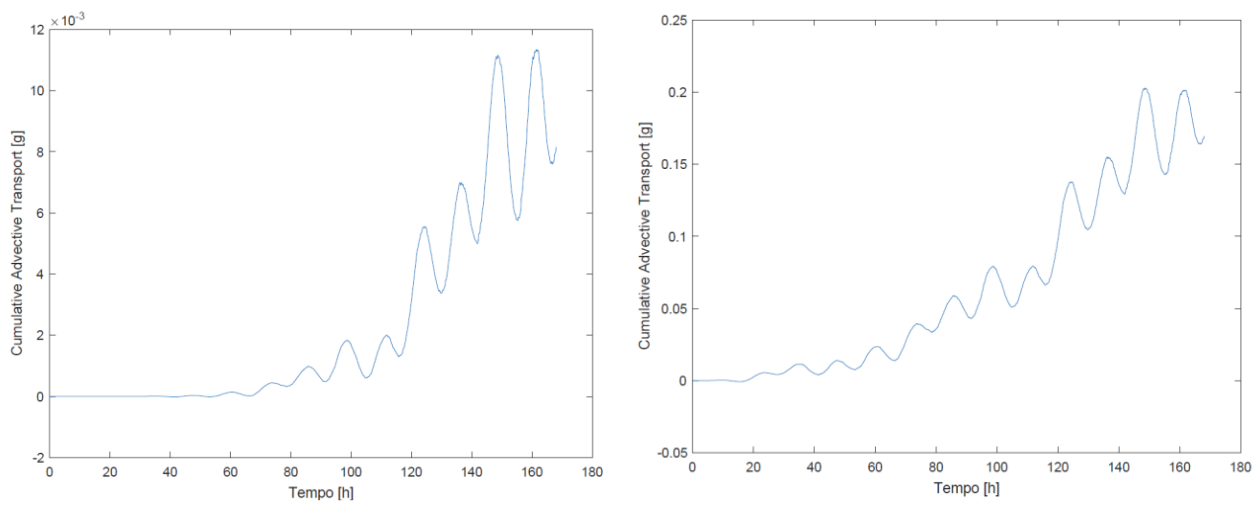


Figura 32 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

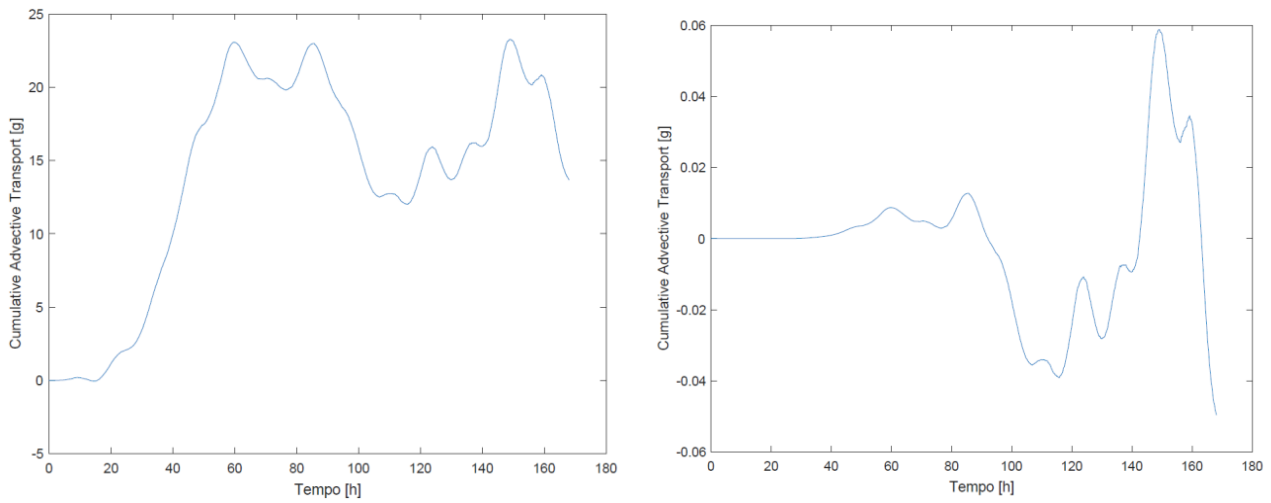


Figura 33 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

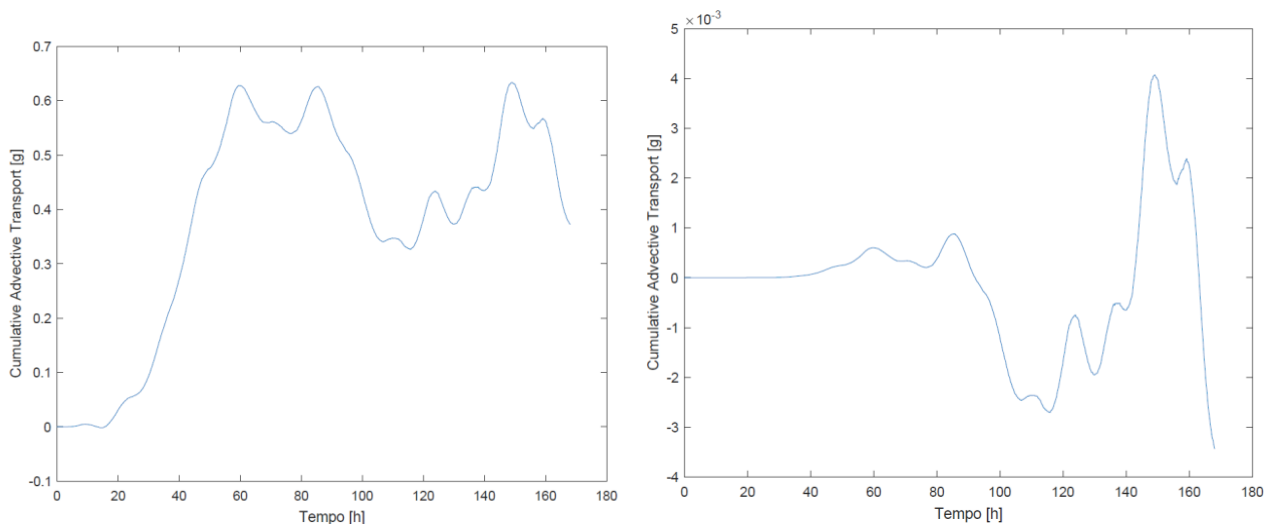


Figura 34 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 10

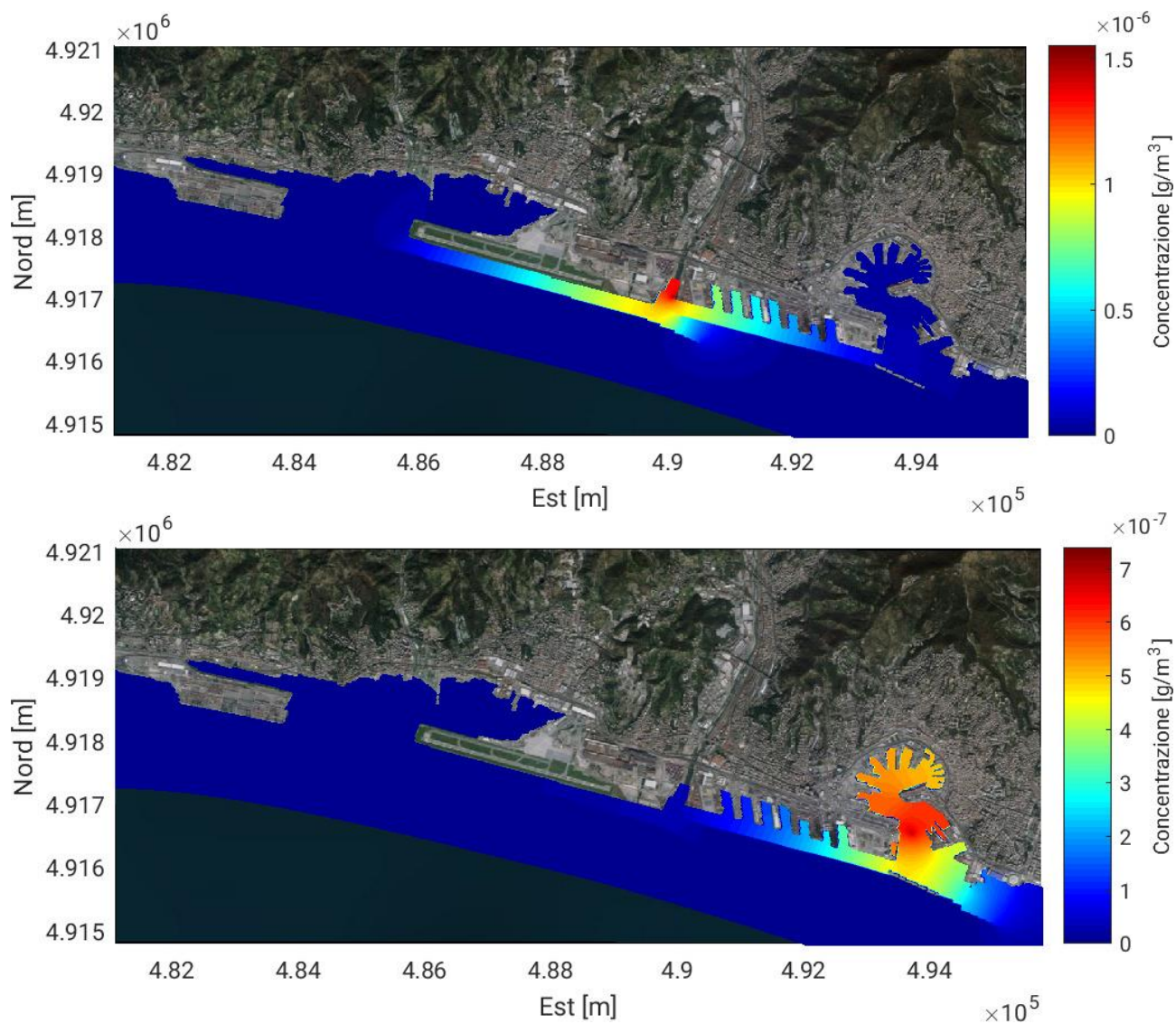


Figura 35 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

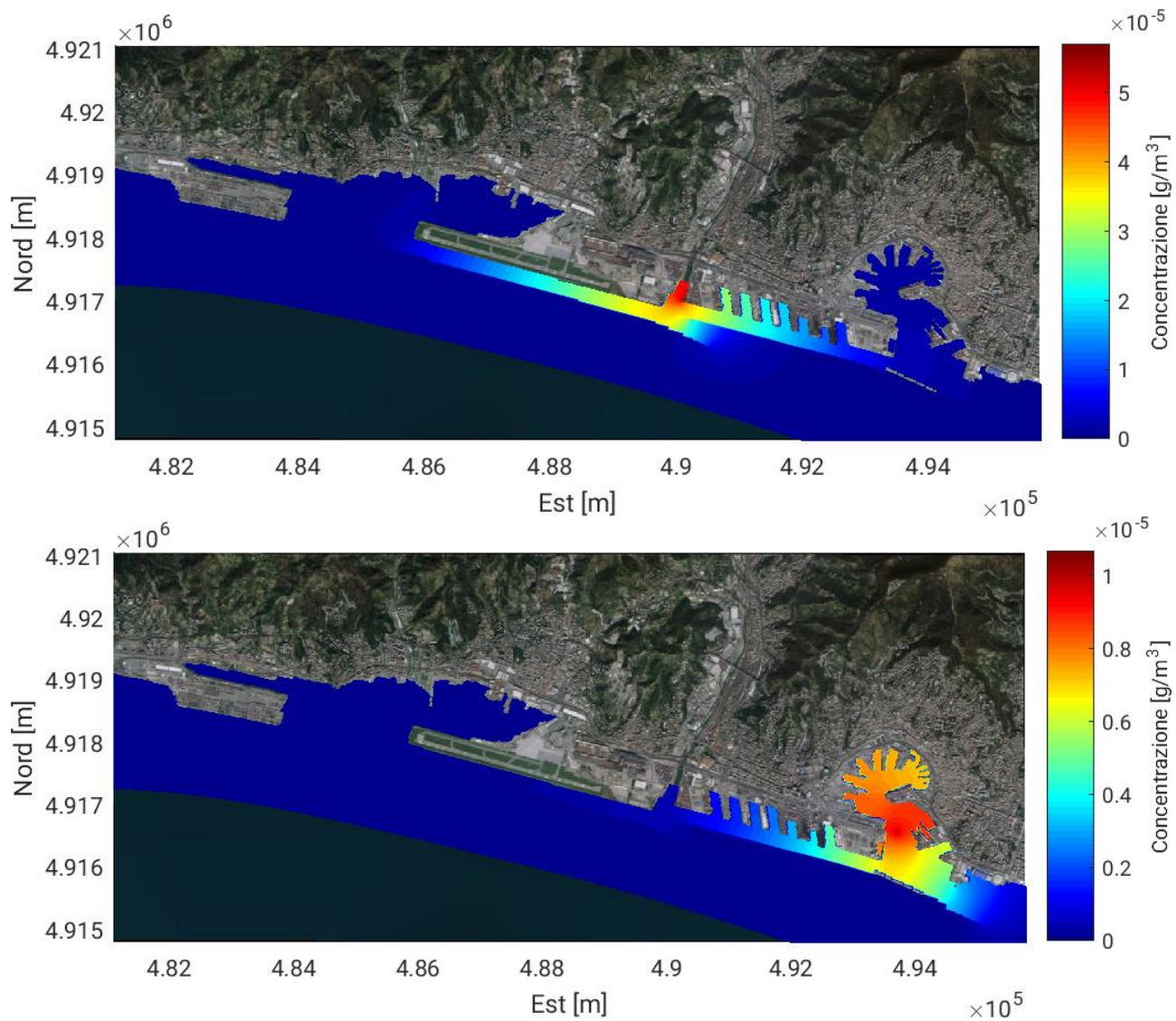


Figura 36 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

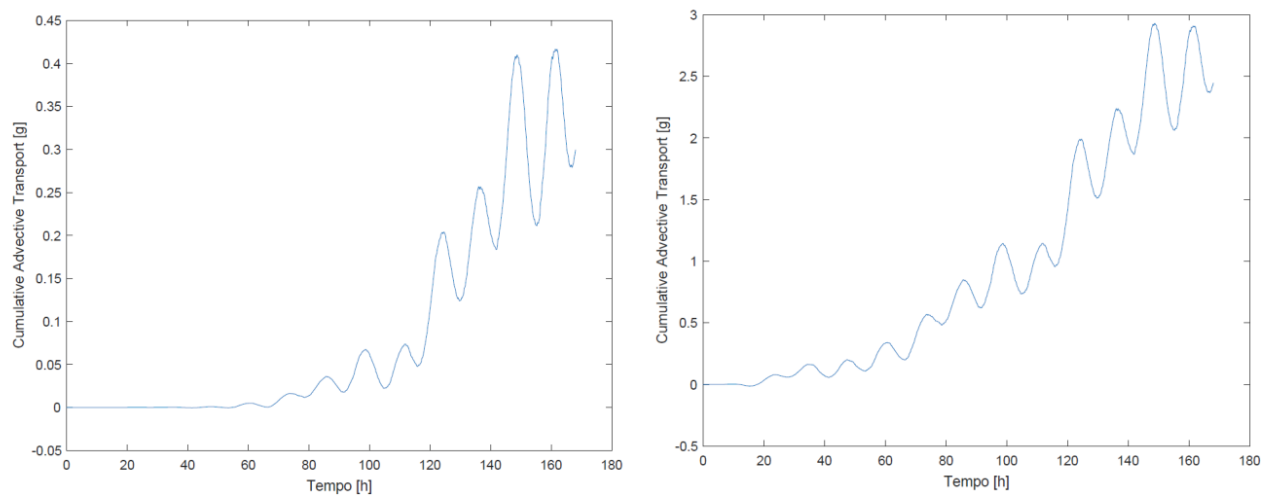


Figura 37 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

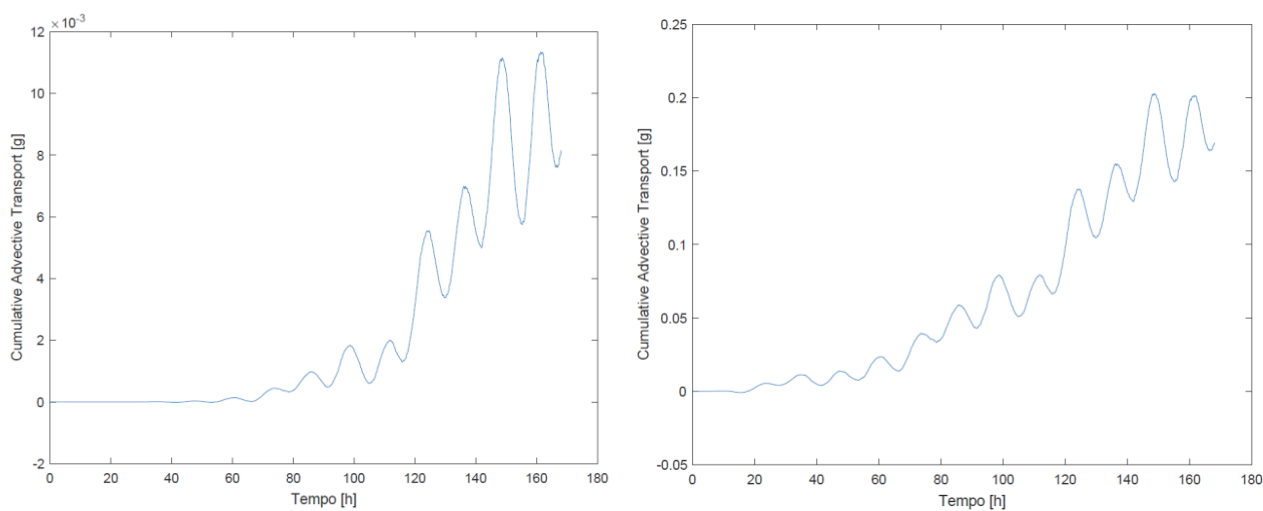


Figura 38 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

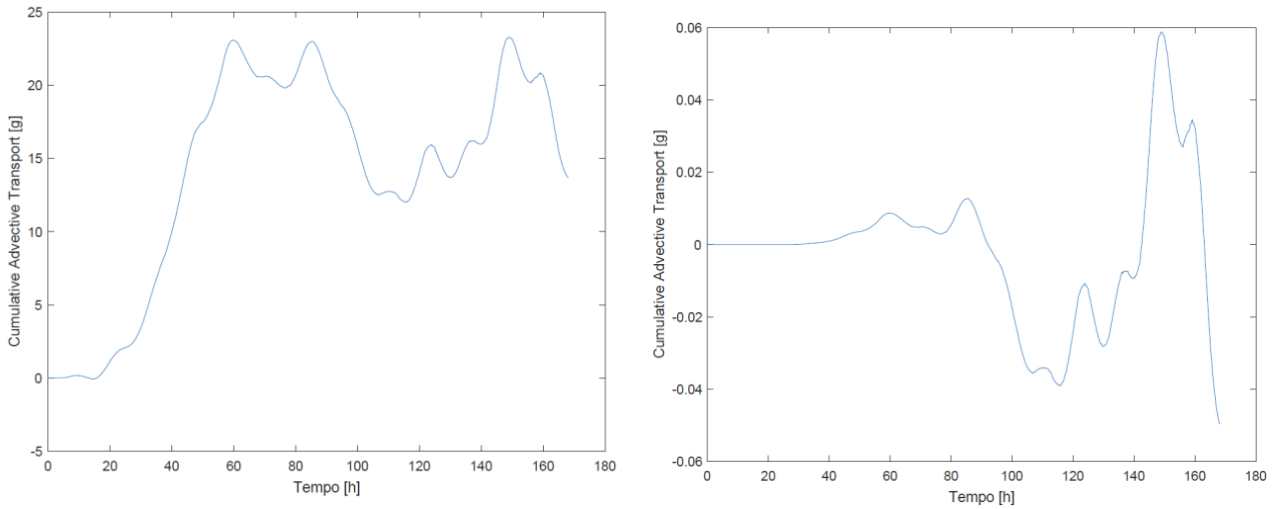


Figura 39 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

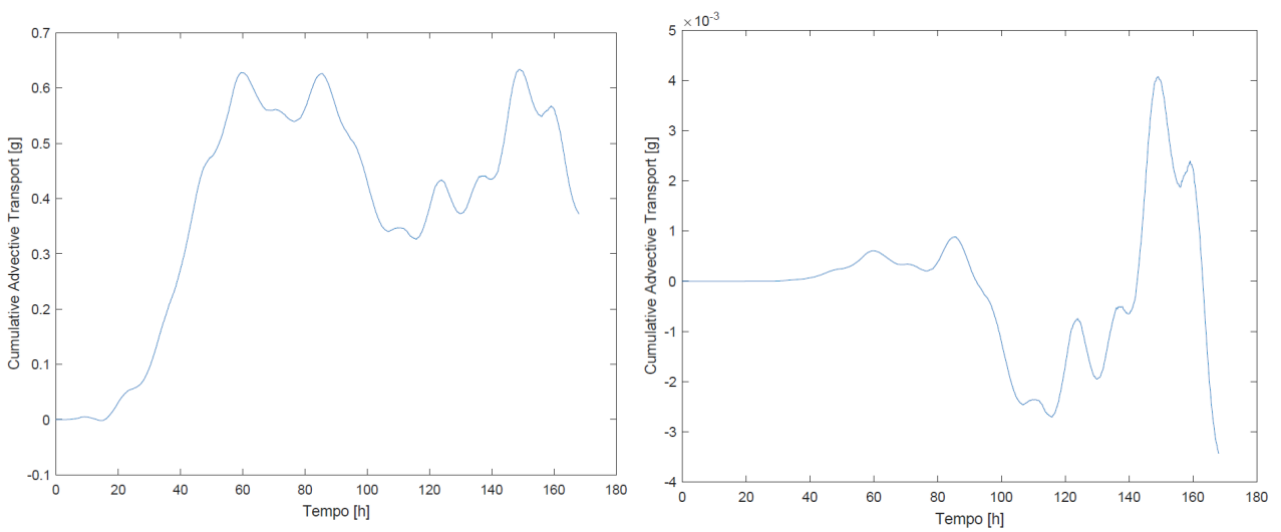


Figura 40 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 14

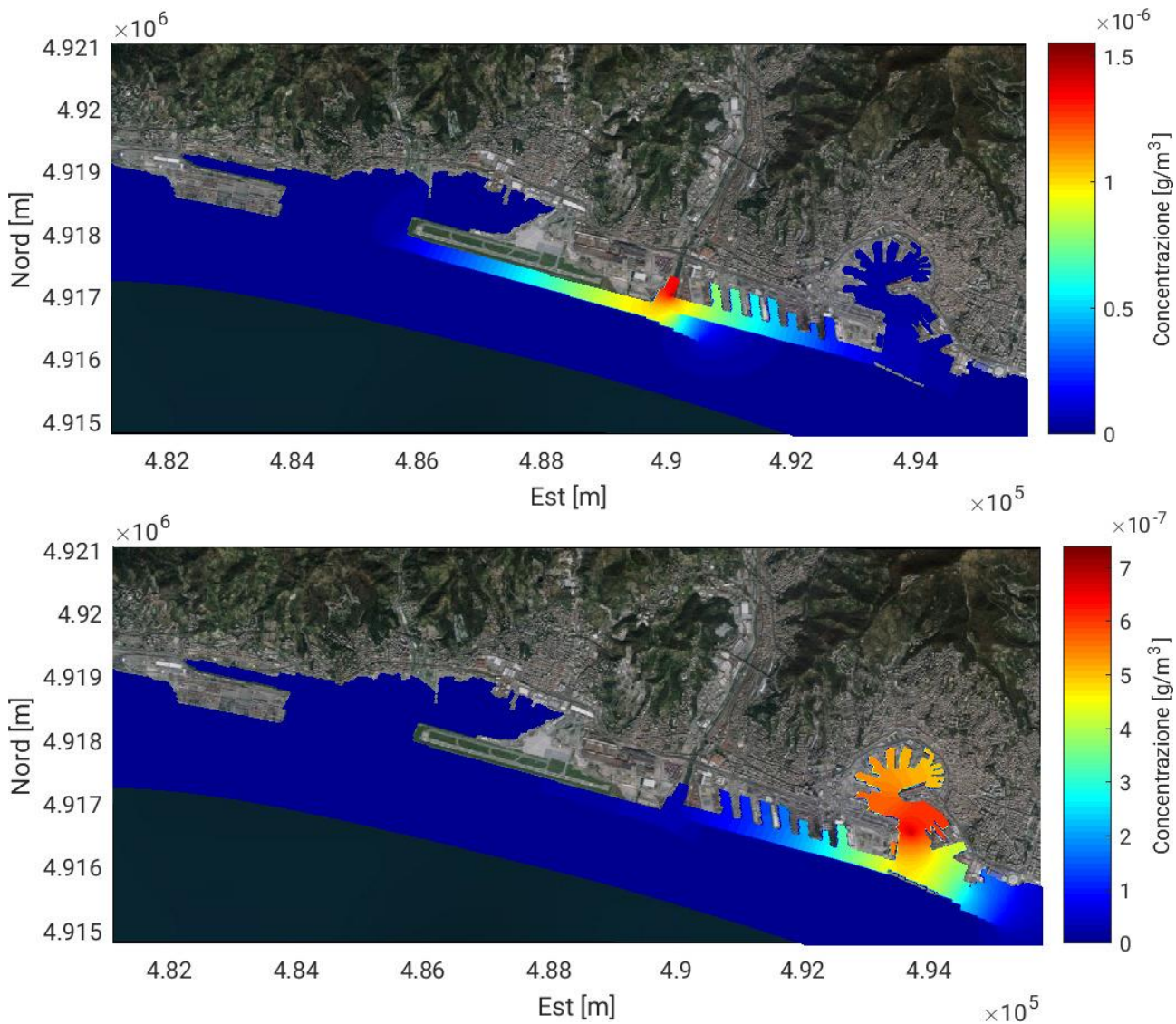


Figura 41 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

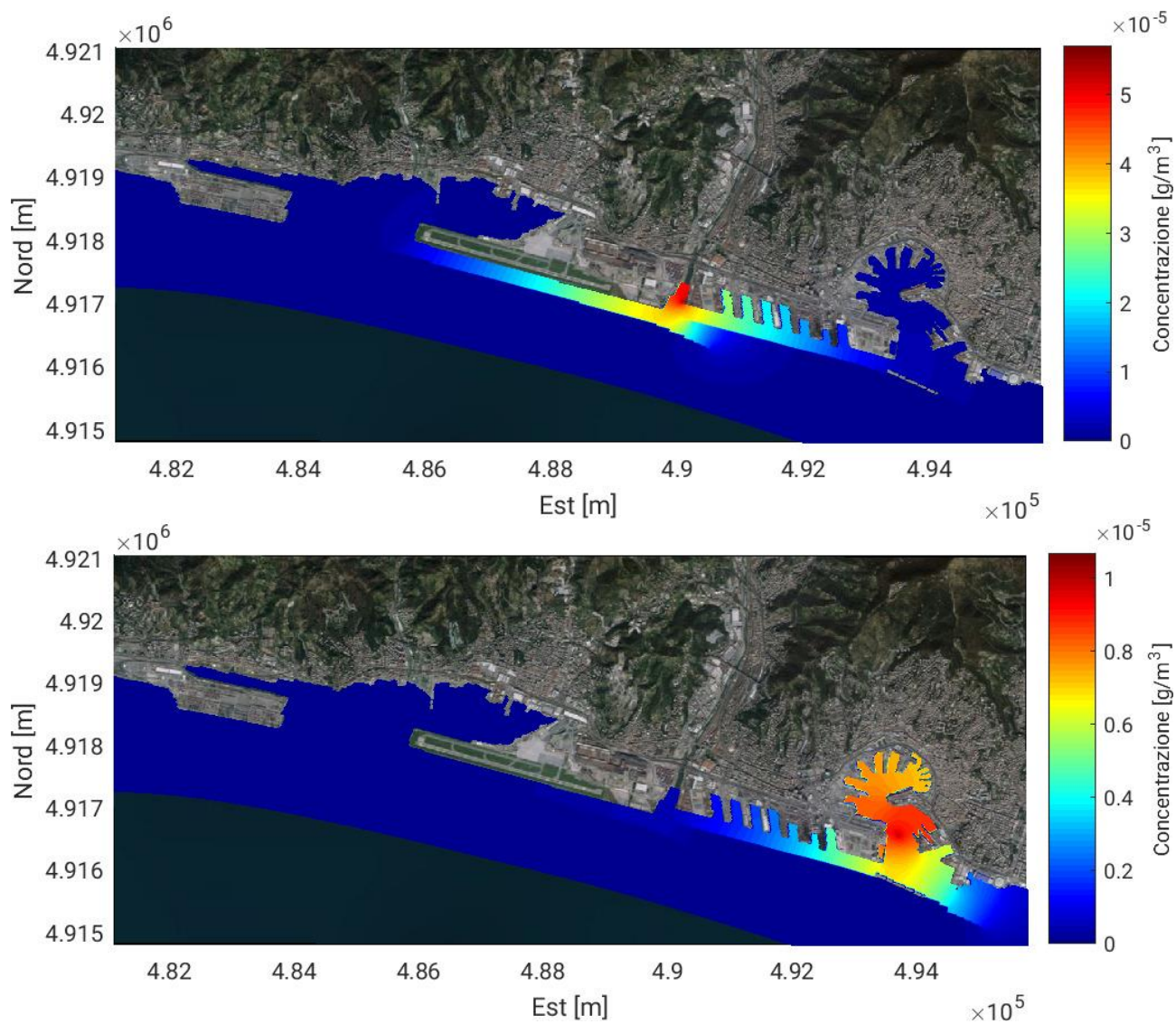


Figura 42 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

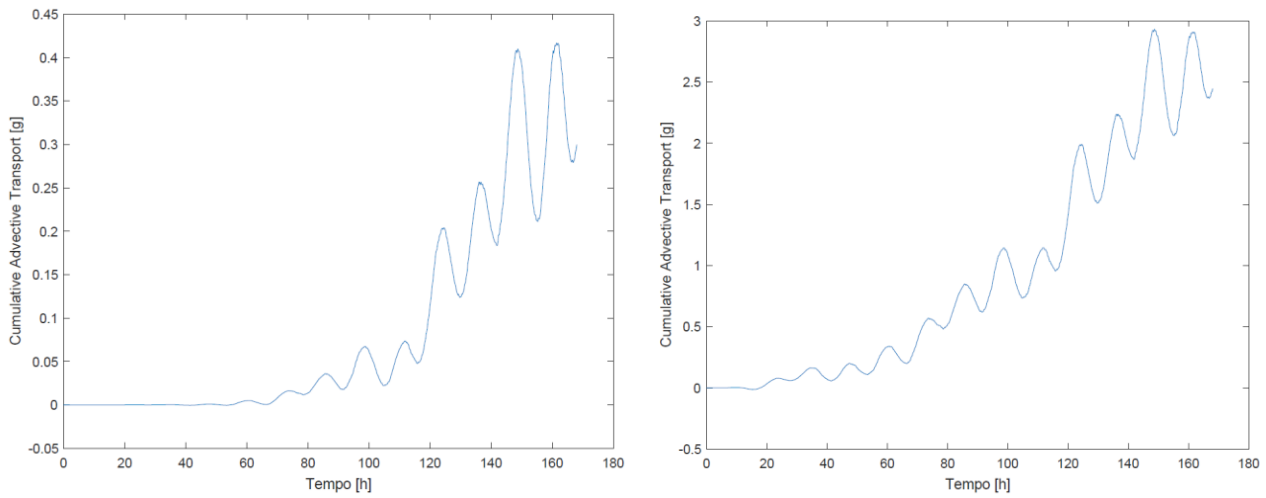


Figura 43 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

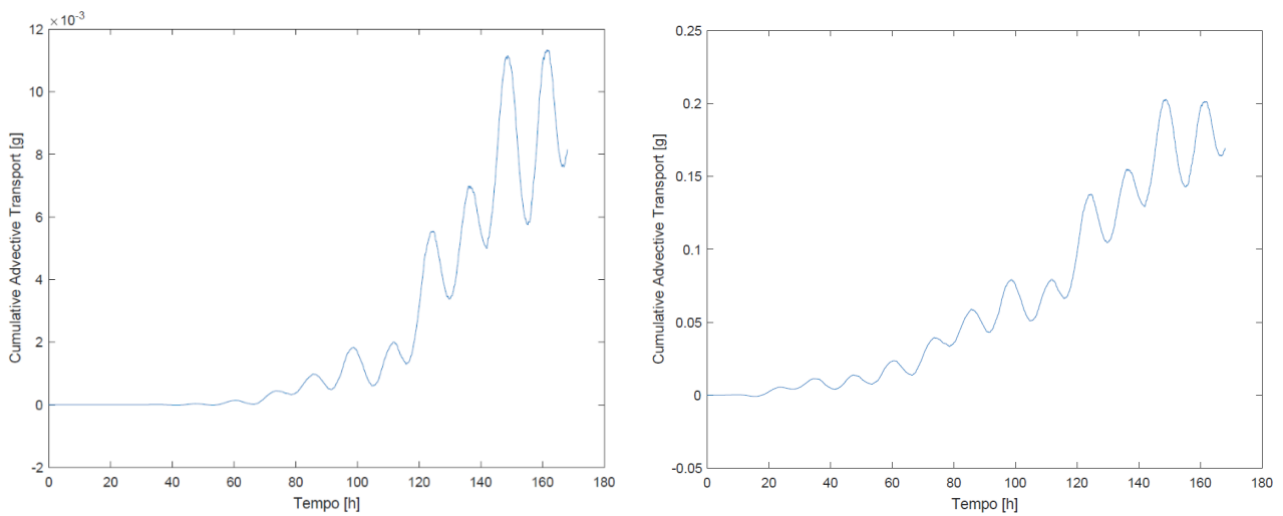


Figura 44 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

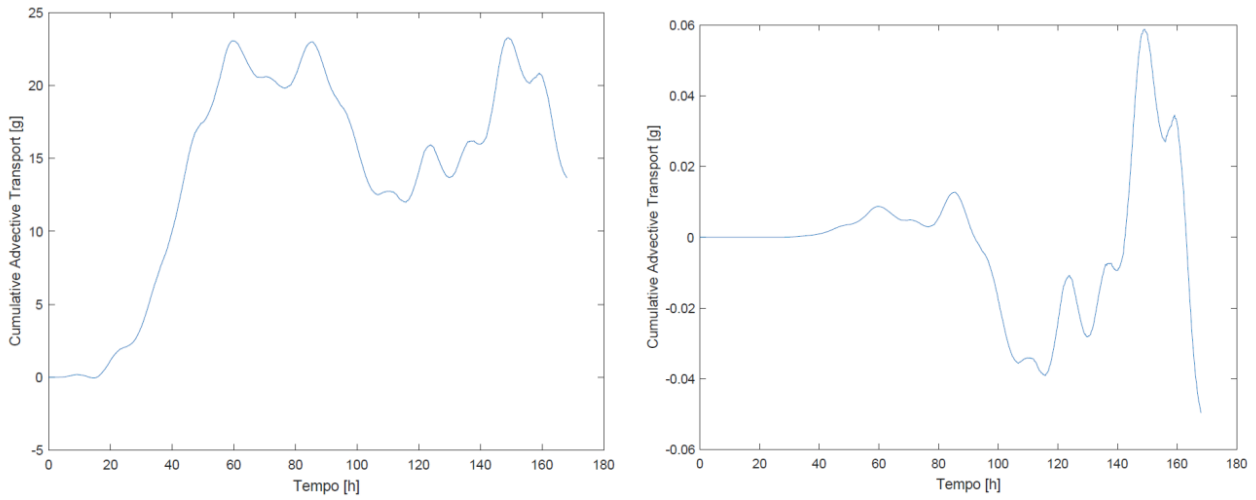


Figura 45 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

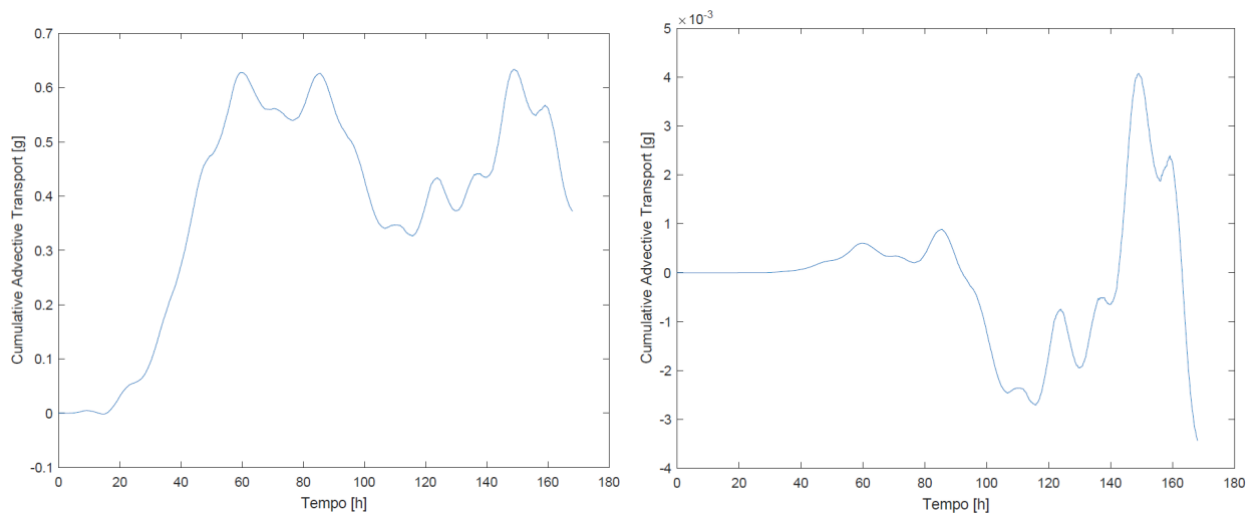


Figura 46 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 16

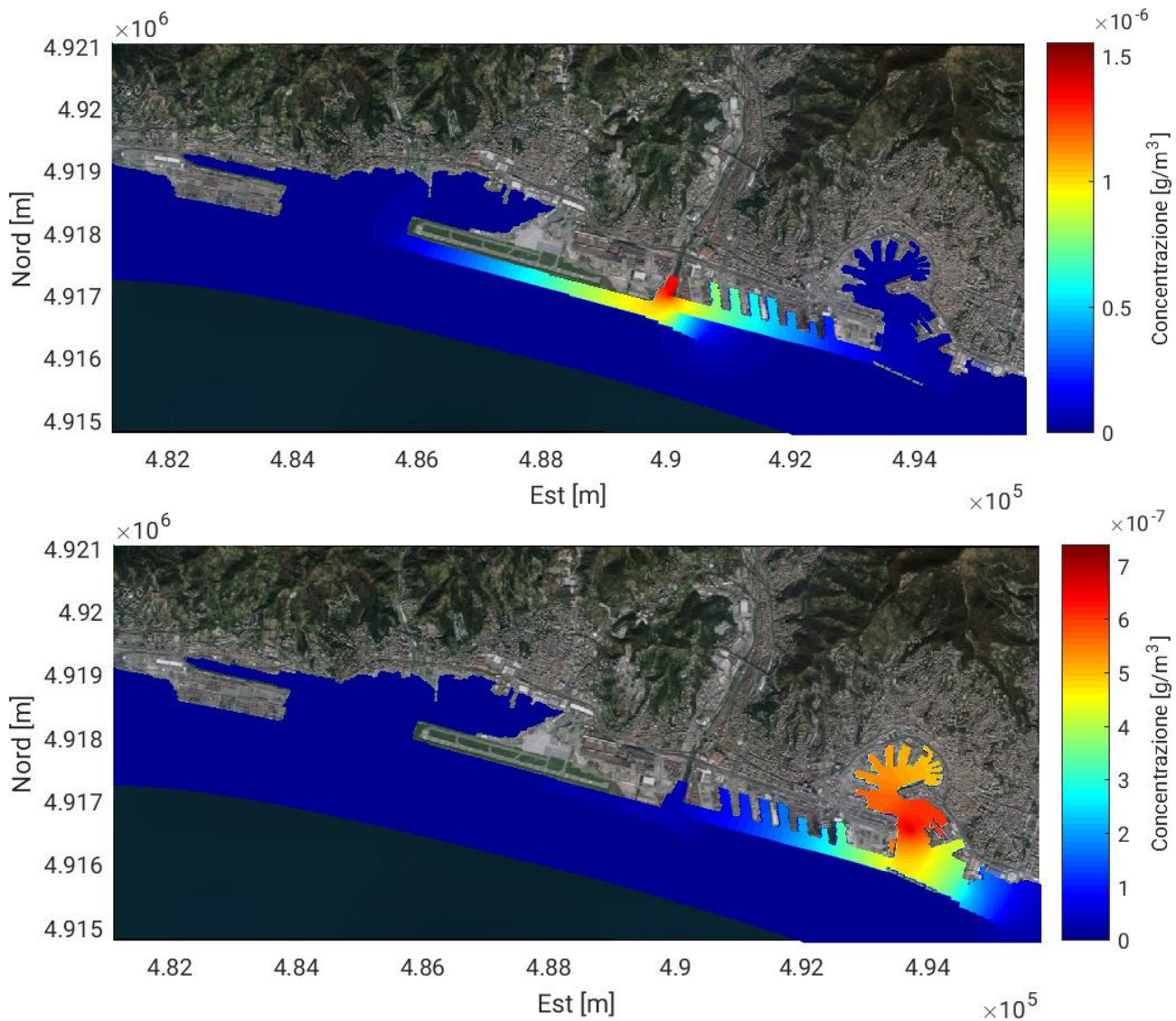


Figura 47 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

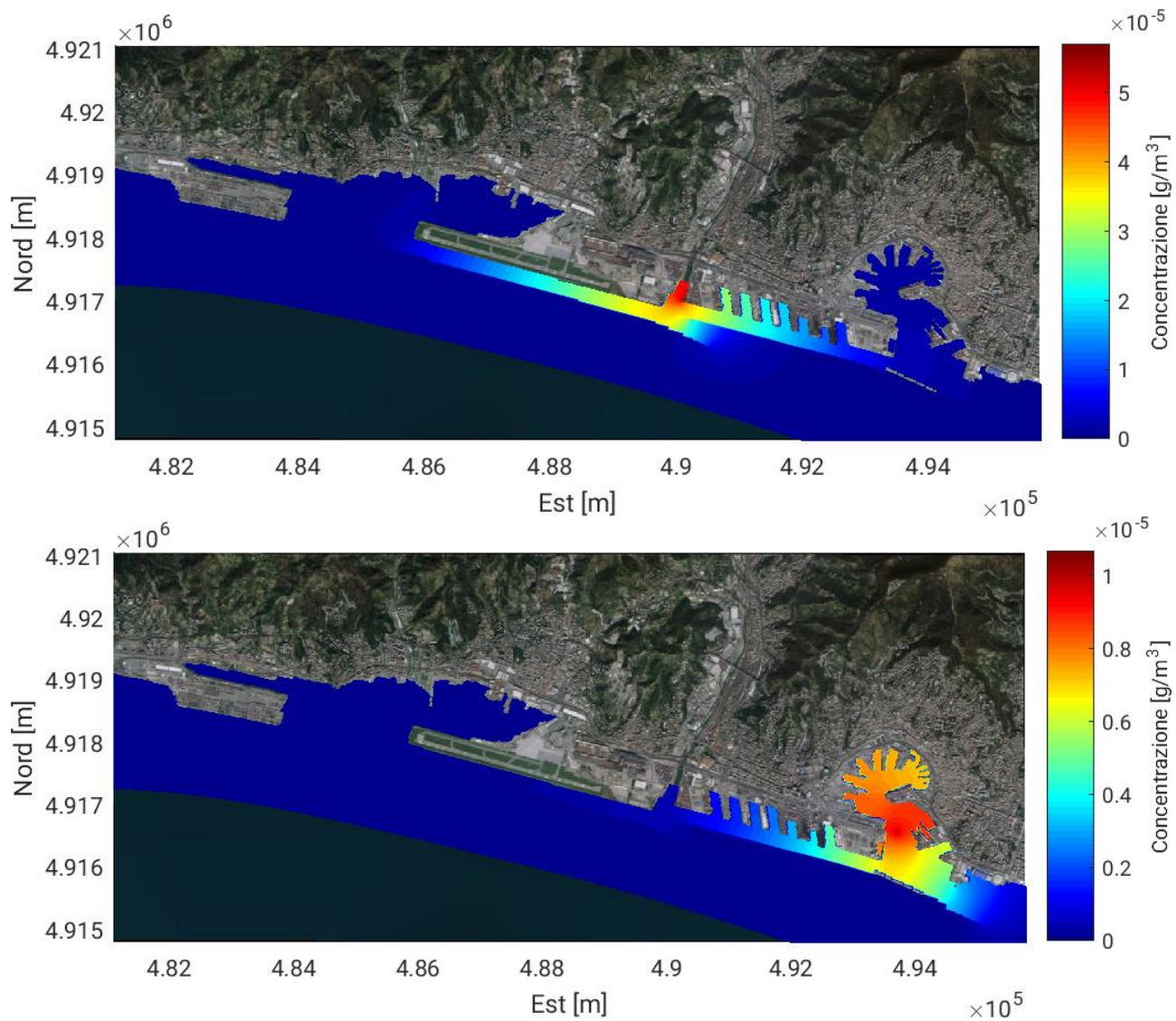


Figura 48 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

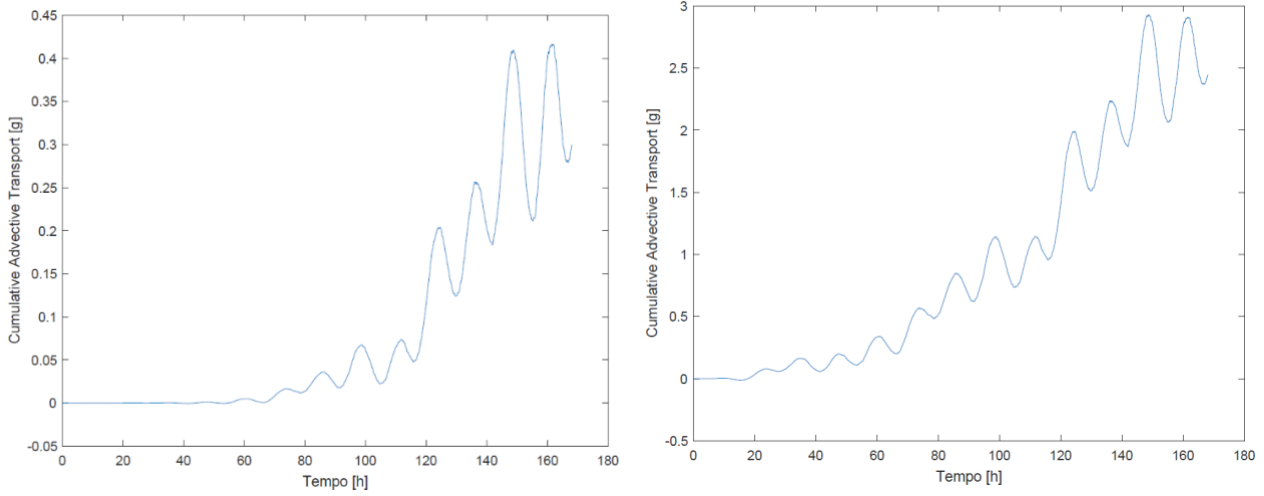


Figura 49 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

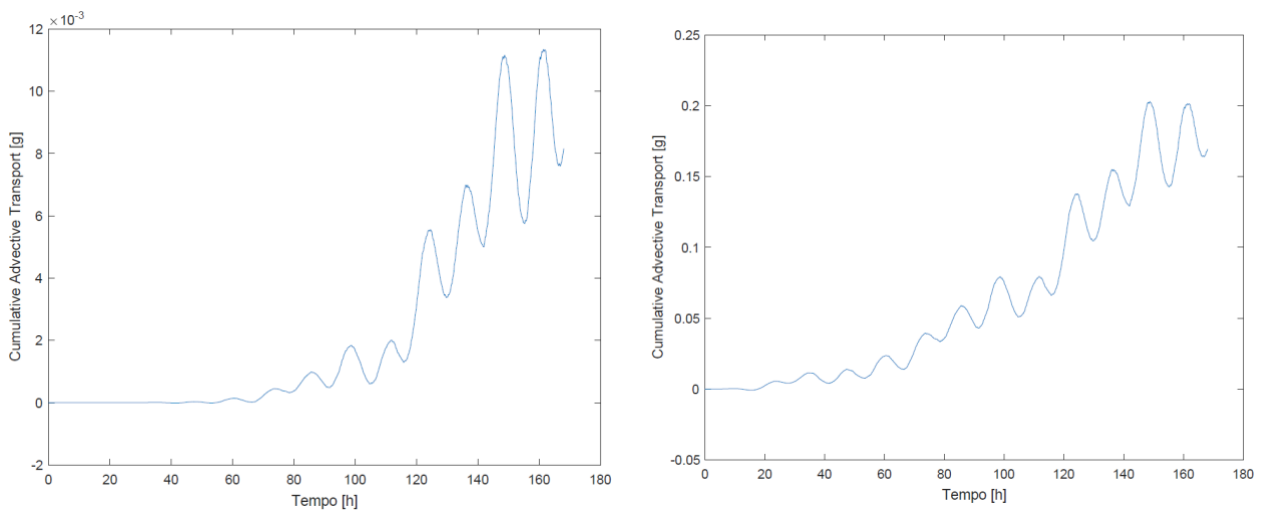


Figura 50 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

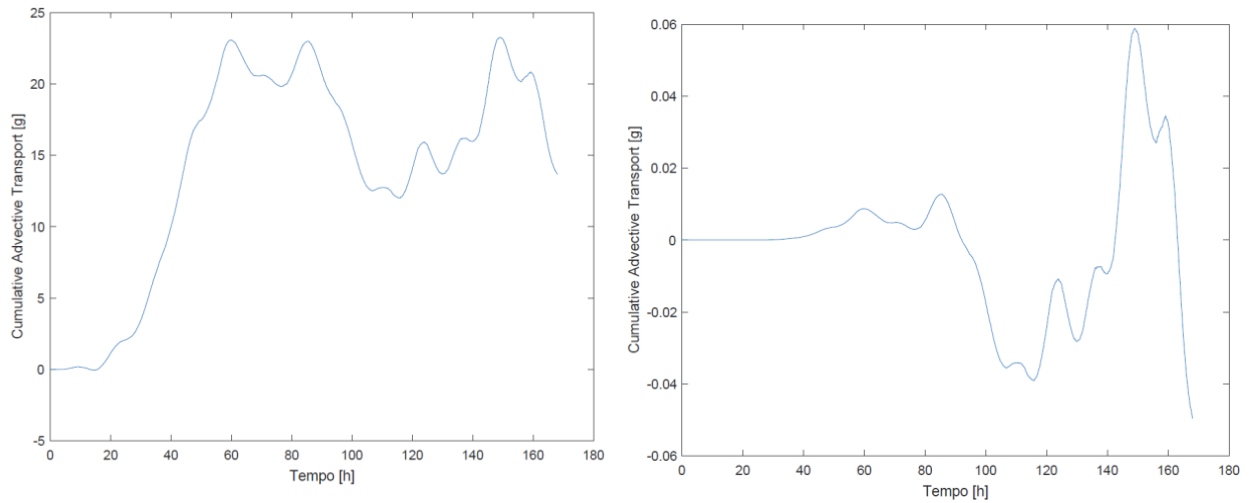


Figura 51 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

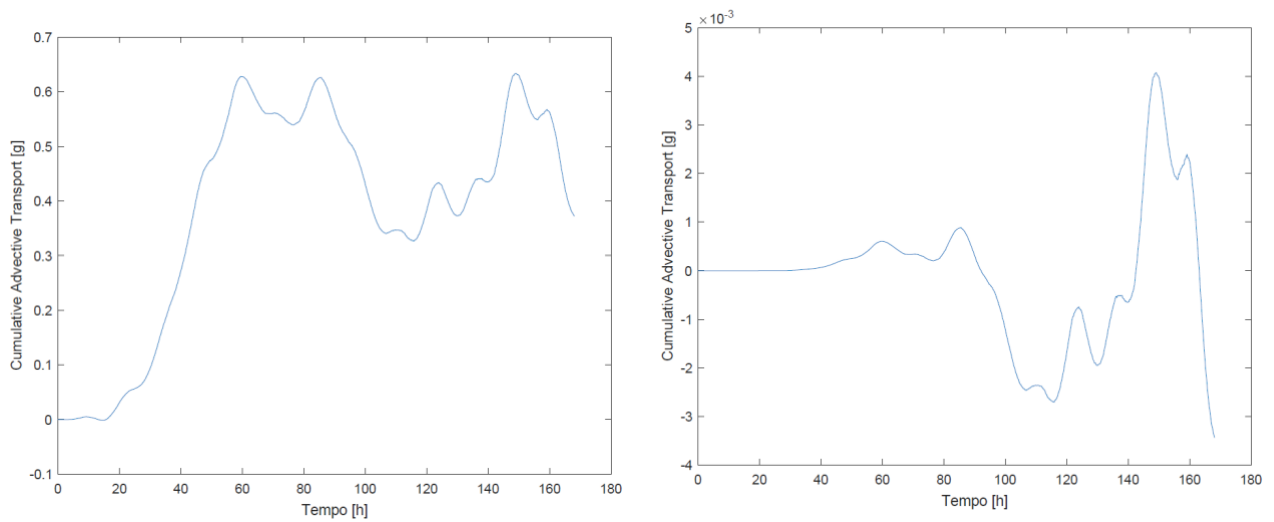


