



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR
plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Prodotto - *Livrable T4.3.1:*

Mappe di traffico marittimo - *Cartes de trafic maritime*

Data prevista - Date prévue : 30/10/2021

Data di consegna - Date d'échéance : 17/02/2022

Versione - Version : V1.0



Informazioni generali sul documento / <i>Informations générales sur le document</i>	
Componente / <i>Composante</i>	T4
Attività/ <i>Activité</i>	A4.1
Prodotto/ <i>Livrable</i>	T4.1.3
Nome Documento / <i>Nom Document</i>	“Prodotto T4.1.3: Mappe di traffico marittimo” “ <i>Livrable T4.1.3 : Cartes de trafic maritime</i> ”
ID File/ <i>ID Fichier</i>	SICOMAR PLUS_T4.1.3.pdf

Processo di approvazione / <i>Procédure d'approbation</i>				
	Nome/ <i>Nom</i>	Ente/ <i>Établissement</i>	Data/ <i>Date</i>	Visto/ <i>Vu</i>
Coordinatore/ <i>Coordinateur</i>	Aurelie Moulins	Fondazione CIMA	17/02/22	
CP Leader/ <i>CP Leader</i>			GG/MM/AA JJ/MM/AA	

Processo di revisione / <i>Procédure de révision</i>			
Revisione/ <i>Révision</i>	Autore/ <i>Auteur</i>	Data Rev./ <i>Date Rév.</i>	Modifiche/ <i>Modifications</i>
V1.0	Aurelie Moulins	17/02/22	



1. Mappe realizzate da / Cartes réalisées par: Giovanni Quattrocchi, Andrea Cucco – CNR

Finalità / Objectif

Il presente rapporto tecnico descrive le attività svolte dal Consiglio Nazionale delle Ricerche in relazione ad una parte del prodotto T 4.3.1 del progetto SICOMAR plus – P.C. Interreg Italia-Francia “Marittimo”.

Nel perseguire gli obiettivi del progetto e nell’ampio contesto di individuazione e caratterizzazione delle sorgenti di pericolo derivanti dal traffico marittimo, in questo rapporto verranno analizzati, visualizzati e commentati i dati disponibili alla comunità scientifica, in relazione ad i corridoi di transito, la tipologia di navi e la densità del traffico marittimo nello spazio transfrontaliero nel corso dell’anno 2018.

Verrà inoltre brevemente descritto l’approccio metodologico adottato per la definizione della densità di traffico marittimo come sorgente di pericolo, elemento imprescindibile per il calcolo del rischio di arrivo a costa di sversamenti di idrocarburi o altre sostanze chimiche inquinanti.



Ce rapport décrit les activités du Conseil National de la Recherche sur le produit T 4.3.1 du SICOMAR plus - P.C. Interreg Italie-France « Maritime ». Dans la poursuite des objectifs du projet et dans le cadre de l'identification et de la caractérisation des sources de danger provenant du trafic maritime, ce rapport analysera, visualisera et commentera les données disponibles à la communauté scientifique, en relation au les corridors de transit, les la typologie des navires et la densité du trafic maritime dans la zone transfrontalière, en 2018.

L'approche méthodologique adoptée pour la définition de la densité du trafic maritime comme source de danger sera également brièvement décrite. Il est un élément essentiel pour calculer le risque d'arrivée à la côte de déversements d'hydrocarbures ou d'autres substances chimiques polluantes.

La définition de cartes de sensibilité et de vulnérabilité pour l'espace maritime transfrontalier a été réalisée sur la base de la prédiction de la répartition de deux espèces cibles: le rorqual commun et le cachalot. Pour les deux espèces, la distribution estivale est connue pour être corrélée à divers facteurs environnementaux et caractérisée par de fortes variations interannuelles.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Origine e caratteristiche dei dati utilizzati / *Origine des données utilisées*

I dati utilizzati sono rilasciati attraverso la piattaforma web del European Marine Observation and Data Network (EMODnet). Un consorzio di organizzazioni nato su iniziativa del European Commission Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries (DG MARE) per promuovere l'integrazione, la standardizzazione, l'armonizzazione e la diffusione, di tutti i dati disponibili in ambiente marino allo scopo di facilitare gli investimenti in attività sostenibili nelle aree costiere e di mare aperto.

Tra i dati disponibili sono stati utilizzati quelli relativi alla densità del traffico navale, denominata *Vessel Density* e disponibile nel portale dedicato alla localizzazione e descrizione delle attività di carattere antropico che insistono in mare (<https://www.emodnet-humanactivities.eu>).

La *Vessel Density* è una variabile derivata da dati di sistemi di tracciamento automatici (AIS) installati a bordo delle navi. Dopo apposita analisi del dato iniziale (https://www.emodnet-humanactivities.eu/documents/Vessel%20density%20maps_method_v1.5.pdf), volta all'eliminazione di eventuali errori e la definizione delle linee spezzate indicanti le rotte di navigazione. Le informazioni sono raggruppate in categorie in funzione del tipo di nave. Le categorie utilizzate sono le seguenti: "*Fishing, Service, Dredging or underwater ops, Sailing, Pleasure Craft, High speed craft, Tug and towing, Passenger, Cargo, Tanker, Military and Law Enforcement, Unknown and All ship types*".

La *Vessel Density* corrisponde al numero di ore che le navi trascorrono all'interno di una cella geografica di un chilometro quadrato. Questa informazione è resa disponibile come media mensile ed annuale per gli anni 2017 e 2018.



Les données utilisées sont diffusées via la plate-forme Web du réseau européen d'observation et de données marines (EMODnet). Un consortium d'organisations né à l'initiative de la Direction générale des affaires maritimes et de la pêche de la Commission européenne (DG MARE) pour promouvoir l'intégration, la normalisation, l'harmonisation et la diffusion de toutes les données disponibles dans le milieu marin afin de faciliter les investissements dans des activités durables dans les zones côtières et au large.

Parmi les données disponibles, celles relatives à la densité du trafic maritime, appelées Vessel Density et disponibles dans le portail dédié à la localisation et à la description des activités anthropiques qui persistent en mer (<https://www.emodnet-humanactivities.eu>) ont été utilisées.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

La densité du navire est une variable dérivée des données des systèmes de suivi automatique (AIS) installés à bord des navires. Après analyse spécifique des données initiales (https://www.emodnet-humanactivities.eu/documents/Vessel%20density%20maps_method_v1.5.pdf), visant à éliminer les éventuelles erreurs et à définir les lignes brisées indiquant les itinéraires de navigation. Les informations sont regroupées en catégories selon le type de navire. Les catégories utilisées sont les suivantes : "Fishing, Service, Dredging or underwater ops, Sailing, Pleasure Craft, High speed craft, Tug and towing, Passenger, Cargo, Tanker, Military and Law Enforcement, Unknown and All ship types".

La densité des navires correspond au nombre d'heures que les navires passent dans une zone géographique d'un kilomètre carré. Ces informations sont mises à disposition sous forme de moyenne mensuelle et annuelle pour les années 2017 et 2018.

Approccio metodologico / Approche méthodologique

L'approccio metodologico finalizzato al raggiungimento degli obiettivi previsti dal progetto consta di un primo passo relativo alla scelta di quelle tipologie di navi che rappresentano una fonte rilevante di potenziale pericolo per il rischio di spiaggiamento di idrocarburi a costa. Questa scelta è stata effettuata sulla base delle informazioni note riguardanti la tipologia di carico potenzialmente inquinante (idrocarburi, sostanze chimiche, containers, mezzi gommati), la stazza lorda, che include il volume di *bunker* (quantità massima di gasolio dei serbatoi) e la frequenza dei transiti. Tra le categorie di navi sopra indicate quelle per le quali si riscontra un potenziale di pericolosità elevato sono le navi tipo *Tanker* (e.g. Navi Cisterna – Petroliere), *Cargo* (Navi porta Containers) e *Passengers* (Navi passeggeri, per lo più Ro/Pax e Ro/Ro).

Un secondo passo consiste, attraverso l'utilizzo di strumenti di calcolo sviluppati in ambiente MATLAB, nell'analisi e la rappresentazione grafica dei principali corridoi di transito delle navi, della loro variazione stagionale e della frequenza dei transiti nell'area di riferimento, derivata dalle medie mensili di *Vessel Density*. Tutte le analisi sono relative all'anno 2018, preso come anno di riferimento.

Un terzo ed ultimo passo consiste nell'inserire le informazioni della *Vessel Density* nel calcolo del rischio di spiaggiamento di idrocarburi a costa all'interno dell'area di analisi. Tale attività e i risultati da essa derivati saranno descritti nel dettaglio nel rapporto tecnico relativo al prodotto T4.3.3.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



L'approche méthodologique visant à atteindre les objectifs fixés par le projet consiste en une première étape relative au choix des types de navires qui représentent une source importante de danger potentiel en raison du risque d'échouage d'hydrocarbures sur la côte.

Ce choix a été fait sur la base d'informations connues concernant le type de cargaison potentiellement polluante (hydrocarbures, produits chimiques, conteneurs, véhicules à roues), le tonnage brut, qui comprend le volume de la soute (quantité maximale de gazole dans les citernes) et la fréquence des passages. Parmi les catégories de navires indiqués ci-dessus, ceux pour lesquels un potentiel de risque élevé est trouvé sont les navires de type Tanker (par exemple, les navire-citerne - pétroliers), les cargos (conteneurs transportant des navires) et les passagers (navires à passagers, principalement Ro/Pax et Ro/Ro).

Une deuxième étape consiste, grâce à l'utilisation d'outils de calcul développés dans l'environnement MATLAB, à l'analyse et à la représentation graphique des principaux corridors de transit des navires, de leur variation saisonnière et de la fréquence des transits dans la zone de référence, dérivée des moyennes mensuelles de la densité du navire. Toutes les analyses portent sur l'année 2018, prise comme année de référence.

Une troisième et dernière étape consiste à saisir les informations sur la densité du navire dans le calcul du risque d'échouage d'hydrocarbures côtiers dans la zone d'analyse. Cette activité et les résultats qui en découlent seront décrits en détail dans le rapport technique relatif au produit T4.3.3.

Analisi dei dati / Analyse des données

Tipologia di navi e statistica dei passaggi

Considerate navi di tipo Tanker, Cargo e Passengers, all'interno del dominio di analisi è stata analizzata la superficie interessata dalle rotte di tali categorie nel corso dell'anno di analisi 2018.

Dal pannello in alto della Figura 1 si evince come i transiti nel corso dell'anno sono in numero piuttosto uniforme, fatta eccezione per la stagione invernale durante la quale si verifica una modesta riduzione dell'area interessata dal traffico marittimo (Quattrocchi et al., 2021). Le navi tipo Cargo e Passengers coprono con i loro transiti un'ampia porzione dell'area di analisi mentre le navi tipo Tanker coprono una porzione più ridotta.

La densità del traffico, Vessel Density, nel corso dell'anno è rappresentata dal pannello in basso della Figura 1 dal quale si evince un importante aumento del traffico marittimo delle navi tipo Passengers nel corso delle stagioni temperate con un massimo in agosto, quando è intensa



l'affluenza per effetto delle attività del comparto turistico. Al contrario, per le altre categorie la Vessel Density è pressochè costante nel corso dell'anno probabilmente in virtù di programmati transiti commerciali.

Intensità del traffico marittimo nei corridoi di transito dello spazio transfrontaliero

Considerando una media annuale della variabile Vessel Density per il 2018 e per ogni categoria di nave, Tanker, Cargo e Passengers sono state geograficamente rappresentate le principali vie di transito con relativa frequenza di occorrenza di navi in ore per chilometro quadrato per mese (hrs/Km²/month) rappresentata con i colori in palette (Figura 2, 3 e 4) (Quattrocchi et al., 2021).

Per la categoria Tanker (Figura 2), la Vessel Density è relativamente bassa rispetto alle altre categorie di nave e l'area attraversata dalle loro rotte piuttosto circoscritta. Diverse navi ancora transitano attraverso lo stretto. Rispetto alla zona est, ad ovest dello Stretto di Bonifacio l'area attraversata da navi tipo Tanker è minore e generalmente limitata alle rotte dirette verso i porti industriali come Porto Torres, in Sardegna.

Per la categoria Cargo (Figura 3), la Vessel Density è più alta e l'area attraversata dalle rotte di queste navi più ampia, sia ad est che ad ovest dello Stretto di Bonifacio. La Vessel Density è alta soprattutto in corrispondenza delle traiettorie dirette verso i principali porti commerciali. Il transito è rilevante attraverso lo Stretto di Bonifacio.

Per la tipologia Passengers (Figura 4), la Vessel Density è la più alta riscontrata nel dominio di analisi e l'area interessata dalla navigazione di queste navi è leggermente ridotta rispetto all'area coperta dalla tipologia Cargo. Il transito è molto alto attraverso lo stretto. Le principali ed affollate rotte di navigazione di questa tipologia di nave sono dirette da e verso i principali porti commerciali e turistici delle isole di Sardegna e Corsica ed isole minori.



Type de navires et statistiques de transit

En ce qui concerne les navires de type Tanker, Cargo et Passagers, dans le domaine d'analyse, la zone affectée par les routes de ces catégories a été analysée au cours de l'année d'analyse 2018.

À partir du panneau supérieur de la figure 1, on peut voir que le nombre de transits au cours de l'année est plutôt uniforme, à l'exception de la saison hivernale pendant laquelle il y a une réduction modeste de la zone affectée par le trafic maritime (Quattrocchi et al., 2021).

Les navires de type Cargo et Passagers couvrent une grande partie de la zone d'analyse avec leurs transits, tandis que les navires de type Tanker couvrent une plus petite partie. La densité de trafic, Vessel Density, au cours de l'année est représentée par le panneau en bas de la figure 1 qui montre



une augmentation significative du trafic maritime des navires de type Passagers pendant les saisons tempérées avec un maximum en août, correspondant à la saison touristique. Au contraire, pour les autres catégories, la densité des navires est presque constante au cours de l'année probablement en raison des transits commerciaux programmés.

Intensité du trafic maritime dans les corridors de transit de la zone transfrontalière

Considérant une moyenne annuelle de la variable Vessel Density pour 2018 et pour chaque catégorie de navire, Tanker, Cargo et Passagers, les principales routes de transit étaient géographiquement représentées avec la fréquence relative d'occurrence des navires en heures par kilomètre carré par mois ($h / km^2 / mois$) représenté avec les couleurs de la palette (Figures 2, 3 et 4 ; Quattrocchi et al., 2021).

Pour la catégorie des Tanker (Figure 2), la Vessel Density est relativement faible par rapport aux autres catégories de navires et la zone traversée par leurs routes est plutôt limitée. Plusieurs navires passent encore par le détroit. Par rapport à la zone est, à l'ouest du détroit de Bonifacio, la zone traversée par les navires de type pétrolier est plus petite et généralement limitée aux routes dirigées vers les ports industriels comme Porto Torres, en Sardaigne.

Pour la catégorie Cargo (Figure 3), la Vessel Density est plus élevée et la zone traversée par les routes de ces navires plus large, tant à l'est qu'à l'ouest du détroit de Bonifacio. La Vessel Density est élevée surtout en correspondance des trajectoires dirigées vers les principaux ports commerciaux. Le transit est pertinent par le détroit de Bonifacio.

Pour le type Passagers (Figure 4), la Vessel Density est la plus élevée trouvée dans le domaine d'analyse et la zone affectée par la navigation de ces navires est légèrement réduite par rapport à la zone couverte par le type Cargo. Le transit est très élevé à travers le détroit. Les routes de navigation principales et encombrées de ce type de navire sont dirigées vers et depuis les principaux ports commerciaux et touristiques des îles de Sardaigne et de Corse et des îles plus petites.

