



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**MINISTERO
DELL'INTERNO**



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Piani Urbani Integrati - M5C2 – Intervento 2.2b



COMUNE DI PALERMO

AREA DEL PATRIMONIO, DELLE POLITICHE AMBIENTALI
E TRANSIZIONE ECOLOGICA

SETTORE POLITICHE AMBIENTALI E TRANSIZIONE ECOLOGICA
SERVIZIO PROGETTAZIONE MARE, COSTE, PARCHI E RISERVE



Parco a mare allo Sperone

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
STUDIO GEOLOGICO
Luglio 2023

CUP D79J22000640006

Il Sindaco: Prof. Roberto Lagalla

L'Assessore: Dott. Andrea Mineo

Il Capo Area: Dott.essa Carmela Agnello

Il Dirigente: Dott. Roberto Raineri

Il RUP: Arch. Giovanni Sarta

Staff del RUP: Arch. Giuseppina Liuzzo, Arch. Achille Vitale, Ing. Gesualdo Guarnieri, Dott. Francesco La Vara, D.ssa Caterina Tardibuno, D.ssa Patrizia Sampino.

La coordinatrice della progettazione: Ing. Deborah Spiaggia

Il gruppo di progettazione: Dott. Geologo Gabriele Sapiro;

Responsabile della sicurezza in fase di progettazione: Ing. Claudio Torta

Dott. Biologo Fabio Di Piazza;

Studio idraulico marittimo, Verifica delle opere di difesa costiera eseguiti da: Sigma Ingegneria s.r.l.

Indagini ambientali, geologiche e geotecniche svolte da: ICPA s.r.l. e Ambiente Lab

Con il contributo scientifico del Dipartimento di Architettura di Palermo – Responsabile Prof. Daniele Ronsivalle

INDICE

1. PREMESSE	pag. 2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E REGIME VINCOLISTICO	pag. 5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E SISMO-TETTONICO GENERALE	pag. 7
3.1 Quadro geologico	
3.2 Quadro geomorfologico	
3.3 Quadro sismo-tettonico	
3.3.1 Cenni sulla sismicità e classificazione sismica del territorio	
3.3.2 Pericolosità e rischio sismico	
4. QUADRO CLIMATICO ED IDROGEOLOGICO	pag. 14
4.1 Caratteristiche climatiche	
4.2 Caratteristiche idrogeologiche	
4.3 Cenni sul rischio idrogeologico	
5. QUADRO GEMORFOLOGICO E GEOLOGICO-TECNICO LOCALE	pag. 17
5.1 Condizioni geomorfologiche ed idrografiche locali	
5.2 Considerazioni stratigrafiche e geotecniche e risultati delle indagini eseguite	
6. AZIONE SISMICA SECONDO LE NTC-18	pag. 22
6.1 Quadro normativo	
6.2 Nuova classificazione sismica	
6.3 Pericolosità sismica di base	
6.4 Pericolosità sismica locale e azione sismica di progetto	
7. CONCLUSIONI	pag. 30

1. PREMESSE

L'area dell'intervento ricade nella zona sud orientale della città di Palermo, entro la Seconda Circoscrizione e, in particolare, fa parte del quartiere Sperone, connotato da condizioni di marginalità e degrado.

L'espansione urbana, in gran parte realizzata nel corso del diciannovesimo secolo con interventi di edilizia economica e popolare, ha sostituito gli agrumeti ed il sistema delle borgate agricole con un tessuto edilizio spesso scarsamente qualificato, in parte incompleto, incoerente rispetto al preesistente tessuto storico e carente dei più essenziali servizi di prossimità.

I luoghi di centralità sociale e collettiva delle originarie borgate sono stati fagocitati dallo sviluppo della città, che ne ha sconvolto la loro identità ed uso, senza riuscire, nel contempo, a sostituirle con nuovi spazi urbani aventi analoghe valenze sociali.

La presenza del Fiume Oreto, della ferrovia, dell'autostrada, oltre che di un esteso insediamento industriale, hanno contribuito a peggiorare le condizioni di marginalizzazione urbana e sociale e costituiscono elementi di cesura urbana.

Il litorale che agli inizi del Novecento, rappresentava la principale meta per le attività balneari ed ospitava diversi Lidi, a decorrere dal dopoguerra è stato utilizzato per la discarica di materiale di scavo e di inerti provenienti dai lavori edili. Questa scriteriata gestione del territorio ha provocato un cambiamento della morfologia dei luoghi, sia diretta, con la formazione di promontori artificiali nei luoghi di conferimento, che indiretta, ancora oggi in atto, con la formazione di spiagge tra una discarica e l'altra, generate dal trasporto solido dei materiali erosi dalle discariche, con stravolgimento delle caratteristiche paesaggistiche dei luoghi e sedimentologiche e biologiche dei fondali antistanti, un tempo ricchi di biocenosi.

Verso il mare oggi emerge la desolante espressione di un paesaggio originato da riporti antropici e da un'incontrollata molteplicità di usi privati della sua superficie.

Un degrado paesaggistico e delle componenti ambientali che ha rappresentato, anche, un significativo ostacolo all'allocazione di progetti di sviluppo locale.

Conseguenza diretta di ciò è stata la progressiva riduzione qualitativa e quantitativa delle marinerie da pesca e la pressoché totale scomparsa di attività ricreativo-balneari.

L'intervento è parte di un sistema di iniziative che riguarda il tratto di costa e di via Messina Marine nella porzione compresa tra il Porto di S. Erasmo e la ex discarica di Acqua dei Corsari, prossima al confine con il Comune di Ficarazzi.

L'intervento interessa, specificatamente, il promontorio di origine antropica localizzato nella località Sperone e noto come "Mammellone dello Sperone".

Il sito risulta afflitto da molteplici criticità:

- La presenza del grosso traffico di attraversamento di via Messina Marine;

- La carenza di spazi di aggregazione, oggi limitati ai soli marciapiedi della via;
- La carenza di spazi ed attrezzature collettive per lo sport ed il tempo libero;
- La carenza di aree destinate a parcheggio;
- L'erosione della linea costa del promontorio.

Finalità dell'intervento è quella di rimuovere parte delle criticità del sito e quella di colmare il deficit di servizi per la collettività. Ciò, in primo luogo, tramite il rifacimento dei marciapiedi esistenti, con tecniche e materiali ecosostenibili, al fine di recuperare non solo la permeabilità dei suoli, ma anche adeguate condizioni di decoro.

L'intervento principale riguarda il promontorio della ex discarica da trasformare a parco, con la sistemazione del suolo, la realizzazione di opere di contenimento dell'erosione costiera, la messa a dimora di nuove alberature, tipiche della macchia mediterranea, la realizzare un percorso ciclopedinale tale da garantire la percorribilità dell'area anche da persone non deambulanti, e con la collocazione di opere d'arte, attrezzature e giochi per i bambini, aree fitness, chioschi per la somministrazione di bibite ed alimenti.

Con l'intervento, inoltre, si prevede l'attuazione della previsione di due parcheggi pubblici e la sistemazione delle aree pedonali limitrofe.

In merito alla procedura di attuazione dell'intervento, considerata la necessità di effettuare l'esproprio di una, seppur contenuta, porzione delle aree coinvolte e considerato che il vincolo preordinato all'esproprio relativo al parcheggio disposto dal PRG è decaduto, si rende in ogni caso necessaria l'approvazione del progetto in variante. La necessità della variante si pone anche per:

- la modifica alla sagoma del parcheggio;
- gli espropri necessari per gli allargamenti indispensabili della sede stradale;
- il vincolo procedura della Zona FC - Zona Costiera di PRG, che subordina l'attuazione degli interventi all'approvazione di un piano particolareggiato dell'area, che sebbene redatto (il P.U.D.M.) non è stato ancora approvato.

Lo scrivente è stato quindi incaricato di redigere, a supporto della variante di che trattasi, lo studio geologico necessario al rilascio del parere di cui all'art. 89 del D.P.R. n. 380/2001 (ex art.13 L. n. 64/1974), così come recepito dall'art.15 della L.R. n. 16/2016. Il suddetto studio geologico dovrà inoltre comprendere gli aspetti di compatibilità idraulica (invarianza idraulica e idrologica) di cui al D.A. dell'A.R.T.A. n. 117 del 7.07.2021.

Per quanto sopra, è stato redatto il presente studio, i cui riferimenti tecnici e normativi risiedono nel D.A. 14 luglio 2021 - Approvazione del documento “Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici” e, per la parte relativa agli aspetti di compatibilità idraulica (invarianza idraulica e idrologica), nel D.D.G. n. 102 del 23.06.2021 e nel D.A. n. 117 del 7.07.2021.

Al fine di caratterizzare le porzioni di territorio interessate dal progetto di variante, è stato quindi eseguito un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio a scala 1:2.000.

Parallelamente, è stata condotta un'analisi delle informazioni disponibili di carattere geognostico, geologico, geomorfologico, litotecnico e idrologico-idraulico, estendendo l'analisi territoriale ad una "fascia significativa" di terreno al di là delle zone perimetrate. Il presente studio, a supporto del progetto di fattibilità tecnico-economica (PFTE) di cui all'art. 41 del D. Lgs. n. 36/2023, è corredato da indagini geognostiche e prove di laboratorio, realizzate sulla base di un apposito piano delle indagini ed allegate fuori testo.

Lo studio è stato articolato sulla base della normativa tecnica di riferimento (D.M. 11/03/1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*, D.M. 14/01/2008 per le parti ancora applicabili e D.M. 17/01/2018 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*).

Sono parte integrante della presente relazione i seguenti allegati ed elaborati:

- Planimetria di progetto;
- Corografia IGM - scala 1:25.000;
- Corografia CTR - scala 1:10.000;
- Immagine Google Earth;
- Stralcio P.R.G. e PUDM;
- Carta dei vincoli - scala 1:2.000;
- Classificazione sismica regionale;
- Caratteristiche termo-pluviometriche di lungo periodo della Sicilia;
- Carta idrogeologica;
- Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (stralcio da PAI)
- Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione (stralcio da PAI)
- Carta della tipologia costiera e dell'evoluzione delle linee di riva (stralcio da PAI)
- Carta geomorfologica - scala 1:2.000;
- Carta geologica - scala 1:2.000;
- Carta litotecnica - scala 1:2.000;
- Mappa di pericolosità sismica (da INGV);
- Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno TR di riferimento
- Spettri di risposta per SLO e SLD;
- Report delle indagini e delle prove di laboratorio.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E REGIME VINCOLISTICO

Le particelle interessate dal progetto insistono sul foglio catastale n. 89 del Comune di Palermo.

L'area in esame ricade nel settore sud-orientale della Piana di Palermo (vedi Corografia IGM, Corografia CTR e Immagine *Google Earth*), all'interno della seguente cartografia:

- Tavoletta I.G.M. Foglio 249 II N.E. "Palermo", scala 1:25.000;
- Carta Tecnica Regionale, Sezioni nn. 595050, scala 1:10.000;
- Carta Tecnica Comunale n. 5014, scala 1: 5.000.

Secondo il Piano Regolatore Generale approvato con DD124 e 558/DRU/02 del 2002, oggi vigente, le aree degli interventi possiedono le seguenti destinazioni urbanistiche:

- FC - Zona Costiera - gran parte delle aree che insistono tra la via e la battigia,
- Sede stradale - via Messina Marina e viabilità convergente;
- Parcheggio;
- Zone B - porzioni delle aree limitrofe alla via.

La zona FC - Zona Costiera di P.R.G. è disciplinata dall'art.22 delle relative Norme tecniche di Attuazione, che recita:

1. Sono indicate come zone Fc le aree costiere, aggregate alle zone omogenee adiacenti, attualmente interessate, in prevalenza, da interventi ed usi impropri rispetto ad una congrua fruizione della costa.

2. Gli interventi ammessi in queste zone saranno definiti nei piani particolareggiati di iniziativa pubblica o privata, finalizzati alla realizzazione di interventi di interesse pubblico e privato relativi ad attività ricettive, ricreative e comunque connesse alla fruizione della costa, anche in deroga alle prescrizioni dettate per le zone omogenee adiacenti.

3. Fino all'approvazione dei piani di cui al comma 2 sono ammessi soltanto gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

L'area è interessata dai seguenti vincoli:

- Vincolo paesaggistico di cui al D. Lgs. n. 42/2004 e ss.mm.ii.;
- Fascia di inedificabilità dei 150 metri dalla battigia, di cui alla Legge regionale n. 78 del 1976.

Nella proposta di Piano Paesaggistico, oggi in fase di condivisione/approvazione, gran parte dell'area è classificata "Di interesse archeologico" con Livello di tutela 3 - molto elevato.

La proposta di Piano di Utilizzazione delle aree Demaniali Marittime (PUDM), redatto anche quale Piano Particolareggiato previsto dalla zona FC di P.R.G. e comprendente anche aree esterne a quelle demaniali, condiviso dalla Giunta Municipale con deliberazione n. 146 del 08.06.2021, l'area che si estende dalla strada fino alla linea di

costa è classificata come Area “A2a -Spiaggia destinata a libero transito”, “Area A2b - Spiaggia destinata ad arenile”, “Area A2c - Spiaggia destinata ad attrezzature” e “A2d - Spiaggia destinata a parco. Nel Piano è prevista la demolizione di parte dei fabbricati che insistono su area demaniale e la realizzazione di un percorso ciclopedonale.

Il progetto comprende le sole aree “A2d- Spiagge da destinare a parco” ed include le previsioni di demolizione dei fabbricati, la realizzazione del percorso ciclopedonale.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E SISMO-TETTONICO GENERALE

3.1 - QUADRO GEOLOGICO

L'area in studio, ubicata nel settore sud-orientale del territorio comunale, è inquadrabile nel contesto geologico generale dei "Monti di Palermo".

Questi costituiscono una porzione occidentale dell'elemento "esterno" della Catena Maghrebide Siciliana, risultante dalla sovrapposizione di unità carbonatiche e carbonatico-terrigena di età mesozoico-terziaria.

Tali unità derivano dalla deformazione dei paleodomini Panormide e Imerese, sovrapposte tettonicamente le une alle altre con un contatto di primo ordine che si imposta, generalmente, in corrispondenza delle coperture argillo-marnoso-quarzarenitiche terziarie appartenenti alla Formazione del Flysch Numidico.

A partire dal Miocene inferiore, infatti, i domini paleogeografici con le relative coperture terrigene numidiche, vengono progressivamente deformati verso l'esterno, ovvero da Nord verso Sud, dando origine a dei corpi geologici con omogeneità di facies e di comportamento strutturale denominati Unità Stratigrafico-Strutturali (U.S.S.).

Durante l'intervallo Langhiano- Tortoniano, in un regime tettonico compressionale, le Unità Stratigrafico-Strutturali si sovrappongono le une alle altre, a formare l'edificio tettonico dei Monti di Palermo.

Il regime tettonico compressionale anzidetto è stato intervallato e seguito da episodi estensionali che hanno prodotto deformazioni duttili e fragili; queste ultime hanno generato sistemi di faglie ad alto angolo e a componente trascorrente che hanno disseccato l'edificio tettonico lungo direzioni prevalenti N-S, NW-SE, NE-SW.

A seguito della tettonica recente, gli originari contatti geometrici tra gli ammassi rocciosi sono stati ripresi ed ulteriormente dislocati, dando luogo ad una serie di alti e bassi morfostrutturali.

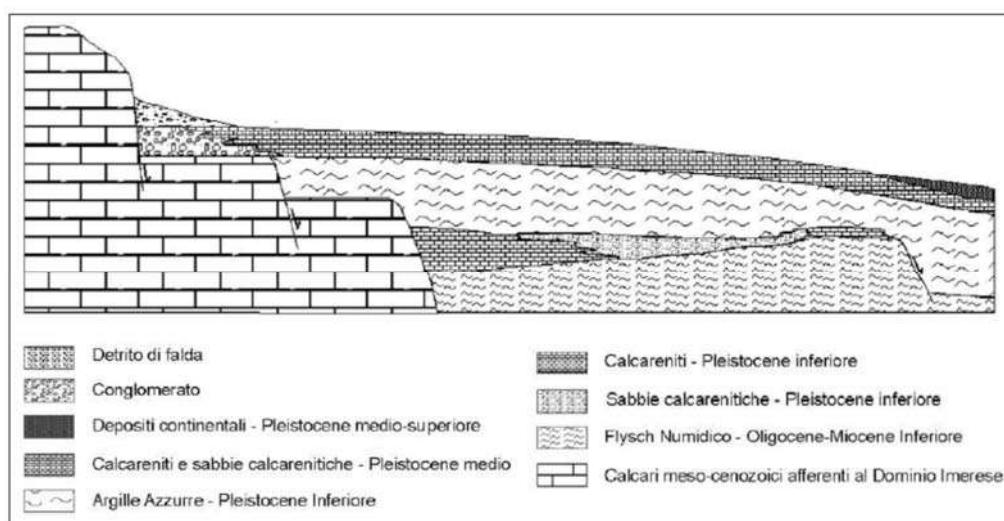
In corrispondenza della Piana di Palermo, impostata su una depressione morfostrutturale, questo complicato assetto geologico-strutturale è mascherato dalla presenza di coperture quaternarie solitamente rappresentate, con spessori variabili, dalle Calcarenti di Palermo del Sistema di Marsala.

In generale, la formazione terziaria argillo-marnoso-quarzarenitica del Flysch Numidico (Membro di Portella Colla), localmente presente nota come "Ginolfo", costituisce il bedrock dei depositi quaternari.

Nelle zone pedemontane e in poche altre aree, i depositi quaternari sovrastano direttamente il Complesso carbonatico mesozoico costituente i rilievi che circondano la Piana, arrivando, localmente, ad affiorare in superficie.