Figura 52 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 18

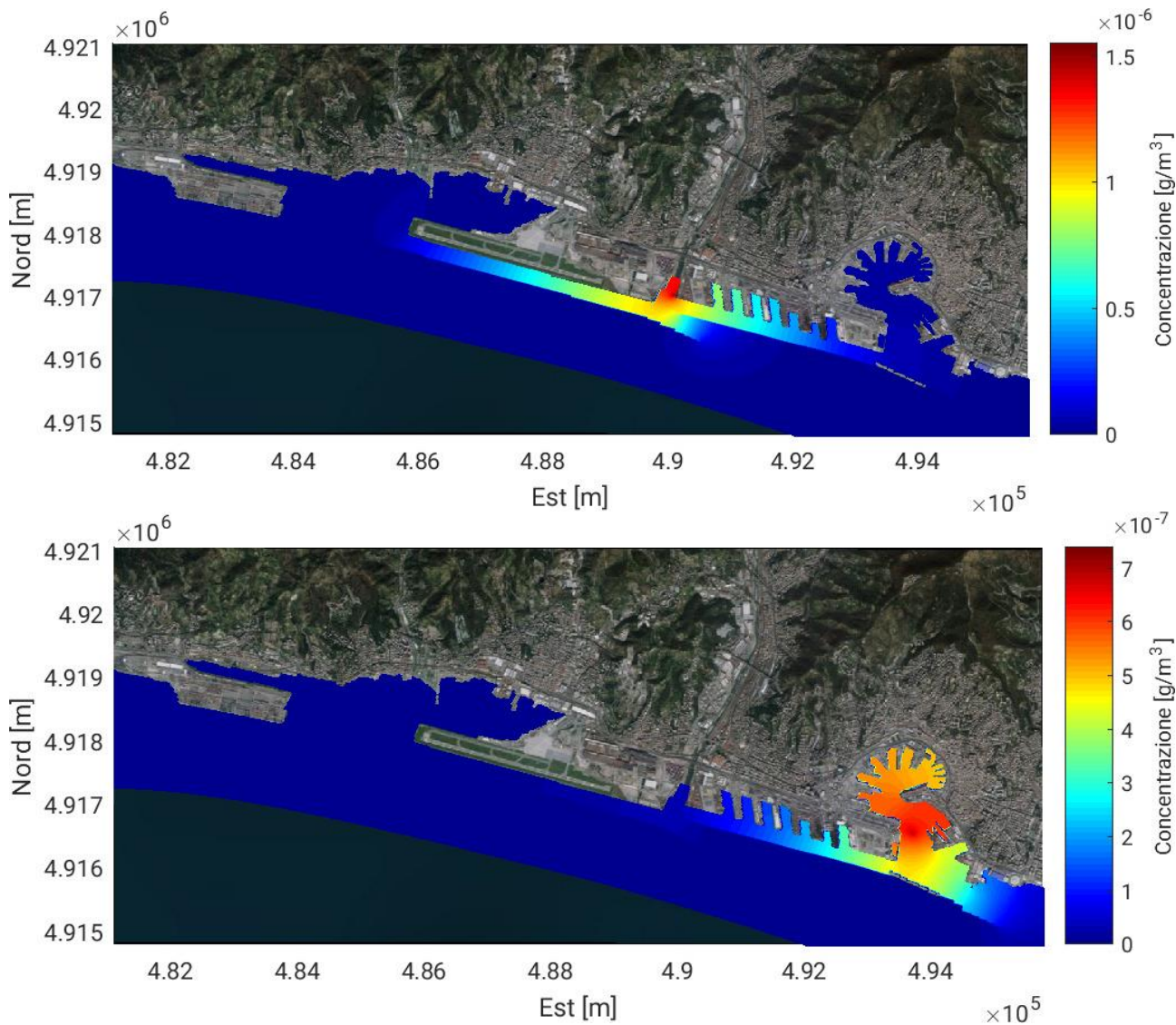


Figura 53 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

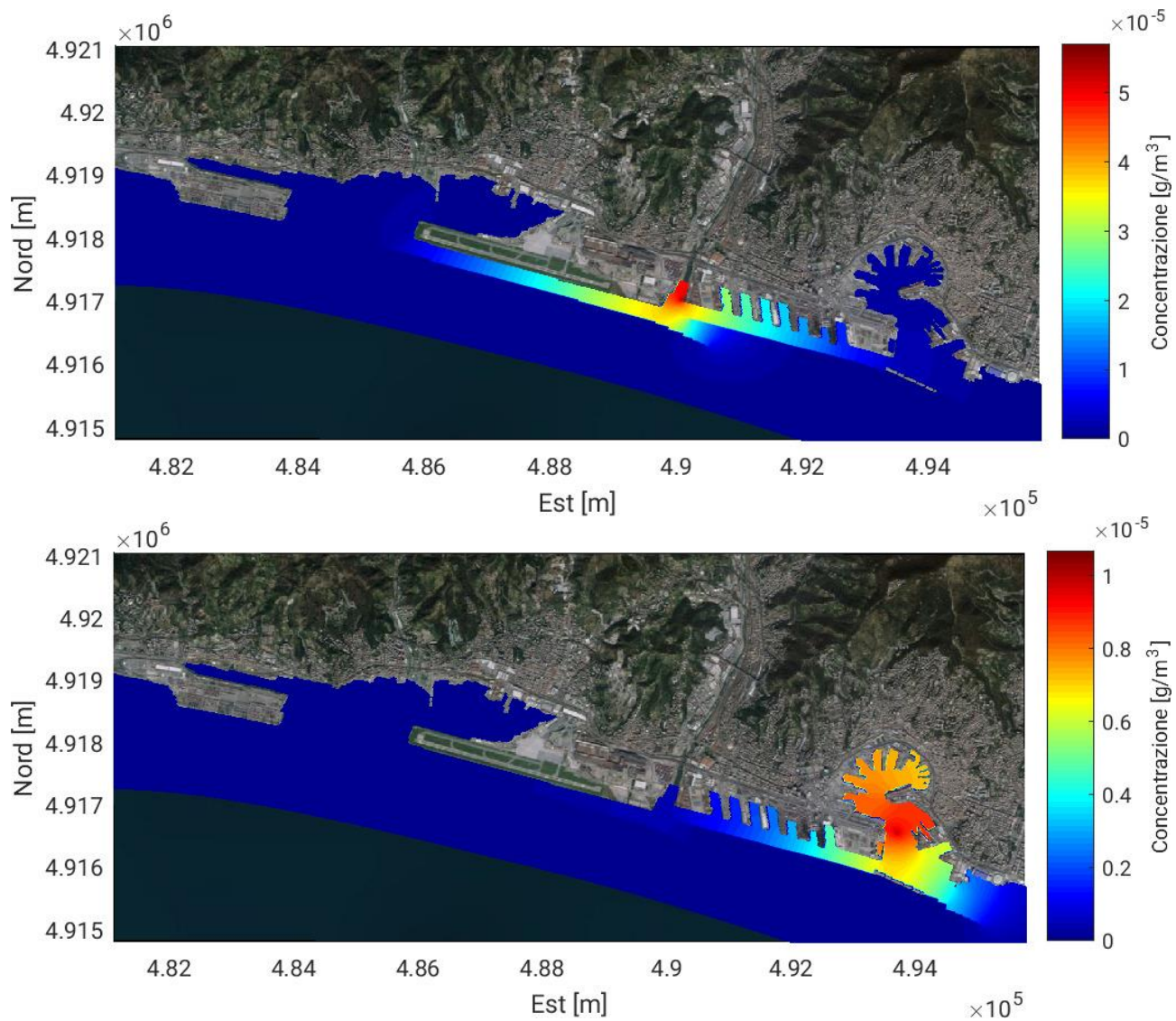


Figura 54 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

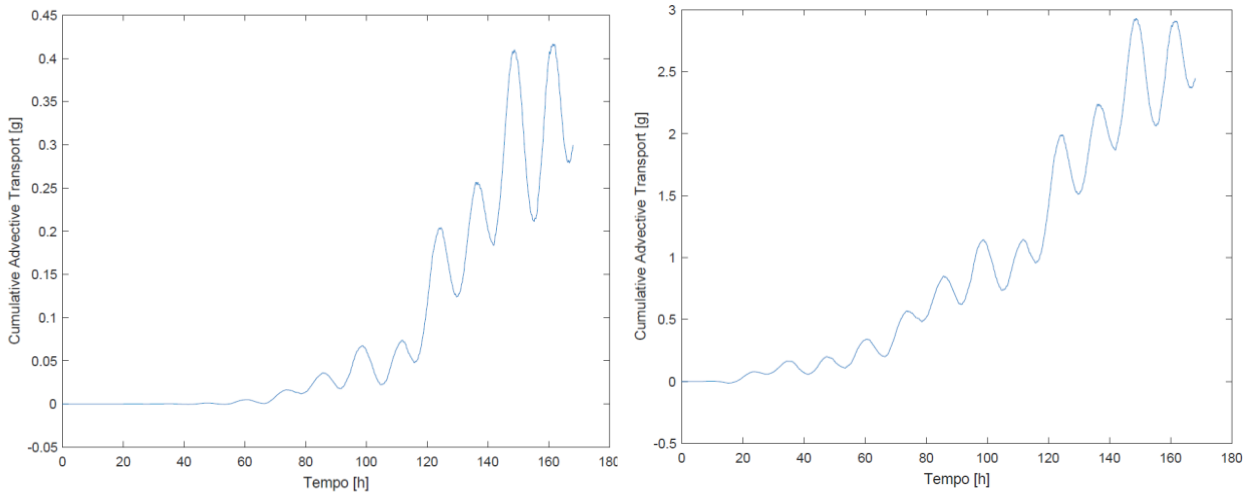


Figura 55 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

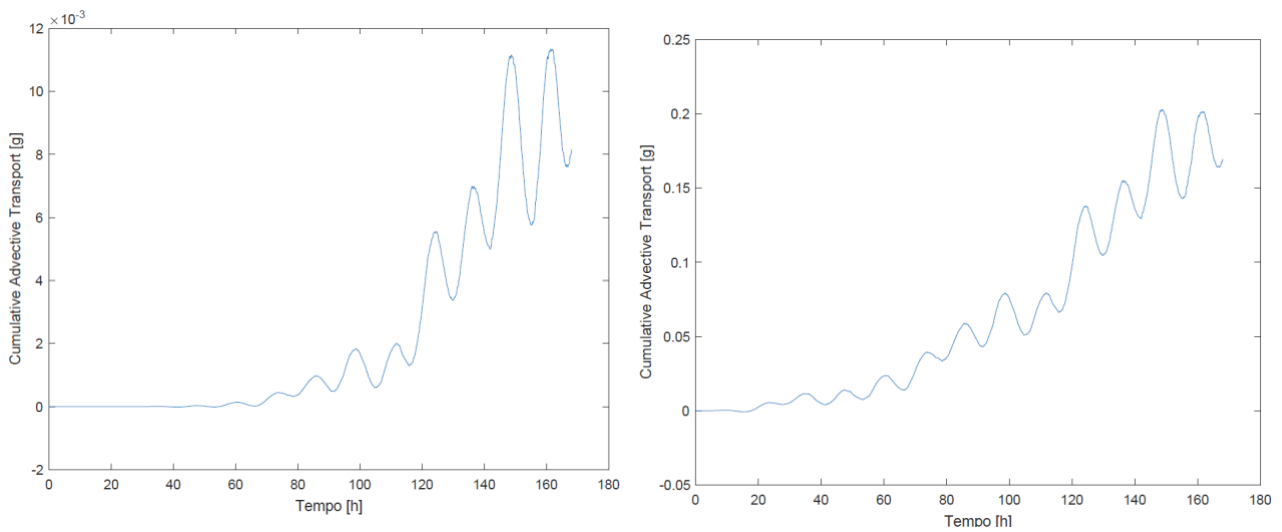


Figura 56 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

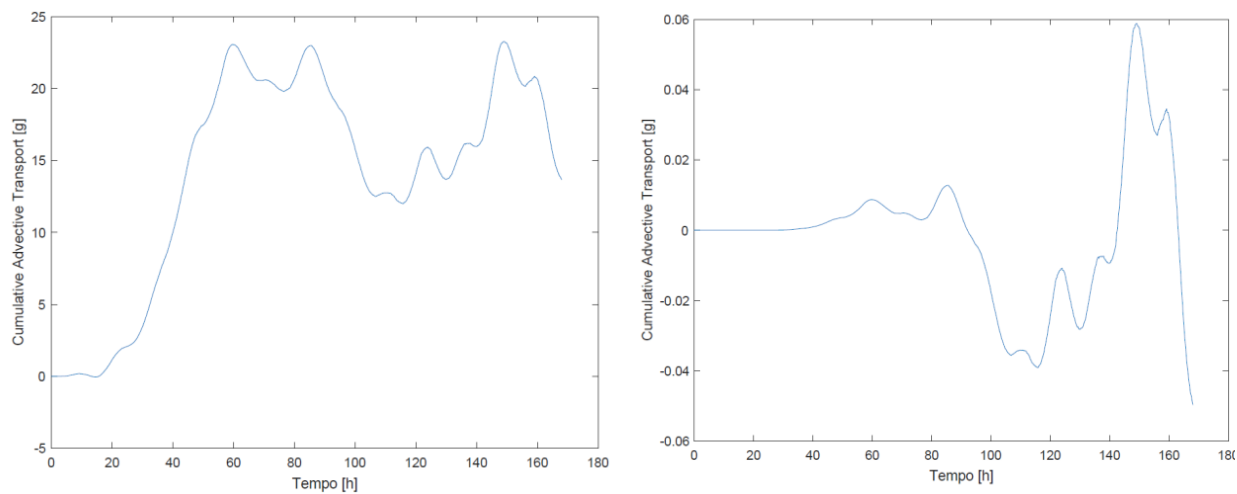


Figura 57 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

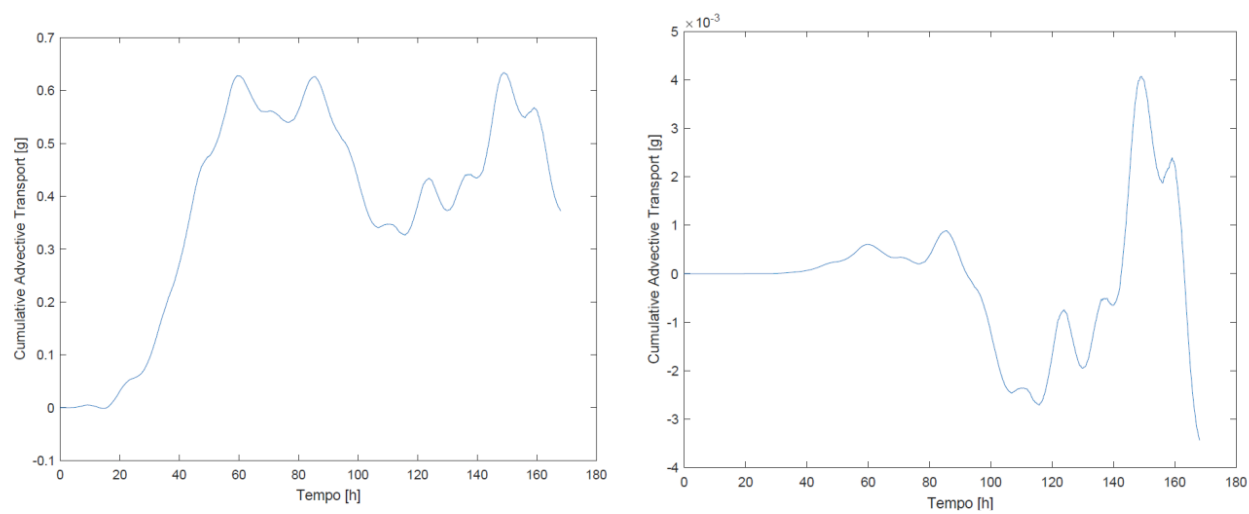


Figura 58 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

SCENARIO n. 22

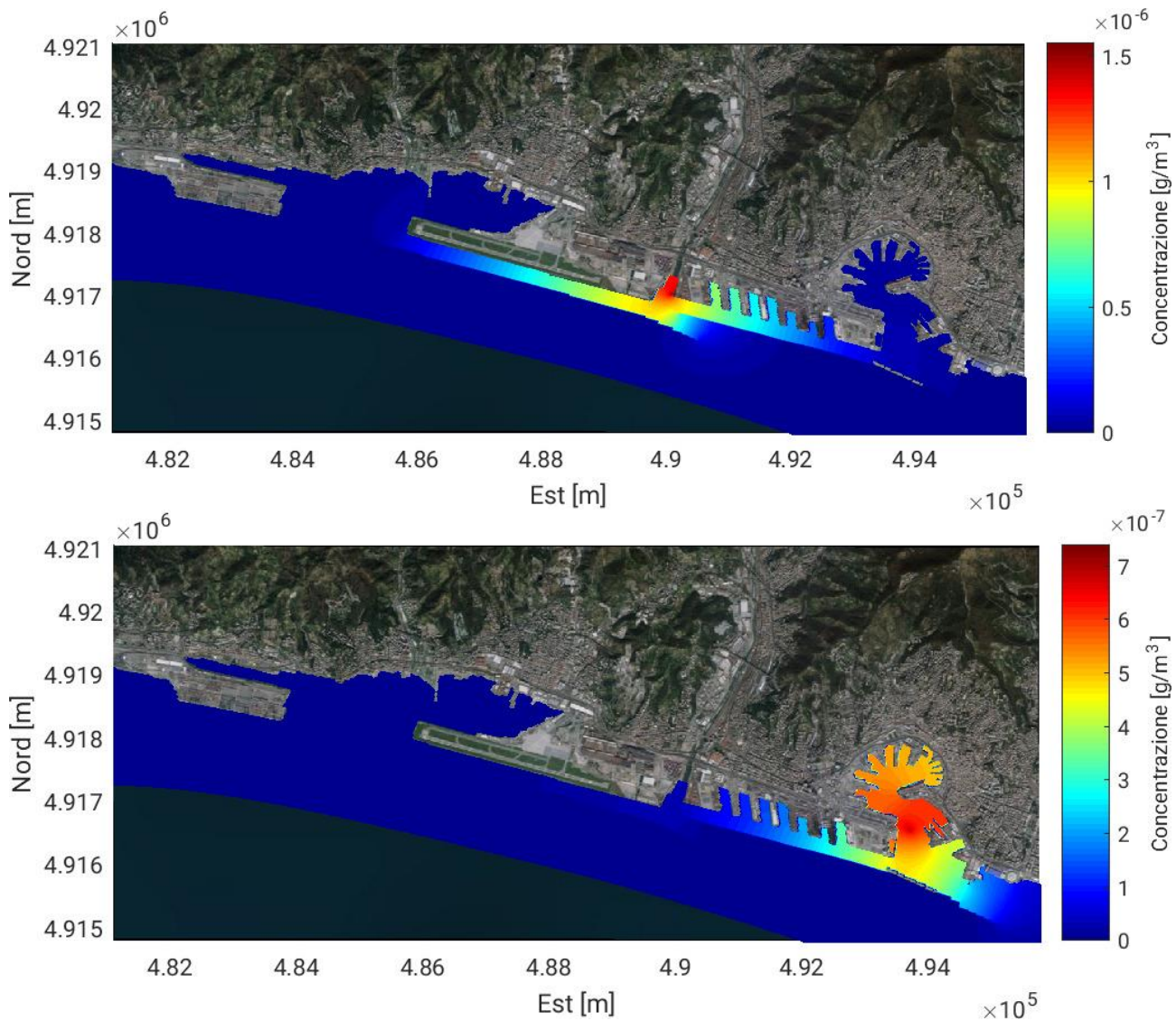


Figura 59 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione invernale.

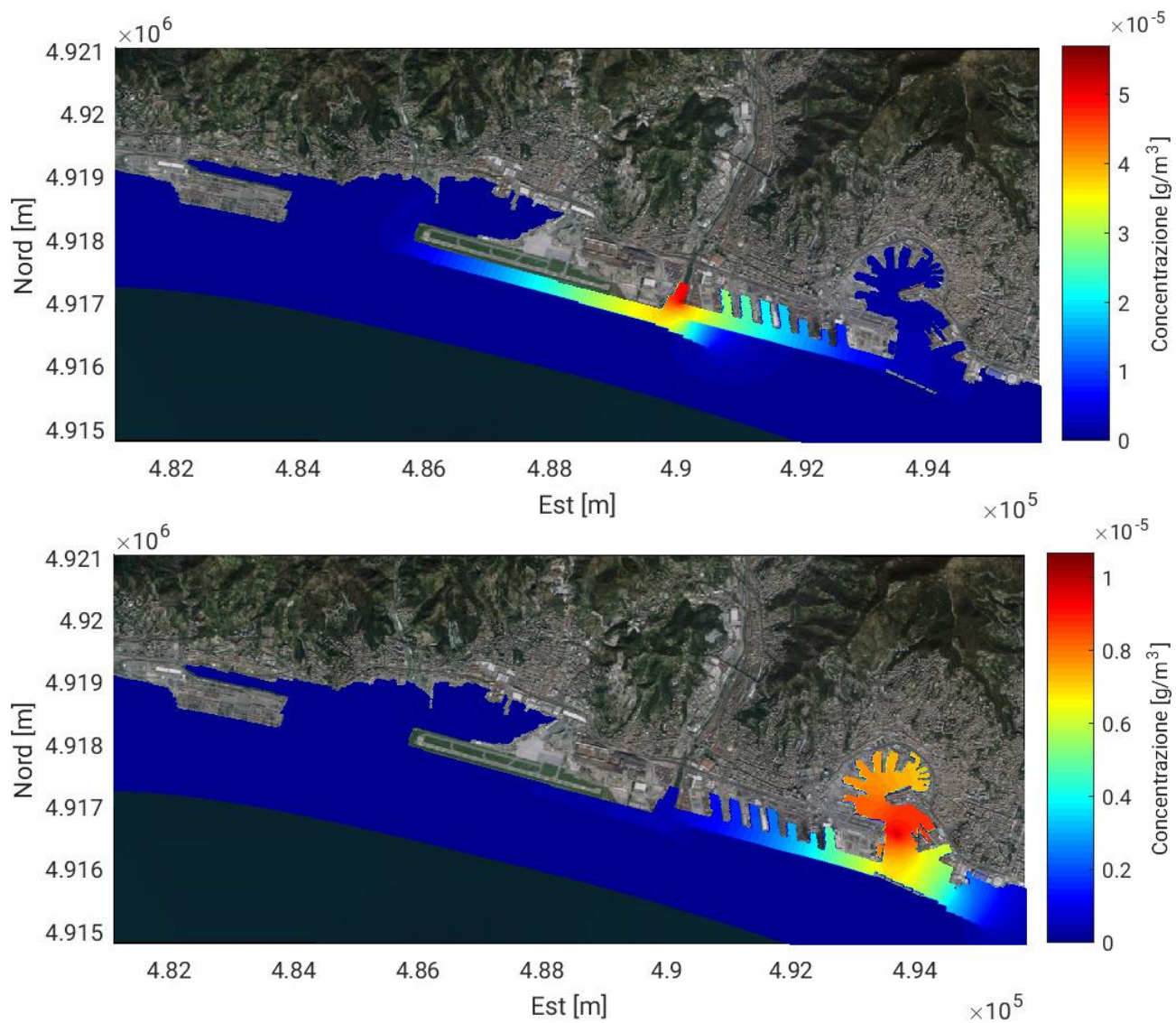


Figura 60 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale, durante la stagione estiva.

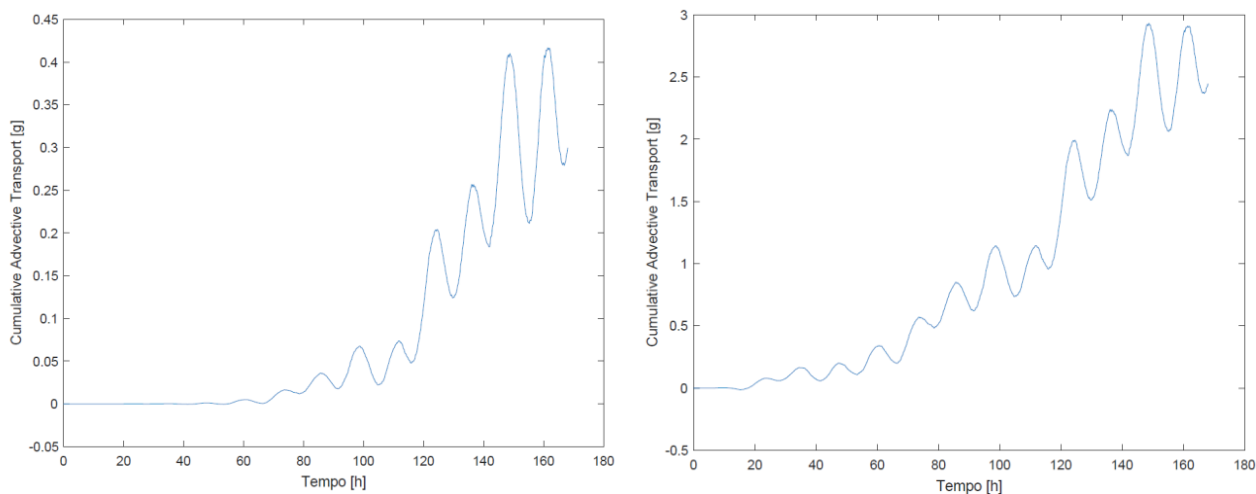


Figura 61 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione estiva.

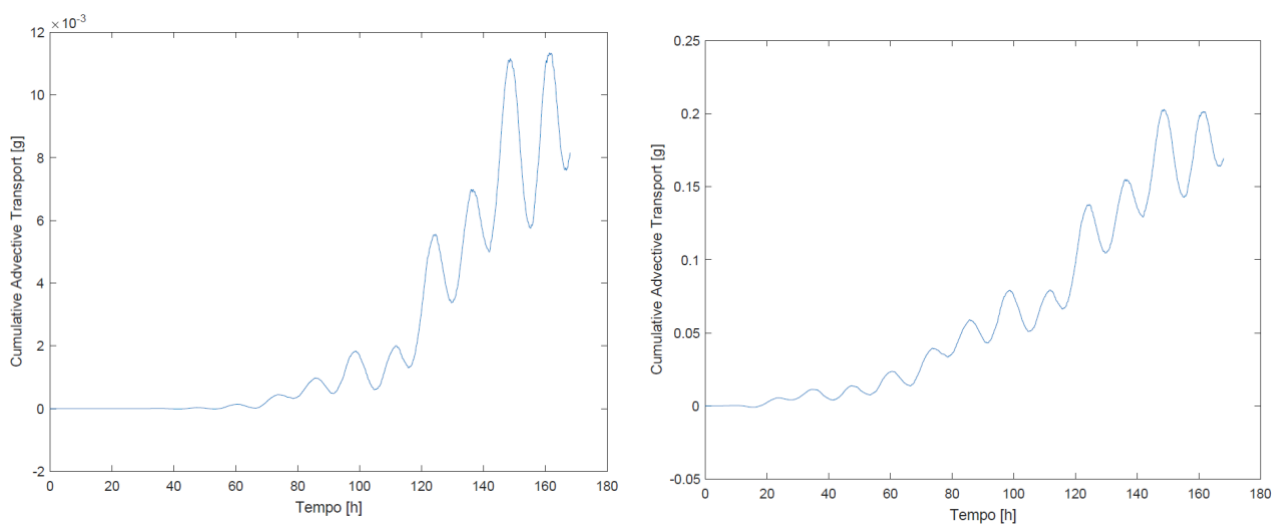


Figura 62 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca presente alla foce del Bisagno, durante la stagione invernale.

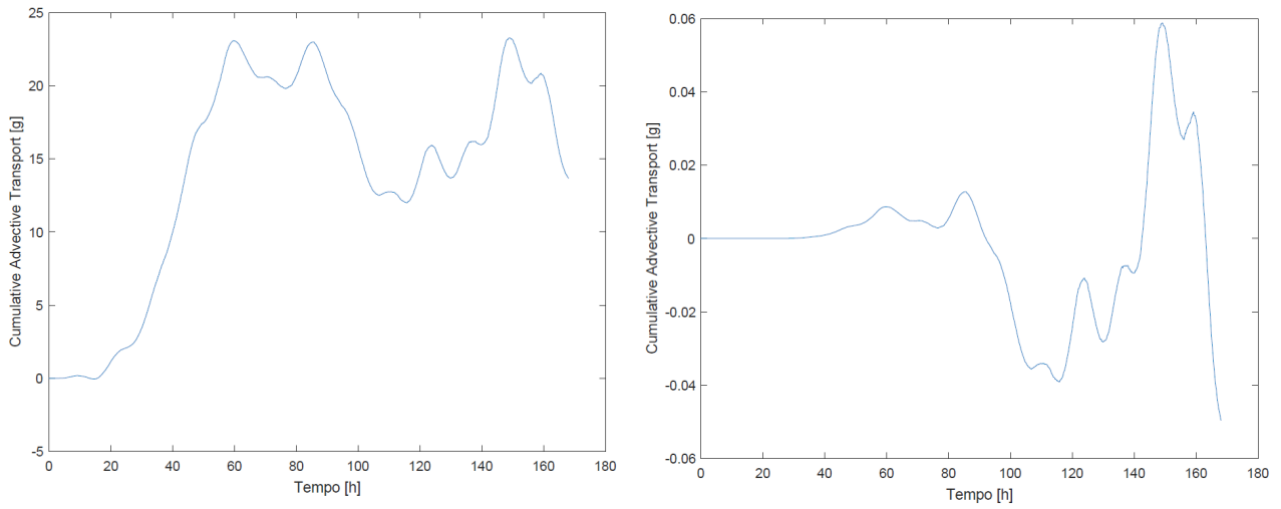


Figura 63 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione estiva.

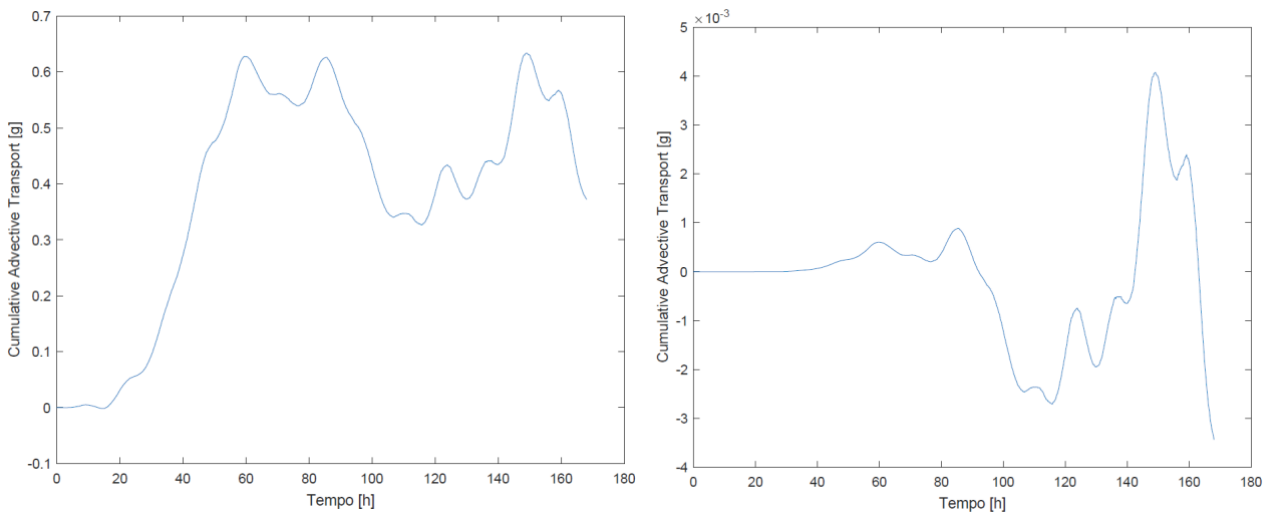
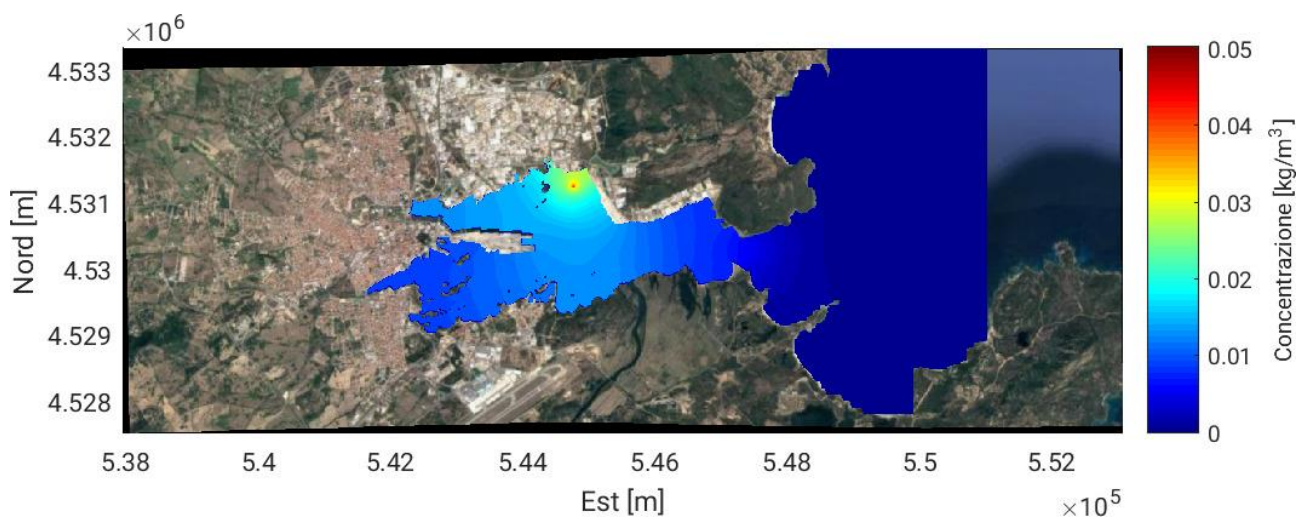
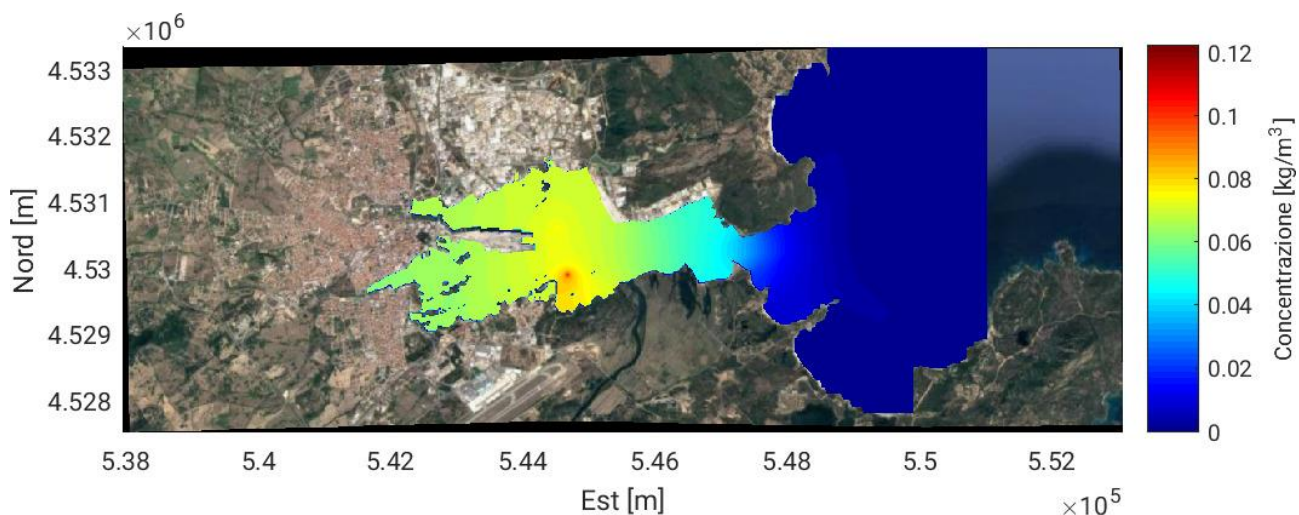
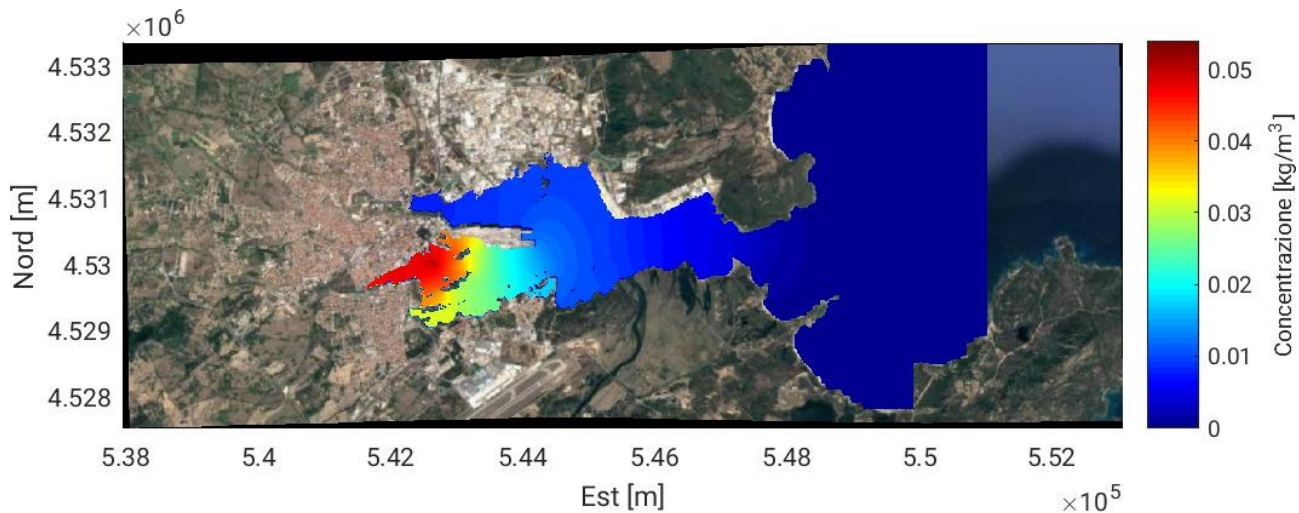


Figura 64 - Andamento del trasporto complessivo attraverso la bocca centrale tra le due dighe foranee, durante la stagione invernale.

4.2 Risultati degli scenari per il sito di Olbia

SCENARIO n. 1



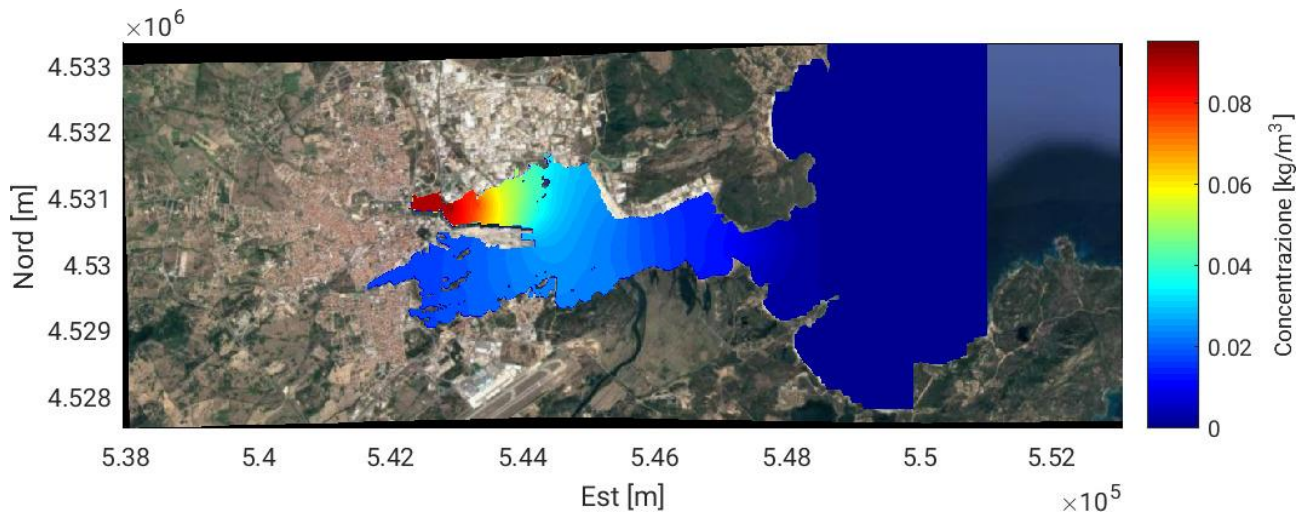
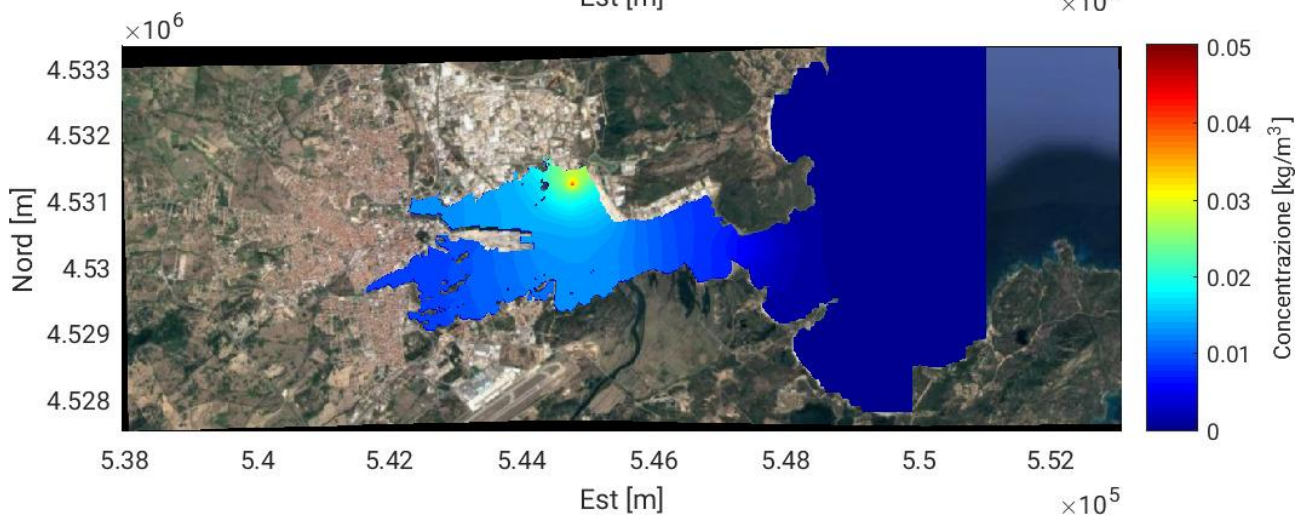
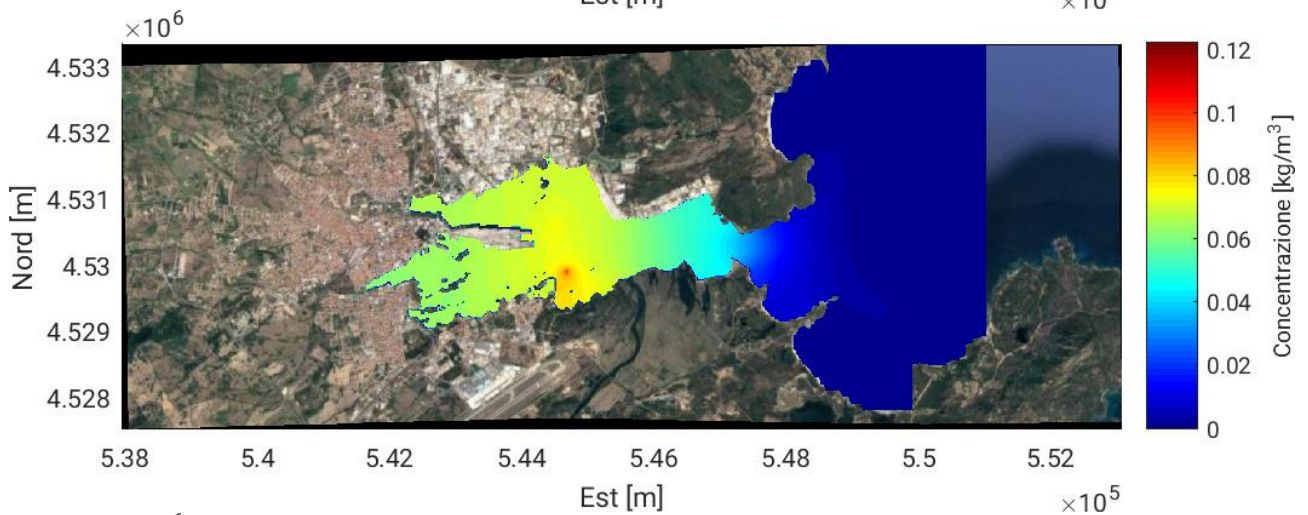
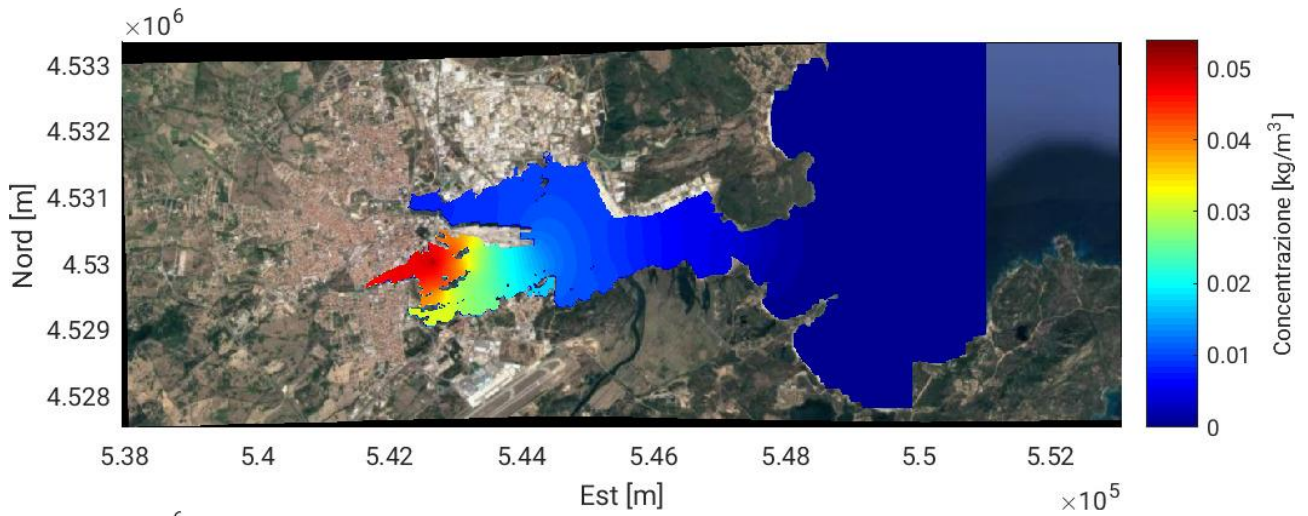


Figura 65 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 2



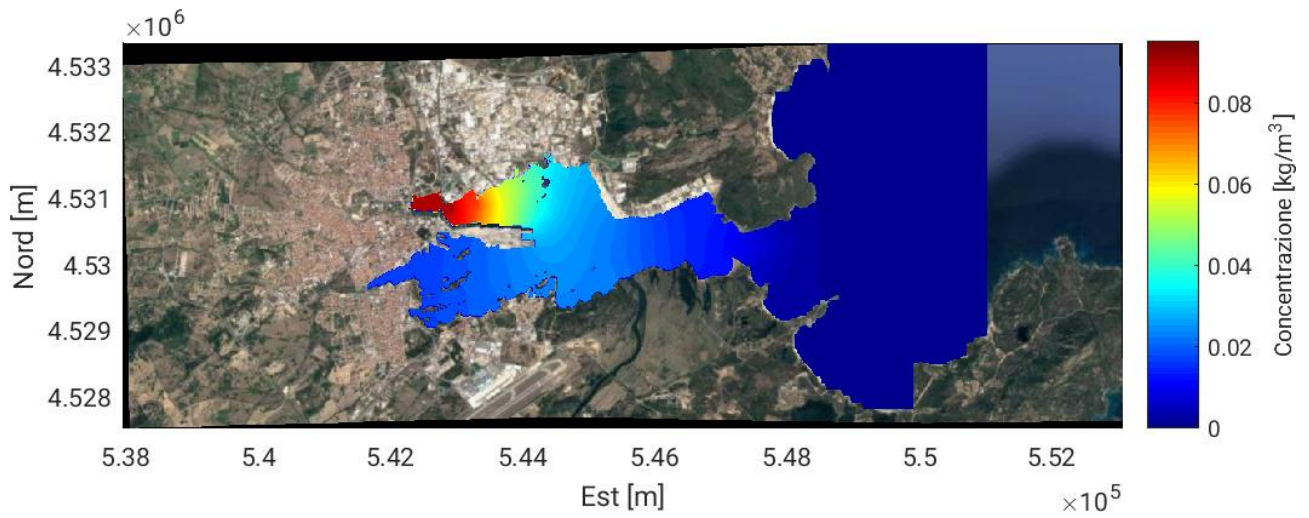
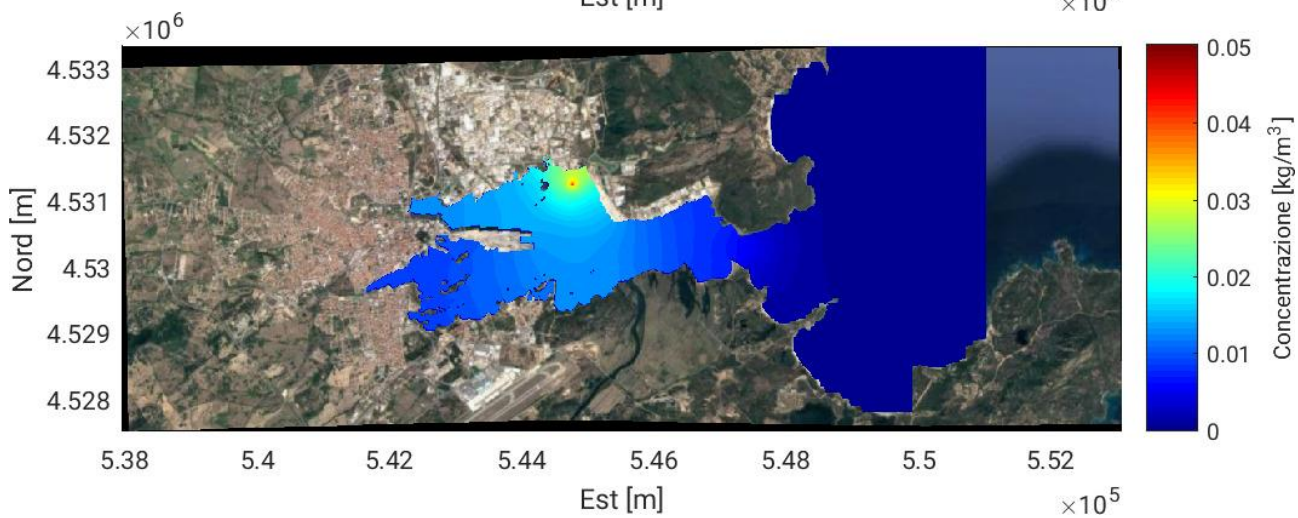
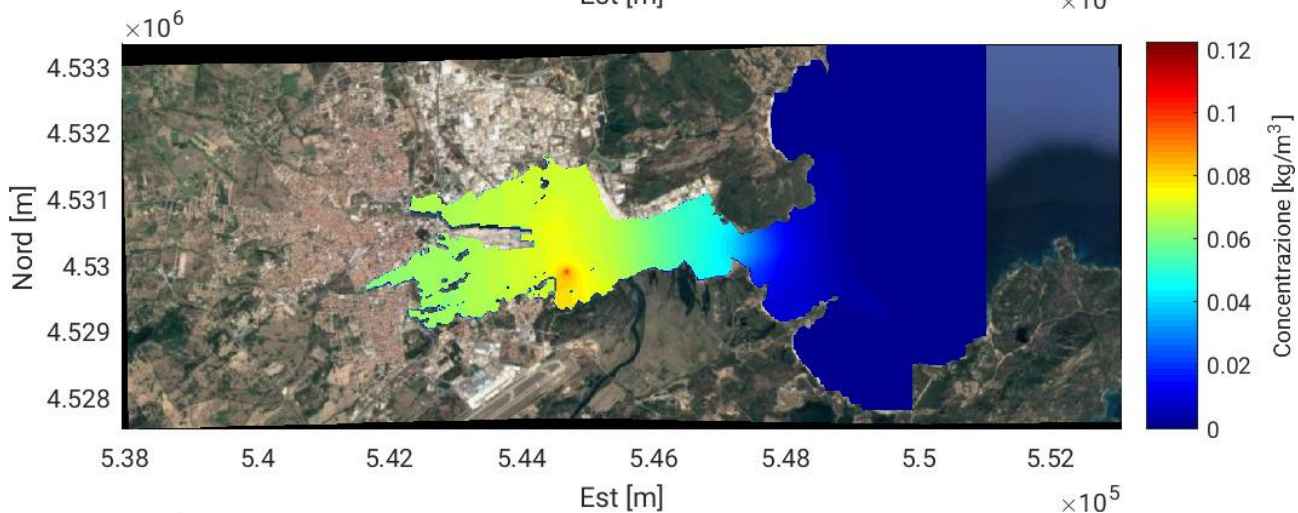
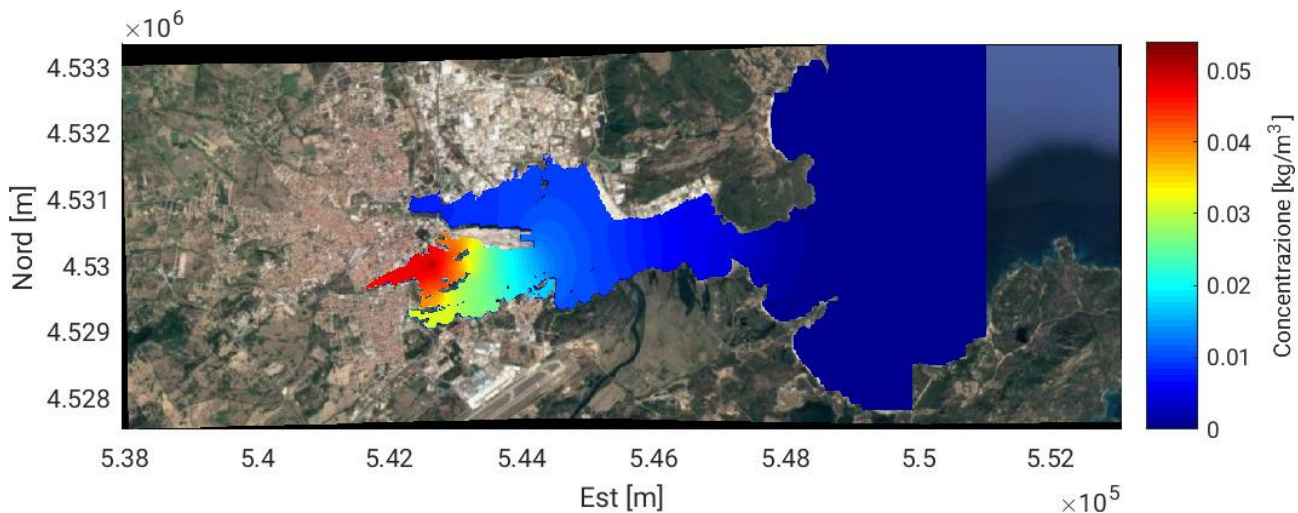


