



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE - PORTO DI NAPOLI

PROLUNGAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA A PROTEZIONE DEL NUOVO TERMINAL CONTENITORI DI LEVANTE - I STRALCIO

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

Studio Morfologico e Morfodinamico

Scala:

1 9 0 0 2 D R 0 0 7 0 1 M A R

Committente:



AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE

Responsabile Unico del Procedimento:
Dott. Ing. Rosa PALMISANO

Mandataria



Via Monte Zebio, 40
00195 ROMA

Coordinamento di progetto
Dott. Ing. Marco TARTAGLINI

PROGETTISTI

Responsabile integrazione
prestazioni specialistiche
Prof. Ing. Alberto NOLI

Mandanti



Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	15.10. 2019	1	REVISIONE	A. Sanzone	P. Contini	M. Tartaglini
	05.06. 2019	0	EMISSIONE	A. Sanzone	P. Contini	M. Tartaglini

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:



**AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE**
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE

PORTO DI NAPOLI


**PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA A PROTEZIONE DEL NUOVO
TERMINAL CONTENITORI DI LEVANTE – I STRALCIO**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO MORFOLOGICO E MORFODINAMICO

Indice

1. Premessa	2
2. Introduzione	2
3. Inquadramento geomorfologico e territoriale del litorale in esame	4
4. Evoluzione storica del litorale dal 1988 al 2017	11
5. Analisi diacronica delle linee di riva storiche	15
6. Conclusioni.....	23

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

1. Premessa

Con Bando di Gara del 21 marzo 2018, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale ha dato avvio ad una procedura aperta ex art. 60, D.Lgs 50/2016 (delibera A.P. 71/18 del 5 marzo 2018) per l'affidamento dei servizi tecnici di architettura e ingegneria per la progettazione definitiva ed esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, la direzione dei lavori, il coordinamento della sicurezza in fase esecutiva, oltre a prestazioni integrative, inerenti ai lavori del “Prolungamento della diga Duca d’Aosta a protezione del nuovo terminal contenitori di levante – I stralcio”. CUP: I61H12000220006, CIG: 74271749DE.


Il raggruppamento temporaneo costituito fra MODIMAR s.r.l. (mandataria) e VDP s.r.l., VAMS Ingegneria s.r.l., React Studio s.r.l., G.I.A. Consulting s.r.l., S.I.S.P.I. s.r.l., Install s.r.l. (mandanti) – RT Modimar nel prosieguo - è risultato aggiudicatario del servizio, giusta delibera n. 412/18 del Presidente dell’Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale del 21 dicembre 2019 e successiva integrazione del 4 aprile 2019. La presente relazione è parte del Progetto Definitivo.

2. Introduzione


Il presente Studio specialistico è stato condotto, nell’ambito del Progetto Definitivo inerente i lavori del “Prolungamento della diga Duca d’Aosta a protezione del nuovo terminal contenitori di levante – I stralcio”, al fine di verificare, anche alla luce della recente evoluzione storica (1988-2016), le possibili interferenze imputabili alla diga Duca d’Aosta ed al suo proposto prolungamento sulla morfologia e morfodinamica della fascia litoranea compresa tra il porto di Napoli, a Nord-Ovest, ed il porto del Granatello, a Sud-Est in località Portici, per una estensione complessiva di circa 3600 m.

Per la redazione del presente studio si è fatto riferimento alla letteratura di settore aggiornando il quadro conoscitivo dell’ambito litoraneo in cui ricade la diga foranea sulla base delle immagini aeree reperite da Bing Maps e dal portale cartografico del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), georeferenziate e digitalizzate con il software QGIS ed analizzate secondo le più recenti metodiche di analisi dell’evoluzione della linea di riva.

Nei capitoli seguenti sono descritte le attività dello studio condotto così distinte:

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

- inquadramento geomorfologico del litorale in esame con analisi qualitativa dei morfotipi caratteristici e dei relativi parametri morfometrici;
- acquisizione delle ortofoto dal Geoportale Cartografico Nazionale del MATTM e da Bing Maps; georeferenziazione ed omogeneizzazione (su piattaforma QGIS) con successiva digitalizzazione delle polilinee rappresentative del margine della “linea di riva” e delle numerose opere antropiche interferenti (scogliere frangiflutti distaccate e radenti) come desumibile dalle immagini aeree;
- estrapolazione dalla piattaforma QGIS delle linee di riva “storiche” associate alle immagini aeree reperite relativamente al periodo 1988-2017 e relativa analisi diacronica sulla base delle quali ipotizzare il livello di interferenza associato alla realizzazione del prolungamento della diga Duca D’Aosta così come previsto dal presente progetto definitivo;
- analisi conclusiva degli elementi morfologici e morfodinamici del litorale in esame e della possibile interferenza della diga Duca d’Aosta.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

3. Inquadramento geomorfologico e territoriale del litorale in esame

La fascia litoranea oggetto di studio si colloca(



Figura 3.1) sul versante nord-orientale del Golfo di Napoli, subito a Sud-Est del porto di Napoli ricade all'interno dell'Unità Fisiografica (1) fortemente antropizzata e geomorfologicamente strutturata e condizionata dalle pendici del Vesuvio, che da Ercolano sino a Torre Annunziata si protendono in mare.

1 La letteratura specializzata nel settore della geomorfologia litoranea definisce come Unità Fisiografica (UF) un tratto della fascia litoranea, che sottende anche più bacini idrografici, i cui confini (lateralmente e verso il largo) sono individuati in modo tale che i possibili movimenti dei sedimenti, che compongono i fondali e le spiagge emerse e che vengono movimentati dalle onde e correnti marine, possono ritenersi trascurabili lungo i confini dell'Unità Fisiografica. Il limite verso il largo di una UF è definito dalla Profondità di Chiusura (PdC) ovvero la quota del fondale marino oltre la quale è trascurabile la deriva trasversale dei sedimenti calcolata in funzione delle mareggiate più intense (con frequenza di accadimento superiore a 12 ore anno). La fascia litoranea delimitata dalla isobata corrispondente alla PdC è detta "fascia attiva" entro la quale possono ritenersi ricompresi tutti i processi di trasporto solido responsabili dell'evoluzione morfodinamica del litorale.


	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	007	01



Figura 3.1 – Inquadramento del Golfo di Napoli in cui ricade la fascia litoranea oggetto di studio.

Come desumibile dalla seguente Figura 3.2, stralciata da una pubblicazione sugli studi specialistici condotti dall'ISPRA per le aree costiere italiane ⁽²⁾, l'ambito litoraneo oggetto di studio ricade nella unità fisiografica (UF) denominata **Torre del Greco**, che si estende dal Molo Sud della Darsena di Levante del porto di Napoli fino al Molo sopraflutto del porto di Torre Annunziata.

² L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, già APAT), nell'ambito dei compiti istituzionali di monitoraggio dell'ambiente marino e costiero ha classificato e suddiviso il litorale italiano in 235 UF in funzione della conformazione morfologica e delle condizioni di esposizione al moto ondoso, queste ultime definite in termini di PdC associate a condizioni di esposizione ondosa annuale, quinquennale e decennale calcolate sulla base delle misure della Rete Ondometrica Nazionale (RON). Fonte "Le Unità Fisiografiche e le Profondità di Chiusura della costa Italiana", autori I. Lisi, A. Bruschi, M. Del Gizzo, M. Archina, A. Barbano, S. Corsini, rivista L'ACQUA n.2/2010.

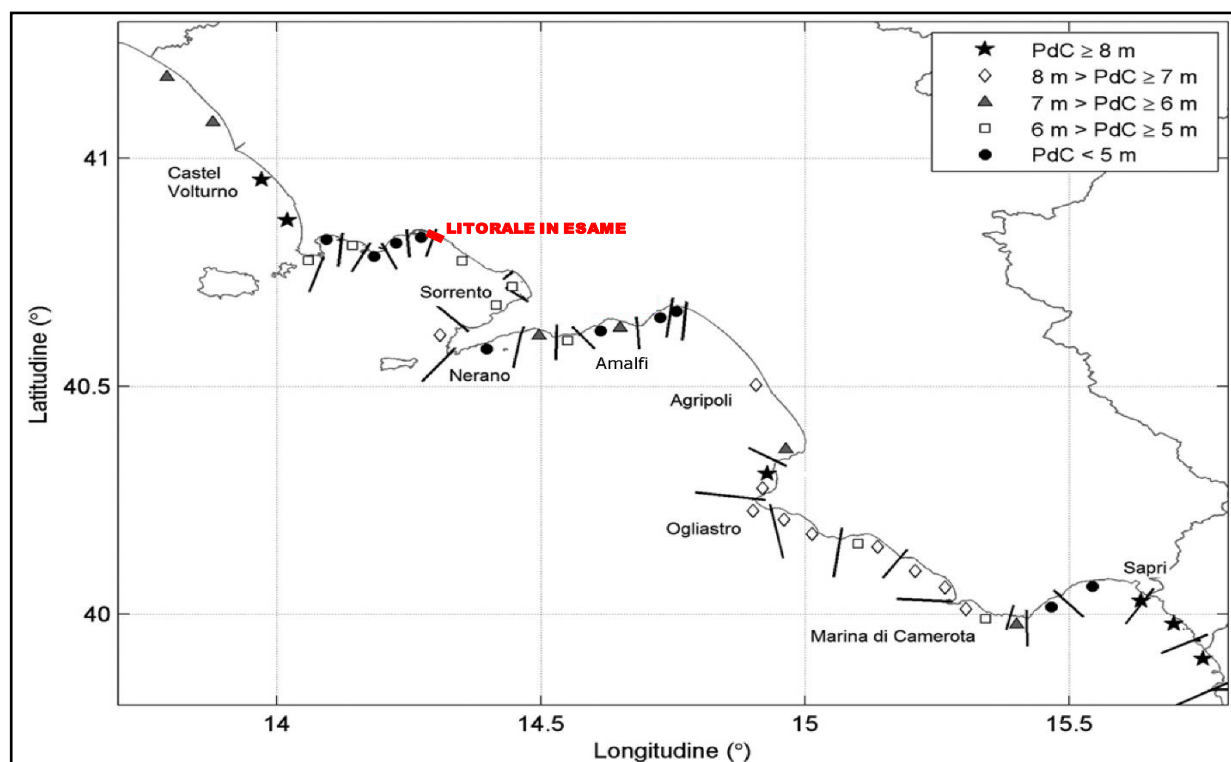



Figura 3.2 – Classificazione delle Unità Fisiografiche (UF) della Campania e relative profondità di chiusura (PdC) annuali. Le linee ortogonali alla costa identificano i limiti delle UF, mentre la toponomastica identifica alcune delle UF di riferimento (fonte ISPRA, 2010).

