

REGIONE
SICILIANA



COMUNE DI
POZZALLO



COMUNE DI
ISPICA



COMUNE DI
NOTO



COMUNE DI
ROSOLINI



COMUNE DI
AVOLA



COMUNE DI
SIRACUSA



COMUNE DI
PRIOLO GARGALLO



Il Committente:

NP Pozzallo Wind

NP POZZALLO WIND S.R.L
Galleria Passarella, 2 - 20122 Milano
(MI) C.F./ Part. IVA 12502530962
Pec: npozzallowind@legalmail.it

Il Progettista:

Agon engineering  Entrope srl  Seahorse Wind 

 dott. ing. VITTORIO RANDAZZO
 dott. ing. VINCENZO DI MARCO
dott. ENRICO FORCUCCI 

Titolo del progetto:

PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"

Documento:

PROCEDURA DI SCOPING

N. Documento:

REL_05

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

Relazione geologica idrogeologica ed oceanografica

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev.	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	30/10/2023			V.D.	V.R.



Unità Locale di Ricerca dell'Università di Palermo

**CONVENZIONE SEAHORSE WIND S.R.L.–CONISMA PER LA
DEFINIZIONE PRELIMINARE DELLE CARATTERISTICHE
GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E OCEANOGRAFICHE, DI
SUPPORTO PER LA SCELTA DI UN SITO IDONEO PER
L'INSTALLAZIONE DI UN CAMPO DI TURBINE EOLICHE IN
AMBIENTE MARINO E DI UN PERCORSO SICURO PER LA POSA DEI
CAVI DI COLLEGAMENTO CON LA TERRAFERMA NELL'OFFSHORE
DI POZZALLO (CANALE DI SICILIA).**

REPORT TECNICO

Il Responsabile Scientifico

Prof. Attilio Sulli

Luglio 2022

Indice

Introduzione	3
1. Inquadramento geologico regionale	5
2. Assetto fisiografico del Plateau di Malta	10
3. Assetto oceanografico	12
4. Area di indagine.....	14
4.1 Sismicità e strutture associate ad emissioni di fluidi.....	16
5. Considerazioni conclusive	18
Bibliografia	21

Introduzione

Il presente Report costituisce la sintesi delle attività svolte nell'ambito della Convenzione stipulata tra SEAHORSE WIND S.R.L. e il Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare (CONISMA), finalizzata alla definizione preliminare delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e oceanografiche dell'offshore del Plateau di Malta (settore orientale del Canale di Sicilia). L'obiettivo della Convenzione consentirà di indirizzare la scelta di un sito idoneo per l'installazione di un campo di turbine eoliche in ambiente marino e di un percorso sicuro per la posa dei cavi di collegamento con la terraferma nell'offshore di Pozzallo (Sicilia sud-orientale).

Lo studio si è esteso all'area vasta anche in merito alle conoscenze delle condizioni idrodinamiche e della circolazione dell'acqua marina in riferimento alle batimetrie nonché all'andamento del moto ondoso in relazione anche ai *climate driven events*.

Lo studio è stato effettuato prevalentemente su dati esistenti, ricavati dalla consultazione della letteratura geologica, geofisica e oceanografica specializzata e dall'analisi di informazioni provenienti da banche di dati di geologia e geofisica marina. Questa valutazione fornisce parametri interpretativi preliminari, come punto di partenza per indagini specifiche in fase progettuale, che comprendano indagini dirette e di maggiore dettaglio. I risultati dello studio consentiranno di elaborare il programma di indagini che saranno effettuate nella fase successiva del progetto. Lo studio permetterà di definire le caratteristiche generali dei fondali marini e del sottofondo, nonché dell'idrodinamica del settore ma non potrà essere considerato come strumento per l'individuazione di geohazard e per la definizione di parametri geometrici e litotecnici dei corpi geologici presenti nell'area di impianto.

L'area di indagine occupa il settore sud-orientale del Plateau di Malta e ricade nei confini marini del territorio italiano e di quello maltese (fig. 1).



Figura 1: Inquadramento preliminare dell'area di indagine.

Il presente rapporto Tecnico è stato redatto con la collaborazione della Dott.ssa Simona Todaro.

1. Inquadramento geologico regionale

L'area del Plateau di Malta è circondata da tre elementi morfo-strutturali (fig. 2): (i) ad est, un sistema di faglie estensionali NNW–SSE note come Scarpata di Malta che separano il plateau dal bacino dello Ionio (Micallef et al., 2019); (ii) a sud-ovest il fronte della catena Siculo-Maghrebide; e (iii) il Canale di Sicilia, zona di *rifting* continentale (che include i graben di Pantelleria, Linosa and Malta) caratterizzata da un sistema di faglie dirette attive fin dal Miocene (Casero et al., 1984; Civile et al., 2010; Gardiner et al., 1995; Jongsma et al., 1985; Patacca et al., 1979; Reuther and Eisbacher, 1985; Torelli et al., 1995).

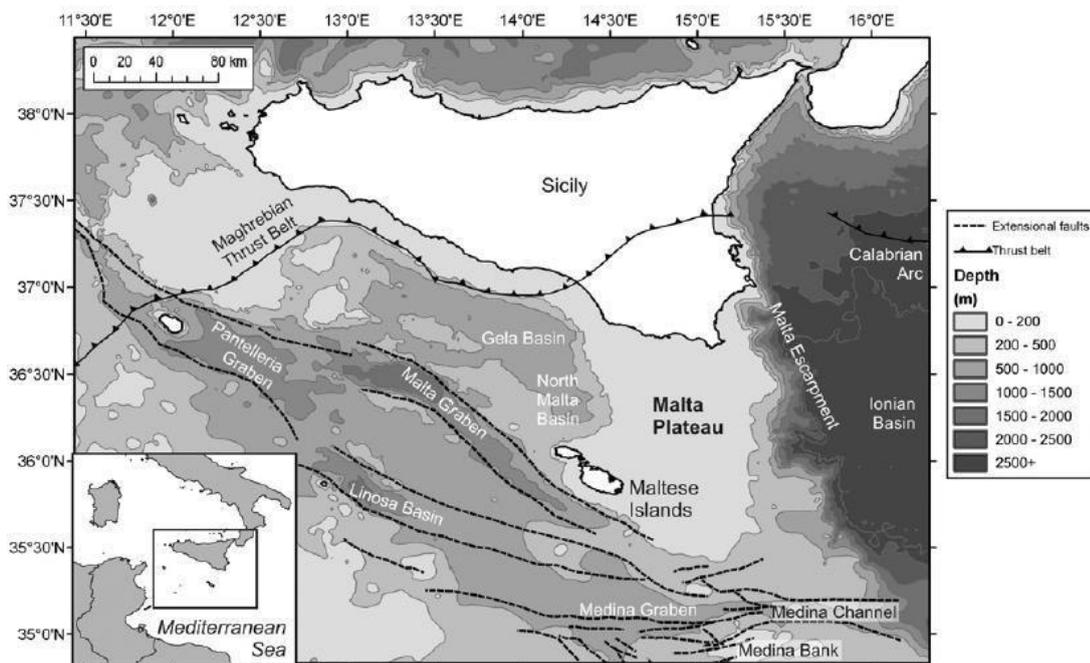


Figura 2: Carta batimetrica del Canale di Sicilia che mostra le principali morfo-strutture che circondano il Plateau di Malta (Micallef et al., 2011).

