COMUNE DI GENOVA

PROVINCIA DI GENOVA

INTERVENTI DI RIASSETTO, RIORGANIZZAZIONE, INCREMENTO RESILIENZA E RIGENERAZIONE DEL LITORALE DI STURLA SITUAATO ALL'INTERNO DEL COMUNE DI GENOVA

CUP: B35E23013900004 – MOGE: 21253 – CIG: A042F6FD9A

PFTE

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

REDATTO NEL MESE DI Luglio 2024 DA:

– Ing. Guido FERRI
– Collaboratore Ing. Delfino Christian

– Geoscape (spin off università di Genova)
modellistica e studio sedimentologico

PFTE-R-GEN 01

R.U.P.
Arch. Roberto Valcalda

PREMESSA

Il Comune di Genova ha dato incarico al RTP (*Raggruppamento temporaneo di Professionisti – Geoscape Soc. Coop , Studio tecnico Associato Ferri Gazzano*) di fornire il servizio specialistico della Redazione del P.F.T.E. degli interventi di riassetto, riorganizzazione, incremento di resilienza, e rigenerazione del litorale di Sturla mediante la realizzazione delle opere fisse (pennello di contenimento e realizzazione di reef artificiale) necessarie per un maggior contenimento del ripascimento previsto sul litorale di Sturla nell'ambito dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno

INQUADRAMENTO DELL'UNITÀ FISIOGRAFICA, PARAGGIO COSTIERO E CELLE LITORALI

L'intervento previsto in questa progettazione è totalmente compreso nella cella litorale Sturla