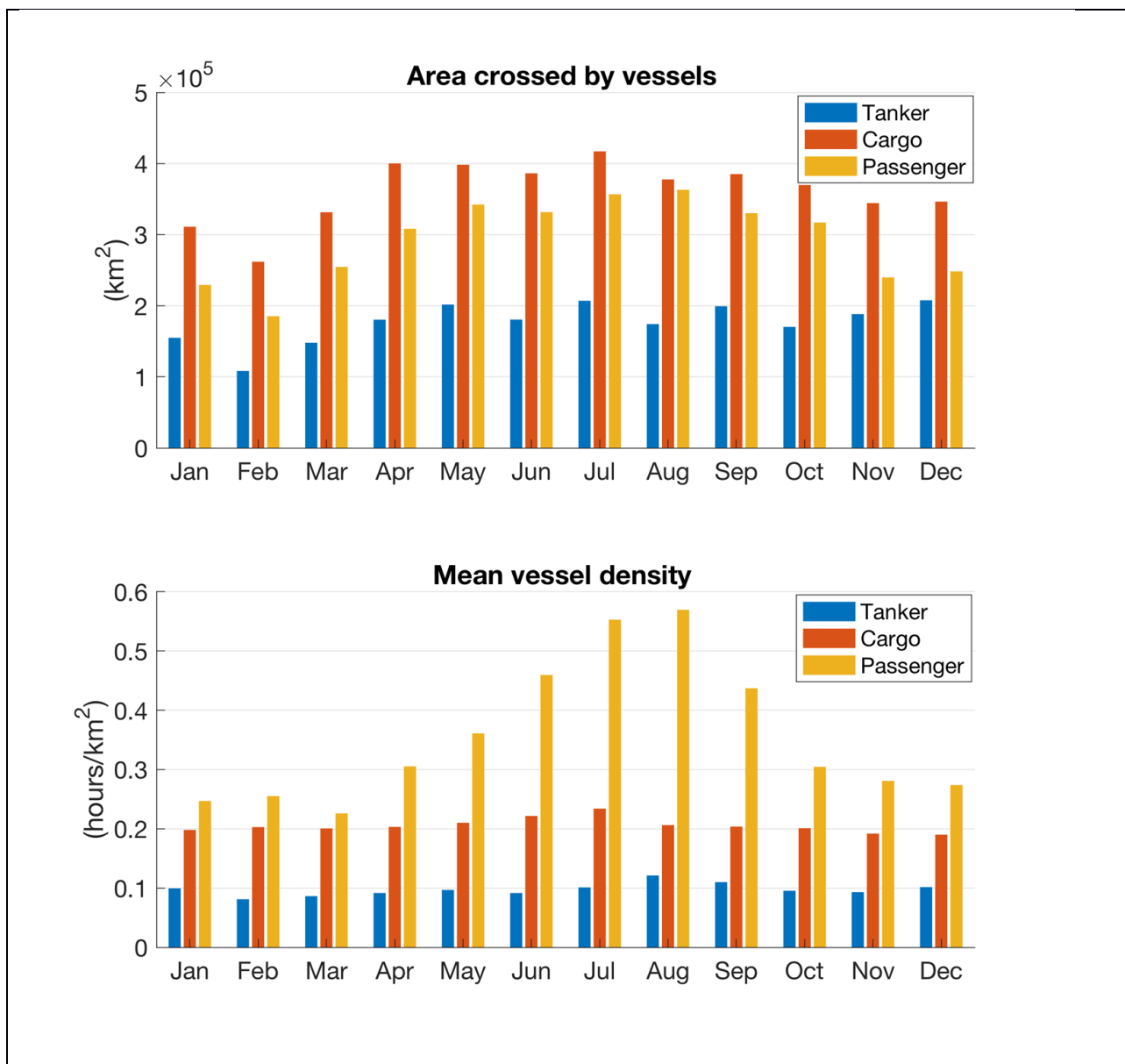


Figura 1. Pannello alto: Area attraversata dalle tre categorie di navi nel corso dell'anno 2018 e relativa Vessel Density (Pannello basso). Estratto da Quattrocchi et al., (2021) / *Panneau du haut : zone traversée par les trois catégories de navires au cours de l'année 2018 et densité des navires associée (panneau du bas). Extrait de Quattrocchi et al., (2021)*

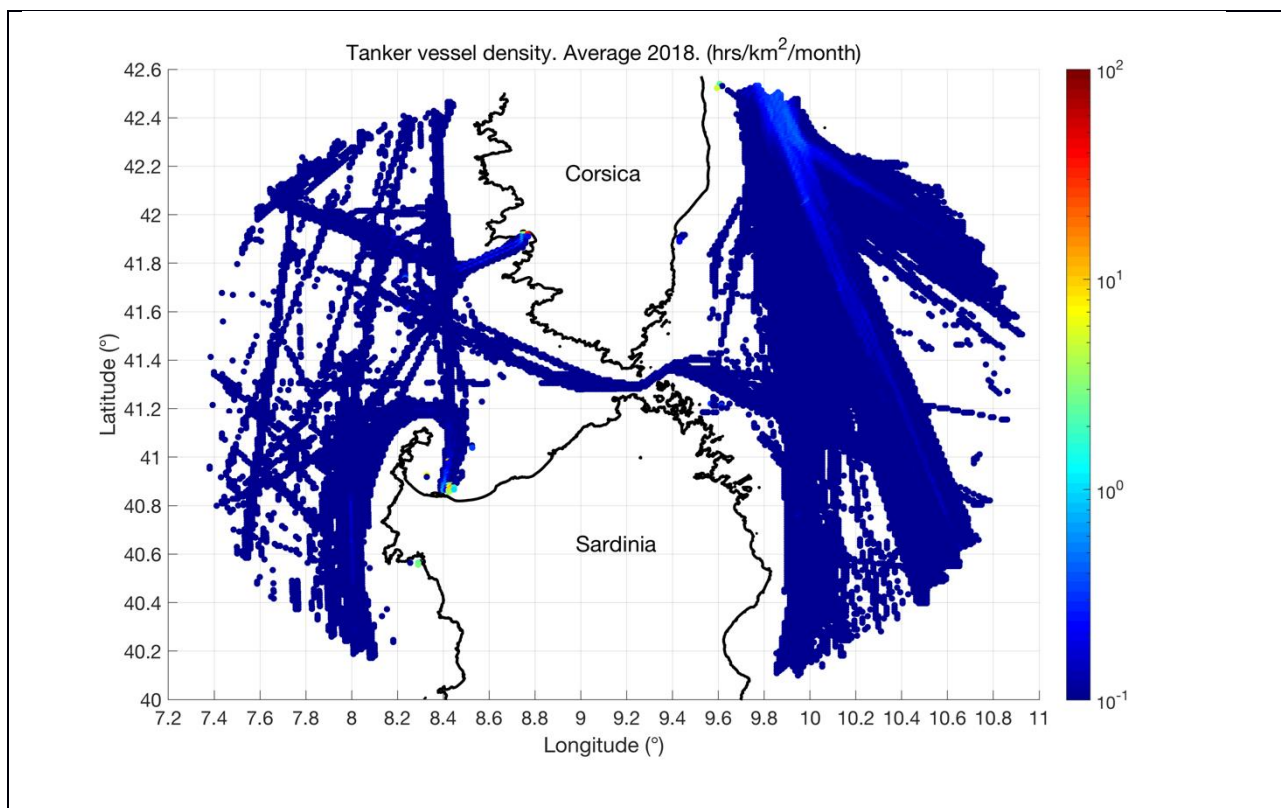


Figura 2. Rappresentazione geografica della media annuale, per l'anno 2018, dell'area attraversata dalle navi tipo Tanker con relativo valore della variabile Vessel Density. Estratto da Quattrocchi et al., (2021) / *Représentation géographique de la moyenne annuelle, pour l'année 2018, de la zone traversée par les navires de type Tanker avec la valeur relative de la variable Vessel Density. Extrait de Quattrocchi et al., (2021)*

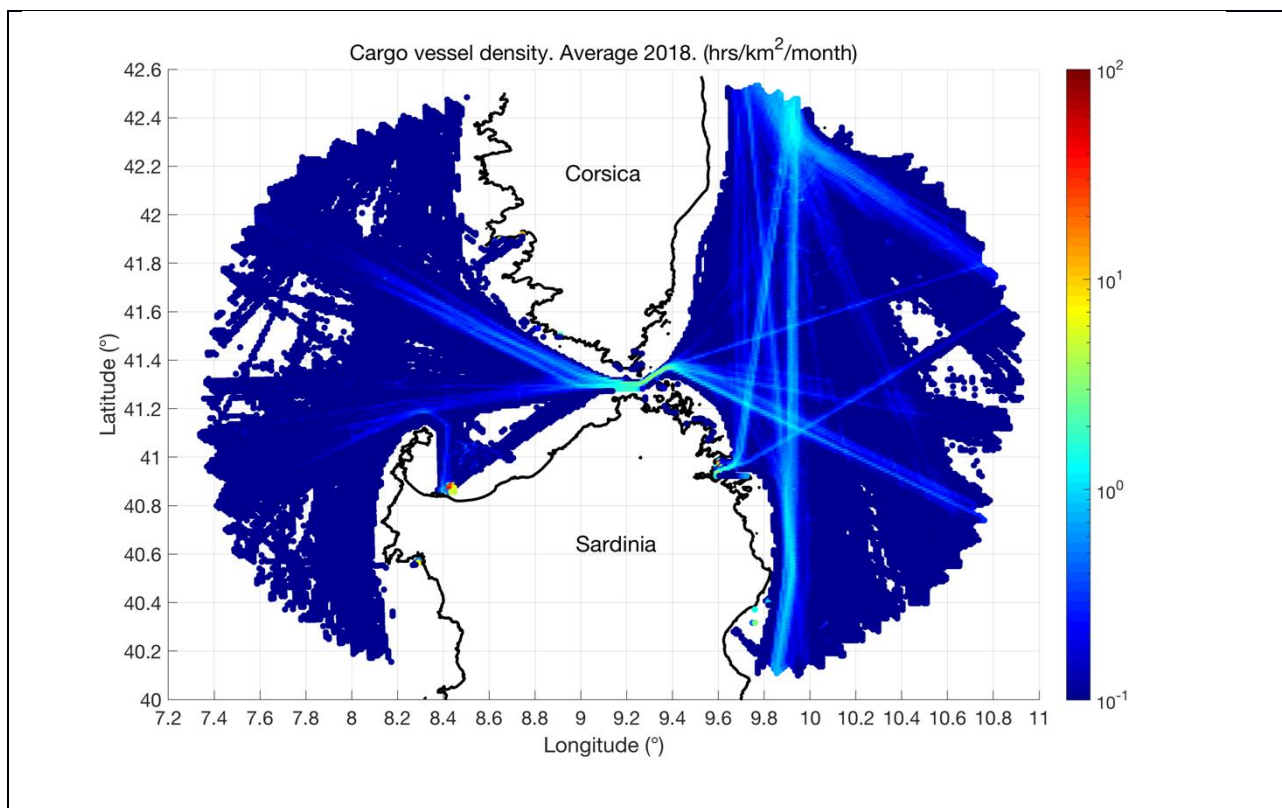


Figura 3. Rappresentazione geografica della media annuale, per l'anno 2018, dell'area attraversata dalle navi tipo Cargo con relativo valore della variabile Vessel Density. Estratto da Quattrocchi et al., (2021) / *Représentation géographique de la moyenne annuelle, pour l'année 2018, de la zone traversée par les navires de type Cargo avec la valeur relative de la variable Vessel Density. Extrait de Quattrocchi et al., (2021)*

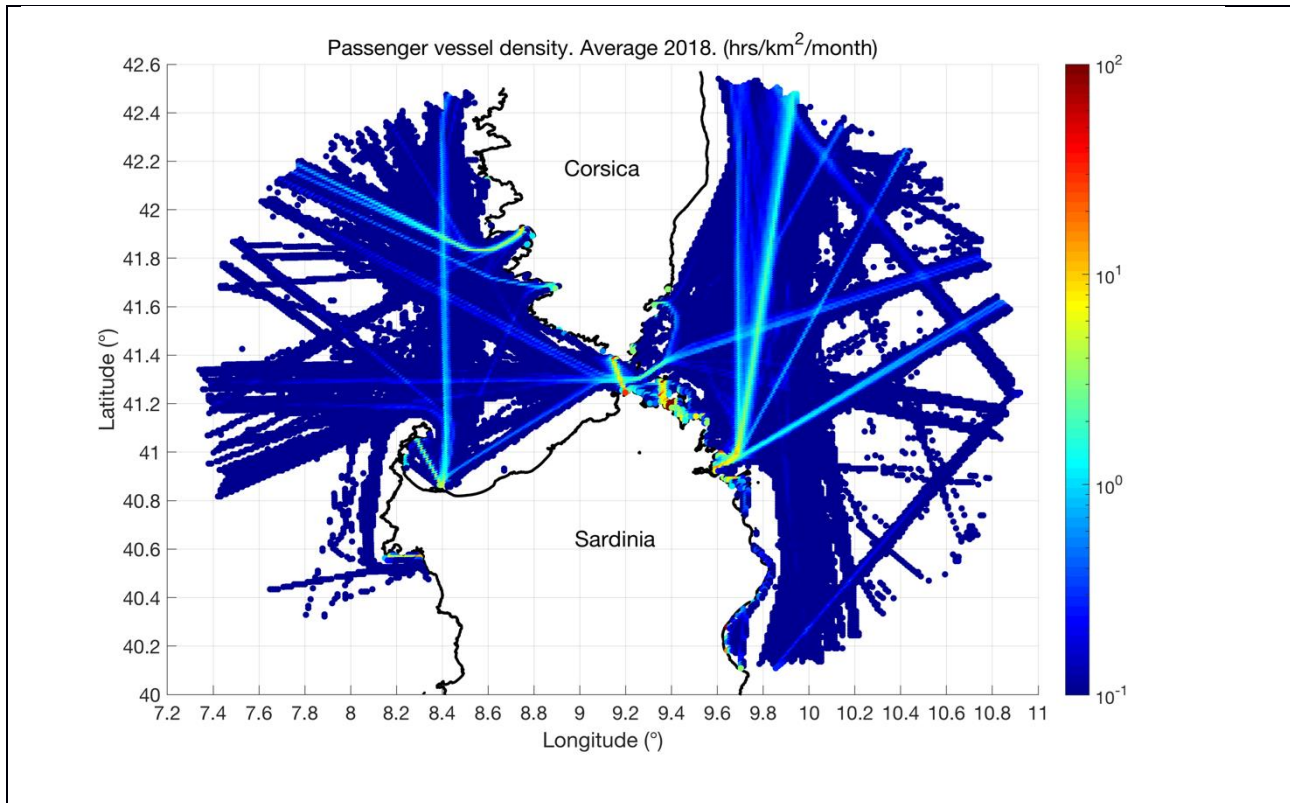


Figura 4. Rappresentazione geografica della media annuale, per l'anno 2018, dell'area attraversata dalle navi tipo Passenger con relativo valore della variabile Vessel Density. Estratto da Quattrocchi et al., (2021) / *Représentation géographique de la moyenne annuelle, pour l'année 2018, de la zone traversée par les navires de type Passenger avec la valeur relative de la variable Vessel Density. Extrait de Quattrocchi et al., (2021)*

Bibliografia / Bibliographie

- Cucco, A., Ribotti, A., Olita, A., Fazioli, L., Sorgente, B., Sinerchia, M., ... & Sorgente, R. (2012). Oil spills prediction in the Bonifacio strait area, western Mediterranean. *Ocean Science Discussions*, 9(2).
- Cucco, A., Sinerchia, M., Ribotti, A., Olita, A., Fazioli, L., Perilli, A., ... & Sorgente, R. (2012). A high-resolution real-time forecasting system for predicting the fate of oil spills in the Strait of Bonifacio (western Mediterranean Sea). *Marine pollution bulletin*, 64(6), 1186-1200.
- Quattrocchi, G., Simeone, S., Pes, A., Sorgente, R., Ribotti, A., Cucco, A. (2021). An Operational Numerical System for Oil Stranding Risk Assessment in a High-Density Vessel Traffic Area. *Frontiers in Marine Science*, 8, 133.
- Sorgente, B., Sorgente, R., Olita, A., Fazioli, L., Cucco, A., Perilli, A., ... & Ribotti, A. (2012). Effects of protection rules and measures in an important international strait area: the Bonifacio Strait. *Journal of Operational Oceanography*, 5(1), 35-44.