Uno “schema stratigrafico e delle facies” è proposto da A. CONTINO, M.S. GIAMMARINARO, P. VALLONE, S. VARSALONA & A. ZUCCARELLO (“Analisi stratigrafico geotecnica del settore meridionale della città di Palermo finalizzata alla caratterizzazione di fattori di pericolosità sismica in esso presenti”, Boll. Soc. Geol. It., 125, 2006) in cui si riporta che: “L’analisi del database stratigrafico implementato in City-GIS evidenzia due settori:

- uno pedemontano, nel quale i depositi pleistocenici poggiano, in discordanza, direttamente sul substrato mesozoico (Dominio Imerese), dissezionato in blocchi ribassati dalla tettonica distensiva e denudato delle sue coperture terrigene del Flysch Numidico;
- uno costiero, nel quale i depositi pleistocenici poggiano, in discordanza, direttamente sul Flysch Numidico. Un orizzonte (conglomerato di base) di limitato spessore, con variabile continuità laterale, costituito da conglomerati (o ghiae) di facies litoranea, marca spesso la base della successione pleistocenica. Questi depositi passano lateralmente a sabbie ed a calcareniti, site generalmente in corrispondenza degli alti morfostrutturali. Verso l’alto, sui depositi precedenti seguono direttamente le Argille di Ficarazzi Auct. del Pleistocene inferiore che possono poggiare sia sulle coperture terrigene del Flysch Numidico, sia sul substrato mesozoico. La successione è chiusa in alto da calcareniti (riferibili al Pleistocene inferiore: Siciliano) che passano lateralmente a facies litoranee, costituite da conglomerati e ghiae con ciottoli ben appiattiti. Sui sedimenti marini pleistocenici poggiano dei depositi continentali rubefatti di alluvian fan (sabbie, spesso quarzose, con lenti di ghiae e/o conglomerati) con mammalofauna ad *Elephas mnaidriensis* del Pleistocene medio-superiore. Nelle fasce a ridosso della costa, seguono i depositi calcarenitici e/o calciruditici del Pleistocene superiore p.p. (Tirreniano) che in alcune aree poggiano, in discordanza, direttamente sulle Argille di Ficarazzi Auct. Il tutto è ricoperto da depositi colluviali, lacustri e/o palustri, alluvionali e da travertini di età olocenica”.



Schema stratigrafico e della facies

3.2 - QUADRO GEOMORFOLOGICO

I terreni affioranti nel territorio comunale di Palermo hanno essenzialmente raggiunto il loro attuale assetto geomorfologico generale in seguito a vari eventi tettonici e ad una morfogenesi plio-quaternaria.

L'inizio dell'evoluzione geomorfologica può farsi risalire alla fine del Pliocene, momento in cui inizia l'emersione dell'edificio a falde impilate, messe in posto dalla precedente tettonica compressiva mio-pliocenica. Alla fine di tale fase compressiva, si istaura un regime tettonico distensivo, caratterizzato da faglie dirette ad alto angolo o a geometrie listriche a forte rigetto, talvolta impostate su preesistenti faglie inverse, a cui è essenzialmente riconducibile l'attuale altitudine dei rilievi e orientazione dei versanti. La conformazione dei rilievi e delle relative cime è stata poi definita e completata dall'azione morfogenetica degli agenti esogeni che ha giocato un ruolo diversificato in ragione dei differenti tipi litologici.

Come riportato nella “*Carta dei Tipi e delle Unità fisiografiche d'Italia dei Paesaggi Italia*”, nel territorio comunale di Palermo sono attualmente riconoscibili, a grande scala, i seguenti Tipi fisiografici di Paesaggio: Rilievi costieri isolati, Montagne carbonatiche, Paesaggio collinare eterogeneo e Pianura costiera. Ad essi deve aggiungersi, in considerazione della scala utilizzata, la Fascia costiera, unità fisiografica riconosciuta dal PAI (Unità fisiografiche 16 e 17).

La fascia costiera palermitana, su cui ricade l'intervento progettuale, presenta uno sviluppo complessivo di circa 36 km, dal confine col Comune di Ficarazzi, a Sud-Est, fino a Punta della Catena, a Nord-Ovest, al confine col Comune di Isola delle Femmine.

Le tipologie della costa originariamente presenti, grossomodo, fino alla prima metà del novecento sono strettamente collegate ai litotipi affioranti: costa rocciosa alta (falesia) su rocce lapidee carbonatiche mesozoiche; costa rocciosa bassa (a scogliera) su rocce lapidee carbonatiche mesozoiche o su rocce tenere carbonatiche plio-quaternarie; costa sabbiosa bassa su rocce carbonatiche.

Le suddette tipologie originarie di costa hanno subito modificazioni ad opera dell'uomo, e in particolare per effetto dei consistenti depositi di terreni di riporto dislocati lungo la costa e provenienti essenzialmente dalle macerie belliche e post- belliche e all'intensa “urbanizzazione” avutasi durante il cosiddetto “Sacco di Palermo”.

La presenza di questi terreni ha dato luogo ad ulteriori tipologie costiere: costa sabbiosa-ciottolosa alta (“mammellone”) o, grazie all'azione del moto ondoso, bassa (spiaggia secondaria); tali ultime tipologie di costa mascherano l'originaria tipologia costiera (prevalentemente a scogliera).

Relativamente alla zona di più stretto interesse, procedendo da Sud verso Nord, si riscontra, subito dopo il confine con Ficarazzi, un tipo di costa sabbiosa-ciottolosa che da bassa diventa alta in corrispondenza dei cosiddetti “mammelloni”.

Tale prevalente tipologia costiera giunge fino al “mammellone” di Vergine Maria, con le sole interruzioni dell’area portuale e del tratto di costa rocciosa bassa presente in corrispondenza di Villa Igea.

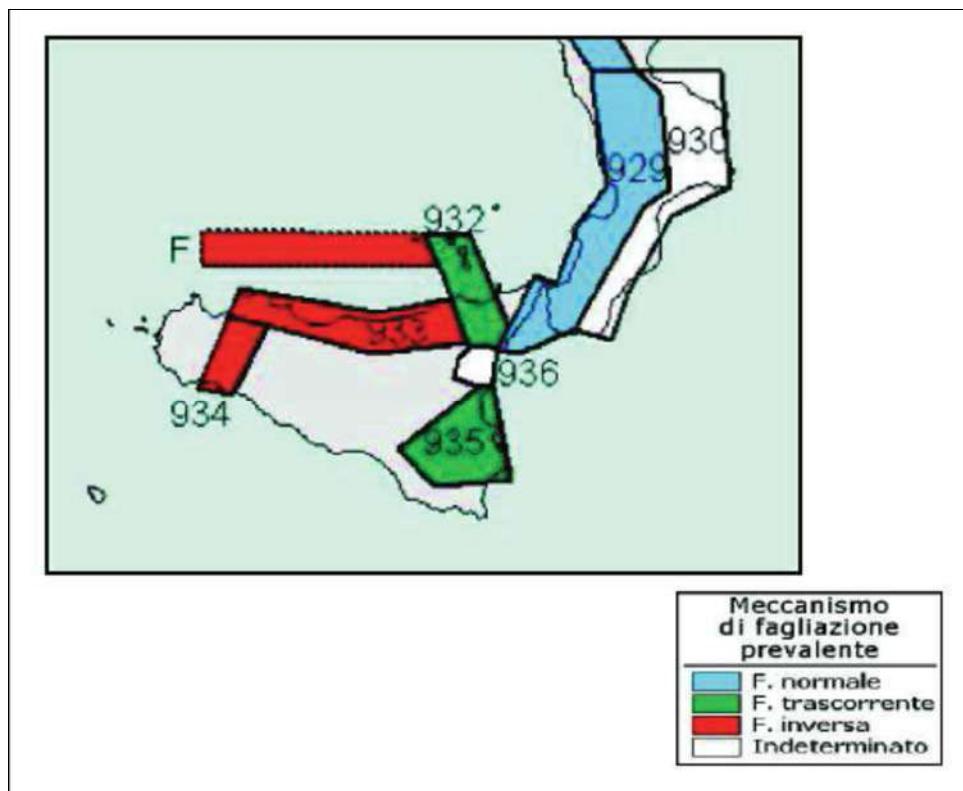
Tra le opere marittime esistenti in questa zona va segnalato l’approdo della Bandita, un porticciolo di ricovero per piccoli natanti da diporto, protetto da un molo di sopraflutto e da uno di sottoflutto.

3.3 - QUADRO SISMO-TETTONICO

3.3.1 - Cenni sulla sismicità e classificazione sismica del territorio

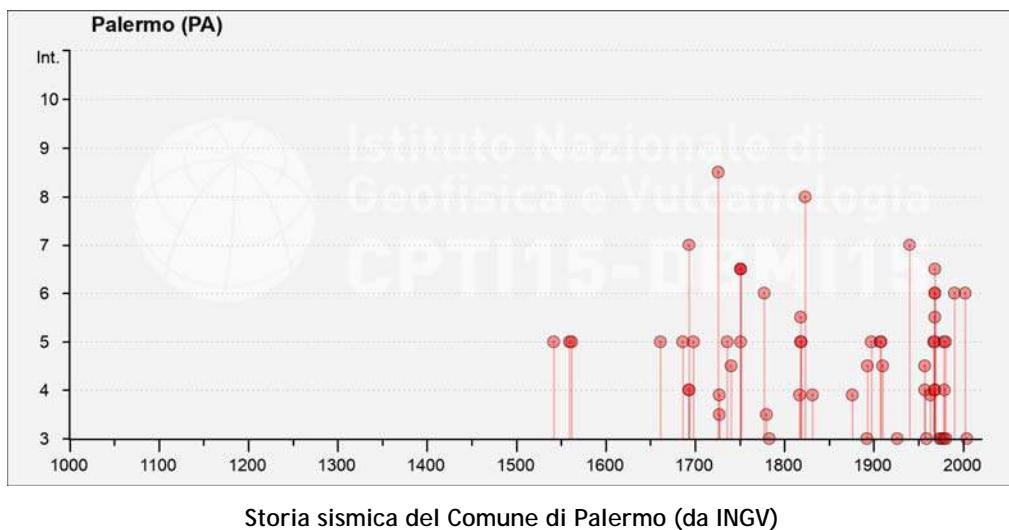
L’area in esame, come risulta dalla più recente zonazione sismogenetica ZS9, aggiornamento della precedente ZS4 (SCANDONE & STUCCHI, 2000; MELETTI & VALENSISE, 2004), si localizza all’interno della ZS933 (Area compresa tra il Monte Etna e i Monti di Palermo), caratterizzata da magnitudo massima osservata prossima o di poco superiore a 6.

Di seguito si riporta la zonazione ZS9 ed il relativo il meccanismo di fagliazione prevalente per le diverse zone sismogenetiche.



Zonazione sismogenetica ZS9

Per il Comune di Palermo, il Database Macroscismico Italiano 2015 (DBMI15) riporta n. 75 eventi sismici, giusto elenco pubblicato su https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/place/IT_66505.



La classificazione sismica del territorio adottata a partire dagli anni '80 si basa sulla sismicità registrata dall'anno 1000 sino ad oggi, considerando maggiormente pericolose quelle aree in cui gli eventi sismici si presentano con più frequenza.

Diversi sono i provvedimenti relativi all'utilizzo del territorio secondo il grado di sismicità e tra questi il D.M. 23/09/1981 ed il D.M. 27/07/1982.

Sulla scorta delle nuove conoscenze acquisite sulla pericolosità sismica, le varie zone sismiche sono state individuate sulla base del documento: "*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*" elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23/04/1997.

Per la Sicilia è stata effettuata una classificazione correlata ai limiti comunali, suddividendo il territorio in tre categorie sismiche in base al grado di sismicità:

- 1^a categoria S = 12 (18 comuni);
- 2^a categoria S = 9 (336 comuni);
- 3^a categoria S = 6 o N.C. (36 comuni).

In base a questa classificazione il territorio comunale di Palermo risultava inserito tra i comuni con S = 9.

Recentemente, mediante l'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, è stata effettuata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, che viene così suddiviso in 4 zone, definite in funzione di quattro corrispondenti valori di accelerazione orizzontale d'ancoraggio dello spettro elastico di risposta (a_g/g):

- Zona 1 (0,35 g)
- Zona 2 (0,25 g)

- Zona 3 (0,15 g)
- Zona 4 (0,05 g)

A seguito dell'O.P.C.M. n. 3274/2003, la Regione Siciliana con Delibera della Giunta Regionale n. 408 del 19/12/2003 e successivo decreto del Dipartimento Regionale della Protezione Civile (D.D.G. n. 3 del 15.01.2004), ha provveduto a rendere esecutiva la nuova classificazione sismica dei comuni della regione, introducendo l'obbligo della progettazione antisismica anche per i comuni classificati sismicamente in zona 4.

Con ulteriore Delibera della Giunta regionale n. 81 del 24/02/2022, pubblicata sulla G.U.R.S. n. 13 del 25/03/2022, la Regione Siciliana ha provveduto all' "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia. Applicazione dei criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519".

Per i 391 comuni siciliani, l'aggiornamento della classificazione prevede:

- o Zona 1 (0,35 g) - 53 comuni;
- o Zona 2 (0,25 g) - 306 comuni;
- o Zona 3 (0,15 g) - 31 comuni;
- o Zona 4 (0,05 g) - 1 comune.

In allegato viene riportata la cartografia relativa alla classificazione sismica della Regione Siciliana, secondo i criteri dell'O.P.C.M. n. 3519/2006, con il territorio comunale di Palermo che risulta classificato in "zona sismica 2".

3.3.2 - Pericolosità e rischio sismico

Studi di pericolosità sismica recenti (ALBARELLO et al., 1999; LUCANTONI et al., 2001) definiscono per Palermo le seguenti intensità massime attese in funzione del tempo di ritorno:

Comune	$I_{max(MCS)}$ osservata	Grado di sismicità (S) e data di classificazione	$I_{max(MCS)}$ attesa per tempo di ritorno (anni)			
			(95)	(475)	(975)	(2475)
Palermo	IX	(9) 10-03-1969	5.5	6.8	7.2	7.7

L'indice di rischio sismico (Ordinanza n. 2788 del 12/06/1998 del Ministero dell'Interno), calcolato come media pesata di p_d (% di patrimonio danneggiato) e di p_c (% di popolazione coinvolta in crolli), ciascuno rapportato al suo massimo:

$$I_R = (p_c/p_{cmax} \times 2/3) + (p_d/p_{dmax} \times 1/3)$$

consente di classificare ad elevato rischio sismico i Comuni con I_R superiore al valore medio nazionale ($I_R = 0,0455$):

Comune	Indice di rischio (I_R)
Palermo	0.0125

da cui risulta, secondo questo criterio, che a Palermo non si definiscono condizioni di elevato rischio sismico.

4. QUADRO CLIMATICO ED IDROGEOLOGICO

4.1 - CARATTERISTICHE CLIMATICHE

Il quadro termo-pluviometrico generale di lungo periodo per la Sicilia consente di definire per la zona di Palermo:

- piovosità media annua dell'ordine di 700-900 mm;
- temperatura media maggiore di 18°C

Per la definizione del quadro termo-pluviometrico locale si è tenuto conto dei dati termo-pluviometrici medi di lungo periodo (1965-1994), registrati della stazione di Palermo e riportati nelle seguenti tabelle:

Stazione	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Palermo	105,1	110,6	82,8	72,7	30,6	14,1	4,4	13,6	56,9	98,5	108,4	117,9	815,6

Stazione	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Palermo	11,8	12,3	13,8	16,0	20,0	24,1	26,0	26,6	24,7	20,8	16,7	13,1	18,8

La maggior parte delle precipitazioni si concentrano nel semestre autunnale-invernale, durante il quale cadono più del 75% delle piogge annue, mentre la temperatura media annua è di 18,8°C.

In base ai dati sopra richiamati, tra le possibili e numerose classificazioni climatiche che utilizzano gli indici sintetici, la regione climatica di riferimento viene definita tramite:

- il pluvifattore (R) di LANG (1915):

$$R = P/T = 43,3$$

che consente di definire il clima, per valori di R = 40-60, come “semiarido”;

- l'indice di aridità (la) di DE MARTONNE (1923):

$$la = P / (10 + T) = 28,3$$

che consente di definire le condizioni climatiche come “sub-umide” (la = 20-30).

4.2 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

In generale è possibile considerare tutto il territorio comunale come esposto a pericolosità idrogeologica, connessa alla vulnerabilità all'inquinamento specifica dei vari complessi idrogeologici, riconducibile a peculiari caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

Le poche aree caratterizzate da una minore vulnerabilità all'inquinamento, pur presenti nell'area di studio (vedasi Carta Idrogeologica), risultano essere adiacenti ad aree a maggiore vulnerabilità e in continuità idraulica con queste ultime.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni affioranti presentano, complessivamente, una

buona permeabilità primaria per porosità (coefficiente medio di permeabilità k compreso tra 10^{-2} e 10^{-4} cm/sec) che generalmente decresce, anche sensibilmente, in corrispondenza dei depositi calcarenitici maggiormente cementati e verso il basso, dove prevalgono depositi più fini, afferenti alle “Argille di Ficarazzi”.

La porosità efficace dei depositi calcarenitici è dell’ordine del 40%.

Nell’area di più stretto interesse, non si ha notizia di significative falde idriche di acqua dolce a profondità inferiori a 2 metri dal piano campagna.

4.3 - CENNI SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

La Regione Siciliana, con D.A. n. 298/41 del 04/07/2000, ha adottato il “*Piano Straordinario per l’Assetto Idrogeologico*”, con il quale vengono individuate “*aree franose*” ed “*aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione*”, distinte con livelli di rischio “*molto elevato*” ed “*elevato*”, in base ai quali vengono definiti gli interventi consentiti e si applicano le misure di salvaguardia in termini di prevenzione del rischio.

Successivamente è stato adottato il nuovo Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana.

Il P.A.I., redatto dall’A.R.T.A. ai sensi dell’art. 17 della Legge n. 183/1989 e ss.mm.ii., rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono definite azioni, interventi e norme di utilizzo riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano e le cui disposizioni assumono carattere immediatamente vincolante per Amministrazioni, Enti Pubblici e soggetti privati.

Con D.P. 06.05.2021, pubblicato sul S.O. n. 2 alla G.U.R.S. n. 22 del 21.05.2021, si è provveduto alla “*Approvazione delle modifiche alla Relazione generale - Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico della Regione siciliana - redatta nel 2004 e Tabella Elementi a rischio*”.

L’Autorità cui oggi compete l’esercizio dei compiti e delle funzioni prevista dalla normativa è l’Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia (art. 63 T.U.A.).