Figura 66 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 3



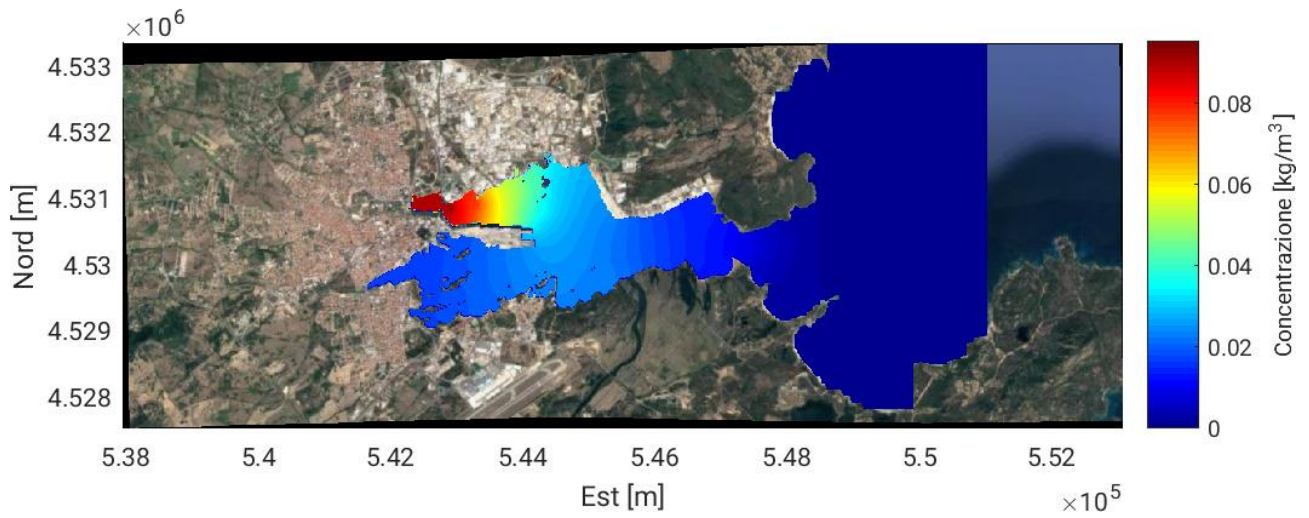
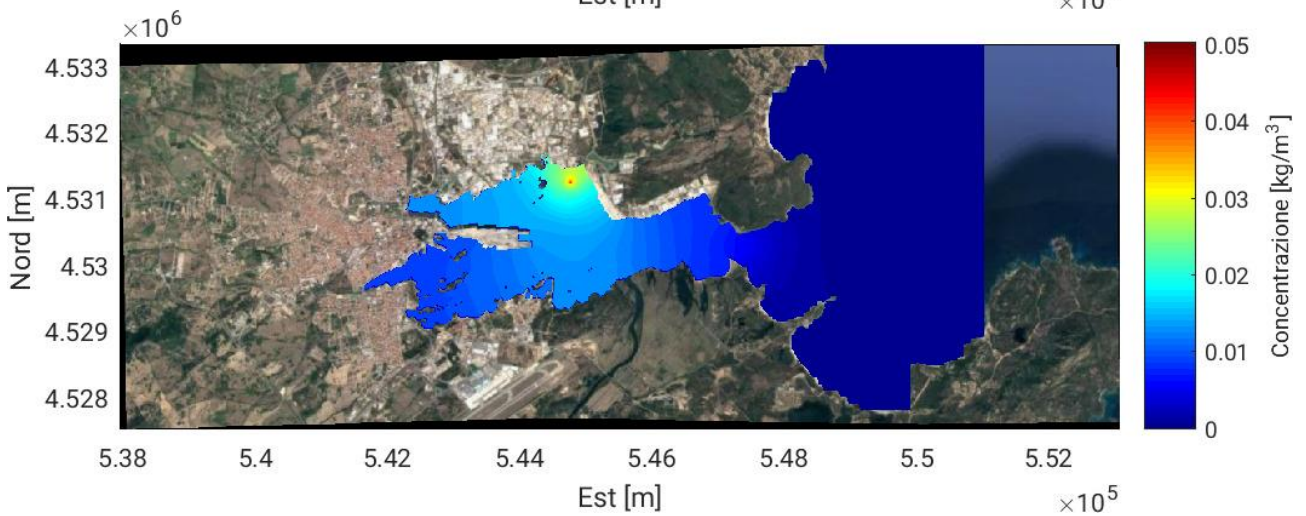
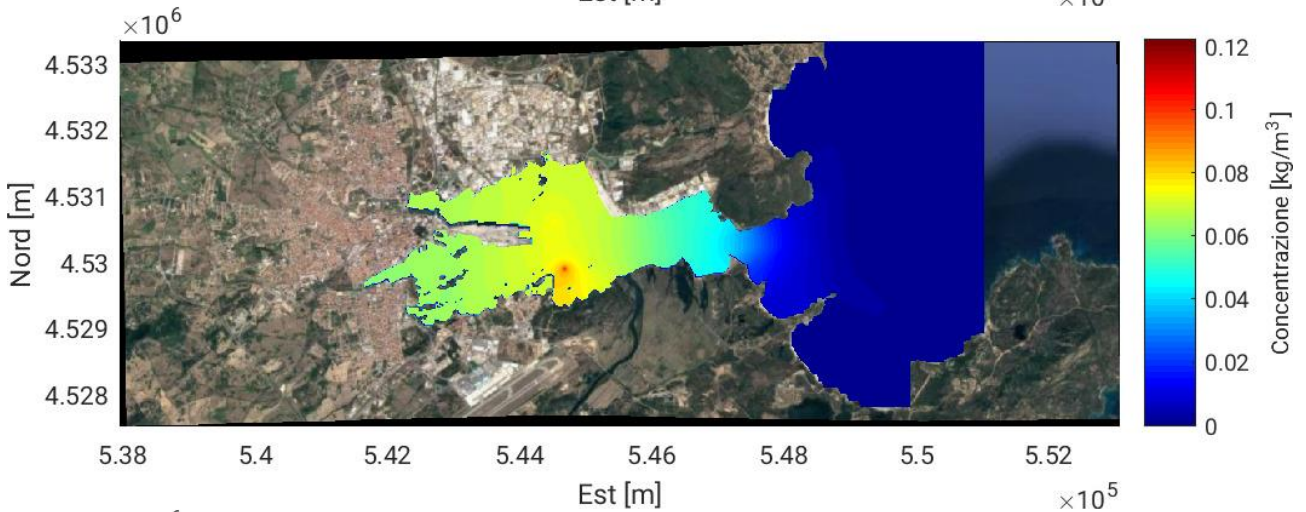
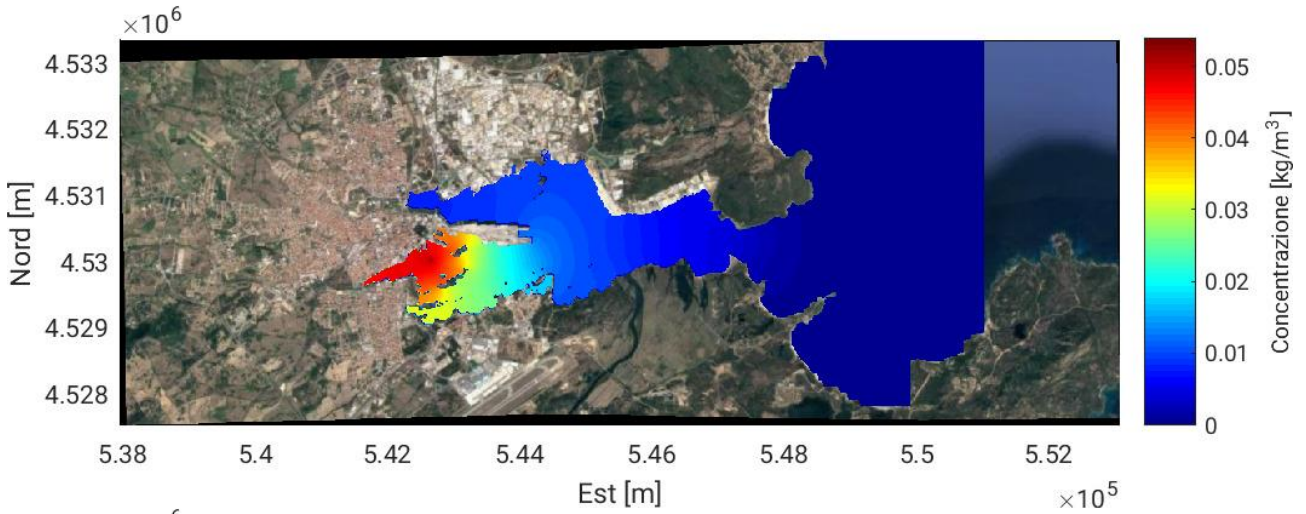


Figura 67 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 6



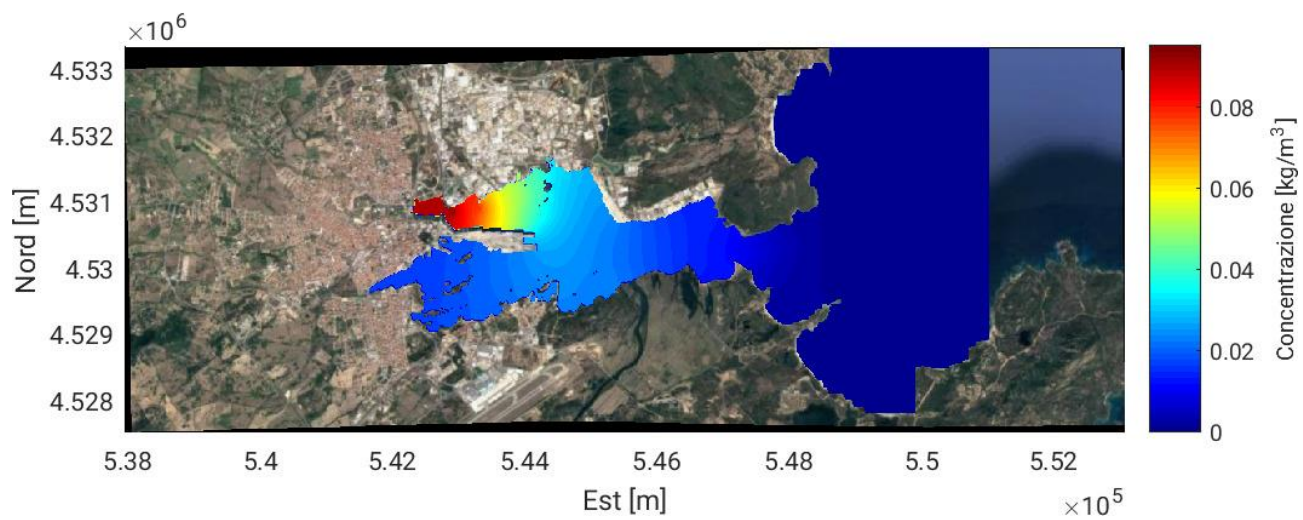
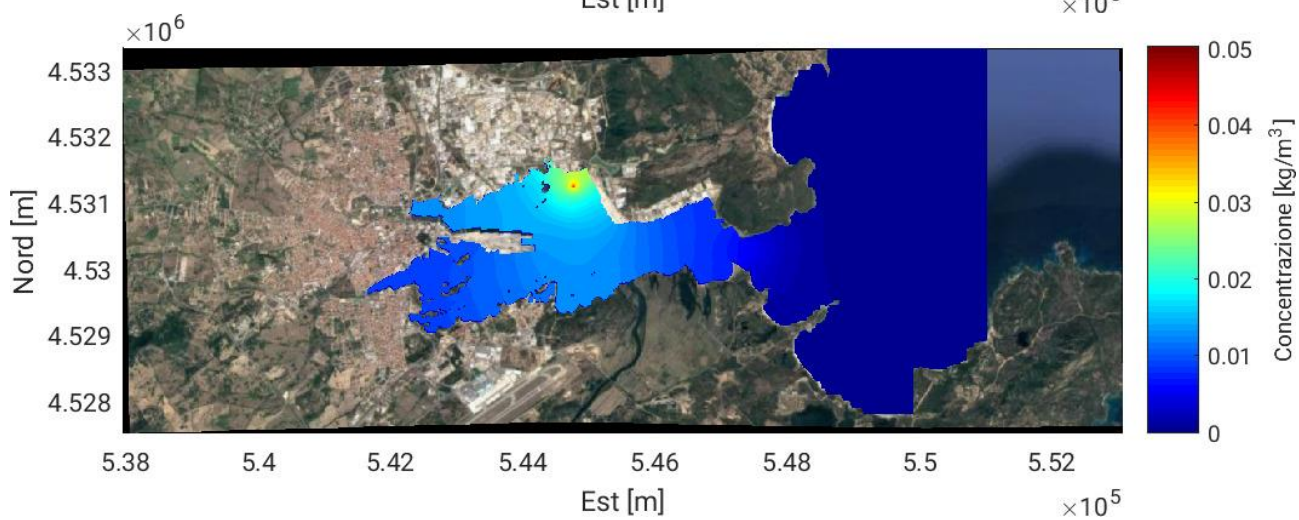
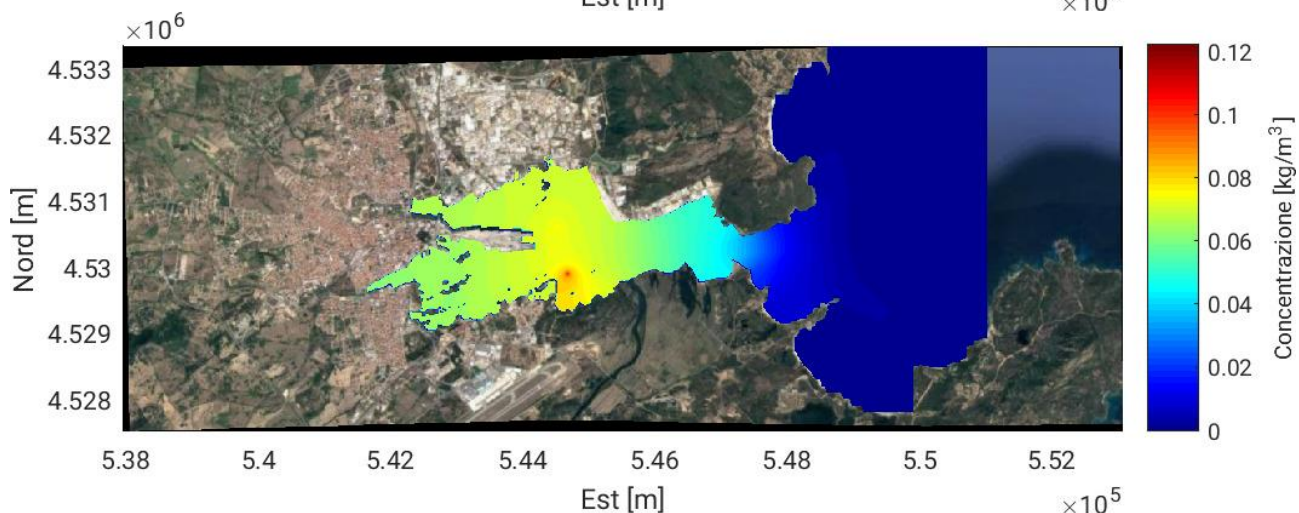
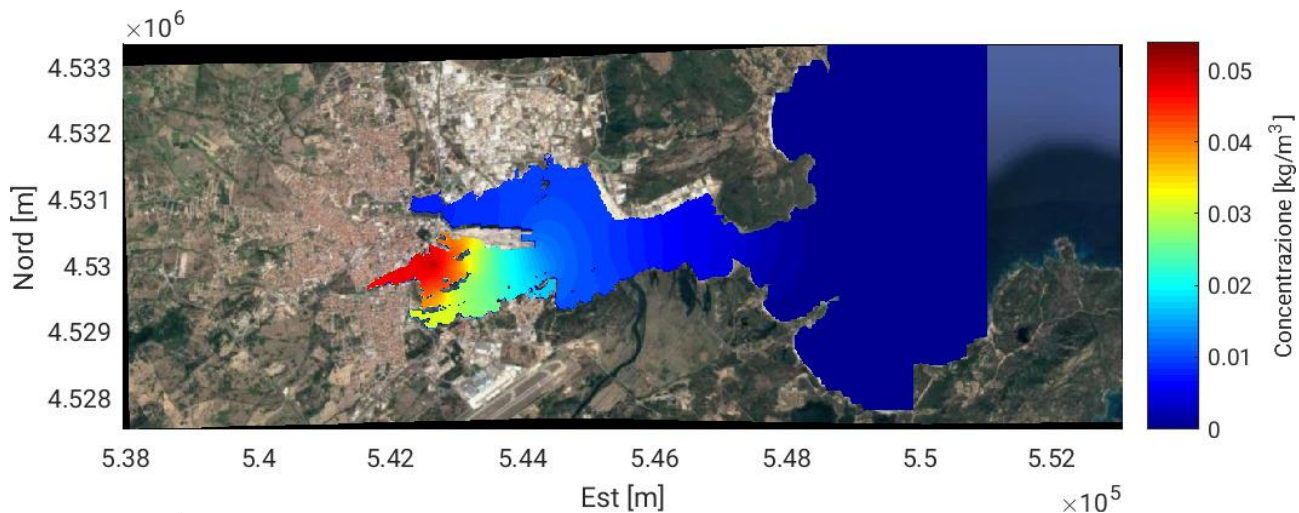


Figura 68 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 7



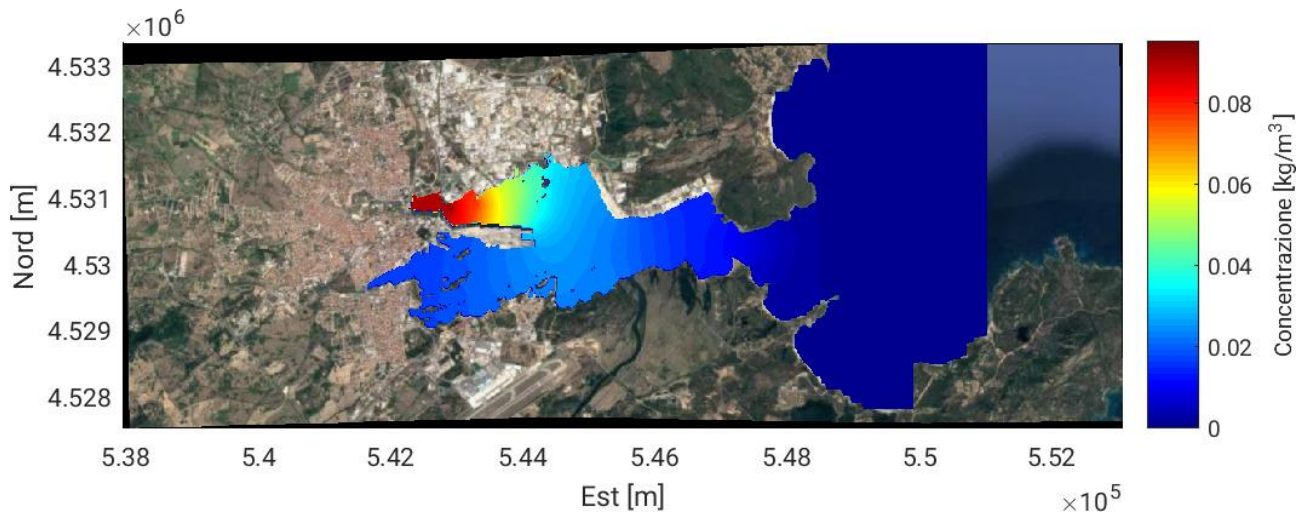
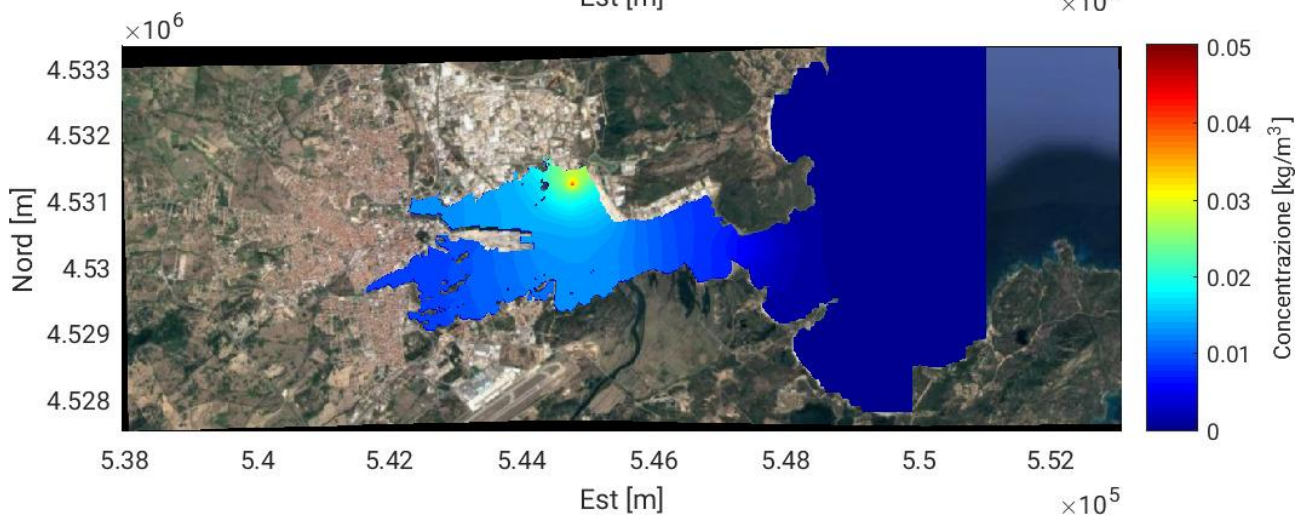
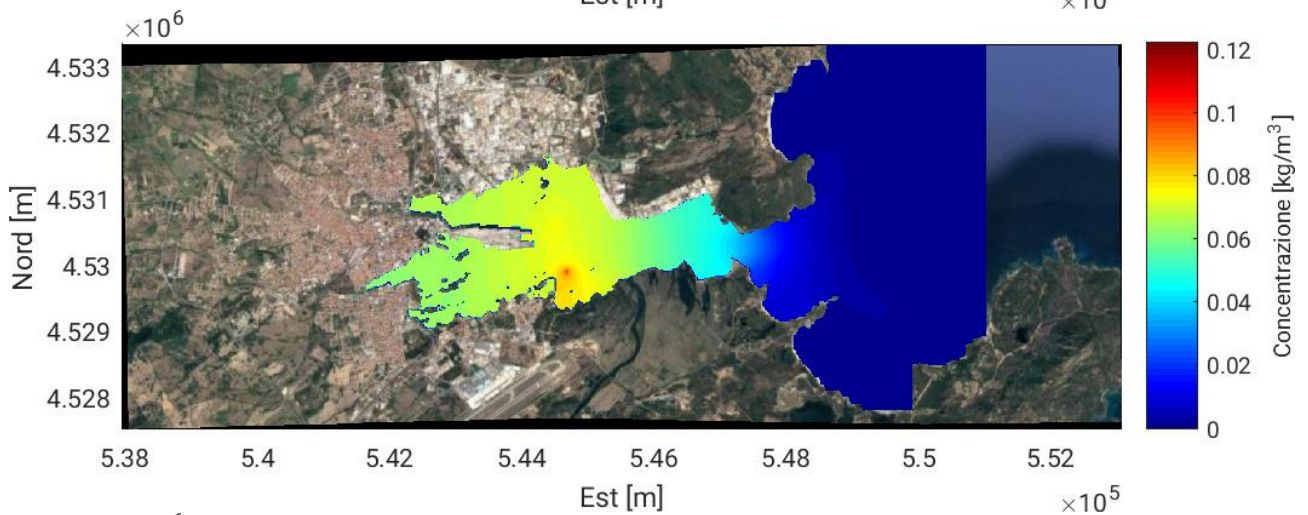
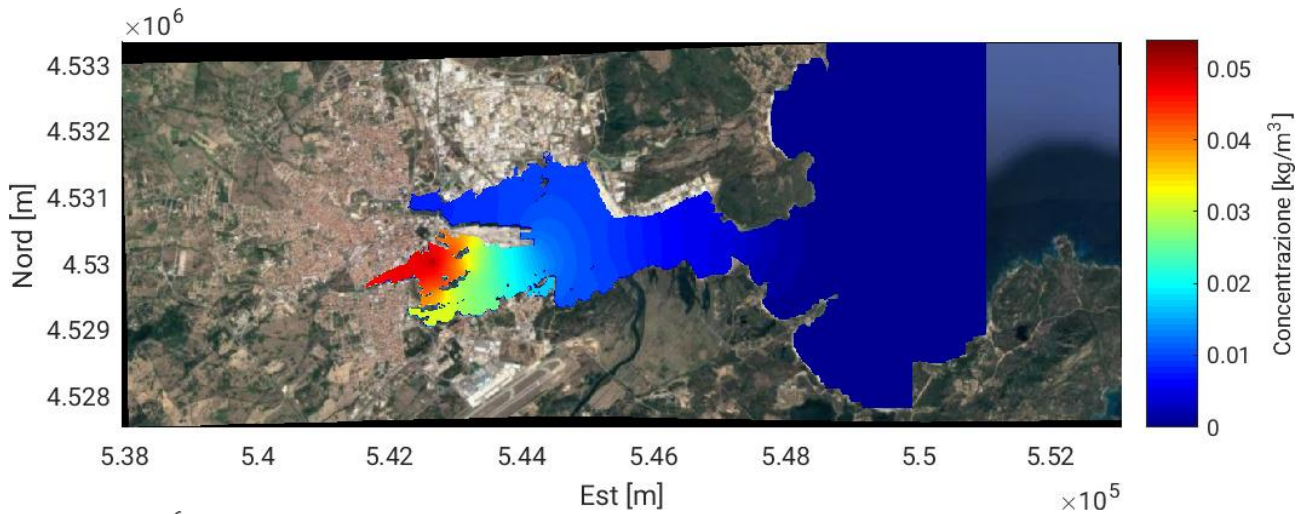


Figura 69 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 9



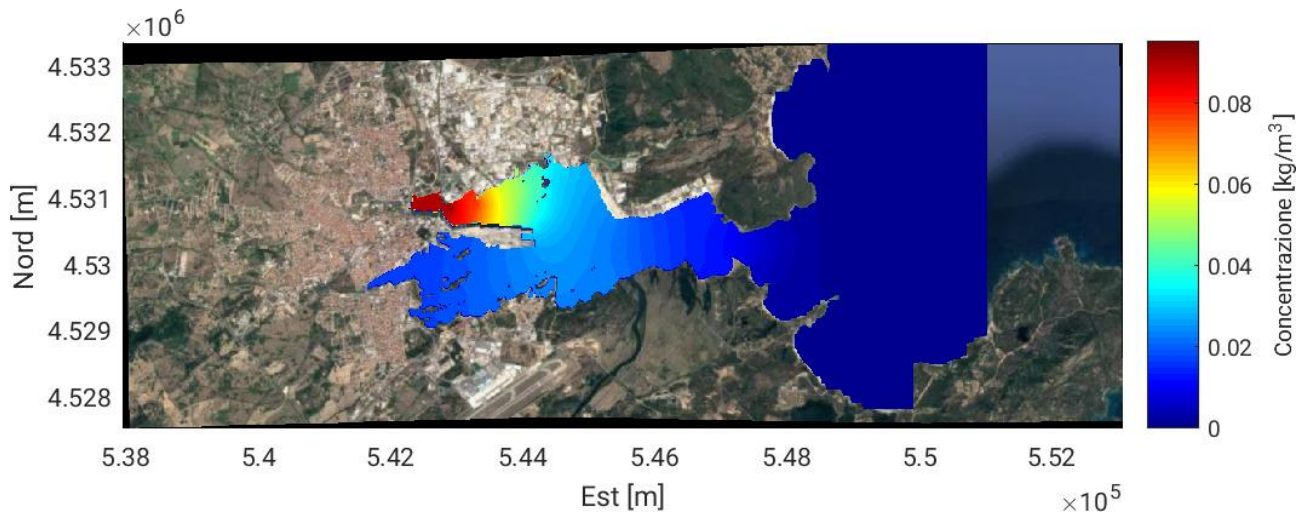
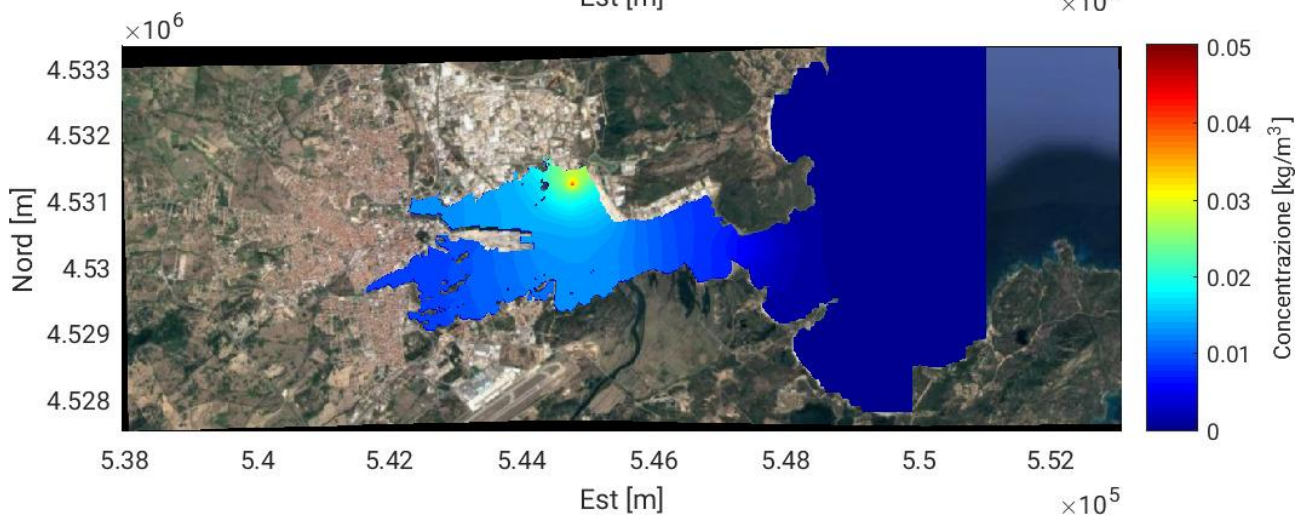
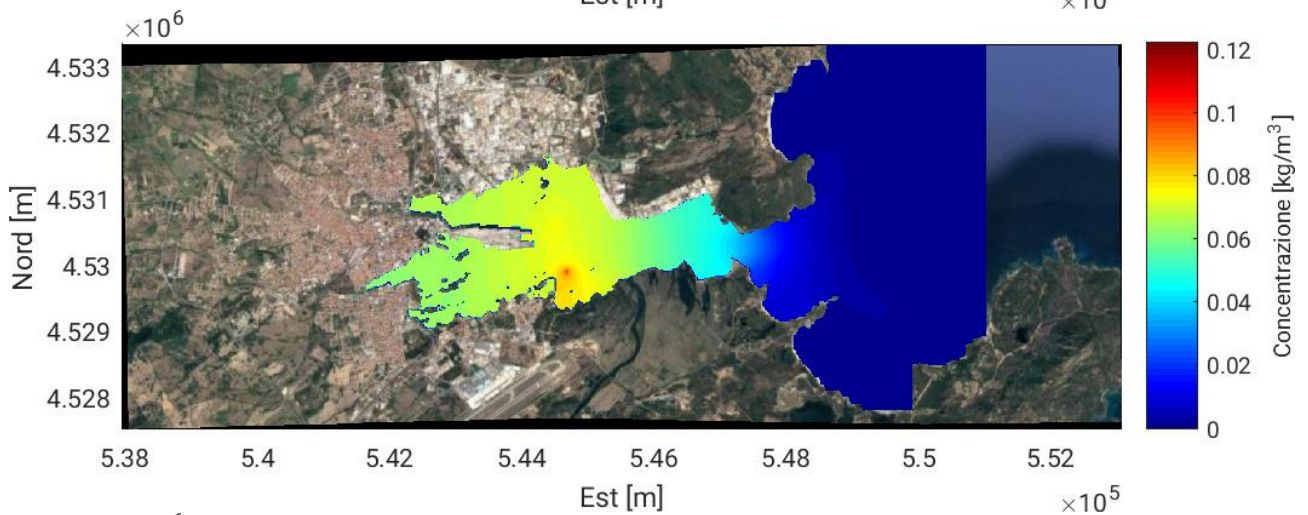
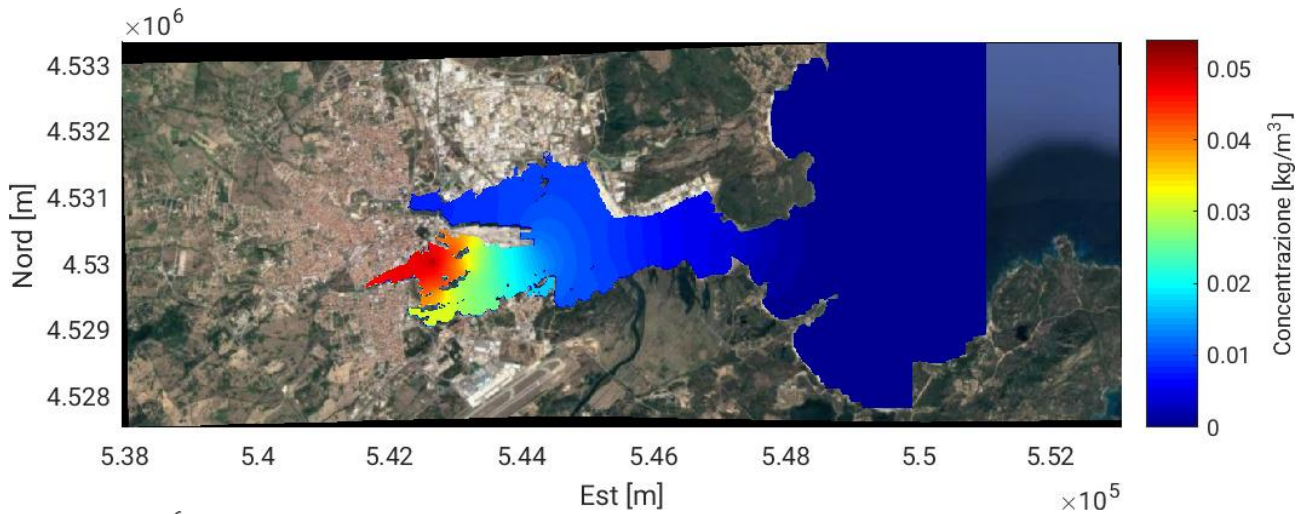


Figura 70 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 10



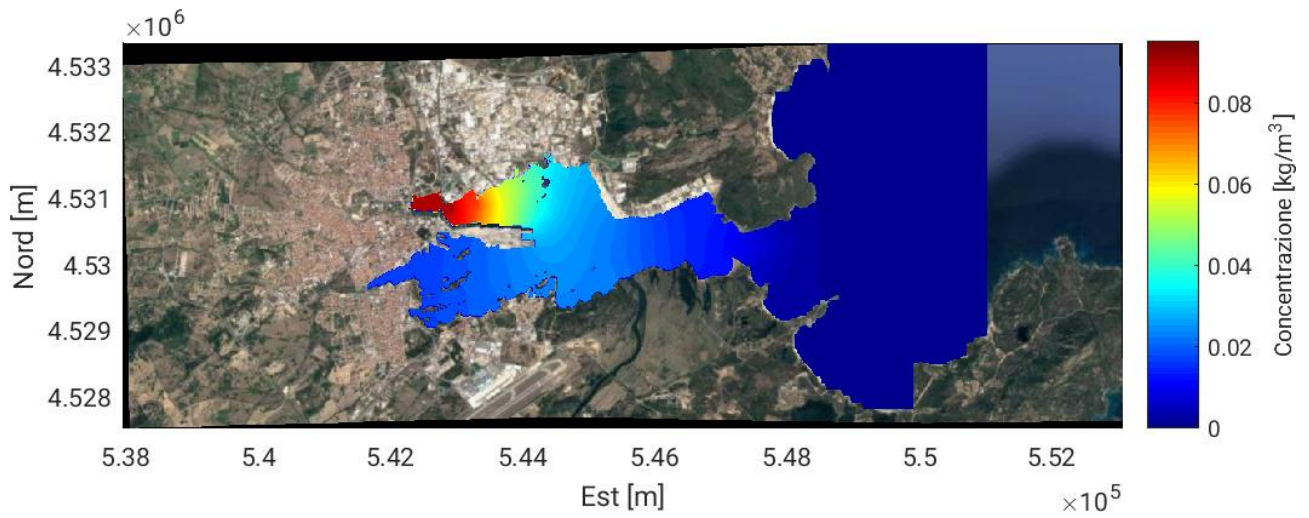
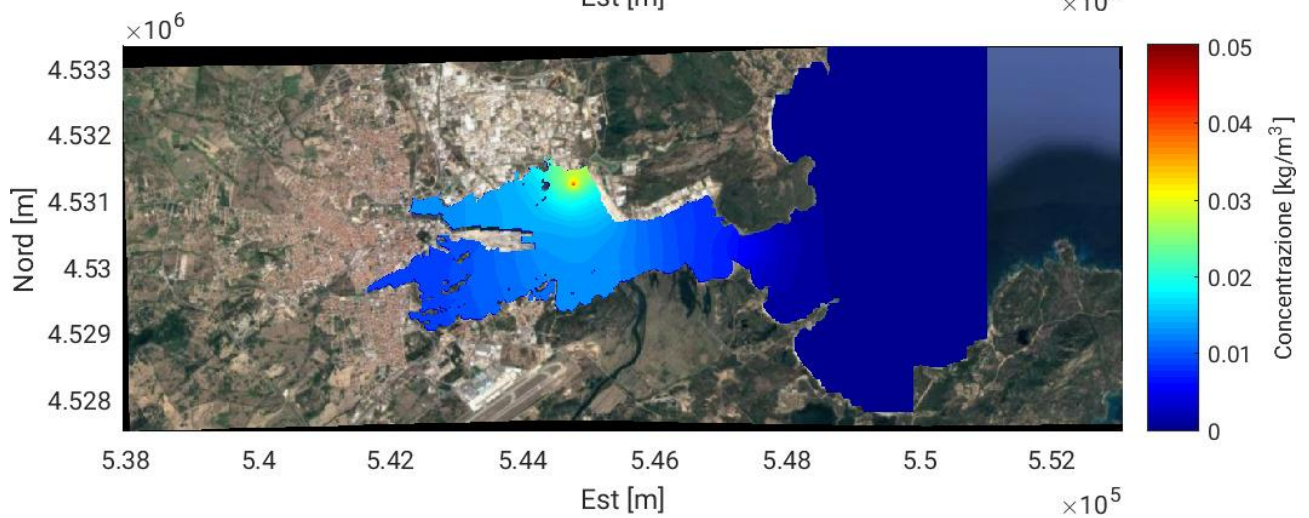
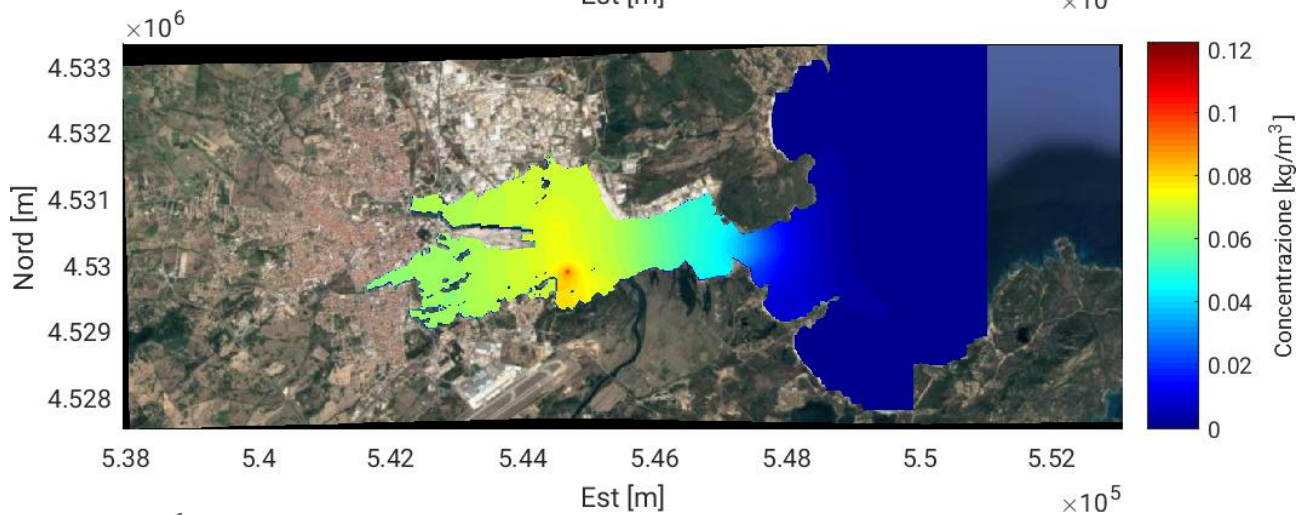
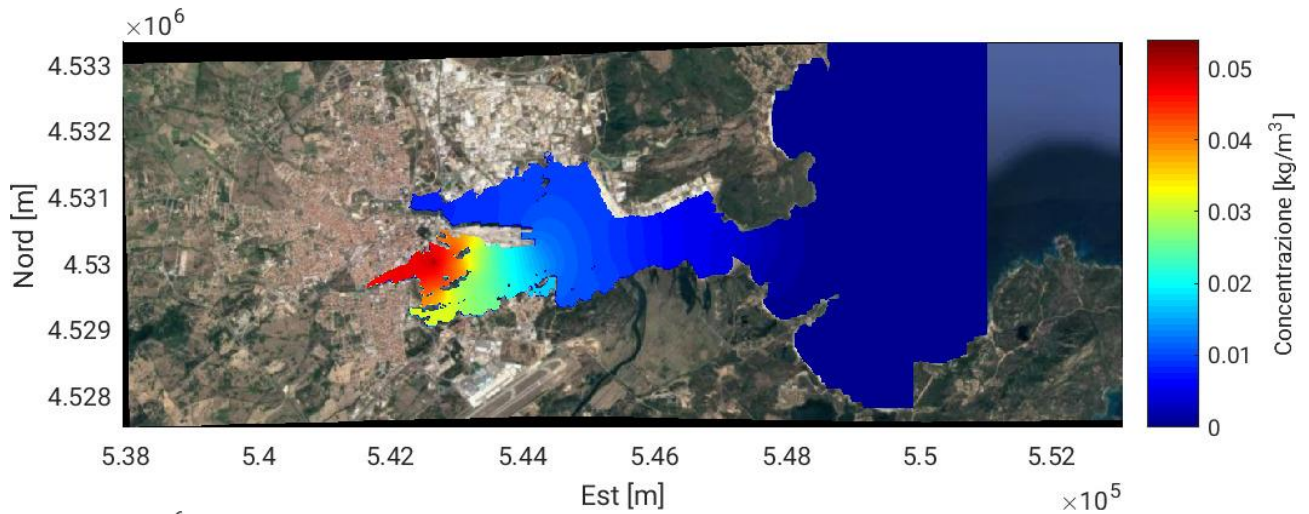


Figura 71 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 11



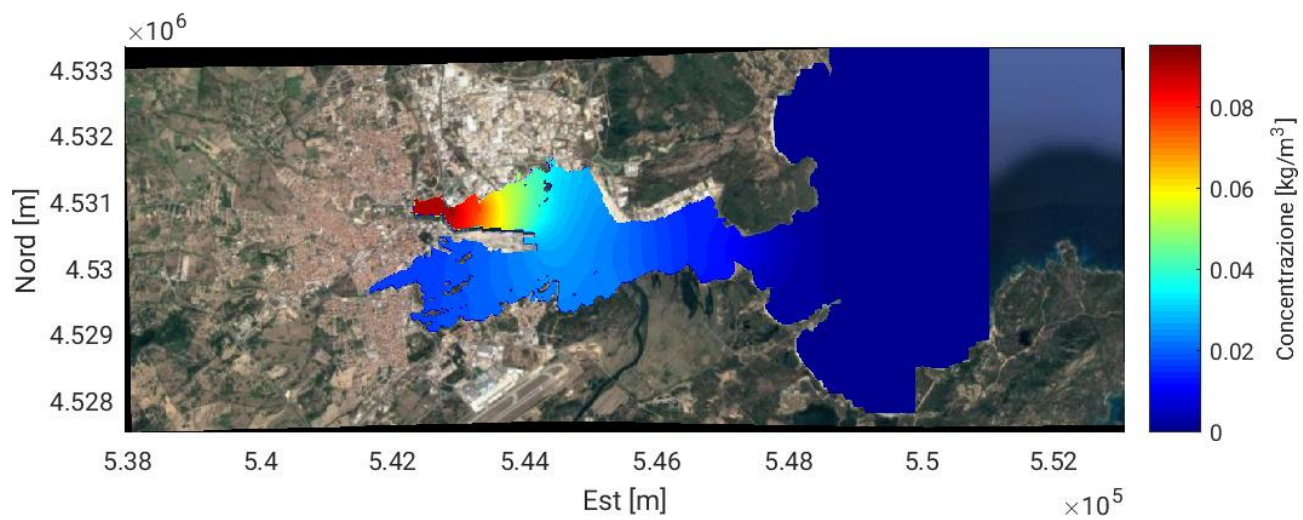
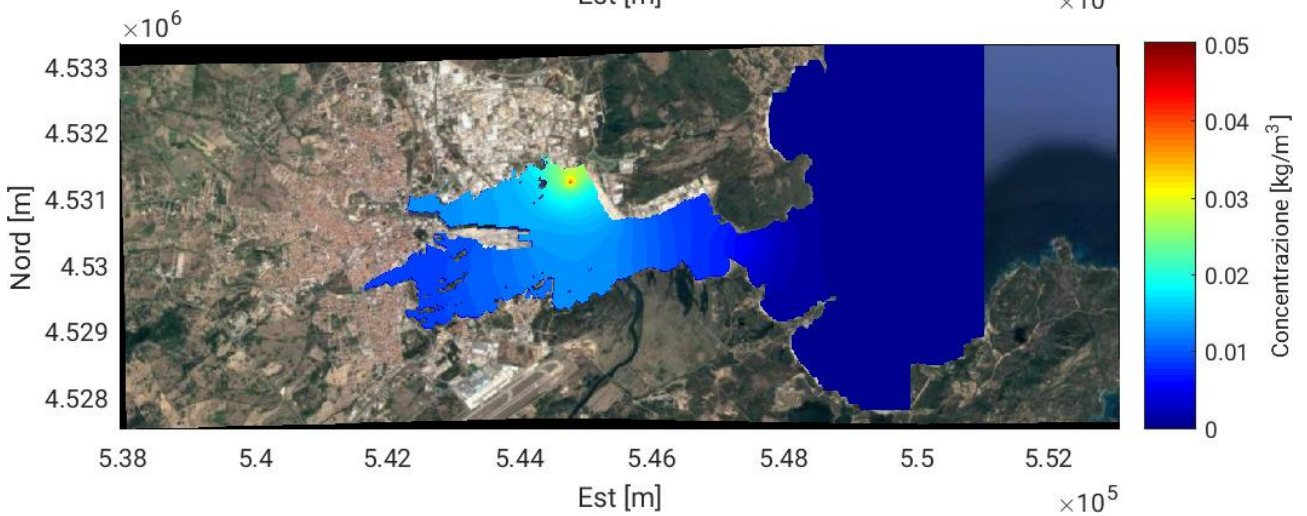
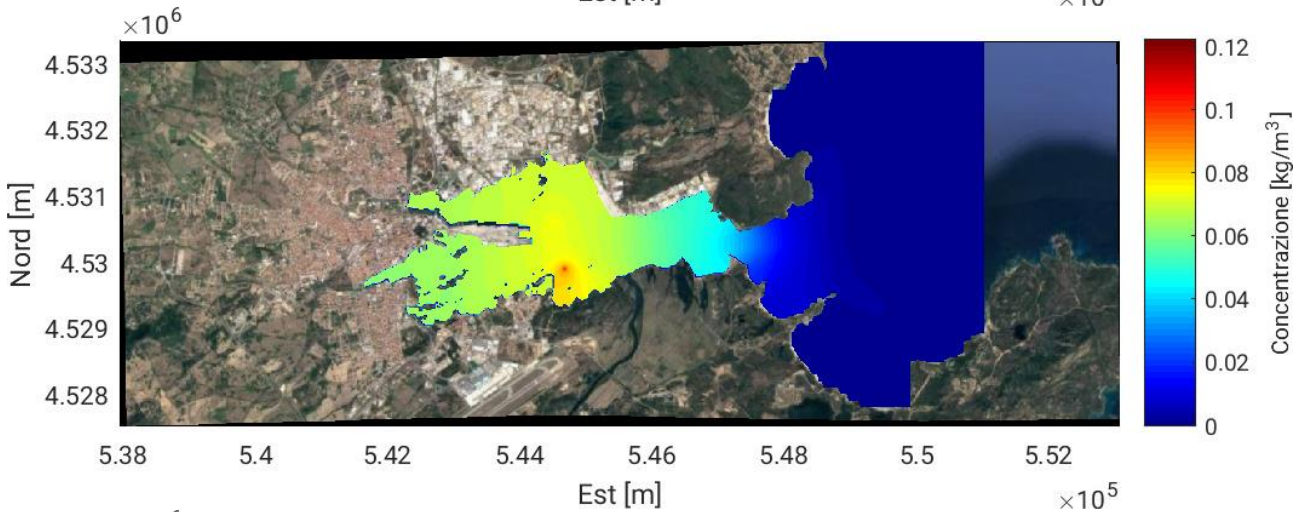
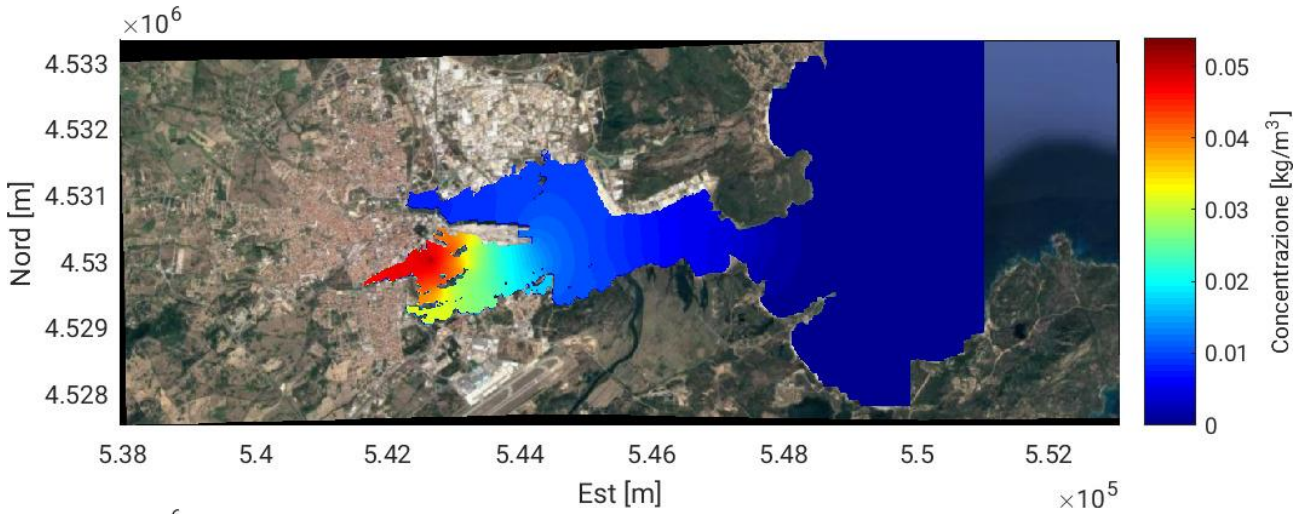


Figura 72 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 14



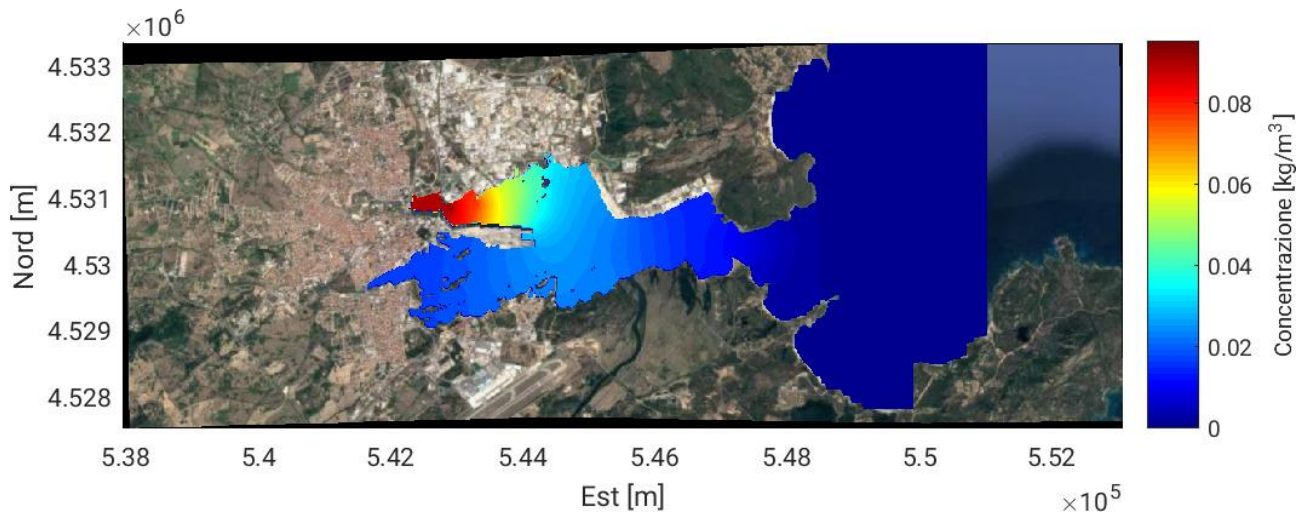
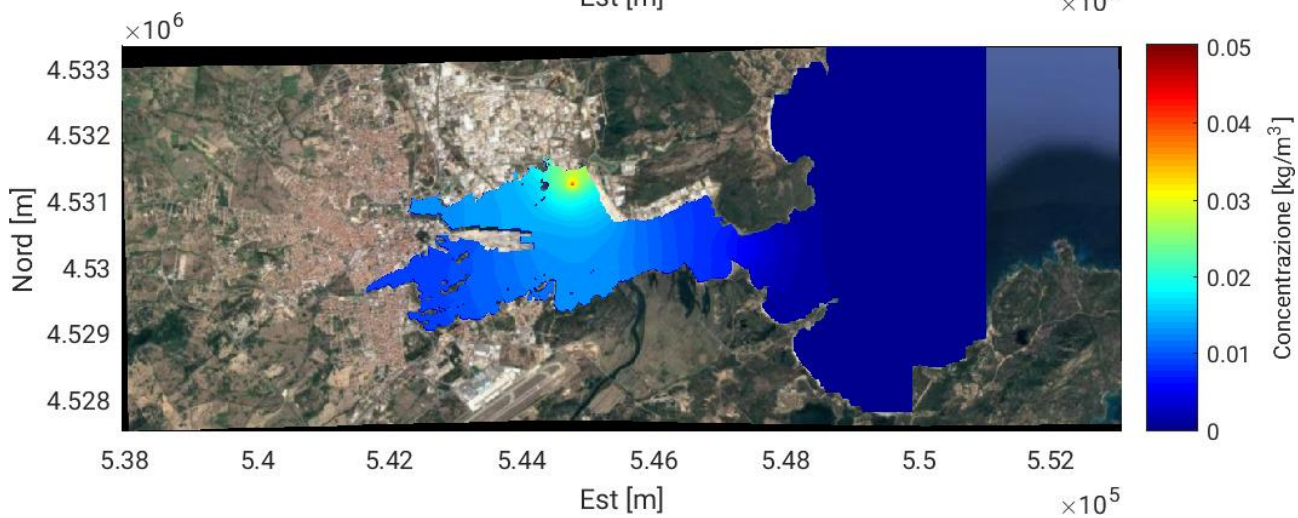
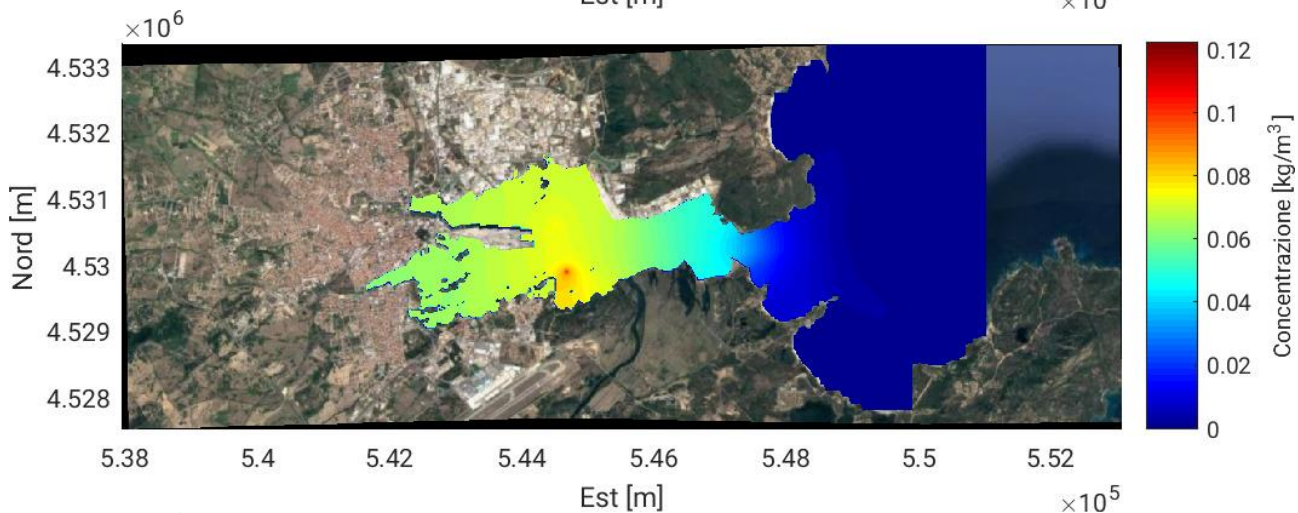
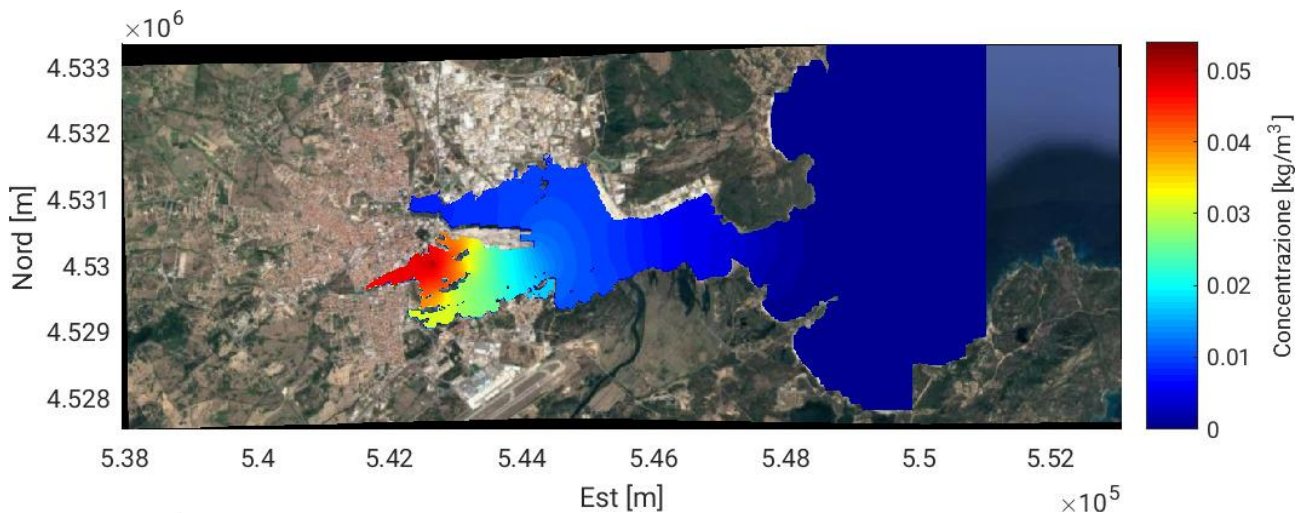


Figura 73 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

SCENARIO n. 16



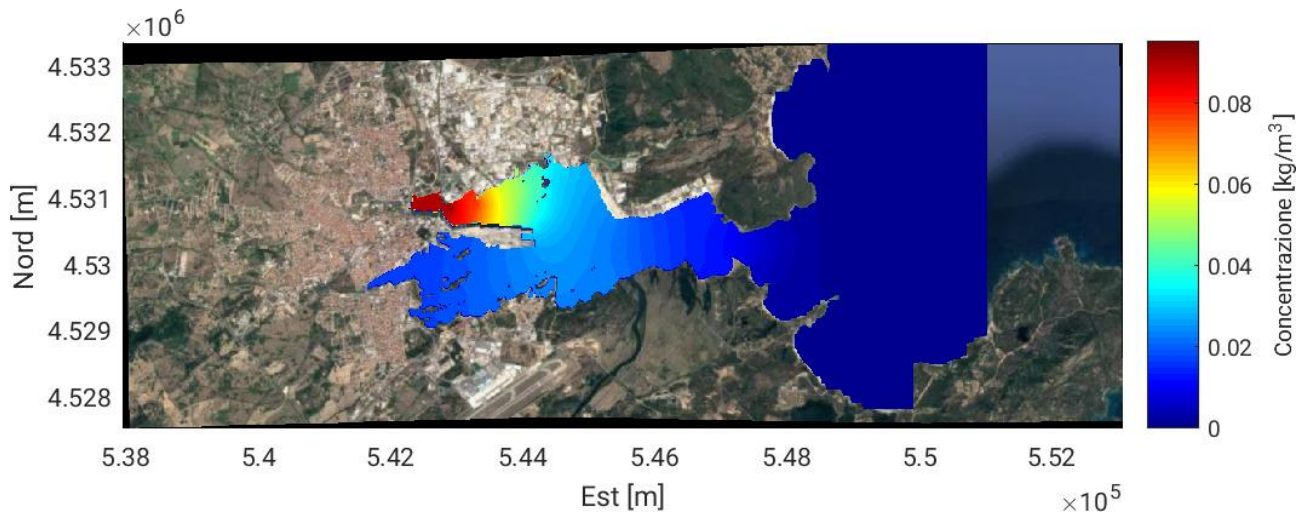


Figura 74 - Evoluzione della massima concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti dell'area portuale.