Interreg



UNIONE EUROPEA

SICOMAR plus

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

2. Mappe realizzate da / *Cartes réalisées par*: Aurélie Moulins, Simone Riolfo, Paola Tepsich – Fondazione CIMA

Finalità / *Objectif*

Questa sezione descrive le attività svolte dal Fondazione CIMA per il prodotto T 4.3.1 del progetto SICOMAR plus – P.C. Interreg Italia-Francia “Marittimo”.

L'obiettivo dell'analisi dei dati AIS è quello di produrre mappe utili per valutare il rischio di collisione tra grandi cetacei e navi da trasporto passeggeri con velocità di transito generalmente superiori alle altre imbarcazioni e che navigano regolarmente su linee prestabilite nel Santuario di Pelagos. Secondo Coomber et al. (2016), anche se il numero di navi in questa categoria è molto limitato (7%) rispetto ad altre tipologie di imbarcazioni, questa categoria rappresenta il 60% delle distanze percorse nel Santuario. L'analisi si è quindi concentrata sulla categoria "Passeggeri" ed in particolare sui traghetti e sulle navi da crociera che transitano nel Santuario su linee molto trafficate. Sono state quindi escluse le imbarcazioni della categoria "Passeggeri", che effettuano transiti locali (traghetti con linee inferiori a 40 km ed escursioni denominate di seguito "tour") in quanto non effettuano la navigazione nelle zone di mare aperto, habitat preferito dai grandi cetacei. Gli indici descrittivi del traffico marittimo analizzati sono stati la quantità di navi e il numero di transiti distribuiti su una griglia che copre l'intero Santuario. Questi indici sono stati calcolati anche in base al numero di navi e al numero di transiti a velocità superiori alla soglia. Infatti, la gravità delle collisioni con i cetacei dipende dalla velocità delle navi al momento della collisione (Schoeman et al, 2020).



Cette section décrit les activités menées par Fondazione CIMA pour le livrable T 4.3.1 du SICOMAR plus – P.C. Interreg Italie-France “Maritime”.

L'objectif de l'analyse des données AIS est de produire des cartes utiles pour évaluer le risque de collision entre les grands cétacés et les navires de transport de passagers avec des vitesses de transits en générale plus élevées que les autres embarcations et navigant régulièrement sur des lignes préétablies dans le Sanctuaire Pelagos. D'après Coomber et al. (2016), même si le nombre de navires de cette catégorie est très limité (7%) par rapport aux autres types d'embarcations, cette catégorie représente 60% des distances parcourus dans le Sanctuaire. L'analyse s'est donc focalisée sur la catégorie "Passenger" et en particulier sur les ferries et les navires de croisière qui transitent dans le sanctuaire sur des lignes très fréquentées (appelés navires ferries/croisières).

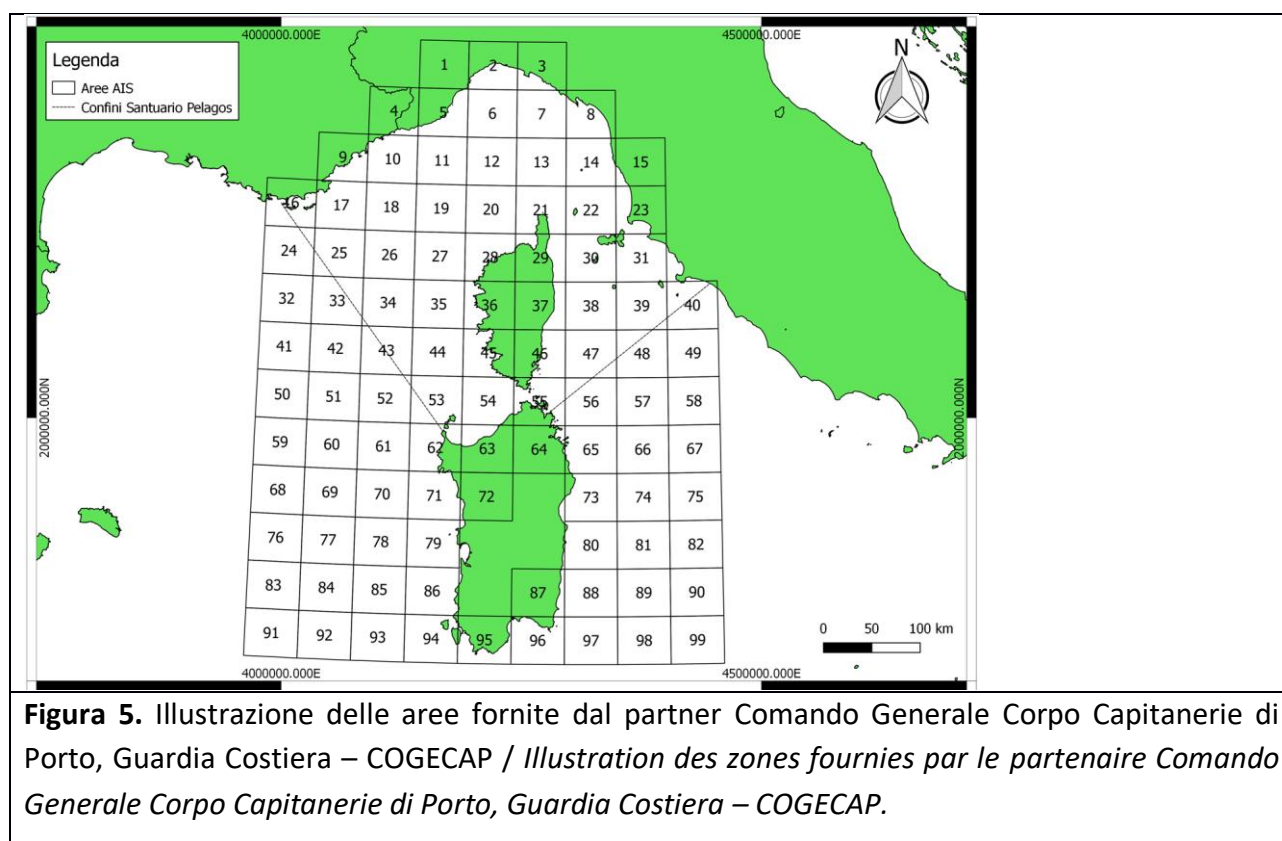
Ainsi les embarcations de la catégorie "Passenger", effectuant des transits locaux (ferries avec les lignes de moins de 40 km et excursions appelées ci-dessous "tour") ont été exclues vue qu'elles ne naviguent pas dans les zones de haute mer, habitat de prédilection des grands cétacés. Les indices descriptifs du trafic maritime analysés ont été la quantité de navires et le nombre de transits distribués sur une grille couvrant tout le Sanctuaire. Ces indices ont également été calculés selon la quantité de navire et le nombre de transits à des vitesses supérieures à des vitesses seuils. En effet, la gravité des collisions avec les cétacés dépend de la vitesse des navires au moment de la collision (Schoeman et al, 2020).

Origine e caratteristiche dei dati utilizzati / Origine des données utilisées

I dati AIS forniti dal partner Comando Generale Corpo Capitanerie di Porto, Guardia Costiera – COGECAP sono stati trasmessi in formato csv per le diverse aree riportate nella seguente mappa.



Les données AIS fournies par le partenaire Comando Generale Corpo Capitanerie di Porto, Guardia Costiera – COGECAP ont été transmises en format csv pour les différentes zones présentées dans la carte suivante.





I dati sono stati importati sul database relazionale PostGreSQL. Si ricorda che questi dati sono in formato "grezzo" dove è stato eseguito solo il filtraggio per area geografica. I dati provengono da una combinazione di diversi tipi di messaggi:

- 01 Position Report Class A
- 02 Position Report Class A (Assigned schedule)
- 03 Position Report Class A (Response to interrogation)
- 04 Base Station Report
- 05 Static and Voyage Related Data
- 18 Standard Class B CS Position Report
- 19 Extended Class B Equipment Position Report.

La seguente descrizione dei dati si basa sul documento di riferimento:

<https://gpsd.gitlab.io/gpsd/AIVDM.html>.

Sono state implementate due routine per creare l'archivio:

- 1-un archivio completo di importazione del dataset (mmsi_position_rawdata_new);
- 2-un archivio con una routine di downsampling dei dati (mmsi_position, vedere §2).

La Figura 6 rappresenta i campi delle tabelle.

Ogni riga di dati AIS importati include le diverse informazioni:

- l'ora in cui il messaggio è stato ricevuto dal server della Guardia Costiera (recvtime),
- il tipo di barca (ship_type),
- l'identificativo mmsi della nave (mmsi),
- lo stato di navigazione (stato),
- la velocità di rotazione (ROT)
- la velocità con riferimento a terra (SOG),
- la precisione della posizione (precisione),
- la latitudine (x),
- la longitudine (y),
- la direzione con riferimento a terra (COG),
- la direzione della barca (head),
- il secondo di invio del messaggio (secondo)
- l'indicatore di manovra (manovra)
- l'indicazione del monitoraggio autonomo dell'integrità del ricevitore (RAIM).
- lo stato della radio (radio)
- i messaggi AIVDM originali (aivdm_message).
- l'imo della barca (imo_number),
- il nominativo (indicativo di chiamata),
- il nome della barca (target_name),
- la distanza a prua (ref_pos_bow),
- la distanza a poppa (ref_pos_stern),
- la distanza di sinistra (ref_pos_beam),



- la distanza di dritta (ref_pos_starbeam),
- il nome dell'antenna che ha ricevuto il messaggio (base_stations).

Ad ogni riga sono state aggiunte le seguenti informazioni:

- l'identificatore di ogni riga, assegnato in fase di importazione,
- la geometria della posizione.



Les données ont été importées dans une base de données relationnelles PostgreSQL. Il convient de rappeler que ces données sont sous format « brut » où seul le filtrage par la zone géographique a été exécuté. Les données sont issues de l'association de différents types de messages :

- 01 Position Report Class A
- 02 Position Report Class A (Assigned schedule)
- 03 Position Report Class A (Response to interrogation)
- 04 Base Station Report
- 05 Static and Voyage Related Data
- 18 Standard Class B CS Position Report
- 19 Extended Class B Equipment Position Report.

La description des données se base sur le document de référence :

<https://gpsd.gitlab.io/gpsd/AIVDM.html>.

Deux routines ont été mise en place pour créer l'archive :

- 1-une archive d'importation complète du jeu de données (mmsi_position_rawdata_new);*
- 2-une archive avec une routine de down-sampling des données (mmsi_position, see §2).*

La Figure 6 représente les champs des tables.

Chaque ligne de données AIS importées comprend les différentes informations :

- l'heure à laquelle le message a été reçu par l'antenne des Gardes cotes (recvtime),
- le type de bateau (ship_type),
- le mmsi du bateau (mmsi),
- le statut de navigation (status),
- le taux de rotation (ROT)
- la vitesse sur le fond (SOG),
- la précision de la position (accuracy),
- la latitude (x),
- la longitude (y),
- le cap sur le fond (COG),
- la direction du bateau (head),
- la seconde de l'heure d'envoi du message (second)
- l'indicateur de manœuvre (manoeuvre)
- l'indication Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM)

- l'état de la radio (radio)
- les messages originaux AIVDM (aivdm_message).
- l'imo du bateau (imo_number),
- l'indicatif d'appel (callsign),
- le nom du bateau (target_name),
- la distance à la proue (ref_pos_bow),
- la distance à la poupe (ref_pos_stern),
- la distance à bâbord (ref_pos_beam),
- la distance à tribord (ref_pos_starbeam),
- le nom de l'antenne qui a reçu le message (base_stations).

À chaque ligne, les informations suivantes ont été ajoutées :

- l'identifiant de chaque ligne, attribué lors de l'importation,
- la géométrie de la position.

mmsi position rawdata new	mmsi position
<input type="checkbox"/> id	<input type="checkbox"/> id
<input type="checkbox"/> recvtime	<input type="checkbox"/> recvtime
<input type="checkbox"/> type	<input type="checkbox"/> type
<input type="checkbox"/> repeat	<input type="checkbox"/> repeat
<input type="checkbox"/> mmsi	<input type="checkbox"/> mmsi
<input type="checkbox"/> status	<input type="checkbox"/> status
<input type="checkbox"/> rot	<input type="checkbox"/> rot
<input type="checkbox"/> sog	<input type="checkbox"/> sog
<input type="checkbox"/> accuracy	<input type="checkbox"/> accuracy
<input type="checkbox"/> x	<input type="checkbox"/> x
<input type="checkbox"/> y	<input type="checkbox"/> y
<input type="checkbox"/> cog	<input type="checkbox"/> cog
<input type="checkbox"/> head	<input type="checkbox"/> head
<input type="checkbox"/> second	<input type="checkbox"/> second
<input type="checkbox"/> manœuvre	<input type="checkbox"/> manœuvre
<input type="checkbox"/> raim	<input type="checkbox"/> raim
<input type="checkbox"/> radio	<input type="checkbox"/> radio
<input type="checkbox"/> aivdm_message	<input type="checkbox"/> aivdm_message
<input type="checkbox"/> geom	<input type="checkbox"/> geom
<input type="checkbox"/> imo_number	<input type="checkbox"/> target_name
<input type="checkbox"/> callsign	<input type="checkbox"/> imo_number
<input type="checkbox"/> target_name	<input type="checkbox"/> callsign
<input type="checkbox"/> ref_pos_bow	<input type="checkbox"/> ref_pos_bow
<input type="checkbox"/> ref_pos_stern	<input type="checkbox"/> ref_pos_stern
<input type="checkbox"/> ref_pos_beam	<input type="checkbox"/> ref_pos_beam
<input type="checkbox"/> ref_pos_starbeam	<input type="checkbox"/> ref_pos_starbeam
<input type="checkbox"/> base_stations	<input type="checkbox"/> base_stations
	<input type="checkbox"/> leg

Figura 6. Illustrazione dei due archivi creati durante l'importazione / *Illustration des deux archives créées lors de l'importation*



Approccio metodologico / *Approche méthodologique*

Sotto-campionamento / *Sous-échantillonnage* (downsampling)

La quantità di dati importati nella tabella `mmsi_position_rawdata_new` è così grande da rendere l'analisi complicata e dispendiosa in termini di tempo (Tabella 1). Il sotto-campionamento è stato quindi effettuato per ridurre i tempi di analisi. Questo prevede di importare nella tabella `mmsi_position` una posizione ogni 6 minuti per ogni MMSI (Tabella 1). Questa procedura sembra essere perfettamente rappresentativa di percorsi più lunghi di 10 km in linea retta ma si rivela inadatta per viaggi di breve distanza e quando la strada è tortuosa (Figura x).