Sulla base dei parametri morfometrici riportati nella seguente Tabella 1, stralciatianch'essi dal suddetto studio dell'ISPRA, si ricavano le seguenti caratteristiche:

- per localizzazione e conformazione geografica l'Unità Fisiografica di "Torre del Greco" è classificata come Golfo, ovvero "ampia rientranza della terraferma rispetto al mare" con uno sviluppo litoraneo complessivo di 19,9 km;
- per le condizioni di esposizione al moto ondoso ha un orientamento medio a 225°Nord e, vista anche la conformazione del golfo, sulla base delle registrazioni ondamiche direzionali della stazione RON di Ponza, questa risulta esposta principalmente agli stati di mare provenienti da libeccio;
- per gli aspetti morfodinamici i valori delle profondità di chiusura PdC, differenziate su base statistica per frequenze di accadimento annuale, quinquennale e decennale sono ricomprese tra -5,6 e -9,1 m s.l.m.

La diga Duca di Aosta si colloca su fondali ben superiori alle suddette profondità di chiusura e pertanto ricade oltre la "fascia attiva" del litorale in esame: conseguentemente la diga Duca di Aosta non interferisce *direttamente* con i processi di morfodinamica litoranea ed esercita un limitato ridosso nei confronti della risultante

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
	19	002	DR	007	01	MAR		

medio climatica del moto ondoso.

Tabella 1 – Caratteristiche della UF di-Torre del Greco che ricomprende il litorale oggetto di studio (fonte ISPRA 2010)

Dati ondam.	Nome UF	Limiti laterali		Morfotipo	Profondità di chiusura (PdC)			Orientamento (° Nord)	Estensione (km)
		Ponente	Levante		PdC ₁	PdC ₅	PdC ₁₀		
RON Ponza	TORRE DEL GRECO	Molo Sud Darsena di Levante porto Napoli	Molo sopraflutto porto Torre Annunziata	Golfo	5.6	7.8	9.1	225	19.9

Per gli aspetti amministrativi la fascia litoranea oggetto di studio, costituisce il margine lato mare (water-front) del quartiere di San Giovanni a Teduccio estrema periferia orientale del Comune di Napoli ⁽³⁾ che confina con il comune di Portici in corrispondenza dell'ex Opificio di Pietrarsa. Questa fascia litoranea ha uno sviluppo complessivo di circa 3,3 km ed è delimitata (Figura 3.3) a Nord-Ovest dal Molo Sud del porto di Napoli e a Sud-Est dal molo di sottoflutto del piccolo porto del Granatello.

Territorialmente questa fascia litoranea è confinata lato terra dallo storico asse ferroviario Napoli-Portici ⁽⁴⁾ rispetto al quale gli unici insediamenti antropici che si trovano lato mare sono l'ex Opificio di Pietrarsa e l'ex impianto comunale di depurazione dismesso da pochi anni. La marcata antropizzazione di questo tratto di litorale ha comportato la quasi totale fagocitazione della porzione emersa della falcata sabbiosa anche in ragione delle molteplici scogliere (radenti e distaccata) realizzate per salvaguardare gli insediamenti antropici a tergo.

Attualmente lamassiccia presenza di queste opere a gettata, disposte in maniera alquanto caotica e disorganica per la protezione delle infrastrutture e delle opere esistenti lungo lo stesso tratto di litorale, ha determinato la completa "ossificazione" del litorale come testimoniato dagli sporadici tratti di spiagge "relitte" che presentano estensioni alquanto limitate (al massimo dell'ordine di 200 m).

³ Il quartiere di San Giovanni a Teduccio, comune autonomo fino al 1925, insieme ai limitrofi quartieri di Barra e Ponticelli costituisce la Sesta Municipalità del Comune di Napoli e confina ad Est con i comuni di Portici San Giorgio a Cremano.


⁴ Retaggio delle prime infrastrutture ferroviarie in Italia realizzate dal Regno delle Due Sicilie nella prima metà del diciannovesimo secolo i cui fasti sono documentati anche dal Museo Nazionale ferroviario insediato dal 1989 sulle strutture della prima fabbrica italiana di locomotive, rotaie e materiale rotabile.




Figura 3.3 - Vista d'insieme del tratto di litorale oggetto di studio, margine sud-orientale del comune di Napoli (quartiere di San Giovanni a Teduccio), ricompreso per gli aspetti geomorfologici nell' Unità Fisiografica di Torre del Greco

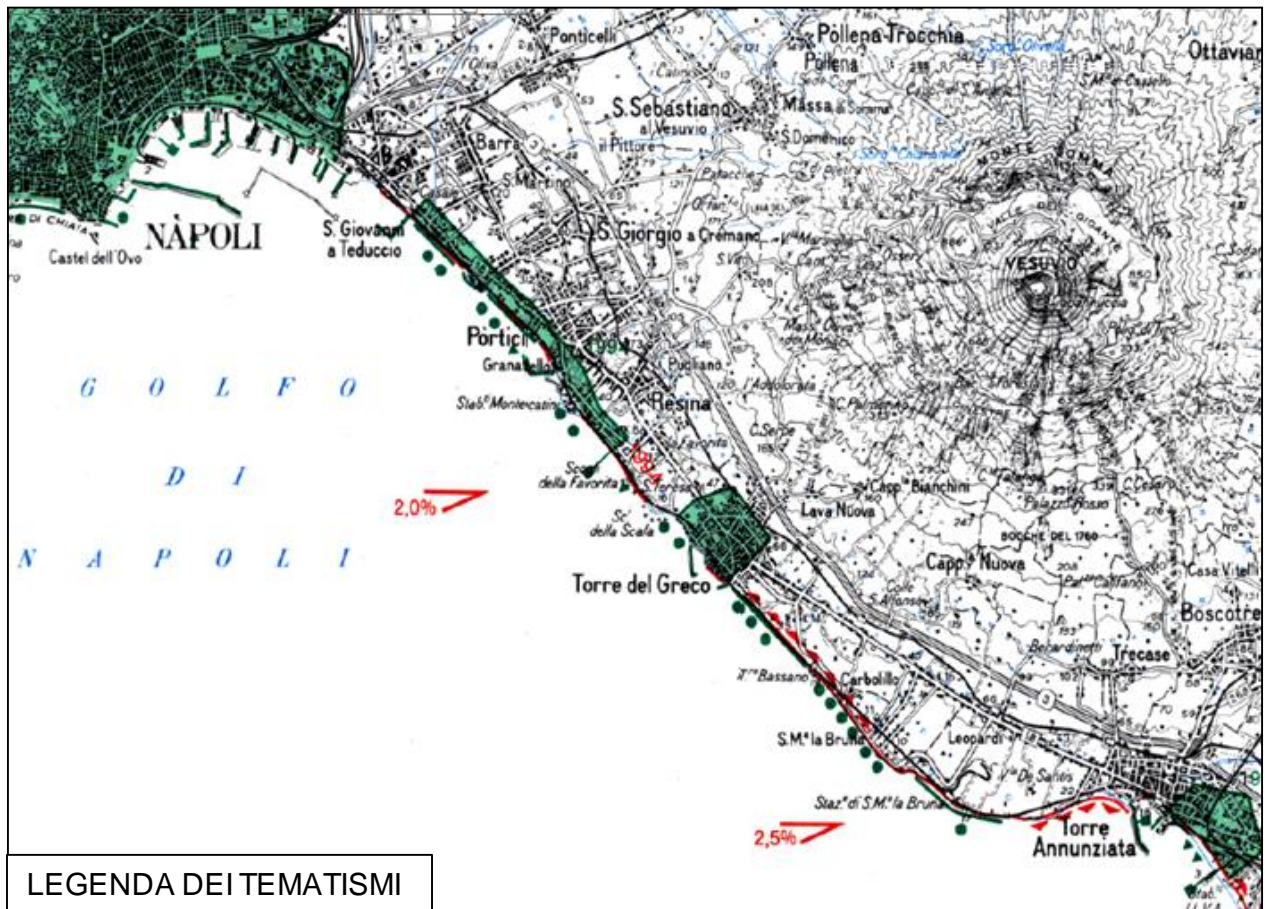


Figura 3.4 - Lungomare di San Giovanni a Teduccio. Inquadratura fotografica dei capannoni del Reale Opificio Borbonico di Pietrarsa (dal 1989 sede del Museo Nazionale ferroviario).