Conclusioni

Nei paragrafi precedenti sono state mostrate le principali mappe di concentrazione del tracciante rilasciato in punti differenti all'interno dei porti di Genova e Olbia. Per quanto riguarda Genova, la possibilità di mostrare la concentrazione reale discende dal valore di concentrazione in microplastiche ottenuto con i campionamenti con manta. Per quanto riguarda Olbia, il campionamento ha riportato i pezzi di microplastiche rinvenuti e quindi non è stato possibile esaminare la concentrazione nell'area portuale ma solo simulare un effluente ideale con concentrazione pari a 1 kg/m³ costante nel tempo. Tutti gli scenari di Genova mostrano una fuoriuscita di massa dall'area portuale. Tuttavia, gli scenari peggiori possono considerarsi il 5, il 9 e il 22 dove insiste un vento di tramontana che tende invariabilmente a determinare un aumento di materiale che viene rilasciato dal porto determinando un consistente inquinamento dell'area limitrofa.

Analogamente per Olbia, gli scenari peggiori risultano essere il 3, il 6 e il 14. La conformazione dell'area portuale di Olbia è significativamente diversa rispetto a quella di Genova in quanto l'accesso all'area portuale risulta essere caratterizzato da una bocca di estensione limitata. Per questo motivo, la fuoriuscita dall'area portuale del materiale plastico è correlata ad un vento che spira in direzione del mare aperto.

Entrambe le aree portuali sono poco soggette al moto ondoso, come è ovvio immaginare. Genova risulta infatti particolarmente protetta dalle dighe foranee e Olbia risulta essere protetta naturalmente dalla ristretta bocca con cui si accede al porto stesso. Pertanto, la forzante che effettivamente influenza significativamente le condizioni di trasporto risulta essere il vento.

1 Introduction

Le projet SPLasH vise à examiner en détail les scénarios de risque pour les sites de Gênes et d'Olbia, situés respectivement dans les régions de Ligurie et de Sardaigne. Le risque est notamment associé à la présence de microplastiques présents dans la mer. La réalisation de simulations numériques de la dynamique de dispersion des microplastiques dans les eaux portuaires et dans les zones entourant les ports considérés dans la zone du projet nécessite l'identification des conditions météorologiques maritimes spécifiques. La définition de scénarios multi-variables est en soi très difficile car les forces de forçage considérées sont nombreuses et extrêmement variables dans le temps. À cette fin, des techniques d'exploration de données basées sur différents algorithmes de regroupement connus dans la littérature sont appliquées dans ce travail : ces techniques, en effet, ont la capacité de traiter une énorme quantité d'informations, en ne conservant que les caractéristiques les plus significatives.

La diffusion des microplastiques reste donc un problème ouvert dont la solution ne peut être que partiellement trouvée dans la modélisation numérique à l'échelle d'un port entier. Une première réponse sera donc fournie par ce rapport, en espérant qu'à l'avenir il y aura peut-être lieu de déterminer de nouvelles conditions pour une étude plus détaillée. En ce sens, les ressources informatiques disponibles à ce jour restent insuffisantes pour traiter le problème dans la bonne dimension.

2 Modèles Numériques

Le modèle numérique utilisé pour les scénarios est Delft3D. Delft3D est un modèle numérique qui vise à évaluer les courants et les vitesses dans les zones côtières, les lacs et est largement utilisé dans le génie côtier.

Le code de calcul Delft3D est développé conjointement par Deltares et l'Université de Delft.

Delft3D se compose de plusieurs modules, chacun lié à son propre domaine d'intérêt : - Vagues - Qualité de l'eau - Écologie - Particules/Huile. Pour la réalisation du modèle traité dans ce rapport, nous avons principalement utilisé la composante "flux", c'est pourquoi la discussion suivante sera axée sur celle-ci. La modélisation de la zone examinée est réalisée par une procédure pas à pas qui suit l'interface graphique du logiciel. Dans le détail, la procédure utilisée consiste à réaliser la grille et la bathymétrie qui y est reliée par le module GRID, puis elle est suivie par le module FLOW qui permet de réaliser des simulations des courants.

La technique de modélisation des zones de Gênes et d'Olbia consiste à un emboîtement. C'est-à-dire que l'hydrodynamique est principalement résolue dans la maille à grande échelle et que les résultats sont ensuite utilisés dans la maille plus résolue. Il suffit de comparer les deux mailles pour comprendre immédiatement que la maille la plus résolue à l'intérieur du port est la plus petite

maille, dont le but premier est de définir précisément les échanges avec la haute mer. L'avantage de la technique d'emboîtement est de déplacer la limite ouverte d'origine loin du petit maillage. Évidemment, la limite ouverte du petit maillage demeure, mais elle tient déjà compte de la simulation du maillage à grande échelle. Cette solution permet donc d'éviter d'affecter les imperfections du petit maillage qui peuvent se produire lors de la détermination des conditions limites du maillage à grande échelle. Ces imperfections devraient déjà s'être dissipées au moment où les simulations sont effectuées sur le maillage détaillé. La Figure 1 à la Figure 4 montrent les domaines détaillés et à grande échelle des modèles numériques sélectionnés. L'imbrication se fait par l'appariement des différents domaines entre eux.

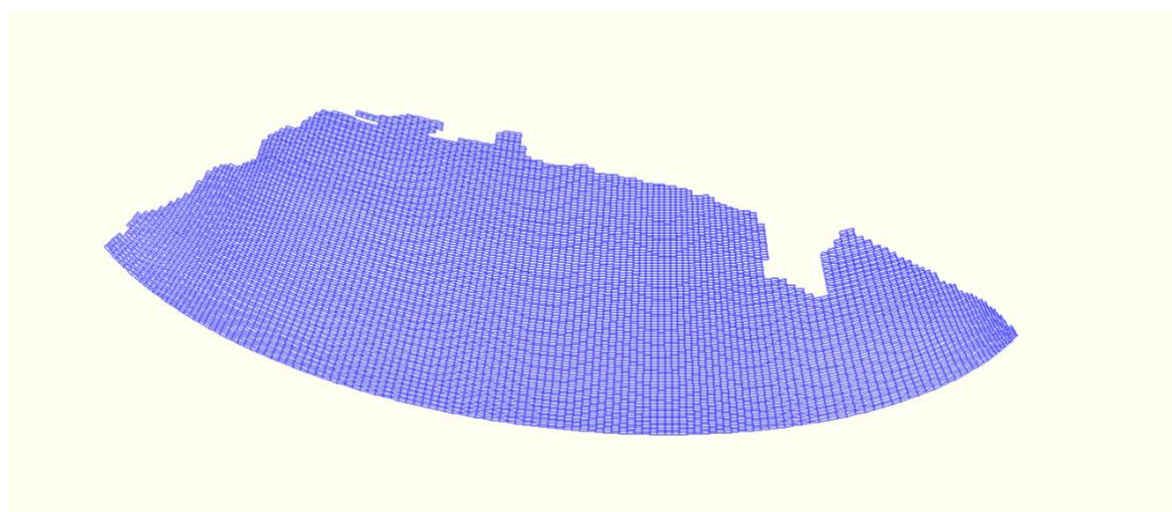


Figure 75 - Grille curviligne du domaine à grande échelle de la maquette du port de Gênes.

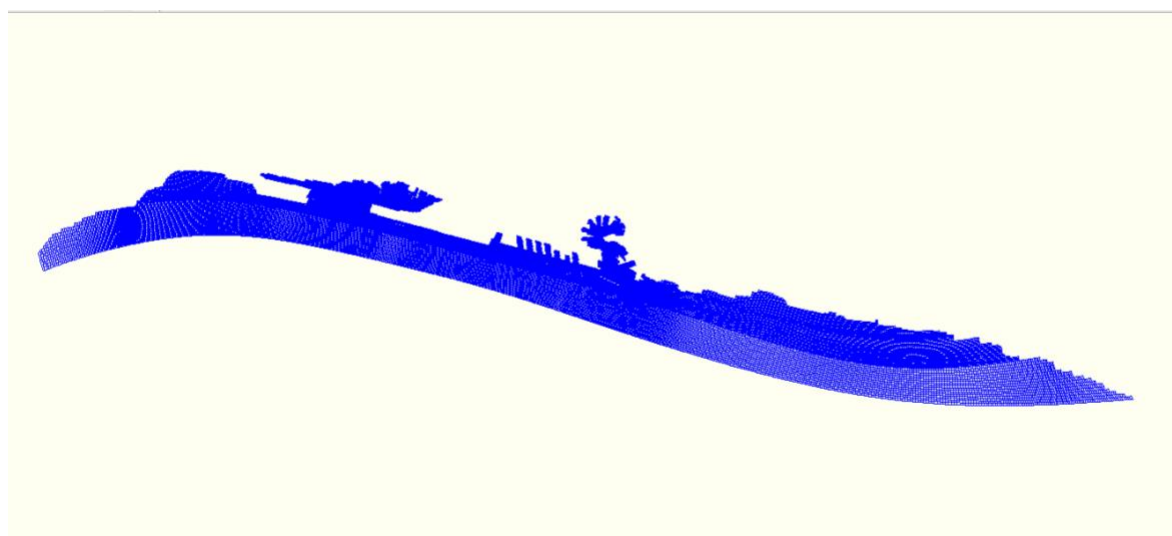


Figure 76 - Grille curviligne du domaine de détail de la maquette du port de Gênes.

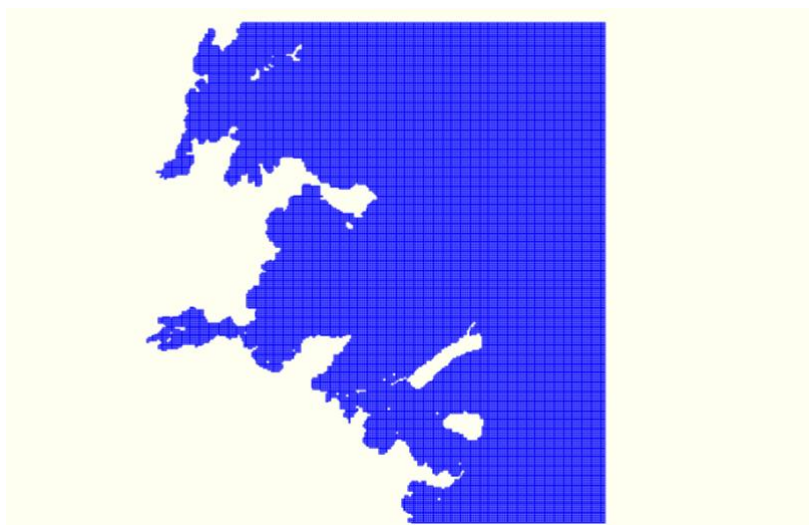


Figure 77 - Grille curviligne du domaine à grande échelle de la maquette du port d'Olbia.

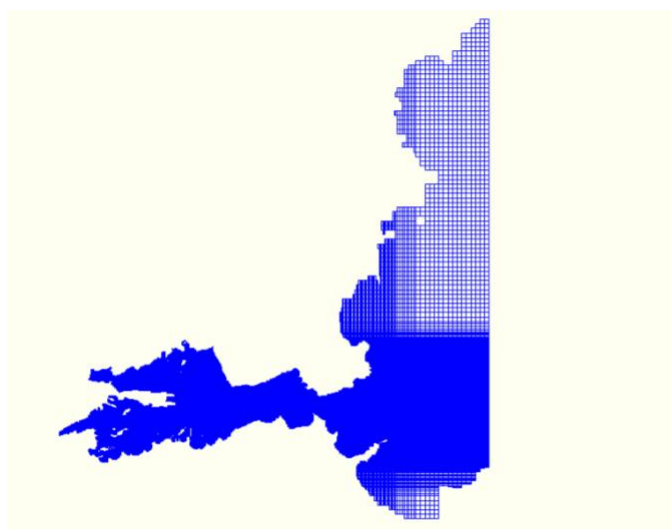


Figure 78 - Grille curviligne du domaine modèle du port d'Olbia.

3 Analyse des Clusters

L'identification de scénarios spécifiques pour l'étude de la dynamique de la circulation maritime est réalisée grâce à des techniques d'exploration de données qui permettent d'identifier des corrélations, des modèles et des tendances au sein de grands volumes de données. On utilise notamment des algorithmes de mise en grappes ("clustering") : cette approche s'est avérée très utile, elle permet en effet de regrouper un ensemble de données en classes d'objets (clusters) sur la base de leur similitude/dissimilitude. L'identification des scénarios climatologiques de référence est reportée dans le produit de projet T2.2.1 - Rapport sur la construction de scénarios climatologiques et de risques.

4 Résultats des simulations de scénarios climatiques

Dans ce paragraphe, nous présentons les résultats concernant les simulations à partir des conditions météo-marines décrites par les scénarios retenus pour le port de Gênes et le port d'Olbia. Le déversement du traceur libéré dans le fleuve suit un hydrogramme de crue qui commence 24 heures après le début de la simulation. Pour chaque scénario, le champ de mouvement a été initialement évalué en 4 instants après le débit libéré : le détail de cette analyse est rapporté dans le produit T2.2.2 de ce projet.

Ensuite, la concentration qui, comme le montrent les figures ci-dessous, est la concentration maximale atteinte en chaque point, est évaluée : elle ne se réfère donc pas à un instant précis mais à une enveloppe de maximums. Pour chaque domaine, les déversements les plus importants sont également indiqués. En ce qui concerne Gênes, il s'agit d'une correspondance avec la Polcevera et le Porto Antico et le Porto di Voltri. Au total, 16 rejets ont été simulés, dont les 5 plus importants sont indiqués par souci de concision. En ce qui concerne Olbia, quatre déversements ont été choisis parmi les dix simulés, situés dans la partie la plus intérieure du port et répartis du nord au sud.

En ce qui concerne le port de Gênes, le transport cumulé a été évalué à travers les différentes entrées du port de Gênes ; ceci afin de prendre en compte la plus grande vulnérabilité de la zone portuaire génoise par rapport à celle d'Olbia selon le transport maritime qui insiste sur Gênes.

Les prélèvements effectués avec le filet manta dans les ports de Gênes et d'Olbia ont été d'une grande importance pour évaluer la répartition de la concentration des microplastiques dans l'eau. L'échantillonnage effectué à Gênes montre une concentration de microplastiques. Au contraire, celles effectuées à Olbia ne rendent compte que de la valeur des pièces obtenues. C'est pourquoi les cartes de Gênes indiquent la répartition de la concentration dans la zone portuaire : il s'agit d'une concentration relativement faible car elle se réfère au plastique présent dans un volume d'un mètre cube. Les scénarios rapportés se réfèrent aux conditions météo-marines rapportées dans le détail du produit T2.2.2.

4.1 Résultats des scénarios pour le site de Gênes

SCÉNARIO n. 1

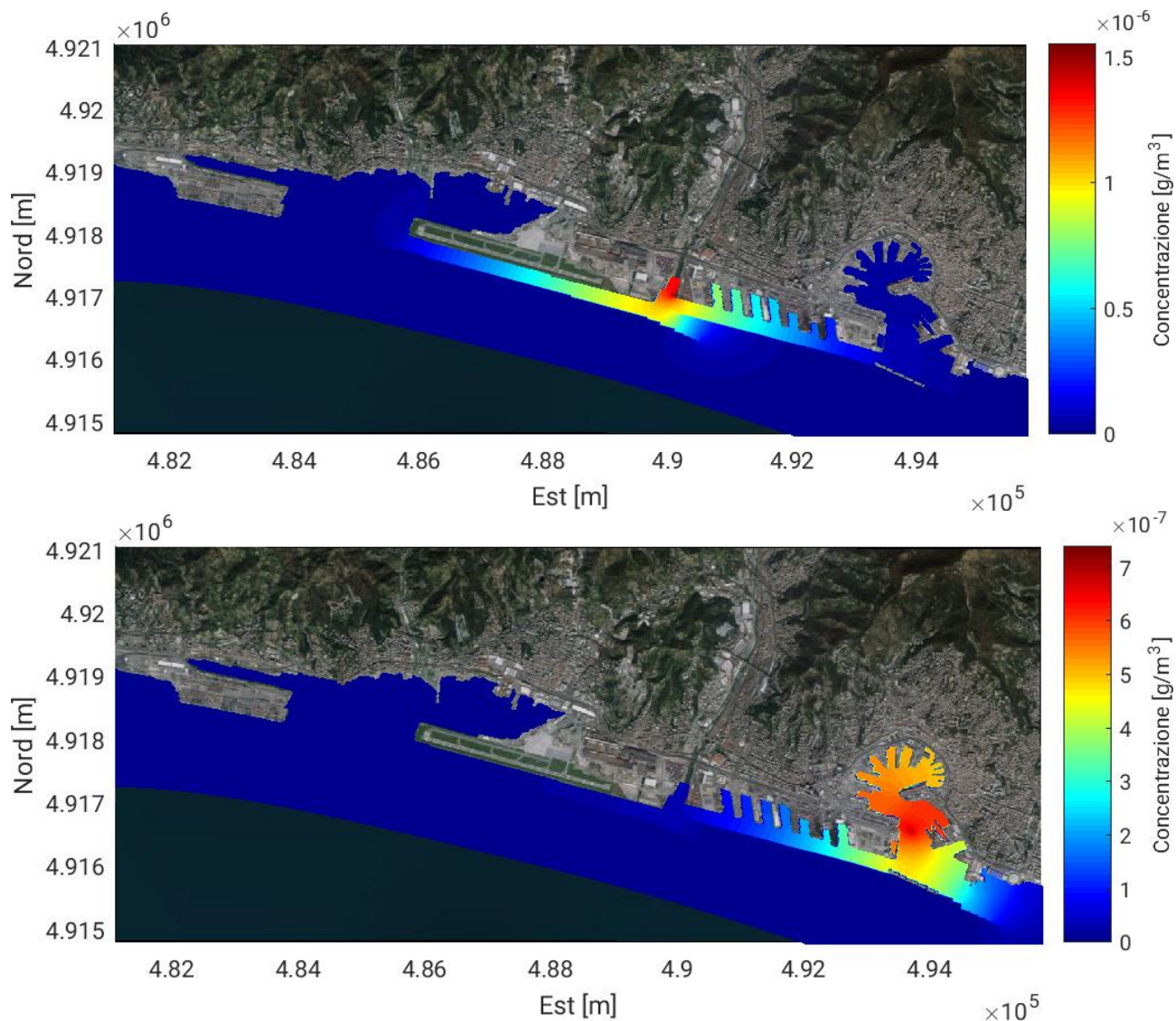


Figura 79 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

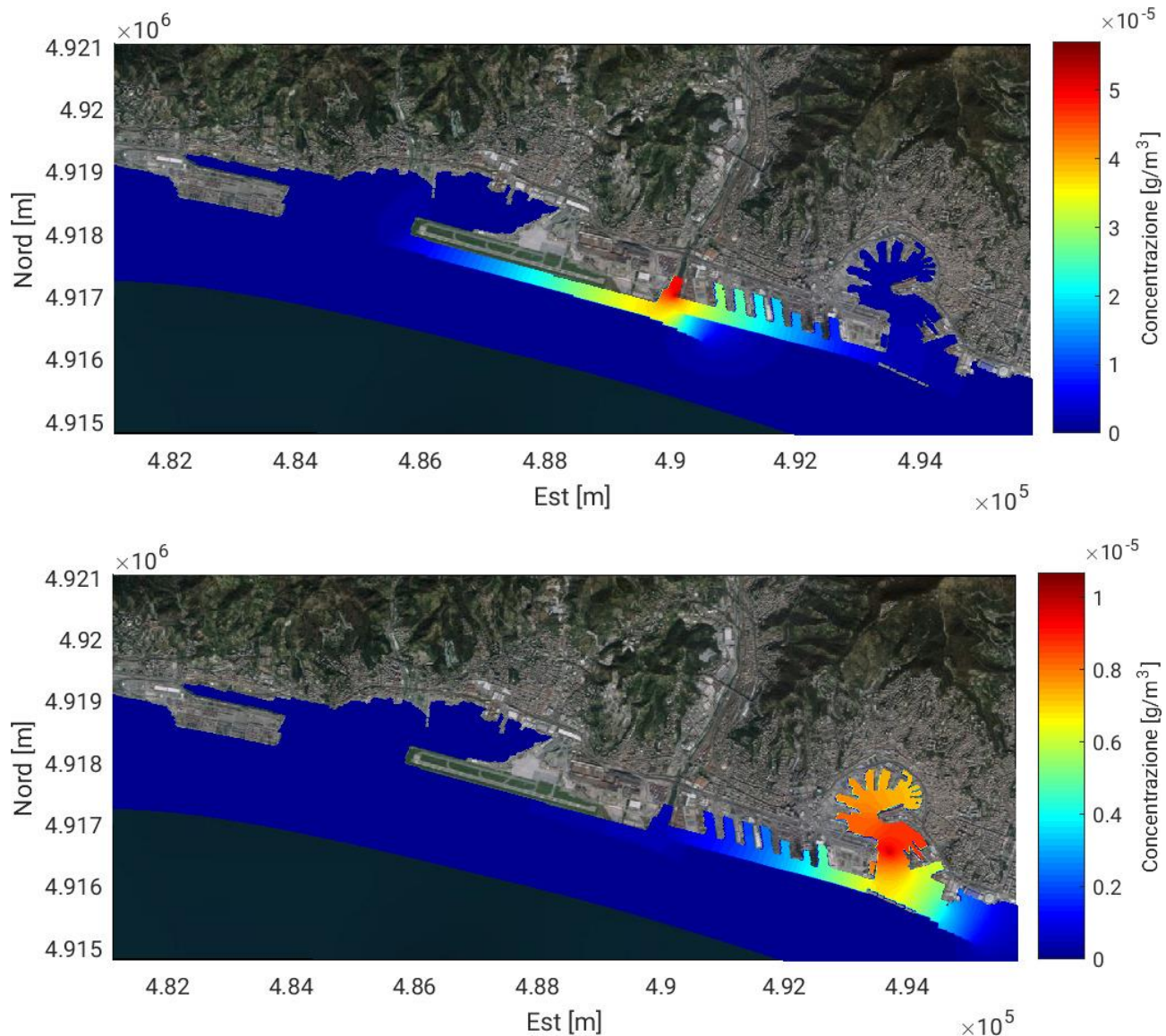


Figura 80 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

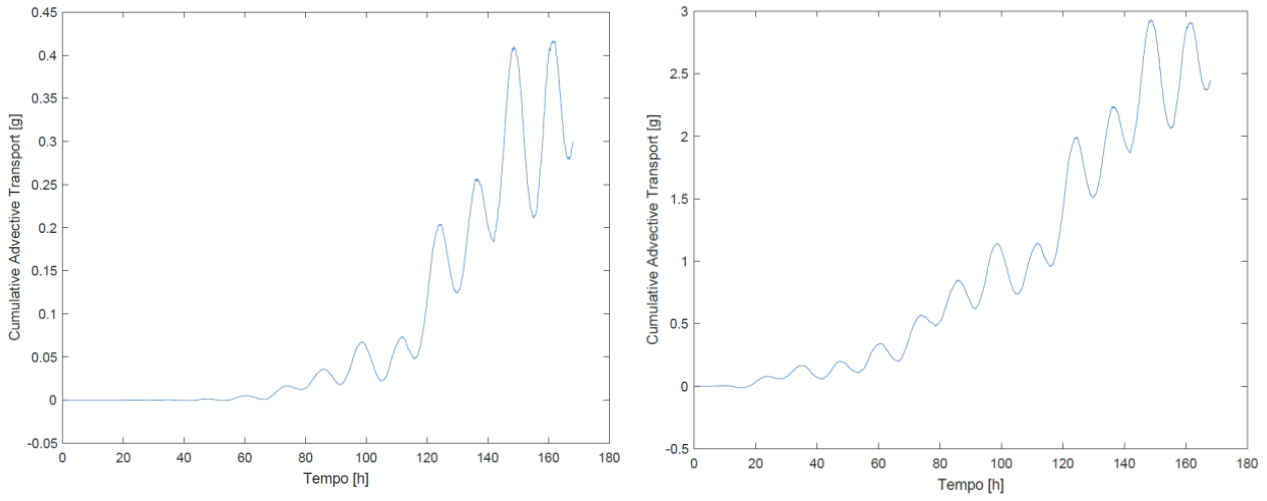


Figure 81 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

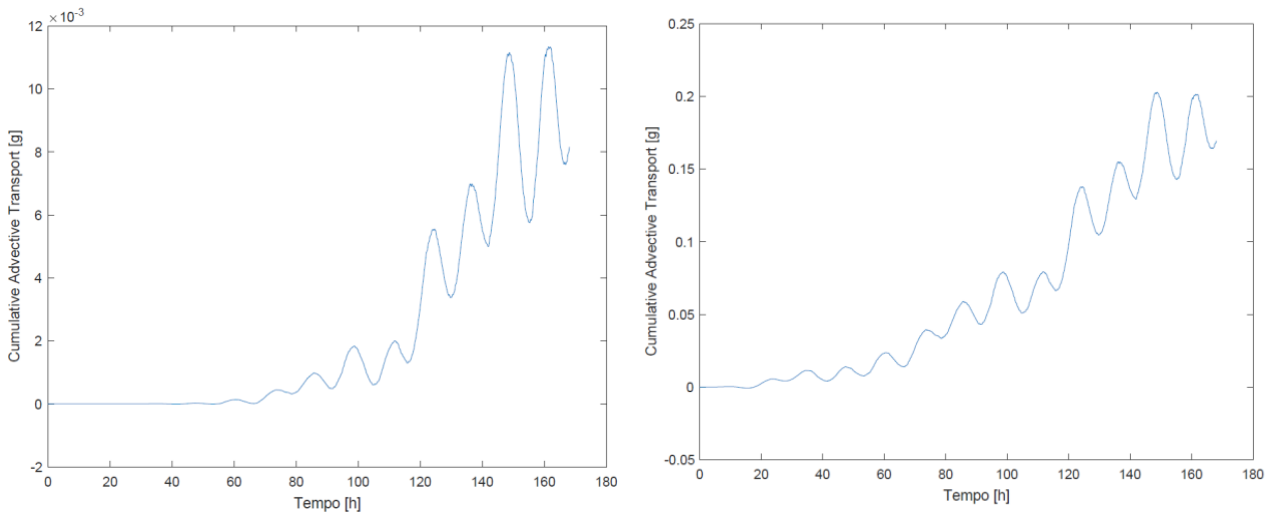


Figura 82 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

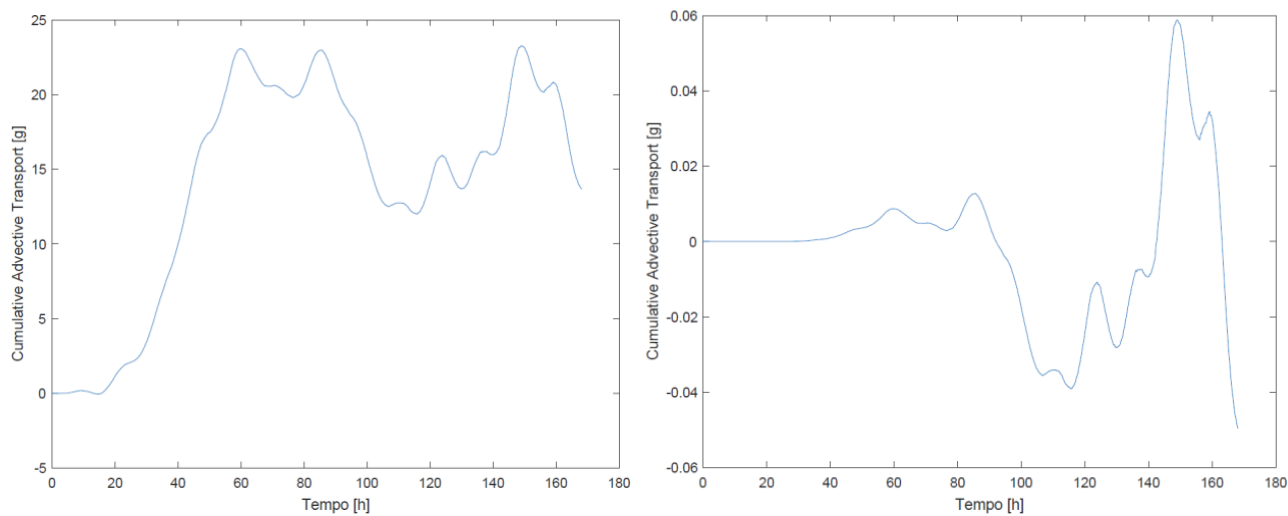


Figura 83 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

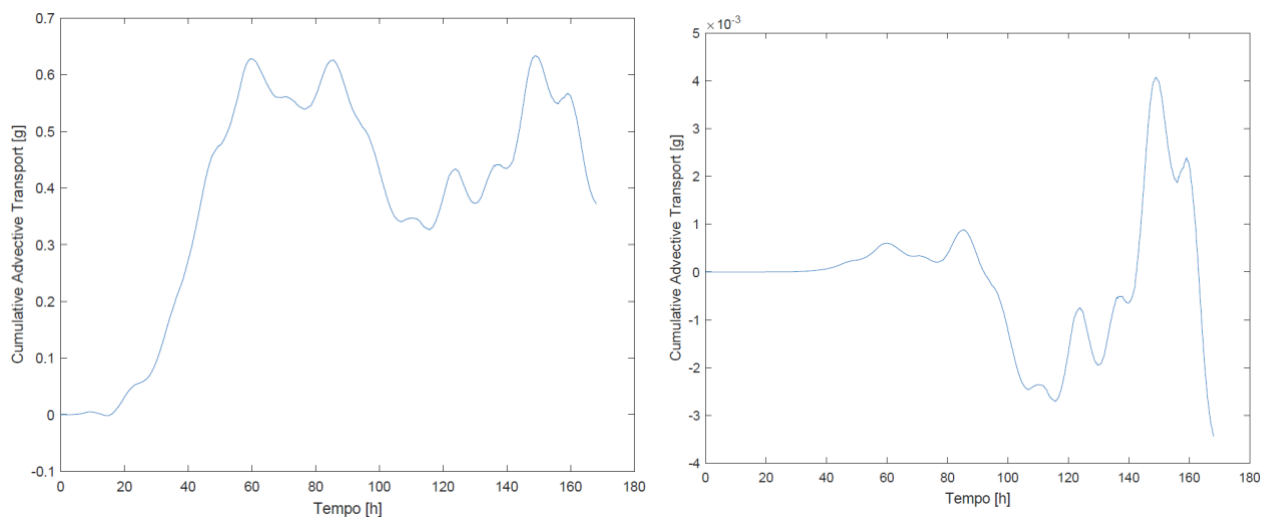


Figura 84 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 4

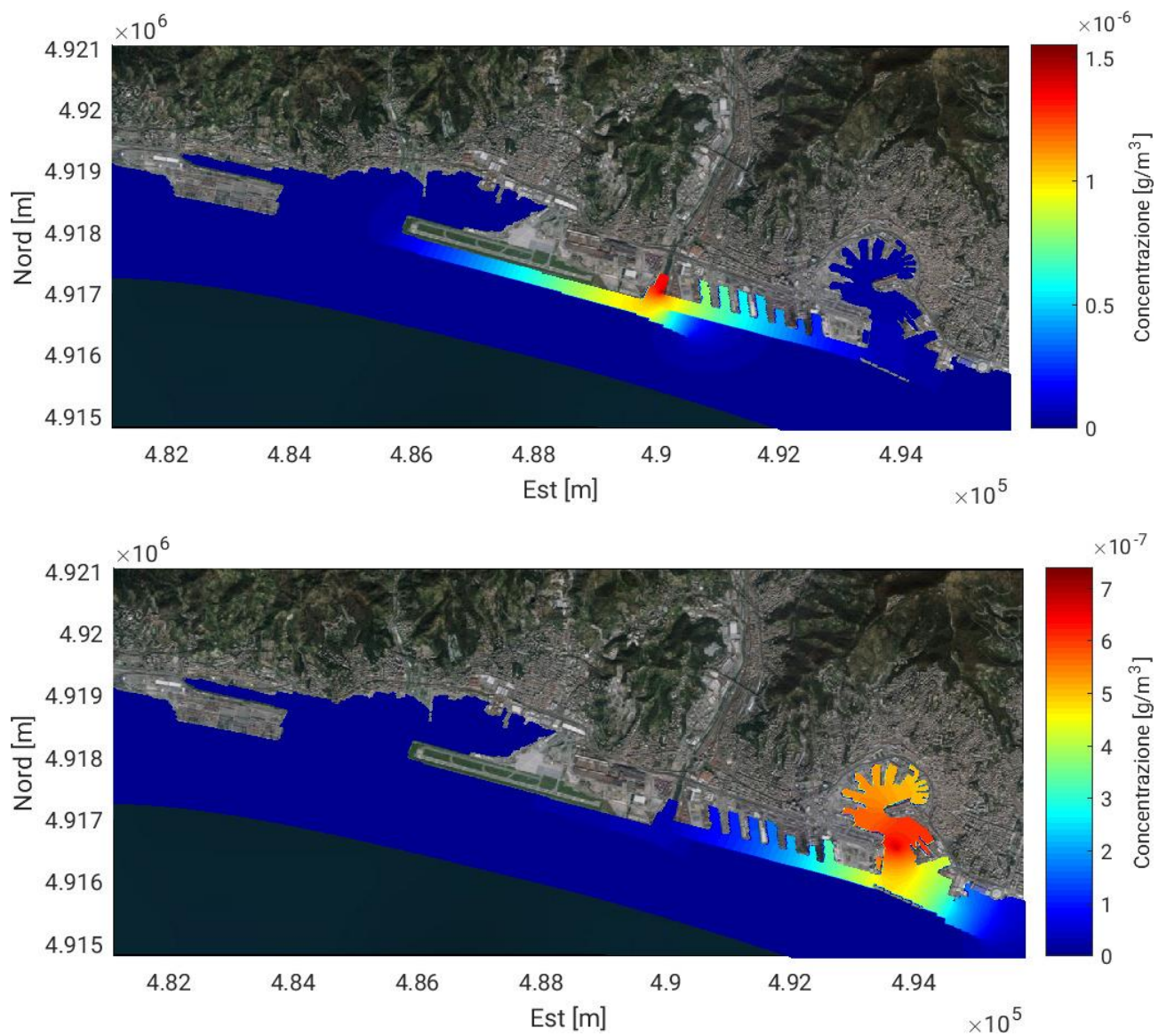


Figura 85 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

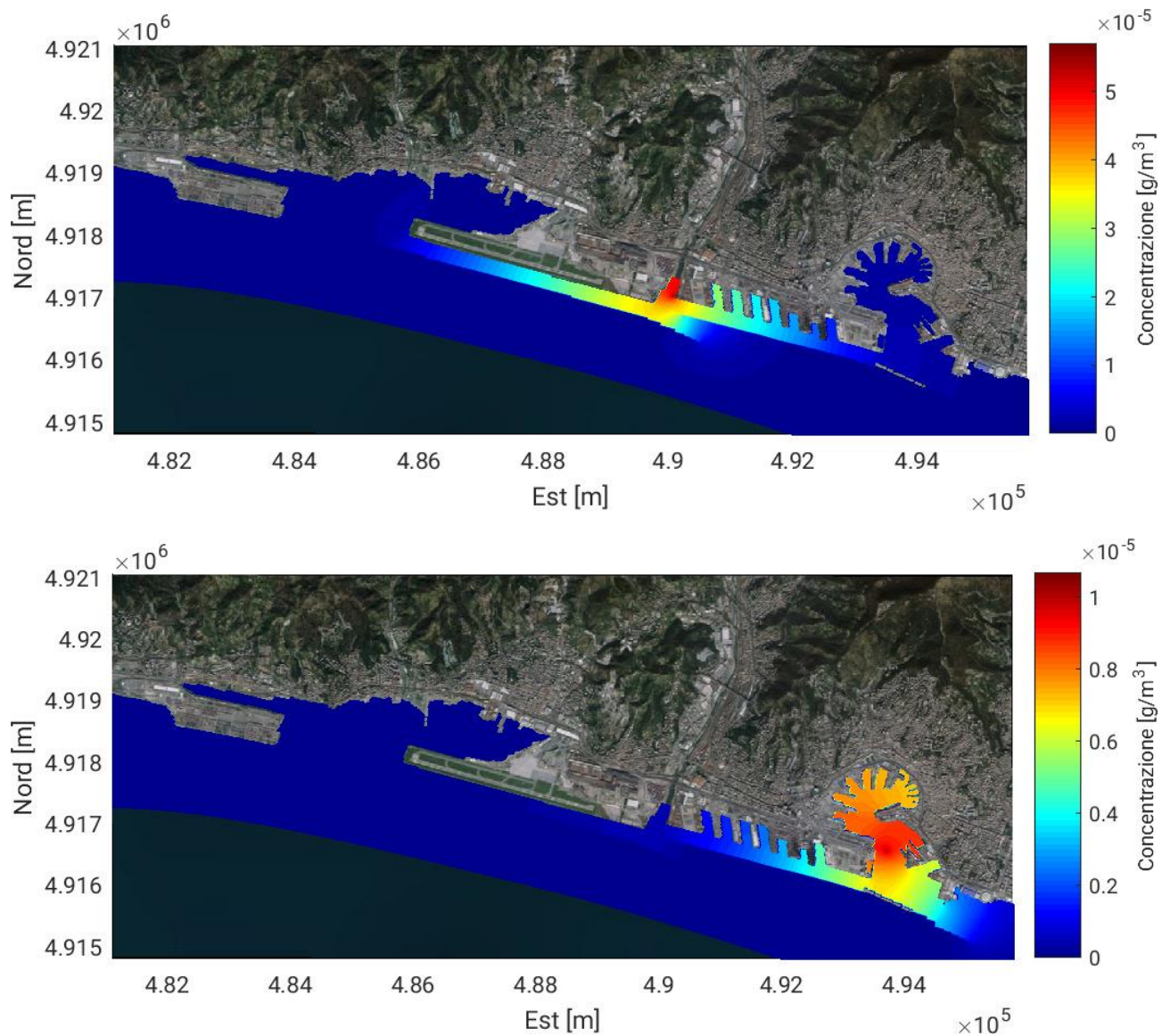


Figura 86 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

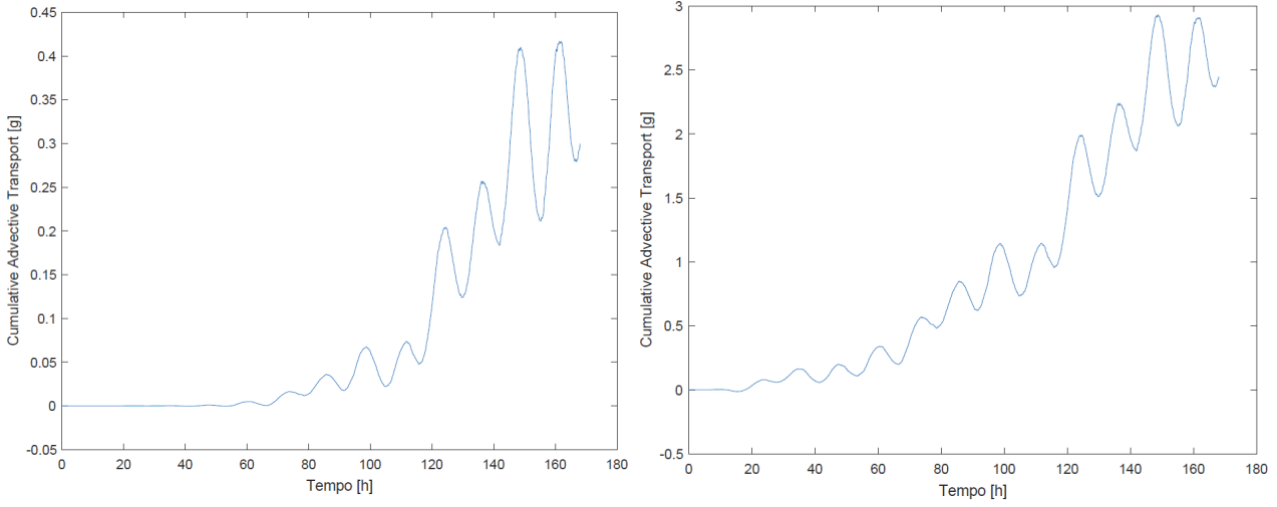


Figure 87 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

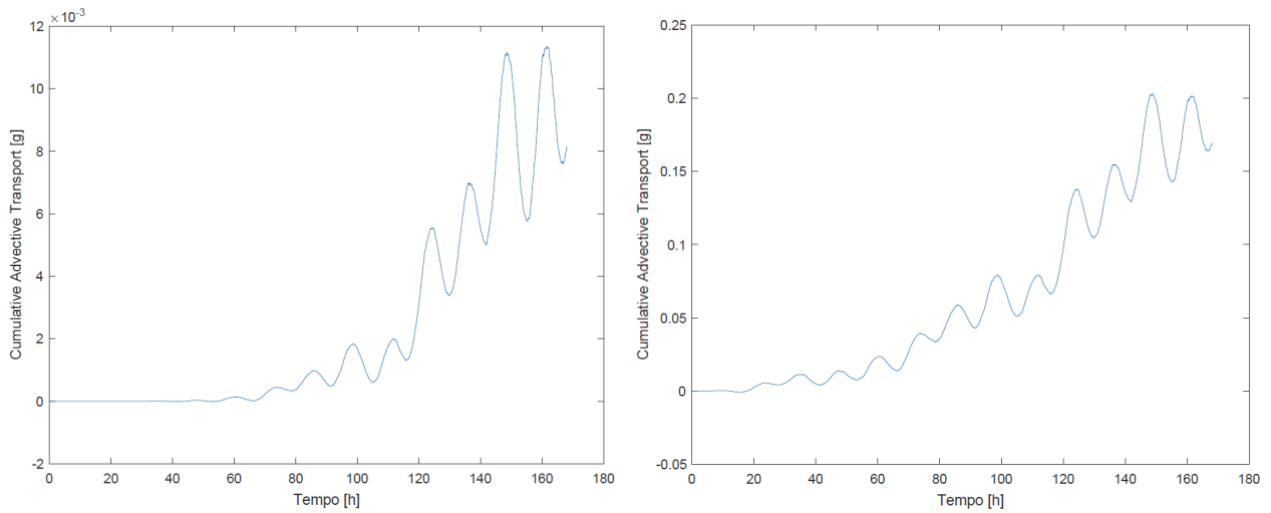


Figure 88 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

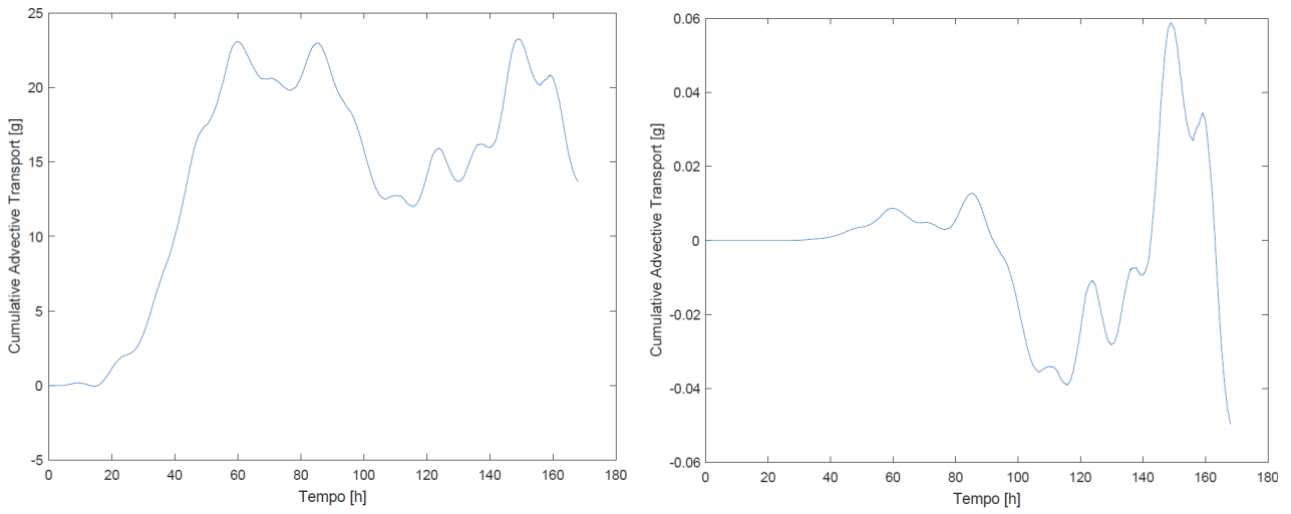


Figure 89 - Tendance générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

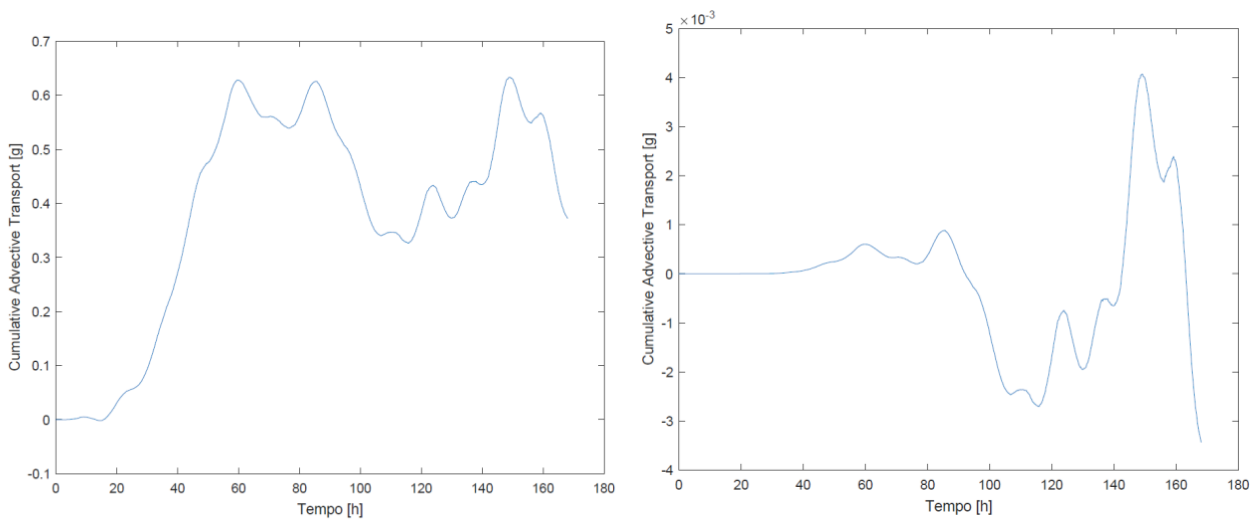


Figure 90 - Tendance générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 5