L'evoluzione geologica del Canale di Sicilia è stata controllata, a partire dal Miocene, dall'orogenesi che ha originato la catena Appenninico-Maghrebide. Due principali elementi geologici si svilupparono nell'area: il Bacino di Gela che rappresenta l'avanfossa del sistema a falde

e sovrascorrimenti della catena, e il plateau ibleo-maltese che rappresenta l'avampese della catena

sia *onshore* che *offshore*. L'avanzamento della catena a partire dal Miocene ha profondamente influenzato la sedimentazione lungo il Canale di Sicilia. Nel settore dell'avanfossa la sovrapposizione delle falde della catena ha deformato i sedimenti plio-pleistocenici come testimoniato dalle geometrie dei limiti di sequenza della successione plio-pleistocenica (Di Stefano et al., 1993). Nel settore dell'avampaese la continua subsidenza e l'assenza di tettonica hanno consentito, durante il Plio-Pleistocene, l'accrescimento di una rampa progradante verso SW al di sopra di un basamento meso-cenozoico di rocce carbonatiche e terrigene (Todaro et al., 2021) (fig. 3).

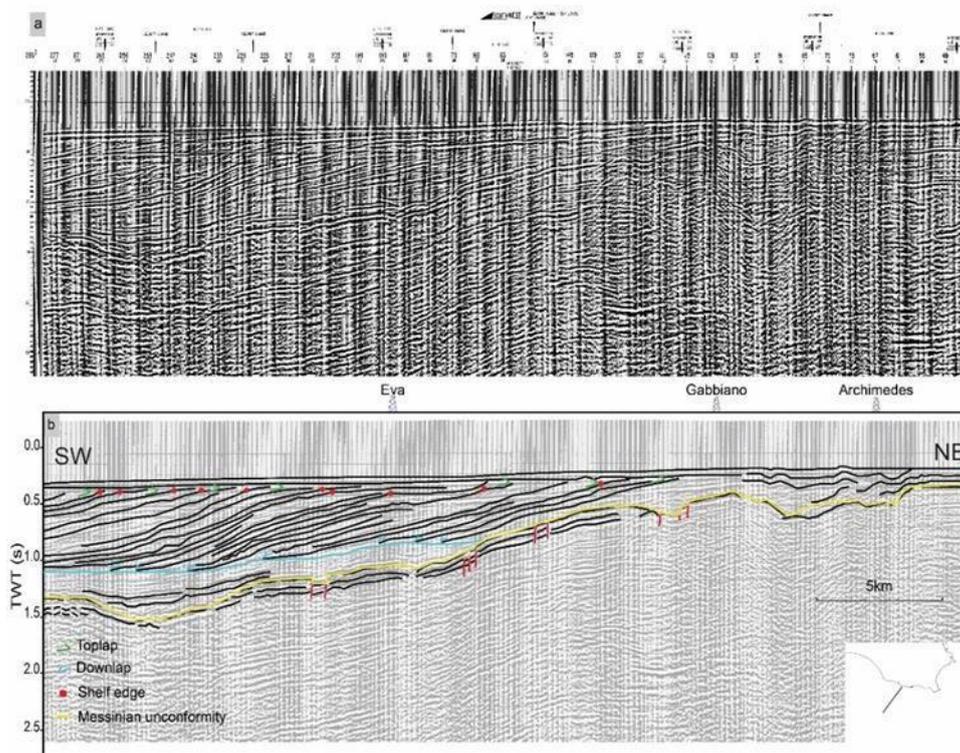


Figura 3: Profilo sismico multicanale C-594 non interpretato (a), interpretato (b) che attraversa il settore sudoccidentale dell'altopiano di Malta. È visibile il sistema di clinoforni progradanti verso SW sul basamento Meso-Cenozoico

L'assetto stratigrafico del Plateau di Malta è caratterizzato da sequenze carbonatiche di età Triassico Superiore-Oligocene sovrastate da marne mioceniche, evaporiti del Messiniano, marne

calcaree del Pliocene inferiore e depositi silicoclastici del Pliocene superiore-Pleistocene (Jongsma et al., 1985; Patacca et al., 1979; Scandone et al., 1981; Torelli et al., 1995; ViDEPI, 2016) (fig. 4).

Durante il Pleistocene-Olocene, la sedimentazione nel Plateau di Malta è stata caratterizzata da un sistema misto carbonatico-silicoclastico che non mostra deformazioni tettoniche, suggerendo meccanismi deposizionali controllati dalle variazioni del livello del mare e dalla subsidenza (Ghielmi et al., 2012; Max et al., 1993; Osler and Algan, 1999). In questo contesto morfodinamico sembra che l'avanzamento della catena siciliano-maghrebide non abbia influenzato la sedimentazione nel Plateau di Malta, contrariamente a quanto avviene nell'adiacente Bacino di Gela. L'architettura del Plateau di Malta è classificabile quindi come una zona di *back-bulge*, un'area di sedimentazione che si crea a causa del *flexural uplift* della zona di avampaese (DeCelles and Giles, 1996) (fig. 5). La zona di *back-bulge* è caratterizzata da un bacino poco profondo con batimetrie non superiori ai 200 m nel quale si depositano associazioni di facies, da neritiche a litorali, le cui sequenze sono controllate dalla subsidenza e dalle variazioni relative del livello del mare.