La quantité de données importées dans le tableau `mmsi_position_rawdata_new` est tellement importante que cela rend l'analyse compliquée et longue (Tableau 1). Un sous-échantillonnage a donc été réalisé pour réduire les temps d'analyse. Celui-ci prévoit d'importer dans la table `mmsi_position` une position toutes les 6 minutes pour chaque MMSI (Tableau 1). Cette procédure semble être parfaitement représentative des voyages supérieurs à 10km en ligne droite mais s'avère inadaptée pour les voyages à courtes distances et lorsque la route est sinueuse (Figure x).

Tabella 1. Tabella riassuntiva del numero di righe delle tabelle con downsampling (<code>mmsi_position</code>) o senza downsampling (<code>mmsi_position_rawdata_new</code>). / <i>Tableau récapitulatif du nombre de lignes des tableaux avec sous-échantillonnage (<code>mmsi_position</code>) ou sans sous-échantillonnage (<code>mmsi_position_rawdata_new</code>).</i>		
year	<code>mmsi_position_rawdata_new</code>	<code>mmsi_position</code>
2018	453 244 287	49 713 226
2019	312 382 553	51 191 971
2020	247 800 034	47 877 082

Filtraggio per categoria di barca / *Filtrage par catégorie de bateau*

Le informazioni importate in archivio contengono la categoria nave assegnata all'AIS identificata nel messaggio 05 Static and Voyage Related Data. Le macrocategorie esistenti sono presentate nella tabella 2. Il resto della procedura si applica quindi alle sole navi appartenenti ai tipi da 60 a 69.



Les informations importées dans l'archive contiennent la catégorie du bateau attribuée par l'AIS identifiée dans le message 05 Static and Voyage Related Data. Les macro-catégories existantes sont présentées dans le tableau 2. La suite de la procédure est donc appliquée seulement aux navires appartenant aux types numéros 60 à 69.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Verifica della categoria della nave / *Vérification de la catégorie des bateaux*

È stato creato l'elenco delle navi appartenenti alla categoria "Passeggeri", secondo lo schema presentato nella figura seguente. Per ogni numero MMSI transitato per il Santuario era necessario verificare:

- attribuzione ad una sola nave: accade che un MMSI appartenga a due navi diverse quindi con due nomi di navi differenti;
- il numero delle posizioni catalogate nella banca dati: in modo da eliminare le navi i cui dati di transito sono incompleti (eliminazione delle navi con meno di 10 posizioni nei 3 anni);
- la distribuzione globale delle posizioni: in modo da eliminare le navi ormeggiate o non transitanti su una distanza minima di 20 km in linea retta;
- appartenenti alla categoria "Passeggeri" secondo le fotografie delle navi presenti nei database online: ogni nave viene controllata su tutti e 4 i siti per ridurre al minimo gli errori:
www.marinetraffic.com, www.vesselfinder.com, www.fleetmon.com,
www.myshiptracking.com

Secondo tutte le informazioni di cui sopra, le navi sono classificate nelle seguenti 4 sottocategorie:

- crociera: navi che transitano senza ripetizione sulla stessa linea, con transiti superiori a 20 km in linea retta;
- traghetto: navi che transitano con ripetizione consecutiva sulla stessa linea, con transiti superiori a 20 km in linea retta;
- escursioni: navi (generalmente inferiori a 50 m), transitanti lungo la costa con percorsi irregolari;
- altri: imbarcazioni non appartenenti alla categoria "Passeggeri".

Questa classificazione ha permesso di identificare 412 navi appartenenti alle categorie "Traghetto" e "Crociera" sulle 582 unità classificate come "Passeggeri", ovvero il 71%. Le altre tipologie appartengono a navi classificate nella categoria "Escursioni" (17%) o a errore di classificazione (12%).



La liste des navires appartenant à la catégorie "Passenger" a été créée, selon le format présenté dans la Figure suivante. Pour chaque numéro MMSI qui a transité dans le Sanctuaire, il a été nécessaire de vérifier :

- *l'attribution a un unique navire : il arrive qu'un MMSI appartienne à deux navires différents donc avec deux noms de navires différents;*



- *le nombre de positions cataloguées dans la base de données : de manière à éliminer les navires dont les données de transits sont incomplètes (élimination des navires avec moins de 10 positions sur les 3 années) ;*
- *la distribution globales des positions : de manière à éliminer les navires amarrés ou sans transits sur une distance minimum de 20 km en ligne droite ;*
- *l'appartenance à la catégorie "Passenger" selon les photographies des navires sur les bases de données en ligne: chaque navire est vérifié sur l'ensemble des 4 sites pour minimiser les erreurs : www.marinetraffic.com, www.vesselfinder.com, www.fleetmon.com, www.myshiptracking.com*

Selon l'ensemble des informations précédentes, les navires sont classés selon les 4 sous-catégories suivantes :

- *cruise : navires qui transitent sans répétition consécutive sur la même ligne, avec des transits de plus de 20 km en ligne droite ;*
- *ferry : navires qui transitent avec répétition consécutive sur la même ligne, avec des transits de plus de 20 km en ligne droite ;*
- *tour : navires (en générale de moins de 50m), transitant le long de la cotes avec des trajets irréguliers ;*
- *autres : navires n'appartenant pas à la catégories "Passenger".*

Ce classement a permis d'identifier 412 navires appartenant aux catégories "Ferry" et "Cruise" sur les 582 navires classés comme "Passenger" soit 71 %. Les autres types appartiennent à des navires classés dans la catégorie "Tour" (17 %) ou à des erreurs de classifications (12 %).

Calcoli degli indicatori spazio-temporali / Calculs des indicateurs spatio-temporaux

Per analizzare il rischio di collisione tra grandi cetacei e navi passeggeri nell'area del Santuario Pelagos, i parametri calcolati sono:

- la distribuzione spaziale del numero di traghetti/navi da crociera;
- la distribuzione spaziale del numero dei transiti effettuati per i traghetti/navi da crociera.

Per suddividere le posizioni di una stessa nave in gruppi di posizioni affiliate a un transito (chiamato anche viaggio o leg), il processo si basa sulla velocità della barca. Le posizioni delle barche sono ordinate cronologicamente e attribuite a un transito con un identificatore. Questo identificatore cambia ogni volta la velocità è inferiore a 2 nodi (considerato come ingresso in un porto). Ogni transito è successivamente qualificato con l'assegnazione del suo porto di partenza e di arrivo (quando questi sono stati raggiunti), con la velocità mediana di transito e se il transito è stato effettuato di notte o di giorno.

Pertanto la distribuzione spaziale del numero di traghetti/ navi da crociera e celle di transiti è stata probabilmente analizzata riducendo la velocità di navigazione o su tutti questi transiti (mediana) o per transito. Questi risultati sono stati poi filtrati per soglie che indicano il numero di navi (o transiti) che navigano a velocità superiori alle soglie:



- senza filtro (>2 <100 nodi)
- >10 nodi
- >15 nodi
- >20 nodi
- >25 nodi

Tutti questi parametri sono stati calcolati per due stagioni (per le quali la distribuzione dei grandi cetacei è variabile: estate e inverno). I dati sono stati quindi suddivisi in diversi periodi temporali:

- estate 2018 (dati inclusi dal 01/06 al 30/09);
- inverno 18-19 (dati compresi dal 01/01 al 31/03);
- estate 2019 (dati compresi da 01/06 a 30/09);
- inverno 19-20 (dati compresi dal 01/01 al 31/03);
- estate 2020 (dati inclusi dal 01/06 al 30/09).

Tutti questi parametri sono stati valutati sulla griglia di 5 km sulla base della griglia di 1 km prodotta dall'Agenzia Europea dell'Ambiente secondo le raccomandazioni INSPIRE per i sistemi di rete geografica della Direttiva INSPIRE 2007/2/CE.



Pour analyser le risque de collision entre les grands cétacés et les navires de transport de passagers sur l'espace du Sanctuaire Pelagos, les paramètres calculés sont les suivants:

- *la distribution spatiale du nombre de navires ferries/croisières;*
- *la distribution spatiale du nombre de transits effectués par les navires ferries/croisières.*

Pour diviser les positions d'une même embarcation en groupe de positions affiliées à un transit (appelé également voyage ou leg), le processus s'est basé sur la vitesse de l'embarcation. Ainsi les positions d'une embarcation sont classées chronologiquement et attribuées à un transit défini par un identifiant. Cet identifiant change à chaque fois qu'un ralentissement à moins de 2 nœuds est obtenu (considéré comme une entrée au port). Chaque transit est ultérieurement décrit avec l'attribution du port de départ et d'arrivée (quand ceux-ci ont été rejoints), la vitesse médiane de transit et si le transit a été effectué de nuit ou de jour.

Ainsi la distribution spatiale du nombre de navires ferries/croisières et celle des transits ont été ultérieurement analysées en considérant la vitesse de navigation soit sur l'ensemble de ces transits (médiane) soit par transit. Ces résultats ont été ensuite filtrés selon des seuils indiquant le nombre de navires (ou de transits) naviguant à des vitesses supérieures à des seuils :

- *sans filtre (>2 et <100 nœuds)*
- *>10 nœuds*
- *>15 nœuds*
- *>20 nœuds*
- *>25 nœuds*



L'ensemble de ces paramètres ont été calculés selon deux saisons (pour lesquelles la distribution des grands cétacés est variables : l'été et l'hivers). Les données ont donc été réparties en différentes périodes :

- *été 2018 (du 01/06 au 30/09) ;*
- *hivers 18-19 (du 01/01 au 31/03) ;*
- *été 2019 (du 01/06 au 30/09) ;*
- *hivers 19-20 (du 01/01 au 31/03) ;*
- *été 2020 (du 01/06 au 30/09).*

Tous ces paramètres ont été évalués sur la grille de 5 km basée sur la grille de 1 km produite par European Environment Agency selon les recommandations INSPIRE pour les systèmes de réseaux géographiques de la Directive INSPIRE 2007/2 / EC.

Analisi dei dati / Analyse des données

Cinquanta mappe sono state ottenute e sono rese disponibili sulla piattaforma Seawetra (Prodotto T4.1.1). Una selezione di 15 carte sono presentate in questo rapporto.



Cinquante cartes ont été ainsi obtenues et ont été publiées sur la plateforme Seawetra (Produit T4.1.1). Une sélection de 15 cartes sont présentées dans ce rapport.

Distribuzione spaziale del numero di traghetti-navi da crociera per stagione / Répartition spatiale du nombre de navires ferries-navire de croisière par saison

Complessivamente la distribuzione spaziale del numero di traghetti e navi da crociera è molto eterogenea sul Santuario Pelagos, con aree frequentate da oltre 40 navi:

- Genova-a sud (Olbia/Golf Aranci/...)
- Livorno-sud (Olbia/Golf Aranci/...)
- Genova-Tolone (o ad Ovest),
- Civitavecchia-Bastia,
- Nizza/Monte Carlo-Bastia,
- Civitavecchia-Santa Teresa di Gallura,
- Nizza/Monte Carlo-Tolone (o ad Ovest).

La distribuzione è generalmente la stessa tra il 2018 e il 2019, mentre per l'estate 2020 si registra un forte calo del traffico, legato all'emergenza sanitaria causata dalla pandemia di Covid-19. Durante l'inverno il traffico marittimo è nettamente ridotto rispetto a quello estivo (con poche zone frequentate da più di 30 navi). È comunque importante ricordare che il periodo di studio invernale comprende 3 mesi mentre quello estivo 4 in modo che questo indicatore possa essere leggermente sbilanciato, ma dovrebbe rimanere poco influenzato dall'analisi di un altro mese. Dato che in estate



la distribuzione rimane eterogenea all'interno del Santuario con zone frequentate a livello di Bastia, Genova, Livorno, Tolone. Confrontando i due inverni, è possibile notare un leggero aumento durante l'inverno 2020 rispetto al precedente.



Globalement la répartition spatiale du nombre de ferries et navires de croisière est très hétérogène sur le Sanctuaire Pelagos, avec des zones fréquentés par plus de 40 navires :

- **Gênes-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...)**
- *Livourne-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...)*
- **Gênes-Toulon (ou vers l'Ouest),**
- *Civitavecchia-Bastia,*
- *Nice/Monte Carlo-Bastia,*
- *Civitavecchia-Santa Teresa di Gallura,*
- *Nice/Monte Carlo-Toulon (ou vers l'Ouest).*

*La distribution est globalement la même entre 2018 et 2019 alors que pour l'été 2020 montre une forte diminution du trafic, liée à l'émergence sanitaire provoquée par la pandémie Covid-19. Pendant l'hivers, le trafic maritime est clairement réduit par rapport à l'été (avec peu de zones fréquentées par plus de 30 navires. Il est toutefois important de rappeler que la période d'étude hivernale est sur 3 mois alors que celle estive est sur 4 si bien que cet indicateur pourrait être légèrement biaisé, mais devrait rester peu influencer par l'analyse d'un mois de plus. Comme en été la distribution reste hétérogène au sein du Sanctuaire avec des zones fréquentées au niveau de Bastia, **Gênes**, Livorno, Toulon. En comparant les deux hivers, il est possible de noter un légère augmentation durant l'hivers 2020 par rapport au précédent.*