Come stabilito dall’art. 2 del citato D.P. 06.05.2021, “*Il P.A.I. definisce lo scenario di riferimento a scala regionale delle situazioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e di morfodinamica costiera ed è uno strumento (conoscitivo, normativo e tecnico-amministrativo) di supporto per le politiche di conservazione, difesa e valorizzazione del territorio, ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico e della tutela della salute pubblica e dell’ambiente, nonché della salvaguardia degli insediamenti e delle infrastrutture*”.

La zona in esame è ricompresa nel cosiddetto bacino 038 (Area tra i bacini del F. Eleuterio e del F. Oreto), all’interno del quale sono state individuate e perimetrare le zone a rischio di frana e a rischio di esondazione.

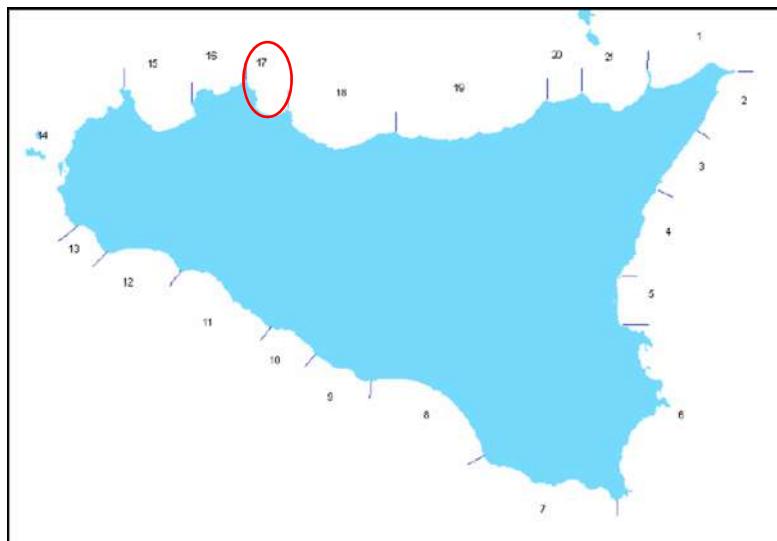
Il piano stralcio di bacino (038) è stato approvato con Decreto Presidenziale n. 278 del 27/10/2005, pubblicato nella G.U.R.S. n. 56 del 23/12/2005.

Nelle tavole allegate si riportano rispettivamente gli stralci della carta della pericolosità e del rischio geomorfologico e della carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione indicate al D.P. 23/12/2005, in cui vengono perimetrati le zone interessate dai dissesti e determinato il livello di pericolosità e rischio.

Nel P.A.I. adottato dalla Regione Siciliana, la zona oggetto dell'intervento in progetto non risulta inserita tra a quelle a rischio, né si evidenziano, in atto, elementi morfo-idrografici, che possano segnalare indirettamente condizioni di rischio elevato o molto elevato.

La zona interessata dal progetto non rientra nemmeno nei casi di cui al D.P. n. 109/Serv. 5° /S.G. del 15.04.2015, recante *"Istituzione di una fascia di rispetto per probabile evoluzione del dissesto intorno a tutti i fenomeni gravitativi"* e pubblicato sulla G.U.R.S. n. 20 del 15.05.2015.

Relativamente alla pericolosità-rischio da erosione costiera, il tratto di litorale in esame, secondo la classificazione del P.A.I., ricade nella U.F. n. 17 “Costiera di Capo Gallo - Capo Mongerbino”, come riportato nella figura seguente.



Sulla “Carta della tipologia costiera e dell'evoluzione delle linee di riva” viene riportata la posizione della linea di costa (periodo 1976-2003) nonché la tipologia costiera.

5. QUADRO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO-TECNICO LOCALE

5.1 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFICHE LOCALI

La zona interessata dal progetto si trova nel quartiere “Sperone” e ricade nella fascia costiera compresa tra il Fiume Eleuterio ed il Fiume Oreto.

L’area intermedia è caratterizzata morfologicamente da una piana costiera che degrada dolcemente da una quota massima di 100 m., in corrispondenza delle pendici dei versanti di spartiacque, sino ad arrivare alla quota del livello marino, in corrispondenza della linea di costa, in prossimità delle località Bandita - Acqua dei Corsari.

Nella fascia costiera, la dinamica marina svolge un ruolo determinante, modellando il litorale in relazione al tipo ed alla natura delle tipologie di costa presenti.

Nel corso del tempo la linea di costa ha subito delle variazioni derivanti sia da cause naturali (erosione) che antropiche (accumulo di materiale di varia natura e sfabbricidi).

In generale, si riscontra una costa variabile, da bassa ad un’altezza di circa 10 m, prevalentemente costituita da banchi calcarenitici con interstrati sabbiosi o sabbiosilimosi, ricoperti da una coltre di limo sabbioso rossastro, con ciottoli inglobati, soggetta ad erosione da parte degli agenti atmosferici e del mare.

Inoltre, nella zona della Bandita e dello Sperone si riscontra la presenza, di due grandi ex-discariche. Queste appaiono oggi come ripidi “mammelloni” di materiale terroso con fronti di lunghezza di qualche centinaio di metri e dell’altezza di oltre una ventina di metri, protesi verso il mare. Tra di essi si sviluppano arenili falciformi, costituiti da distese di sabbie, ciottoli e rifiuti di varia natura, determinati soprattutto dall’erosione, rielaborazione, trasporto litoraneo e successivo deposito, ad opera del moto ondoso, dei materiali di risulta che li costituiscono.

Nell’area intermedia tra il bacino Fiume Eleuterio e quello del Fiume Oreto manca un vero e proprio reticolo idrografico superficiale, con gli unici impluvi da segnalare che sono il Canale Valloneria ed il Canale Favara. Questi costituiscono due piccoli tributari diretti del Mar Tirreno, a caratteristico regime torrentizio, che drenano la piana calcarenitica circostante.

Le pendenze dei terreni delle aree in esame sono, in generale, molto modeste e il piano campagna mostra un andamento sub-pianeggiante.

Modesti salti morfologici sono rilevabili nella parte meridionale dell’area in corrispondenza del deposito di travertino e delle propaggini occidentali del mammellone di Acqua dei Corsari.

La quota media è generalmente compresa tra i 0 e i 5-6 metri circa s.l.m.

Nell’area in oggetto, sono individuabili i seguenti ambiti territoriali aventi caratteristiche di formazione e di evoluzione specifiche, distintive e omogenee (unità di paesaggio):

- A1 - Spiagge attuali e recenti;
- C5 - Terreni di riporto;
- G2 - Formazioni carbonatiche - Calcari vacuolari o porosi, calcari teneri, poco coerenti, grossolani; Calcareni.

Complessivamente, le condizioni locali dell'area oggetto di variante, suggeriscono la presenza di soddisfacenti condizioni di stabilità del sito e l'assenza, in atto, di rilevabili indizi che possano far prevedere alterazioni nell'equilibrio esistente, eccetto che lungo il fronte mare, soggetto a fenomeni di arretramento della costa per erosione marina (non segnalati dal PAI).

5.2 CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE E RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE

Per quanto riguarda l'area di più stretto interesse, essa rientra nella porzione sud-orientale della Piana di Palermo.

In tale zona, sono prevalentemente presenti depositi marini calcarenitico-sabbiosi appartenenti ai sistemi pleistocenici di Barcarello e Marsala, sovrastanti le cosiddette “Argille di Ficarazzi” (argille, argille siltose, silt argillosi grigio-azzurri o grigiobluastri, sabbie fini con, a luoghi, intercalazioni di livelli bioclastici e/o arenitici con bioclasti, depositi di tempesta), anch’esse appartenenti al sistema di Marsala.

Tali depositi sono diffusamente ricoperti da terreni di riporto (vedasi Carte geologica, geomorfologica e litotecnica) di potenza anche plurimetrica.

Nel dettaglio, in affioramento, sono riconoscibili seguenti depositi:

- AAR - Accumulo antropico recente (Attuale-Recente);
- SISTEMA DI CAPO PLAIA - AFLg2 - Depositi di spiaggia (Pleistocene sup. - Olocene);
- SISTEMA DI MARSALA - Calcareni di Palermo - MRSd - Calcareni e sabbie bioclastiche e marne di colore giallo e biancastro (Emiliano p.p. - Siciliano).

Con riferimento alla “Guida per la definizione delle Unità Litotecniche” (Allegato D al D.A. ARTA n. 120/Gab del 14.07.2021), si riporta la descrizione e la caratterizzazione litotecnica dei litotipi affioranti nell'area.

COPERTURA

G1 - Materiali sciolti

A questa categoria rientrano i depositi di spiaggia affioranti posti lungo la linea di costa.

Lo spessore in corrispondenza dell'area oggetto di variante è modesto.

Tali terreni, classificati “G1” secondo l'allegato D del D.A. 14 luglio 2021, rientrano tra i materiali sciolti dei sedimenti a grana medio-fine.

G2c - Terreni di riporto

Terreni di copertura, generalmente alterati.

Roccia incoerente e/o pseudocoerente, formata principalmente da sabbie limose e limi

sabbiosi e talora argilla torbosa, inglobanti frammenti lapidei carbonatici a spigoli arrotondati, presenta una compressibilità generalmente elevata e risulta poco indicata come terreno di fondazione.

Lo spessore in prossimità dell'area oggetto di variante è modesto.

Tali terreni, classificati "G2c" secondo l'allegato D del D.A. 14 luglio 2021, rientrano tra i materiali coesivi dei sedimenti a grana medio-fine.

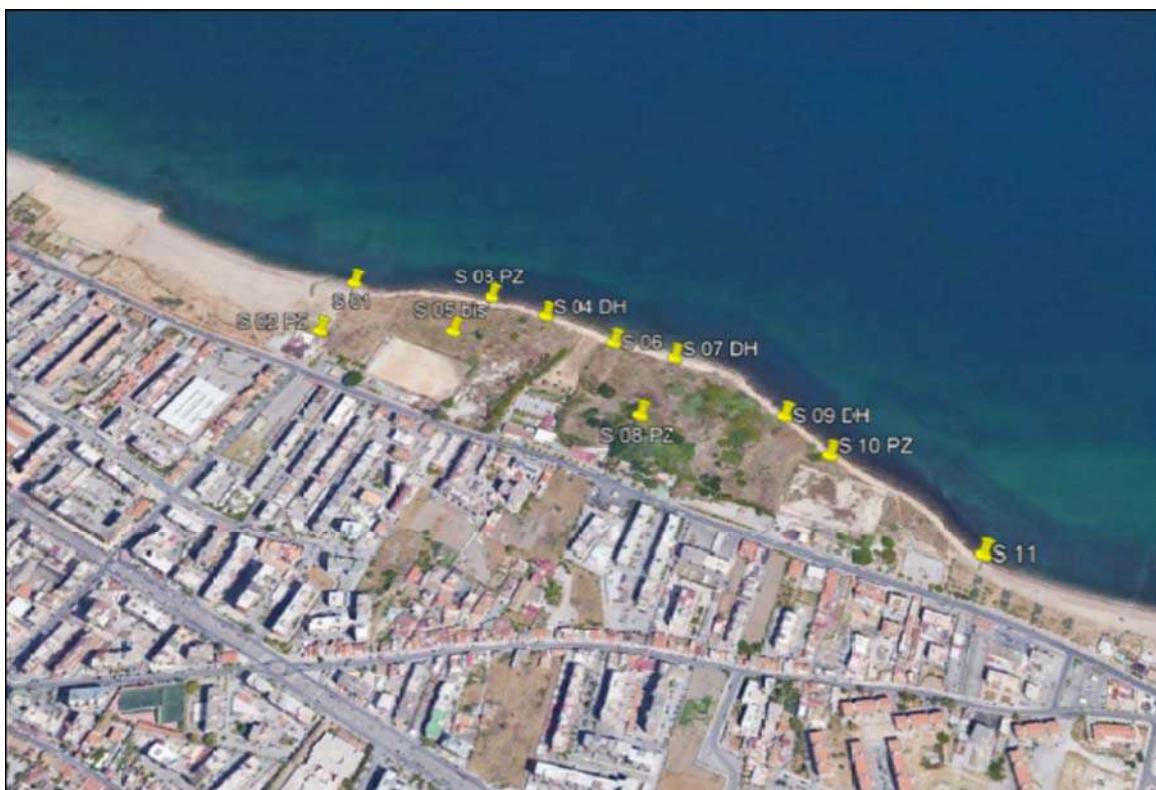
G3.2.2 - Depositi calcarenitico-sabbiosi

Complessivamente, i depositi calcarenitico-sabbiosi appartenenti ai sistemi di Barcarello e Marsala possono essere considerati sedimenti a grana medio-fine a vario grado di cementazione e, in quanto tali, classificati "G3.2.2" secondo l'allegato D del D.A. 14 luglio 2021.

Lo spessore è dell'ordine delle decine di metri.

Ai fini della caratterizzazione dei depositi presenti nell'area sono state realizzate indagini geognostiche e prove in situ ed di laboratorio.

In particolare, sono stati realizzati n. 11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo a terra e n. 6 sondaggi a mare.



Localizzazione sondaggi a terra



Localizzazione sondaggi in mare

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state realizzate numerose prove S.P.T. (*Standard Penetration Test*), realizzate n. 3 prove Down-Hole e prelevati diversi campioni, sia rimaneggiati che indisturbati, come riportato nella sintesi allegata al rapporto di prova.

Sondaggio	Prof. n m	Diam. mm	Metodo	Campioni dist	Prelevati ind.	Prove in foro	Strumentazione installata	Note
S01	20	101	Carotaggio	2	/	N° 3 SPT		
S02PZ	20	101	Carotaggio	2	/	N° 3 SPT	Piezometro	
S03PZ	20	101	Carotaggio	1	2	N° 3 SPT	Piezometro	
S04DH	30	101	Carotaggio	2	2	N° 3 SPT	Down Hole	
S05Bis	30	101	Carotaggio	2	1	N° 3 SPT		
S06	20	101	Carotaggio	2	1	N° 3 SPT		
S07DH	30	101	Carotaggio	2	2	N° 3 SPT	Down Hole	
S08PZ	20	101	Carotaggio	2	1	N° 3 SPT	Piezometro	
S09DH	30	101	Carotaggio	1	1	N° 3 SPT	Down Hole	
S10PZ	20	101	Carotaggio	2	/	N° 2 SPT	Piezometro	
S11	20	101	Carotaggio	1	1	N° 3 SPT		
SP01	20	101	Carotaggio	2	/	N° 3 SPT		
SP02	20	101	Carotaggio	2	2	N° 3 SPT		
SP03	20	101	Carotaggio	3	/	N° 3 SPT		
SP04	20	101	Carotaggio	3	/	N° 3 SPT		
SP05	20	101	Carotaggio	2	2	N° 3 SPT		
SP06	20	101	Carotaggio	1	2	N° 3 SPT		

I sondaggi geognostici sono stati realizzati dalla I.C.P.A. srl di Porto Empedocle (Ag), giusto rapporto di prova n. 14/2023, corredata di “Rapporto interpretazione SPT” e “Monitoraggio piezometrico”, riportato in allegato ed a cui, per completezza, si rimanda. Le prove di laboratorio sono state realizzate presso il laboratorio Sidercem srl di Caltanissetta e presso il laboratorio B&B Geological Center di Canicattì (Ag), giusti certificati di prova allegati ed ai quali, per completezza, si rimanda.

Nell’area è stata, altresì, realizzata una campagna di indagini geofisiche (I.C.P.A. srl, maggio 2023) così distinte:

- n. 2 sondaggi sismici a rifrazione con interpretazione tomografica;
- n. 4 sondaggi sismici MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- n. 3 sondaggi in per foro del tipo “Down- Hole”.

La “Relazione indagini geofisiche” è riportata in allegato al presente studio.

6. AZIONE SISMICA SECONDO LE NTC-18

6.1 - QUADRO NORMATIVO

Di seguito vengono fornite indicazioni sulle azioni sismiche di progetto, con specifico riferimento alla normativa antisismica introdotta dall’O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274 recante “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*” e ss.mm.ii.

L’Ordinanza, nonostante talune incertezze interpretative e difficoltà di avere riferimenti certi, a causa delle continue proroghe e modifiche, presenta un carattere fortemente innovativo rispetto alla legislazione previgente, riprendendo nella sostanza gli “*Structural Eurocodes*”, già diffusi nella comunità internazionale da molti anni.

Nell’intento di recepire le disposizioni dell’Eurocodice 8 in materia di costruzioni in zona sismica, l’OPCM si caratterizza, in via teorica, per l’abbandono dell’approccio convenzionale e prescrittivo in favore di quello specificatamente prestazionale. Invero, viene sostituito il metodo di verifica della sicurezza cd. delle *tensioni ammissibili* con quello degli *stati limite*.

Nelle more dell’entrata in vigore dell’OPCM n. 3274/2003 è stato adottato il DMIT 14.09.2005, recante “*Norme Tecniche per le costruzioni*”, con l’intento di raccogliere in un corpo organico la normativa tecnica per la progettazione e realizzazione dei manufatti edili e di unificare ed aggiornare le singole disposizioni di settore precedenti, contenute in diversi provvedimenti normativi.

Dall’1.07.2009, dopo una serie di proroghe, è entrato in vigore il D.M. 14.01.2008 (Nuove norme tecniche per le costruzioni), reso completamente operativo dalla pubblicazione della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 02.02.2009, recante le istruzioni per l’applicazione delle nuove NTC che raccolgono in forma unitaria le norme che disciplinano la realizzazione delle costruzioni, dalla fase della progettazione fino al collaudo definitivo.

Recentemente sono entrate in vigore le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC-18, giusto D.M. 17.01.2018, pubblicato sul S.O. n. 8 alla G.U.R.I. n. 42 del 20.02.2018).

5.2 - NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA

Come anzidetto, mediante l’O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, è stata effettuata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, che viene così suddiviso in quattro zone, definite in funzione del valore del parametro a_g , accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A ($V_{s30} > 800 \text{ m/s}$) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, che corrisponde all’accelerazione attesa per un periodo di ritorno di 475 anni, ovvero con probabilità di superamento annuo pari a circa il 2 per mille.