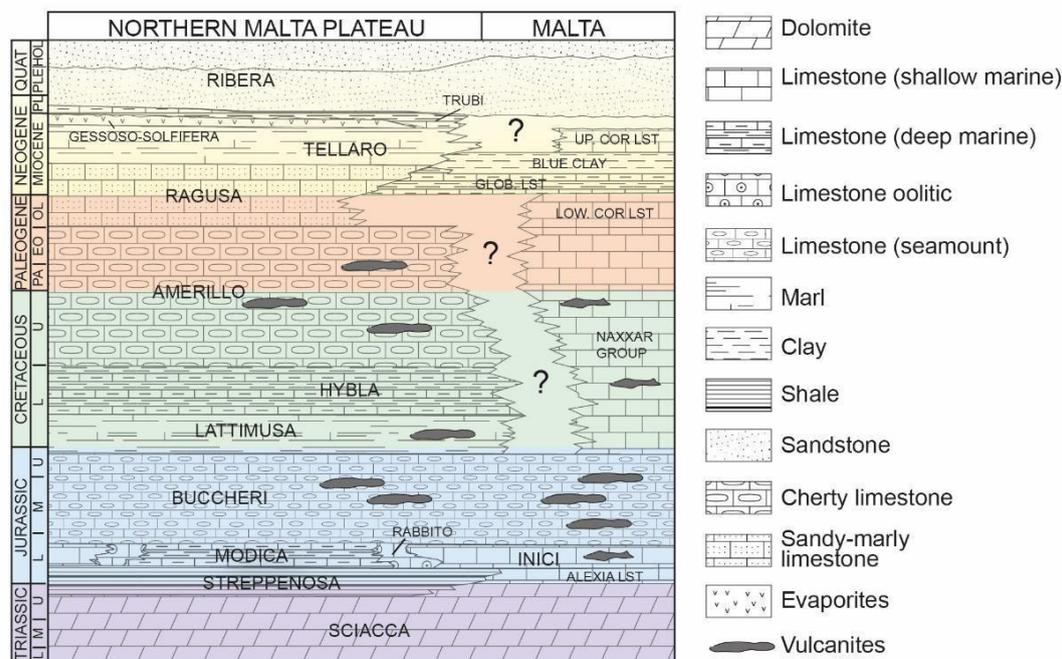


Figura 4: Assetto stratigrafico del Plateau di Malta (mod. da Antonelli et al., 1988, non in scala). Formazioni Tellaro, Ragusa, Amerillo, Hybla, Lattimusa, Bucchieri, Modica-Rabbito-Inici, Streppenosa and Sciacca rappresentano il basamento Meso-Cenozoico del Plateau di Malta. Le formazioni denominate *Upper Coralline Limestone*, *Blue Clay*, *Lower Coralline Limestone*, *Naxxar Group*,

Buccheri, Inici, *Alexia Limestone* e Sciacca rappresentano i depositi pre-messiniani del Plateau di Malta .

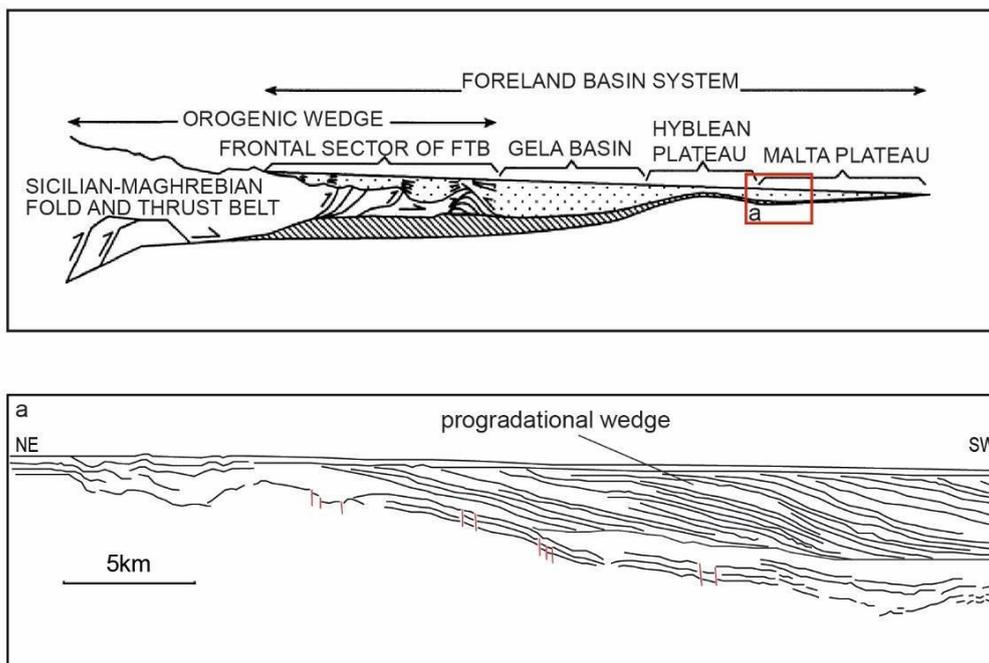


Figura 5: Modello schematico di un bacino di *back-bulge* (rettangolo rosso) (mod. da DeCelles e Giles, 1996). In a) il sistema di clinoformi progradati osservato nel Plateau di Malta accresciutisi all'interno del bacino di *back-bulge*.

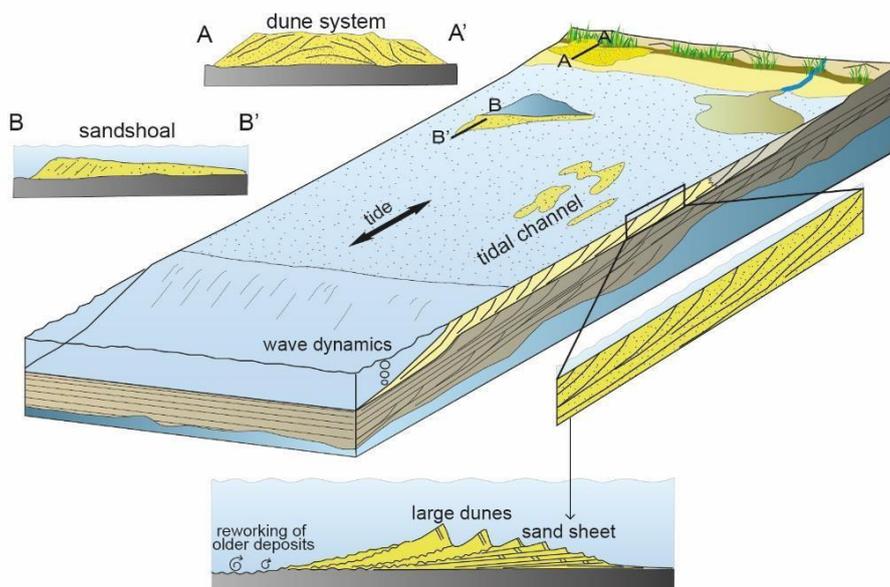


Figura 6: Modello di distribuzione dei depositi sabbiosi descritti nel Plateau di Malta (Todaro et al., 2022).

L'evento climatico glaciale più recente è iniziato 26,5 ka e la sua fase di basso livello è nota come *Last Glacial Maximum* (LGM). Il livello del mare si è abbassato globalmente di circa 130 m, la maggior parte delle piattaforme continentali erano emerse e la linea di costa si trovava vicino all'attuale margine della piattaforma. Durante l'LGM l'aumento dell'idrodinamicità delle acque e un crescente apporto di sedimenti fluviali ha consentito la formazione di depositi regressivi al margine delle piattaforme continentali. Nel Plateau di Malta i depositi regressivi si sono sviluppati come banchi sabbiosi data l'assenza di un vero e proprio margine di piattaforma (fig. 6). Tali depositi si sono formati nei bassi fondali in seguito all'interazione tra la dinamica delle maree e del moto ondoso. La rielaborazione dei banchi sabbiosi, avvenuta durante l'ultima fase trasgressiva, ha prodotto depositi con geometrie interne riconducibili ad una sedimentazione in un ambiente di mare poco profondo influenzato dalle maree (fig. 6). La sedimentazione odierna è rappresentata da sedimenti sabbiosi con presenza di *reefs* biogenici nell'infralitorale mentre nelle zone di acque profonde predominano i sedimenti terrigeni misti ai sedimenti pelagici ed emipelagici (Tonarelli et al., 1992; EMODnet EUSeaMap 2021).