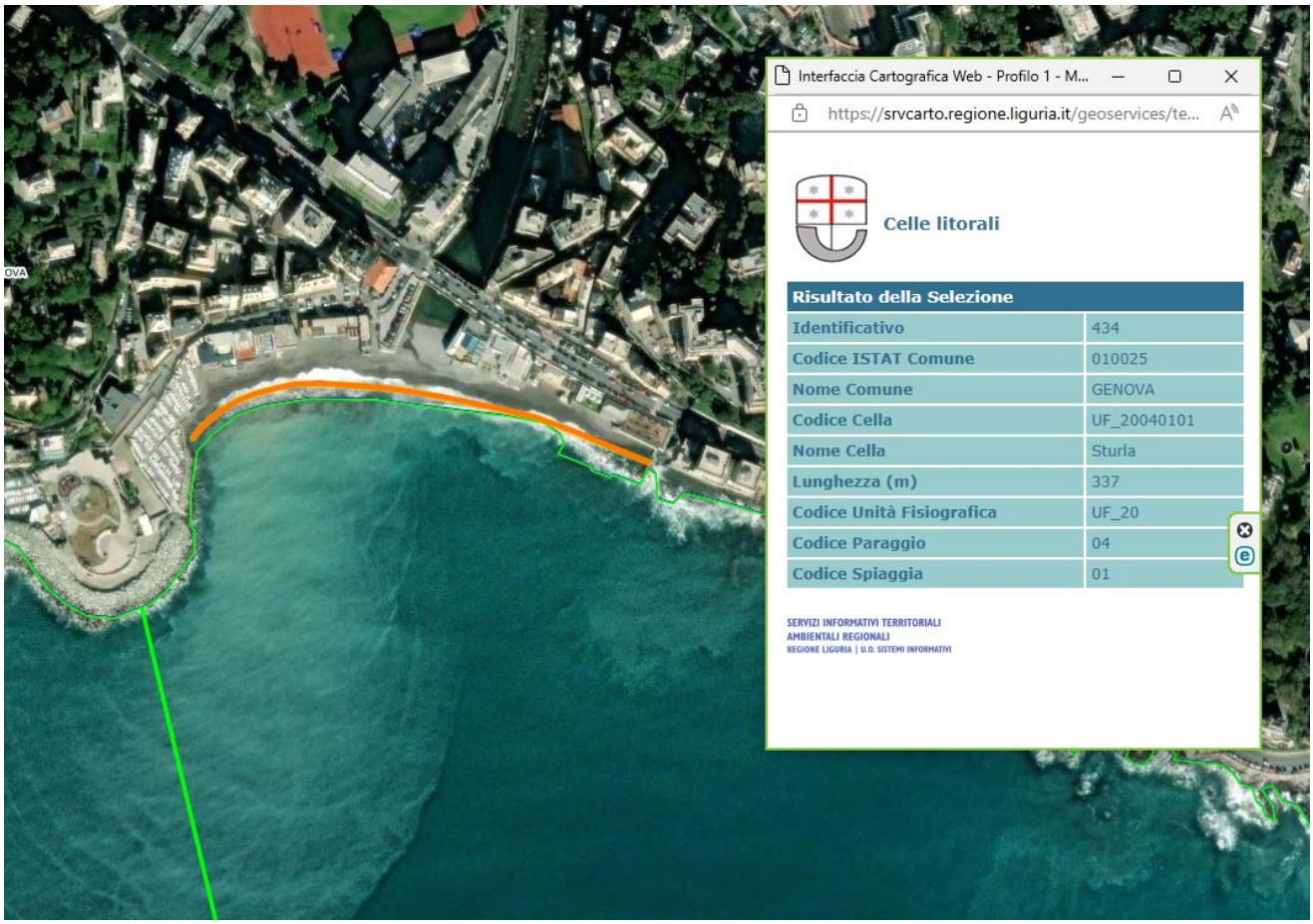


Fig.1 Individuazione cella litorale oggetto di intervento

La cella è compresa nel Paraggio codice 04 delimitato ad est da Quinto ed a ovest dal depuratore di Sturla

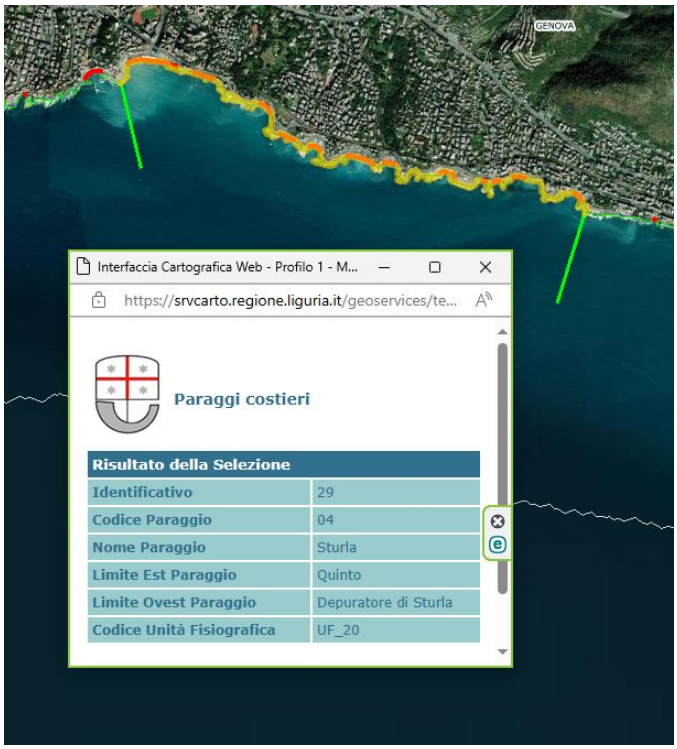


Fig. 2 individuazione paraggio costiero

Il paraggio è compreso nella unità fisiografica UF_20 delimitata a Ovest da Marina fiera di Genova ed a Est da Punta Chiappa



Fig.3 individuazione unità fisiografica

La spiaggia di Sturla, per via della sua orientazione geografica risulta in generale esposta alle mareggiate provenienti dai quadranti meridionali.

Per la determinazione del clima meteomarino, ci si è avvalsi delle ricostruzioni numeriche del DICCA[1], poiché non vi sono misurazioni dirette nell'area (si osservi che la boa MEDA installata al largo della spiaggia non è stata operativa negli anni recenti). I dati ricostruiti forniscono serie estese di parametri meteo-marini di comprovata affidabilità, utilizzati allo stato dell'arte sia in ambito industriale che per ricerca scientifica, come testimonia la copiosa produzione bibliografica al riguardo. Le direzioni di traversia principali sono risultate Scirocco (direzioni comprese tra 110°N e 175°N) e Libeccio (175°N e 235°N) Nella modellistica numerica utilizzata nella presente progettazione si sono utilizzate le seguenti altezze d'onda associate al rispettivo tempo di ritorno ed alla direzione di provenienza

	Scirocco			Libeccio		
T_R [y]	H_s [m]	T_p [s]	θp [°N]	H_s [m]	T_p [s]	θp [°N]
1	2,81	7,1	142,5	4,23	8,8	205
10	4,00	8,5	142,5	5,55	10,0	205
50	4,64	9,2	142,5	6,26	10,7	205

Tabella 1. Parametri ondametrici per i periodi di ritorno considerati.

RILIEVO BATIMETRICO E SEDIMENTOLOGIA

Per la redazione della progettazione è stato realizzati un rilievo batimetrico della spiaggia emersa e sommersa dalla società geoscape lo stesso è stato confrontato con il rilievo multibeam realizzato per la redazione della progettazione del ripascimento previsto nella progettazione dello scolmatore del torrente Bisagno. Si è potuto constatare che per la parte sommersa i due rilievi sono sovrapponibili.

Per la redazione della relazione sedimentologica allegata, sono stati prelevati 7 campioni di sedimenti marini mediante benna Van Veen e 12 lungo la spiaggia emersa (si allegano schede granulometriche)

La raccolta dei campioni su spiaggia emersa è stata eseguita mediante campionamento manuale su sei transetti ortogonali alla spiaggia. Per ogni transetto sono stati raccolti due campioni: uno ubicato in battigia (campioni A in Figura 4) e uno ubicato a monte (campioni AB in Figura 4).