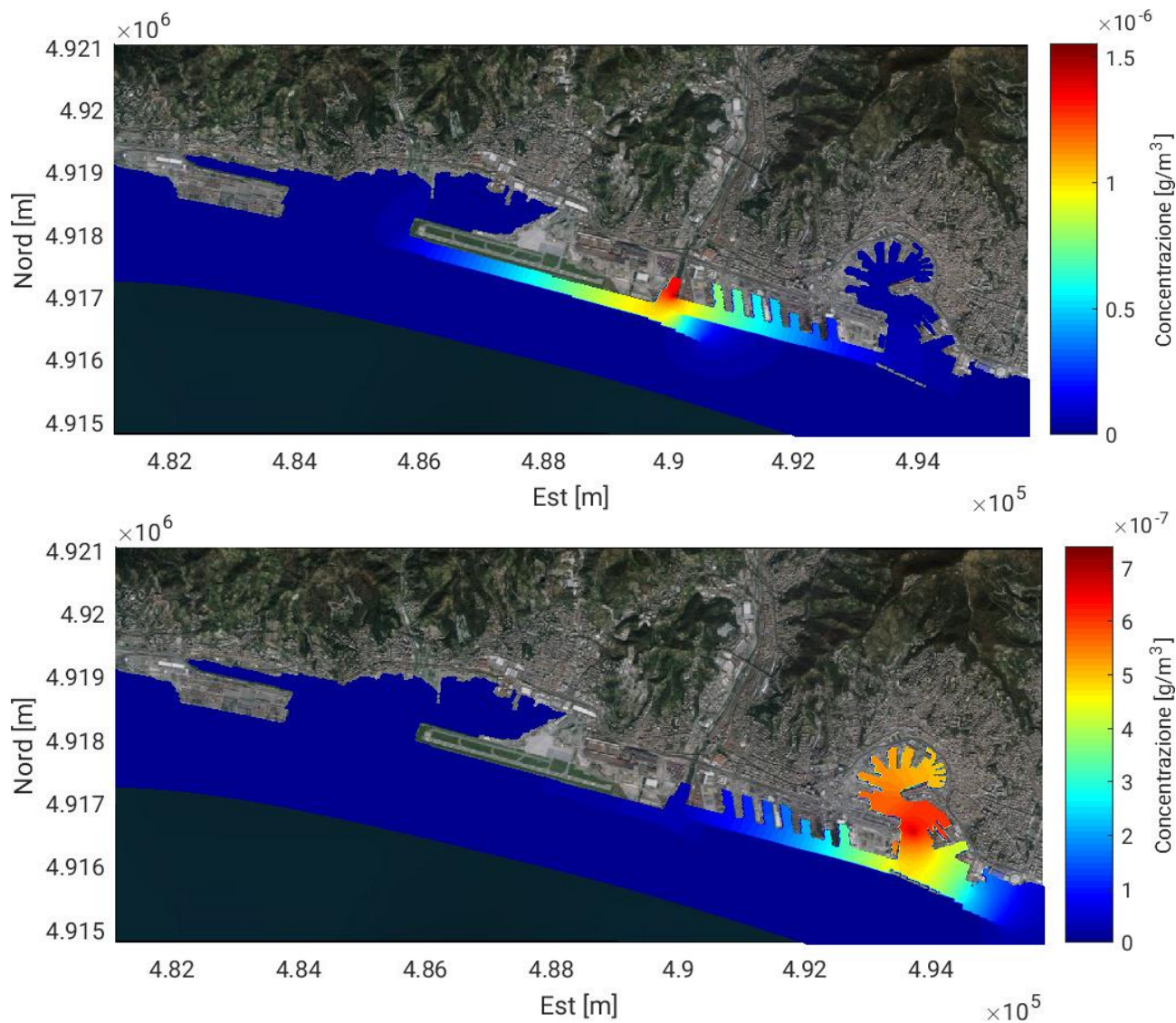


Figura 91 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

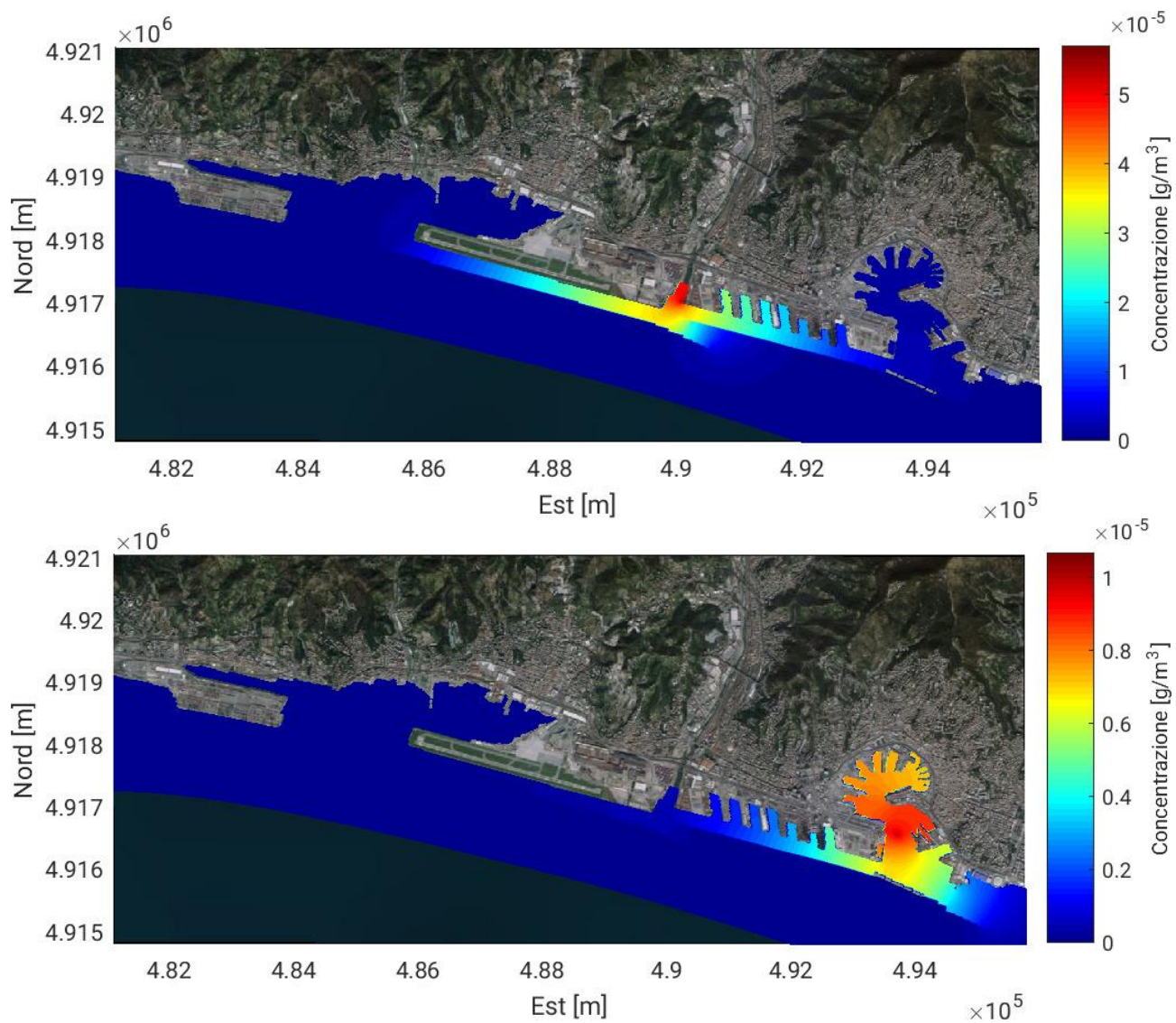


Figura 92 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

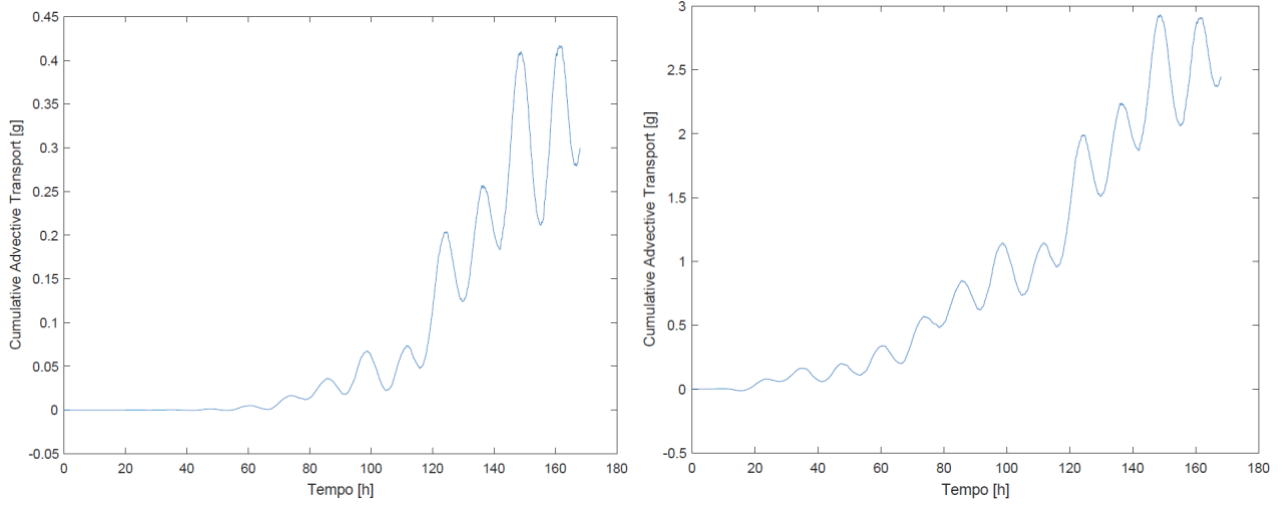


Figura 93 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

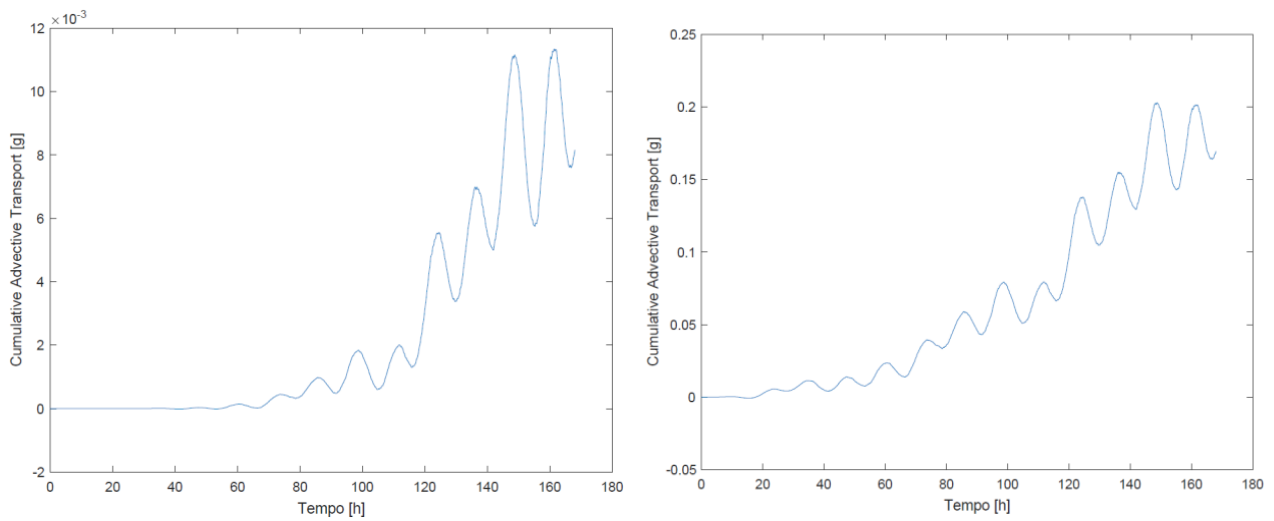


Figura 94 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

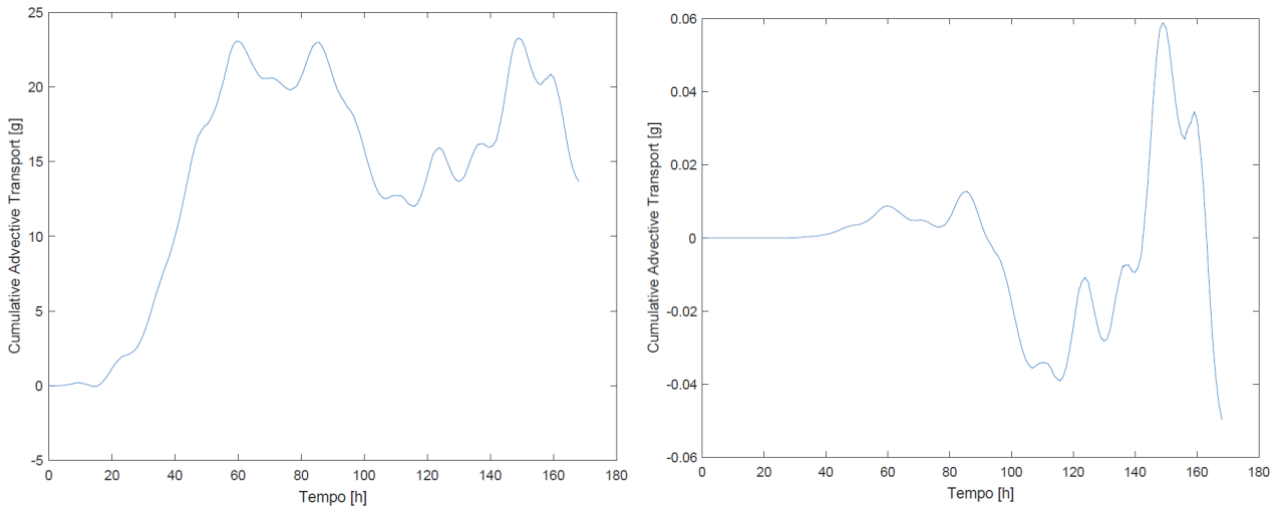


Figura 95 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

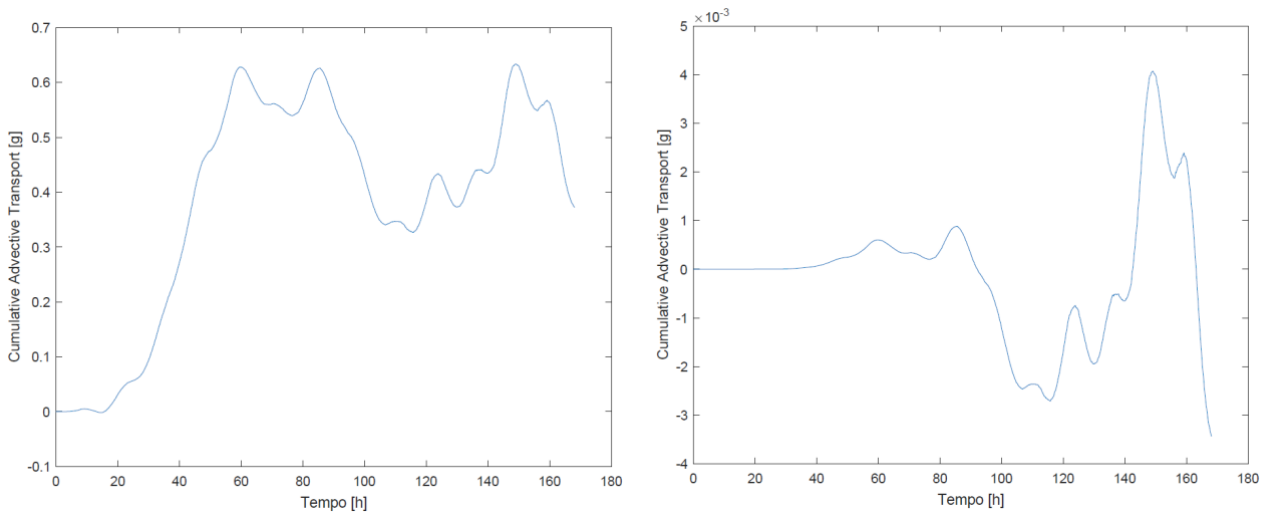


Figura 96 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 6

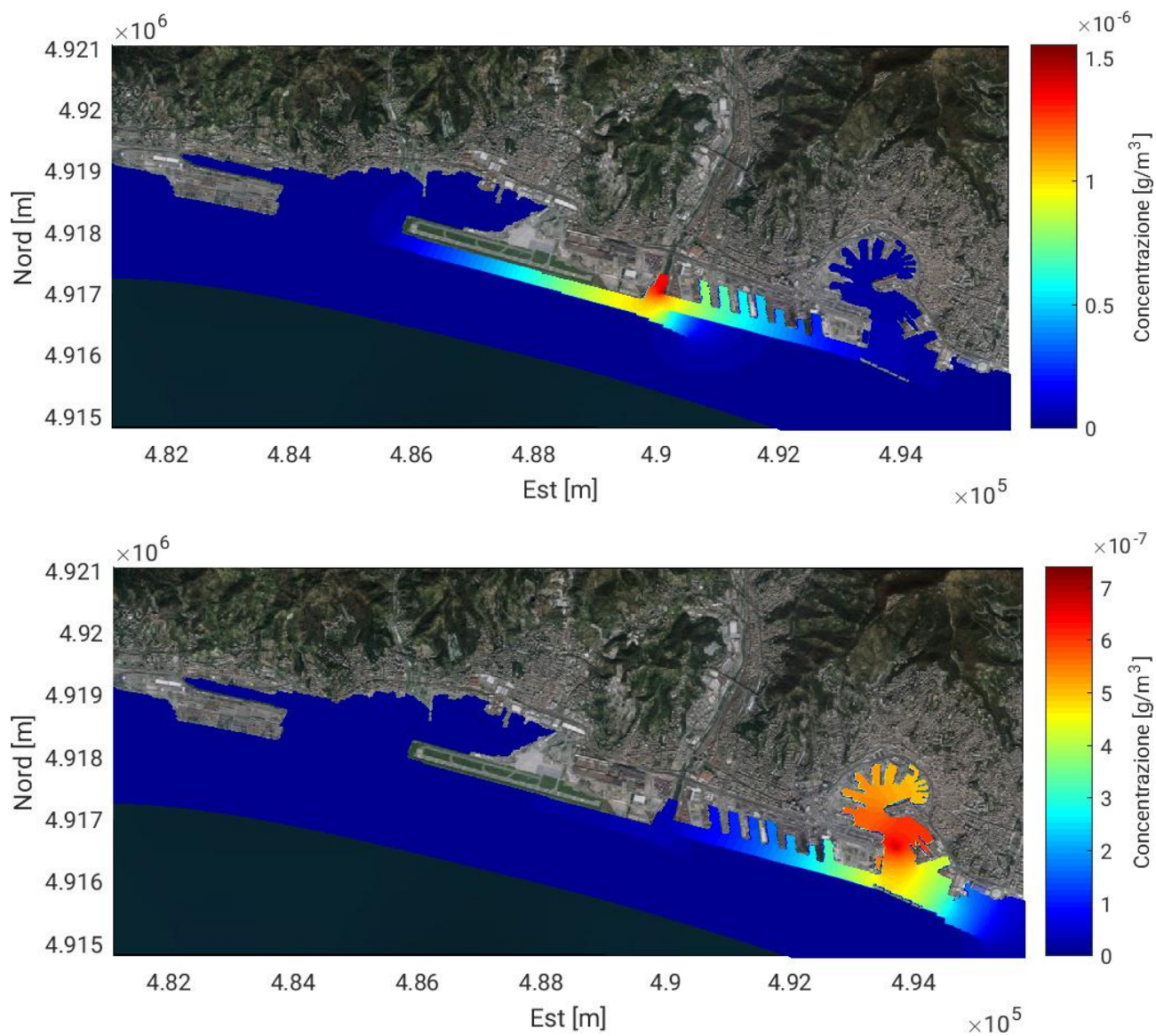


Figura 97 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

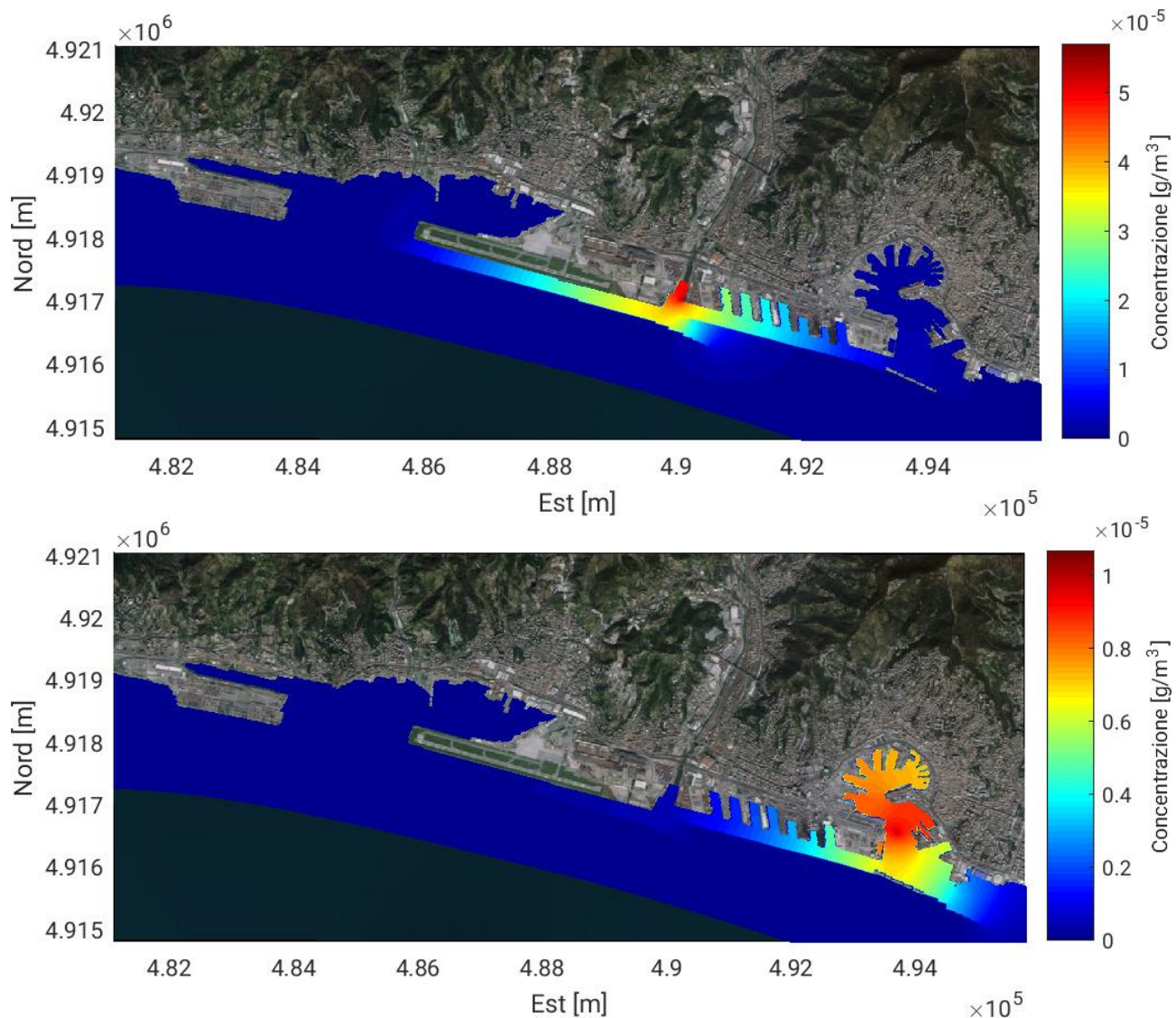


Figura 98 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

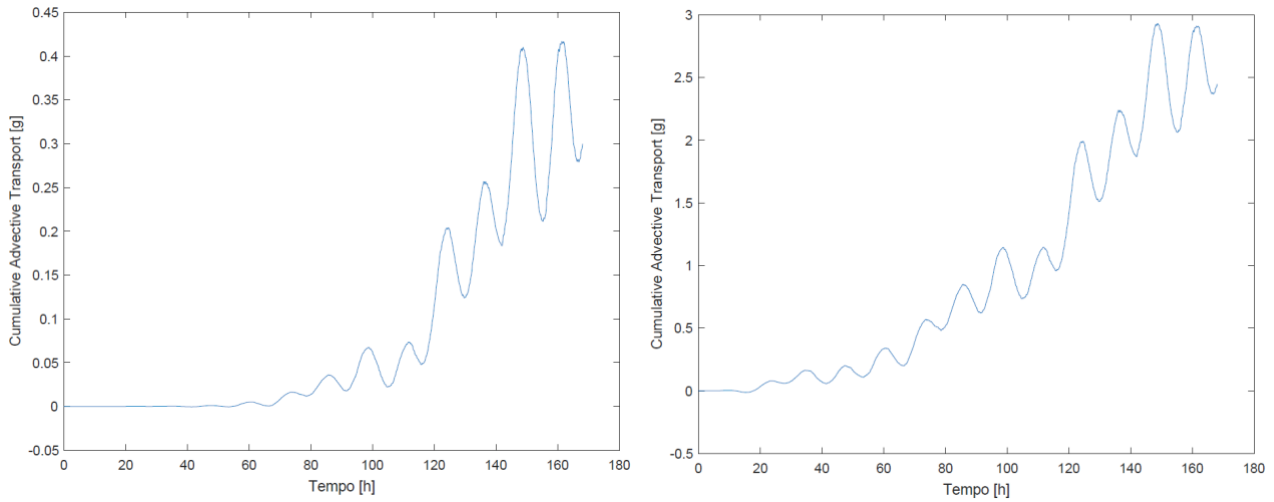


Figura 99 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

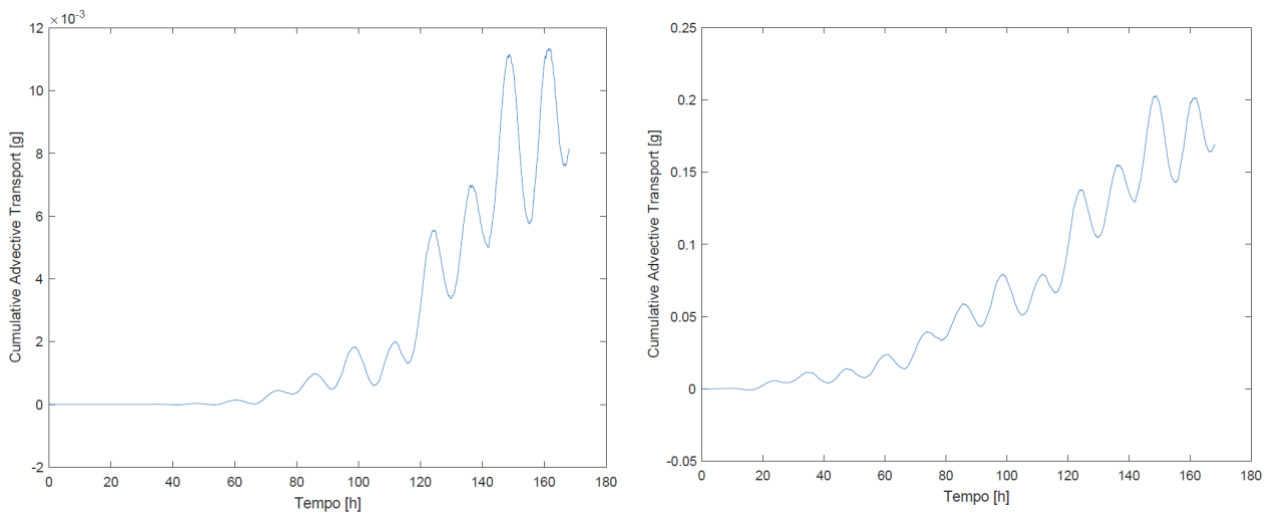


Figura 100 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

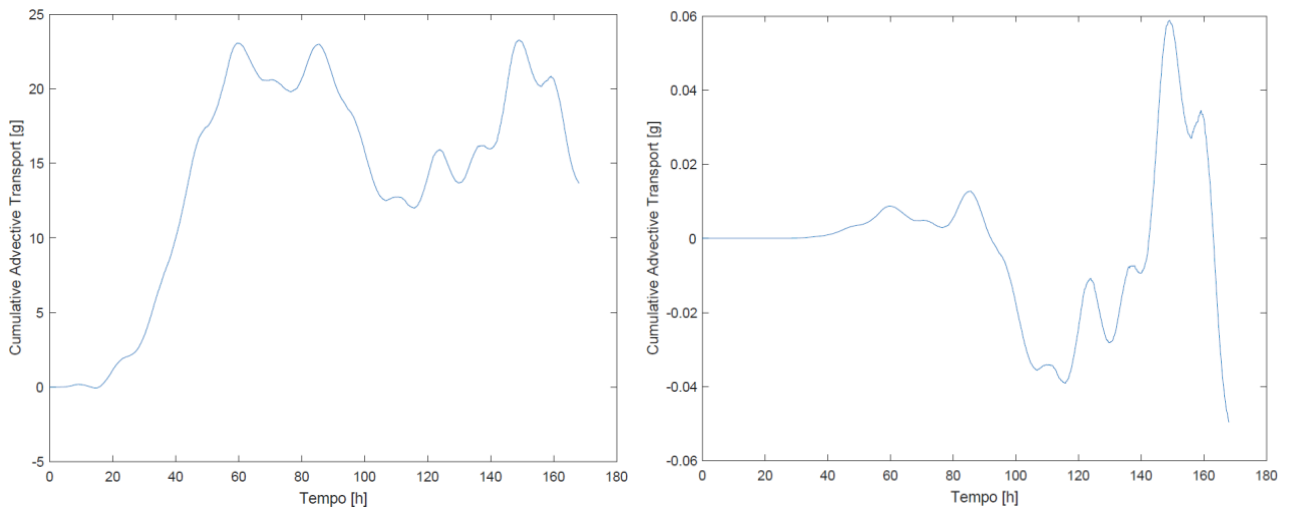


Figura 101 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

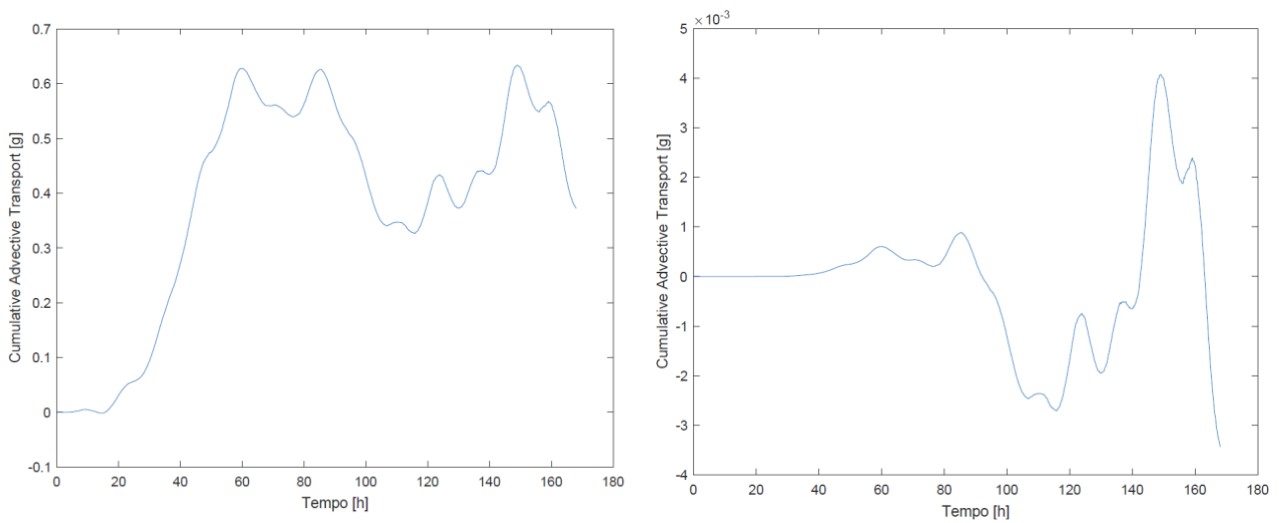


Figura 102 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 9

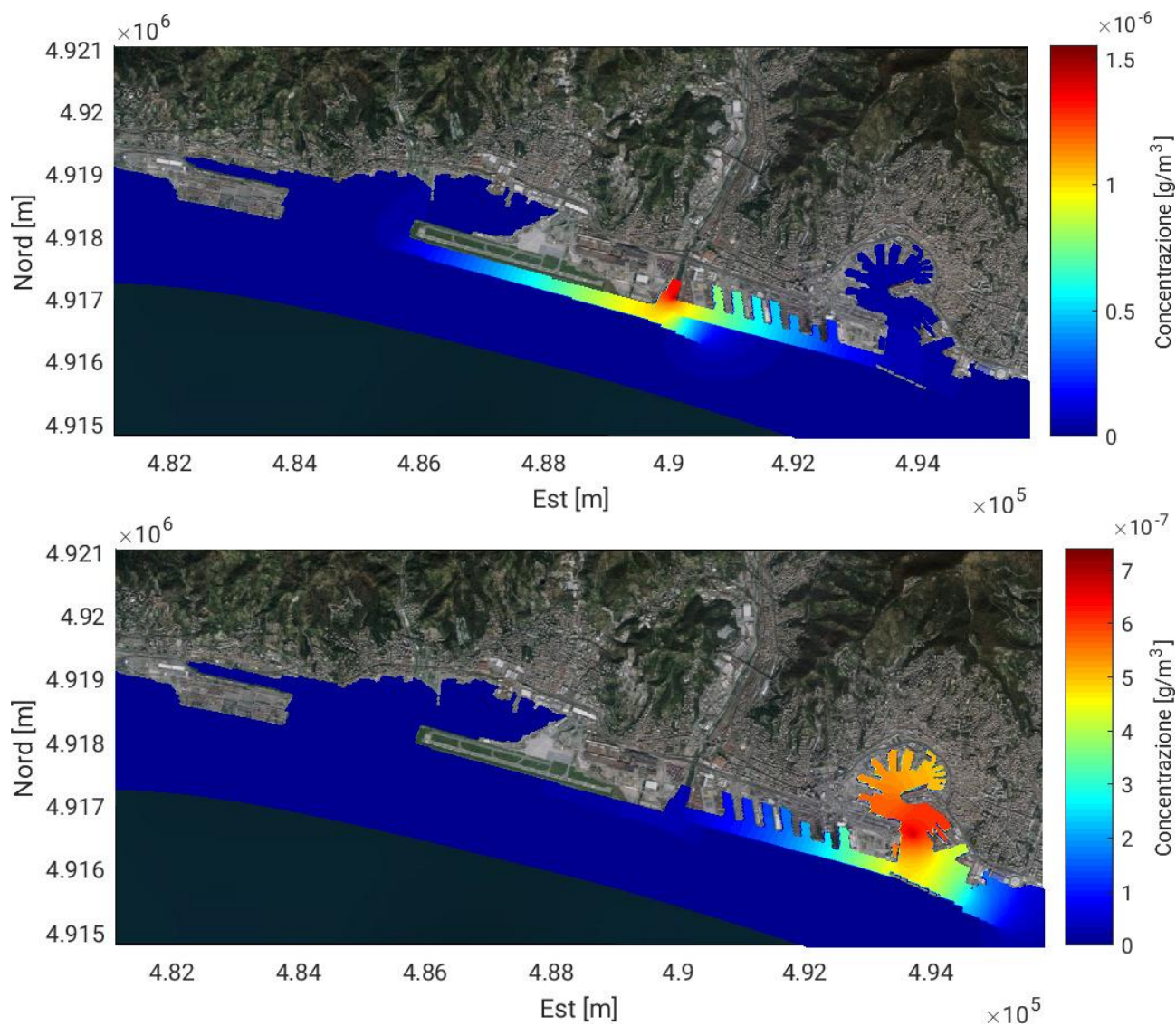


Figura 103 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

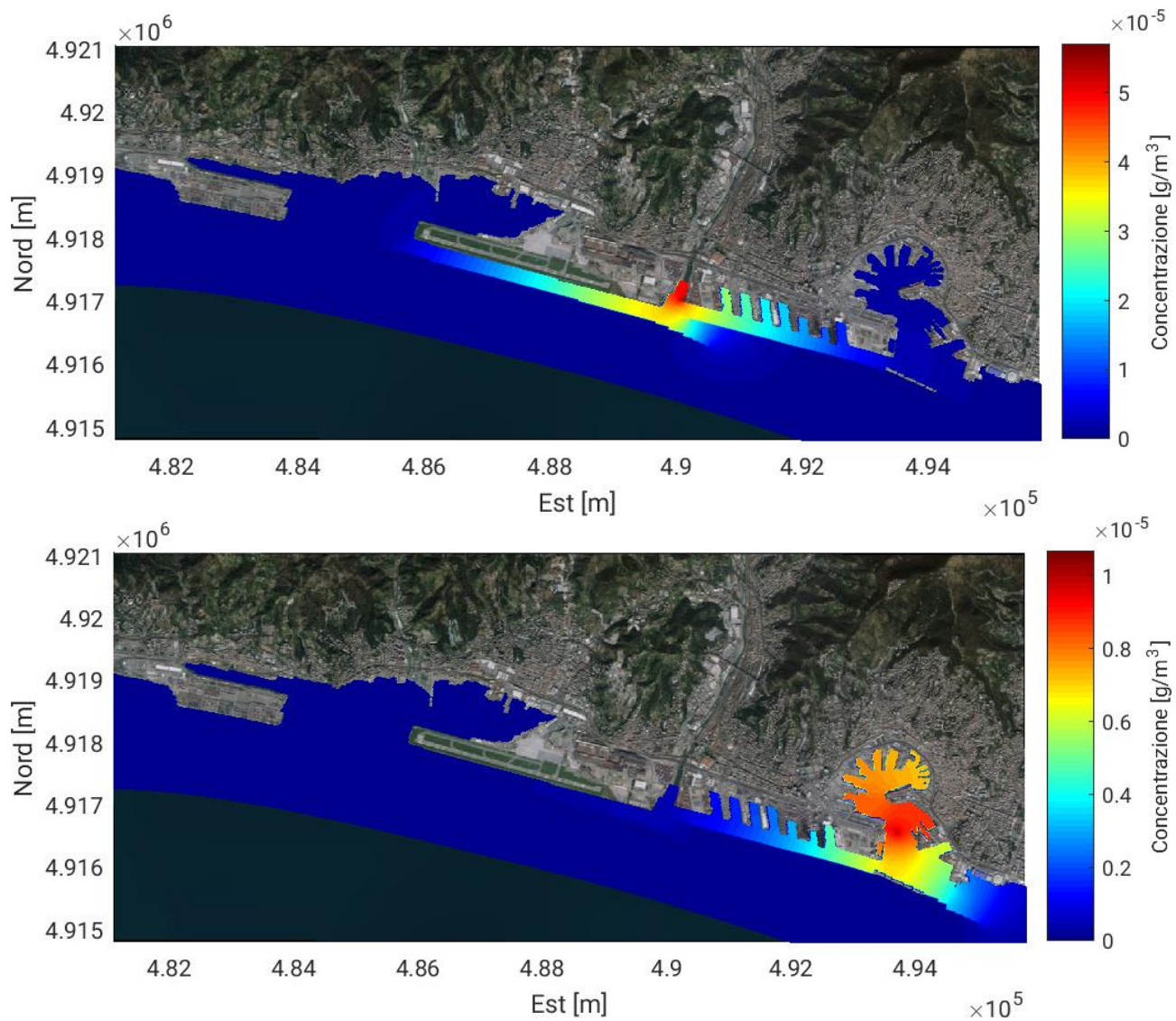


Figura 104 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

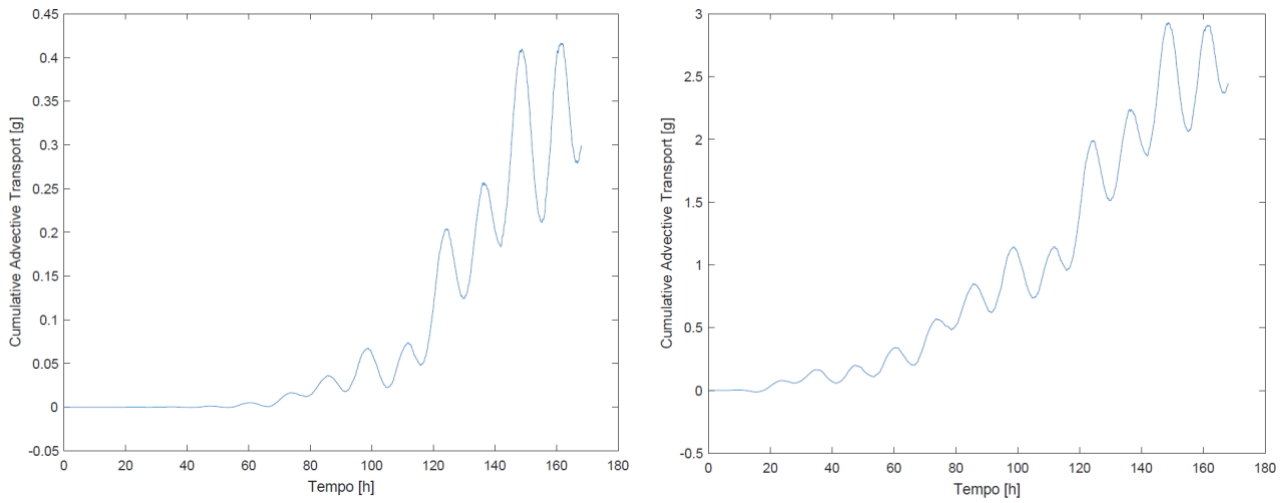


Figura 105 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

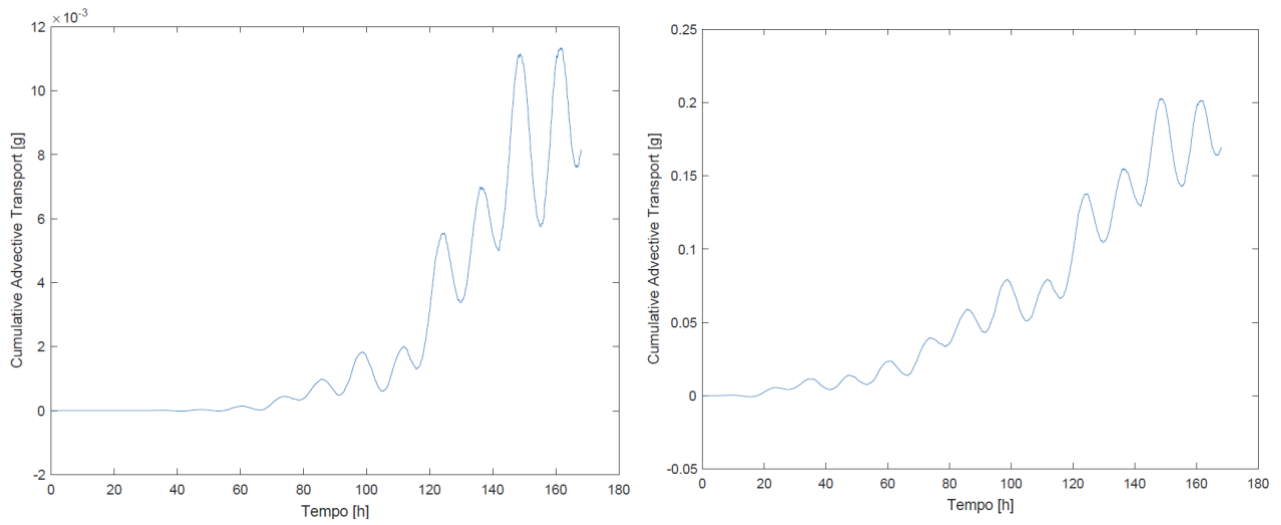


Figura 106 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

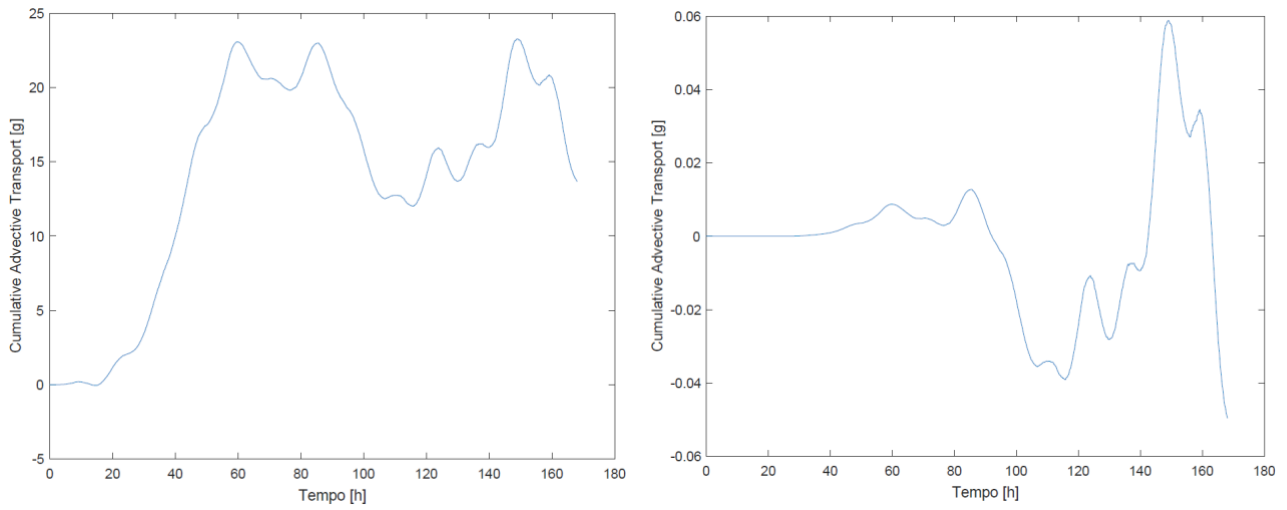


Figura 107 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

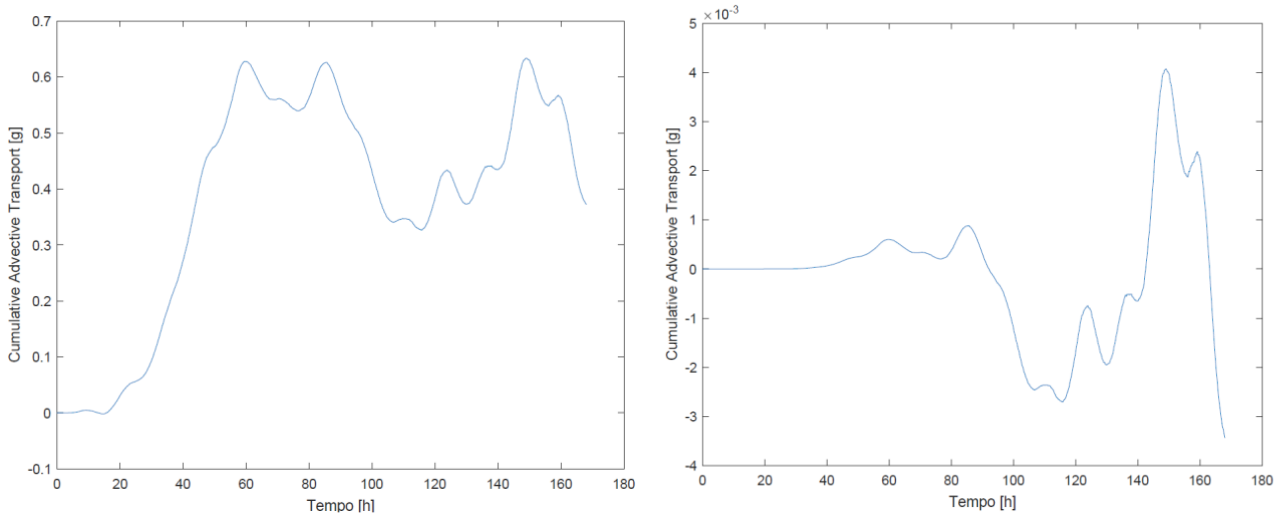


Figura 108 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 10

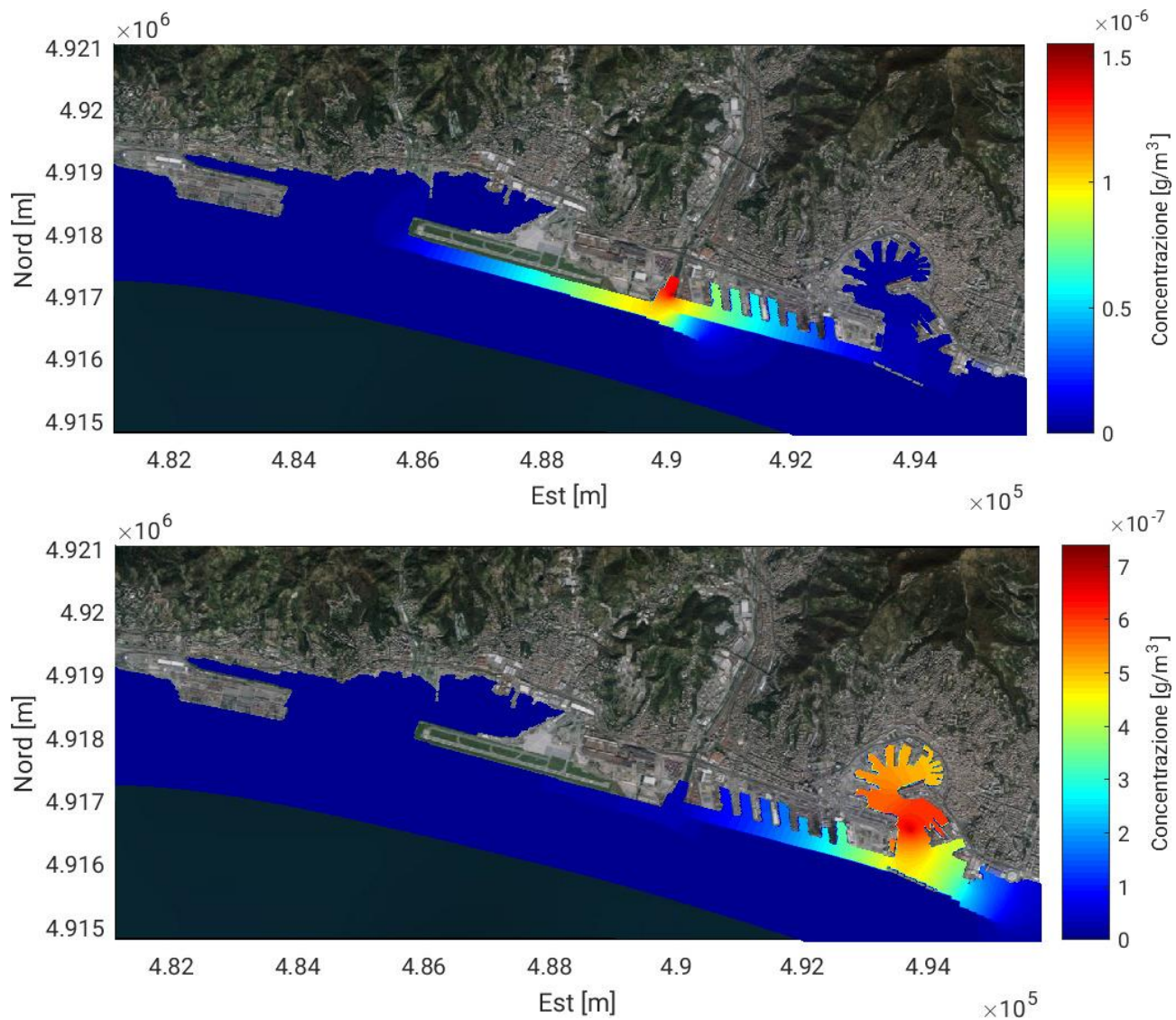


Figura 109 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

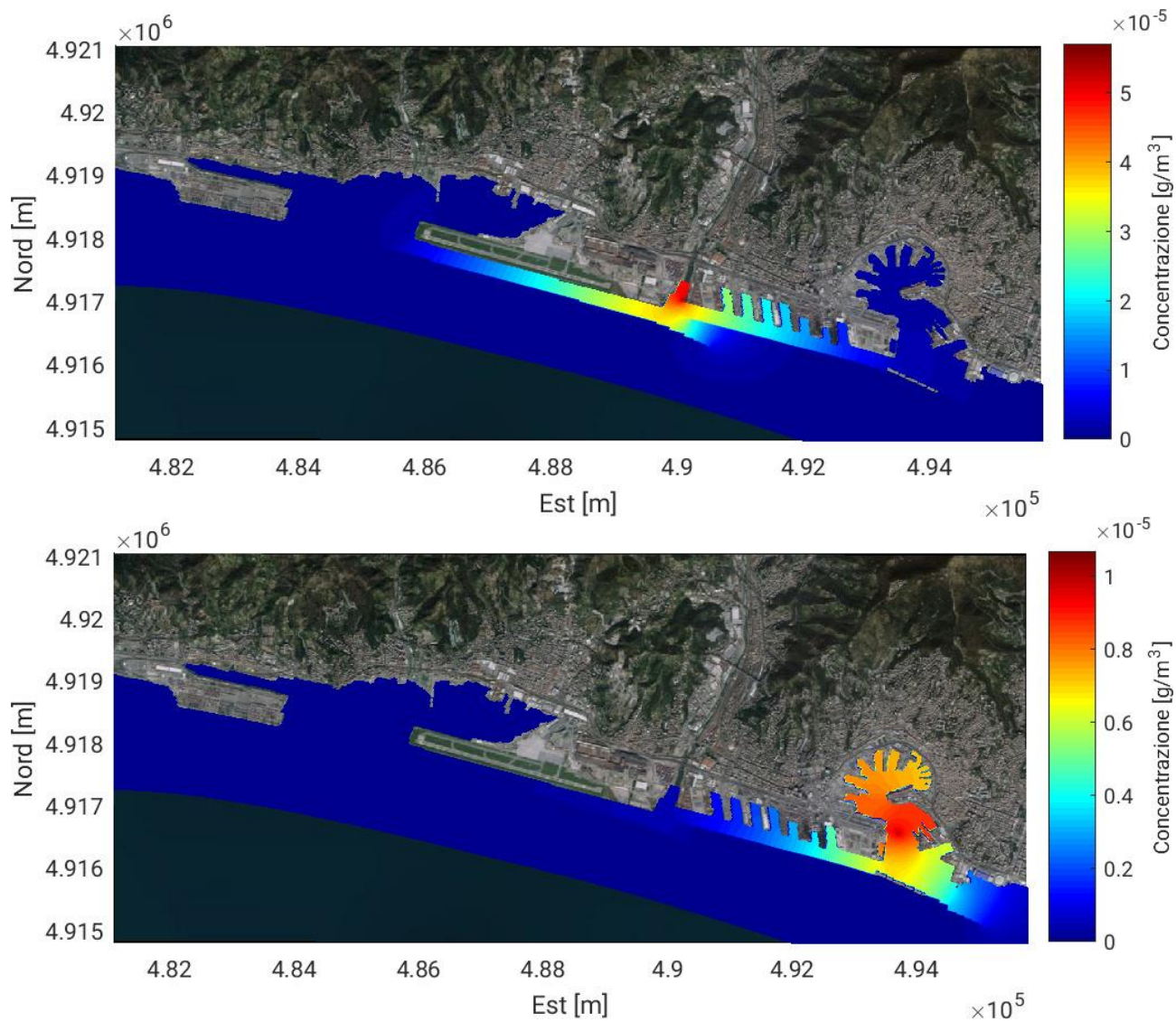


Figura 110 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

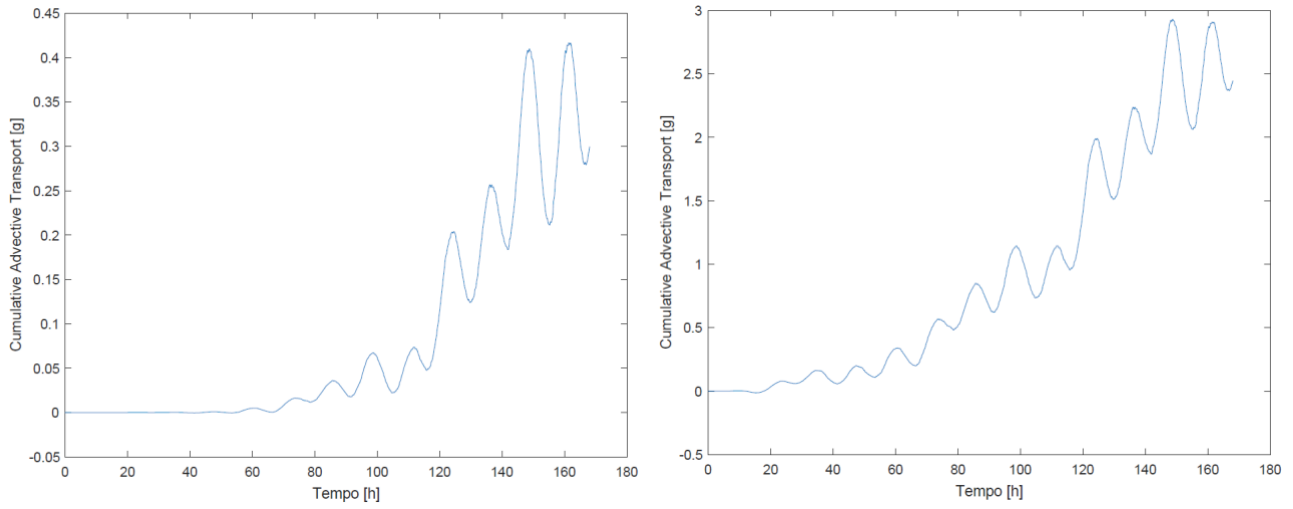


Figura 111 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

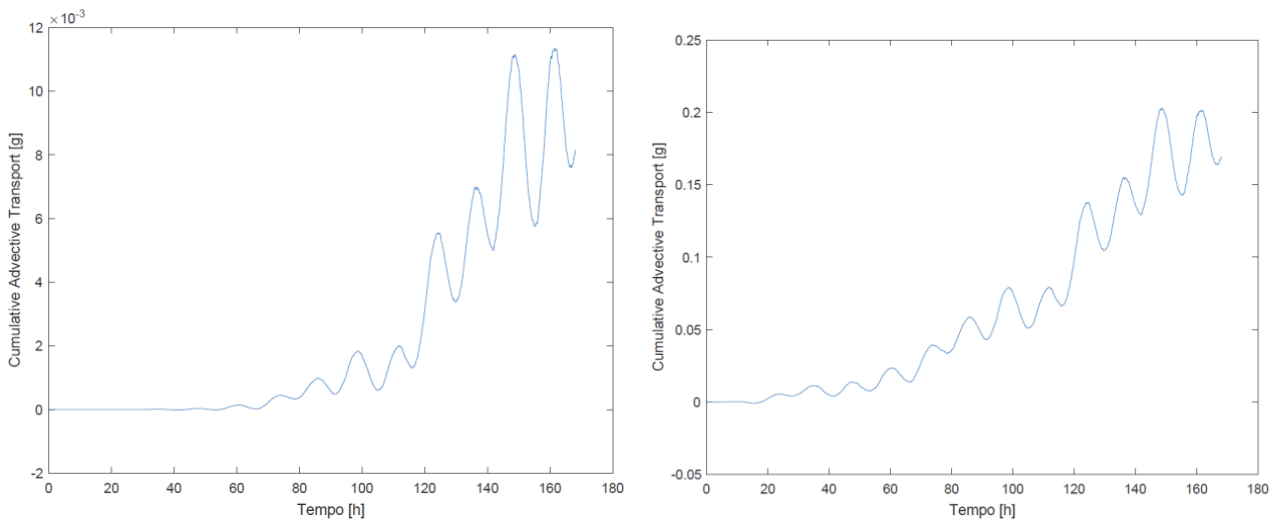


Figura 112 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