2. Assetto fisiografico del Plateau di Malta

Il Canale di Sicilia è una provincia geografica complessa che comprende diverse morfologie come banchi, bacini profondi e apparati vulcanici (sia sottomarini che emersi) (Spatola et al., 2018; Stanley et al., 1975). L'area di studio ricade nel settore sud-occidentale del Canale di Sicilia ed è caratterizzata da un'area a bassi fondali (0-200 m) conosciuti come Plateau di Malta (fig. 7). Il Plateau di Malta costituisce un mare epicontinentale caratterizzato da un'ampia piattaforma (10,700 km²) che rappresenta la prosecuzione dell'avampaese ibleo affiorante nella Sicilia sud-occidentale. La connessione tra la piattaforma continentale e le aree bacinali si verifica attraverso una rampa con inclinazioni di circa 2°. I caratteri fisiografici di questa rampa differiscono dalla classica definizione di piattaforma continentale, che si sviluppa normalmente in un margine continentale, in cui si raggiungono batimetrie superiori a 800 m (Todaro et al., 2021).

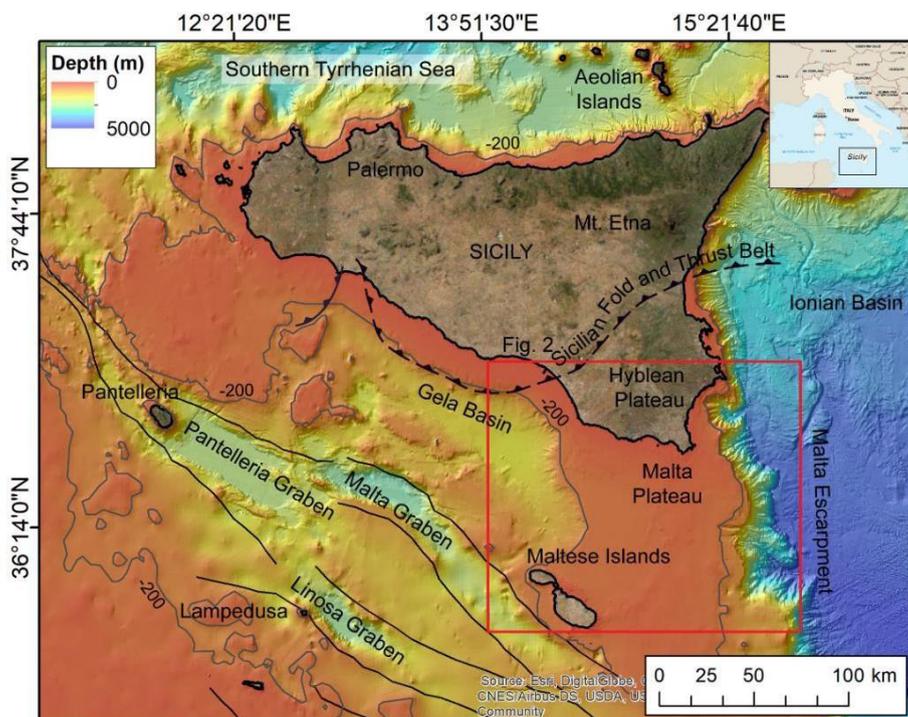


Figura 7: Batimetria del Canale di Sicilia (<http://www.emodnet-bathymetry.eu>) con evidenziata l'area di indagine (rettangolo rosso).

Nel settore costiero siciliano sud orientale ed in particolare nell'area interessata dal passaggio dei cavi da mare a terra, sono presenti diversi banchi dominati da *Posidonia oceanica* ad una profondità compresa tra 0-50 m (Bellissimo et al., 2020; Calvo et al., 2010) (fig. 8).

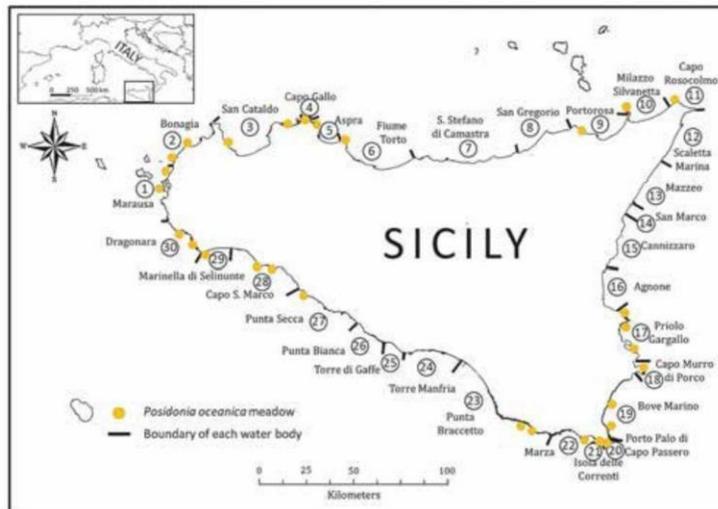


Figura 8: Localizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* distribuite lungo la costa siciliana (Bellissimo et al., 2020).

3. Assetto oceanografico

La circolazione oceanica nel Canale di Sicilia è caratterizzata dalla presenza di due masse d'acqua (fig. 9): i) *Modified Atlantic Water* (MAW); e ii) *Levantine Intermediate Water* (LIW) (Lafuente et al., 2002; Millot, 1999). La MAW è rappresentata da acque superficiali che entrano dallo stretto di Gibilterra e circolano verso est ad una profondità compresa tra 0 e 200 m. Lungo il Canale di Sicilia la MAW si divide in due correnti: la *Atlantic Tunisian Current* (ATC) che circola al margine della piattaforma tunisina (Béranger et al., 2004; Onken et al., 2003; Sammari et al., 1999) e la *Atlantic Ionian Stream* (AIS) che circola nel Bacino di Gela e nel Plateau di Malta (Lermusiaux and Robinson, 2001; Spatola et al., 2018). La LIW è caratterizzata da correnti più dense ad elevata salinità che circolano a profondità oltre i 500m in senso inverso rispetto la MAW, attraversando il Canale di Sicilia verso ovest, fino a fuoriuscire dallo stretto di Gibilterra.

Il vento dominante in quest'area durante l'inverno è il Maestrale (NW) mentre in primavera prevale lo Scirocco (SE) (Orasi et al., 2018) (fig. 9). La direzione prevalente delle onde è da nord-ovest, tuttavia sono frequenti anche le onde da sud-est. Durante l'inverno l'altezza delle onde può superare i 7 m mentre durante l'estate non superano i 1,92 m (Drago et al., 2013).

Il regime tidale dell'area è classificabile come microtidale con range di marea inferiori al metro (Cosoli et al., 2015) (fig. 10).

L'ARPA Sicilia in collaborazione con l'Università di Malta e l'Università di Palermo ha messo a punto un sistema di monitoraggio continuo e remoto del moto ondoso e delle correnti marine nell'area del Plateau di Malta. Il progetto, denominato *Calypso-South*, ha come obiettivo il potenziamento dell'attività di monitoraggio delle correnti marine superficiali nel canale siculo-maltese al fine di mitigare gli effetti di eventuali sversamenti di idrocarburi accidentali a tutela delle coste siciliane e maltesi (<https://www.arpa.sicilia.it/temi-ambientali/mare/progetto-calypto>).