I valori di a_g sono espressi in funzione dell'accelerazione di gravità e per le varie zone risultano (punto 3.2.2.1 del DMIT 14/09/2005):

Zona	Valore di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

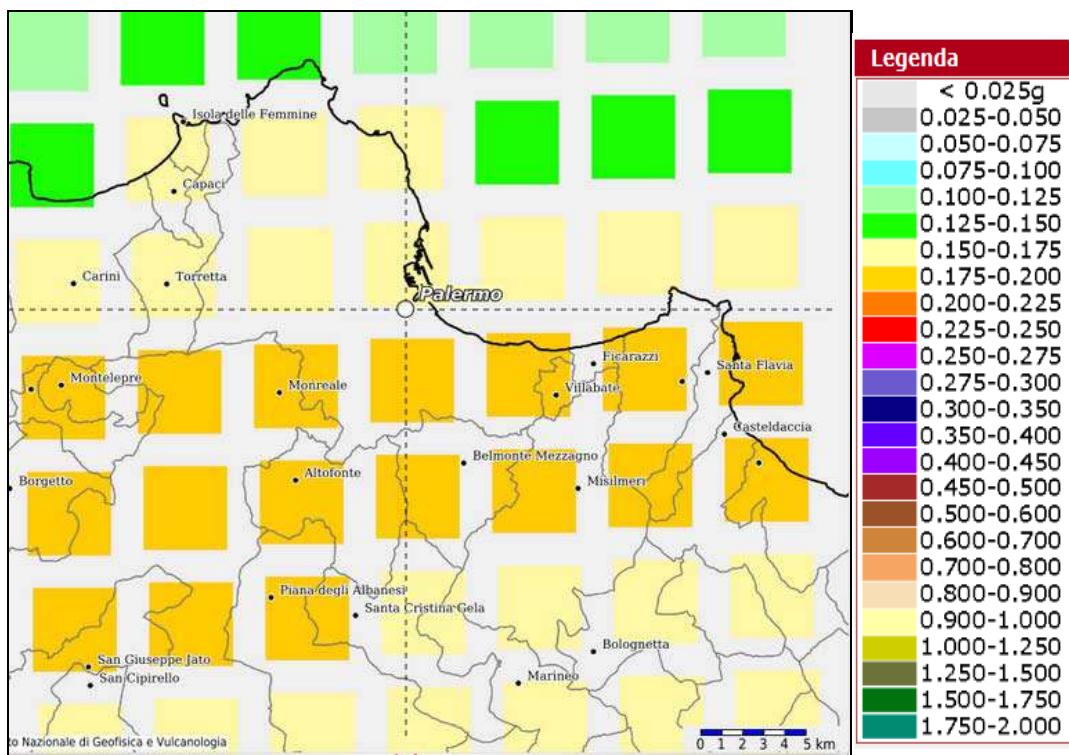
La citata Ordinanza n. 3274/2003 ha portato alla redazione (Gruppo di Lavoro MPS, 2004) della più recente mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta in termini di accelerazione massima orizzontale su suolo rigido con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Tale mappa, riportata in allegato, è stata approvata con O.P.C.M. 20/04/2006 n. 3519 recante *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"*.

Occorre puntualizzare che quanto previsto nell'O.P.C.M. n. 3519/2006 non modifica la classificazione sismica del territorio nazionale, che rimane quella definita dall'allegato 1 dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 e ss.mm.ii., modificata in qualche caso delle Regioni, ma costituisce essenzialmente un documento di fondamentale importanza nello sviluppo di azioni mirate alla riduzione del rischio sismico, una stima coerente della pericolosità per l'eventuale aggiornamento della classificazione sismica del territorio su basi scientifiche, indicando i valori attesi dell'accelerazione massima al suolo su una griglia di circa 11.000 punti.

La mappa di pericolosità sismica più recente, predisposta nell'ambito del Progetto DPC-INGV-S1¹, consente di definire in corrispondenza del sito in esame valori di PGA (*Peak Ground Acceleration*) su suolo rigido dell'ordine di 0,175 - 0,200 g.

¹ DPC-INGV (2007). *Progetto S1. Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274/2003 e progettazione di ulteriori sviluppi. Rapporto finale.* <http://esse1.mi.ingv.it>



Accelerazione sismica al bedrock (50mo percentile) con Tr = 475 anni

5.3 - PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Nelle NTC-18 l'azione sismica sulle costruzioni viene valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione, in condizioni ideali (sito di riferimento rigido, superficie topografica orizzontale, campo libero).

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un determinato intervallo di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

L'intervallo di tempo nelle NTC, è espresso in anni e denominato “*periodo di riferimento*” (VR), mentre la probabilità è denominata “*probabilità di eccedenza o superamento nel periodo di riferimento*” (PVR).

Il periodo di riferimento è definito al paragrafo 2.4.3 delle citate norme tecniche e si ricava, per ciascun tipo di costruzione, mediante la relazione

$$VR = VN \cdot Cu$$

dove VN rappresenta la vita nominale dell'opera e Cu il coefficiente d'uso.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle grandezze:

- ag = accelerazione orizzontale massima al sito;
- Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- Tc^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

sulla base delle quali sono definite le forme spettrali per la generica PVR.

Per i valori di ag , Fo e Tc^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14.01.2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 04.02.2008, n. 29, ed eventuali successivi aggiornamenti (punto 3.2 delle NTC-18).

Di essi viene fornita la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno TR , per l'intero territorio nazionale sulla base del cosiddetto “*reticolo di riferimento*”.

I valori di ag , Fo e Tc^* sono forniti dalla normativa per 9 valori del periodo di ritorno TR : 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni.

Per tutti i punti del territorio non coincidenti con i nodi del reticolo, i valori dei parametri ag , Fo e Tc^* sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

Le NTC introducono diversi stati limite ad ognuno dei quali si associa una certa probabilità di superamento, come riassunto nella seguente tabella:

STATO LIMITE		PROBABILITÀ'
SLE (Stati limite di esercizio)	SLO (Stato limite di operatività)	0,81
	SLD (Stato limite di danno)	0,63
SLU (Stati limite ultimi)	SLV (Stato limite di salvaguardia della vita)	0,10
	SLC (Stato limite di prevenzione del collasso)	0,05

Tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento VR , proprio della costruzione da realizzare, consentono di individuare l'azione sismica di progetto corrispondente per ciascuno stato limite.

Il sito oggetto dell'intervento risulta localizzato, come detto, nel territorio del Comune di Palermo (Me).

Utilizzando il software programma Spettri - NTC (ver. 1.0.3) del C.S.L.P. si procede alla definizione della pericolosità sismica di base, definita alla scala del territorio comunale di Palermo.

Il sito ricade all'interno di una delle maglie del reticolo di riferimento, come evidenziato nella figura seguente:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

<input checked="" type="radio"/> Ricerca per coordinate <input type="radio"/> Ricerca per comune	LONGITUDINE 13,3366	LATITUDINE 38,1121	
REGIONE Sicilia PROVINCIA Palermo COMUNE Palermo			
Elaborazioni grafiche <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> Grafici spettri di risposta </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> Variabilità dei parametri </div> Elaborazioni numeriche <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> Tabella parametri </div>			
Nodi del reticolo intorno al sito <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>km 7,5</p> <p>-7,5 7,5 km</p> <p>-7,5</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".</p> </div>			
Reticolo di riferimento <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Controllo sul reticolo <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px;"></div> Sito esterno al reticolo </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px;"></div> Interpolazione su 3 nodi </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; background-color: green;"></div> Interpolazione corretta </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Interpolazione <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; border-radius: 5px; width: 100px; height: 15px; display: flex; align-items: center;"> superficie rigata </div> </div>			
INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3

I valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento sono riassunti nella seguente tabella:

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,043	2,338	0,228
50	0,060	2,337	0,249
72	0,075	2,320	0,258
101	0,090	2,311	0,264
140	0,106	2,317	0,270
201	0,124	2,326	0,278
475	0,177	2,377	0,290
975	0,229	2,422	0,305
2475	0,309	2,511	0,321

In allegato si riporta il grafico con gli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento, elaborato con il programma Spettri-NTC (ver. 1.0.3) del C.S.L.P.

Nel caso in esame, i valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* , per i periodi di ritorno associati a ciascuno stato limite, risultano:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,043	2,338	0,229
SLD	50	0,061	2,336	0,249
SLV	475	0,176	2,377	0,290
SLC	975	0,229	2,422	0,305

5.4 - PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE E AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s , ed occorre, altresì, valutare l'effetto della risposta sismica locale, tenendo conto delle condizioni stratigrafiche del terreno interessato dalla costruzione e delle condizioni topografiche, poiché questi fattori concorrono ad incrementare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su sito rigido orizzontale.

Ai fini degli *effetti stratigrafici*, il paragrafo 3.2.2 del D.M. 17/01/2018 definisce le seguenti categorie di sottosuolo (tab. 3.2II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato):

Categoria Sottosuolo	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Il parametro $V_{s,eq}$ rappresenta la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ed è definito dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1, N} h_i / v_{s,i}} \text{ (m/s)}$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $v_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo nella precedente espressione H=30 m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quel che riguarda, invece, i cosiddetti *effetti topografici*, si adotta, per configurazioni superficiali semplici, la classificazione di cui alla tabella 3.2.III delle NTC-18, cioè:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per tenere conto degli effetti dell'amplificazione stratigrafica si utilizzano i coefficienti Ss e Cc, da calcolare mediante le espressioni riportate nella tabella 3.2.IV delle NTC-18. Relativamente all'amplificazione topografica si utilizzano, invece, i valori del coefficiente ST, riportati nella tabella 3.2.V delle NTC-18 e definiti in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione delle opere.

Il sito interessato dalla realizzazione delle opere risulta localizzato in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata da deboli pendenze (angolo di inclinazione dell'ordine di pochi gradi), e, pertanto, può essere classificato nella categoria topografica "T1".

Relativamente alla categoria di sottosuolo, si rappresenta che nell'area è stata realizzata una campagna di indagini sismiche, a cura di C.P.A. srl, giusta relazione sulle indagini geofisiche allegata.

In particolare sono state realizzate n. 3 prove Down-Hole e n. e n. 4 profili sismici M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) che hanno restituito i valori riassunti nella seguente tabella:

Prova	$V_{s,eq}$ (m/s)
DH1	480
DH2	424
DH3	508
MASW1	636
MASW2	549

MASW3	463
MASW4	557

Per quanto sopra, il terreno di fondazione può essere classificato, secondo quanto previsto dalle nuove NTC, definendo la categoria di suolo del sito in esame come "*tipo B*" ($360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$).

Pertanto, il sito in esame, tenuto conto della pericolosità sismica di base (definita su base comunale) e dell'amplificazione derivante dalle condizioni stratigrafiche e topografiche locali presenta, per i diversi stati limite, una risposta sismica locale definita dai parametri riassunti nella seguente tabella:

Stato Limite	Ss	Cc	ST
SLO	1,200	1,478	1,0
SLD	1,200	1,453	1,0
SLV	1,200	1,409	1,0
SLC	1,178	1,395	1,0

L'accelerazione massima al suolo, con TR pari a 475 anni (SLV), risulta:

$$a_{\max,s} = a_{\max,b} \times S = 0,212g$$

Per gli SLE lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità PVR di superamento nel periodo di riferimento.

In allegato si riportano rispettivamente gli spettri di risposta per gli stati limite SLO ed SLD, elaborati mediante il programma Spettri-NTC (ver. 1.0.3) del C.S.L.P.

Per gli SLU, ai fini della definizione degli spettri di progetto, occorre valutare le capacità dissipative delle strutture, che possono essere considerate attraverso il cosiddetto "*fattore di comportamento*" (q), che dipende dal tipo di materiale, dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità, dalla duttilità attesa e dalla regolarità in pianta ed in altezza della struttura (par. 7.3.1 delle NTC-18).

La definizione dei suddetti parametri esula, ovviamente, dagli scopi della presente relazione, essendo rimandata al progettista.

7. CONCLUSIONI

L'area interessata dal progetto di realizzazione del "Parco a mare allo Sperone" ricade nel settore sud-orientale della Piana di Palermo, sulla fascia costiera che si sviluppa a sud del centro urbano di Palermo, compresa tra il Fiume Eleuterio ed il Fiume Oreto.

Dal punto di vista morfologico, le pendenze dei terreni delle aree in esame sono, in generale, molto modeste e il piano campagna mostra un andamento sub-pianeggiante con la quota media compresa tra 0 e 5-6 metri circa s.l.m.

Complessivamente, le condizioni locali dell'area oggetto di variante, suggeriscono la presenza di soddisfacenti condizioni di stabilità del sito e l'assenza, in atto, di rilevabili indizi che possano far prevedere alterazioni nell'equilibrio esistente, eccetto lungo il fronte mare del cosiddetto "mammellone".

Gli studi, i rilievi e le indagini effettuate hanno consentito di verificare:

- la presenza della falda freatica a profondità comprese tra 3,60 e 8,50 metri dal p.c., come rilevato dai piezometri installati nei fori di sondaggio S2PZ, S3PZ, S8PZ e S10PZ.
- la presenza di terreni aventi caratteristiche idrogeologiche e geotecniche compatibili con le destinazioni proposte;
- l'assenza, per l'area di più stretta pertinenza, di significative pericolosità di natura geologica, geomorfologica o idraulica, eccetto lungo il fronte mare del "Mammellone", soggetto a fenomeni di arretramento della costa per erosione marina (non segnalati dal PAI), per contrastare i quali è prevista la realizzazione di opere di contenimento.

Nella zona di interesse sono presenti prevalentemente depositi marini calcarenitico-sabbiosi appartenenti ai sistemi pleistocenici di Barcarello e Marsala, sovrastanti le cosiddette "Argille di Ficarazzi" (argille, argille siltose, silt argillosi grigio-azzurri o grigiobluastri, sabbie fini con, a luoghi, intercalazioni di livelli bioclastici e/o arenitici con bioclasti, depositi di tempesta), anch'esse appartenenti al sistema di Marsala.

Tali depositi sono diffusamente ricoperti da terreni di riporto di potenza anche plurimetrica, con spessori, rilevati nei sondaggi geognostici, che oscillano da 4.30 a quasi 15 metri.

Ai fini della caratterizzazione dei depositi presenti nell'area sono state realizzate indagini geognostiche e prove in situ ed di laboratorio i cui report sono allegati al presente studio.

L'analisi delle condizioni di pericolosità/rischio geologico s.l. hanno consentito di definire riguardo alla sismicità:

- a) intensità sismiche attese IMCS < 7, anche con tempo di ritorno cautelativo ($Tr = 475$ anni), e un indice di rischio sismico (Ir), inferiore al valore medio nazionale;

b) un grado di sismicità $S = 9$ (vecchia normativa antisismica), mentre rispetto all'O.P.C.M. n. 3274/2003 e ss.mm.ii., così come introdotta in Sicilia, il territorio comunale di Palermo risulta classificato in zona 2.

Rispetto al rischio idrogeologico l'area di insediamento delle opere in progetto non risulta tra quelle classificate a rischio nel P.A.I. adottato dalla Regione Siciliana, né si evidenziano in atto elementi morfoidrografici, collegabili con situazioni di rischio elevato o molto elevato.

Inoltre, la zona non rientra nemmeno nei casi di cui al D.P. n. 109/Serv. 5°/S.G. del 15.04.2015, recante “Istituzione di una fascia di rispetto per probabile evoluzione del dissesto intorno a tutti i fenomeni gravitativi” e pubblicato sulla G.U.R.S. n. 20 del 15.05.2015.

Si è proceduto, altresì, alla definizione della pericolosità sismica di base e, previa valutazione dei fattori amplificativi, di quella locale, secondo le prescrizioni del D.M. 17/01/2018.

I parametri che definiscono la pericolosità sismica di base sono riportati nella tabella seguente:

<i>Stato Limite</i>	<i>TR</i>	<i>ag (g)</i>	<i>Fo</i>	<i>Tc (s)</i>
<i>SLO</i>	30	0,043	2,338	0,229
<i>SLD</i>	50	0,061	2,336	0,249
<i>SLV</i>	475	0,176	2,377	0,290
<i>SLC</i>	975	0,229	2,422	0,305

Per quel che riguarda i fattori di amplificazione sismica locale, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, le caratteristiche della superficie topografica rientrano nella categoria “*T1*”, mentre relativamente alla tipologia del terreno di fondazione è stata effettuata una classificazione sulla base dei risultati di prove Down-Hole e M.A.S.W. da cui si definisce la categoria di sottosuolo del sito in esame come “*tipo B*”, da cui per ogni stato limite si ricava:

<i>Stato Limite</i>	<i>Ss</i>	<i>Cc</i>	<i>ST</i>
<i>SLO</i>	1,200	1,478	1,0
<i>SLD</i>	1,200	1,453	1,0
<i>SLV</i>	1,200	1,409	1,0
<i>SLC</i>	1,178	1,395	1,0

da cui risulta che l'accelerazione massima al suolo, con TR pari a 475 anni (SLV), risulta $a_{max,s} = 0,212g$.