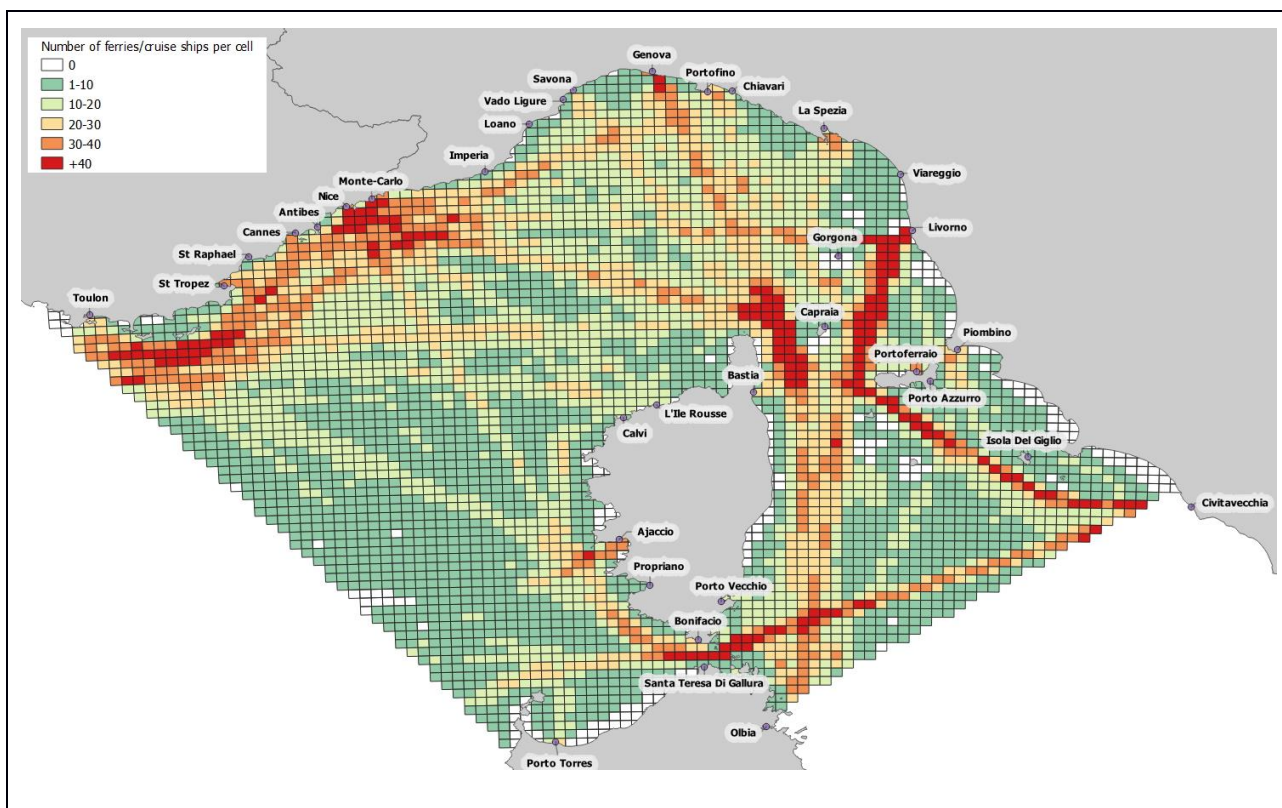
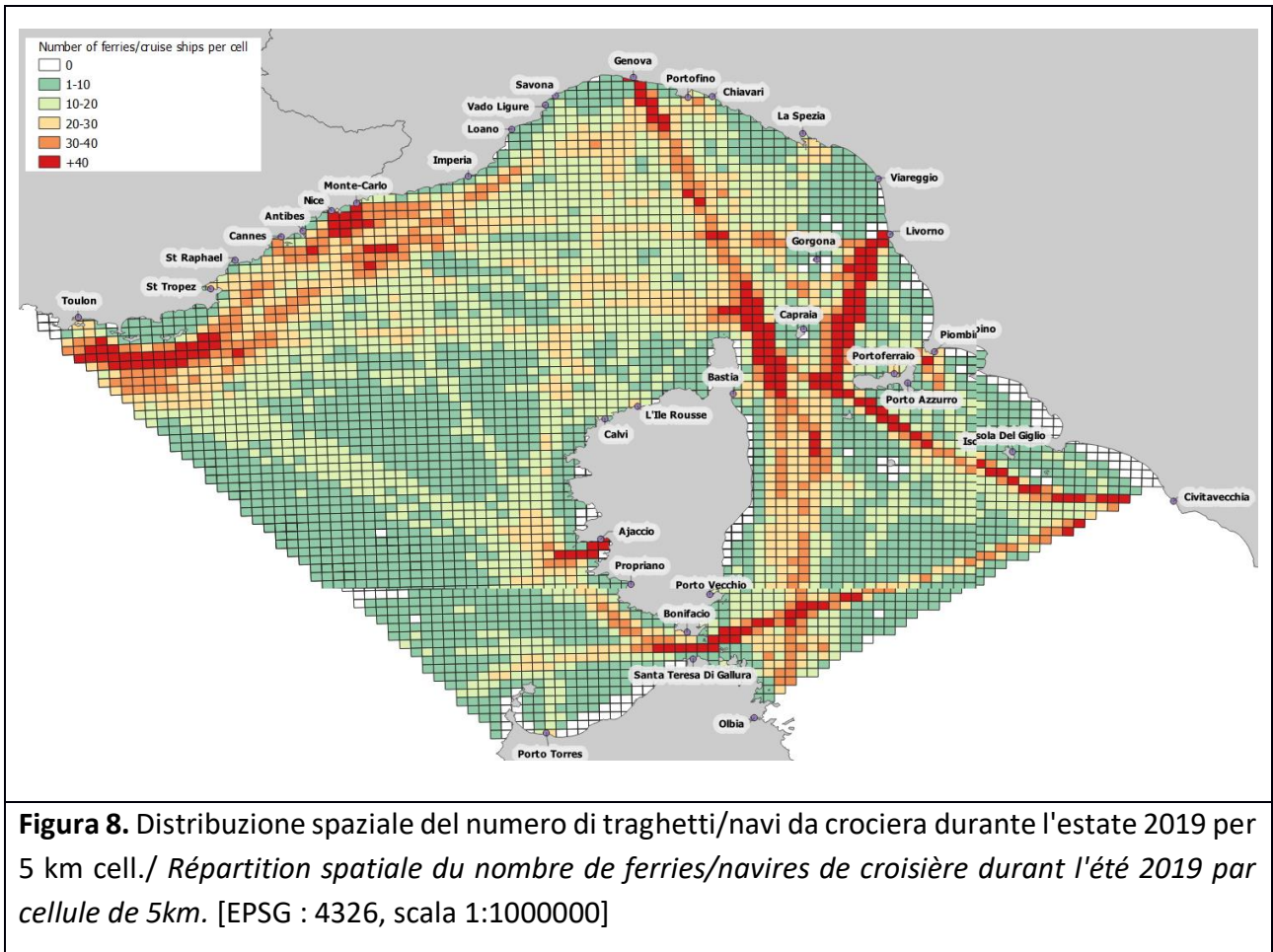
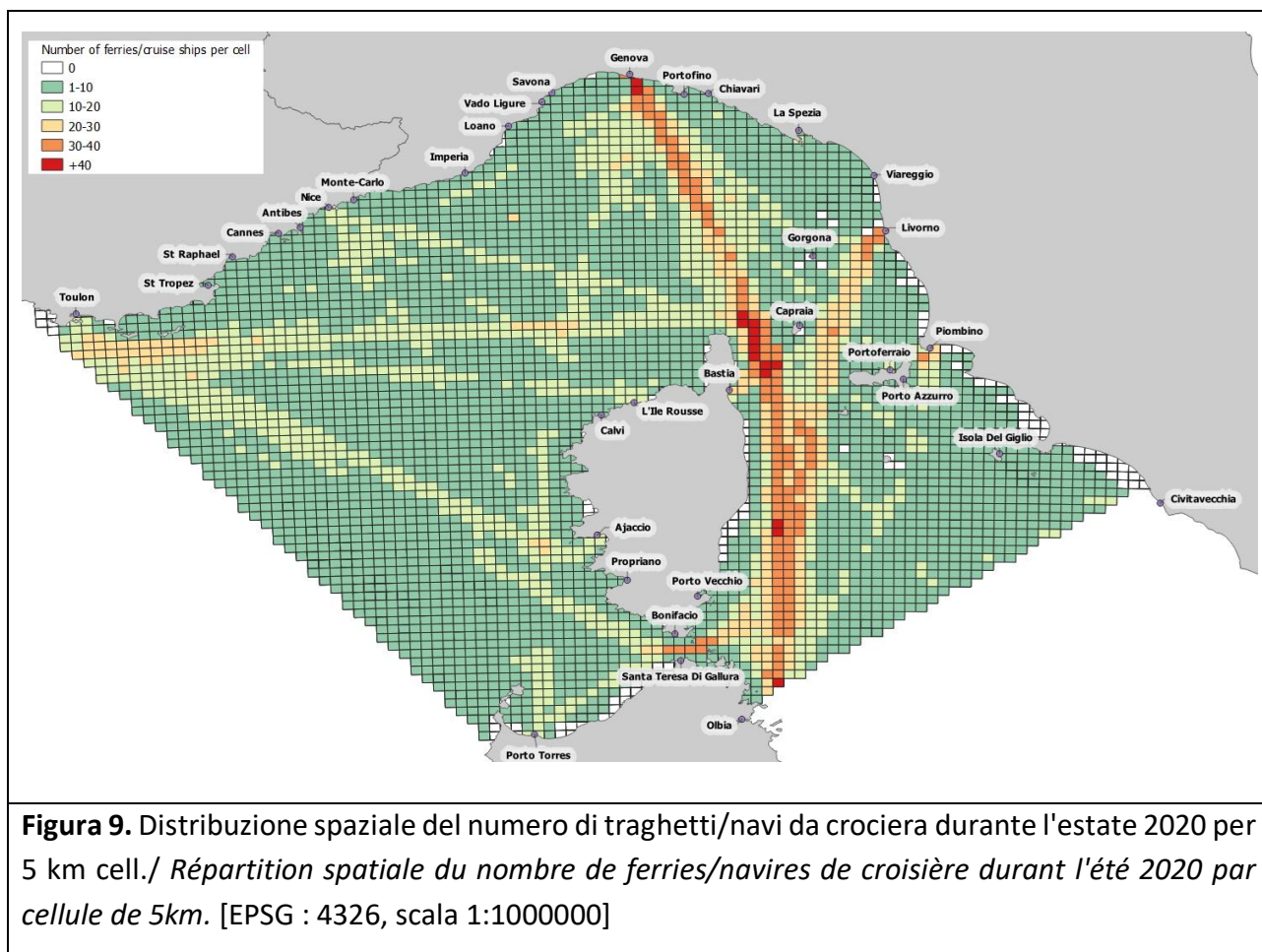


Figura 7. Distribuzione spaziale del numero di traghetti/navi da crociera durante l'estate 2018 per 5 km cell./ Répartition spatiale du nombre de ferries/navires de croisière durant l'été 2018 par cellule de 5km. [EPSG : 4326, scala 1:1000000]





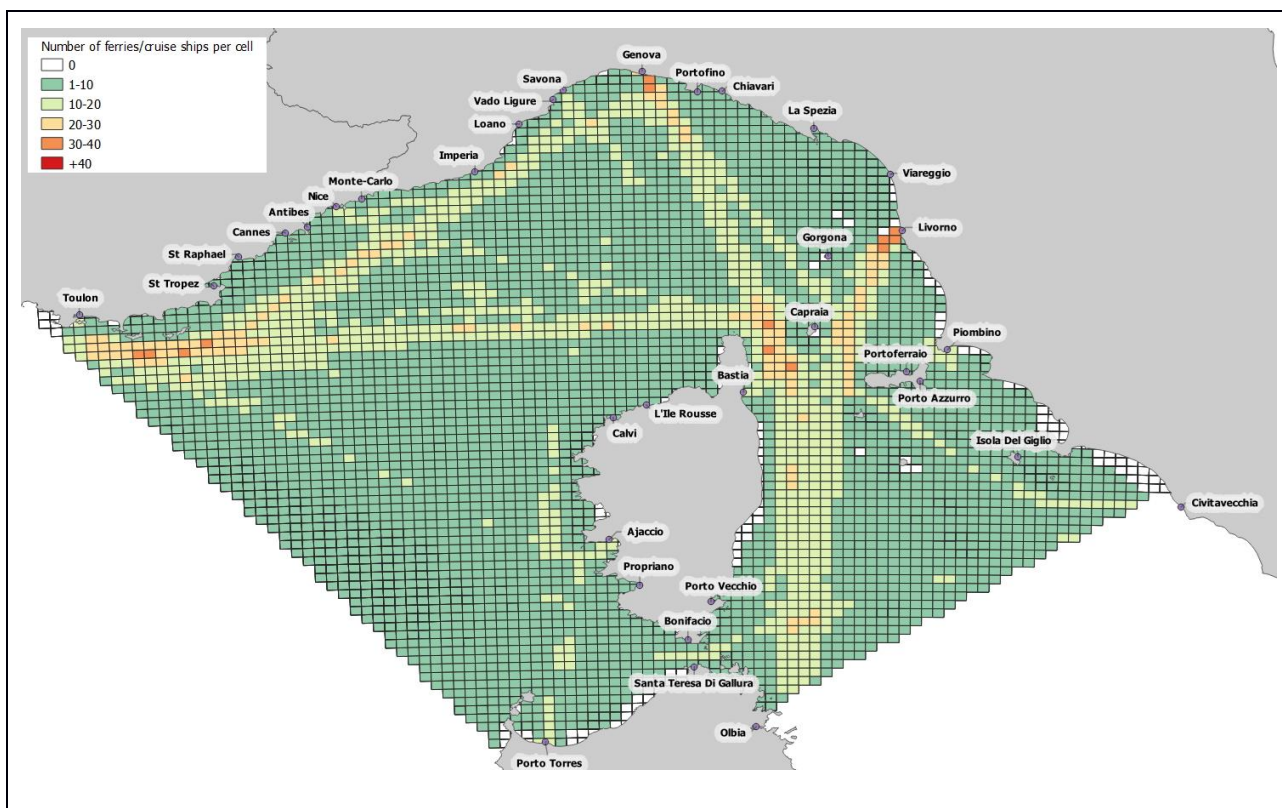


Figura 10. Distribuzione spaziale del numero di traghetti/navi da crociera durante l'inverno 2019 per 5 km cell./ Répartition spatiale du nombre de ferries/navires de croisière durant l'hivers 2019 par cellule de 5km. [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

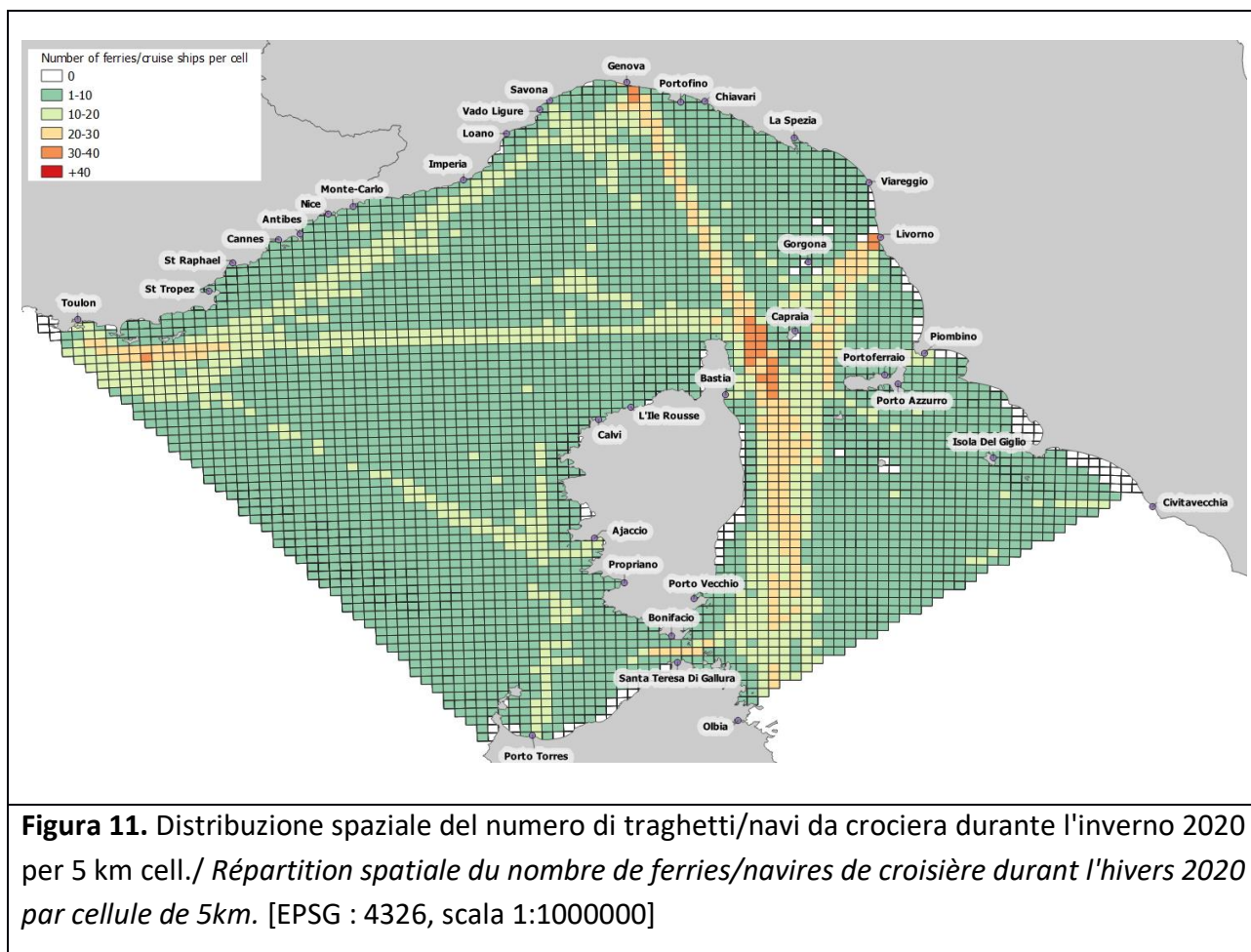


Figura 11. Distribuzione spaziale del numero di traghetti/navi da crociera durante l'inverno 2020 per 5 km cell./ Répartition spatiale du nombre de ferries/navires de croisière durant l'hivers 2020 par cellule de 5km. [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

Distribuzione spaziale del numero di transiti traghetti-navi da crociera / Répartition spatiale du nombre de transits effectués par les ferries-navire de croisière

La distribuzione dei transiti durante l'estate nel Santuario Pelagos è molto simile alla distribuzione del numero delle navi. Tuttavia, le mappe mostrano un'intensificazione dei passaggi su aree molto ristrette. Così, come per le prime mappe presentate, alcune linee su cui transita la maggior parte delle navi sono anche le linee più trafficate, come ad esempio:

- Genova-verso sud (Olbia/Golf Aranci/...)
- Livorno-verso sud (Olbia/Golf Aranci/...)
- Nizza/Monte Carlo-Bastia.