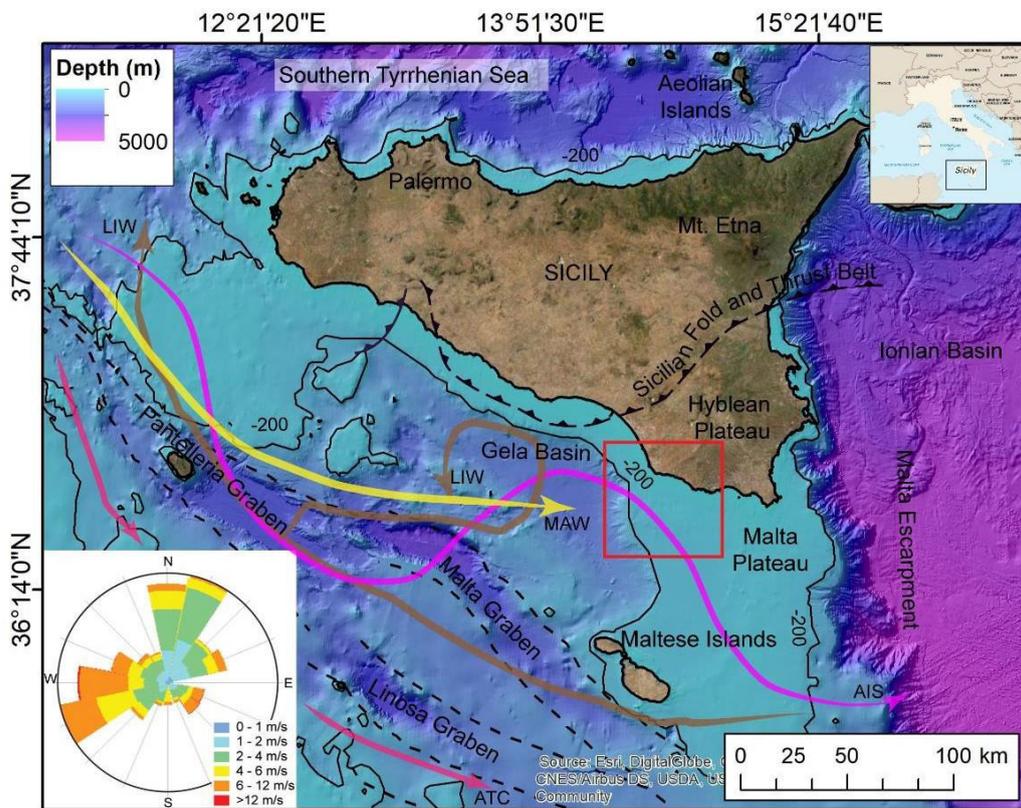


Figura 9: Schema di circolazione oceanica del Canale di Sicilia e principali direzioni dei venti.

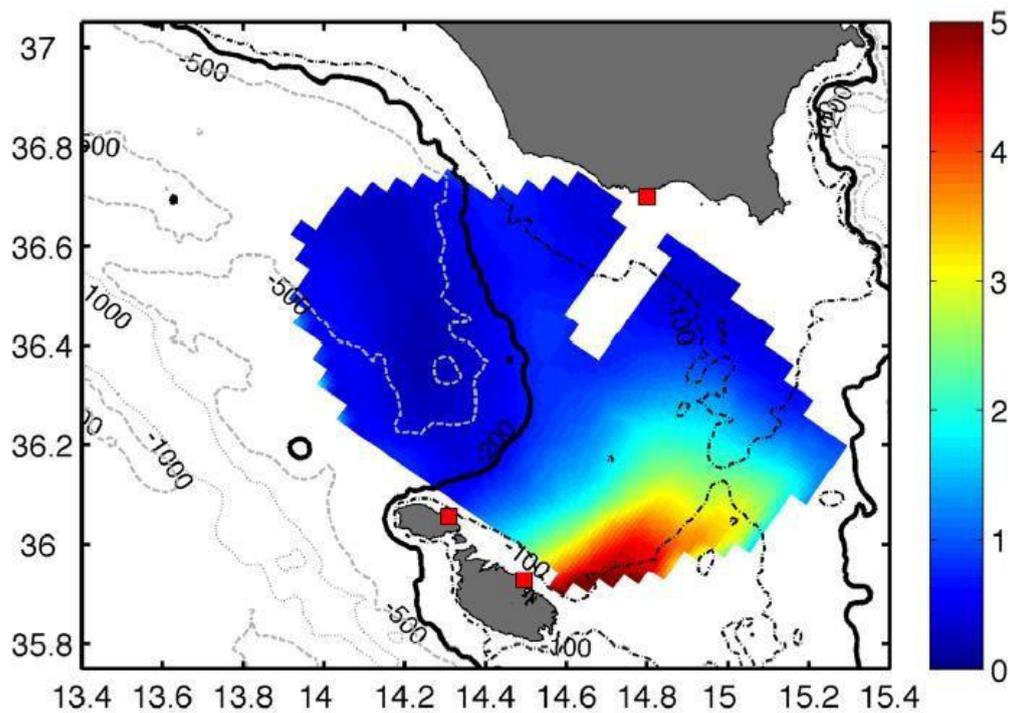


Figura 10: Distribuzione spaziale del rapporto percentuale delle varianze di corrente superficiale totali spiegate nelle bande di marea diurne e semidiurne (Cosoli et al., 2015).

4. Area di indagine

L'area di indagine ricade nel settore sud-orientale del Plateau di Malta. Da un punto di vista morfobatimetrico la maggior parte dell'area è compresa tra 100 e 130 m di profondità (fig. 11). Nel settore più orientale, al di fuori dell'area di indagine, sono presenti delle rotture di pendenza dalle quali si dipartono profondi *canyons*. Il più grande è il *Cumecs Canyon* (lungo 37 km, ampio 39 km con una profondità di 3 km) la cui testata è stata erosa durante l'abbassamento del livello del mare del Messiniano (Micallef et al., 2019) (fig. 12) e la conseguente depressione generatasi è stata successivamente riempita dai depositi plio-pleistocenici (Micallef et al., 2019). La scarpata più ampia presenta un'altezza di 200 m ed un'ampiezza di 23 km. La stessa è stata interessata da importanti fenomeni di instabilità che hanno innescato flussi gravitativi oggi evidenti come accumuli sedimentari alla base della scarpata (Micallef et al., 2019).

La Scarpata di Malta presenta dei meccanismi di movimento *strike-slip* sinistri attivi fin dal Mesozoico (Catalano et al., 2001; Reuther, 1990; Scandone et al., 1981).

Nell'area di indagine, nei primi 100–120 m di profondità e con una velocità fino a 25 cm s^{-1} , fluisce la MAW verso sud-est (P. F.J. Lermusiaux and Robinson, 2001). La LIW, invece, ha origine nel bacino Levantino e si divide in due flussi: il primo fluisce verso ovest sul Plateau di Malta e sotto la MAW, il secondo fluisce verso nord costeggiando la Scarpata di Malta e raggiungendo velocità fino a 20 cm s^{-1} (Lermusiaux e Robinson, 2001).