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

Dalla cartografia d'insieme, riportata nella seguente Figura 3.5, stralciata dalle tavole che compongono l'Atlante delle Spiagge Italiane redatto dal CNR, si evince che già nel 1988 questo tratto di litorale in esame era fortemente antropizzato con la presenza senza soluzione di continuità delle opere di difesa costiera, radenti e distaccate che anche negli ultimi anni, come documentato dalle aerofotografie reperite ed analizzate per il presente studio, hanno subito continui rimaneggiamenti.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR



LEGENDA DEI TEMATISMI

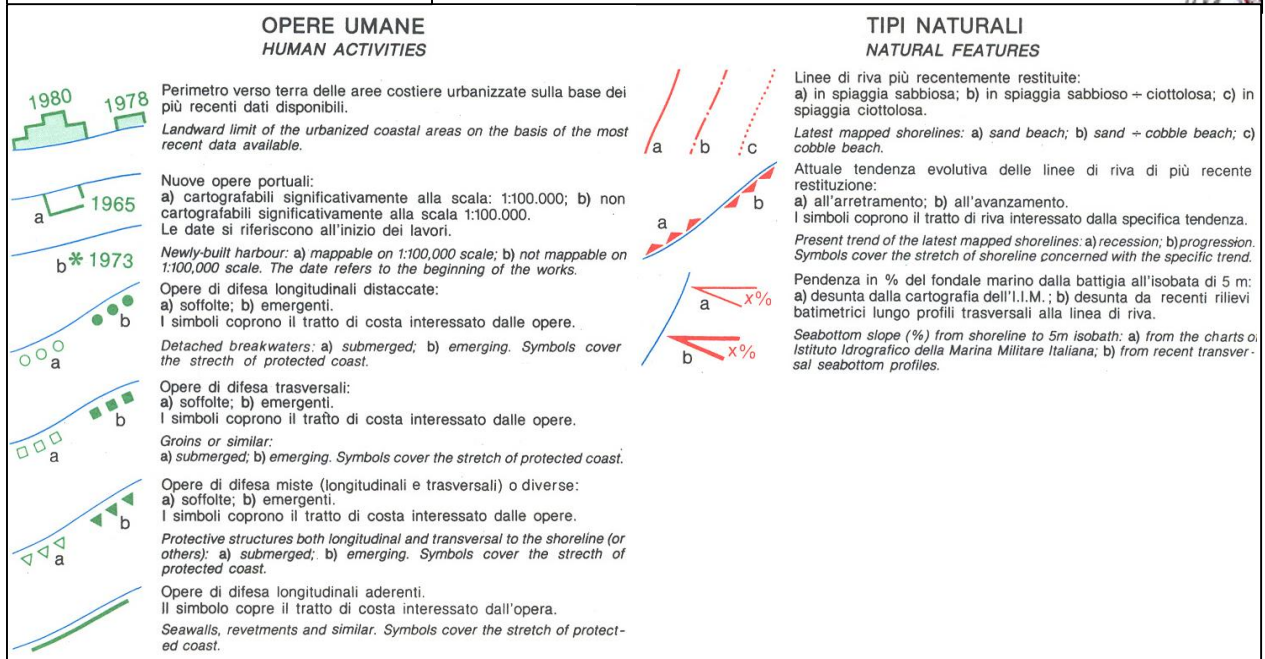



Figura 3.5 – Principali caratteristiche geomorfologiche ed antropiche dell'Unità Fisiografica "Torre del Greco", fonte Atlante delle Spiagge Italiane, CNR (data di pubblicazione 1988)

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

4. Evoluzione storica del litorale dal 1988 al 2017

Nel presente capitolo sono riportati i risultati dell'analisi qualitativa della variazione della fascia litoranea negli ultimi 30 anni rilevata da immagini aerofotogrammetriche opportunamente digitalizzate e georeferenziate utilizzando il software Quantum GIS ⁽⁵⁾. L'evoluzione del litorale oggetto di studio è stata ricostruita sulla base delle foto aeree acquisite dal Portale Cartografico Nazionale, per gli anni 1988, 1997, 1998, 2003, 2006 e 2012 (vedi Figura 4.1÷Figura 4.6) e da Bing Maps per l'anno 2017 (vedi Figura 4.7).

Per una più facile comparazione, operando in ambiente GIS, sono state tracciate in sovrapposizione alle immagini: in giallo la linea di riva e in rosso la linea rappresentativa del margine delle opere antropiche che insistono sul litorale (foci armate, opere foranee, banchine, scogliere radenti e distaccate).

L'analisi comparativa di queste aereofoto evidenzia e conferma che il tratto di litorale in esame di fatto presenta solo piccoli tratti di spiagge relitte la cui conformazione planimetrica è condizionata dalla presenza e delle scogliere radenti e distaccate e dagli interventi di riqualificazione e sistemazione attuati per alcune di queste opere.

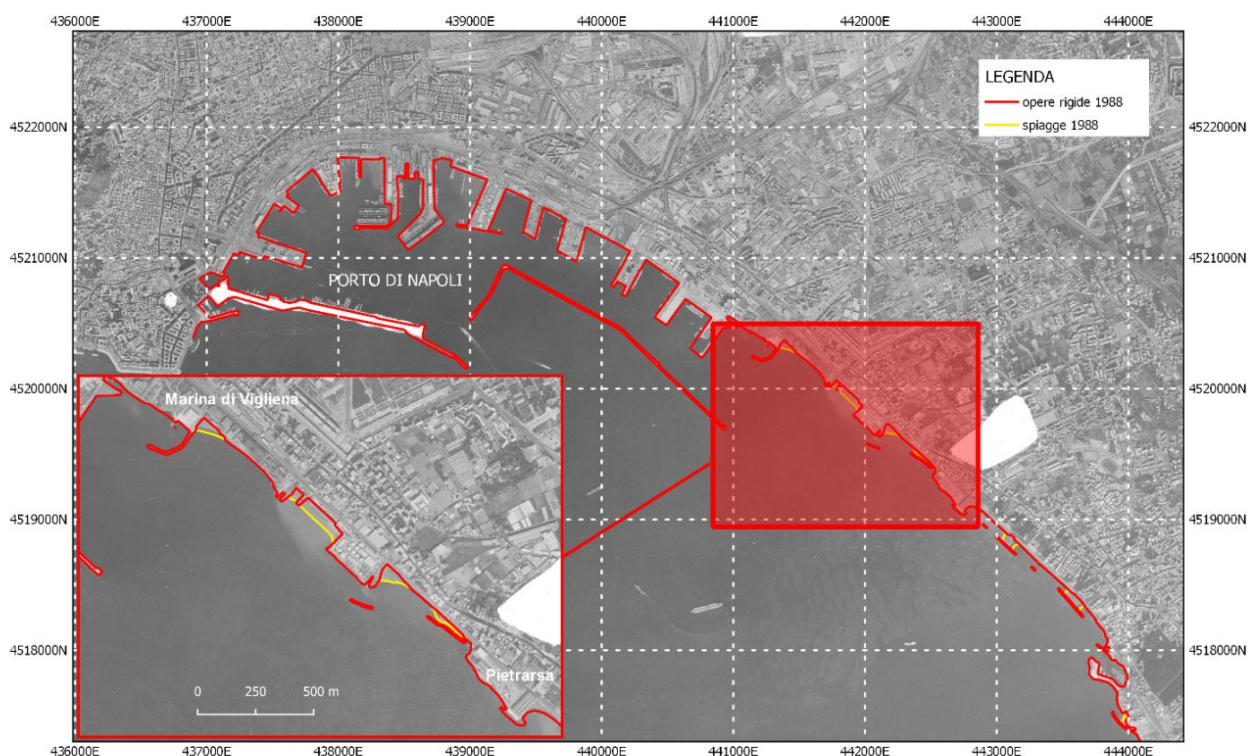


Figura 4.1. Fotografia aerea Portale Cartografico Nazionale anno 1988

⁵ Noto anche come QGIS, è un'applicazione GIS Open Source (sviluppata con il linguaggio di programmazione python) che all'inizio di questo secolo ha iniziato la sua diffusione nel mondo accademico universitario affiancandosi ai blasonati applicativi commerciali come ArcGIS della ESRI, GeoMedia della Intergraph e AutoCAD-Map della Autodesk.