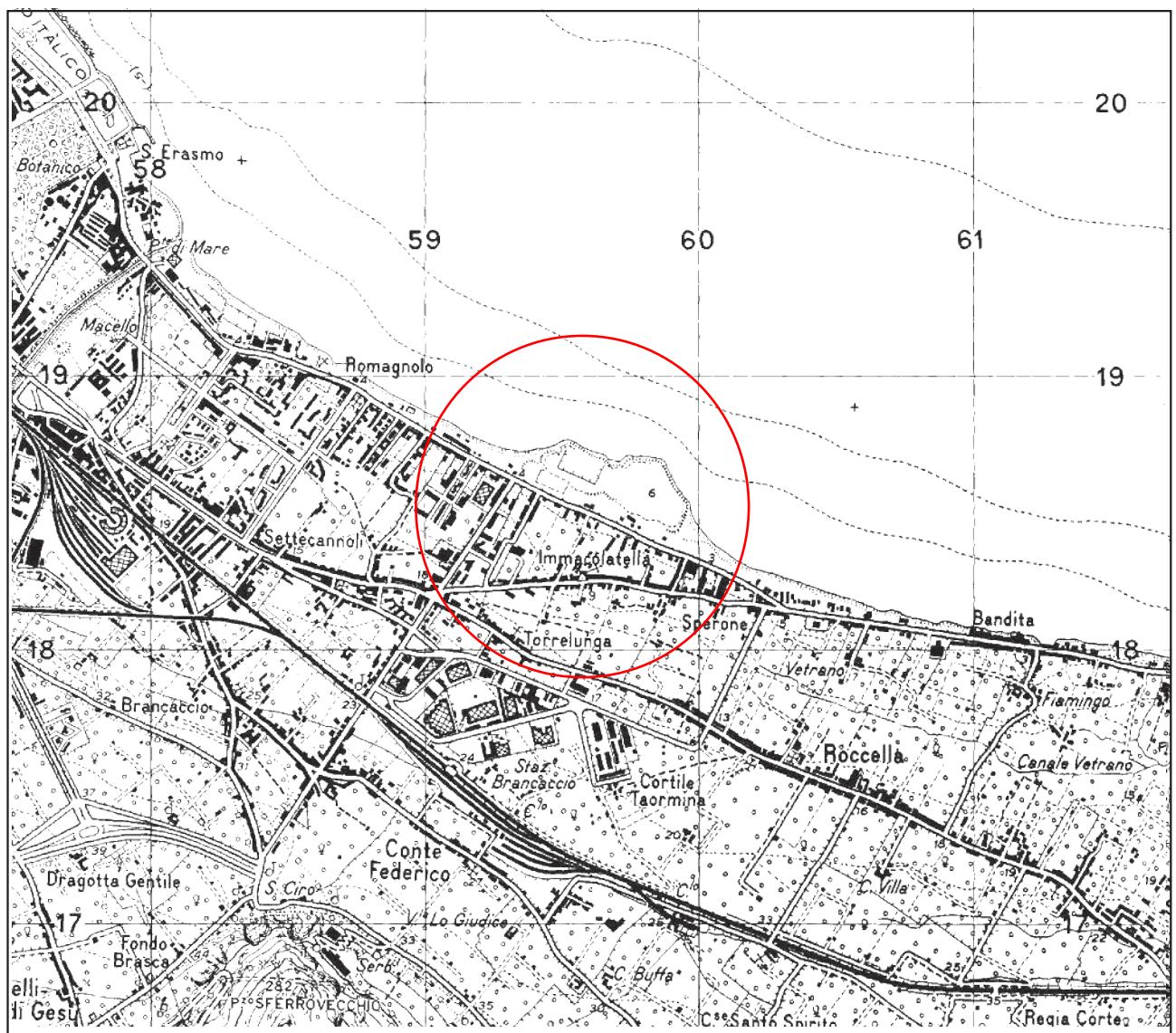
In conclusione, tenuto conto delle considerazioni sopra esposte e dei risultati delle indagini, l'area oggetto dell'intervento si qualifica come compatibile dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idraulico ai fini della realizzazione delle infrastrutture in progetto.

Si raccomanda l'applicazione dei criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica delle acque meteoriche indicati nel D.D.G. n. 102 del 23.06.2021.

Palermo, Luglio 2023

Dott. Geol. Gabriele Sapi

ALLEGATI



○ Area in Studio



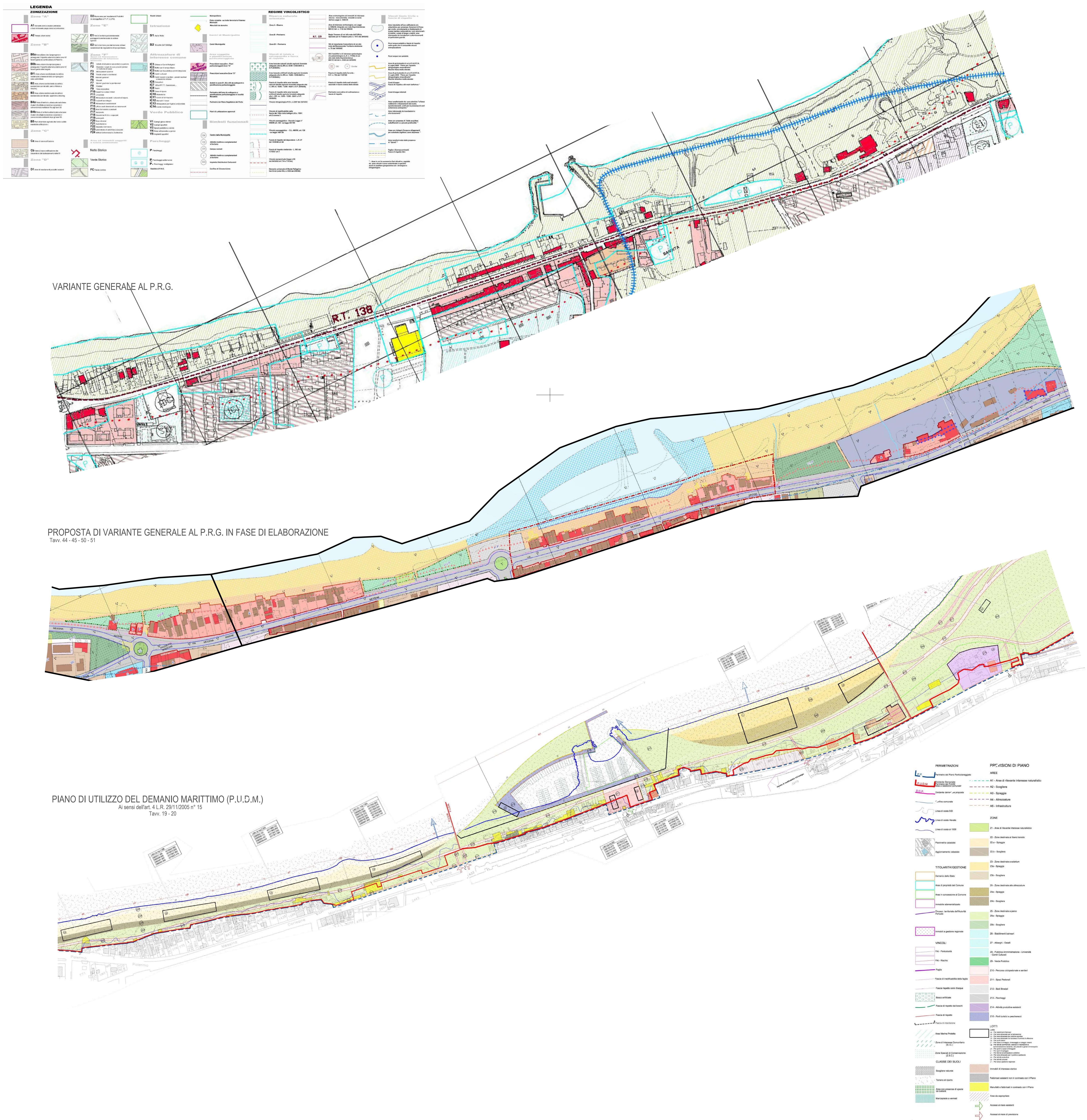
○ Area in studio



Google e il logo Google sono marchi registrati di Google Inc. e sono utilizzati per gentile concessione

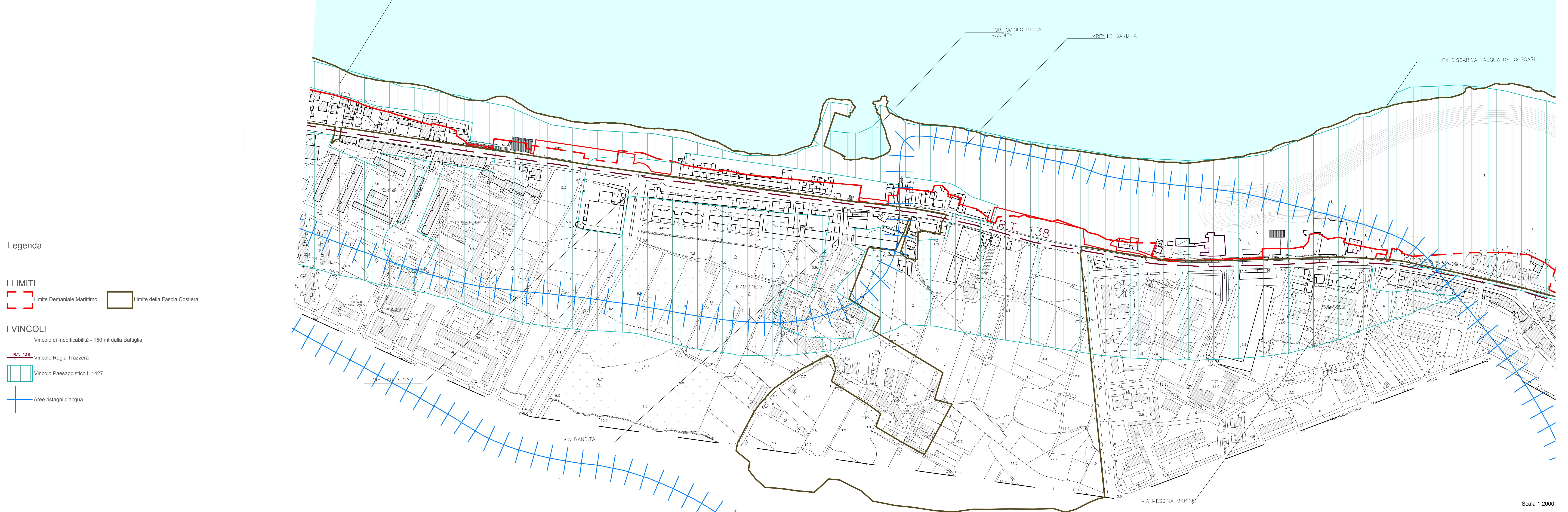
 Area in studio

STRUMENTI URBANISTICI



scala 1:2000

CARTA DEI VINCOLI

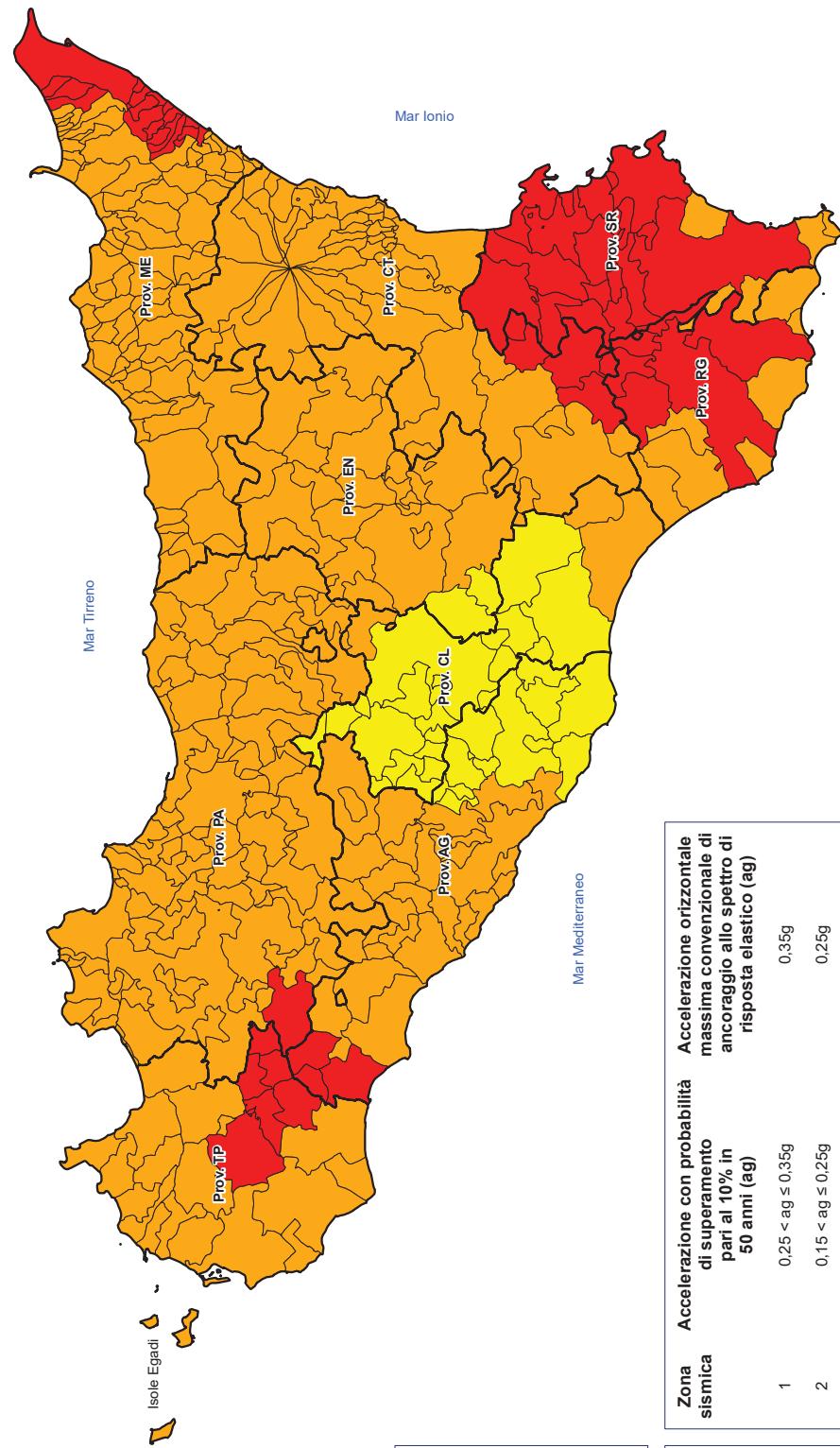
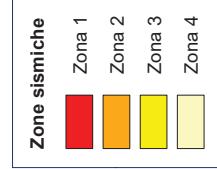




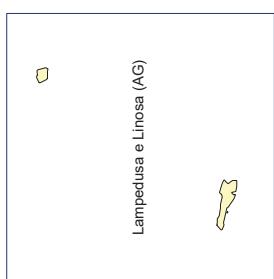
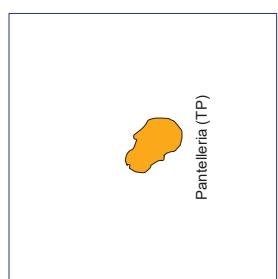
Regione Siciliana - Presidenza
Dipartimento della Protezione Civile



Proposta di aggiornamento della Classificazione sismica regionale con i criteri dell'Ordinanza
del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519

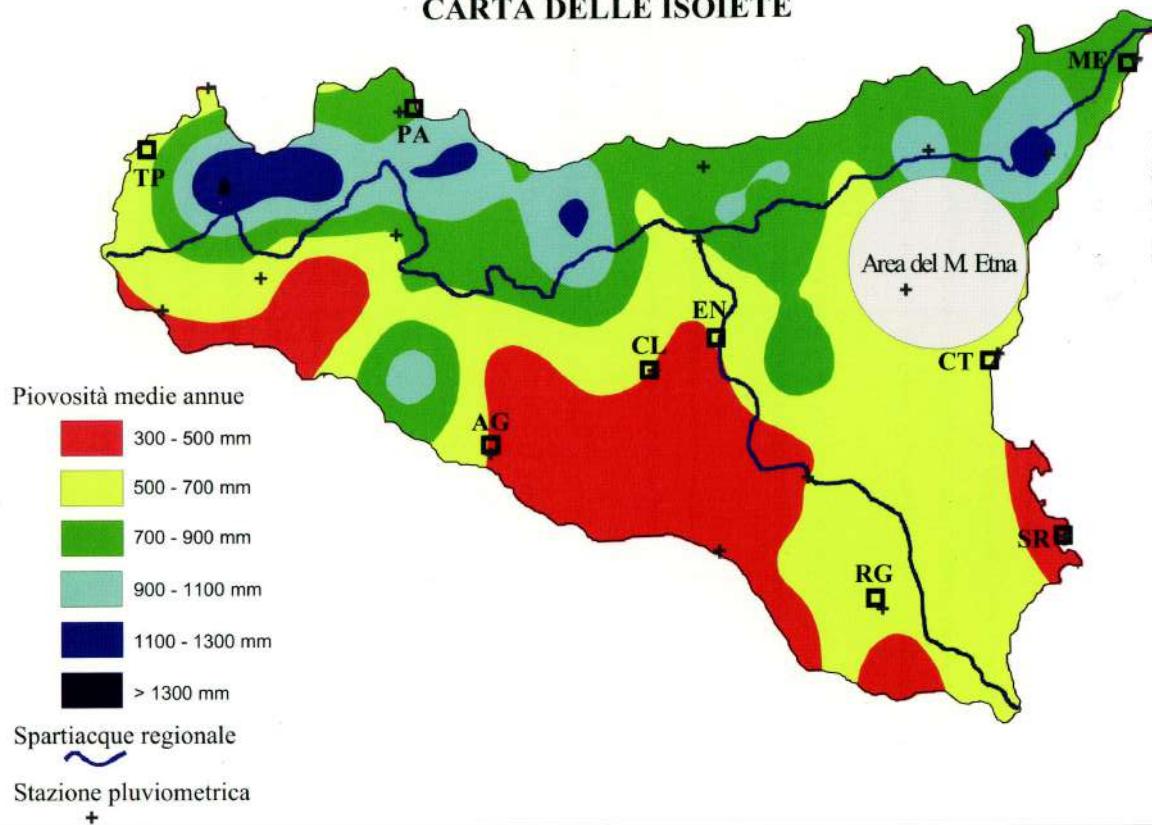


Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio allo spettro di risposta elastico (ag)
1	0.25 < ag ≤ 0.35g	0.35g
2	0.15 < ag ≤ 0.25g	0.25g
3	0.05 < ag ≤ 0.15g	0.15g
4	≤ 0.05g	0.05g