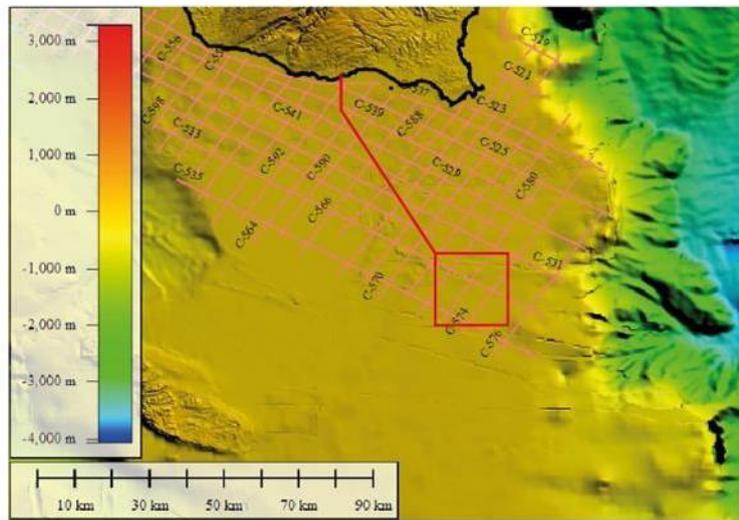


Figura 11: Morfobatimetria dell'area di indagine (rettangolo rosso) con indicazione del cavo esportazione (linea rossa).

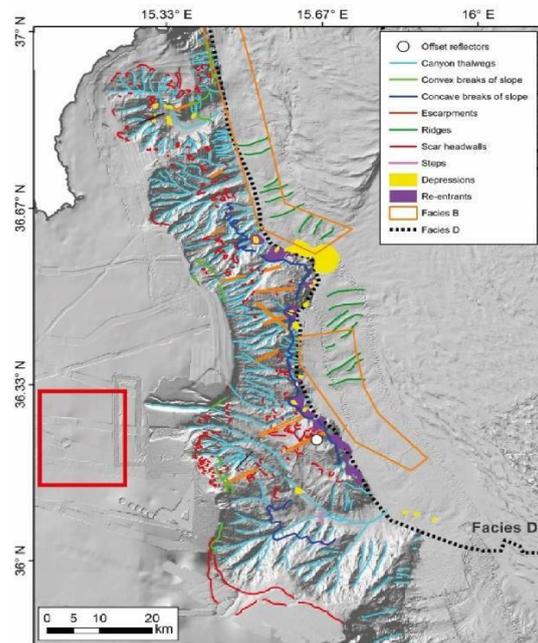


Figura 12: Mappa dei principali elementi morfologici che interessano l'area di indagine in rosso (mod. da Micallef et al., 2019).

4.1 Sismicità e strutture associate ad emissioni di fluidi

La sismicità del Plateau di Malta è associata esclusivamente alla presenza di sistemi di faglie. Nella parte orientale del Plateau di Malta diversi eventi sismici sono stati registrati a partire dal 2018 ad una profondità compresa tra 7 e 11 km (<http://iside.rm.ingv.it>). I sistemi di faglie presenti nell'*offshore* dell'arcipelago maltese, negli ultimi 20 ka, hanno manifestato movimenti di carattere da estensionale a trassensivo (Micallef et al., 2019) (fig. 13). Sono, inoltre, state riconosciute manifestazioni di emissioni di gas come CH₄ and CO₂ che, talvolta, hanno generato strutture tipo *pipes* e *pockmarks* (Micallef et al., 2019) (fig. 14).

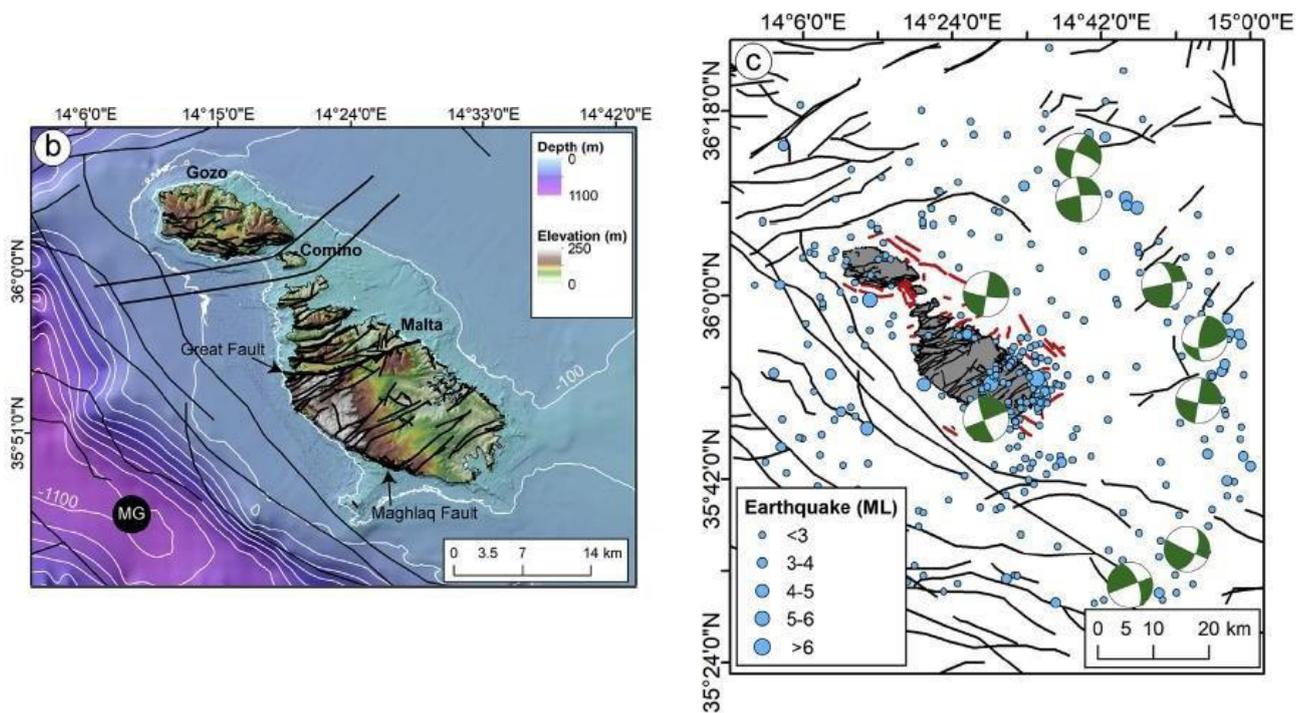


Figura 13: b) Principali faglie (line nere) presenti nell'arcipelago maltese; c) Poizione, magnitudo (punti blu) e meccanismi focali (in verde) dei terremoti registrati tra il 2010 e il 2018 (Micallef et al., 2019).