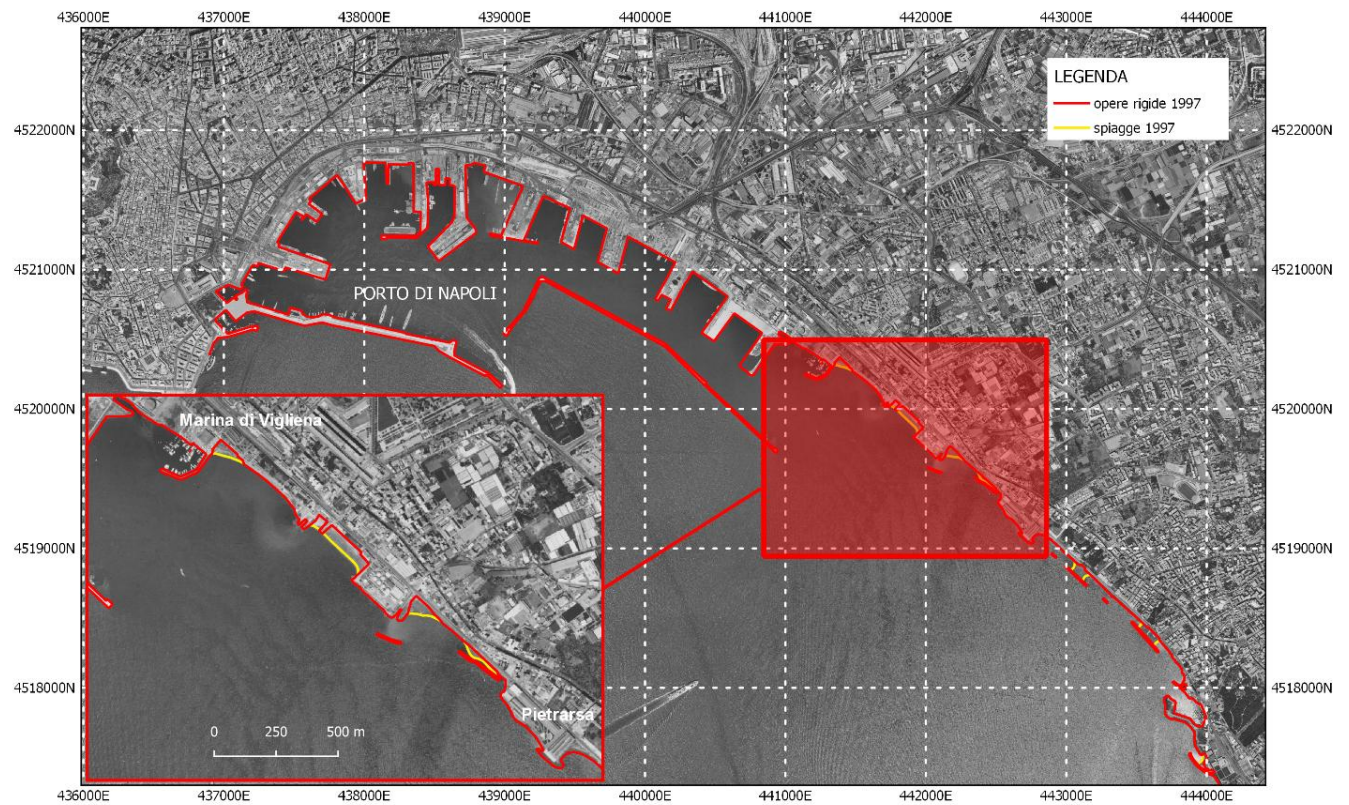


Figura 4.2. Fotografia aerea Portale Cartografico Nazionale anno 1997

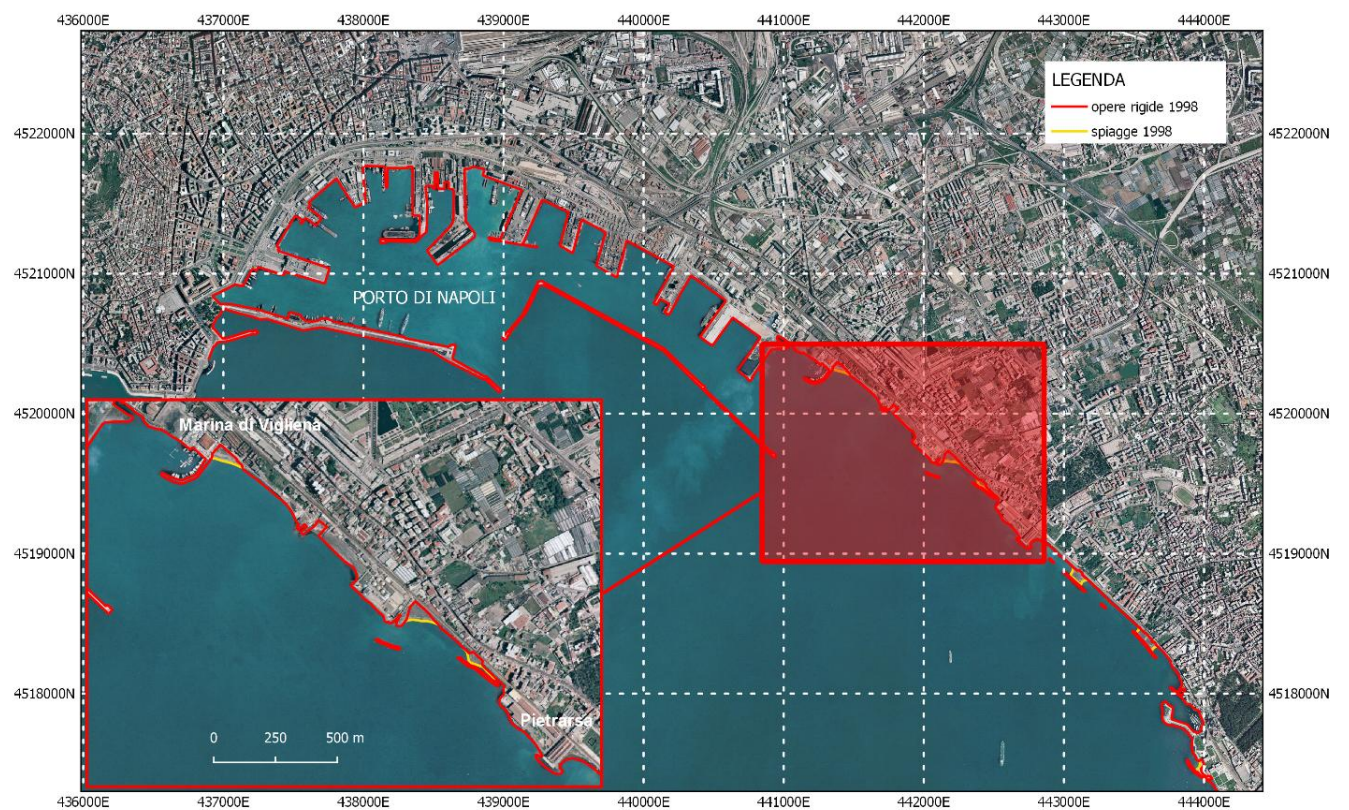


Figura 4.3. Fotografia aerea Portale Cartografico Nazionale anno 1998

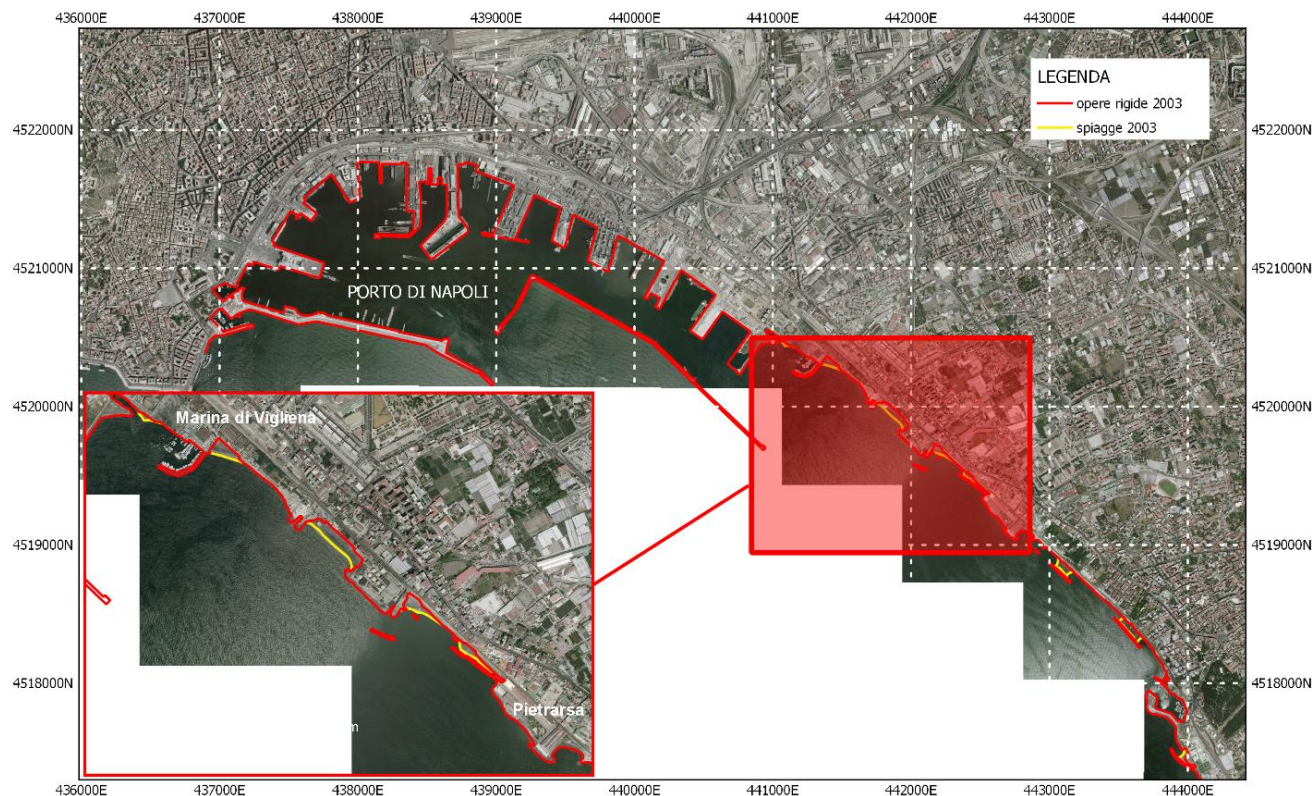


Figura 4.4. Fotografia aerea Portale Cartografico Nazionale anno 2003

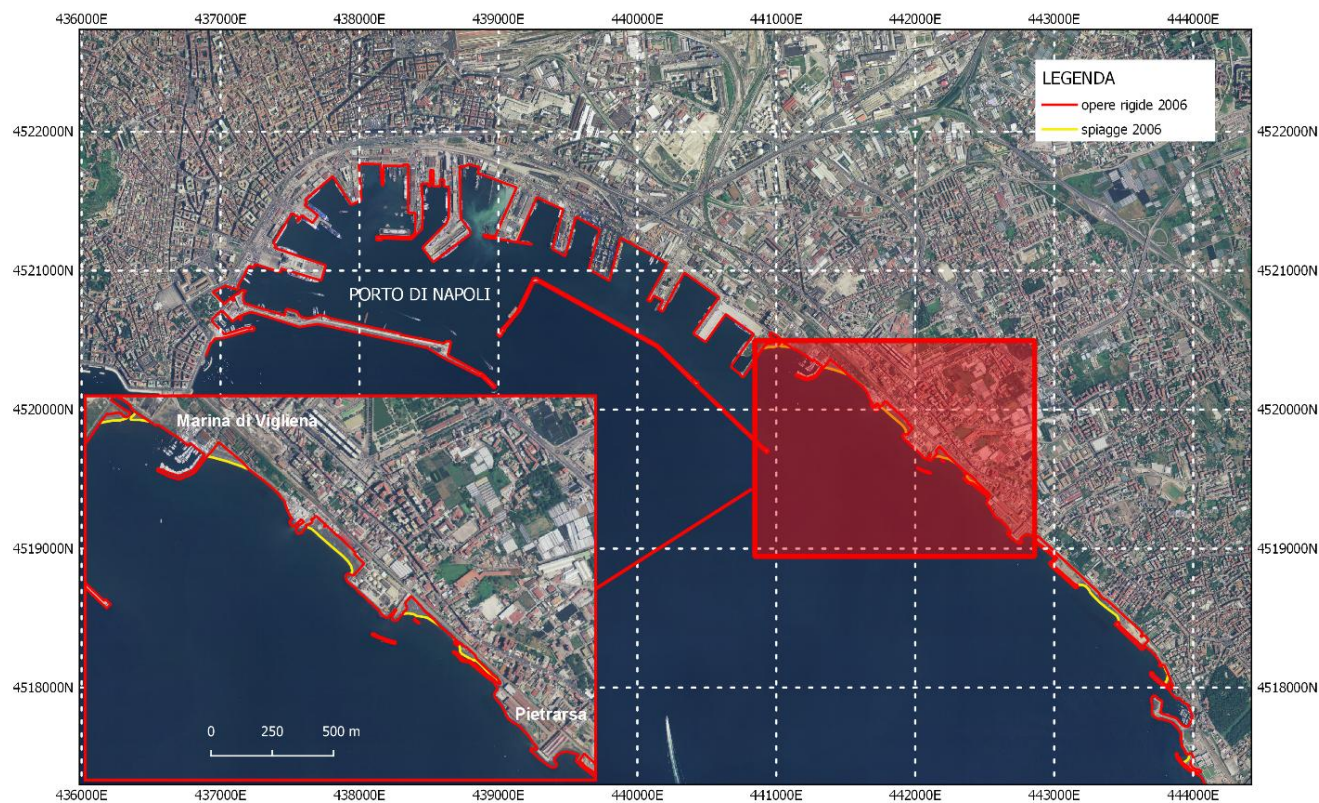


Figura 4.5. Fotografia aerea Portale Cartografico Nazionale anno 2006

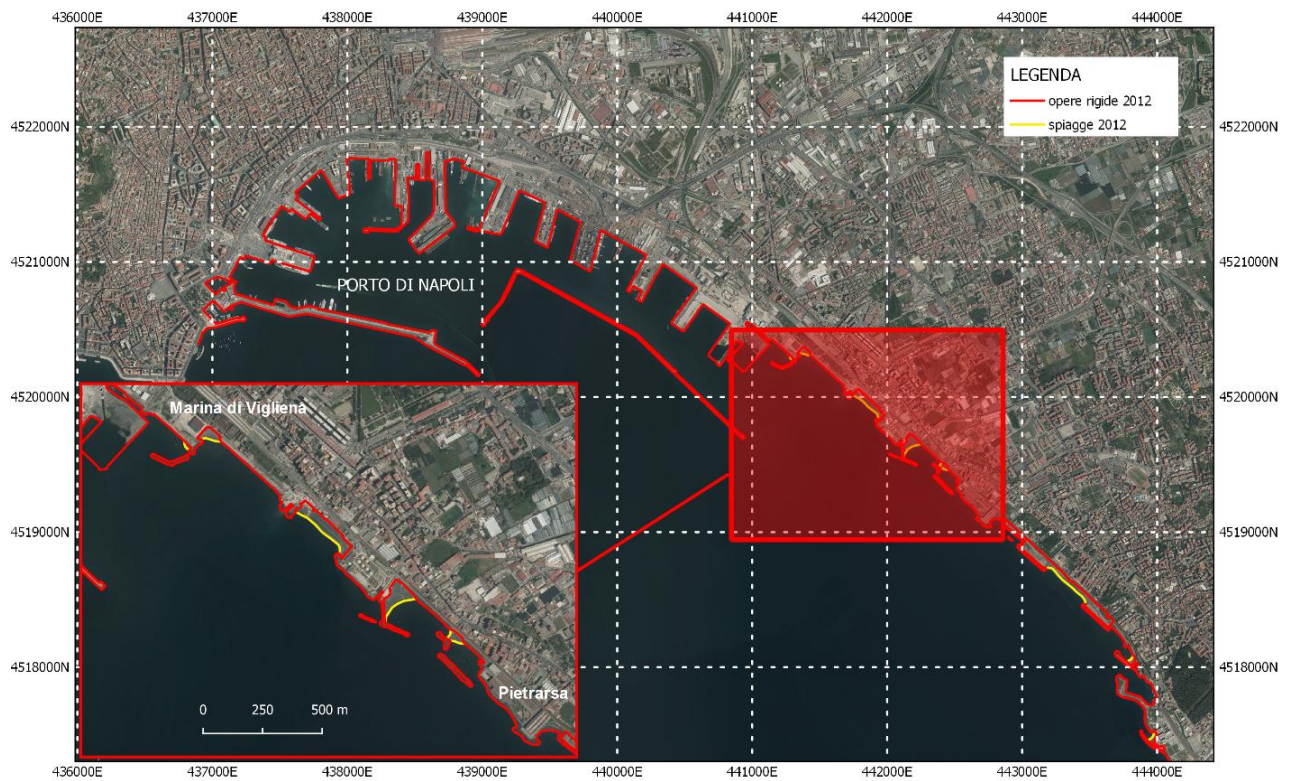


Figura 4.6. Fotografia aerea Portale Cartografico Nazionale anno 2012

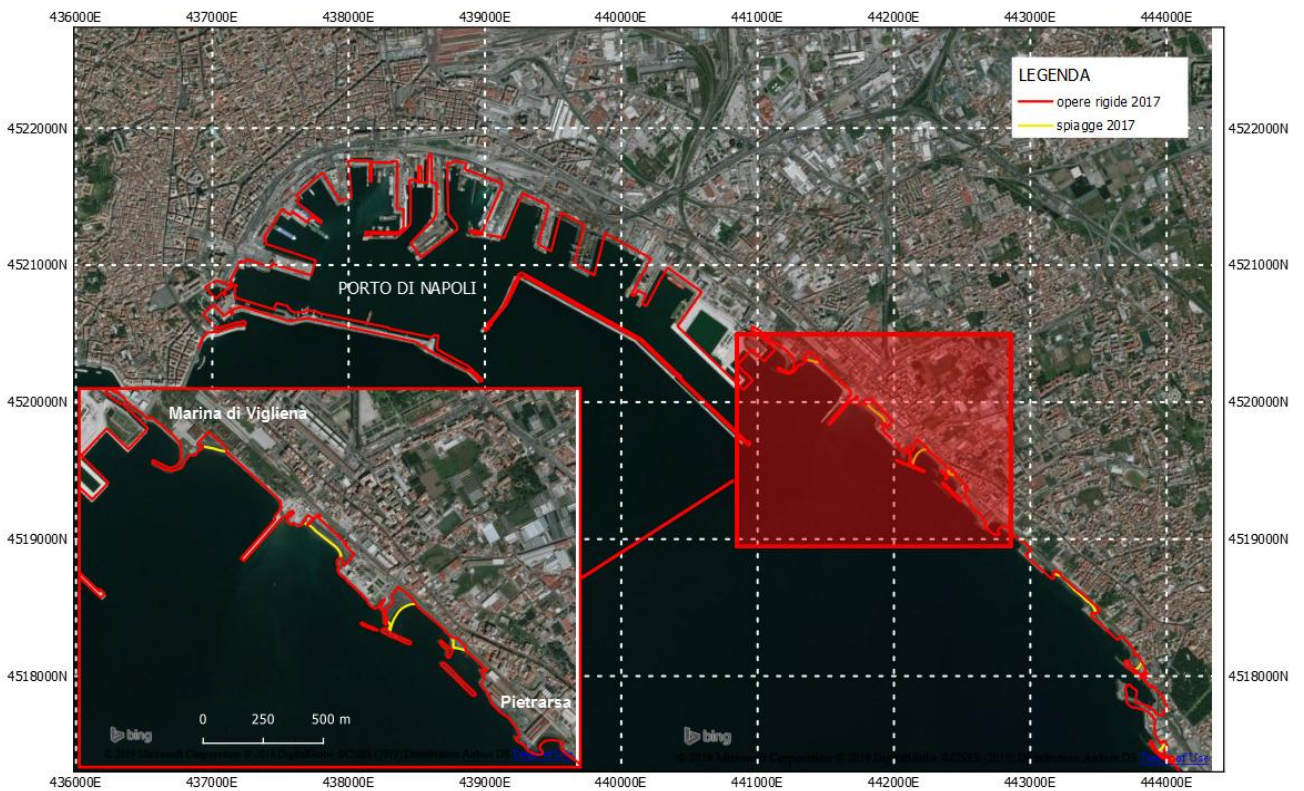



Figura 4.7. Fotografia aerea Bing Maps 2017

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-CALABRO - COSTIERA MARITIMA DI GIUGLIANO</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

5. Analisi diacronica delle linee di riva storiche


Il metodo dell'analisi comparativa della variazione nel tempo della posizione planimetrica della linea di riva nota anche come "analisi diacronica della linea di riva" consente di verificare in termini oggettivi, previa verifica di opportune condizioni al contorno e sotto determinate ipotesi, la tendenza evolutiva storica di un litorale sabbioso nel medio e lungo termine.

L'assunzione di base di questo metodo è quella di utilizzare quale indicatore della tendenza evolutiva di un litorale sabbioso l'entità morfologica denominata "linea di riva" o "linea di battigia" ⁽⁶⁾, che costituisce il margine di "contatto" tra la terra emersa e quella sommersa (cioè la porzione terrestre soggiacente ad un corpo d'acqua, quale il mare ma anche un vaso e/o un corso d'acqua). Ovviamente, stante la conformazione tridimensionale della superficie terrestre, la linea di riva nella sua schematizzazione e rappresentazione geometrica è una polilinea (cioè un insieme ordinato di segmenti di linee rette o curve consecutive e non adiacenti). Considerando l'etimologia onomatopeica del termine "battigia" (o battima), in realtà la "linea di riva" è la fascia, più o meno ampia, contro cui "battono" le onde e quindi, lungo un litorale, la posizione di questa fascia può variare in funzione delle condizioni meteomarine ed in particolare delle variazioni del livello marino e del moto ondoso incidente.