[1] Mentaschi, L., Besio, G., Cassola, F., & Mazzino, A. (2015). Performance evaluation of Wavewatch III in the Mediterranean Sea. *Ocean Modelling*, *90*, 82-94.
Lira-Loarca, A., Caceres-Euse, A., De-Leo, F., & Besio, G. (2022). Wave modeling with unstructured mesh for hindcast, forecast and wave hazard applications in the Mediterranean Sea. Applied Ocean Research, 122, 103118.

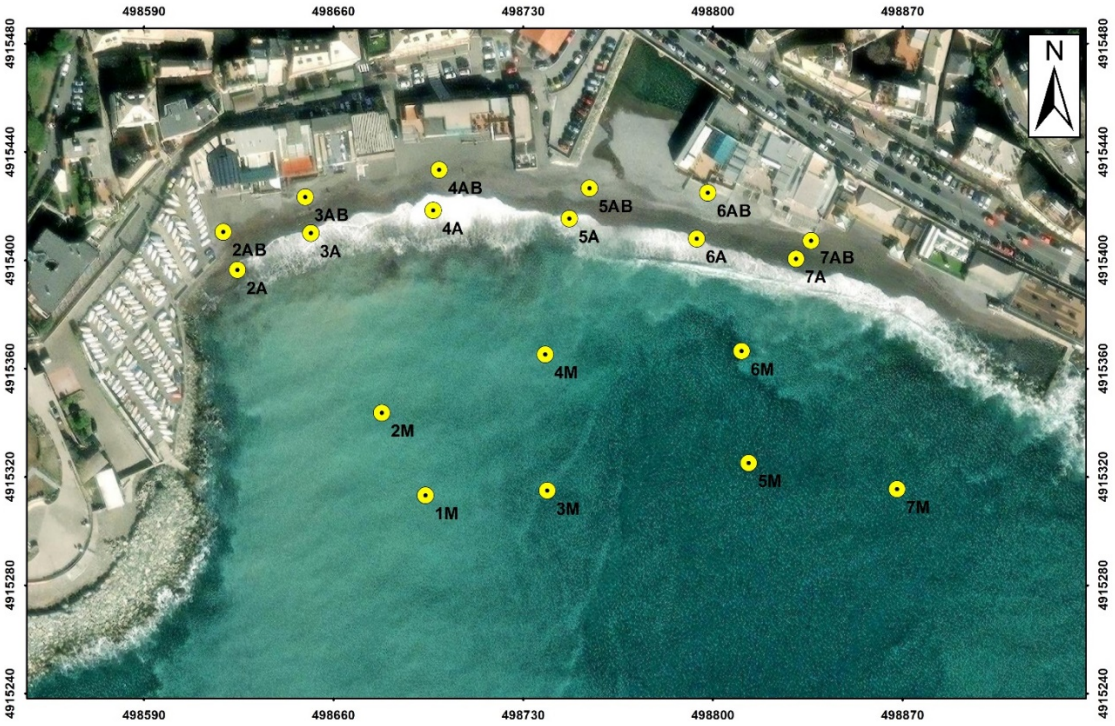


Fig 4 punti di campionamento gennaio 2024

In precedenza nell' ottobre del 2023, prima delle mareggiate invernali, furono prelevati 8 campioni sulla battigia con i quali si sono potuti effettuare interessanti confronti.