Altre linee presentano rispettivamente meno transiti anche se frequentate da molte navi come le linee di Civitavecchia e Genova-Tolone (o verso Ovest) Nel 2019 questa distribuzione sembra ancora leggermente meno intensa limitando le aree con transiti molto frequenti (più di 500 transiti in 4 mesi). Questa riduzione del traffico si nota ad esempio con alcune linee che scompaiono (Nizza verso la Corsica e la Sardegna con più di 500 transiti). Nel 2020 il calo del traffico è ancora più marcato. Così tutto il traffico lungo il continente franco-italiano sembra scomparire (con meno di 100 transiti in 4 mesi). Le linee più trafficate (con più di 500 transiti) sono:



- Livorno-verso sud (Olbia/Golf Aranci/...);
- Genova-Bastia
- Bastia-Tolone.

Sono visibili anche alcune aree molto limitate al largo di Ajaccio e Porto Torres (con più di 500 transiti), per la confluenza di diverse linee a livello portuale o per la sovrapposizione di linee (come l'area al largo di Savona con più di 500 transiti) .

La distribuzione negli inverni è molto meno intensa sia nel 2019 che nel 2020, con molte meno aree molto trafficate (più di 500 transiti). È identificabile solo la linea Livorno-Sud (Olbia/Golf Aranci/...) (con celle con più di 500 transiti). Anche qui l'effetto di confluenza ai porti è visibile anche per Genova, Tolone e Bastia. Nel 2020 il calo è ancora più marcato rispetto al 2019.



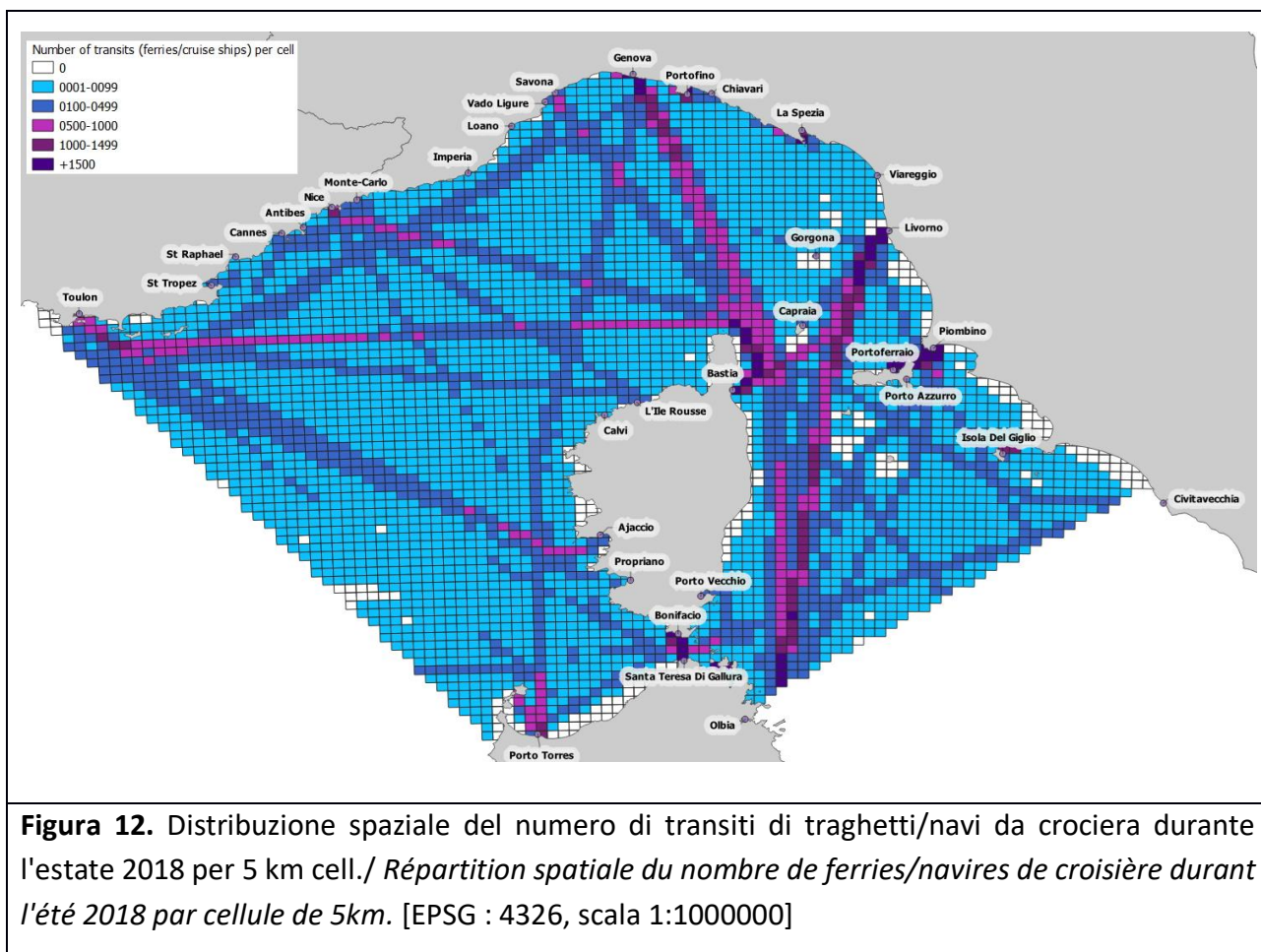
La répartition des transits durant l'été sur le Sanctuaire Pelagos est très similaire à la répartition du nombre de navires. Cependant, les cartes montrent une intensification des passages sur des zones très étroites. Ainsi, comme pour les premières cartes présentées, certaines lignes sur lesquelles transitent le plus de navire sont également les lignes les plus fréquentées comme par exemple :

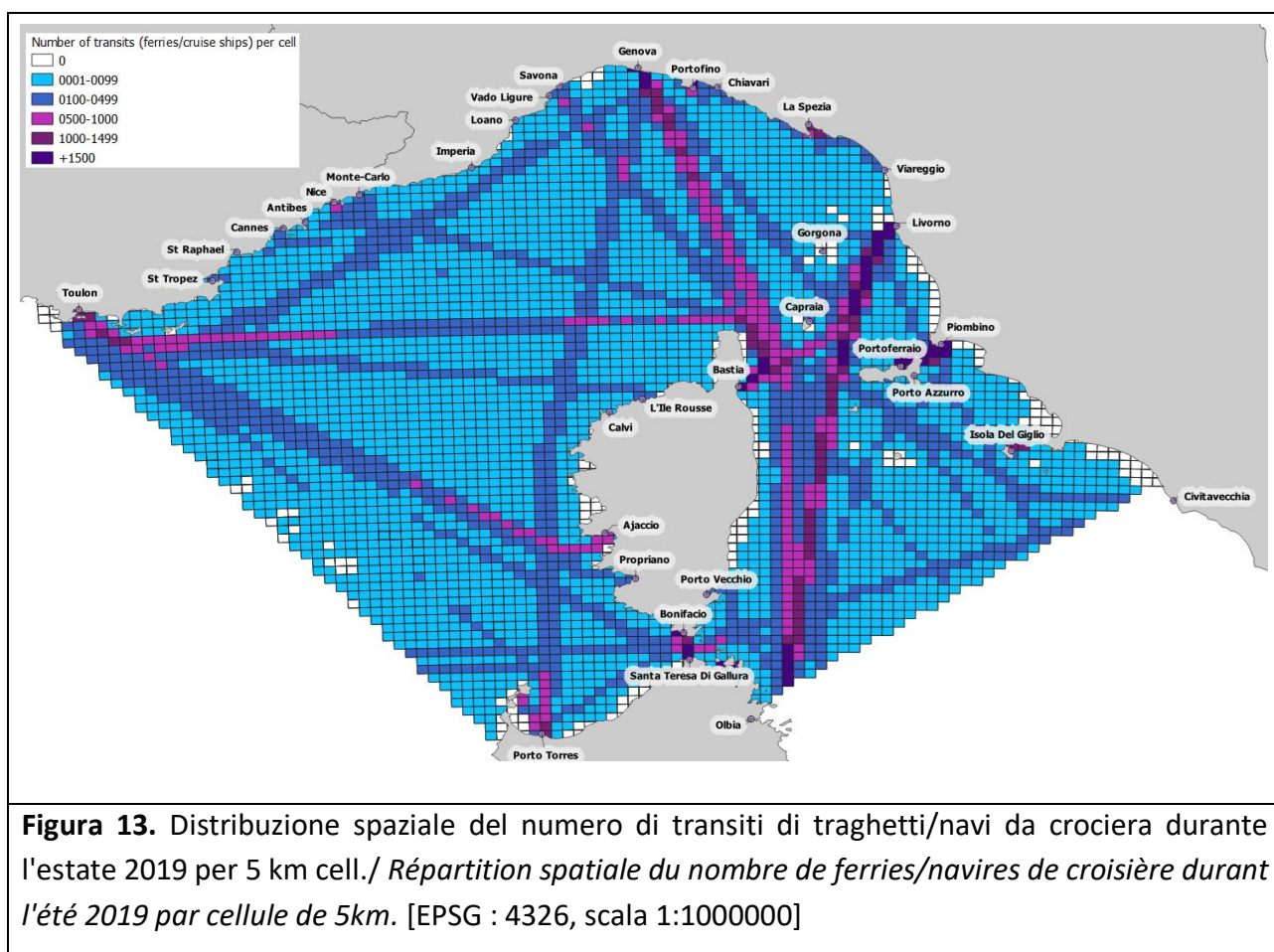
- *Gênes-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...)*
- *Livourne-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...)*
- *Nice/Monte Carlo-Bastia.*

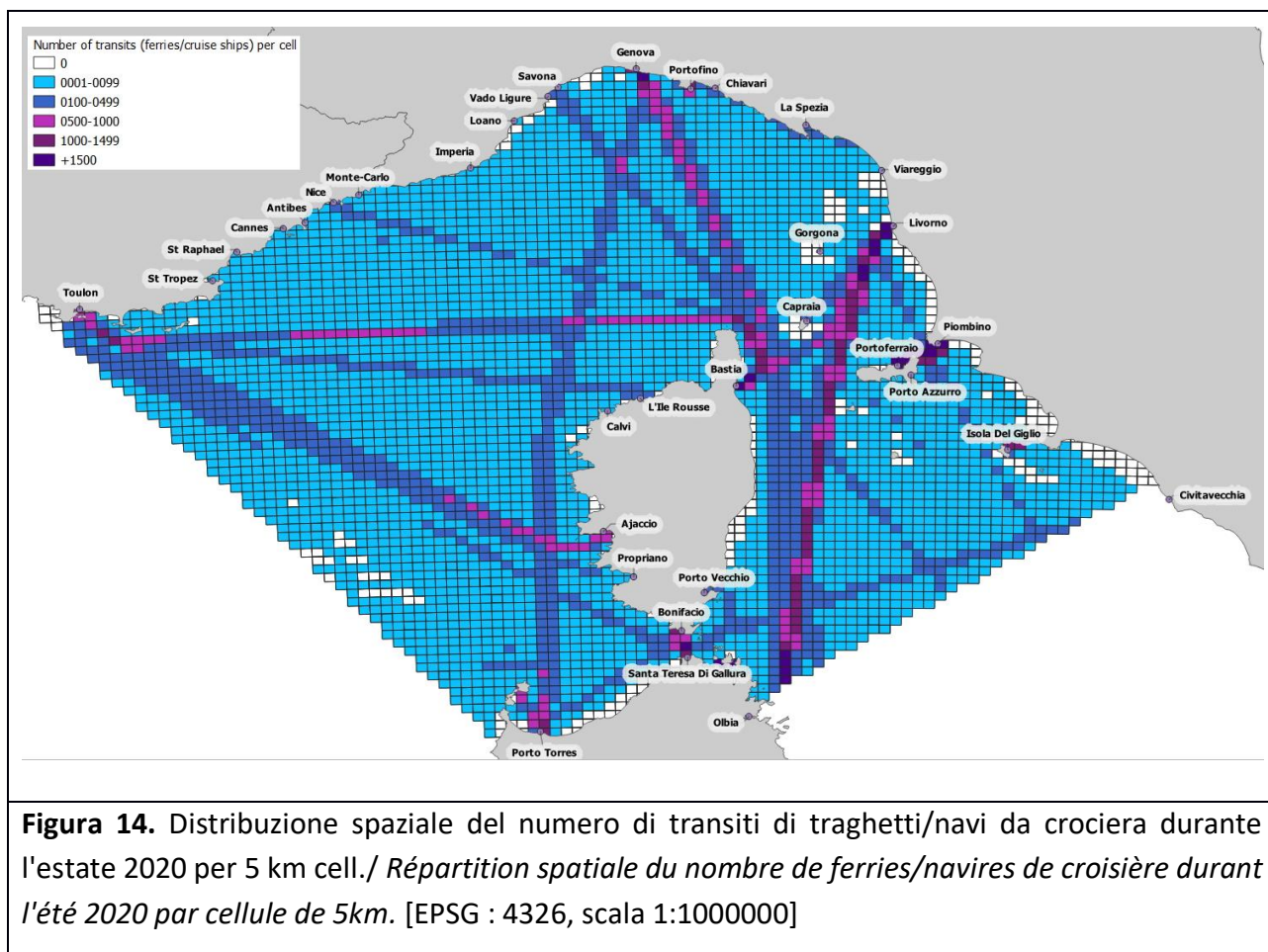
D'autres lignes présentent respectivement moins de transits même si elles sont fréquentées par de nombreux navires comme les lignes de Civitavecchia et Genova-Toulon (ou vers l'Ouest). En 2019, cette répartition semble encore légèrement moins intense limitant les zones avec des transits très fréquents (plus de 500 transits en 4 mois). Cette diminution du trafic se note par exemple avec certaines lignes qui disparaissent (Nice vers la Corse et la Sardaigne avec plus de 500 transits). En 2020, la diminution du trafic est encore plus marquée. Ainsi tout le trafic le long du continent Franco-Italien semble disparaître (avec moins de 100 transits su 4 mois). Les lignes les plus fréquentées (avec plus de 500 transits) sont :

- *Livourne-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...) ;*
- *Gênes-Bastia*
- *Bastia-Toulon.*

Quelques zones très limitées au large d'Ajaccio et de Porto Torres (avec plus de 500 transits) sont également visibles, dues à la confluences de différentes lignes au niveau des ports ou à la superpositions de lignes (comme par exemple la zone au large de Savona avec plus de 500 transits). La répartition en hivers est quant à elle bien moins intense aussi bien en 2019 qu'en 2020, avec beaucoup moins de zones très fréquentées (plus de 500 transits). Seule la ligne Livourne-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...) est identifiable (avec des cellules avec plus de 500 transits). Ici aussi l'effet de confluence aux ports est également visible pour Gênes, Toulon, Bastia. En 2020, la diminution est encore plus marquée au'en 2019.