La Direttiva Europea INSPIRE (dall'acronimo INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe), entrata in vigore nel 2007 al fine di garantire la compatibilità e la condivisione univoca delle infrastrutture spaziali dei dati in un contesto Pan-Europeo, definisce:

- *SHORELINE: is the boundary where a SeaArea meets land. However, there can be many different shorelines depending on the tidal state. A Shoreline must therefore have a value for the water level that identifies the tidal state used to define the shoreline;*
- *SHORE SEGMENT: the Shoreline spatial object type is constructed of many ShoreSegments. Each shore segment has a curve geometry that defines a section of shore. Each ShoreSegment may be classified according to stability (eroding, stable etc) and shore type (sand, mud etc);*

⁶Cui fa riferimento il Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs 42/2004, Art. 142 "Aree tutelate per legge", comma 1 lettera a e b) per la delimitazione dei territori costieri e dei territori contermini ai laghi.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR


- *COASTLINE: is a specialization of shoreline when the water level is equal to MHW (Mean High Water). (Coastline is similar to the concept of LandWaterBoundary in Hydrography but only applies in the marine case, i.e. rivers and lakes are excluded). A Coastline will typically be the spatial object type used for most applications that need to show a sea/land boundary.*

Anche sulla base di queste definizioni quindi la “linea di riva” di un litorale (*SHORELINE*), riferendosi ad un sistema di coordinate cartesiane XYZ, è la polilinea isoipsa di intersezione tra la terra emersa (discretizzabile in una successione tridimensionale di superfici piane e/o curve) ed un piano orizzontale rappresentativo di una quota z di riferimento ad un istante di tempo T .