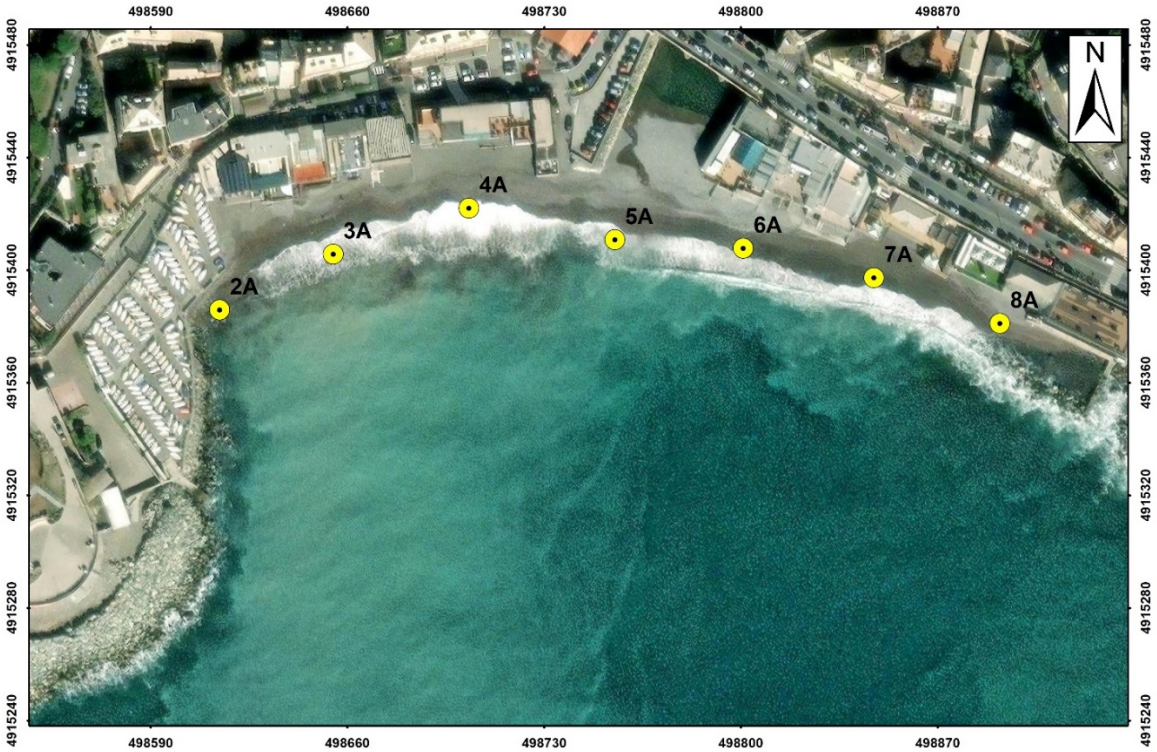


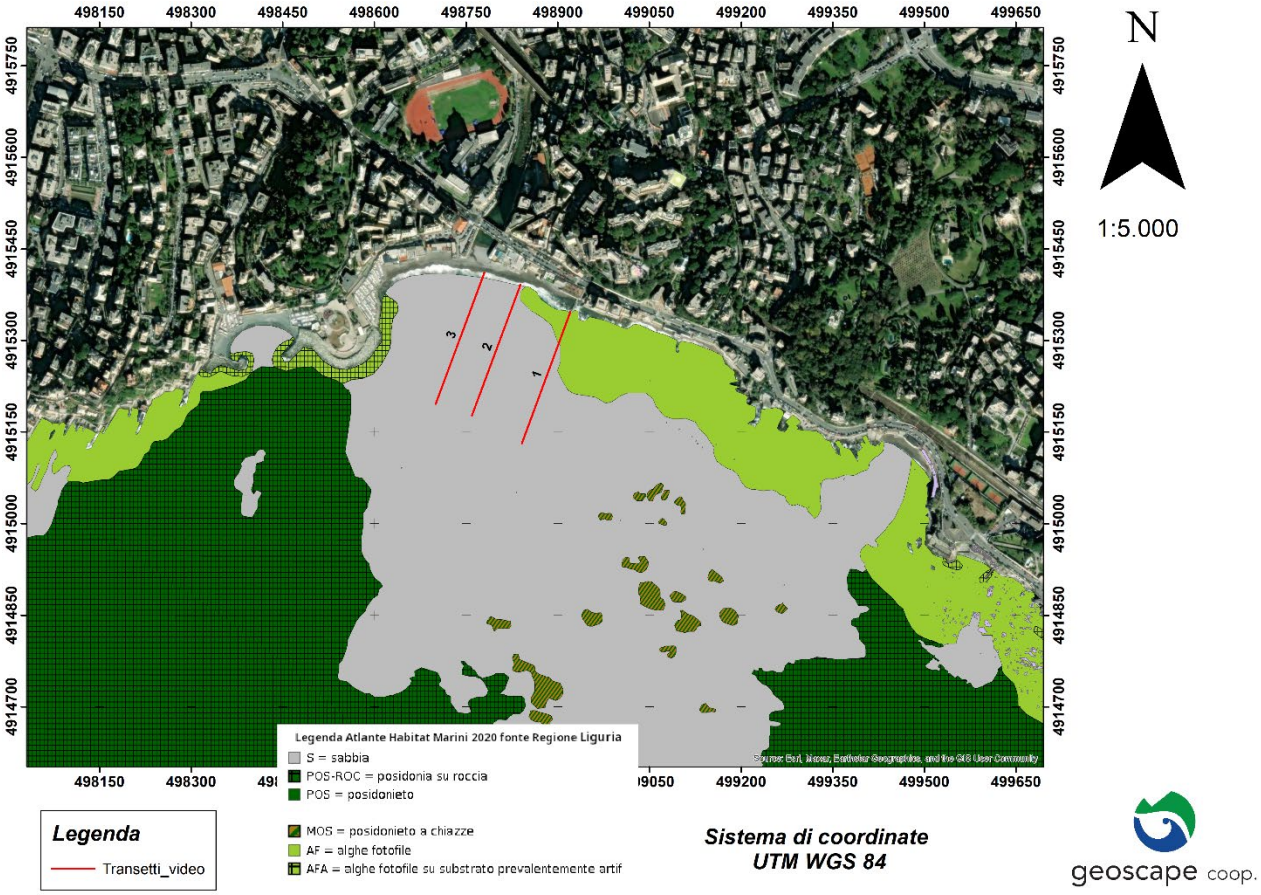
Fig 5 punti di campionamento ottobre 2023