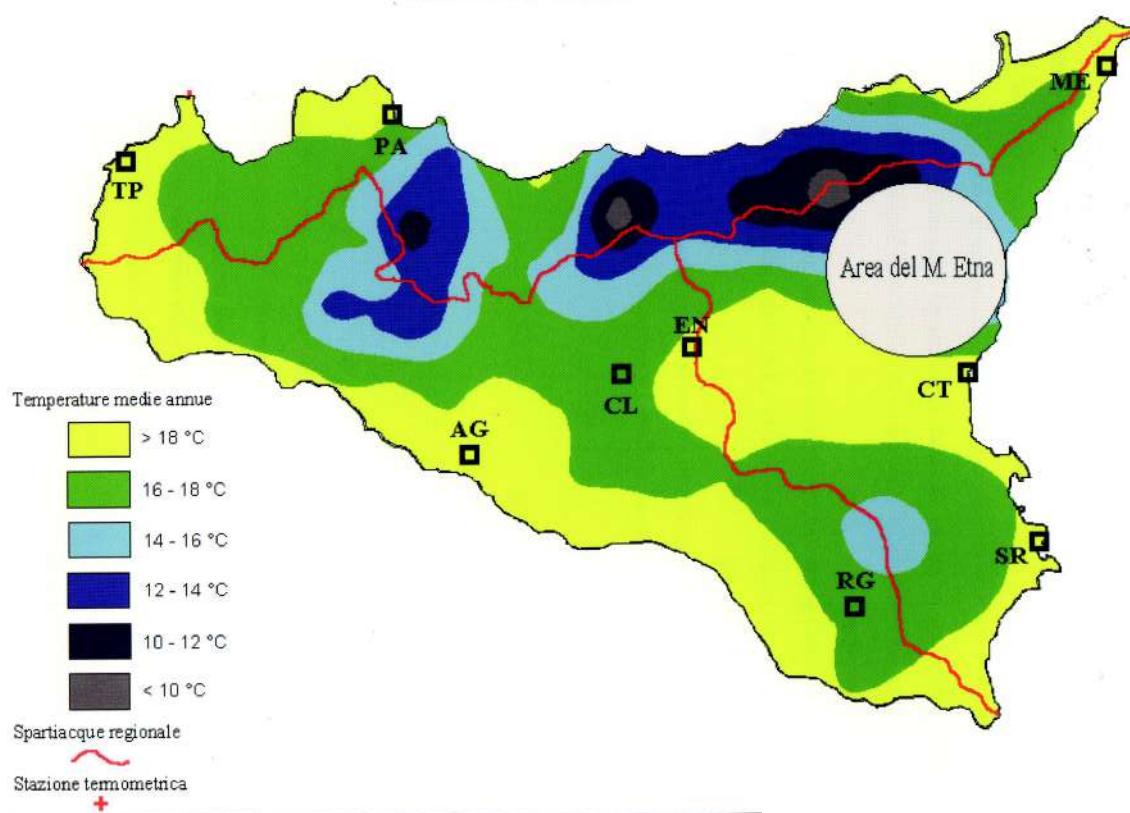


Caratteristiche termo-pluviometriche di lungo periodo della Sicilia

CARTA DELLE ISOIETE



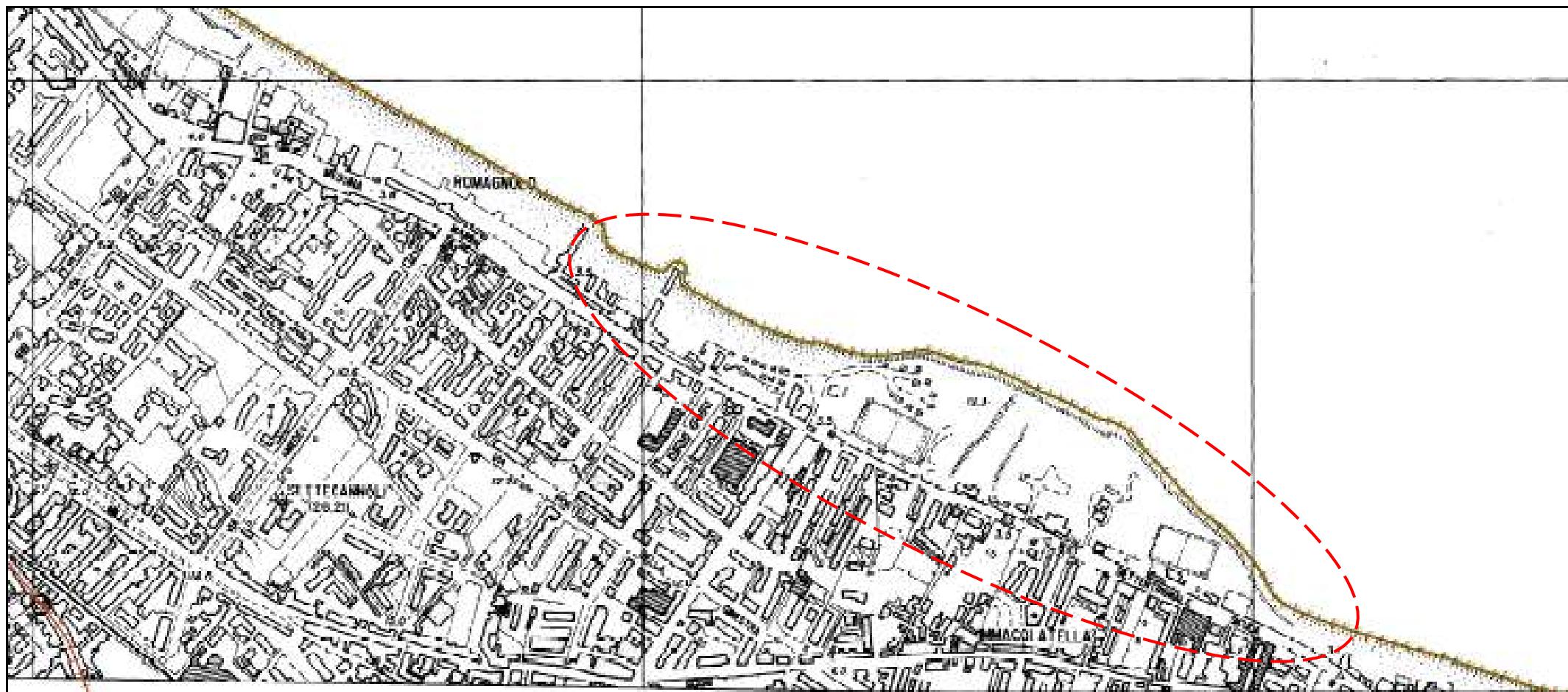
CARTA DELLE ISOTERME



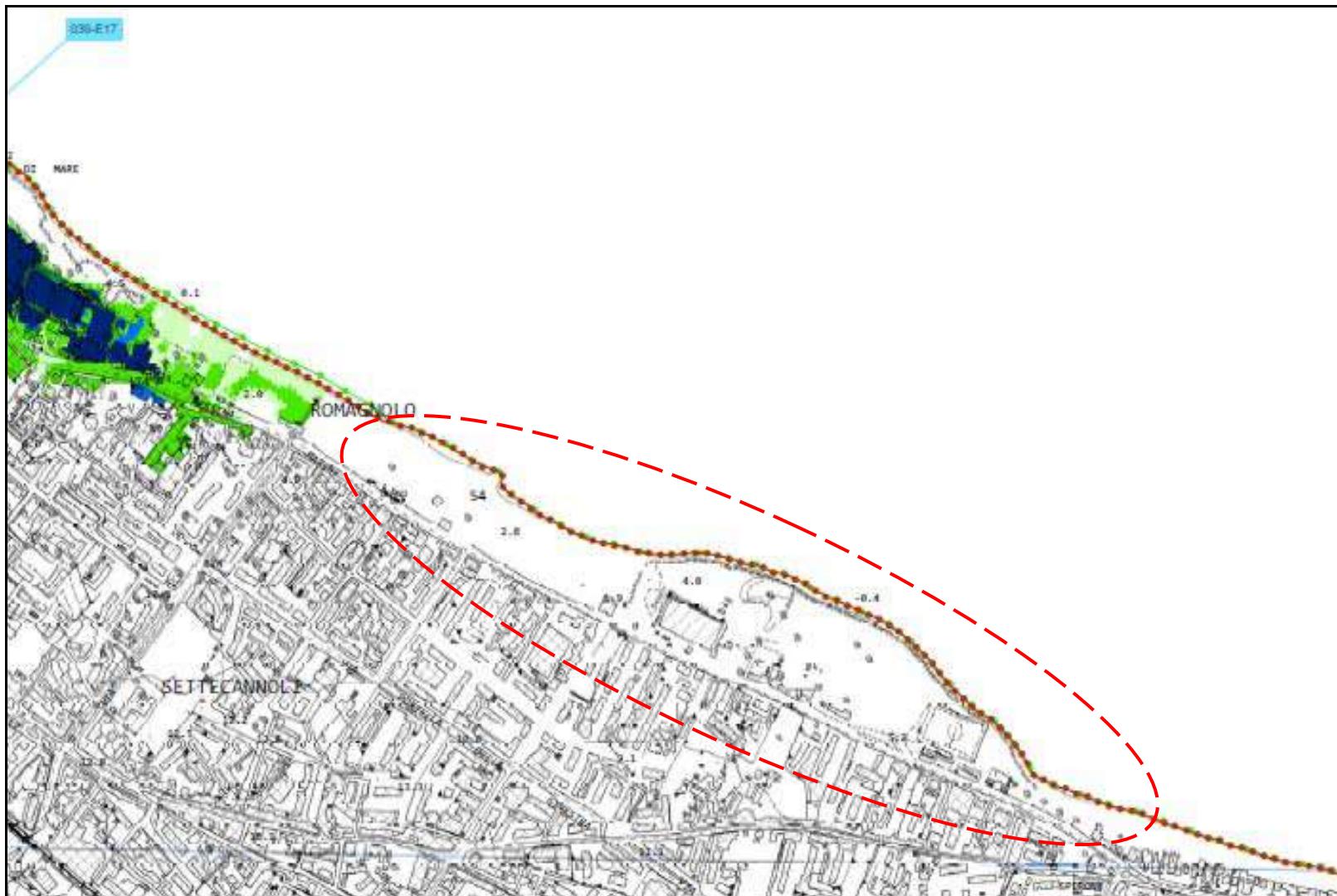
Stralcio Carta Idrogeologica (da PRG)



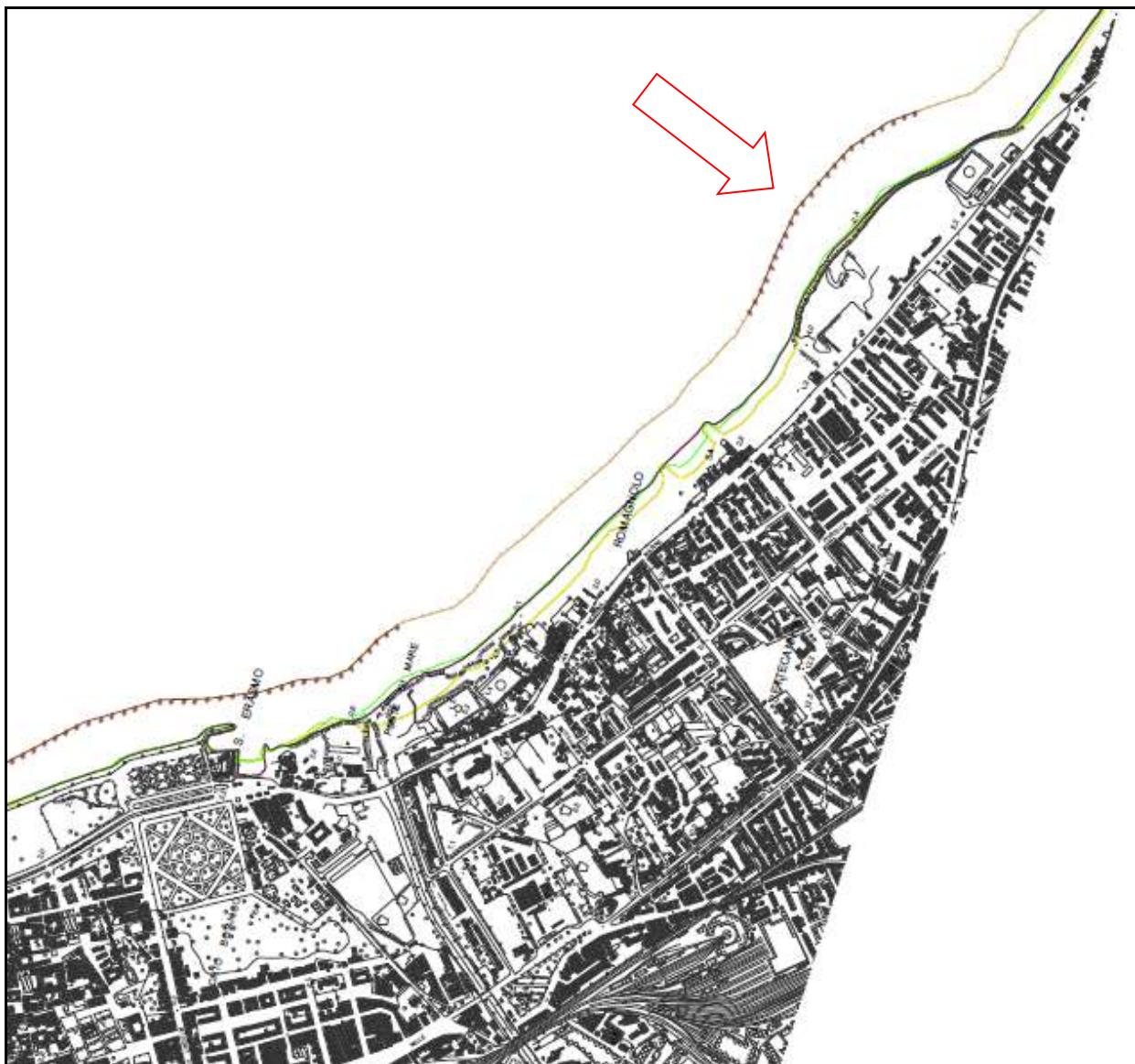
Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico (da PAI)



Carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione (da PAI)



Carta della tipologia costiera e dell'evoluzione delle linee di riva (da P.A.I.)



LEGENDA

Tipologia costiera

- Costa rocciosa
- Costa bassa ciottolosa
- Costa bassa sabbiosa
- Costa bassa sabbiosa-ciottolosa

Anni di rilievo

- 1976
- 1992
- 1998
- 2003



Parco a mare allo Sperone

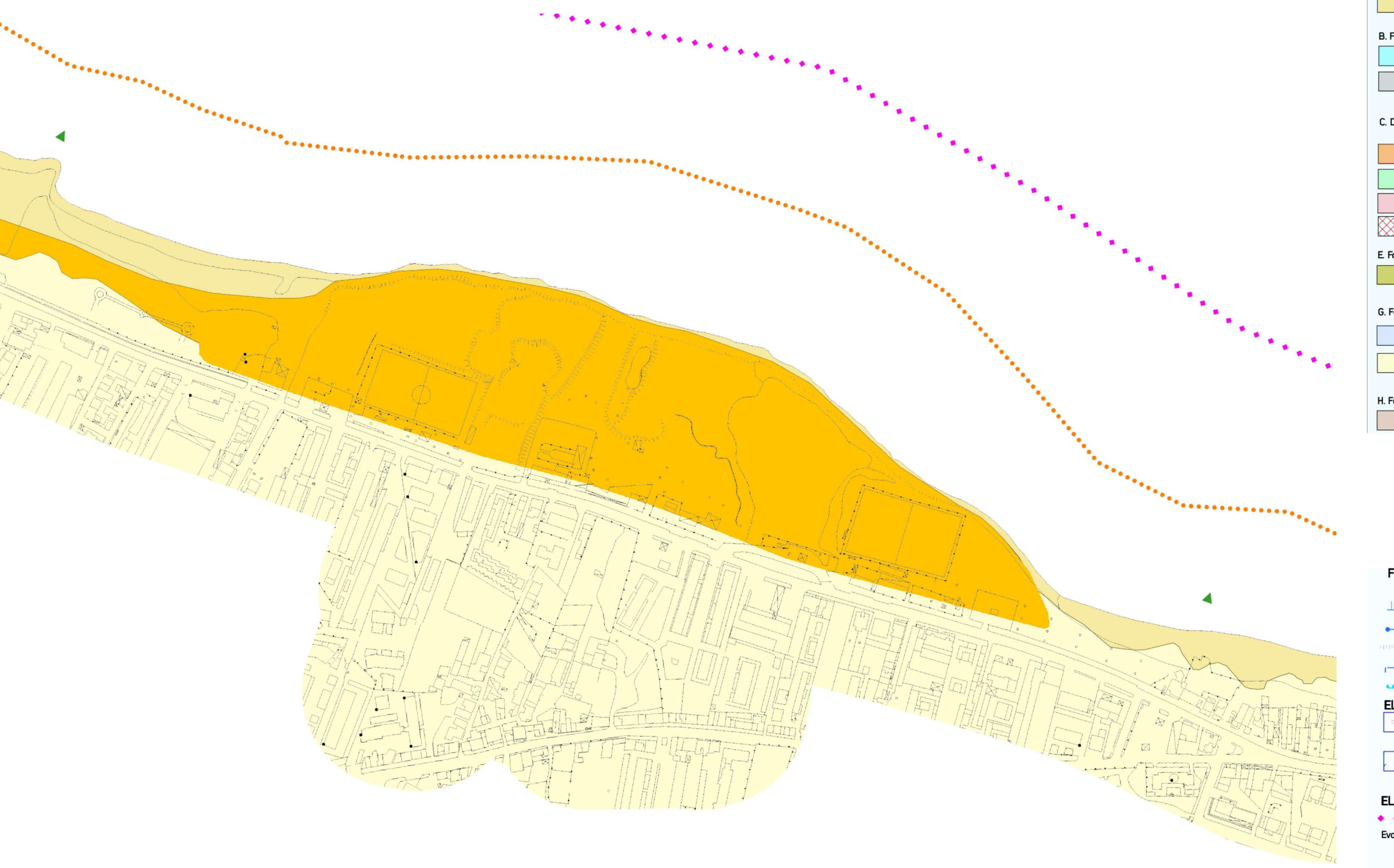
CUP D79/2200064006

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA
Luglio 2023
CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA: 1:2000