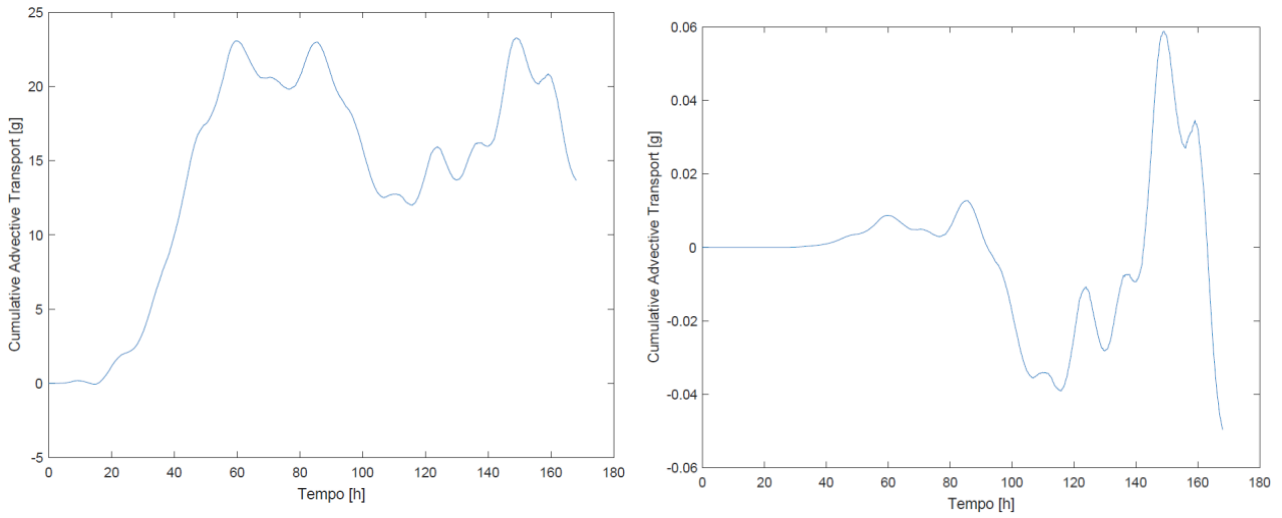


Figura 113 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

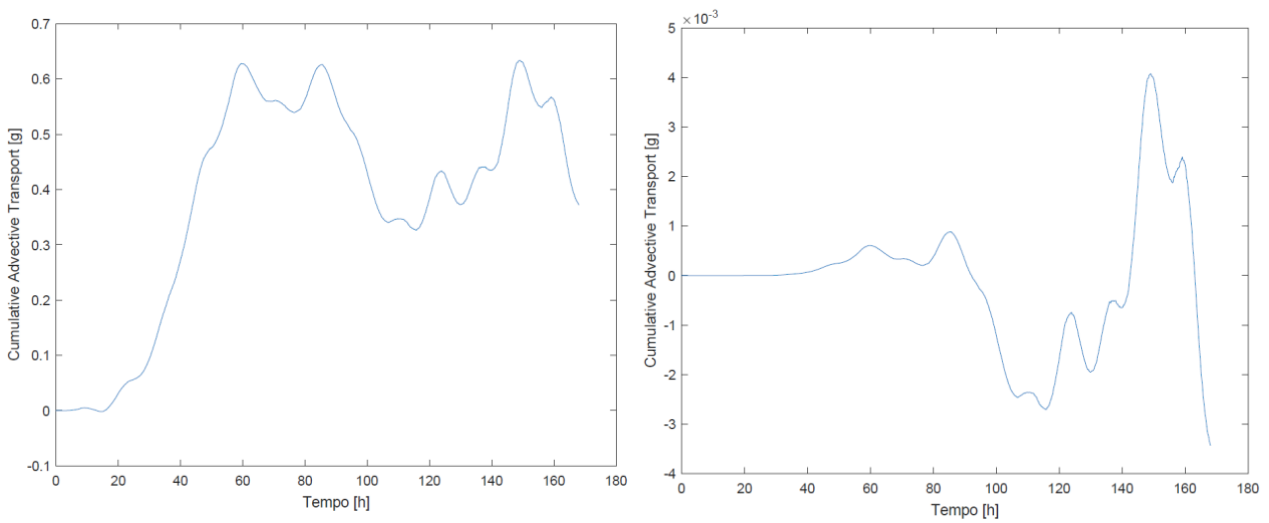


Figura 114 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 14

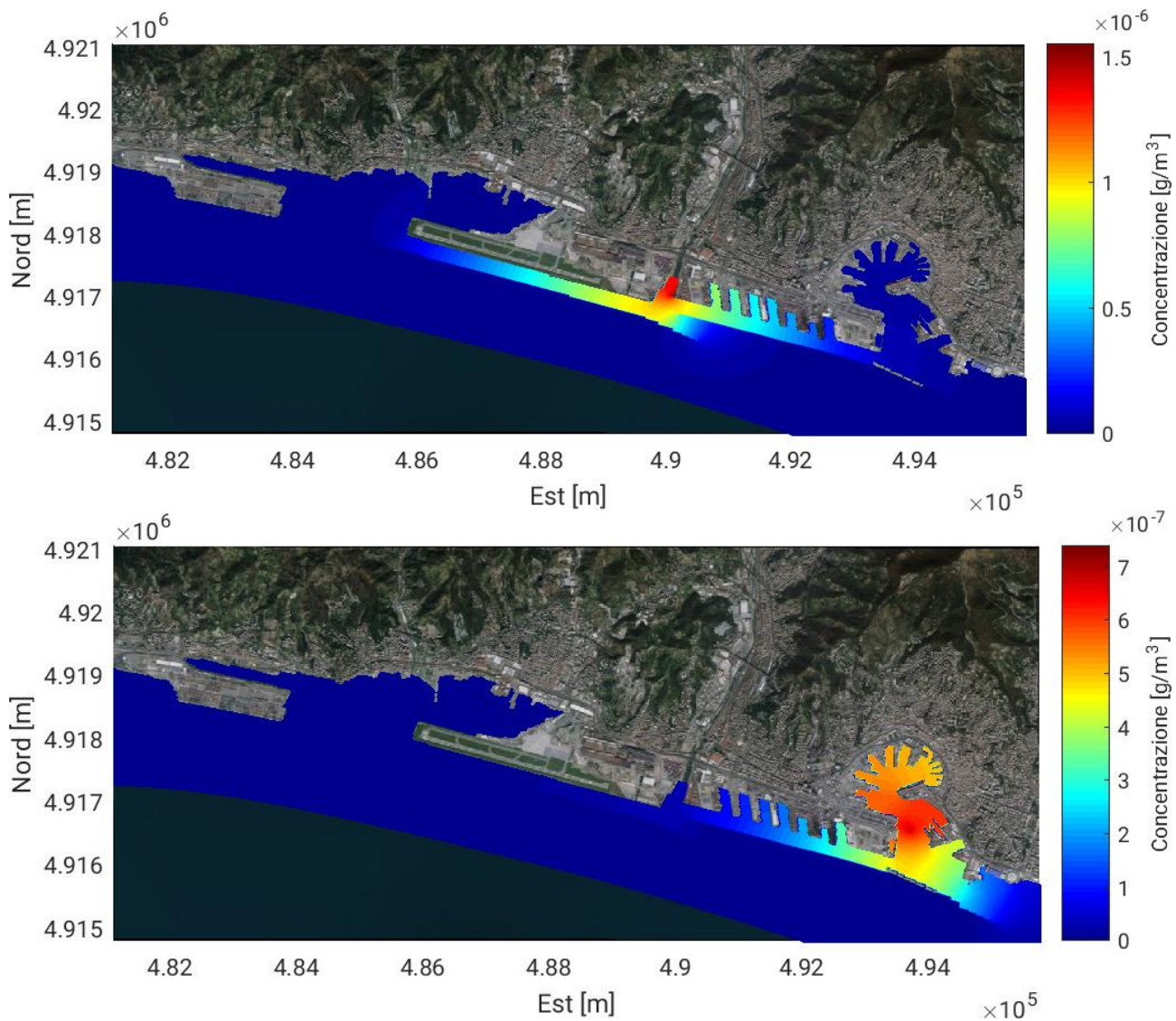


Figura 115 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

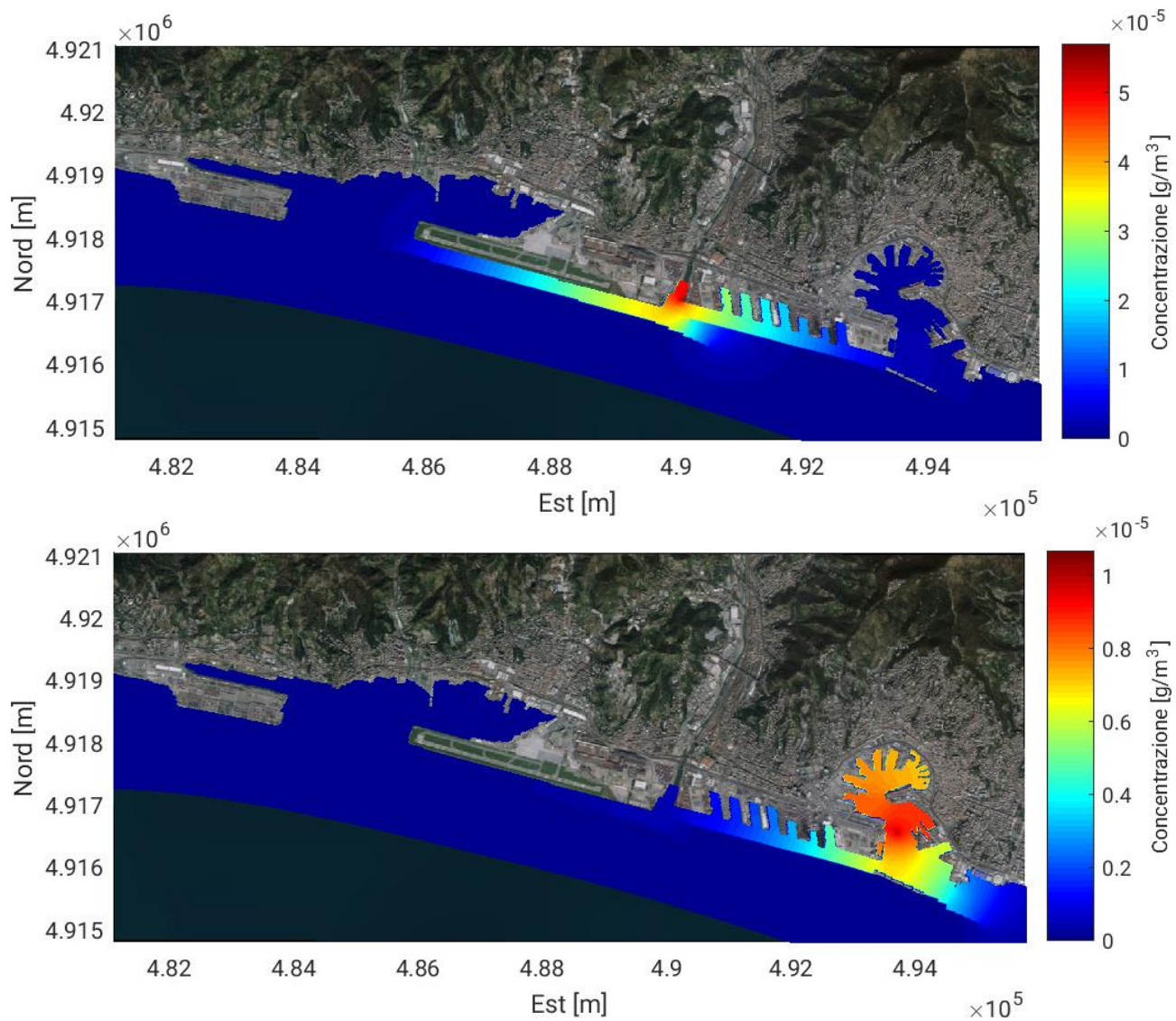


Figura 116 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

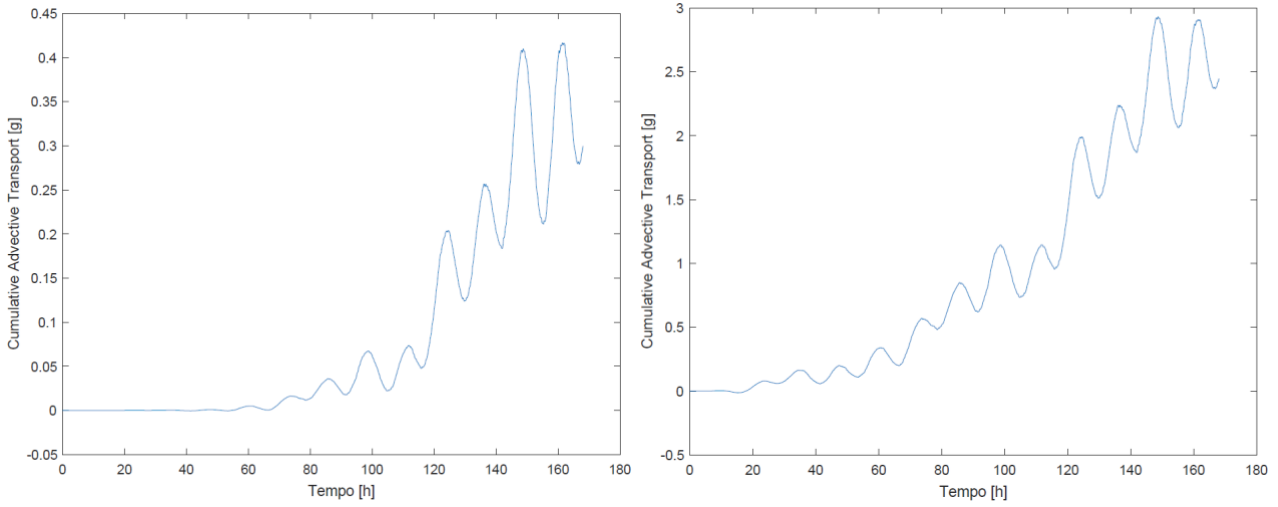


Figura 117 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

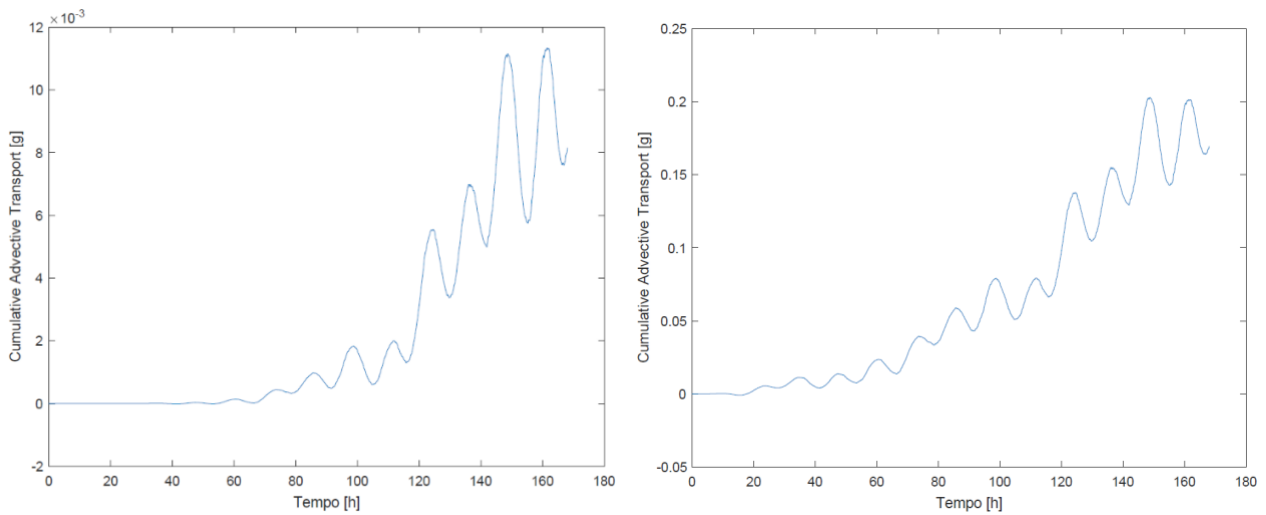


Figura 118 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

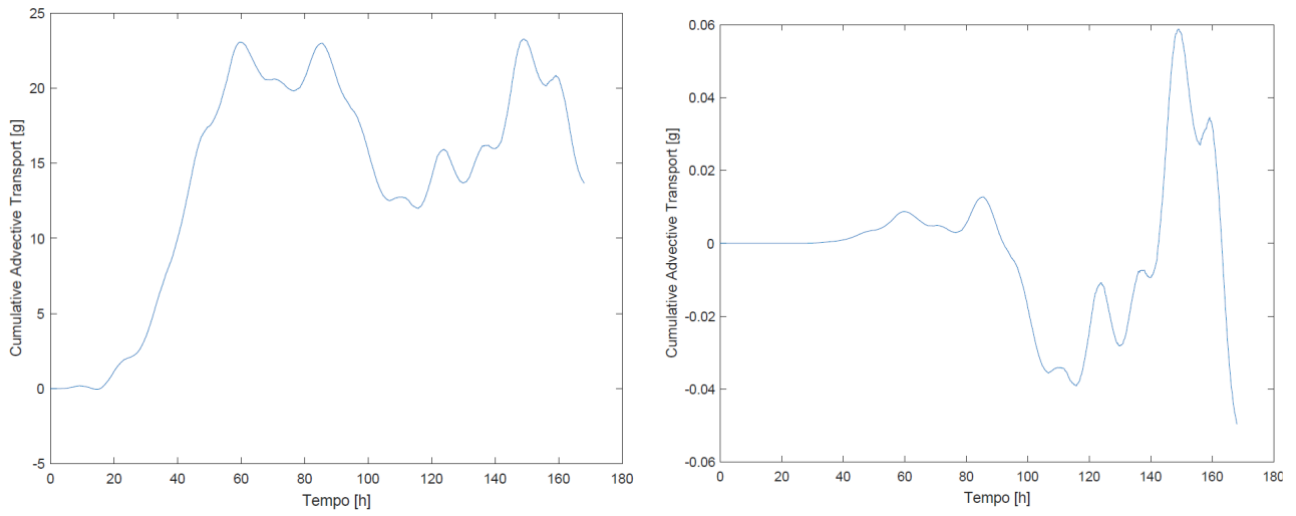


Figura 119 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

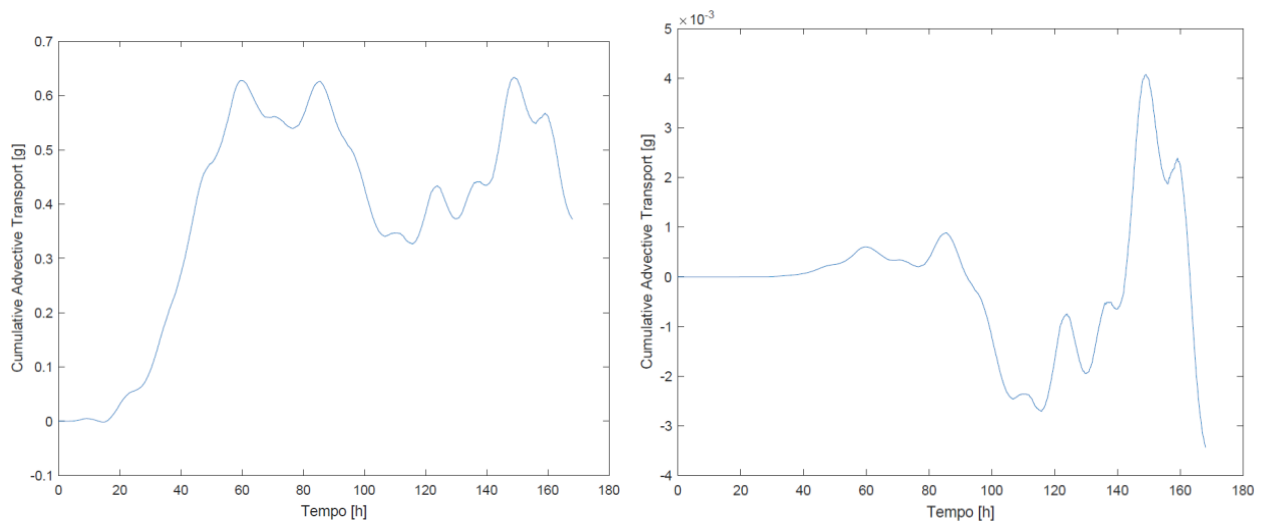


Figura 120 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 16

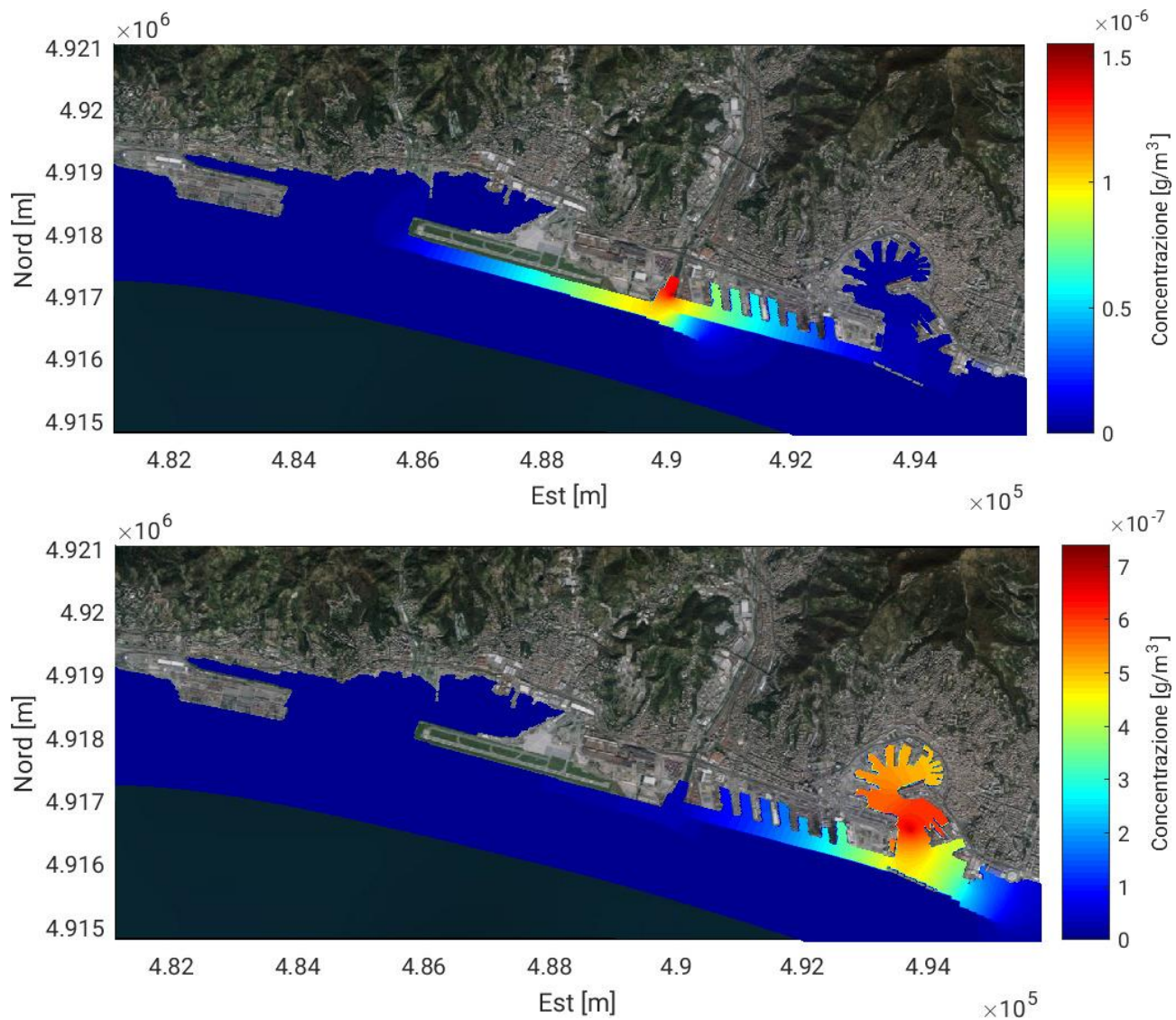


Figura 121 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

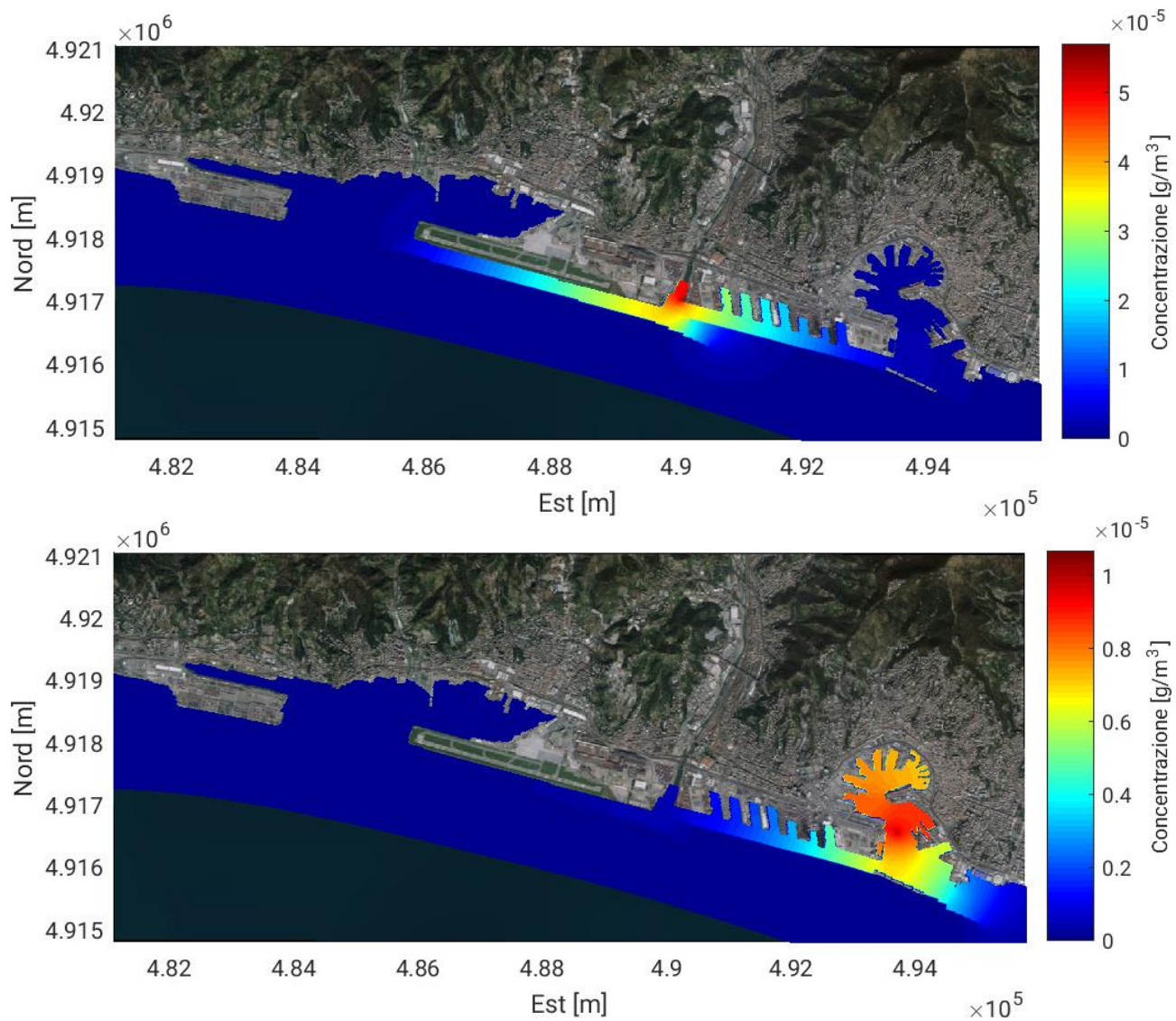


Figura 122 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

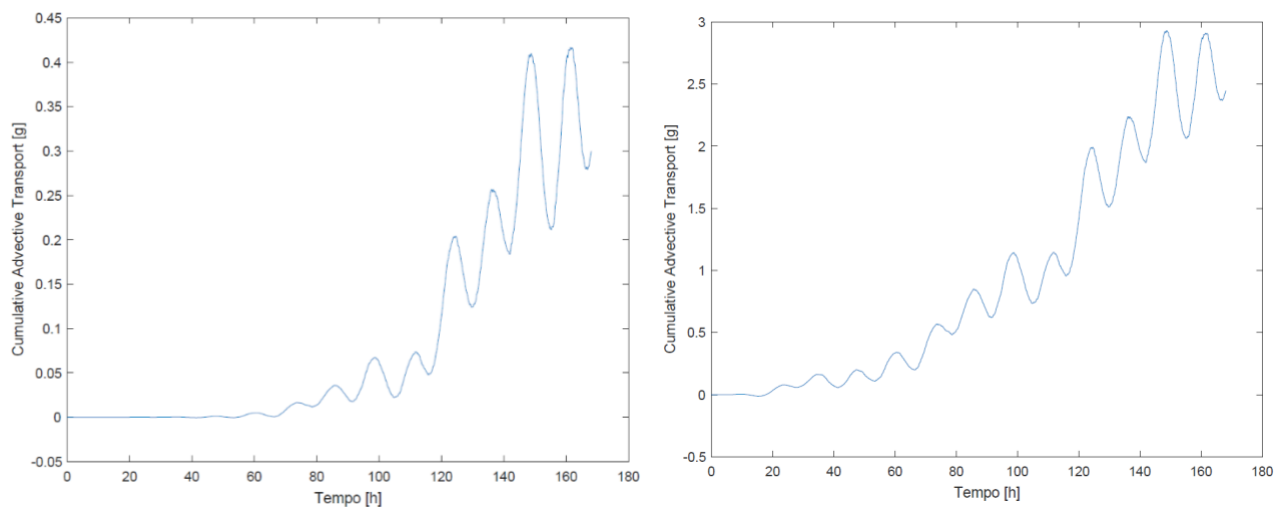


Figura 123 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

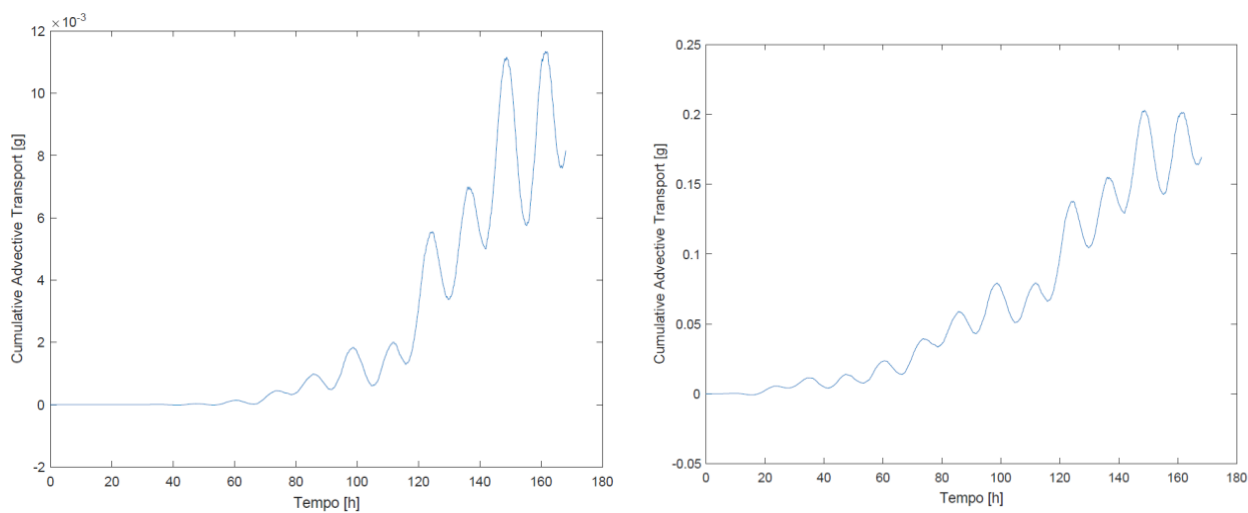


Figura 124 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

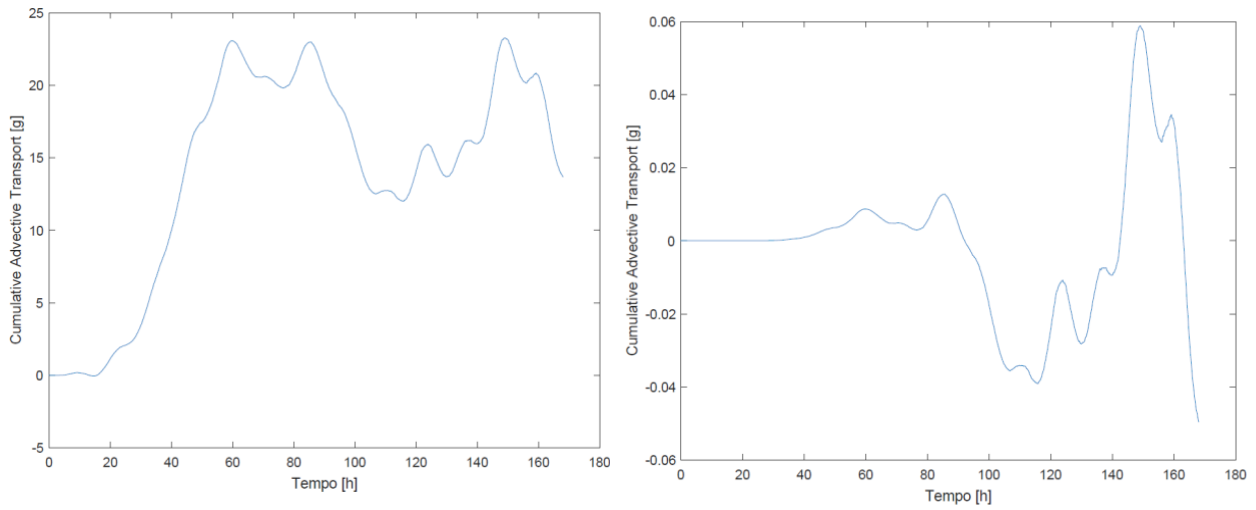


Figura 125 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

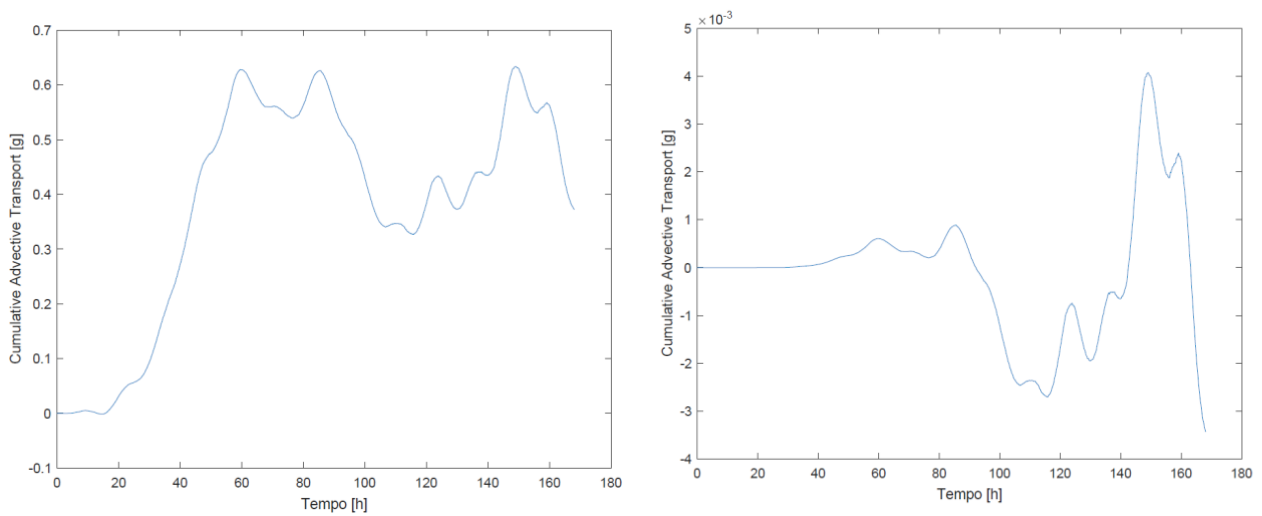


Figura 126- Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 18

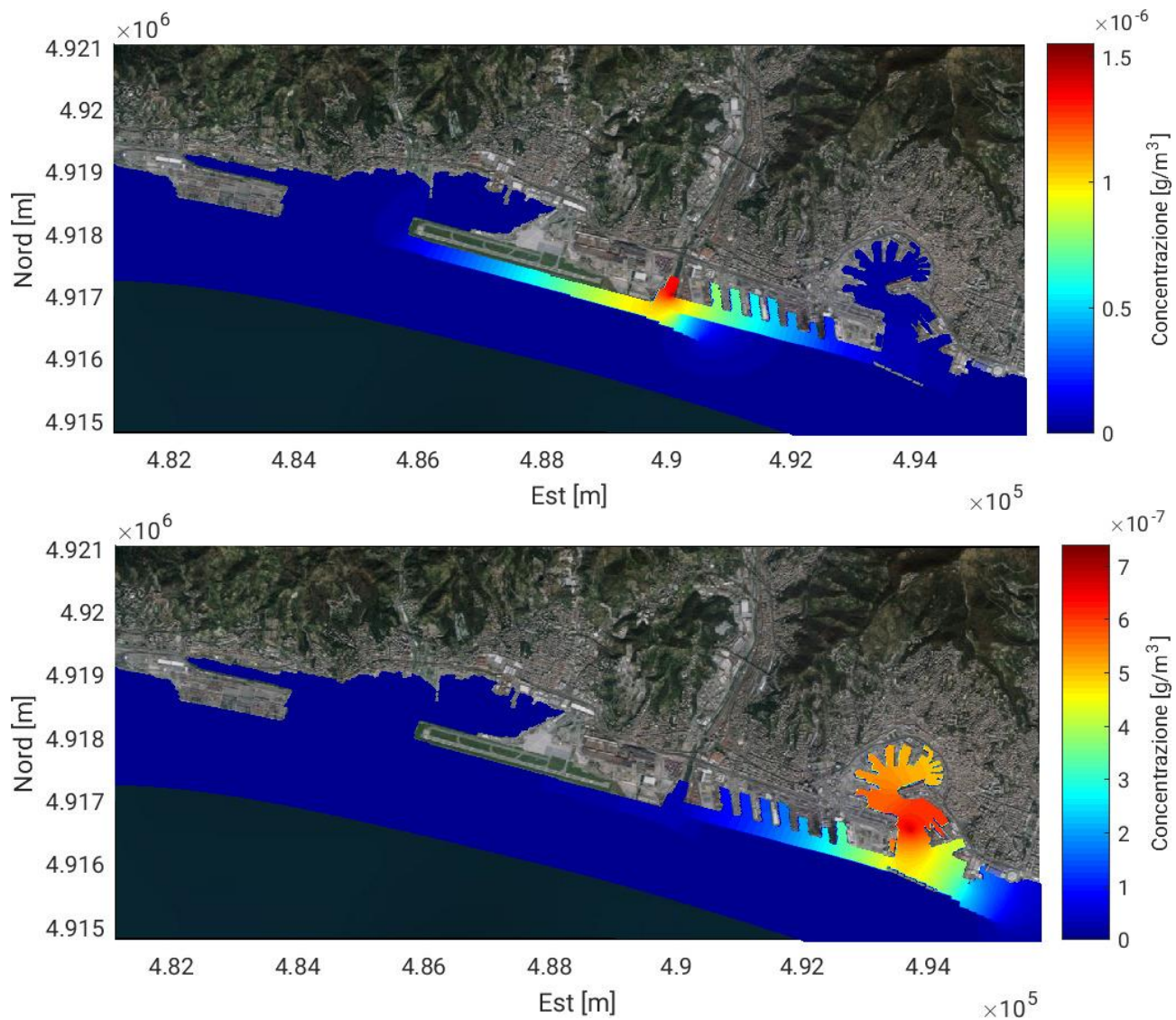


Figura 127 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

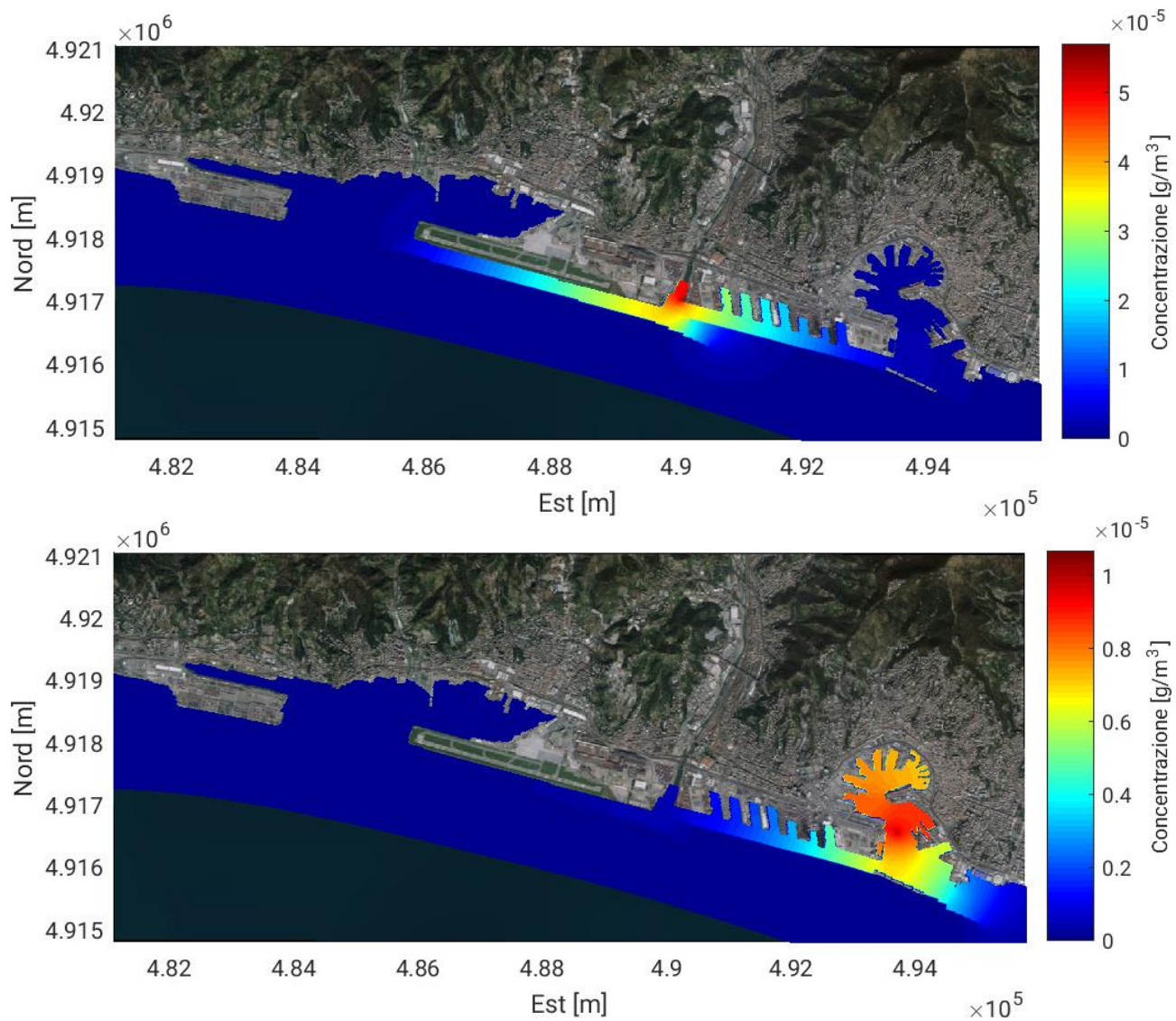


Figura 128 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

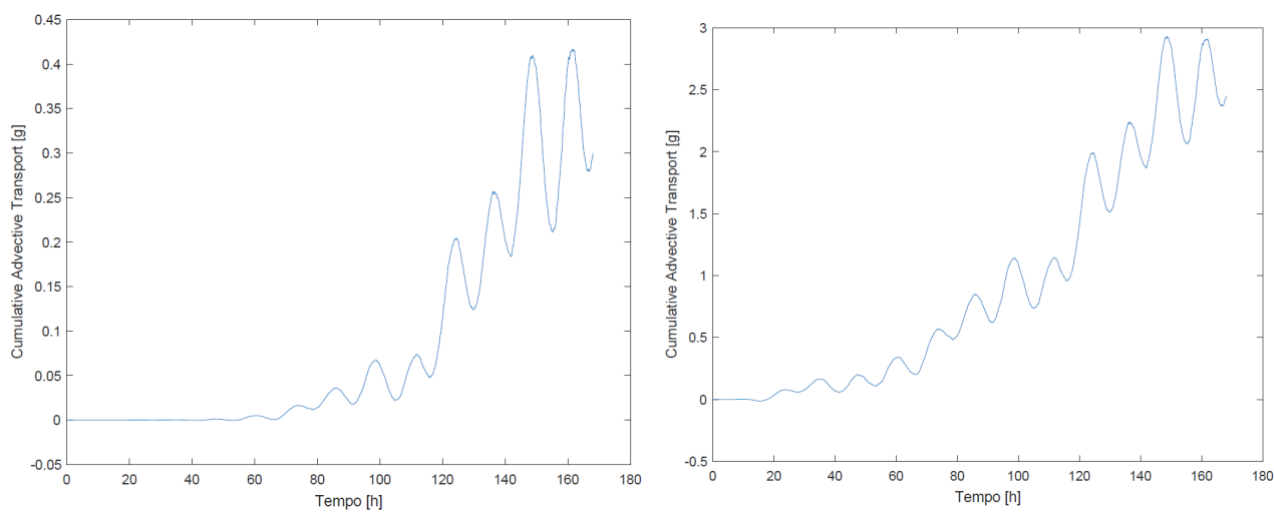


Figura 129 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

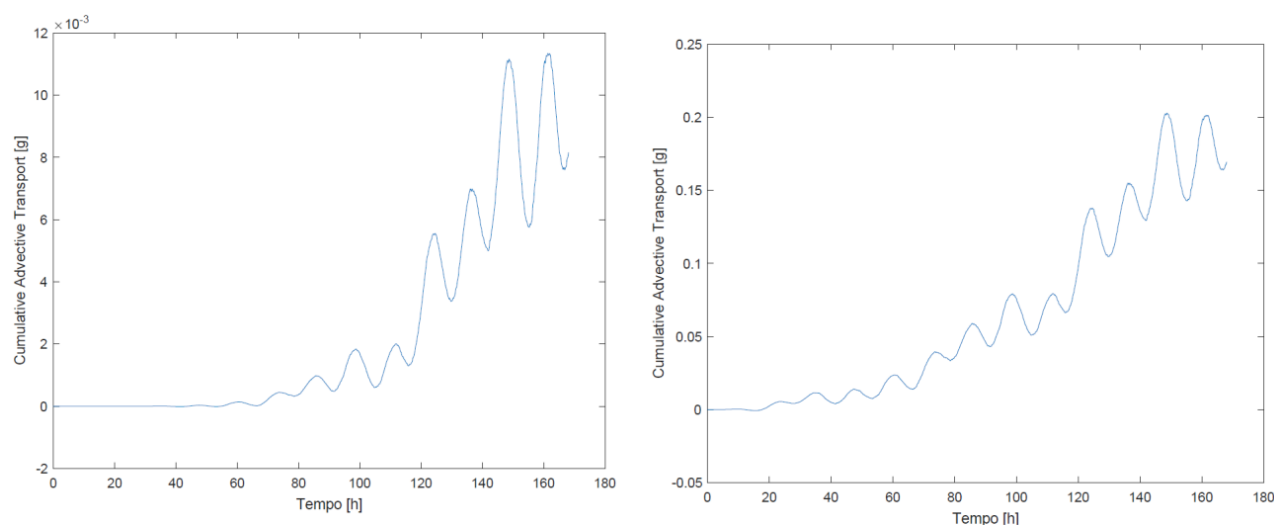


Figura 130 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

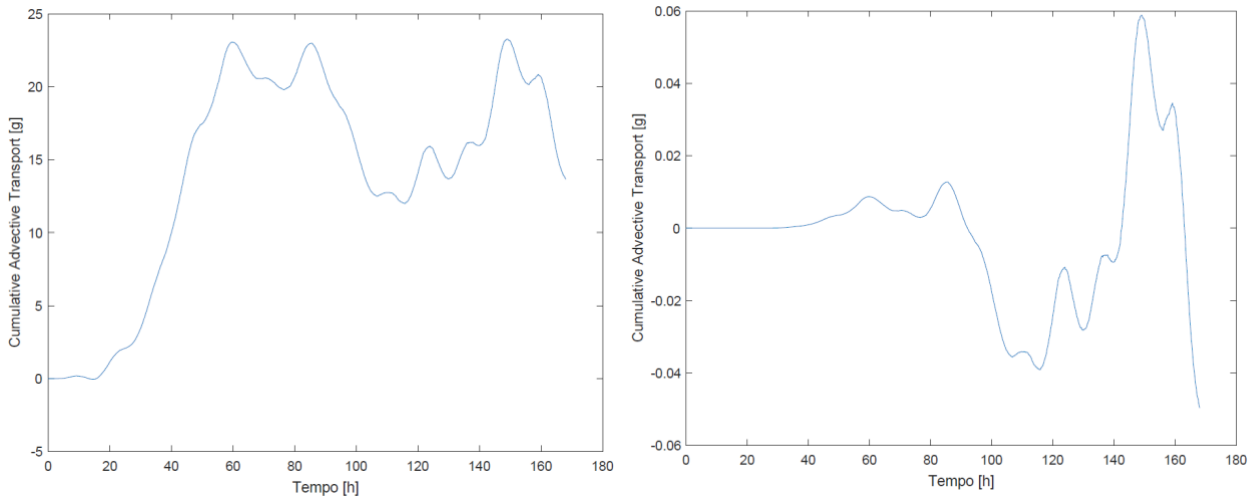


Figura 131 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

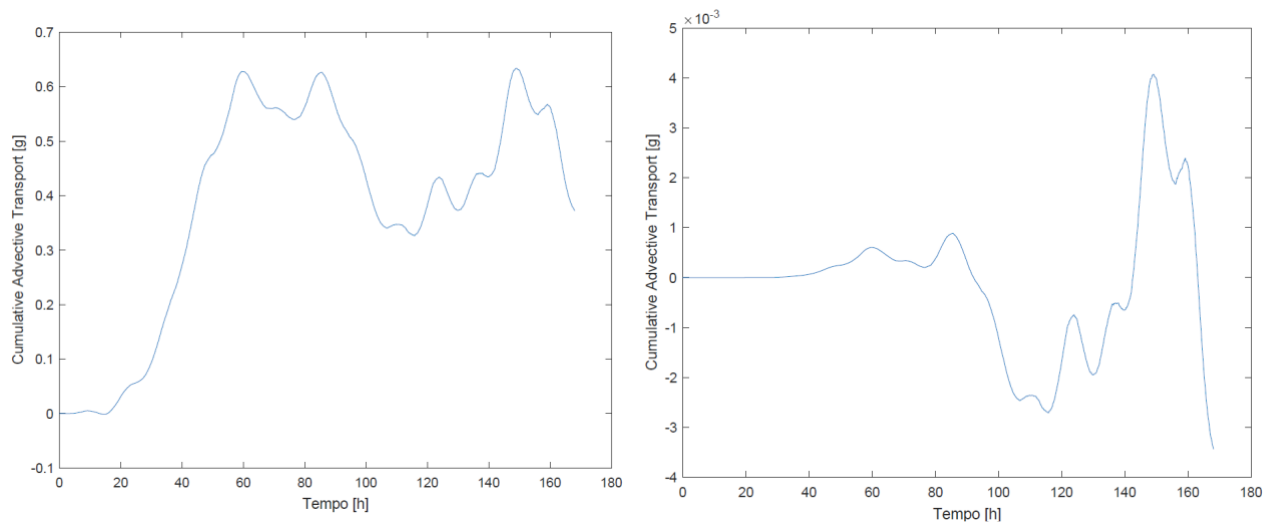


Figura 132 - Tendence générale du transport à l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

SCÉNARIO n. 22

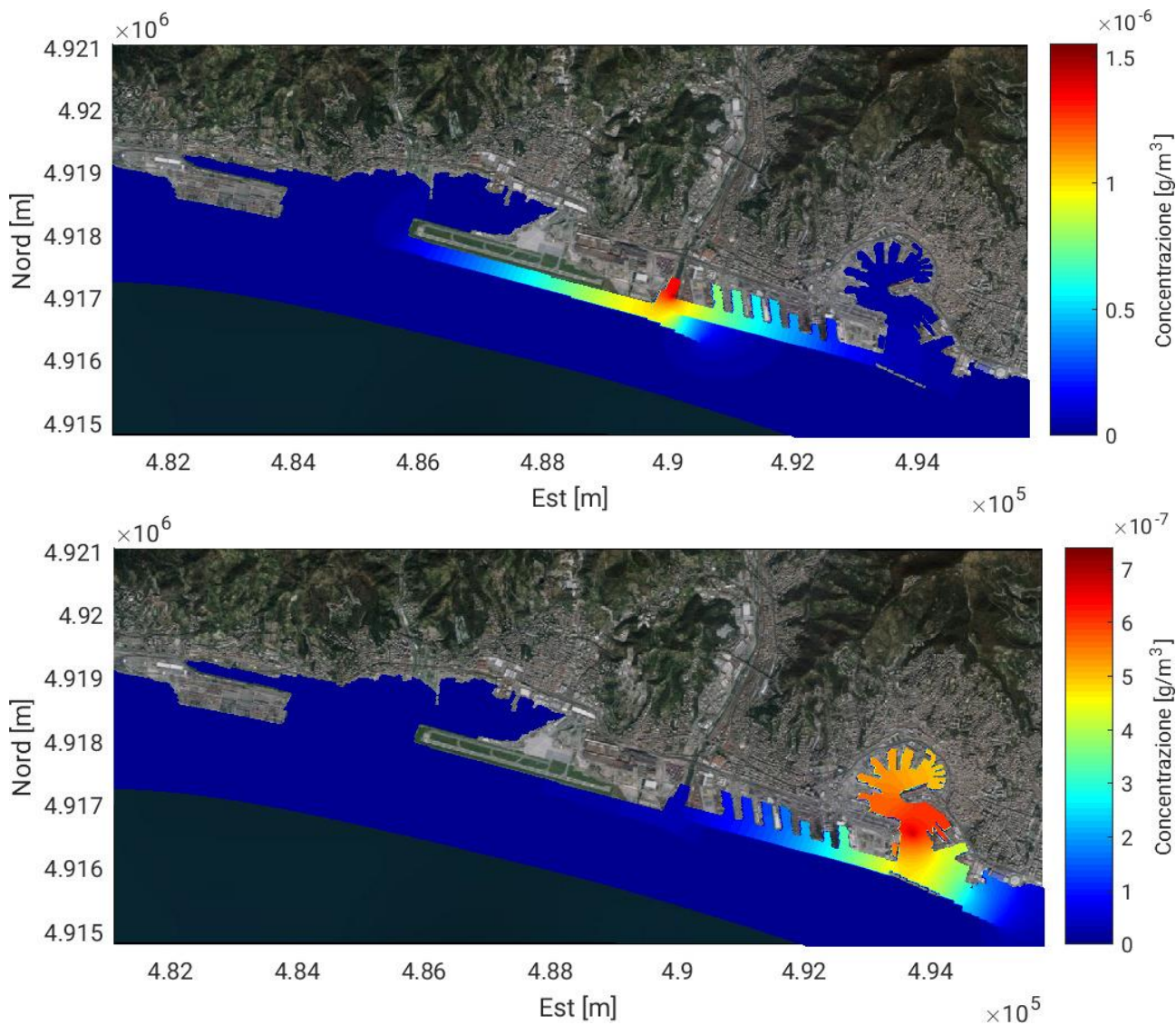


Figura 133 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison hivernale.