Analizzando il confronto tra il parametro diametro medio (Mz) (Figura 8) si evidenzia come ad inizio ottobre 2023 i sedimenti di battigia siano caratterizzati da una chiara dominanza di frazioni ghiaiose. Diversamente, osservando il valore di diametro medio calcolati in seguito al campionamento del 16/01/2024, è evidente una dominanza delle frazioni sabbiose nel settore occidentale della spiaggia (campioni 2A e 3A). Tale differenza è probabilmente ascrivibile a fenomeni di accumulo sedimentario verificatisi a seguito delle piene autunnali ed invernali del Torrente Sturla.

HABITAT MARINI

Dalle tavole dell'atlante degli habitat marini 2020 risulta che nei fondali interessati dalle opere in progetto non sono presenti specie di pregio (fanerogame marine) nonostatante ciò per magggior dettaglio è stato effettuato un censimento visivo con il quale si è potuto confermare quanto riportato nell'atlante tav n. 50

Si rimanda alla relazione ed ai video in allegato al presente PFTE



EVOLUZIONE DELLA SPIAGGIA

Per meglio valutare le caratteristiche e le criticità del litorale è stata redatta una carta che rappresenta l'evoluzione della linea di riva dal 1944 al 2023. Si può osservare come nel 1944 la spiaggia era fortemente arretrata rispetto alla configurazione attuale, nel periodo successivo alla seconda guerra mondiale, iniziò la fase di ricostruzione e successivamente di sviluppo della città di Genova. Le numerose macerie che occupavano la città vennero smaltite a mare nella zona della foce; questo diede un forte input sedimentario che portò alla ricostruzione delle spiagge ; in particolare a Sturla si registrarono avanzamenti di circa 30m.

Dagli anni 70 ad oggi si evince una sostanziale variazione della linea di riva, ad opera del radicamento a mare del depuratore di Vernazzola che ha completamente modificato la forma del litorale, innescando dinamiche assimilabili alle spiagge a parabola. Inoltre, è in atto un processo erosivo, esteso lungo tutto il litorale, che raggiunge la massima perdita di materiale nell'anno 2023.

Questo rilievo è stato effettuato dalla società Geoscape nell'ambito di attività di carattere scientifico nell'ottobre 2023, mentre i dati storici sono stati estratti del portale cartografico di Regione Liguria (https://www.regione.liguria.it/homepage-opendata/item/25025-p-t-a-m-c-c03-evoluzione-della-spiaggia-emersa-e-sommersa.html).