Il Sindaco: Prof. Roberto Lagalla
L'Assessore: Dott. Andrea Mineo
Il Capo Area: Dott.ssa Carmela Agnello
Il Dirigente: Dott. Roberto Rainieri
Il RUP: Arch. Giuseppina Luzzo, Arch. Achille Vitale, Ing. Gesualdo Guarneri, Dott. Francesco La Vara, D.ssa Caterina Tardiuono, D.ssa Patrizia Sampino.
La coordinatrice della progettazione: Ing. Deborah Spigaglia
Il gruppo di progettazione: Dott. Geologo Gabriele Sapio; Dott. Biologo Fabio Di Piazza;
Responsabile della sicurezza in fase di progettazione: Ing. Claudio Torta
Studio idraulico marittimo, Verifica delle opere di difesa costiera eseguiti da: Sigma Ingegneria s.r.l.
Indagini ambientali, geologiche e geotecniche svolte da: IPA s.r.l. e Ambiente Lab
Con il contributo scientifico del Dipartimento di Architettura di Palermo – Responsabile Prof. Daniele Ronisvalle

0 50 100 150 200 m



LEGENDA

UNITÀ DI PAESAGGIO

A. Depositi litoranei e sublitoranei

A1 - Dune recenti:
- Spiagge attuali e recenti (AFLg2)
- Dune costiere consolidate (AFLd)

B. Formazioni alluvionali

B1 - Alluvioni di fondovalle recenti ed attuali:
- Depositi fluviali di fondovalle (AFLb)
- Sedimenti limno-palustri e lacustri (AFLe3)
B2 - Alluvioni in altezze terrenate:
- Depositi fluviali posti a quote superiori a quelle degli alvei attuali (REO1 - RED2)
- Depositi torrentizi e/o di Coni alluvionali (AFLu)

C. Depositi superficiali incerti, Depositi pedemontani e Depositi di versante

C1a - Depositi di frana (AFLa1)
C1b - Coltri eluviale/coluviale (AFLb2 - Coll)
C2 - Detriti di falda (AFL3 - RFR - BLT - SNP)
C5 - Terreni di riporto (RSU - AAR - AAS)

E. Formazioni prevalentemente argillose

E1 - Argille grigio-azzurre (MRSe)

G. Formazioni Carbonatiche

G1 - Rocce carbonatiche compatte dure e tenaci (Dim - CRI - PCPs)
G2 - Calcari vacuoli o porosi, Calcari teneri, poco coerenti, grossolani (MRSd - SIT - BNI - BCP - AFLu)

H. Formazioni prevalentemente sabbiose o arenacee, silicee

H2 - Flysch arenaceo-marnoso o arenaceo-argilloso (FVN)

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DOVUTI ALLA GRAVITÀ

Deformazione Gravitative Profonda di Versante DGPV - Stabilizzata naturalmente
Deformazione superficiale lenta "Creep" - Attiva
Frana per scorrimento - Inattiva
Frana di colamento lento - Stato di attività indeterminato
Orlo di scarpata interessato da fenomeni di crollo e/o ribaltamento - Stabilizzato
Orlo di scarpata interessato da fenomeni di crollo e/o ribaltamento - Attivo
Corso di detrito - Attivo Coro di detrito - Inattivo

Fossa fluviale reflitta (fossa della Garofala e fossa di Danisinni)
Erosione Accelerata - Attiva
Paleocorrido - Stabilizzato naturalmente

Deflusso idrico superficiale associato ad elevato trasporto solido e/o Colata detritica - Attivo
Corso d'acqua principale
Impavio
Impavio trasformato dall'azione antropica (area coltivata e/o urbanizzata)
Impavio trasformato dall'azione antropica (strada)
Tratto meandriforme del Fiume Oretto

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DOVUTI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA

Infrastrutture portuali
Porto o Aippo
RSU Area di pertinenza della discarica RSU di Bellolampo. - In esercizio
Cava di calcarenite a cielo aperto o a fossa - Dismessa
Cava di calcarenite sotterranea a imbuto o a campana - Dismessa
Cava di calcarenite sotterranea a gallerie e piastrati "mucale" - Dismessa
Cava di calcare lapideo a cielo aperto - Dismessa
Cava di calcare lapideo a cielo aperto - In esercizio
Limite di collinazione di cava di calcare lapideo in esercizio
Sondaggio della campagna geognostica 2014 che intercetta una cavità
Antiche aree cimiteriali sotterranee
Qanat
Altre cavità sotterranee (grandi cisterne, cripte, tombe, silos, gallerie e camminamenti, camere dello scirocco, cavene e sotterranei, nicchie d'erosione, cavità cilindriche, rifugi antiaerei, cavità a pozzo, accessi, ossari, etc.)
Canale a cielo aperto
Canale coperto
Canale irriguo
Canale bonifica
Limite del foglio CTC

FORME DEL RILIEVO

* Cima
↓ Versante a controllo strutturale e paleofisico
● Limite di bacino idrografico
······ Orlo di scarpata e/o ciglio morfologico
······ Orlo di terrazzo marino
▲ Promontorio

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DOVUTI AL CARISMOSO

Dolina
Forma carsica ipogene: Grotta, Zubbio, Fessura, Crepaccio, Abisso e Pozzo
Area interessata da forme di carsismo epigeo
Paleosuolo bauxitico

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DOVUTI ALL'AZIONE DEL MARE

◆◆◆ Golfo o Cala
Evoluzione della costa

▲ Costa con tendenza all'avanzamento
▼ Costa con tendenza all'arretramento

Tipologia della costa

●●● Costa rocciosa alta (falesia) o bassa (a scogliera)

●●● Costa sabbiosa bassa (spiaggia)

●●● Costa sabbiosa-ciotolosa alta (mammellone) o bassa (spiaggia secondaria)

●●● Foco del Fiume Oretto



Finanziato
dell'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



Italidomani
POLITICHE DI SICUREZZA E RESILIENZA



Città di Palermo

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Piani Urbani Integrati - MSC2 – Intervento 2.2b

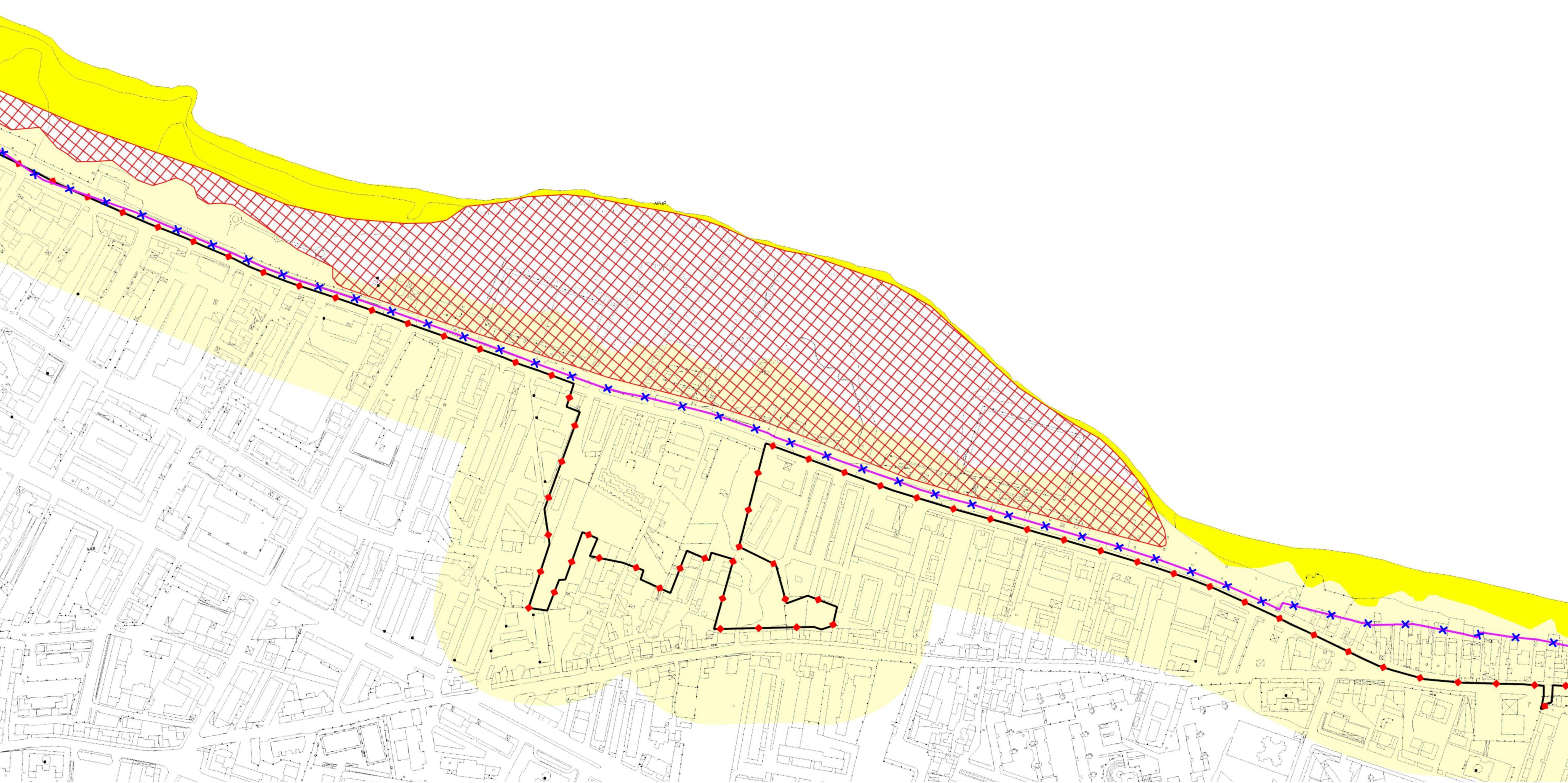


Il Sindaco: Prof. Roberto Lagalla
L'Assessore: Dott. Andrea Mineo
Il Capo Area: Dott.ssa Carmela Agnello
Il Dirigente: Dott. Roberto Rainieri

Il RUP: Arch. Giovanni Sartori
Staff del RUP: Arch. Giuseppina Luzzo, Arch. Achille Vitale, Ing. Gesualdo Guarneri, Dott. Francesco La Vara, D.ssa Caterina Tardibruno, D.ssa Patrizia Sampino.

La coordinatrice della progettazione: Ing. Deborah Spaggiari
Il gruppo di progettazione: Dott. Geologo Gabriele Sapiò; Dott. Biologo Fabio Di Piazza;
Responsabile della sicurezza in fase di progettazione: Ing. Claudio Torta

Studio idraulico marittimo, Verifica delle opere di difesa costiera eseguiti da: Sigma Ingegneria s.r.l.
Indagini ambientali, geologiche e geotecniche svolti da: CPA s.r.l. e Ambiente Lab
Con il contributo scientifico Dipartimento di Architettura di Palermo – Responsabile Prof. Daniele Ronzivalli



LEGENDA

COMPLESSO DI COPERTURA

Accumulo antropico recente (ATTUALE)

SINTEMA DI CAPO PLAYA (PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE)

- AFLa3 Detrito di falda
- AFLb Deposito alluvionale di fondo valle
- AFLb2 Coltre eluvio - colluviale
- AFLd Deposito eluvio sabbioso in facies di duna costiera
- AFLa3 Deposito lacustre e/o palustre
- AFLu Travertino
- AFLg2 Deposito di spiaggia attuale

SINTEMA DI RAFO ROSSO (PLEISTOCENE SUP.)

- RFR Detriti di falda ed eolianiti stratificati e cementate con intercalazioni di paleosuoli

SINTEMA DI BARCARELLO (PLEISTOCENE SUP.)

- SIT Calcareni e conglomerati a Strombus babonus

SINTEMA DI POLISANO (CALABRIANO)

- BLT Arenarie e sabbie quarzose di ambiente edico

SINTEMA DI MARSALA

- MRsd Calcareni di Palermo
- MRse Calcareni, calciruditi e sabbie bioclastiche, talora passanti verso il basso a calcisiltiti, biocalcifilti e sabbie bioclastiche con locali intercalazioni di conglomerati in matrice sabbiosa (EMILIANO - SICILIANO)
- MRSe Argille di Ficazzoli
- MRSe Argille, argille siltose, silt argilosio grigio-azzurro o grigio-bluestone, sabbie fini con, a luoghi, intercalazioni di livelli bioclastici e/o arenitici (EMILIANO P.P. - SICILIANO)

SUBSTRATO MESO - CENOZOICO

- PVN Successione torbidaica di siltiti, argilliti e marni argilloso grigio-brune con intercalazioni di arenarie Quarzose in livelli e banchi

SUCCESSIONE DEL DOMINIO NUMIDICO (OLIGOCENE SUP. - MIOCENE INF.)

- PVN Successione torbidaica di siltiti, argilliti e marni argilloso grigio-brune con intercalazioni di arenarie Quarzose in livelli e banchi

SUCCESSIONE DELLA PIATTAFORMA CARBONATICA PANORMIDE (TRIASSICO SUP. - EOCENE)

- PCPa Successione piattiforma carbonatica Panormide (Fm. Valdesi VS1, Fm. Amerillo AM1, Fm. Pellegrino LEG, Calcar di Capo Gallo AFU, Calcar di Piano Battaglia PNB, Calcar di Pizzo Mandolfi CT1, Fm. Buccheri BC1, Fm. Capo Rame RMF, Fm. Cozzo di Lupo CZP, Fm. Sciacca SIA)

Simbologia

- | | |
|---|----------------------------------|
| Corsi d'acqua e Canali a cielo aperto | Canali coperti |
| Contatto Stratigrafico | Contatto Stratigrafico presunto |
| Contatto di Scollamento | Contatto di Scollamento presunto |
| Faglia | Faglia presunta |
| Sovrascorrimento | Sovrascorrimento presunto |
| Direzione, Immersione ed inclinazione degli Strati: | |
| strati diritti | strati rovesciati |
| Limite fascia costiera | Limite demanio marittimo |
| Struttura antropica | |

0 50 100 150 200 m



COMUNE DI PALERMO
AREA DEL PATRIMONIO, DELLE POLITICHE AMBIENTALI
E TRANSIZIONE ECOLOGICA
SETTORE POLITICA AMBIENTALE E TRANSIZIONE ECOLOGICA
SERVIZIO PROGETTAZIONE MARE, COSTE, PARCHE E RISERVE



Parco a mare allo Sperone
CUP D79J22000640006

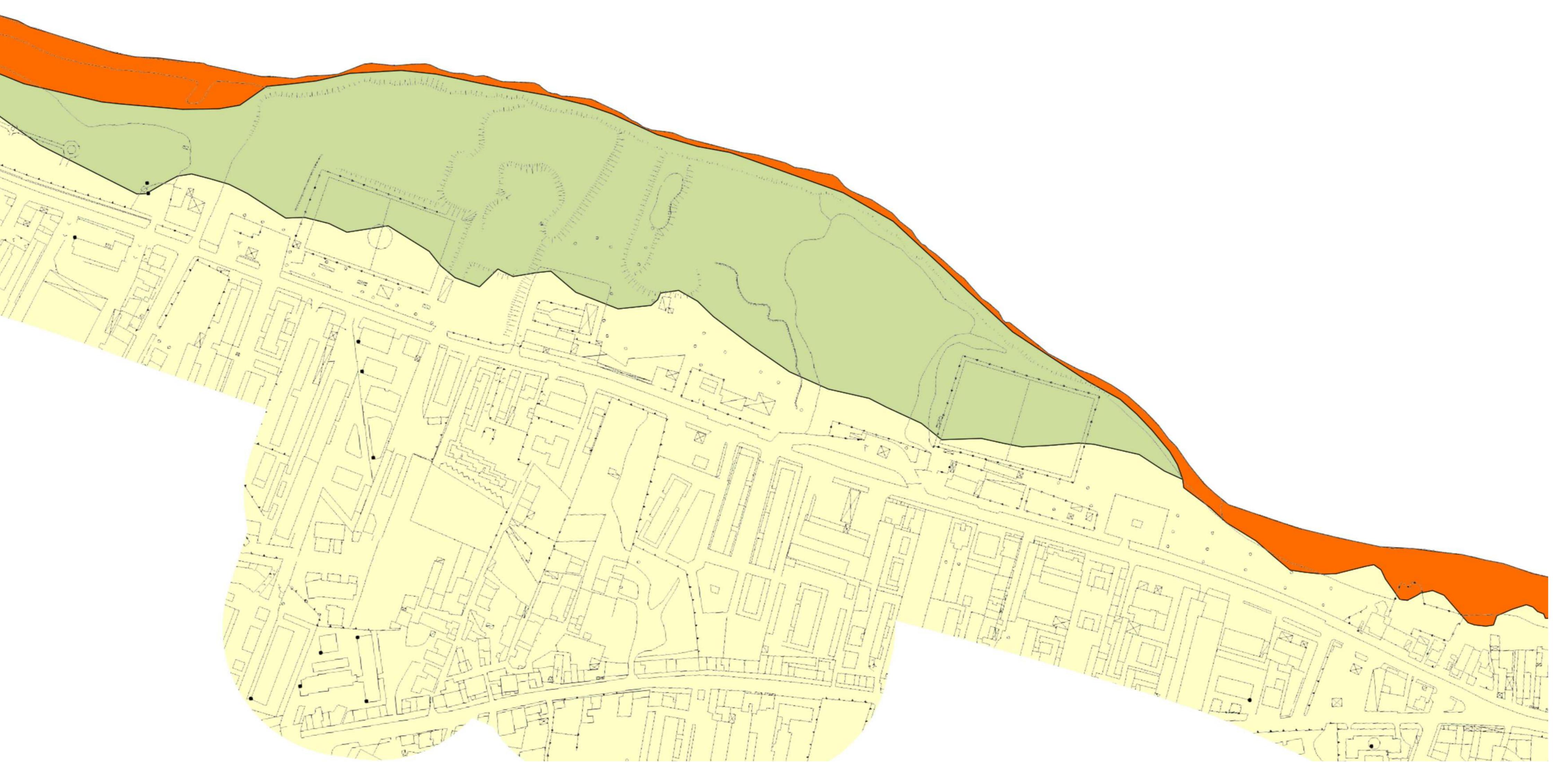
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
Luglio 2023
CARTA LITOTECNICA

SCALA: 1:2000

Il Sindaco: Prof. Roberto Lagalla
L'Assessore: Dott. Andrea Mineo
Il Capo Area: Dott.ssa Carmela Agnello
Il Dirigente: Dott. Roberto Rainieri
Il RUP: Arch. Giovanni Sarta
Staff del RUP: Arch. Giuseppina Liuzzo, Arch. Achille Vitale, Ing. Gesualdo Guarneri, Dott. Francesco La Vara, D.ssa Caterina Tardibruno, D.ssa Patrizia Sampino.