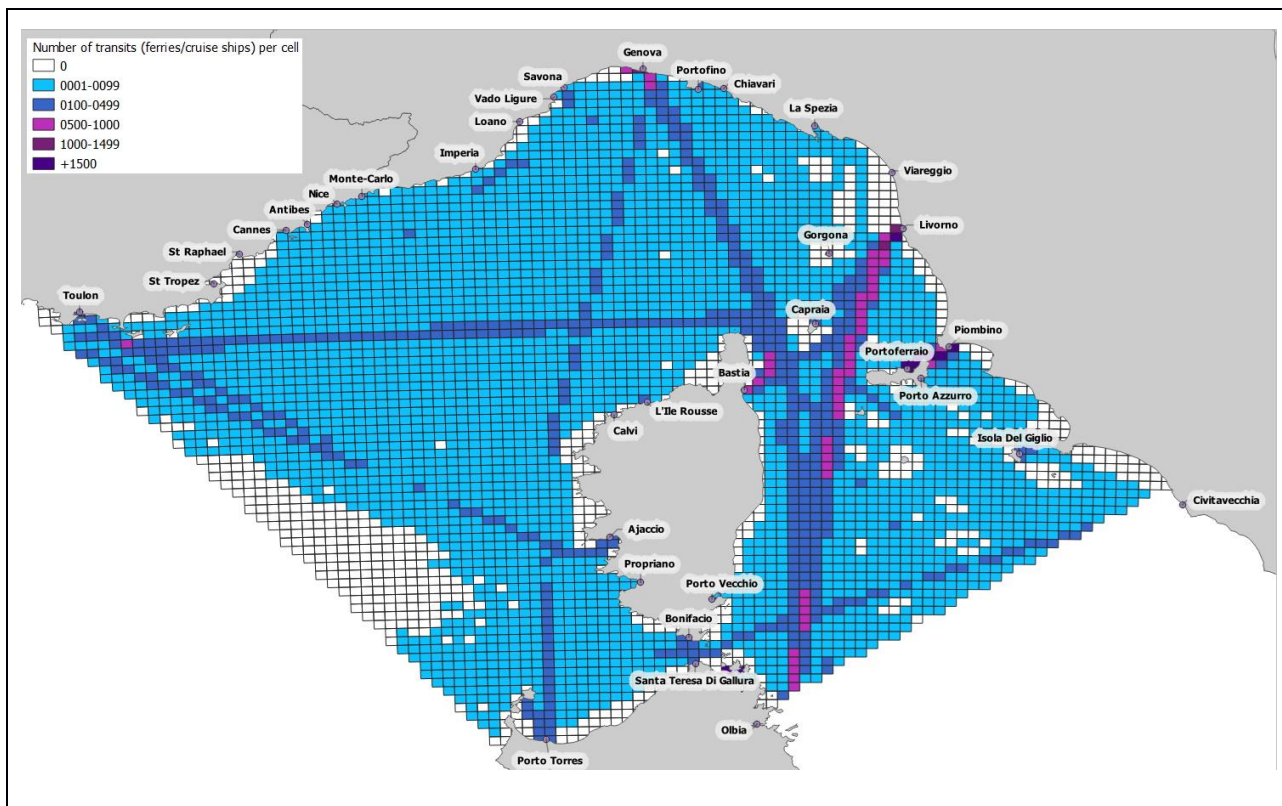
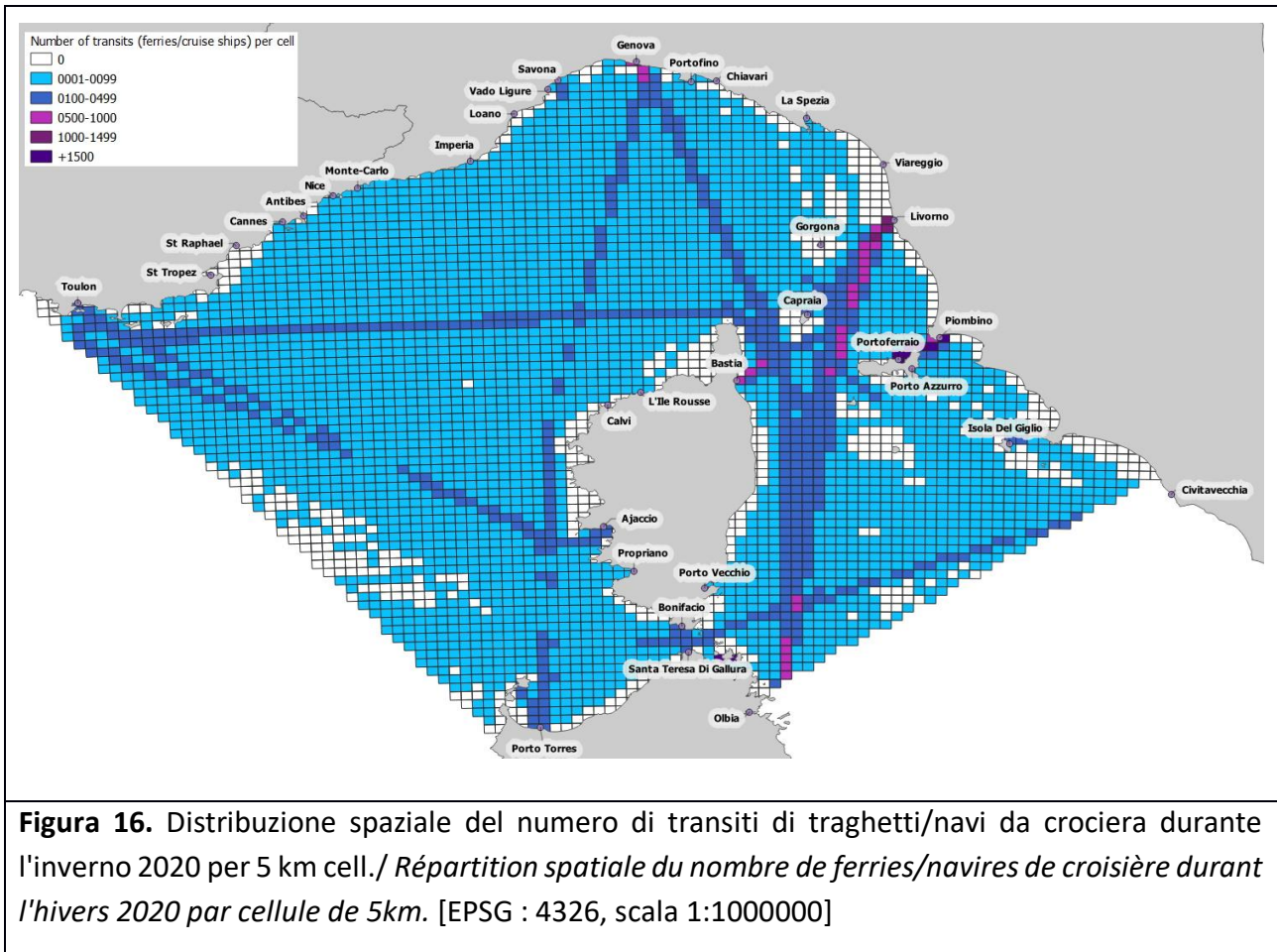


Figura 15. Distribuzione spaziale del numero di transiti di traghetti/navi da crociera durante l'inverno 2019 per 5 km cell./ Répartition spatiale du nombre de ferries/navires de croisière durant l'hivers 2019 par cellule de 5km. [EPSG : 4326, scala 1:1000000]





Distribuzione spaziale del numero di transiti secondo la velocità / Répartition spatiale du nombre de transits selon la vitesse

Le mappe del numero di transiti secondo diverse soglie di velocità mostrano che la quasi totalità dei transiti avviene a più di 10 nodi perché le mappe con tutti i transiti o solo quelli a più di 10 nodi non presentano differenze significative. Salendo fino a 15 nodi, la distribuzione del numero di transiti inizia a variare rispetto alla mappa con la totalità dei transiti. Complessivamente tutte le aree con più di 100 transiti sono rappresentate in modo attenuato ma la distribuzione rimane la stessa. A 20 nodi la distribuzione cambia sempre di più, con la comparsa di un certo numero di celle dove non si effettua alcun transito a questa velocità. Le linee con più di 100 transiti a più di 20 nodi sono:

- Tolone-Ajaccio;
- Tolone-Bastia;
- Nizza-Bastia;
- Civitavecchia-Porto Torres (e verso Ovest);
- Civitavecchia-Santa Teresa di Gallura;
- Piombino-verso sud.

Le due linee che superano i 500 transiti sono Genova-verso sud (Olbia/Golf Aranci/...) e Livorno-verso sud.

A 25 nodi, la distribuzione del conteggio dei transiti è altamente eterogenea con gran parte del Santuario inalterato (da 0 a meno di 100 transiti) su gran parte delle linee. Quelli con più di 100 transiti sono:

- Nizza-Bastia;
- Civitavecchia-Porto Torres (e verso Ovest);
- Livorno-verso sud;
- Piombino-verso sud.

In inverno, questa stessa analisi della velocità mostra una differenza significativa rispetto a velocità superiori a 20 nodi. Infatti, a 20 nodi, buona parte del Santuario è attraversata da meno di 100 transiti per cellula nell'arco di 3 mesi. Le righe con più di 100 sono su:

- Genova-Bastia;
- Livorno-verso sud;
- Civitavecchia-Porto Torres (e verso Ovest).

Pochissime celle sono attraversate da più di 500 transiti (verso Livorno e verso Olbia) per sovrapposizione di linee che convergono nello stesso luogo.



Les cartes du nombre de transits selon différents seuils de vitesse montrent que la quasi-totalité des transits sont effectués à plus de 10 nœuds car les cartes avec tous les transits ou seulement ceux à plus de 10 nœuds ne présentent pas de différences significatives. En montant à 15 nœuds, la distribution du nombre de transits commence à varier par rapport à la carte sans filtrage. Globalement, toutes les zones avec plus de 100 transits sont représentées de manière atténuée mais la distribution reste la même. À 20 nœuds, la distribution change de plus en plus, avec l'apparition d'un certain nombre de cellules où aucun transit à cette vitesse n'est fait. Les lignes ayant plus de 100 transits à plus de 20 nœuds sont :

- Toulon-Ajaccio ;
- Toulon-Bastia ;
- Nice-Bastia ;
- Civitavecchia-Porto Torres (et vers l'Ouest) ;
- Civitavecchia-Santa Teresa di Gallura ;
- Piombino-vers le sud.

Les deux lignes dépassant les 500 transits sont Gênes-vers le sud (Olbia/Golf Aranci/...) et Livourne-vers le sud.

À 25 nœuds, la distribution du nombre de transits est fortement ment hétérogène avec une grande partie du Sanctuaire non impacté (de 0 à moins de transits 100) sur une grande partie des lignes. Celles qui présentent plus de 100 transits sont :

- Nice-Bastia ;
- Civitavecchia-Porto Torres (et vers l'Ouest) ;
- Livourne-vers le sud ;
- Piombino-vers le sud.

En hivers, cette même analyse de la vitesse montre une différence significativement à partir de vitesse supérieure à 20 nœuds. En effet, à 20 nœuds, une large partie du Sanctuaire est traversé par moins de 100 transits par cellule sur 3 mois. Les lignes avec plus de 100 sont sur :

- Gênes-Bastia ;
- Livourne-vers le sud ;
- Civitavecchia-Porto Torres (et vers l'Ouest).

Très peu de cellule sont traversées par plus de 500 transits (vers Livourne et vers Olbia) par superposition de lignes qui confluent au même endroit.

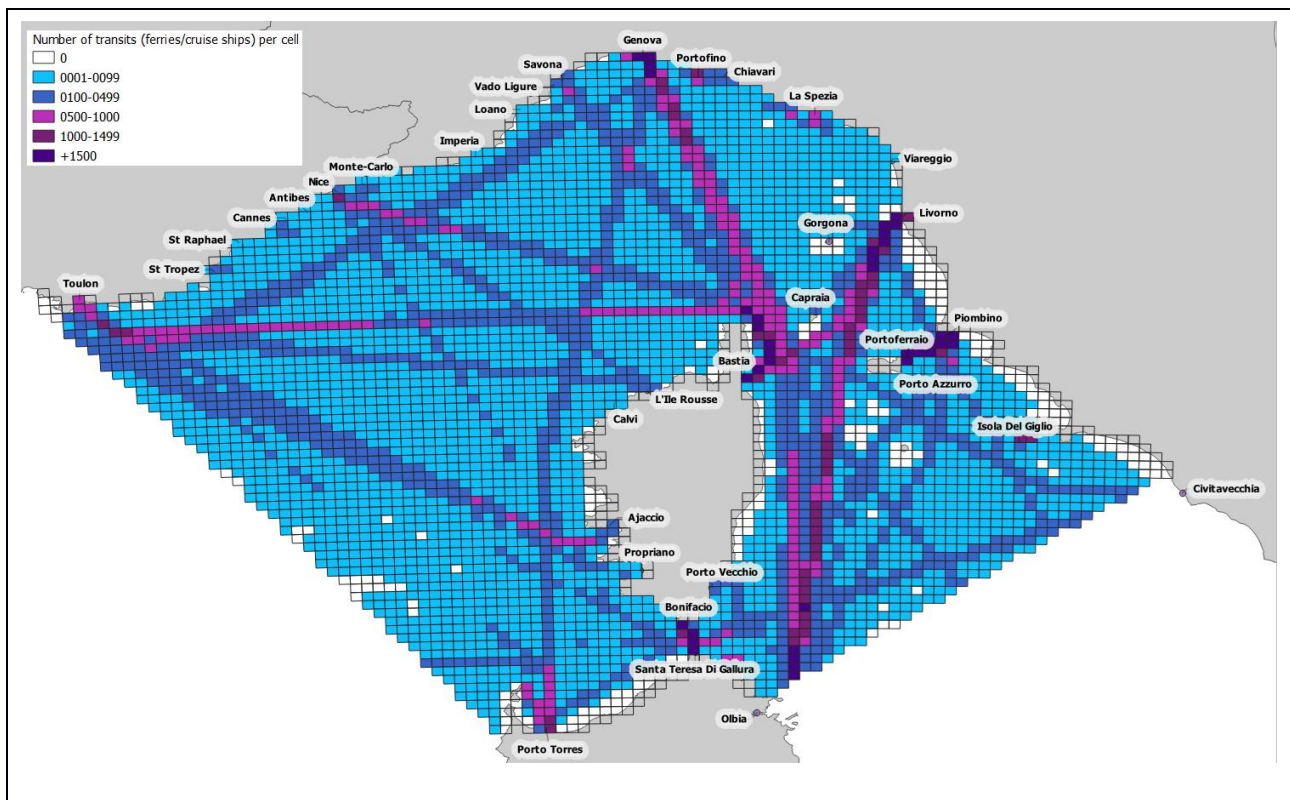


Figura 17. Distribuzione spaziale del numero di transiti di traghetti/navi da crociera a più di 10 nodi durante l'estate 2018 per 5 km cell./ *Répartition spatiale du nombre de transits de ferries/navires de croisière à plus de 10 nœuds durant l'été 2018 par cellule de 5km.* [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