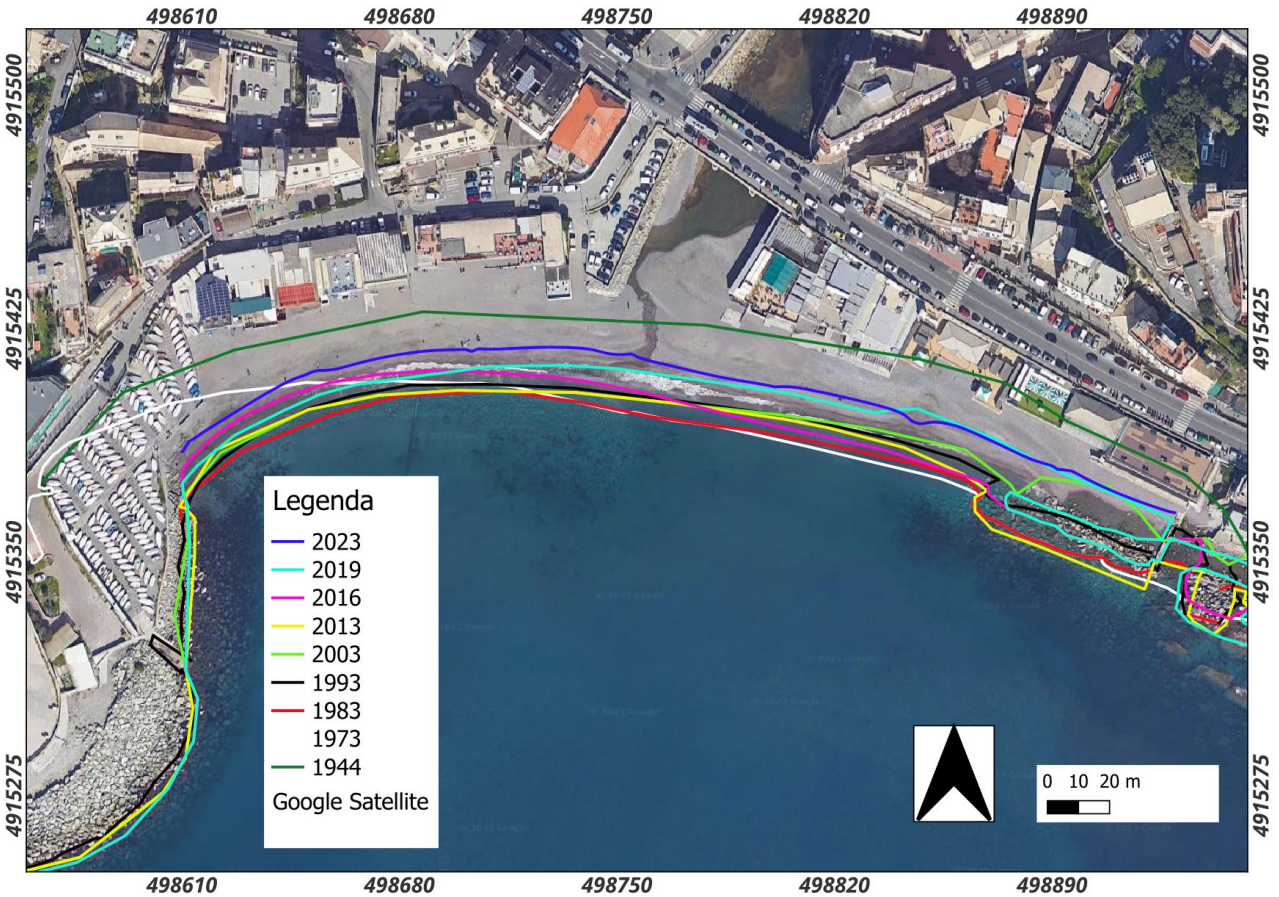


Fig 7 variazione linee di riva dal 1944 al 2023

INTERVENTO IN PROGETTO.

Nella cella litorale oggetto della progettazione è già previsto un intervento di ripascimento strutturale con il materiale risultante dalla realizzazione del secondo lotto dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno.

Il ripascimento previsto consiste nel versamento sulla battigia di circa 15700 m^3 di materiale; dalle simulazioni effettuate con modelli matematici si può osservare come sia inizialmente, sia a lungo termine, l'accrescimento maggiore avvenga nel lato di Ponente, mentre a levante il materiale sia per gli effetti indotti dalla realizzazione del depuratore di Vernazzola, sia per le correnti litoranee che si creano verso La Spezia (per la presenza di scogliere naturali site immediatamente a Levante della cella) viene disperso verso il largo.
Al fine di diminuire la dispersione verso levante del materiale, e con l'intento di riequilibrare la battigia, si è pensato di realizzare un pennello perpendicolare alla costa sul confine di levante della Cella e prima delle formazioni rocciose esistenti. Con la consulenza del Dicca della università di Genova sono state effettuate delle simulazioni numeriche con l'ausilio del programma di calcolo xb-beach al fine di verificare gli effetti del pennello previsto. I risultati hanno permesso di evidenziare come l'intervento progettuale proposto possa mitigare il rischio di allagamento ed erosione per singoli eventi, pur rispondendo in modo diverso a seconda delle caratteristiche delle onde incidenti, quali altezza, periodo, e direzione di propagazione.

Per garantire una ulteriore protezione della costa, specialmente nella zona dove è presente la sede della sportiva Sturla, si è pensato di realizzare una piattaforma sommersa (Reef artificiale) al largo della spiaggia con la duplice funzione di mitigare l'azione erosiva del moto ondoso sulla spiaggia e di conseguenza la risalita dell'onda verso le strutture esistenti, e con la funzione non secondaria di aumentare la ripidità dell'onda favorendo lo sviluppo di profili adatti alla pratica del Surf da onda.

Si rimanda alla relazione modellistica allegata per ed i risultati della modellazione matematica svolta.

Lo sport del Surf in Liguria è in rapida diffusione, specialmente nel ponente infatti un opera simile è in fase di realizzazione nel Comune di Ventimiglia; la realizzazione del reef artificiale ha costi più elevati rispetto ad una opera di difesa classica, ma il sovrapprezzo da sostenere si può giustificare con l'indotto che si verrebbe a creare, specialmente nei periodi invernali, dovuto alla presenza degli sportivi.

Caratteristiche fisiche dell'opera in progetto

Pennello

- Lunghezza : 70 m
- Larghezza media al piano di berma : 4 metri
- Distanza media dalla linea di riva : 120 metri
- Pendenza della mantellata della radice : 45° circa
- Pendenza della mantellata della testata : 32° circa
- Materiale costituente : massi naturali
- Materiale costituente la mantellata : di III° e IV°
- Profondità alla testata : - 6 metri

- Inclinazione rispetto alla riva : 90 °

Reef artificiale

- Lunghezza : 70 m
- Larghezza media : circa 110 m metri
- Lunghezza massima : circa 170 metri
- Pendenza della mantellata : circa 5°
- Materiale costituente : massi naturali
- Materiale costituente la mantellata : di II° eIII°
- Profondità massima : - 6,5 metri
- Sommergenza minima: -1m

Prendendo in considerazione la direzione di libeccio associata al tempo di ritorno cinquantennale

Dalla tabella 1 risulta Hs 6.6 m tale stato di mare raggiunge le opere progettate dopo aver effettuato almeno un frangimento, da questo ne consegue che si adotterà come onda di progetto, quella che frange al piede della struttura, ciò a favore della stabilità dell'opera in progetto.