Se invece si considera come piano orizzontale quello corrispondente alla media di tutte le alte maree (MHW) si ricava come isoipsa la “linea di costa” (*COASTLINE*), che per un litorale sabbioso solitamente coincide con il margine del retrospiaggia naturale che spesso però è “coperto” ed “alterato” dal margine lato mare degli insediamenti antropici.

La “linea di riva” è un’entità morfologica per sua natura molto variabile non solo per la conformazione orografica della fascia litoranea (a sua volta variabile in ragione della matrice detritica che compone la spiaggia) ma soprattutto in funzione della componente astronomica del livello marino e delle condizioni di esposizione meteomarina (moto ondoso e sovrizzo che governano il “run-up” della superficie marina lungo la battigia) che peraltro possono modificare, anche sensibilmente, la pendenza del profilo trasversale della spiaggia. Si dovrebbe infine mettere anche in conto il temuto “innalzamento del livello marino” che secondo le recenti stime dell’IPCC 2014 (Intergovernmental Panel on Climate Change) nel 2100 potrebbe variare da un minimo di 53 cm sino ad un massimo di 97 cm.

In linea generale, per l’analisi delle tendenze evolutive di un litorale sabbioso, come nel caso in esame, si è soliti fare riferimento alla variazione nel tempo della posizione della linea di riva. Però per una comparazione oggettiva tra due linee di riva corrispondenti a tempi diversi è necessario poterle riferire ad una quota univoca del livello marino (solitamente lo zero idrometrico) e ciò purtroppo non è sempre fattibile. In ogni caso poi la posizione della linea di riva rilevata può essere notevolmente condizionata dalle variazioni temporanee e stagionali del profilo trasversale della spiaggia che nel periodo invernale potrebbe riflettere condizioni di arretramento anche

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

cospicue della linea di riva ma comunque naturalmente reversibili entro l'inizio della stagione estiva.

Da quanto sin qui esposto si deducono le seguenti considerazioni cui si è fatto riferimento nell'aggiornamento del presente studio Morfologico-Morfodinamico.

- Tutte le analisi (morfologica e/o morfodinamica) delle tendenze evolutive di un litorale che utilizzano come indicatore la linea di riva sono rappresentative del trend nel medio-lungo termine (decenni) e comunque nell'ipotesi che permangano invariate le attuali condizioni di esposizione medio climatica annuale (moto ondoso e livello marino).
- Per gli studi di morfologia costiera condotti in funzione dell'analisi diacronica delle linee di riva storiche queste devono essere preventivamente validate verificando la loro effettiva rappresentatività dell'andamento d'insieme della linea di riva relativa allo zero idrometrico e comunque al netto di variazioni stagionali del profilo trasversale di spiaggia. In particolare, se le linee di riva non sono acquisite con una specifico rilievo topografico (che se eseguito correttamente consente la materializzazione esatta della linea di riva corrispondente allo zero idrometrico) ma vengono digitalizzate utilizzando immagini ortofotografiche georeferenziate, sarebbe necessario avere informazioni relative alla data e orario della "ripresa fotografica" per poter definire e filtrare la quota del livello medio del mare dovuta componenti mareali (astronomica e meteorologica). In qualsiasi caso se non si acquisiscono dati sulla conformazione del profilo trasversale di spiaggia la posizione della linea di riva potrebbe essere affetta da errori condizionando di conseguenza la sua validità per analisi quantitative di dettaglio del bilancio solido litoraneo.
- Le informazioni desumibili dalla posizione della linea di riva rilevata storicamente (topograficamente o desunta da immagini aeree) o ricostruite con modelli numerici di spiaggia sono comunque indispensabili per una corretta ed oggettiva analisi delle tendenze evolutive di un litorale nel medio e lungo termine (da qualche anno a qualche decennio) ma per un'analisi dei fenomeni evolutivi nel breve termine (singole mareggiate o periodo stagionale) devono essere combinate con il profilo trasversale della spiaggia.

Per l'analisi diacronica delle linee di riva del litorale in esame si è fatto riferimento alle aerofoto georeferenziate in precedenza con QGIS e per le quali si sono digitalizzate

(Figura 5.1) le linee di riva distinguendo quelle delle spiagge da quelle che di fatto costituiscono il margine a mare delle scogliere radenti.

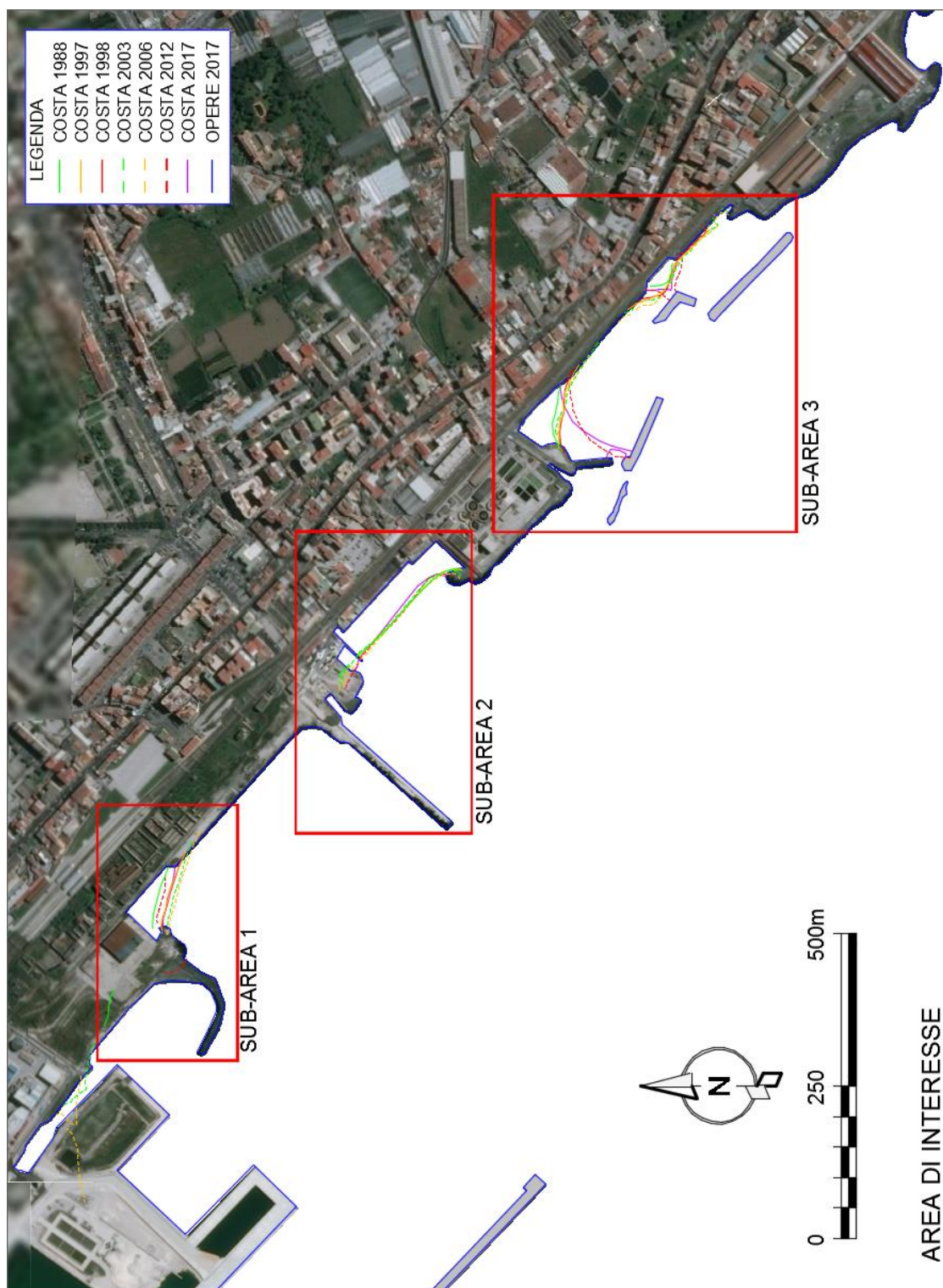



Figura 5.1. Aerofoto Bing Maps 2017 dell'area di interesse con digitalizzazione delle linee di riva storiche (1988-2017) su piattaforma QGIS per l'analisi diacronica delle linee di riva

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI - LUCERNO - PORTO CERREALE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
	19	002	DR	007	01	MAR		

Nelle Figure 5.2÷Figura 5.4, vengono riportate le linee di riva storiche delle tre spiagge relitte, esistenti sul litorale in esame e sovrapposte all'ortofoto Bing Maps del 2017, da cui è possibile apprezzare come negli ultimi 30 anni la linea di costa lungo queste spiagge ha subito delle limitate variazioni.

In particolare, per la spiaggia della Sub-Area 2 (Figura 5.3) compresa tra il molo sud-est del porto di Napoli e la “penisola” dell'ex impianto di depurazione si sono registrate variazioni minime nell'ordine mediamente di pochi metri che quindi possono ritenersi “assorbite” dal margine di approssimazione desumibile dalle immagini aerofotografiche condizionate dalle variazioni anche ordinarie del livello marino. Le maggiori variazioni diacroniche delle linee di riva si hanno per la Sub-Area 1 (Figura 5.2) e la Sub-Area 3 (Figura 5.4) anche se sono strettamente correlate alla realizzazione e/o riqualificazione delle limitrofe opere di difesa. In ogni caso anche per queste sub-aree si deve considerare che le massime variazioni misurate sono riferite ad intervalli di tempo molto ampi.