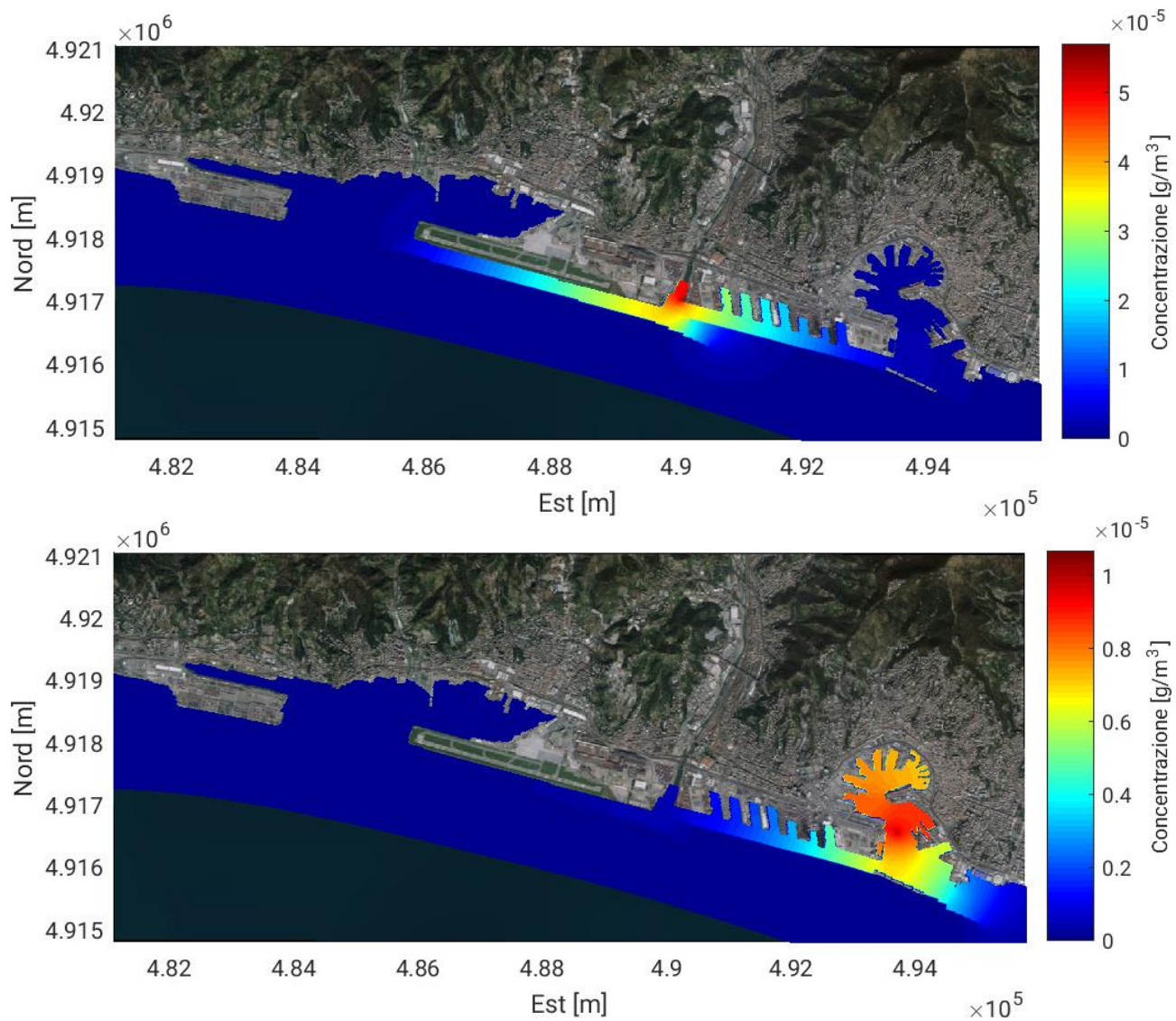


Figura 134 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire, pendant la saison estivale.

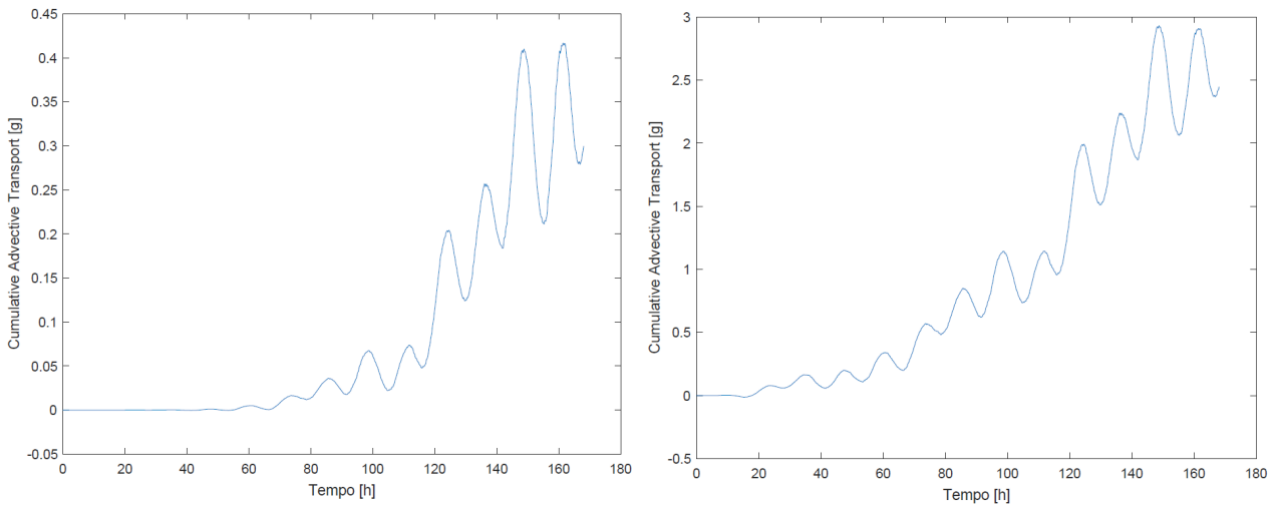


Figura 135 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison estivale.

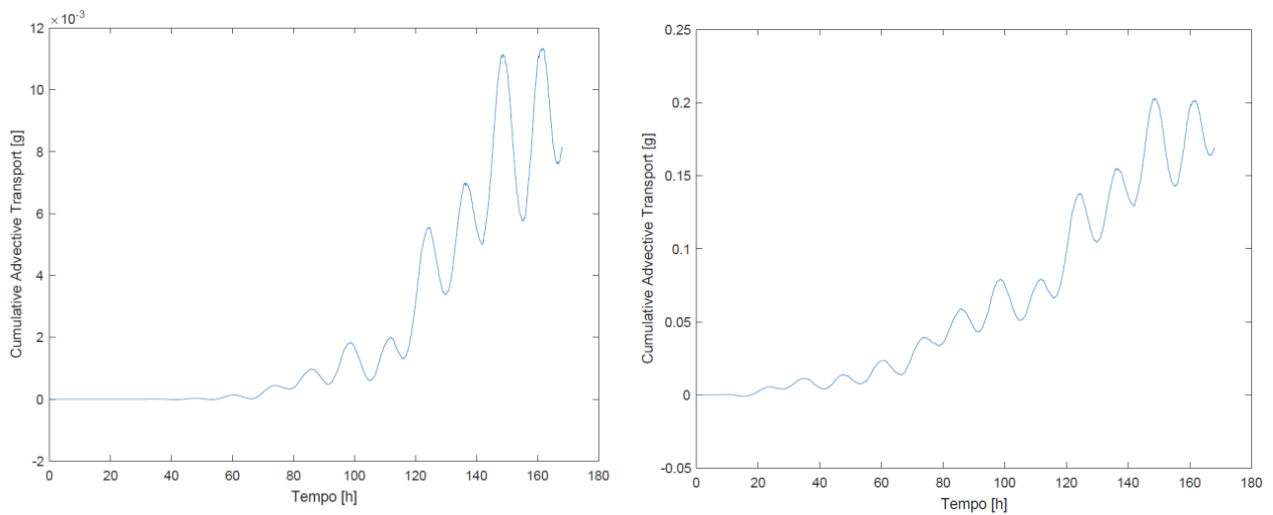


Figura 136 - Tendence du transport global à l'embouchure du Bisagno, pendant la saison hivernale.

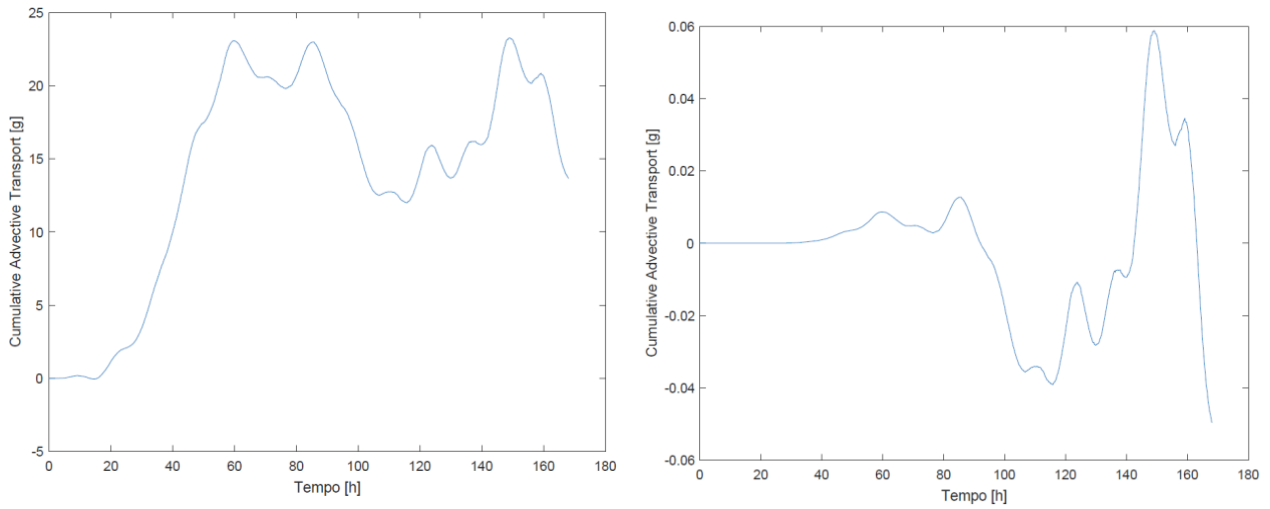


Figura 137 - Tendance générale du transport l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison estivale.

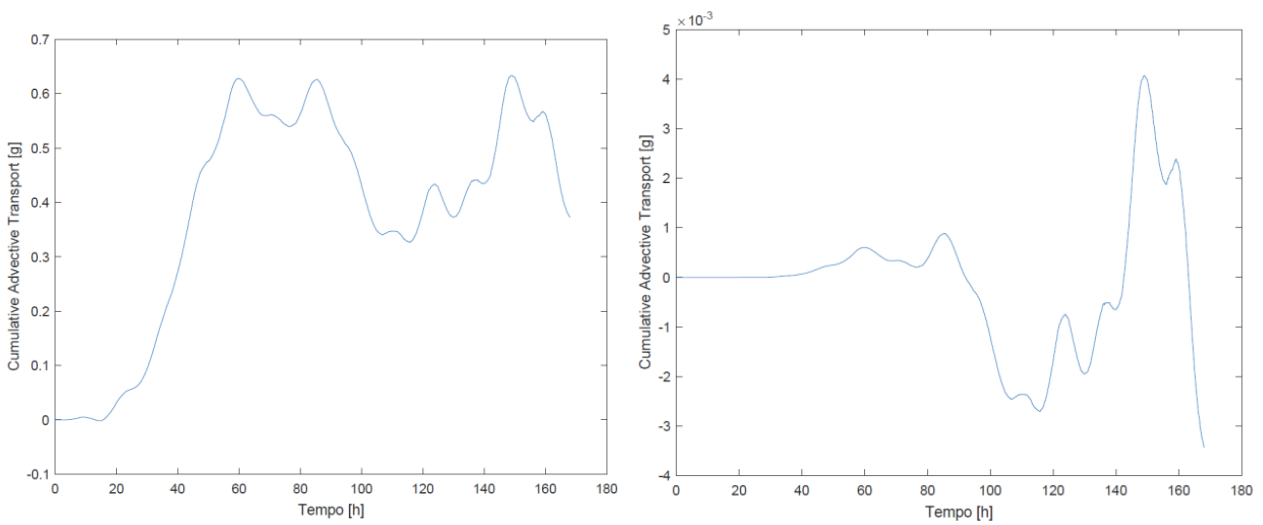
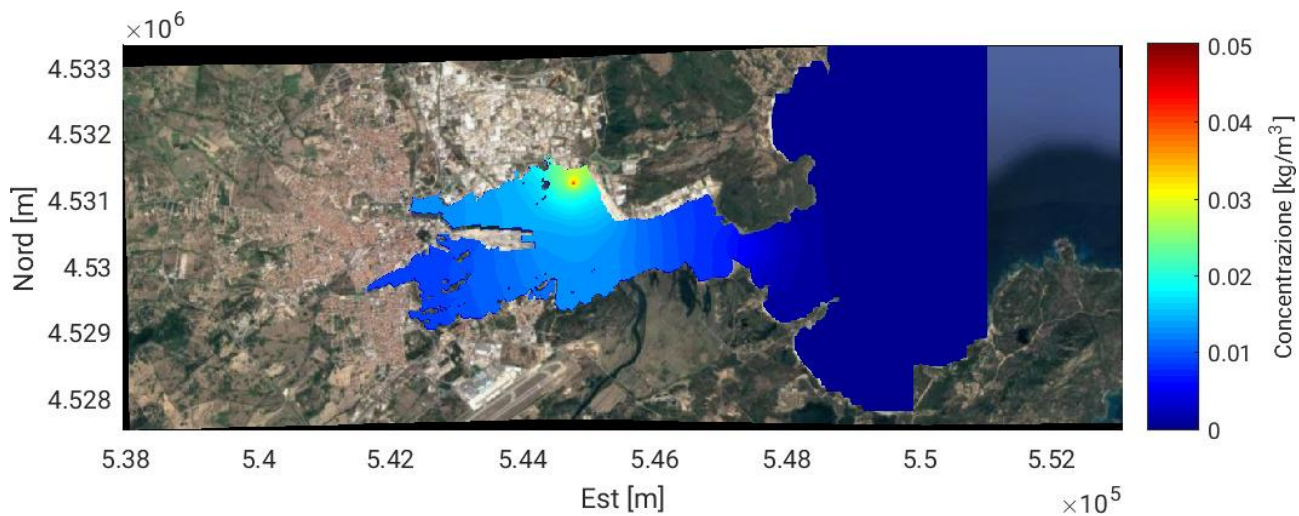
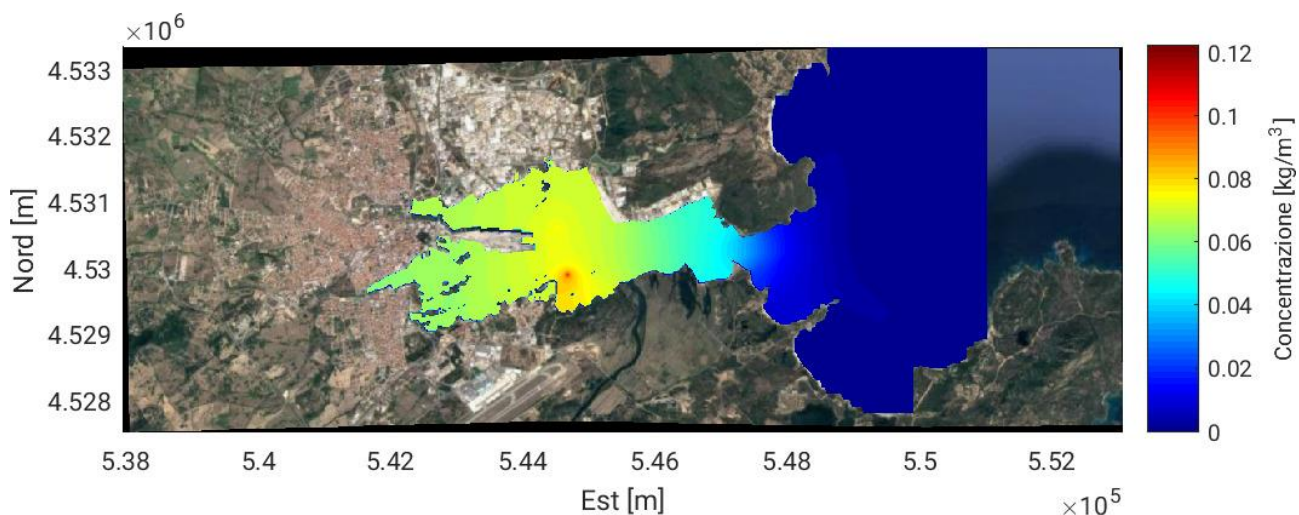
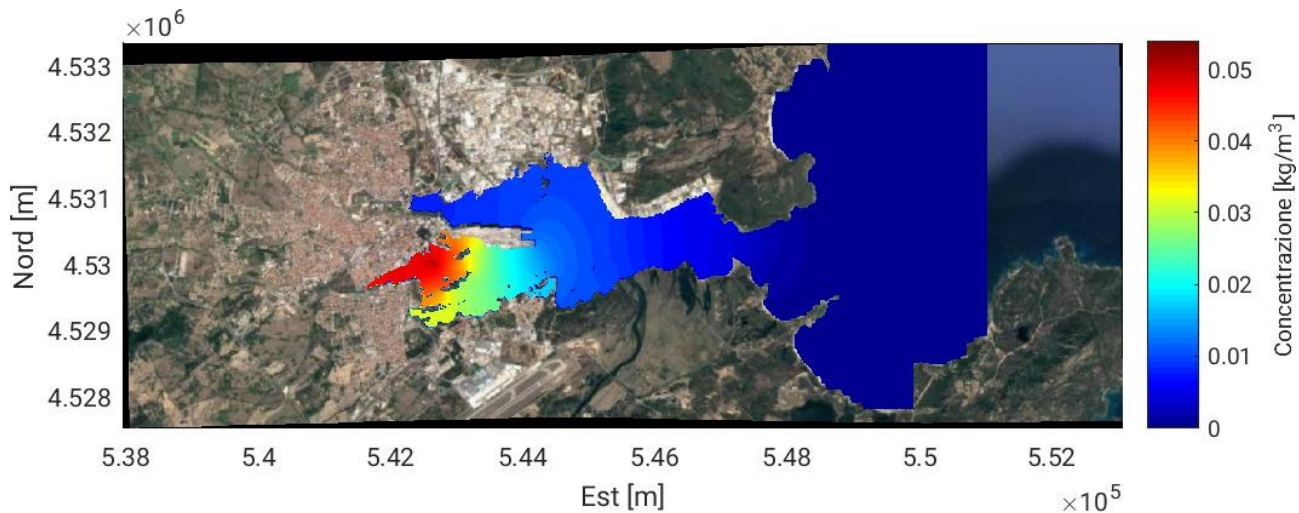


Figura 138 - Tendance générale du transport l'embouchure centrale entre les deux brise-lames pendant la saison hivernale.

4.2 Résultats des scénarios pour le site d'Olbia

SCÉNARIO n. 1



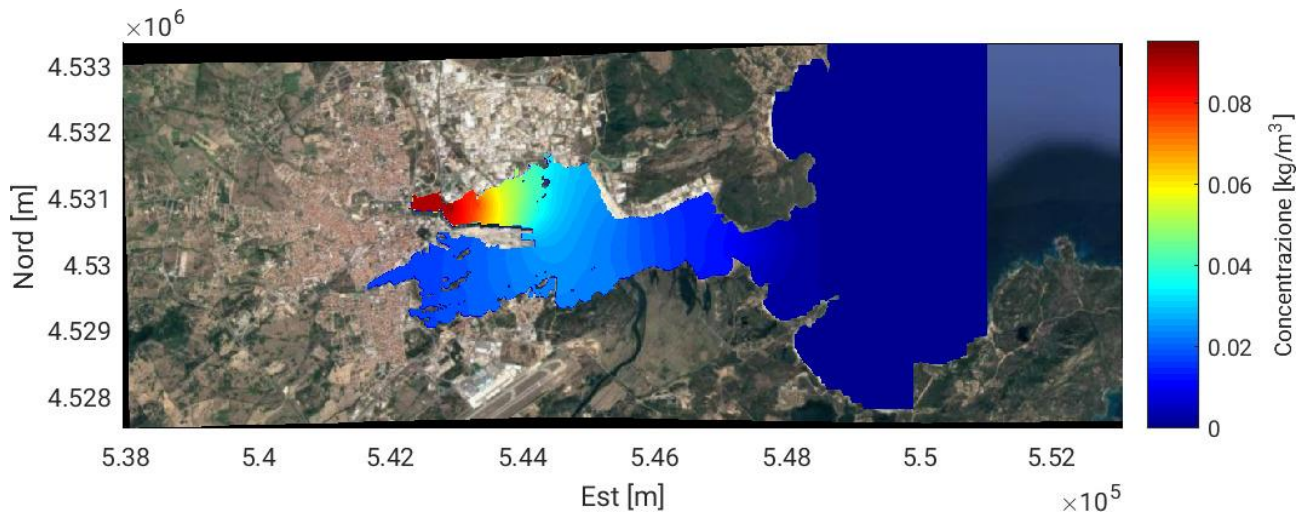
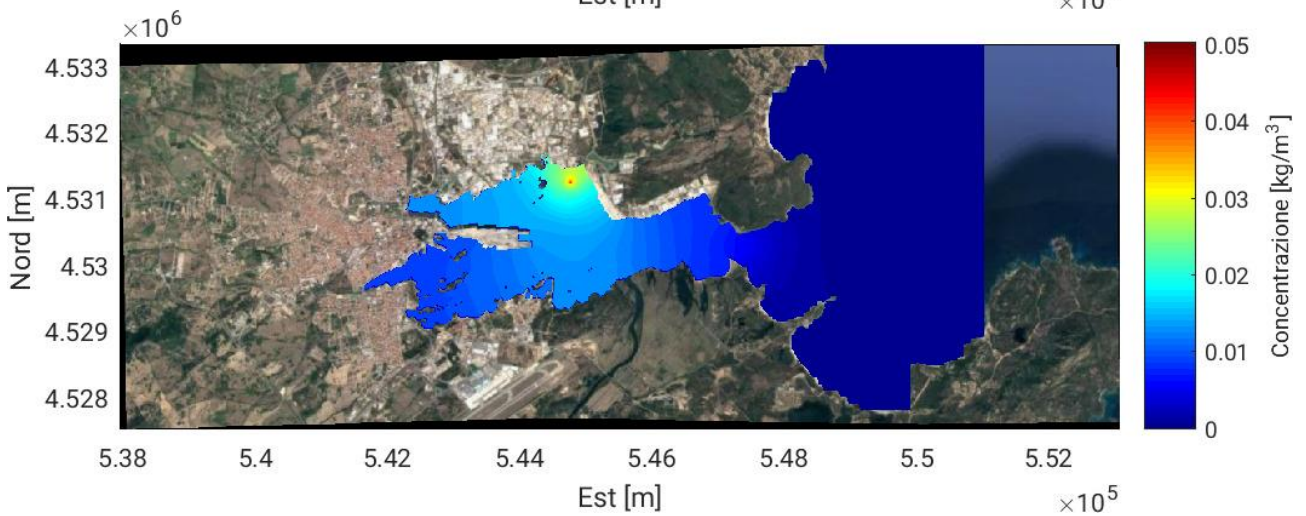
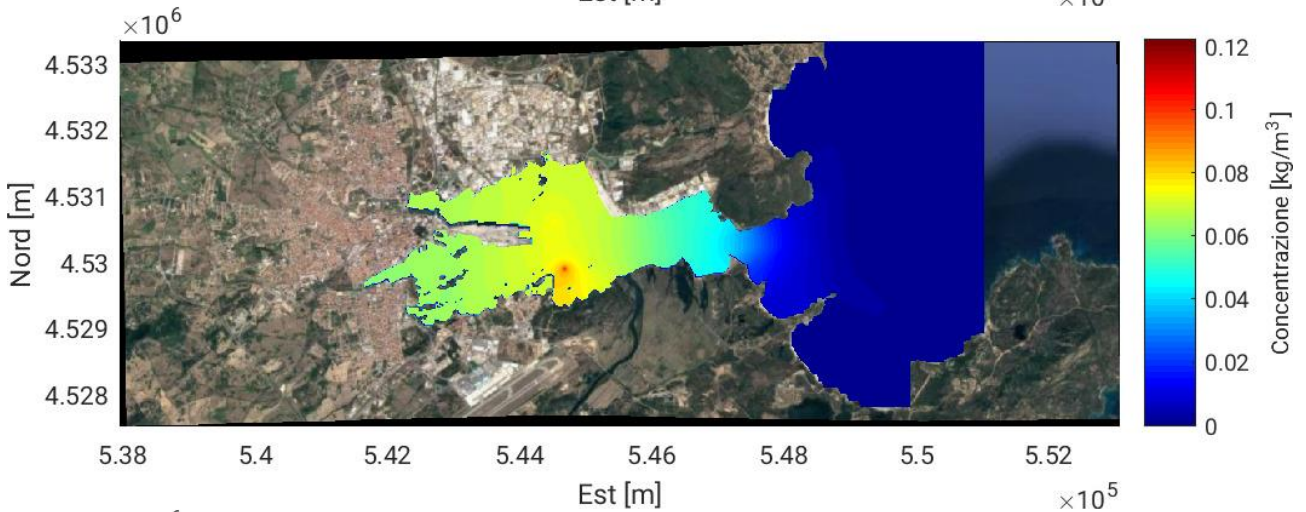
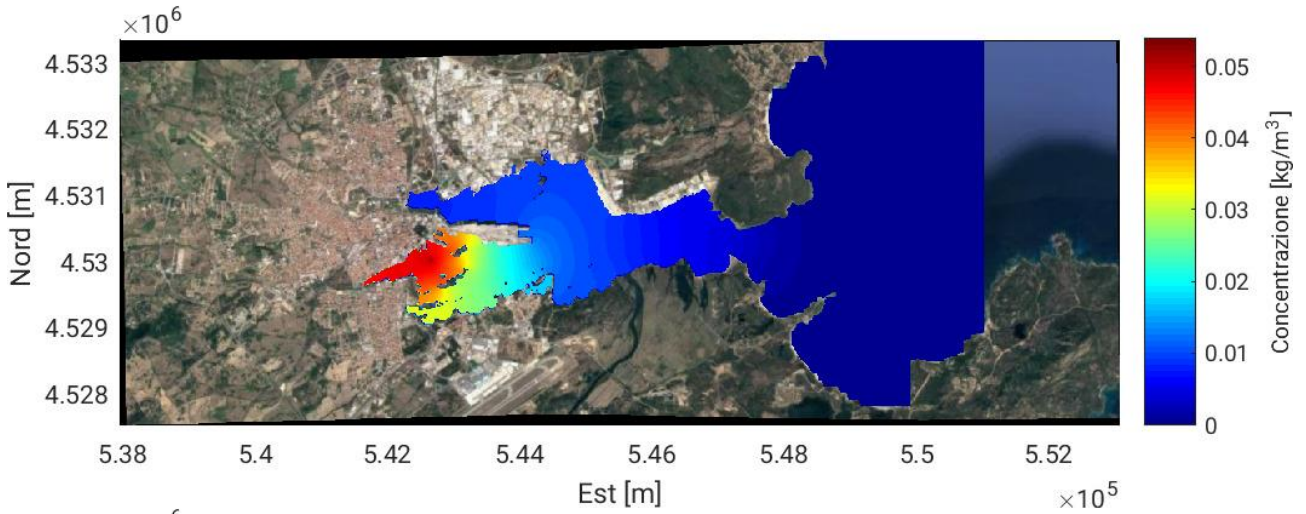


Figura 139 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 2



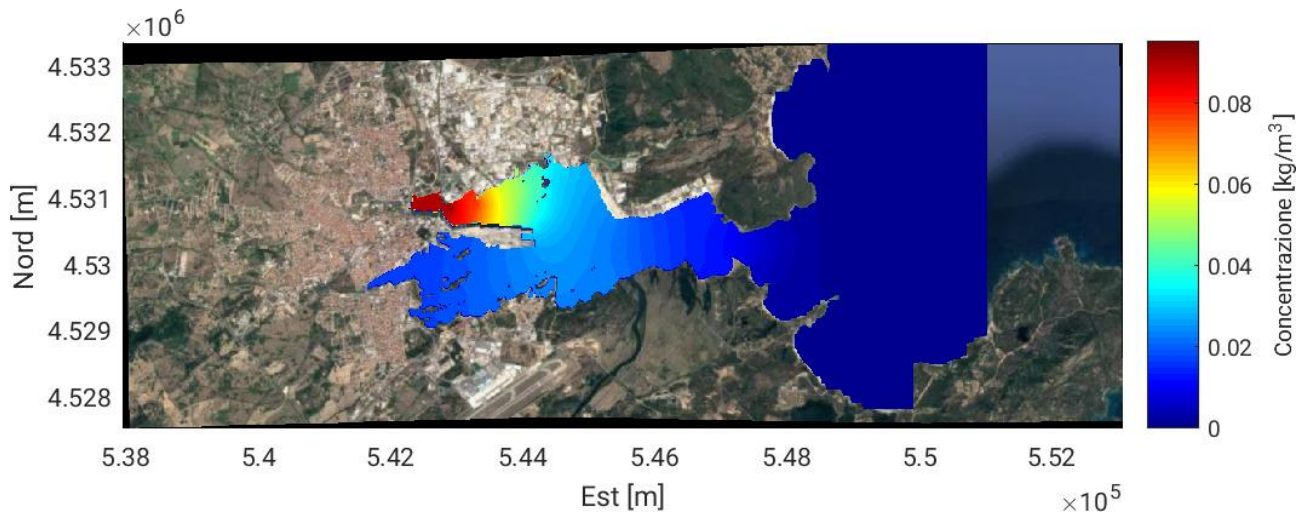
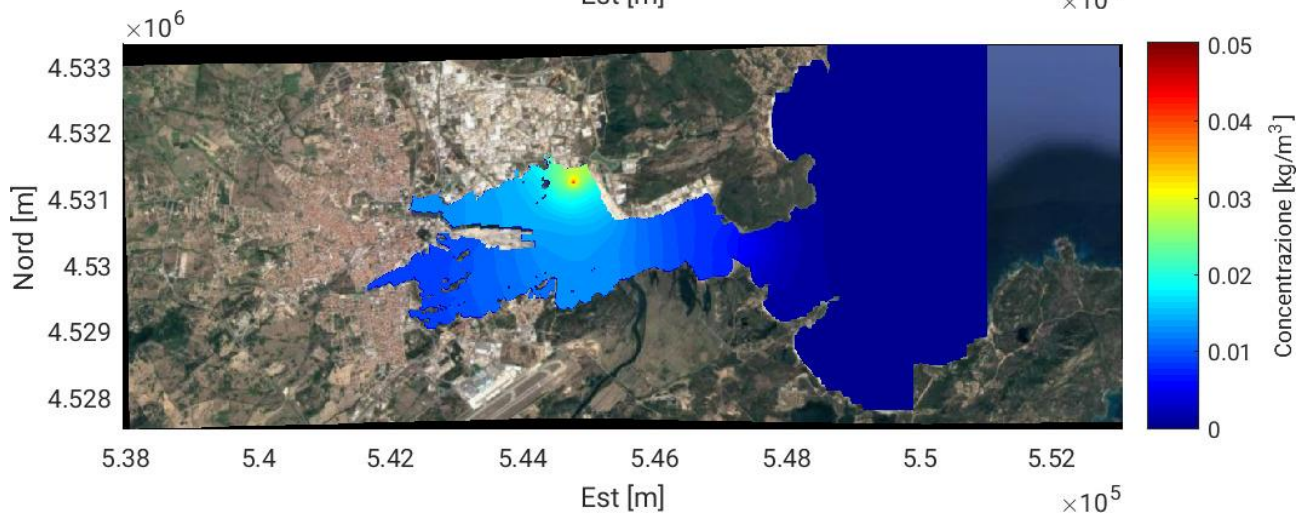
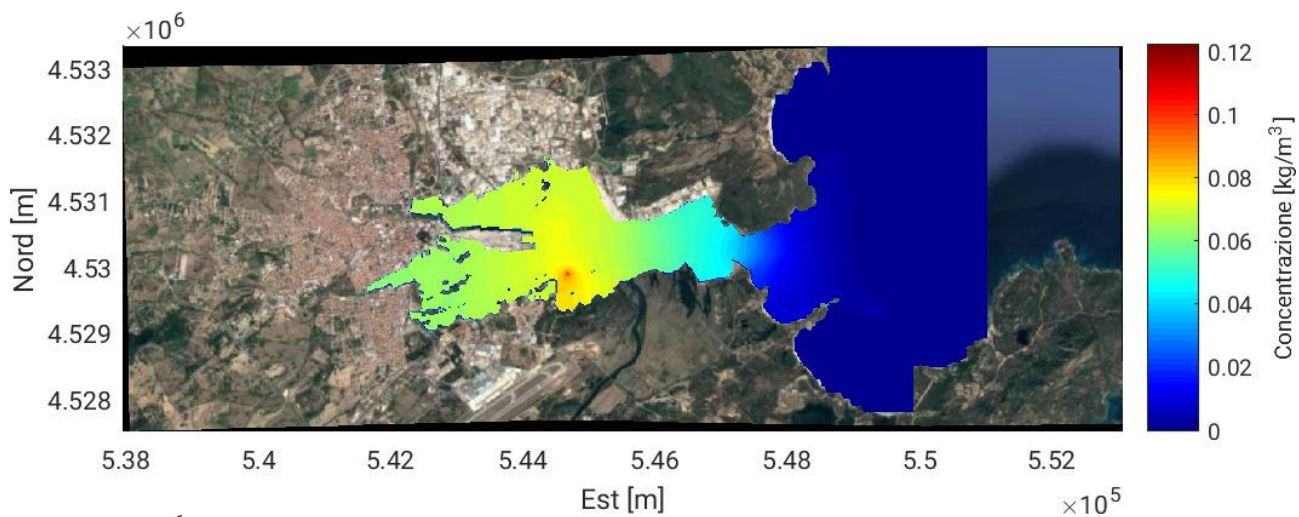
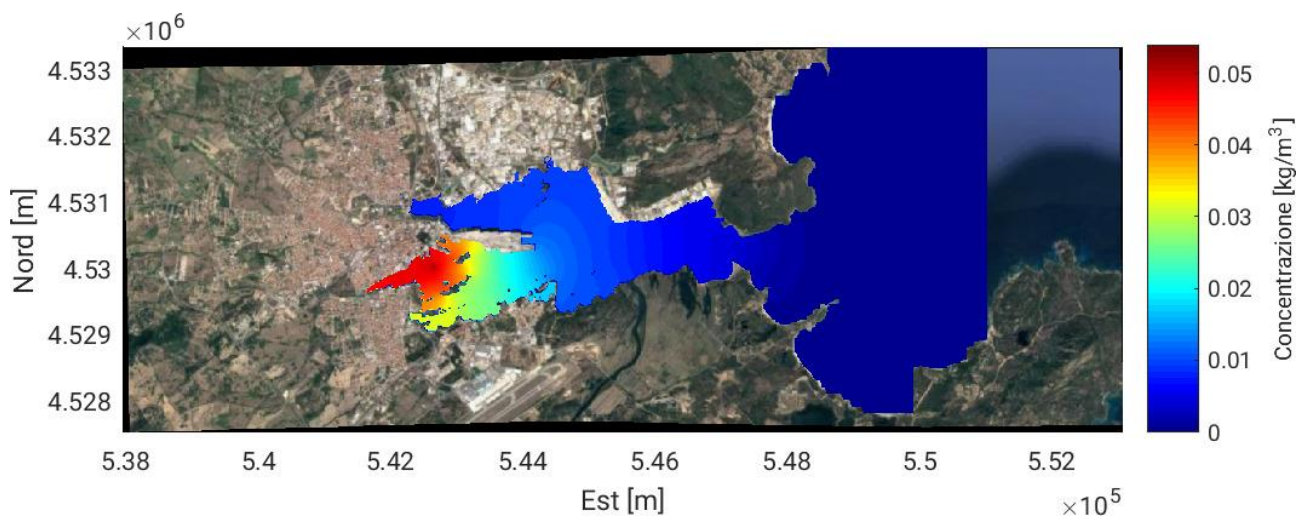


Figura 140 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 3



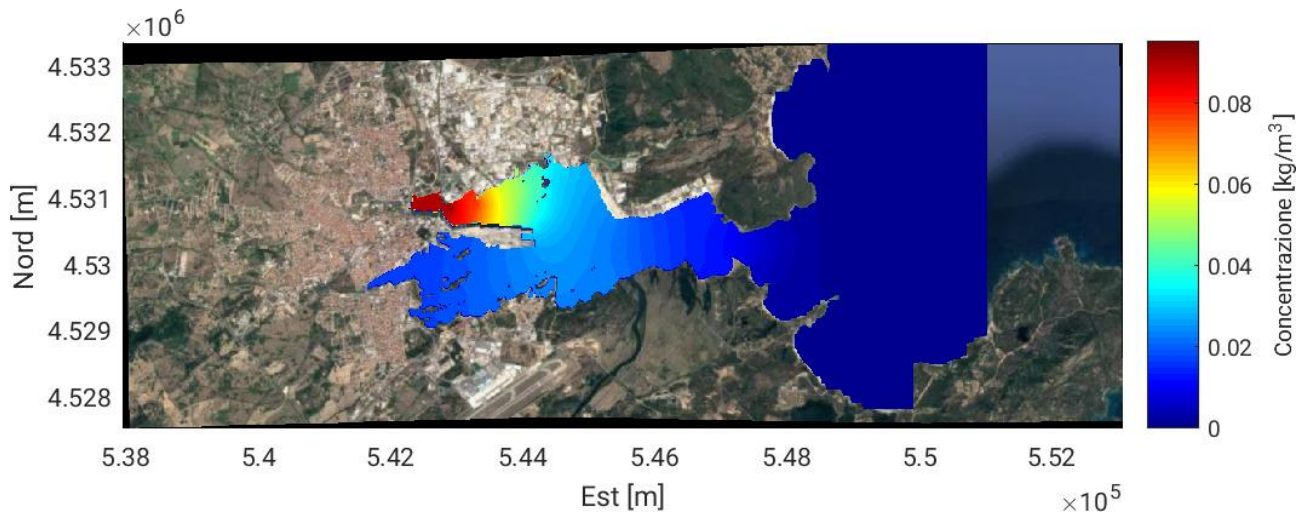
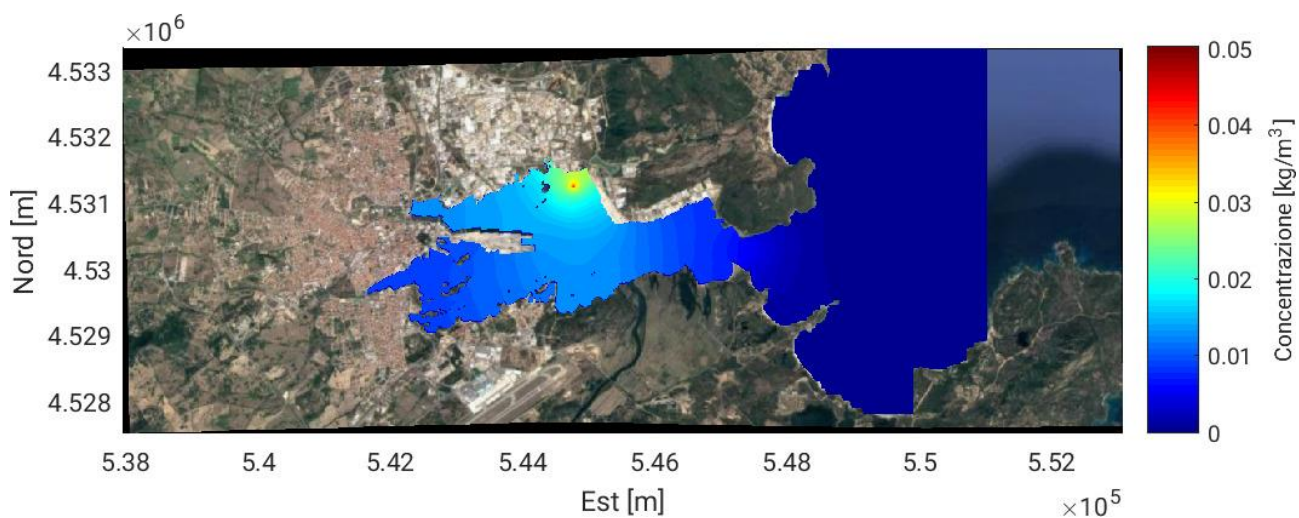
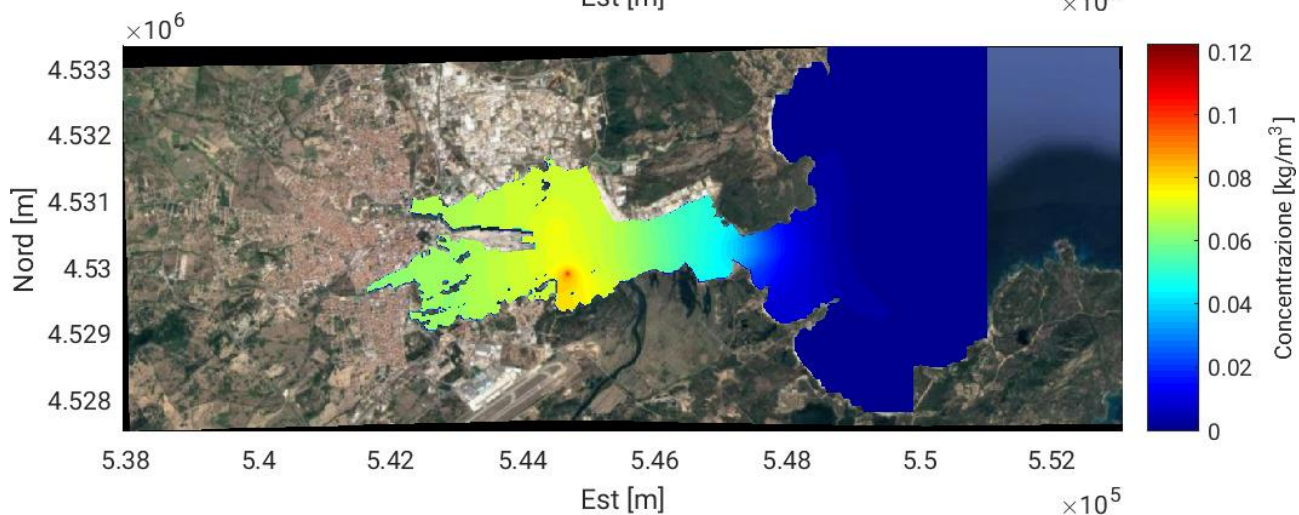
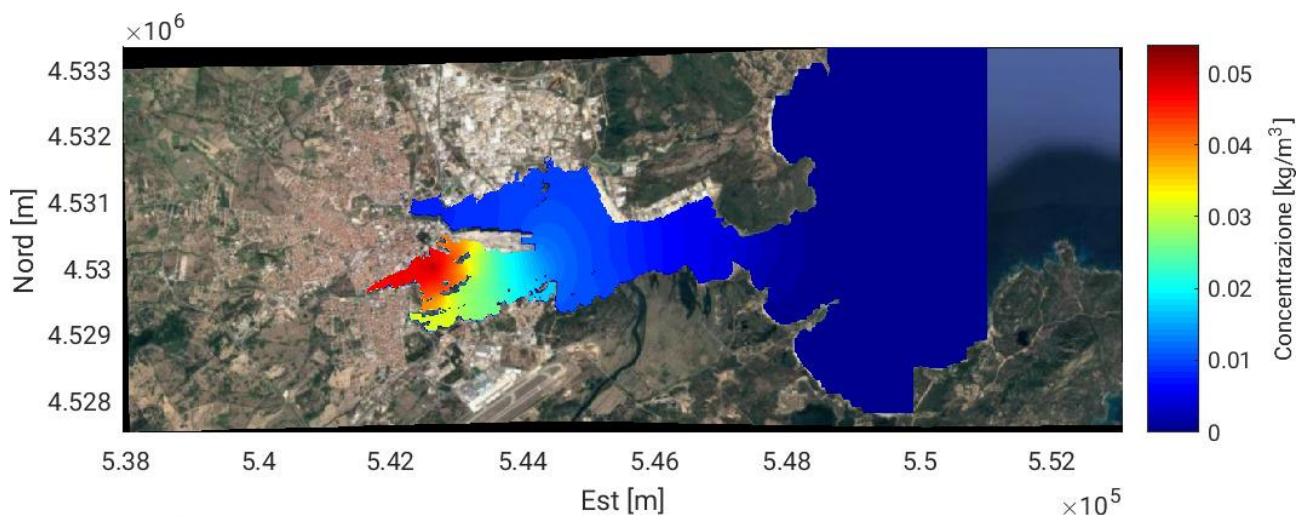


Figura 141 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 6



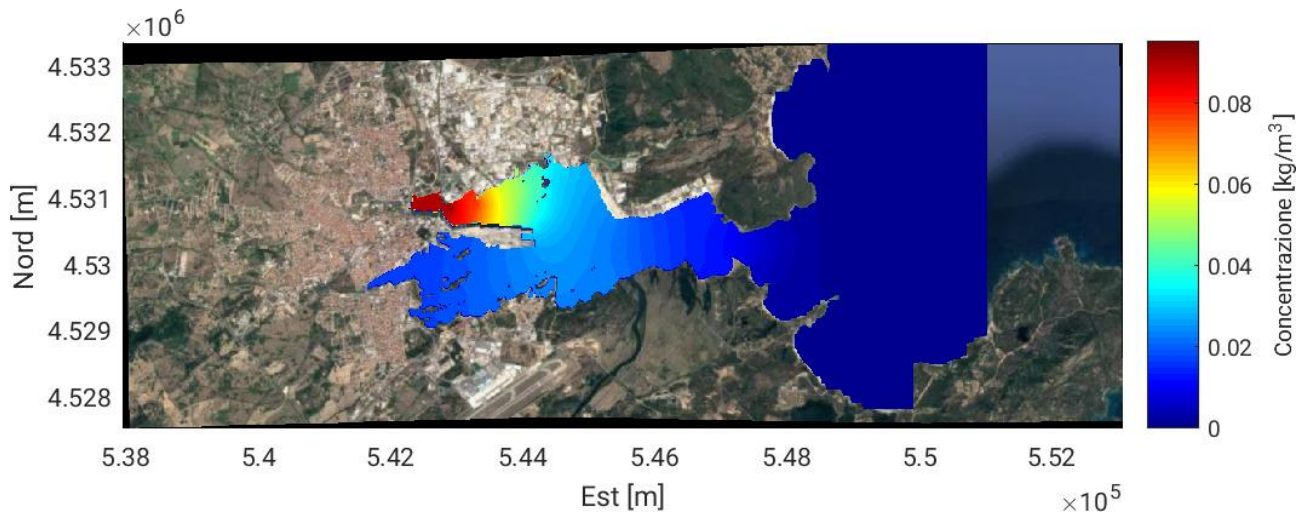
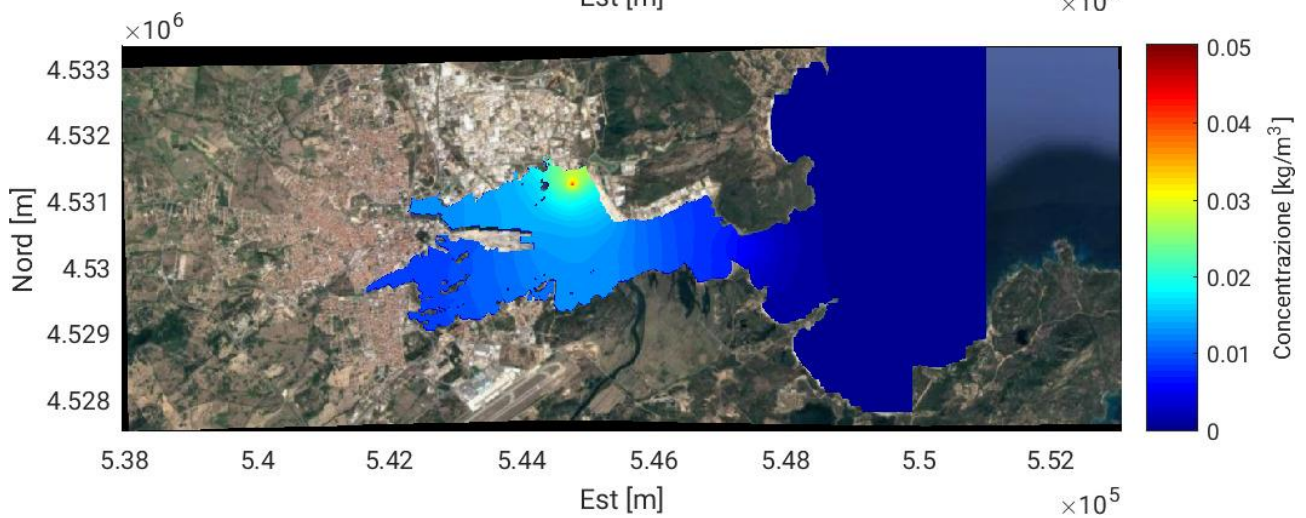
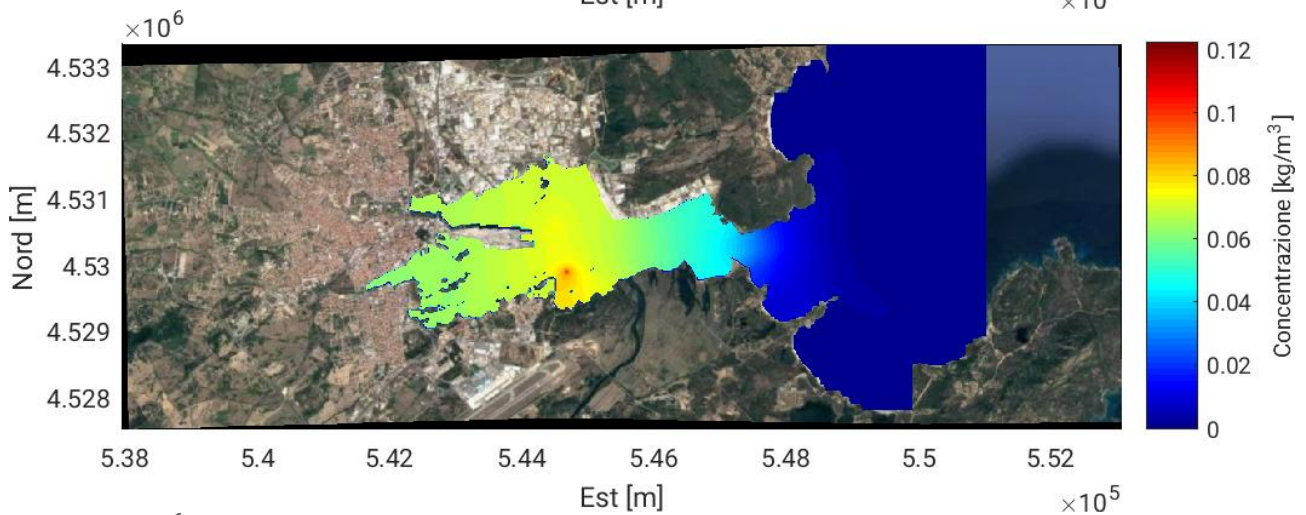
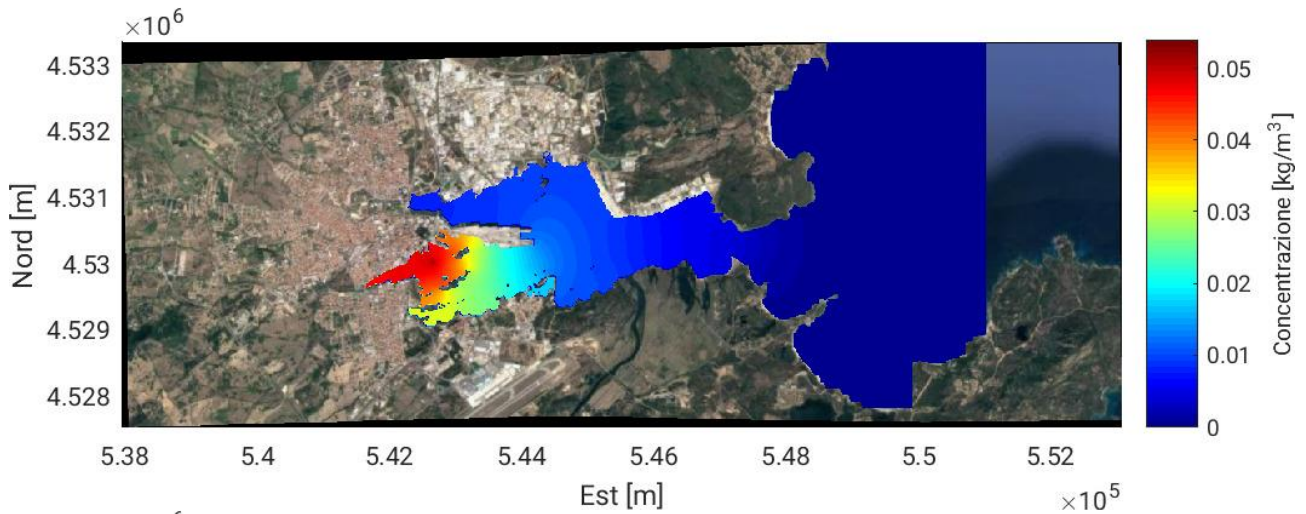