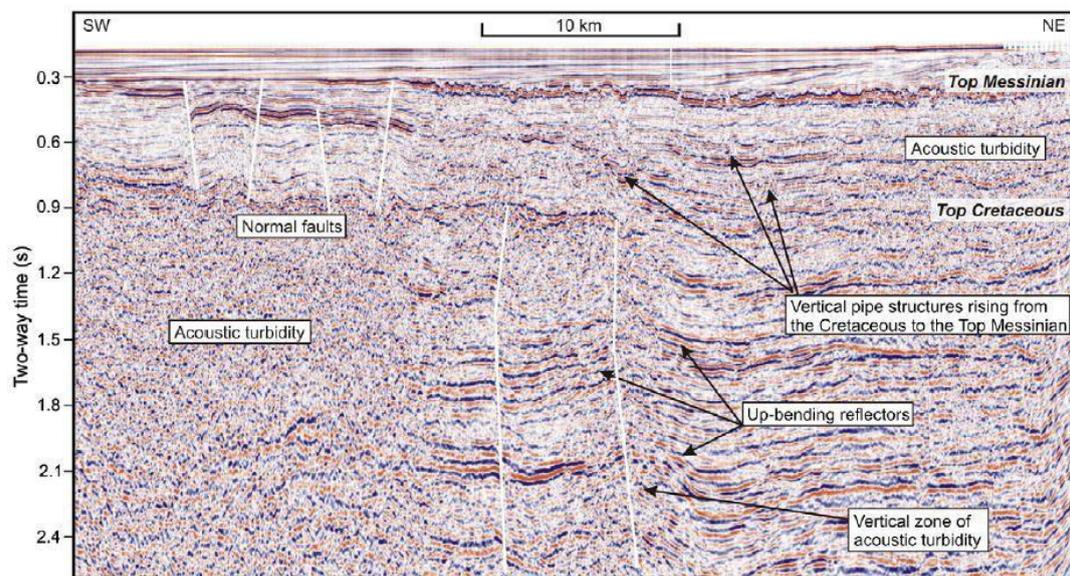


Figura 14: Linea simica che attraversa il Plateau di Malta in direzione NE-SW che mostra come il segnale sismico sia disturbato in corrispondenza di sistemi di risalita di fluidi (Micallef et al., 2011).

5. Considerazioni conclusive

L'analisi comparata dei dati interpretati permette di valutare le caratteristiche dell'area indagata, in relazione alle finalità per le quali lo studio è stato effettuato.

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area, fatte salve le considerazioni sulla qualità e la completezza dei dati a disposizione, si può concludere quanto segue.

L'area di indagine ricade nel settore sud-orientale del Plateau di Malta. Da un punto di vista morfobatimetrico la maggior parte dell'area si presenta sub-pianeggiante con batimetrie comprese tra 90 e 130 m. Fa eccezione il settore orientale dell'area di indagine che ricade in un tratto della Scarpata di Malta. Qui sono presenti rotture di pendenza, scarpate e *canyons* profondi (es. *Cumecs Canyon*) interessati da fenomeni di instabilità.

Da un punto di vista sedimentologico prevale una sedimentazione sabbiosa con presenza di *reefs* biogenici nell'infra-litorale e mista sabbiosa-carbonatica nel circo-litorale. Non vi sono evidenze di manifestazioni di fluidi all'interno dell'area di indagine, tuttavia, diversi dati sono stati raccolti nel vicino arcipelago maltese.

Il cavo di collegamento tra la *wind farm* e la costa siciliana attraversa il Plateau di Malta ed in prossimità della costa giace all'interno di un'area interessata da estese praterie di *Posidonia oceanica* che si sviluppano fino a profondità di circa 50 m.

Per avere un quadro più completo, si consiglia di effettuare quindi indagini sia acustiche che sismiche con più alto dettaglio, suffragati da dati diretti derivanti da campionamenti (prelievo di campioni di fondo tramite benna e carote di sedimento del sottofondo) e misure di correntometria per quantificare l'azione delle correnti di fondo. Nello specifico, si raccomanda:

- l'esecuzione di indagini sismiche con SBP, volte ad indagare i primi 10-15 m di sottofondo

marino, al fine di identificare il reale spessore della coltre sedimentaria che verrà interessata dall'installazione delle infrastrutture e dall'esecuzione di trincee per la posa di cavi

sottomarini. La stessa indagine SBP, tra l'altro, permetterà di identificare la presenza di geometrie, segnali reali e/o artefatti sismici (es. iperboli di diffrazione), indici della presenza di cavi e/o condotte (gasdotti/oleodotti), o faglie attive e capaci di innescare eventi sismici e, quindi, condizioni di *geohazards*;

- la pianificazione di una serie di campionamenti (attraverso bennate e/o carotaggi) per la calibrazione dei dati sismici. Gli stessi permetteranno, inoltre, di avere informazioni dirette delle caratteristiche geotecniche dei sedimenti sopra descritti;
- l'acquisizione di dati magnetometrici, volti all'identificazione di anomalie riguardanti la presenza, anche in questo caso, di condotte e/o cavi sottomarini (da calibrare con i dati sismici), nonché l'eventuale presenza di ordigni inesplosi (UXO);
- l'acquisizione di dati morfobatimetrici ad alta risoluzione, i quali permetteranno di avere un quadro dettagliato delle morfologie del fondo mare, della presenza di biocenosi di elevato interesse (es. praterie di *Posidonia oceanica*), nonché della presenza di strutture quali *pockmarks* e/o *gas seepages* che risultano essere chiari indici di aree caratterizzate da emissioni di fluidi;
- l'acquisizione di dati SSS che forniranno informazioni dettagliate circa le variazioni della granulometria dei sedimenti in affioramento e che serviranno a coadiuvare le indagini MBES per l'identificazione di praterie di *Posidonia oceanica* e l'eventuale presenza di aree caratterizzate da emissione di fluidi. Gli stessi verranno anche calibrati con i campionamenti diretti, permettendo una mappatura di dettaglio del fondo mare.

Il piano di indagini sopra descritto permetterà di avere un quadro completo dell'assetto morfobatimetrico, dell'eventuale presenza di aree di elevato interesse ambientale come le praterie di *Posidonia oceanica*, dell'eventuale presenza di elementi antropici che possano causare

impedimento nella realizzazione delle infrastrutture previste, nonché un reale rischio nel caso venga riconosciuta la presenza di UXO o di *geohazards* qualora vengano identificati settori ad elevato

rischio sismogenetico (presenza di faglie) o caratterizzati da strutture legate ad espulsione di fluidi (*pockmarks* e/o *mounds*). In tal modo, la progettazione della *wind farm* garantirà elevati standard qualitativi, di sicurezza e preservazione degli habitat marini.