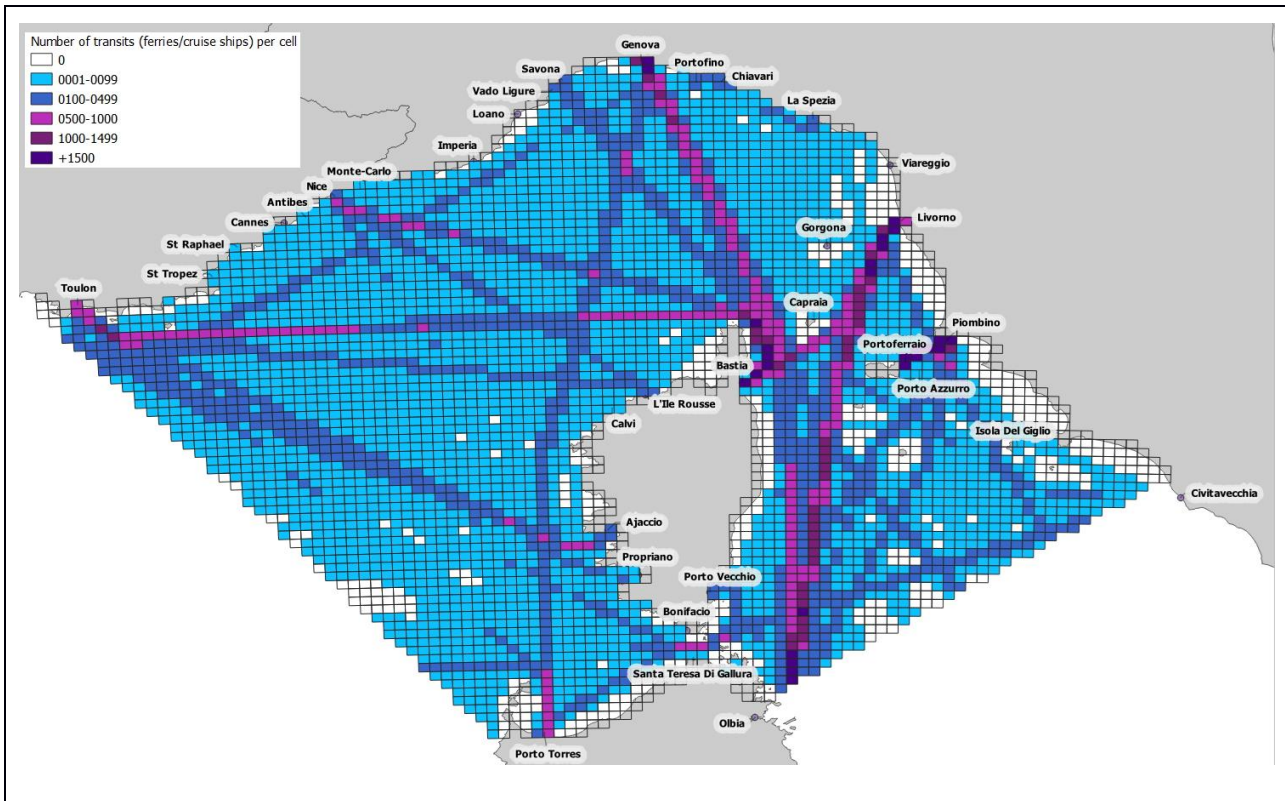


Figura 18. Distribuzione spaziale del numero di transiti di traghetti/navi da crociera a più di 15 nodi durante l'estate 2018 per 5 km cell./ *Répartition spatiale du nombre de transits de ferries/navires de croisière à plus de 15 nœuds durant l'été 2018 par cellule de 5km.* [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

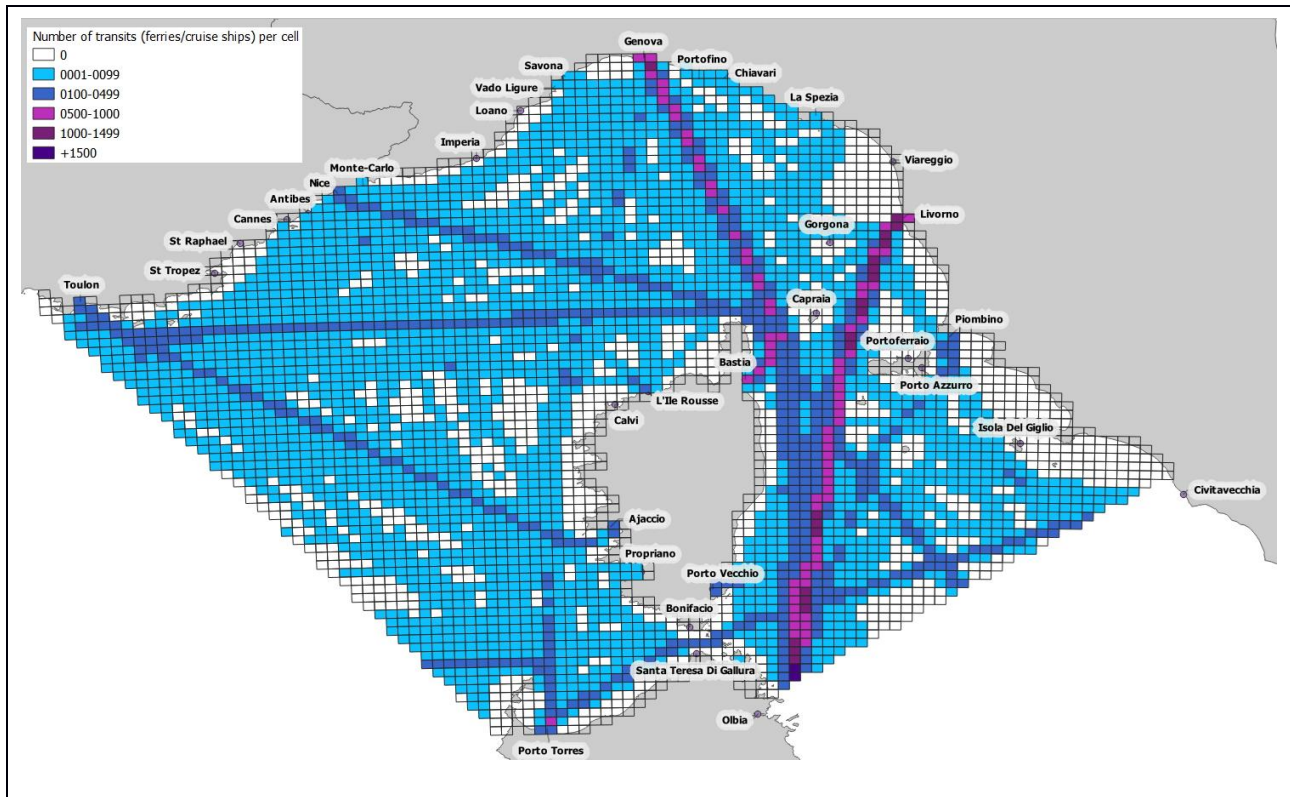


Figura 19. Distribuzione spaziale del numero di transiti di traghetti/navi da crociera a più di 20 nodi durante l'estate 2018 per 5 km cell./ *Répartition spatiale du nombre de transits de ferries/navires de croisière à plus de 20 nœuds durant l'été 2018 par cellule de 5km.* [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

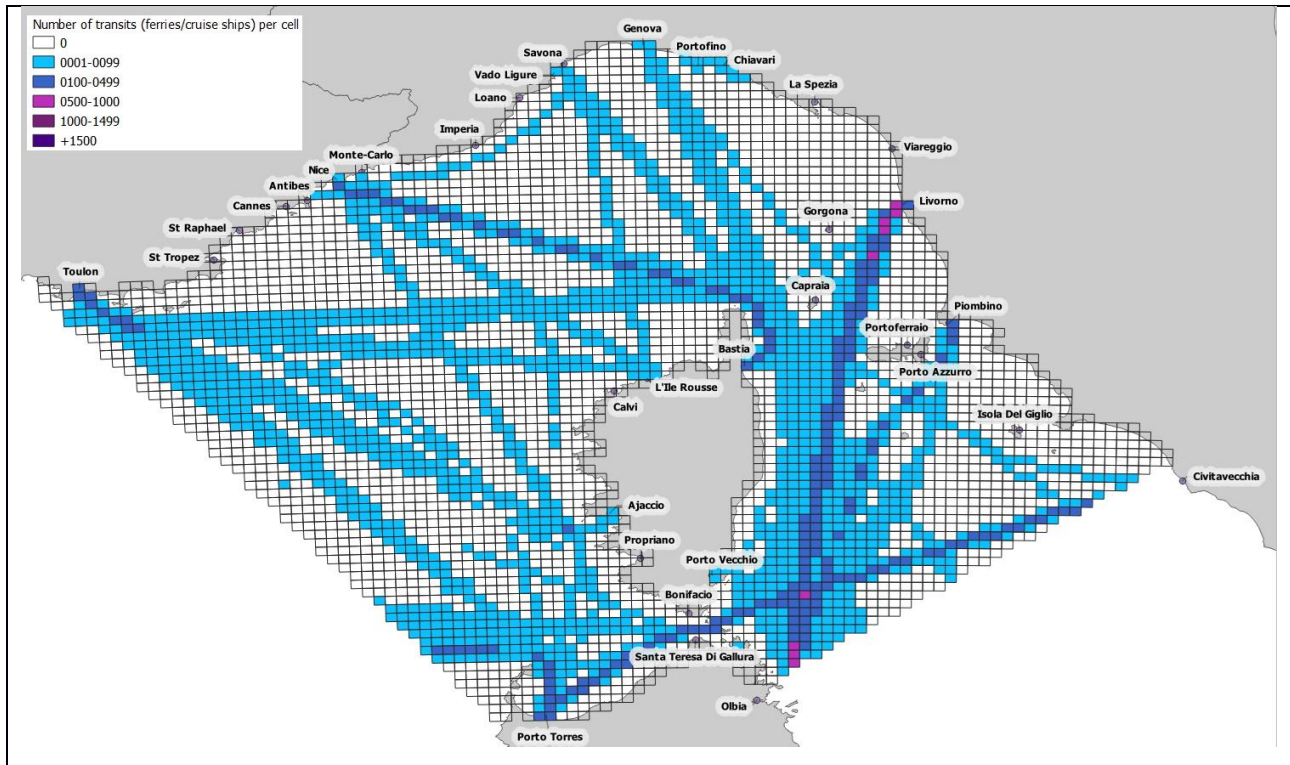


Figura 20. Distribuzione spaziale del numero di transiti di traghetti/navi da crociera a più di 25 nodi durante l'estate 2018 per 5 km cell./ Répartition spatiale du nombre de transits de ferries/navires de croisière à plus de 25 nœuds durant l'été 2018 par cellule de 5km. [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

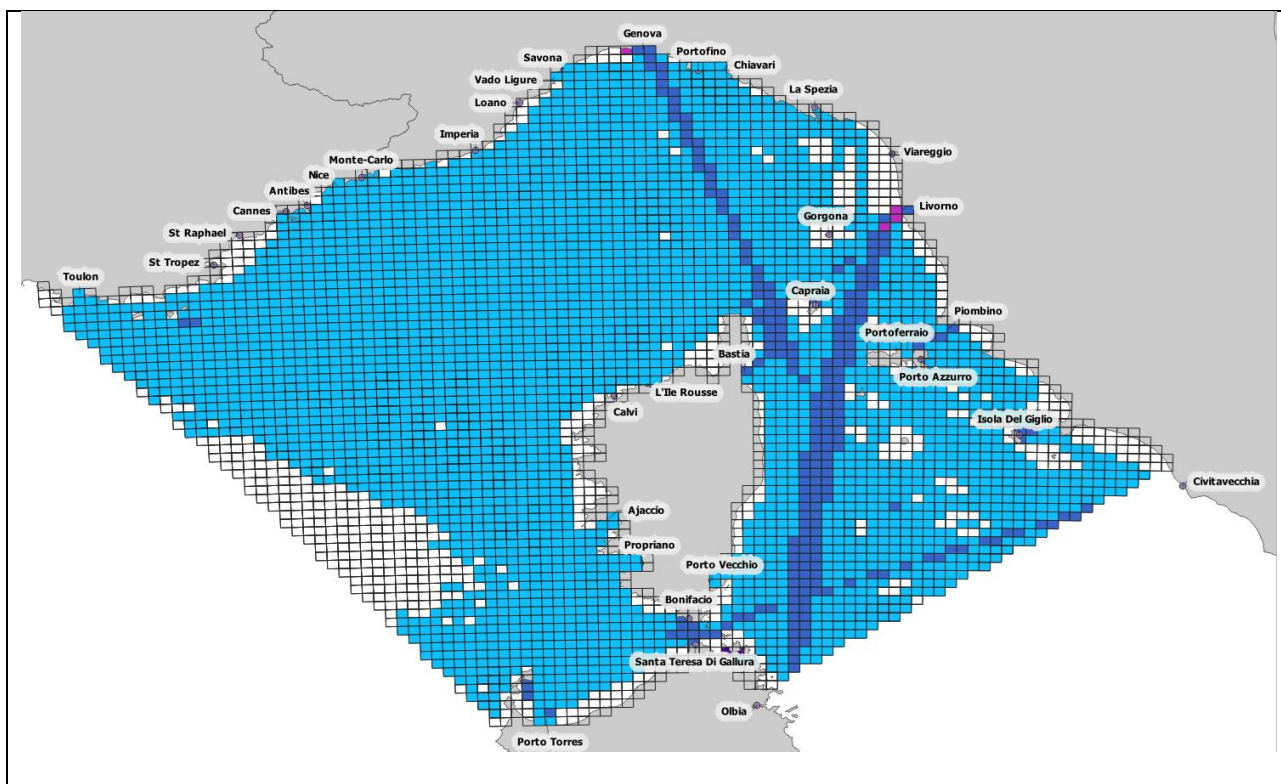


Figura 21. Distribuzione spaziale del numero di transiti di traghetti/navi da crociera a più di 20 nodi durante l'inverno 2019 per 5 km cell./ Répartition spatiale du nombre de transits de ferries/navires de croisière à plus de 20 nœuds durant l'hivers 2019 par cellule de 5km. [EPSG : 4326, scala 1:1000000]

Bibliografia / Bibliographie

Coomber F., D'Inca M., Rosso M., Tepsich P., Notarbartolo Di Sciara G. and Moulins A., 2016. Description of the vessel traffic within the north Pelagos Sanctuary: Inputs for Marine Spatial Planning and management implications within an existing international Marine Protected Area. *Marine Policy* 69:102-113. DOI:10.1016/j.marpol.2016.04.013

Schoeman R.P., Patterson-Abrolat C. and Plön S., 2020. A Global Review of Vessel Collisions With Marine Animals. *Frontiers in Marine Science* 7. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2020.00292>