Figura 142 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 7



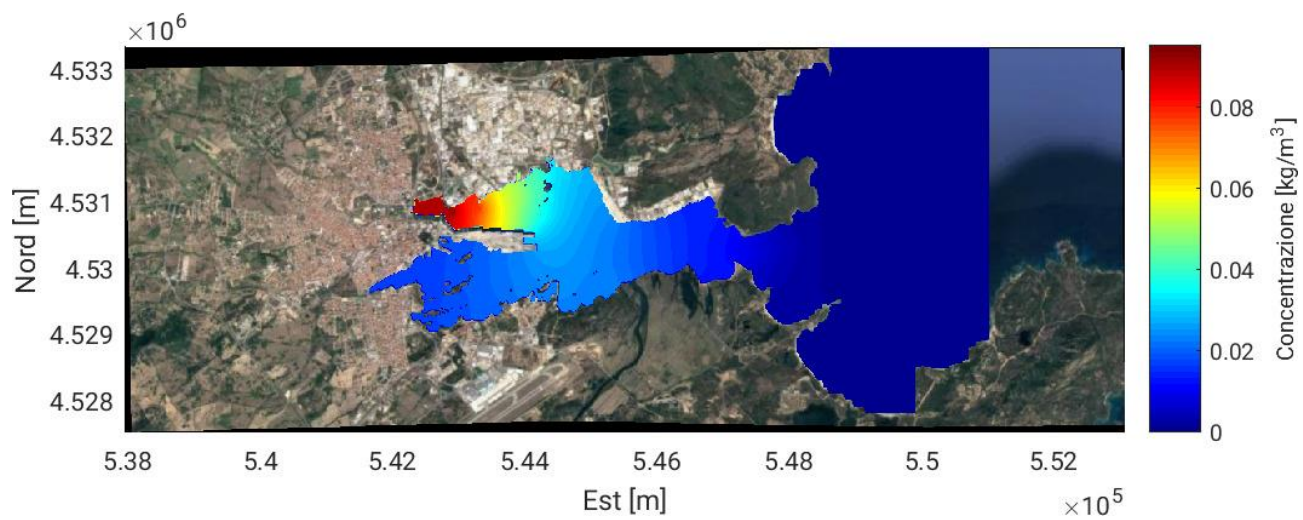
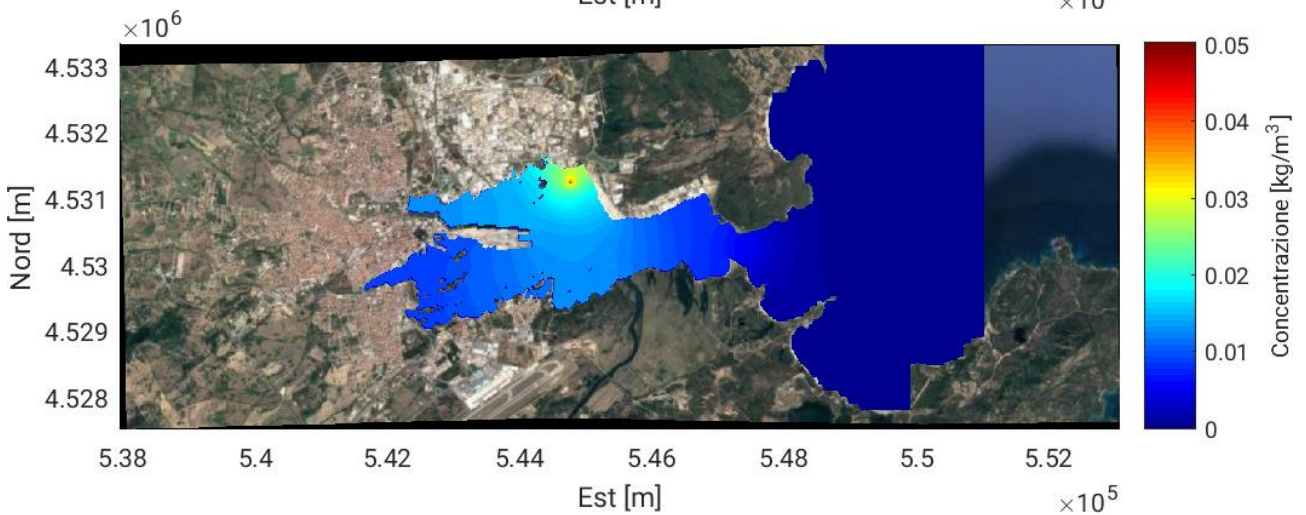
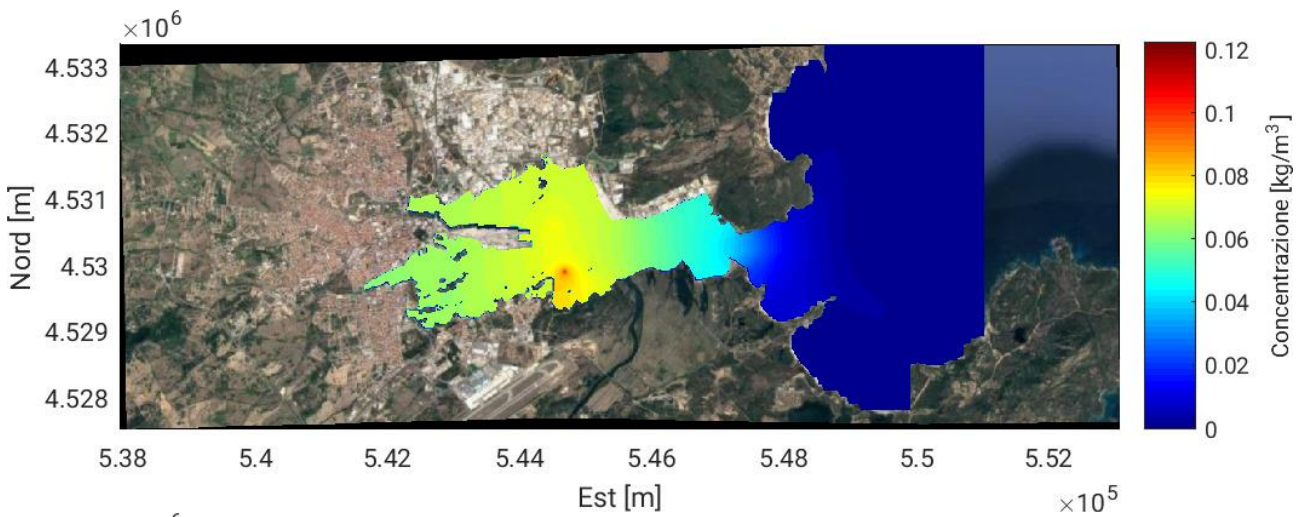
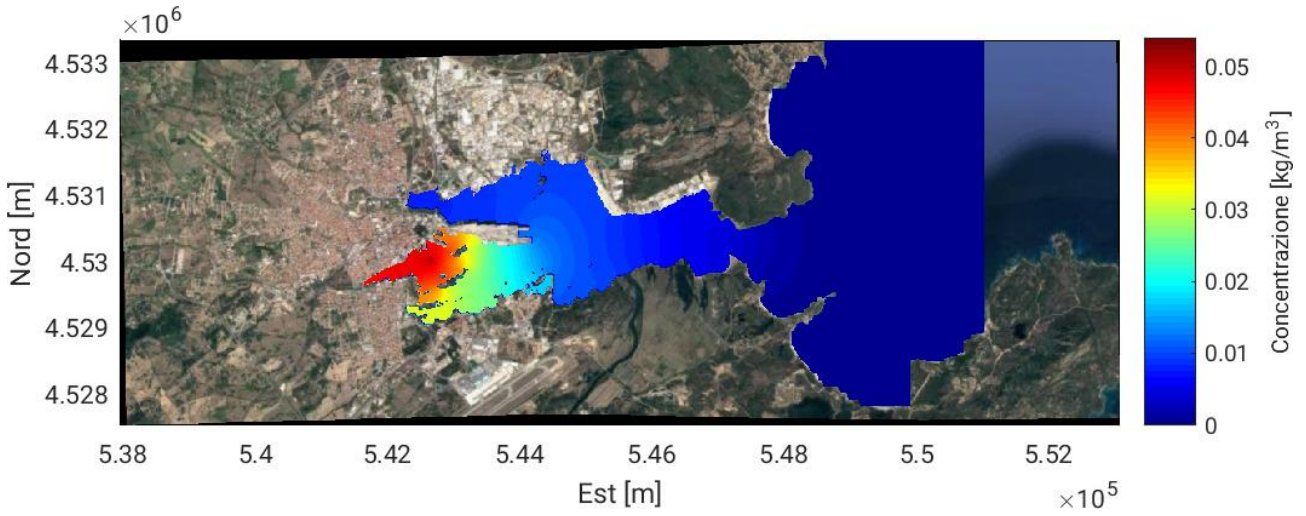


Figura 143 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 9



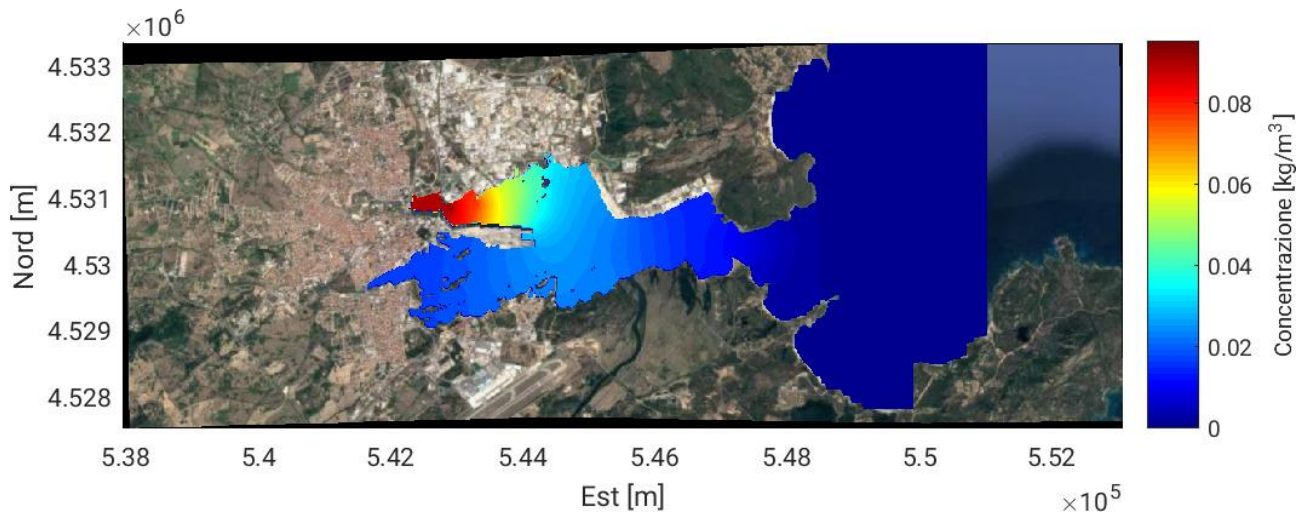
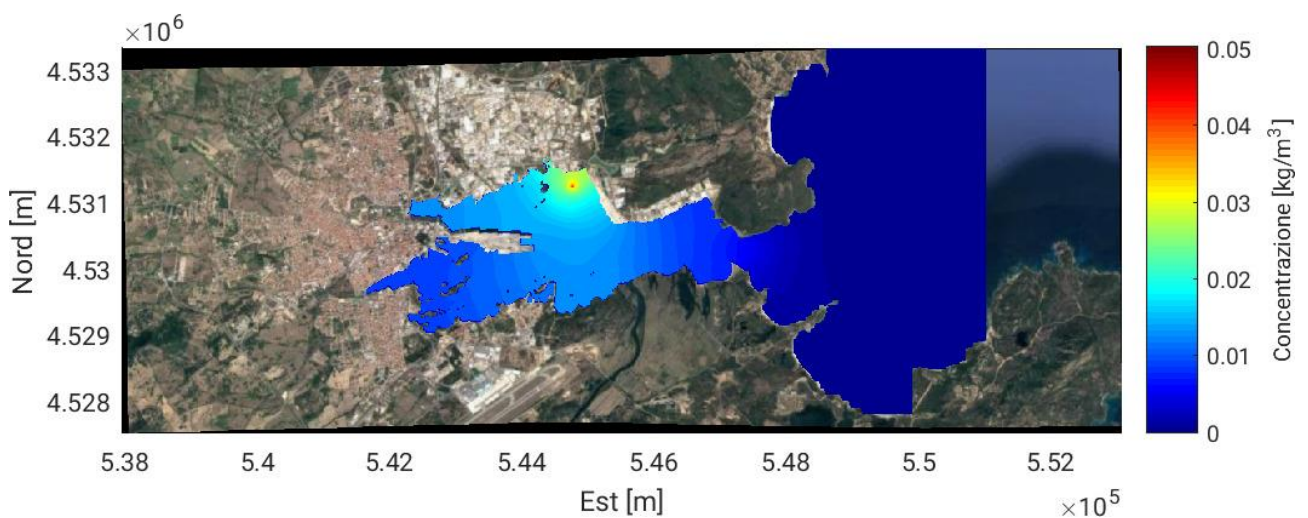
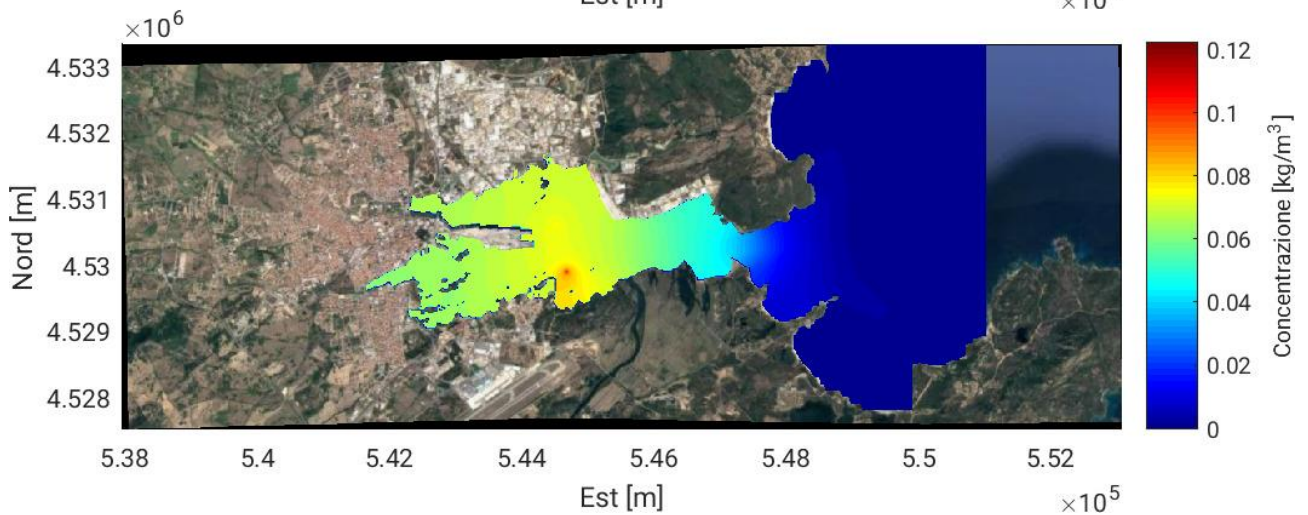
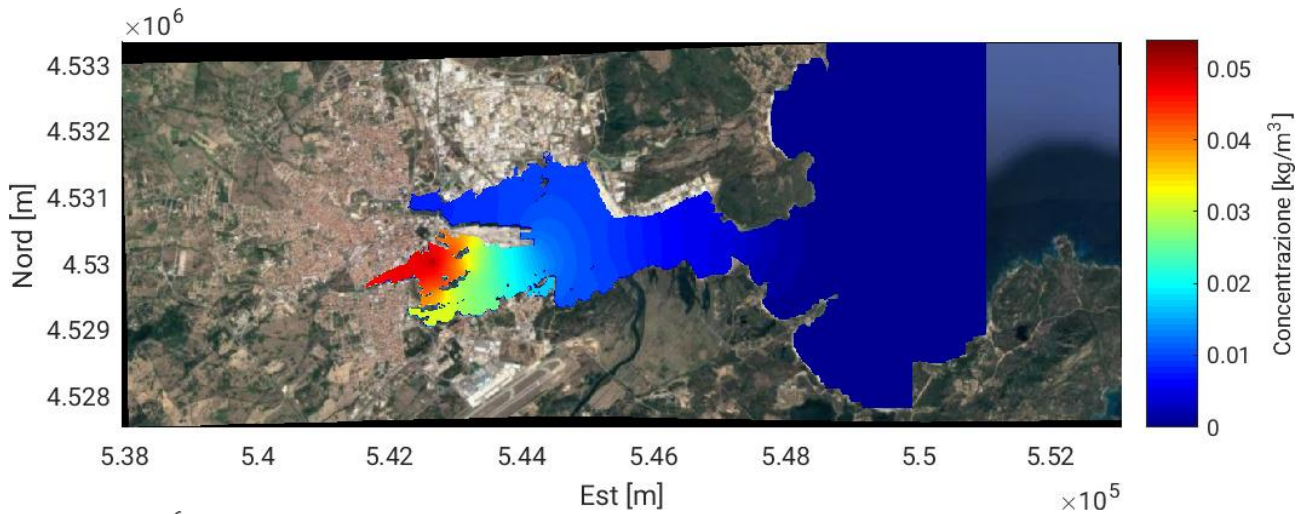


Figura 144 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 10



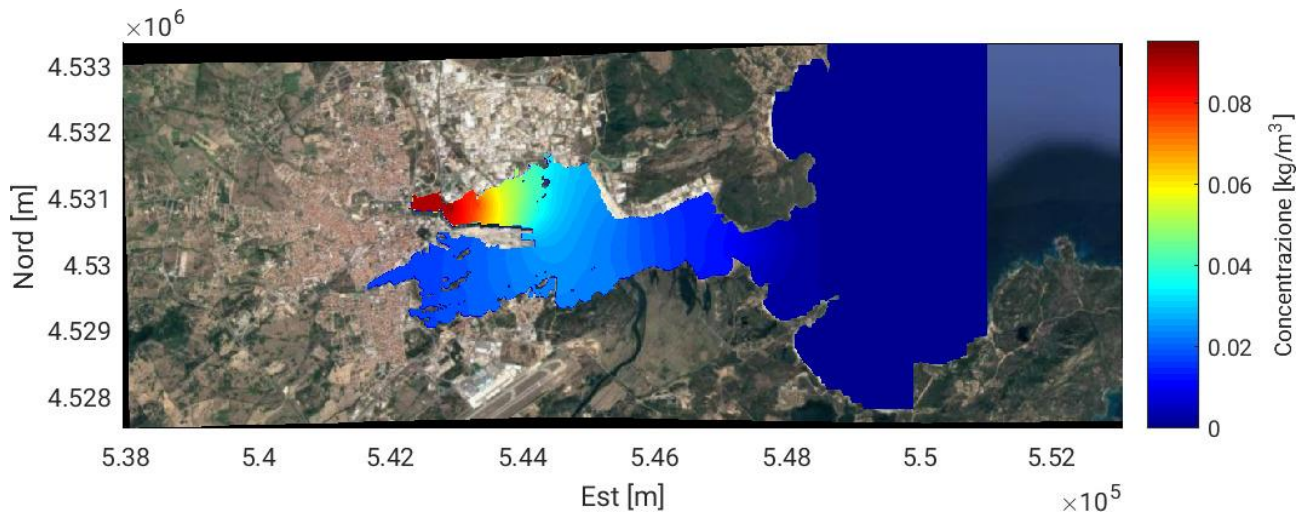
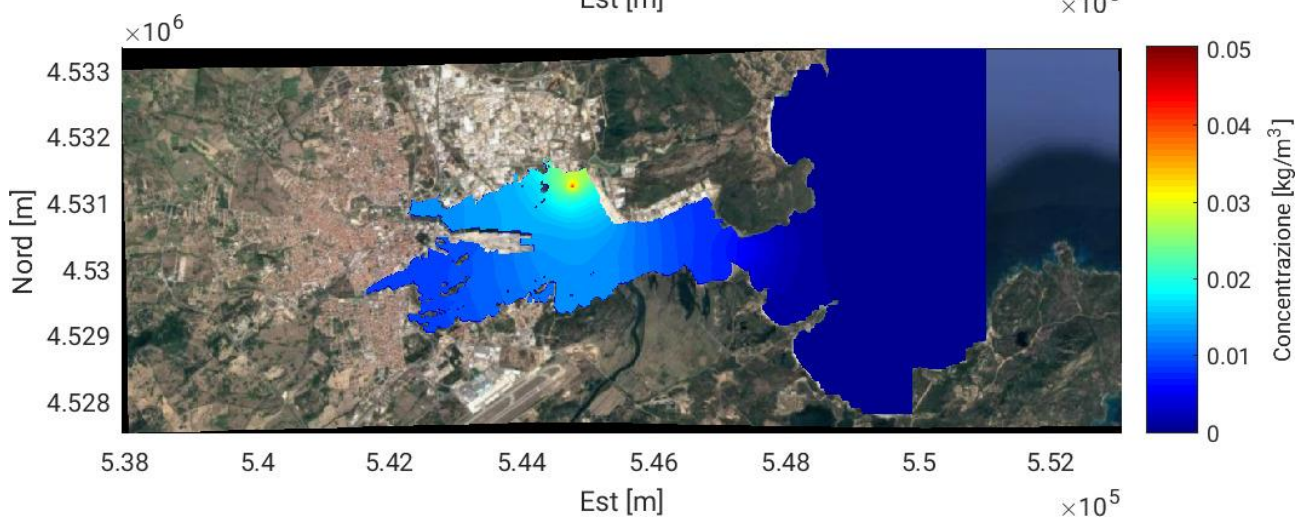
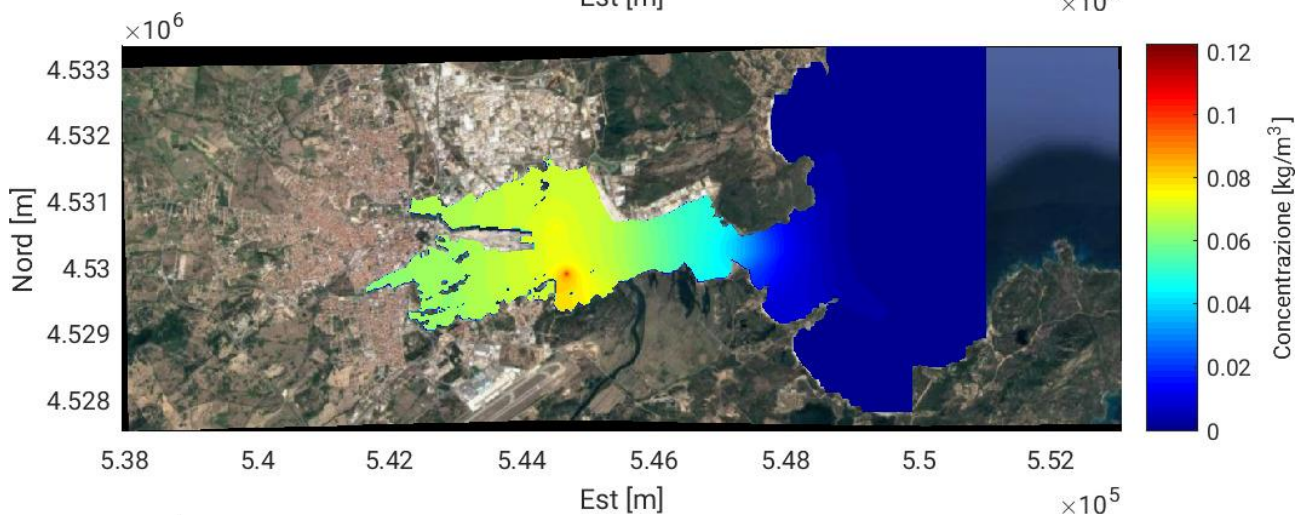
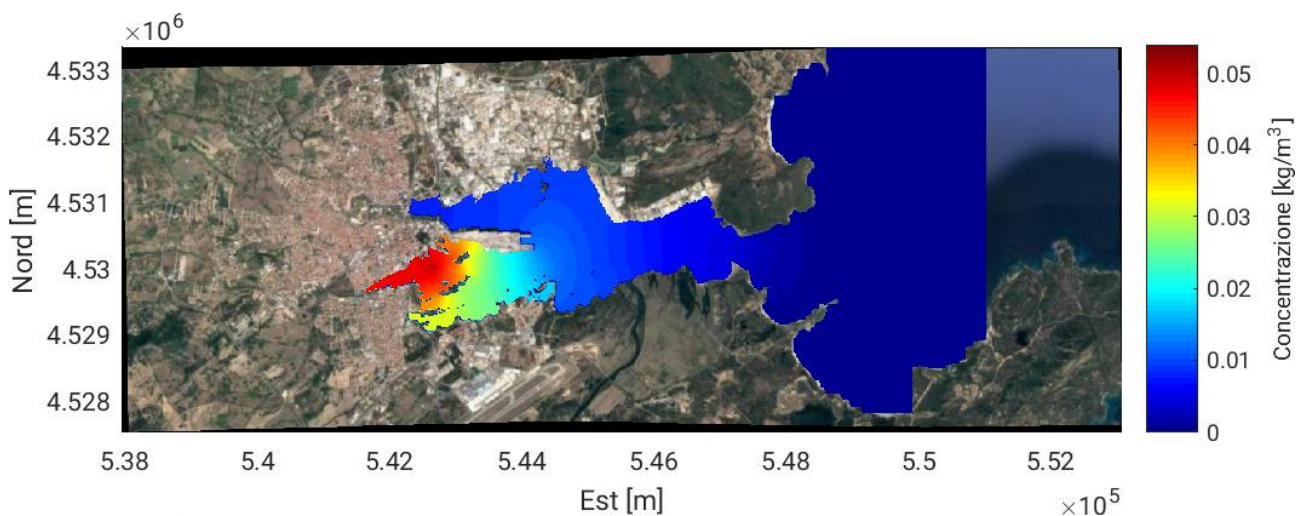


Figura 145 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 11



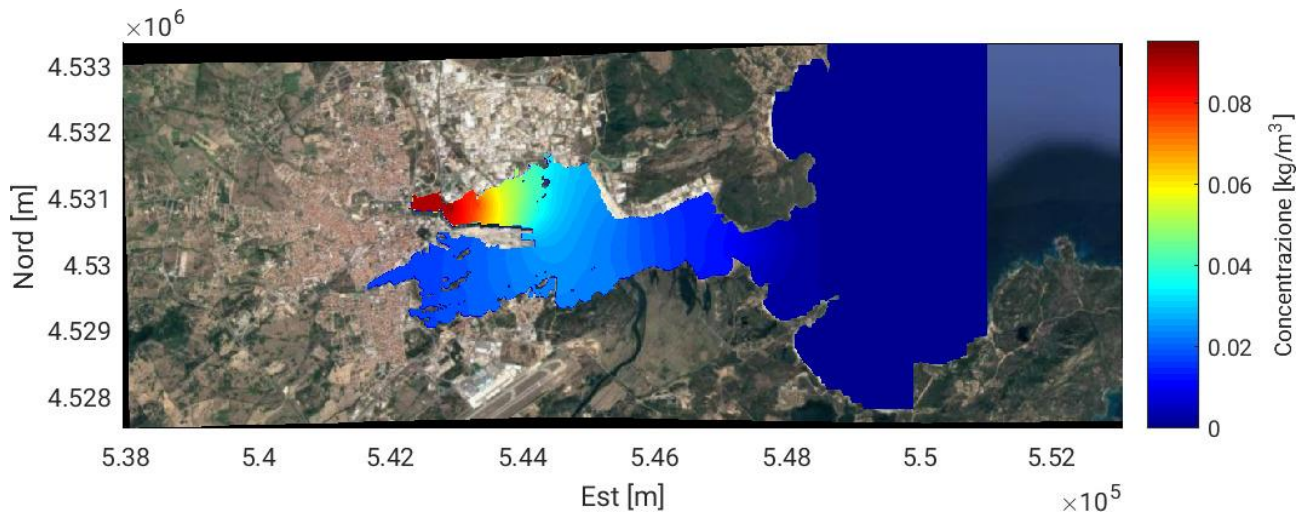
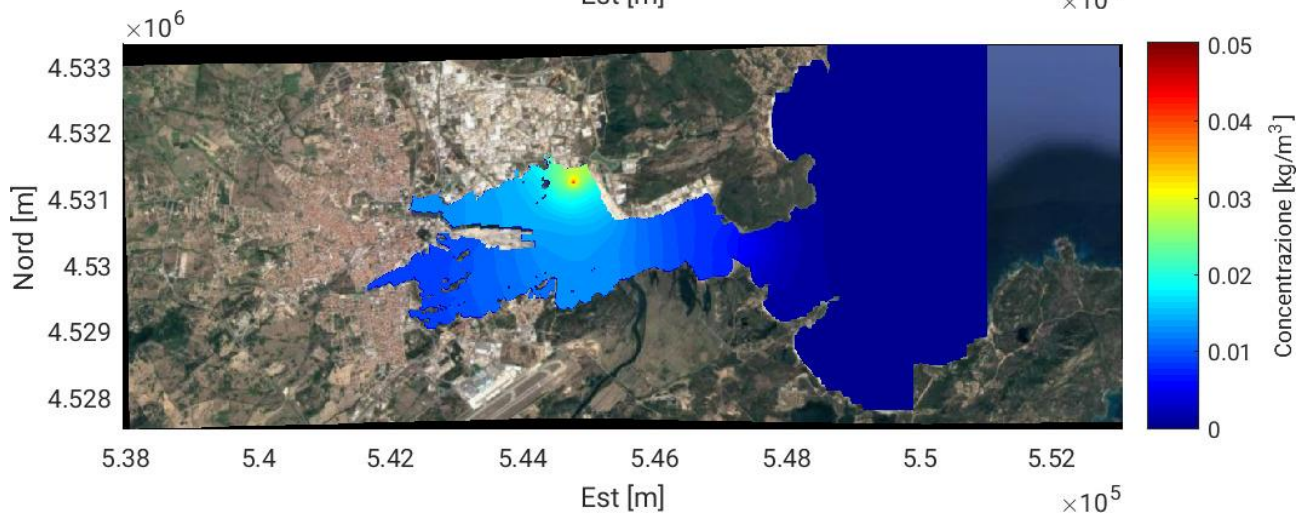
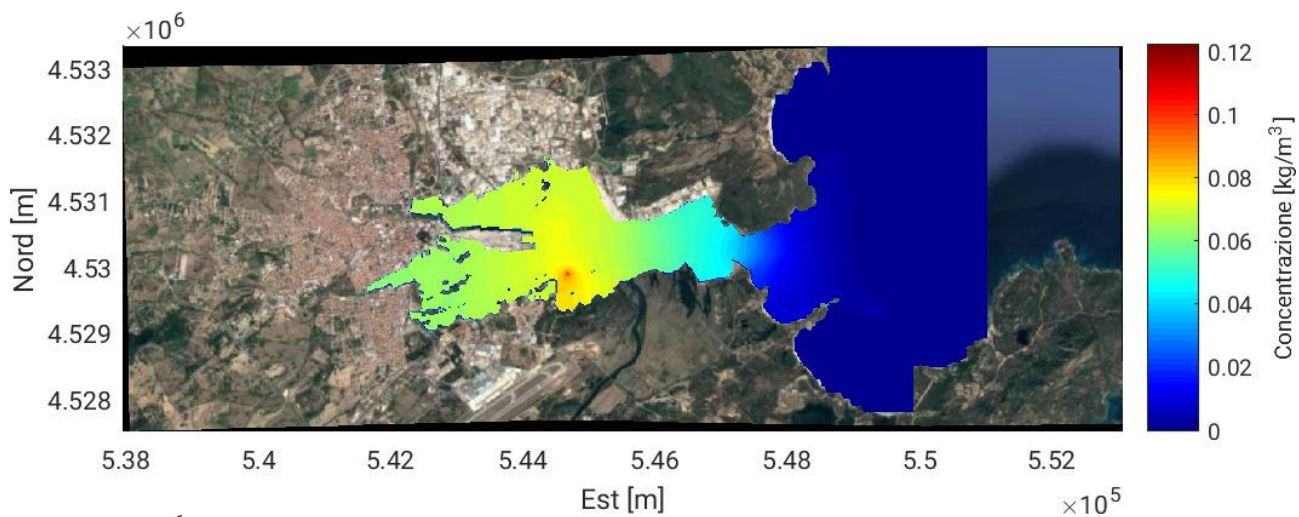
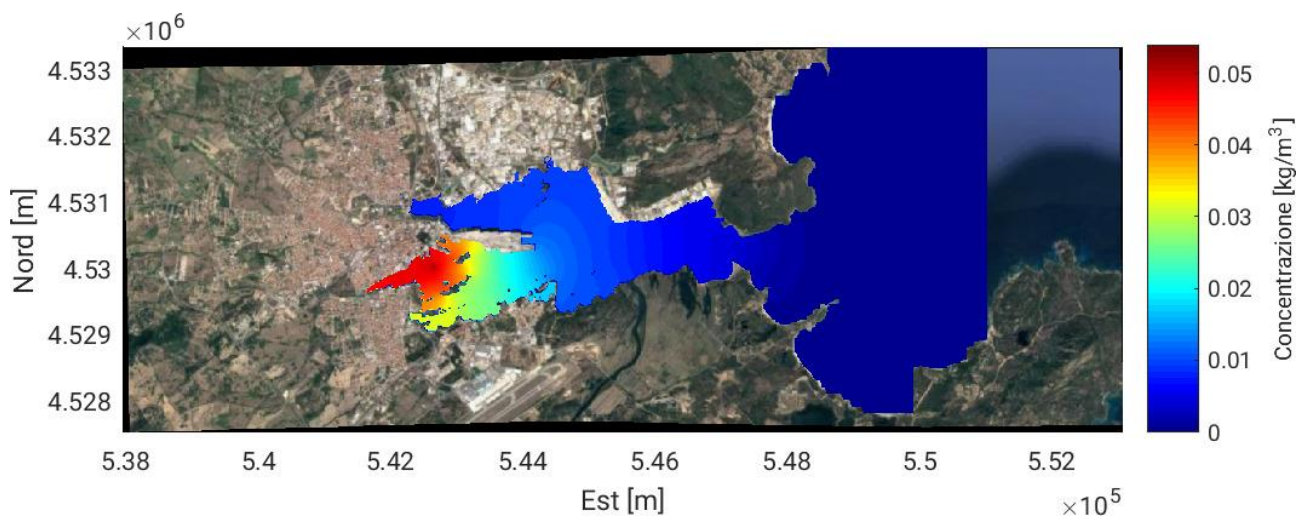


Figura 146 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 14



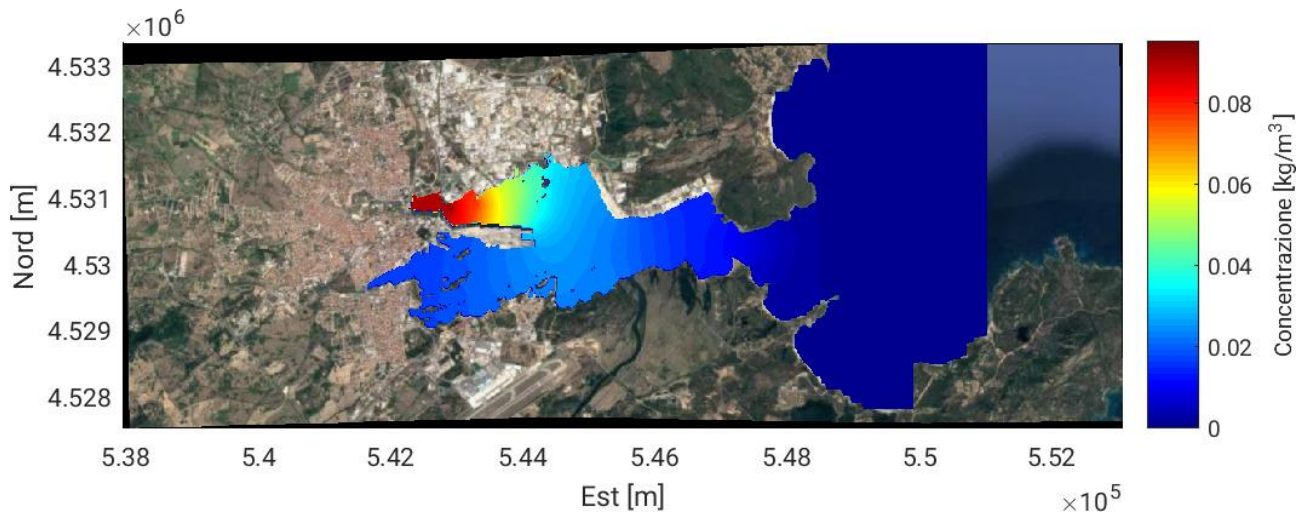
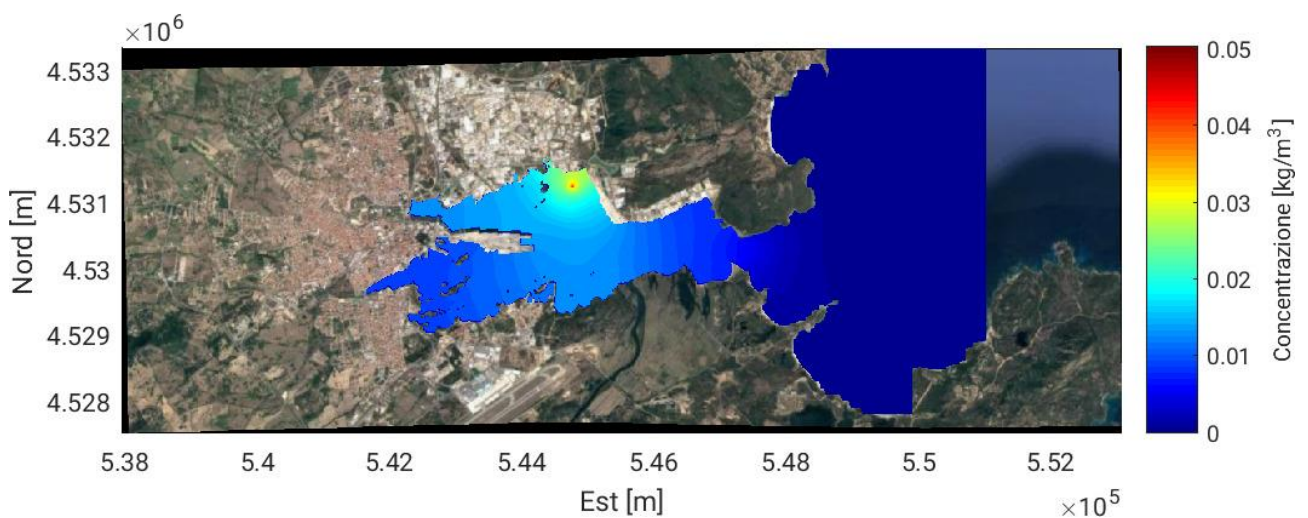
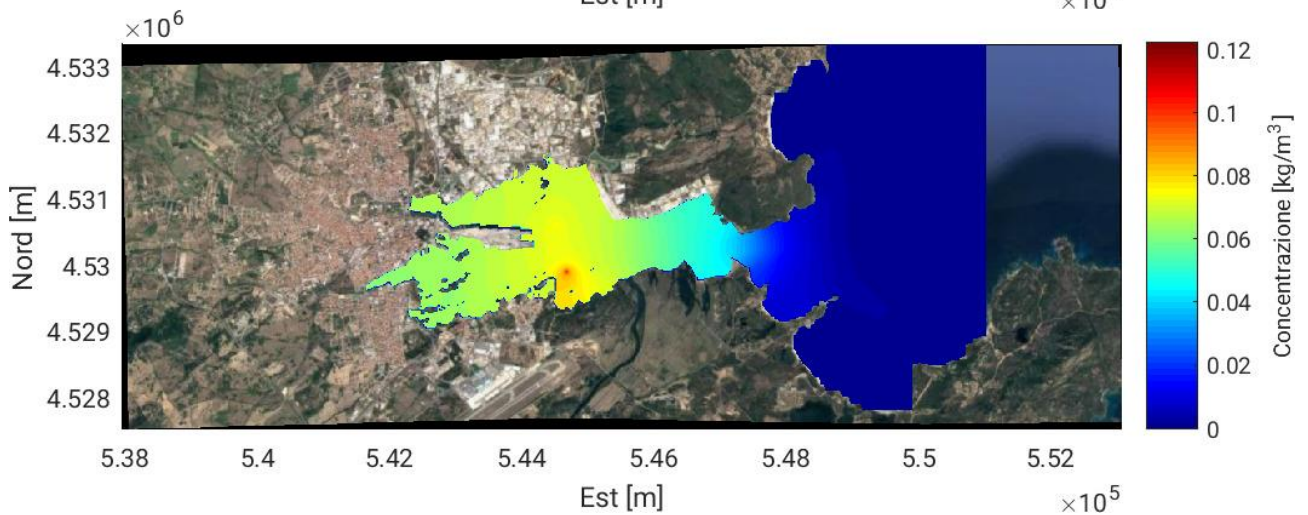
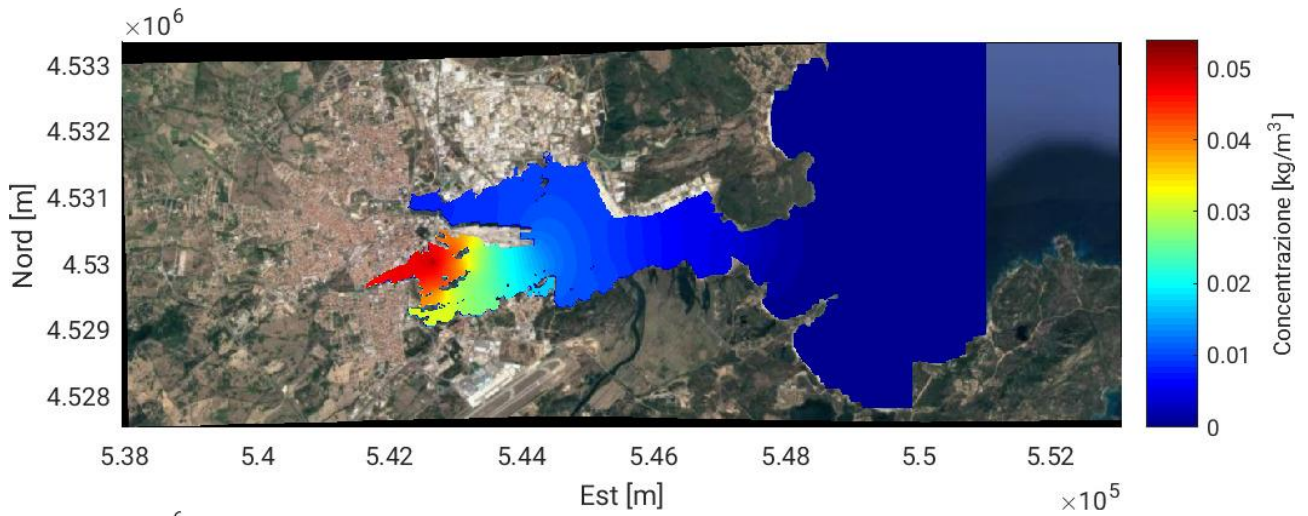


Figura 147 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

SCÉNARIO n. 16



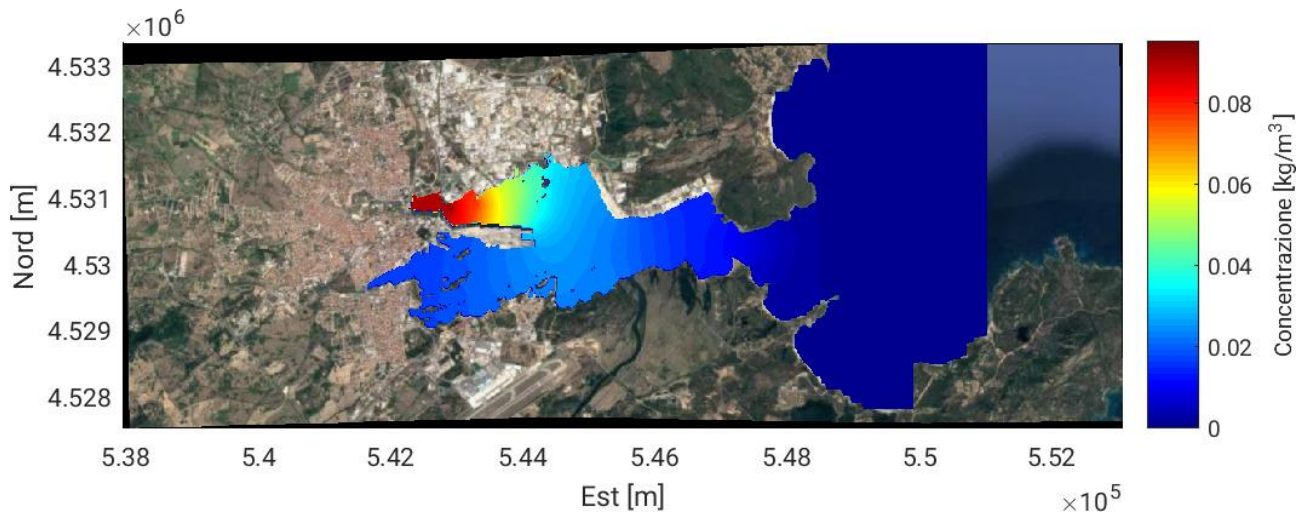


Figura 148 - Évolution de la concentration maximale du traceur libéré en différents points de la zone portuaire.

5 Conclusions

Dans les paragraphes précédents, les principales cartes de concentration concernant les ports de Gênes et d'Olbia ont été présentées. En ce qui concerne Gênes, la possibilité de montrer la concentration réelle découle de l'existence de la valeur de concentration en microplastiques obtenus avec des échantillons de filtet manta. En ce qui concerne Olbia, l'échantillonnage a rapporté que quelques morceaux de microplastiques et il n'a donc pas été possible d'examiner la concentration dans la zone portuaire mais seulement de simuler un effluent idéal avec une concentration égale à 1 kg/m^3 constante dans le temps. Tous les scénarios à Gênes montrent une sortie massive de la zone portuaire. Cependant, les pires scénarios peuvent être envisagés sur les cartes les 5, 9 et 22 où il y a un vent du nord qui tend invariablement à déterminer une augmentation des matériaux qui sont rejetés du port causant une pollution importante de la zone environnante.

De même pour Olbia, les scénarios les plus pessimistes sont décrits sur les cartes 3, 6 et 14. La conformation de la zone portuaire d'Olbia est sensiblement différente de celle de Gênes car l'accès à la zone portuaire est caractérisé par une embouchure longueur limitée. Pour cette raison, l'écoulement des matières plastiques de la zone portuaire est lié à un vent soufflant en direction de la haute mer.

Les deux zones portuaires sont peu sujettes au mouvement des vagues, comme on peut l'imaginer. Gênes est en effet particulièrement protégée par des brise-lames et Olbia est naturellement protégée par l'embouchure étroite par laquelle on accède au port lui-même. Par conséquent, la force de forçage qui influence réellement de manière significative les conditions de transport est le vent.

Bibliografia/Bibliographie

- Bárcena, J., Camus, P., García, A., & Álvarez, C. (2015). Selecting model scenarios of real hydrodynamic forcings on mesotidal and macrotidal estuaries influenced by river discharges using k-means clustering. *Environmental Modelling & Software*, 68, 70-82.
- Besio, G., Briganti, R., Romano, A., Mentaschi, L., & Girolamo, P. (2017). Time clustering of wave storms in the Mediterranean Sea.
- Camus, P., Mendez F. J., & Medina, R. (2011a). A hybrid efficient method to downscale wave climate to coastal areas. *Coastal Engineering*, 58, 851-862.
- Camus, P., Mendez, F., Medina, R., & Cofiño, A. (2011b). Analysis of clustering and selection algorithms for the study of multivariate wave climate. *Coastal Engineering* 58 (6), 453-462.
- De Girolamo, P., Crespi, M., Romano, A., Di Risio, M., Pasquali, D., & Sammarco, P. (2018). Wave characteristics estimation by GPS receivers installed on a sailboat travelling off-shore. *International Workshop on Metrology for the sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (Metro Sea)*, IEEE.
- Egbert, G., & Erofeeva, S. (2002). Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 19 (2), 183-204.
- Enrile, F., Besio, G., Stocchino, A., & Magaldi, M. (2019). Influence of initial conditions on absolute and relative dispersion in semi-enclosed basins. *PLOS ONE*, 14(7), 1-12.
- Ferretti, G., Barani, S., Scafidi, D., Capello, M., Cutroneo, L., Vagge, G., & Besio, G. (2018). Near real-time monitoring of significant sea wave height through microseism recordings: An Application in the Ligurian Sea (Italy).
- Fisher, N., & Lee, A. (1983). A correlation coefficient for circular data. *Biometrika*, 70(2), 327-332.
- Leo, F., Besio, G., Zolezzi, G., & Bezzi, M. (2019). Coastal Vulnerability assessment: through regional to local downscaling of wave characteristics along the bay of Ialzit (Albania). *Natural Hazards and Earth System Sciences* 19 (1), 287-298.
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classifications and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*. (p. volume 1, 281-297). Oakland, CA, USA.
- Mentaschi, L., Besio, G., Cassola, F., & Mazzino, A. (2013). Developing and validating a forecast/hindcast system for the Mediterranean Sea. *Journal of Coastal Research* 65 (sp2), 1551-1557.

- Mentaschi, L., Besio, G., Cassola, F., & Mazzino, A. (2015). Performance evaluation of wavewatch iii in the mediterranean sea. *Ocean Modelling*, 90, 82-94.
- Mucerino, L., Albarella, M., Carpi, L., Besio, G., Benedetti, A., Corradi, N., & Ferrari, M. (2019). Coastal exposure assessment on Bonassola bay. .
- Nash, J., & Sutcliffe, J. (1970). River flow forecasting through conceptual models part i--a discussion of principles. *Journal of hydrology*, 10(3), 282-290.
- Núñez, P., García, A., Mazarrasa, I., Juanes, J. A., Abascal, A. J., Méndez, F., & Medina, R. (2019). A methodology to assess the probability of marine litter accumulation in estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 144, 309-324.
- Re, C., Manno, G., Ciruolo, G., & Besio, G. (2019). Wave energy assessment around the aegadian islands (sicily). *Energies* 12(3), 333.
- Richter, B., Baumgartner, J., Powell, J., & Braun, D. (1996). A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation biology*, 10(4), 1163-1174.
- Richter, B., Baumgartner, J., Wigington, R., & Braun, D. (1997). How much water does a river need? *Freshwater biology*, 37(1), 231-249.
- Richter, B., Baumgartner, J., Braun, D., & Powell, J. (1998). A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. *Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research & Management*, 14(4), 329-340.
- Sartini, L., Besio, G., & Cassola, F. (2017). Spatio-temporal modelling of extreme wave heights in the Mediterranean Sea. *Ocean Modelling*, 117, pp. 52-69.
- Sartini, L., Besio, G., Dentale, F., & Reale, F. (2016). Wave hindcast resolution reliability for extreme analysis. *The 26th International Society of Offshore and Polar Engineering Conference, International Society of Offshore and Polar Engineers*.
- Solari, S., & Alonso, R. (2017). A new methodology for extreme waves analysis based on weather-patterns classification methods. *Coastal Engineering Proceedings*, 1(35), 23.
- Willmott, C. J. (1981). On the validation of models. *Physical geography*, 2(2), 184-194.
- Zughayar, R., Gudmestad, O. T., De Leo, F., & Besio, G. (2017). Metocean Extreme Estimations: The Sensitivity of Offshore Design Measures to Statistics' Uncertainties. *The 27th International Ocean and Polar Engineering Conference, International Society of Offshore and Polar Engineers*.