Le linee di riva digitalizzate sono state comparate, per coppie di anni contigui e anche per l'intero intervallo 1988-2017, al fine di calcolare le variazioni relative subite nel tempo secondo l'equazione $\Delta y_{1,2} = (y_2 - y_1)$, ove il pedice indica la data di rilievo della linea di riva in ordine progressivo. In accordo con il sistema di riferimento adottato valori negativi di Δy denunciano un arretramento della linea di riva mentre valori positivi indicano un avanzamento della linea di riva.

I “ratei annui” di variazione delle linee di riva così calcolati confermano che, anche per gli aspetti di evoluzione morfodinamica, queste spiagge di fatto sono stabilizzate dalle opere di difesa. Non essendo “alimentate” da apporti solidi terrigeni, nel lungo termine sono destinate a depauperarsi a causa della naturale e continua selezione della frazione più fina dei sedimenti messi in sospensione e dispersi verso il largo dall'azione delle onde frangenti e delle correnti litoranee soprattutto in occasione delle mareggiate estreme.

Infine, il diverso orientamento d'insieme delle linee di riva tra queste tre sub-aree, indica che la morfodinamica evolutiva è strettamente correlata alla presenza e conformazione planimetrica delle limitrofe opere di difesa litoranea (scogliere radenti e distaccate).

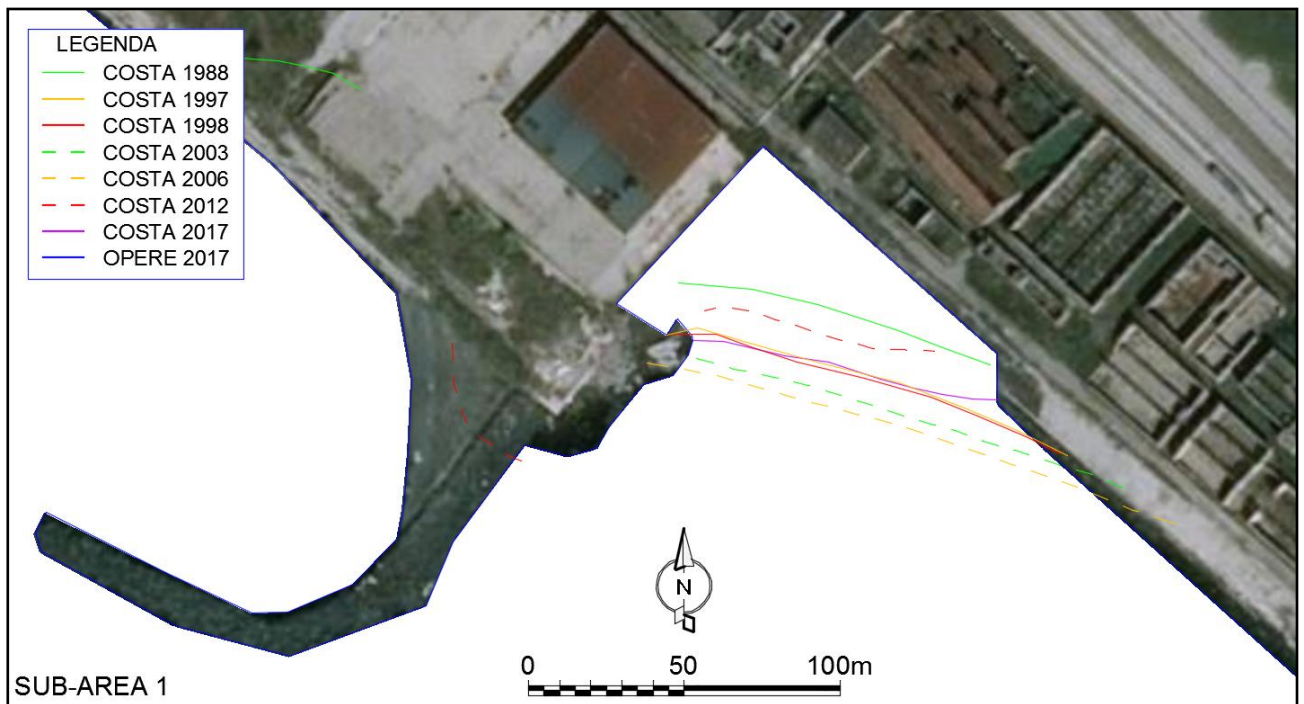


Figura 5.2. Fotografia aerea Bing Maps 2017 della Sub-Area 1 con digitalizzazione delle linee di riva storiche (1988-2017)

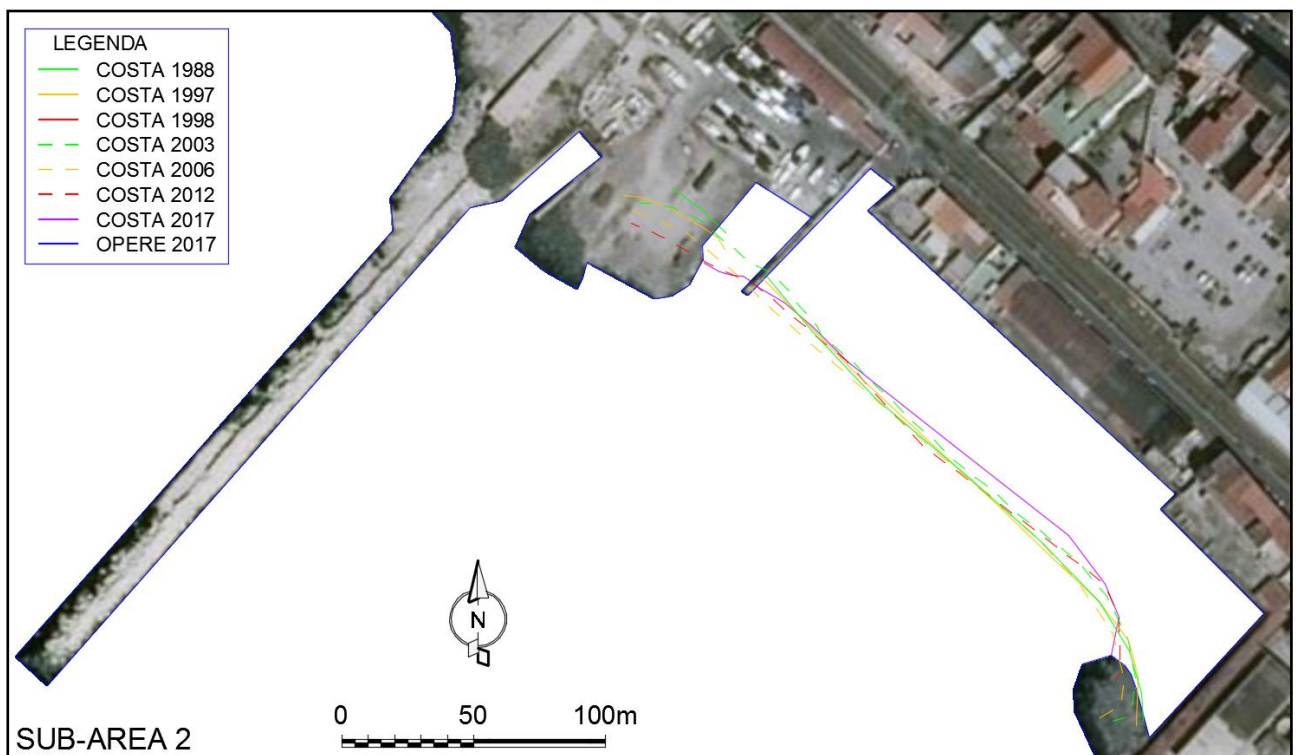


Figura 5.3. Fotografia aerea Bing Maps 2017 della Sub-Area 2 con digitalizzazione delle linee di riva storiche (1988-2017)

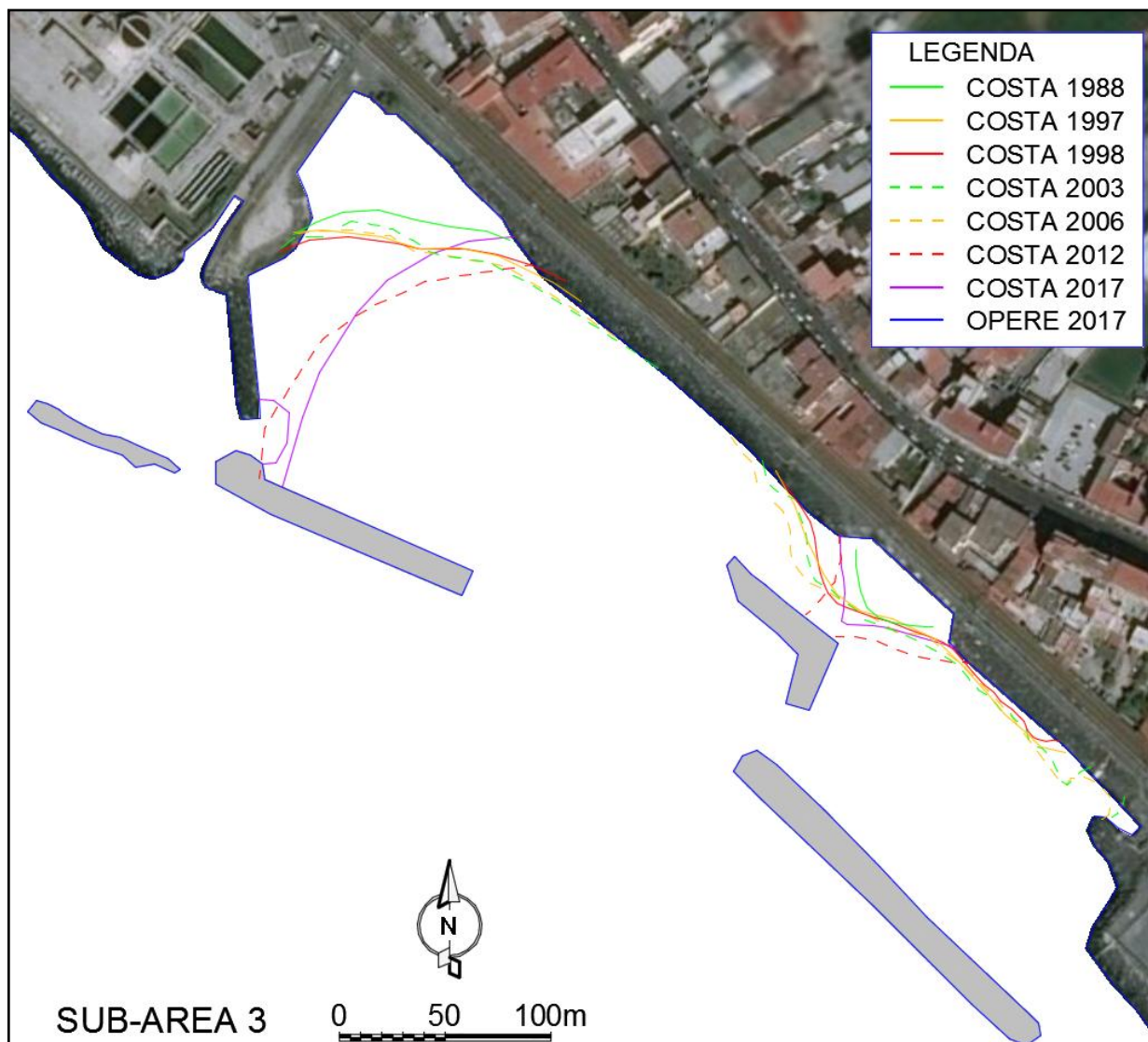



Figura 5.4. Fotografia aerea Bing Maps 2017 della Sub-Area 3 con digitalizzazione delle linee di riva storiche (1988-2017)