La coordinatrice della progettazione: Ing. Deborah Spieghi
Il gruppo di progettazione: Dott. Geologo Gabriele Sapi; Dott. Biologo Fabio Di Piazza;
Responsabile della sicurezza in fase di progettazione: Ing. Claudio Torta

Studio idraulico marittimo, Verifica delle opere di difesa costiera eseguiti da: Sigma Ingegneria s.r.l.
Indagini ambientali, geologiche e geotecniche svolte da: ICPA s.r.l. e Ambiente Lab
Con il contributo scientifico del Dipartimento di Architettura di Palermo – Responsabile Prof. Daniele Ronisvalle



LEGENDA

1 - UNITA' LITOTECNICHE DEL SUBSTRATO

A - Successioni Carbonatiche

A1 - Successioni generalmente suddivise in poliedri giustapposti di volume medio superiore a 1 metro cubo

B - Successioni con alternanza di litotipi diversi (formazioni flyschoidi)

B4 - Successioni strutturalmente ordinate con prevalenza percentuale dei litotipi argilosì

2 - UNITA' LITOTECNICHE DELLA COPERTURA

F - Sedimenti a grana grossa

F2c - Materiali coesivi - Frammenti lapidei eterometrici, di varia natura, spigolosi o arrotondati, con frazione fine interstiziale, dotati di coesione per legante "argilloso"

F2s - Materiali sciolti - Frammenti lapidei eterometrici, di natura natura, arrotondati o spigolosi, con frazione fine interstiziale

F4 - Materiali cementati - Frammenti lapidei eterometrici, di natura prevalentemente carbonatica, generalmente spigolosi, a legante prevalentemente calcitico e mediamente cementati

G - Sedimenti a grana medio fine

G1 - Materiali sciolti - Sabbie sciolte

G2c - Materiali coesivi - Sabbie limose e limi sabbiosi inglobanti frammenti spigolosi o arrotondati, dotati di coesione per legante "argilloso"

G3.2.2 - Materiali cementati - Sabbie cementate a legante calcitico e medio grado di cementazione

H - Sedimenti a grana fine e finissima

H1 - Limi argilosì o argille

H1c - Limi argilosì o argille inglobanti frammenti lapidei spigolosi o arrotondati

H2 - Rocce derivate da precipitazione chimica

Simboli

Struttura Antropica

0 50 100 150 200 m

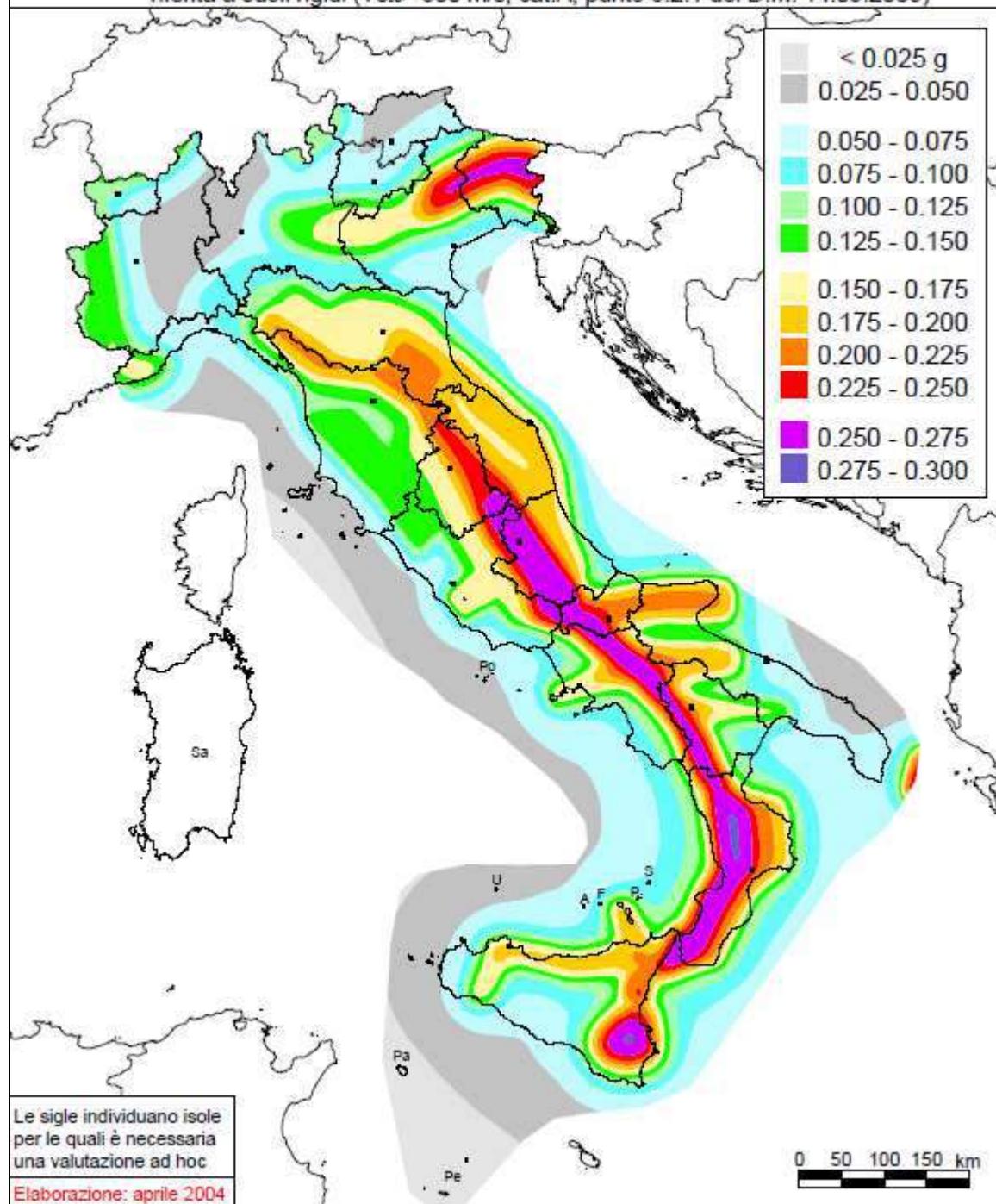
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

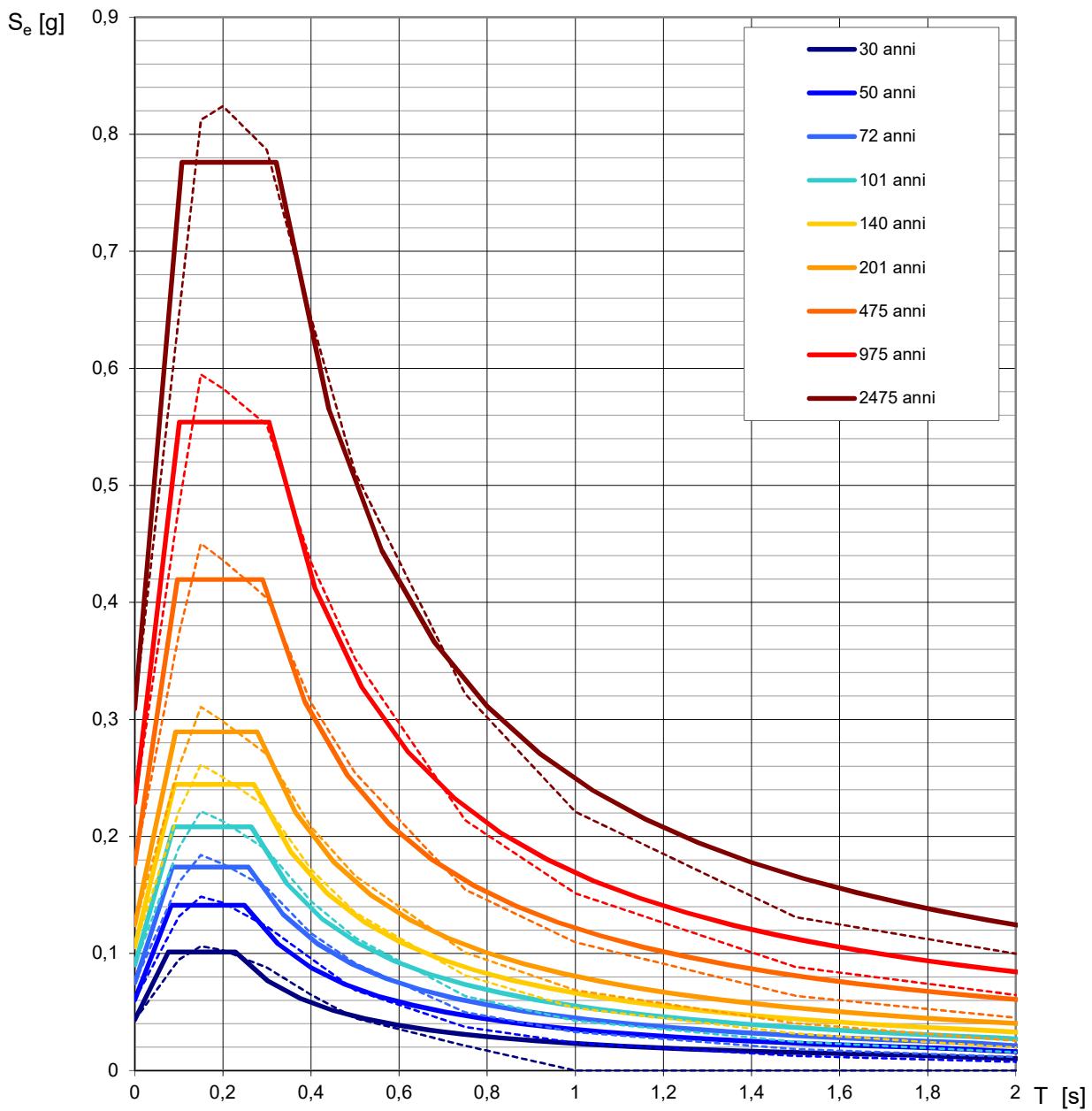
espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

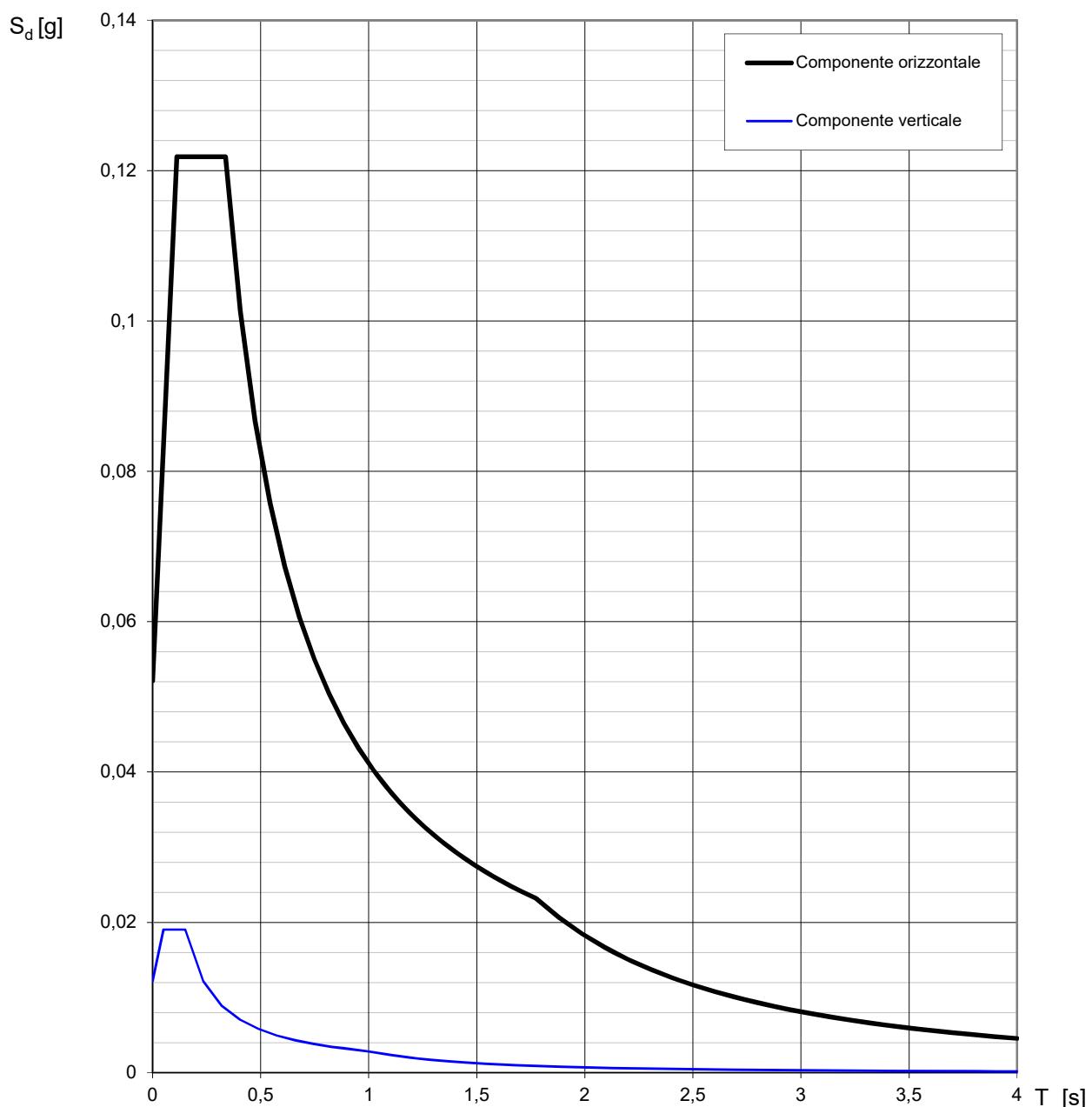


NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

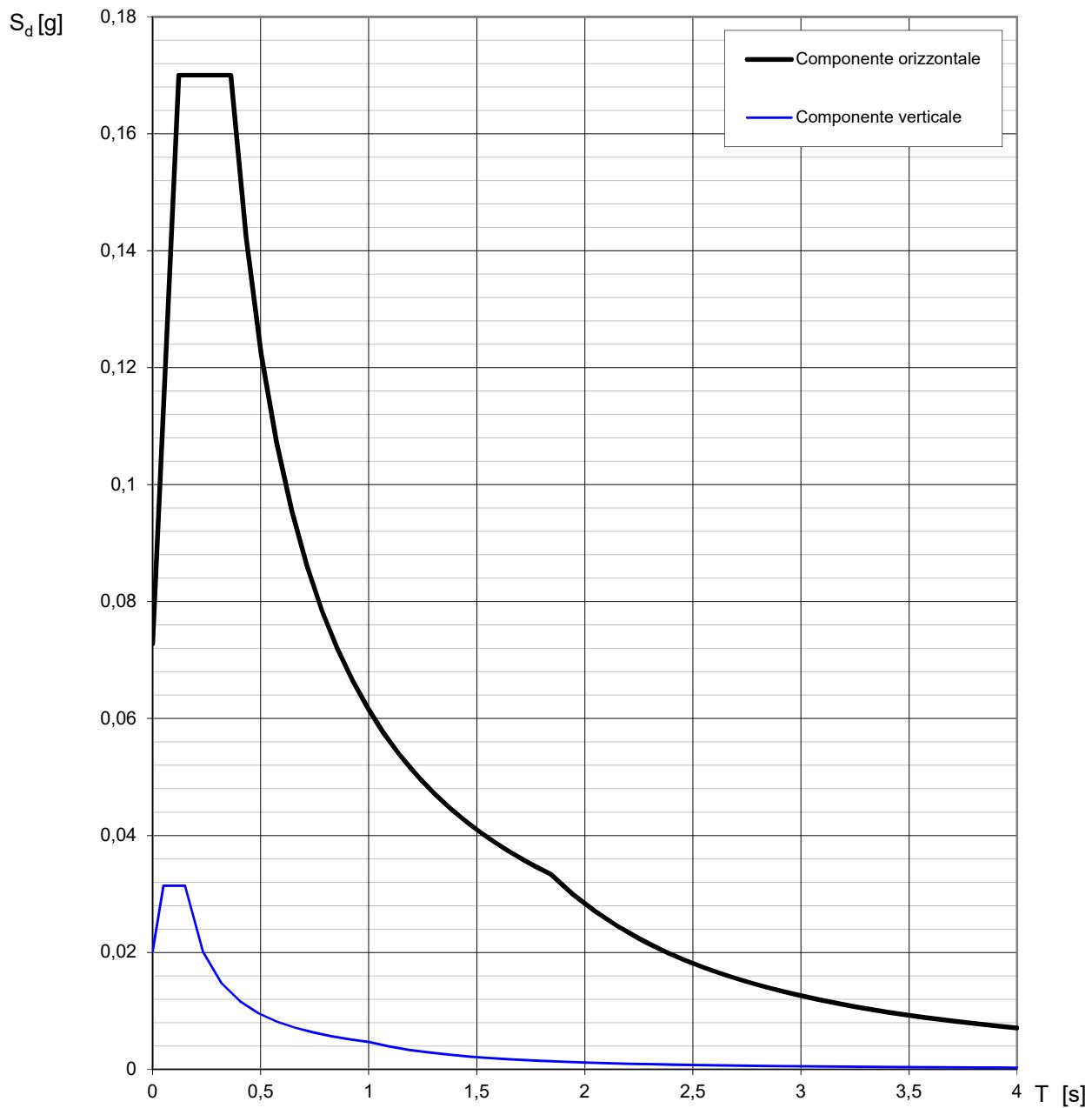
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.