H = 0,78 X 6,5 l.m.m.m.= 5,07 metri (Mc Cowen + sopraelevazione dovuta all'azione del venti di burrasca)

Da cui è facile determinare periodo e lunghezza d'onda infatti:

è stato verificato che per le zone di mare delimitate, come il Mediterraneo, è valida la relazione teorica secondo lo spettro Jonswap :

$$T = \frac{8{,}5 \cdot \pi \cdot \sqrt{H}}{\sqrt{4g}}$$

dove: T = Periodo

H = altezza d'onda

g = accelerazione di gravità

mediante la quale è possibile ricavare il periodo associato ad una altezza d'onda. Utilizzando poi la relazione di dispersione per le condizioni di largo (h/L > 0,5):

$$L = L_o = \frac{g \cdot T^2}{2\pi}$$

dove: $L = L_o$ = lunghezza d'onda al largo

T = periodo

g = accelerazione di gravità

da cui risulta

Lo = 143 m

T= 9,5 s

Verifica di stabilità con le relazioni di Van der Meer.

Definito il danno come

$$S = \frac{A}{D_{50}^2}$$

Con A = superficie dell'opera rimossa dalla mareggiata.

Si considera accettabile un danno max. pari a 2 con la mareggiata associata ad un tempo di ritorno di 50 anni

Le formule per la verifica statica sono :

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{50}} = 6{,}2 \cdot P^{0{,}18} \cdot \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0{,}2} \cdot \xi_m^{-0{,}5}$$ PLUNGING WAVES

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{50}} = P^{-0{,}13} \cdot \left(\frac{S}{\sqrt{N}}\right)^{0{,}2} \cdot \sqrt{\cot\alpha} \cdot \xi_m^{p}$$ SURGING WAVES

Dove:

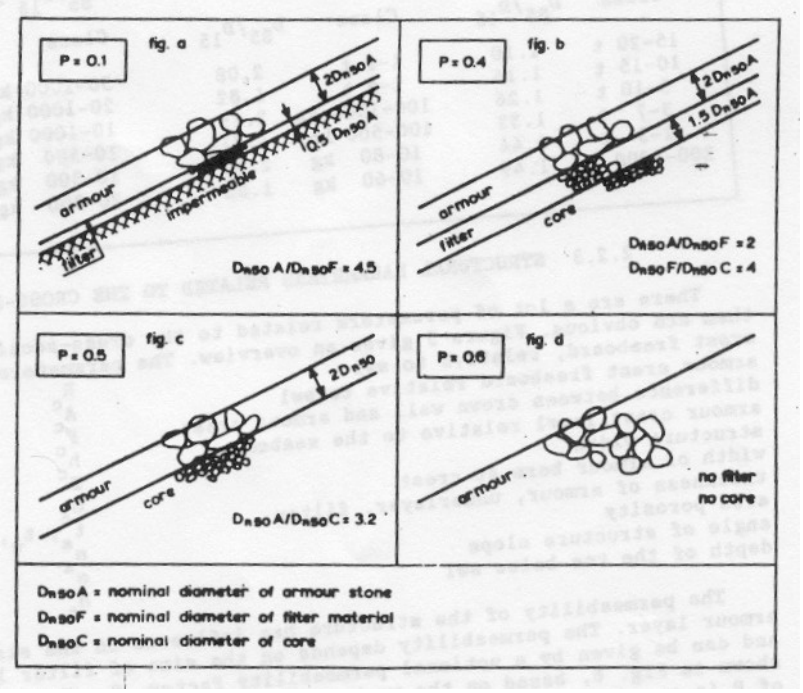
P = $0.1 \div 0.6$ (porosità)

- $\xi_m = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_0}}}$ con tang Alfa = 0,5 e Hs/L0 = 0,0354

$\Delta = \frac{\gamma_r}{\gamma_W} - 1$ = 1.7 (si è usato γ_r = 2,7 t/m^3 e γ_w = 1 t/m^3)

N numero di onde della mareggiata assunto pari a 4000

Per il calcolo di verifica del pennello è stato scelto P = 0,5 secondo lo schema proposto da Van Der Meer :



schema per l'assegnazione di P - (Van der Meer)

Calcolando si ottiene:

$$\xi_m = 2.65$$

E' necessario usare la formula, nel campo delle "plunging waves" ($\xi_m \leq 3$) Eseguendo i calcoli con i valori precedentemente riportati si ottiene:

$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{50}} = 1.68$ calcolato con la relazione sopra indicata per onde tipo plunging.