Bibliografia

- Bellissimo, G., Sirchia, B., Ruvolo, V., 2020. Monitoring of *Posidonia oceanica* meadows in the Sicilian coasts under the Water Framework Directive (WFD). *Proc. e Rep.* <https://doi.org/10.36253/978-88-5518-147-1.51>
- Béranger, K., Mortier, L., Gasparini, G.-P., Gervasio, L., Astraldi, M., Crépon, M., 2004. The dynamics of the Sicily Strait: a comprehensive study from observations and models. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 51, 411–440.
- Calvo, S., Tomasello, A., Di Maida, G., Pirrotta, M., Cristina Buia, M., Cinelli, F., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G., Luzzu, F., Mazzola, A., Orestano, C., Procaccini, G., Sarà, G., Scannavino, A., Vizzini, S., 2010. Seagrasses along the Sicilian coasts. *Chem. Ecol.* 26, 249–266. <https://doi.org/10.1080/02757541003636374>
- Casero, P., Cita, M.B., Croce, M., De Micheli, A., 1984. Tentativo di interpretazione evolutiva della scarpata di Malta basata su dati geologici e geofisici. *Mem. Soc. Geol. It* 27, 233–253.
- Catalano, R., Doglioni, C., Merlini, S., 2001. On the mesozoic Ionian basin. *Geophys. J. Int.* 144, 49–64.
- Civile, D., Lodolo, E., Accettella, D., Geletti, R., Ben-Avraham, Z., Deponte, M., Facchin, L., Ramella, R., Romeo, R., 2010. The Pantelleria graben (Sicily Channel, Central Mediterranean): an example of intraplate ‘passive’ rift. *Tectonophysics* 490, 173–183.
- Cosoli, S., Drago, A., Ciruolo, G., Capodici, F., 2015. Tidal currents in the Malta – Sicily Channel from high-frequency radar observations. *Cont. Shelf Res.* 109, 10–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.08.030>
- DeCelles, P.G., Giles, K.A., 1996. Foreland basin systems. *Basin Res.* 8, 105–123. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1996.01491.x>
- Di Stefano, E., Infuso, S., Scarantino, S., 1993. Plio-Pleistocene sequence stratigraphy of South Western offshore Sicily from well-logs and seismic sections in a high resolution calcareous plankton biostratigraphic framework. *Geol. Dev. Sicil. Platf.* 58, 37–42.
- Drago, A., Azzopardi, J., Gauci, A., Tarasova, R., Bruschi, A., 2013. Assessing the offshore wave energy potential for the Maltese Islands.
- Gardiner, W., Grasso, M., Sedgely, D., 1995. Plio-pleistocene fault movement as evidence for mega-block kinematics within the Hyblean—Plateau di Malta , Central Mediterranean. *J. Geodyn.* 19, 35–51.
- Ghielmi, M., Amore, M.R., Bolla, E.M., Carubelli, P., Knezaurek, G., Serraino, C., 2012. The Pliocene to Pleistocene Succession of the Hyblean Foredeep (Sicily , Italy)*. *Search Discov. Artic.* 30220.
- Jongsma, D., van Hinte, J.E., Woodside, J.M., 1985. Geologic structure and neotectonics of the North African continental margin south of Sicily. *Mar. Pet. Geol.* 2, 156–179.

Lafuente, J.G., García, A., Mazzola, S., Quintanilla, L., Delgado, J., Cuttita, A., Patti, B., 2002. Hydrographic phenomena influencing early life stages of the Sicilian Channel anchovy. *Fish. Oceanogr.* 11, 31–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.2002.00186.x>

- Lermusiaux, P F J, Robinson, A.R., 2001. Features of dominant mesoscale variability, circulation patterns and dynamics in the Strait of Sicily. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 48, 1953–1997. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(00\)00114-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00114-X)
- Lermusiaux, P. F.J., Robinson, A.R., 2001. Features of dominant mesoscale variability, circulation patterns and dynamics in the strait of sicily. *Deep. Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 48, 1953–1997. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(00\)00114-X](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00114-X)
- Max, M.D., Kristensen, A., Michelozzi, E., 1993. Small scale Plio-Quaternary sequence stratigraphy and shallow geology of the west-central Plateau di Malta . UNESCO Technical Reports Mar. Sci. 58, 117–122.
- Micallef, A., Camerlenghi, A., Georgiopoulou, A., Garcia-Castellanos, D., Gutscher, M.A., Lo Iacono, C., Huvenne, V.A.I., Mountjoy, J.J., Paull, C.K., Le Bas, T., Spatola, D., Facchin, L., Accettella, D., 2019. Geomorphic evolution of the Malta Escarpment and implications for the Messinian evaporative drawdown in the eastern Mediterranean Sea. *Geomorphology* 327, 264–283. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.11.012>
- Millot, C., 1999. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *J. Mar. Syst.* 20, 423–442. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(98\)00078-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00078-5)
- Onken, R., Robinson, A.R., Lermusiaux, P.F.J., Haley, P.J., Anderson, L.A., 2003. Data- driven simulations of synoptic circulation and transports in the Tunisia- Sardinia- Sicily region. *J. Geophys. Res. Ocean.* 108.
- Orasi, A., Picone, M., Drago, A., Capodici, F., Gauci, A., Nardone, G., Inghilesi, R., Azzopardi, J., Galea, A., Ciralo, G., Sánchez Musulin, J., Alonso-Martirena, A., 2018. HF radar for wind waves measurements in the Malta-Sicily Channel. *Measurement* 128, 446–454. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.06.060>
- Osler, J.C., Algan, O., 1999. A high resolution seismic sequence analysis of the Plateau di Malta 49.
- Patacca, E., Scandone, P., Giunta, G., Liguori, V., 1979. Mesozoic paleotectonic evolution of the Ragusa zone (Southeastern Sicily).
- Reuther, C.-D., Eisbacher, G.H., 1985. Pantelleria Rift—crustal extension in a convergent intraplate setting. *Geol. Rundschau* 74, 585–597.
- Reuther, C.D., 1990. Strike-slip generated rifting and recent tectonic stresses on the African foreland (Central Mediterranean region). *Ann. Tectonicae Int. J. Struct. Geol. Tectonics* 4, 120–130.
- Sammari, C., Millot, C., Taupier-Letage, I., Stefani, A., Brahim, M., 1999. Hydrological characteristics in the Tunisia–Sardinia–Sicily area during spring 1995. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 46, 1671–1703.
- Scandone, P., Patacca, E., Radoicic, R., Ryan, W.B.F., Cita, M.B., Rawson, M., Chezar, H., Miller, E., McKenzie, J., Rossi, S., 1981. Mesozoic and Cenozoic rocks from Malta escarpment (central Mediterranean). *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 65, 1299–1319.

Spatola, D., Micallef, A., Sulli, A., Basilone, L., Ferreri, R., Basilone, G., Bonanno, A., Pulizzi, M., Mangano, S., 2018. The Graham Bank (Sicily Channel, central Mediterranean Sea): Seafloor signatures of volcanic and tectonic controls. *Geomorphology* 318, 375–389.

<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.07.006>

- Stanley, D.J., Maldonado, A.S., I, R.S., 1975. in the various Strait environments and to compare the sedimentation patterns in this region with those of adjacent , but much deeper Mediterranean basins . The present paper summarizes the rate of deposition , the relative importance of sediment input ver 18, 279–291.
- Todaro, S., Sulli, A., Spatola, D., Micallef, A., Di Stefano, P., Basilone, G., 2021. Depositional mechanism of the upper Pliocene-Pleistocene shelf-slope system of the western Plateau di Malta (Sicily Channel). *Sediment. Geol.* 417, 105882.
<https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2021.105882>
- Tonarelli, B., Turgutcan, F., Max, M.D., Akal, T., 1992. Shallow sediment composition at four localities on the Sicilian-Tunisian platform. *Geol. Dev. Sicil. Platf.* 123–128.
- Torelli, L., Grasso, M., Mazzoldi, G., Peis, D., Gori, D., 1995. Cretaceous to Neogene structural evolution of the Lampedusa shelf (Pelagian Sea, Central Mediterranean). *Terra Nov.* 7, 200–212.