Questa peculiarità dell'evoluzione morfodinamica delle spiagge relitte del lungomare di San Giovanni Teduccio è molto più evidente proprio per le sub-aree 1 e 3 dove negli ultimi anni sono stati eseguiti interventi di rafforzamento delle opere di difesa litoranea modificandone anche l'assetto planimetrico e causando la conseguente variazione dell'orientamento medio della linea di riva.


Le variazioni più significative si riscontrano per la spiaggia posta nella sub-area 3, immediatamente a levante della foce armata dell'alveo del Volla. La realizzazione di una nuova scogliera frangiflutti con pennello di radicamento a terra, in prolungamento lato levante di una preesistente scogliera frangiflutti di fronte alla foce del Volla ha di fatto determinato una drastica rotazione della spiaggia assumendo una conformazione

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	007	01	MAR

arcuata con asse mediano trasversale praticamente parallelo al retrostante lungomare. La spiaggia della sub-area 2 presenta un andamento medio con asse trasversale orientato a 210 ° N e quindi pienamente congruente con la risultante medio-climatica del moto ondoso (vedi anche Studio Meteomarino), il che dimostra oggettivamente che non si risente dell'effetto "schermo" della diga Duca d'Aosta.

Invece la spiaggia della sub-area 1, posta a ponente del molo Sud del porto di Napoli e ridossata sul moletto dell'ex approdo di Vigliena, presenta un andamento medio con asse trasversale orientato a 190 °N il che indica un contributo seppure minimo dell'effetto di ridosso esercitato dalla attuale testata della diga Duca d'Aosta sulla risultante del moto ondoso medio climatico.

In sintesi per quanto appena sopra esposto si ritiene che gli interventi previsti dal progetto definitivo per il prolungamento di 100 m della diga Duca d'Aosta, non influenzano in maniera sostanziale la morfologia e la morfodinamica delle spiagge relitte presenti lungo il litorale oggetto di studio posto a levante del porto di Napoli.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	007	01

6. Conclusioni

Le analisi morfologiche e morfodinamiche effettuate lungo il tratto di litorale compreso tra il molo Sud del porto di Napoli, a Nord-Ovest, e la scogliera radente posta a protezione dell'ex Opificio di Pietrarsa, a Sud-Est, per una estensione complessiva di circa 1000 m, hanno consentito di valutare con dati oggettivi che negli ultimi 30 anni non si sono registrate variazioni significative della linea di riva per gli esigui tratti di spiaggia emersa che si collocano in tre sub-aree delimitate dalla presenza di scogliere radenti e barriere frangiflutti.

Nel dettaglio, i risultati dell'analisi diacronica condotta sulle linee di riva prese in esame nel presente studio (anni 1988, 1997, 1998, 2003, 2006, 2012 e 2017), vista anche la limitata estensione del prolungamento della Diga Duca di Aosta prevista dal presente progetto Definitivo, pari a soli 100 m, ha consentito di escludere in maniera oggettiva qualsiasi interferenza negativa sulle 3 spiagge relitte esistenti lungo il suddetto tratto di litorale oggetto di studio.

Come evidenziato nella seguente Figura 6.1, la realizzazione del prolungamento della diga sposterebbe di soli 100 m l'attuale "fuoco di diffrazione" dell'opera modificandone lievemente la "geometria" della zona di "penombra" verso rivanei confronti del moto ondoso incidente, senza però arrivare a "ridossare" le spiagge residuali del lungomare di San Giovanni a Teduccio incastonate da una serie di scogliere radenti e distaccate.

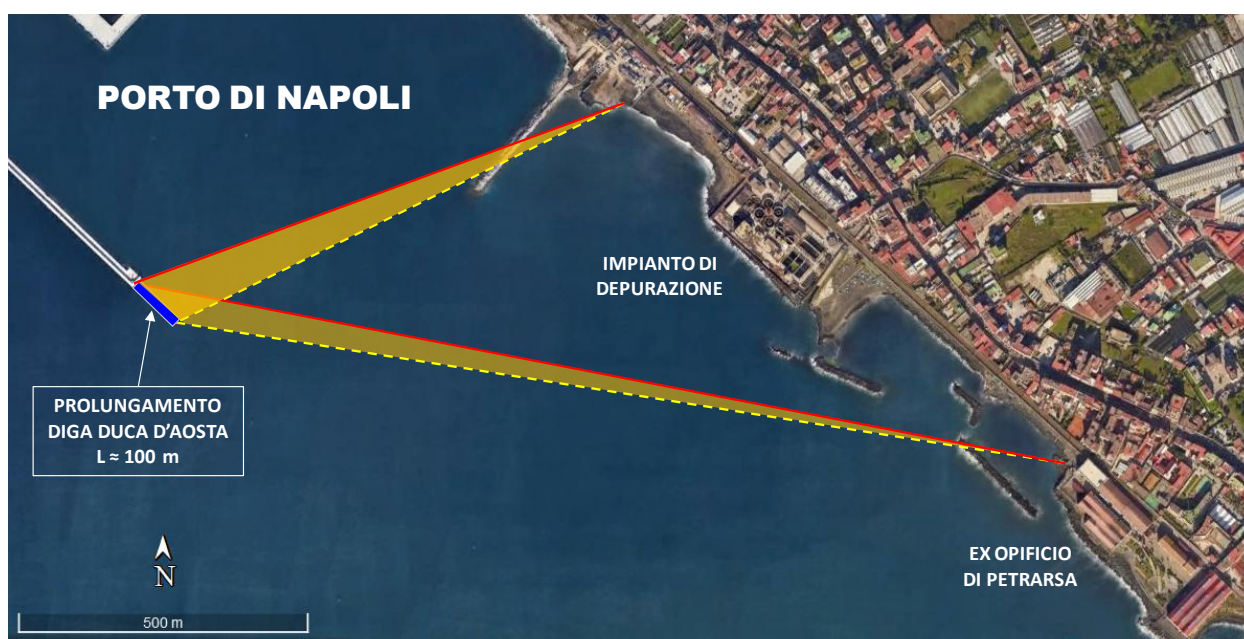



Figura 6.1 - Inquadramento geografica dell'area oggetto di studio con l'indicazione della variazione della zona di "penombra" conseguente alla realizzazione del prolungamento della Diga Duca D'Aosta

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI - LUCERNO - PORTO CERCHIARELLI - PORTO STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I° Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: Studio morfologico e morfodinamico Data: 15.10.2019					
	19	002	DR	007	01	MAR		

In qualsiasi caso queste spiaggettegià allo stato attuale non "avvertono" la presenza di questa opera foranea portuale in quanto la loro morfodinamica è condizionata e governata proprio dalla presenza delle suddette scogliere frangiflutti.

Infatti, le caratteristiche morfologiche ed il relativo assetto morfodinamico di queste spiagge è quello tipico delle piccole baie confinate alle due estremità che la letteratura specializzata denomina "pocket beach".

Le principali cause dell'attuale stato di depauperamento delle spiagge emerse residuali della falcata sabbiosa che storicamente contraddistingueva questo tratto di litorale campano sono riconducibili alla realizzazione nei decenni delle suddette opere a gettata con la finalità precipua di difendere le attività antropiche retrostanti l'originaria spiaggia emersa (l'insediamento industriale di Vigliena, l'impianto di depurazione di Napoli-Est, l'opificio di Pietrarsa, l'asse ferroviario) senza sviluppare ed attuare un preciso ed univoco piano e/o progetto che contemplasse anche la salvaguardia della spiaggia emersa.

Nell'ambito del presente studio, al fine di fornire un quadro dettagliato della situazione attuale evisto il marcato stato di degrado ambientale in cui versa ormai da decenni il tratto di litorale in esame, è stata effettuata un'indagine conoscitiva sull'esistenza di eventuali interventi di riqualificazione e sistemazione che prevedessero anche la ricostituzione della spiaggia emersa attraverso interventi di ripascimento e/o nuove scogliere. Si è potuto riscontrare che nel 2017 il lungomare di San Giovanni a Teduccio, nel tratto compreso tra il molo Sud del porto di Napoli e l'opificio di Pietrarsa, è stato selezionato dall'ANCI, dalla Direzione Generale Arte e Architettura Contemporanee e Periferie Urbane del MiBACT e dal Consiglio Nazionale degli Architetti tra le dieci aree periferiche più degradate sull'intero territorio nazionale e per le quali è stato bandito il concorso di idee "Periferie 2017" (seconda edizione) finalizzato a promuovere specifiche iniziative di Rigenerazione Urbana Sostenibile (Ri.U.So.). Sono stati reperiti ed esaminati i cinque progetti selezionati come più meritevoli; nessuno di questi contempla opere di ingegneria costiera mantenendo quindi inalterato l'attuale assetto morfologico delle spiagge residuali poste al margine degli insediamenti dell'ex impianto di depurazione ed ex opificio di Pietrarsa.