D50= 1,7 m

che corrisponde ad un peso di W = 7 ton t.

Si adottano per la mantellata massi di IV° categoria oltre le 7 ton.

nel caso di strutture soffolte il D50 dovrebbe essere ridotto di un fattore compreso tra 0 ed 1 in funzione sommergenza della berma, per cui vista la conformazione del reef artificiale si utilizzeranno per la mantellata massi di III° categoria e per il nucleo massi di II° categoria.

Le strutture fisse previste sono dimensionate in modo tale da richiedere una limitata manutenzione nel tempo.

Orientativamente si può prevedere la necessità di intervento per il rifiorimento delle scogliere in ragione di circa il 4% ogni 10 anni

MODALITA' OPERATIVE

Per la realizzazione del pennello si prevede di operare da terra sfruttando gli accessi esistenti e muovendosi sulla spiaggia esistente ; durante le operazioni la spiaggia stessa sarà interdetta al pubblico .

Per la realizzazione del Reef si opererà interamente da mare con ausilio di pontone.

CONCLUSIONI

L'intervento così progettato aumenterà sensibilmente la resilienza della spiaggia di Sturla proteggendo inoltre le strutture della sportiva Sturla soggetta a fori danneggiamenti durante le mareggiate più intense. La realizzazione del Reef artificiale ha costi più elevati rispetto ad una opera fissa di difesa costiera classica (isola, secca o barriera sommersa) però , come già anticipato, visto il forte incremento verificatosi negli ultimi anni della attività sportiva del surf, la presenza di un opera che facilita la formazione di onde per la pratica sportivo garantirà l'affluenza di visitatori anche al di fuori della stagione estiva aumentando di fatto lo sviluppo del territorio. A tal proposito si allega di seguito uno studio realizzato da Consorzio Golfo Sturla Quarto.

Consorzio Golfo Sturla Quarto

Benefit - GENOVA OCEAN AGORA (GOA)

+39 327 344 3991
genovaoceanagora@gmail.com
www.genovaoceanagora.com
c/o Circolo Nautico Sturla - Via V Maggio 2A

Genova, 21 novembre 2023

Alla c.a. dell'avv. ass,

Per gli usi opportuni si riferiscono di seguito in forma sintetica gli impatti attesi e previsti dalla realizzazione del progetto Genova Ocean Agorà nell'area di Quarto e Sturla per gli ambiti economico/finanziario, turistico, sportivo, sociale, ambientale.

- economico/finanziario

● Aumento del PIL stimato del 4%
Rendle, Emma J., and Lynda D. Rodwell. "Artificial surf reefs: A preliminary assessment of the potential to enhance a coastal economy." Marine Policy 45 (2014): 349-358.
● "L'attività economica cresce più velocemente in prossimità di buoni surf breaks"
McGregor, Thomas, and Samuel Wills. "Surfing a wave of economic growth." (2017).
● Le meta-analisi rivelano che le scogliere artificiali forniscono una protezione sostanziale contro i rischi naturali, riducendo l'energia delle onde in media del 97%.
Le creste delle scogliere da sole dissipano la maggior parte di questa energia (86%).
Ferrario, Filippo, et al. "The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation." Nature communications 5.1 (2014): 3794.
● Incremento del valore immobiliare dell'area

- turistico

● Sport da onda sono opportunità di destagionalizzazione del turismo
Bradshaw, Laura. "Surfing the Innovation Waves: Surf Tourism in Portugal: Exploring the Nexus of Sport, Tourism, and Innovation." Tourism Innovation in Spain and Portugal: New Trends and Developments (2021): 149-166.
● Le attività turistiche nei luoghi costieri e marini comportano la produzione diretta di numerosi beni (ad esempio alimenti, attrezzature per l'intrattenimento e per il tempo libero) e servizi (ad esempio alloggio, trasporti, commercio al dettaglio, attività ricreative). Il contributo indiretto al PIL avviene attraverso gli investimenti.
Nobi, Mohammad Nur, and M. Majumder. "Coastal and marine tourism in the future." Journal

+39 327 344 3991
genovaoceanagora@gmail.com
www.genovaoceanagora.com
c/o Circolo Nautico Sturla - Via V Maggio 2A

of Ocean and Coastal Economics6.2 (2019): 12.
● Definizione di turismo surfistico: Un'attività che si svolge a 40 km o più dal luogo di residenza della persona, in cui il surf o la partecipazione a un evento di surf sono lo scopo principale del viaggio. I turisti del surf soggiornano nelle loro destinazioni per almeno una notte o possono intraprendere la loro visita come una gita di un giorno. Martin, Steven Andrew, and Ilian Assenov. "The genesis of a new body of sport tourism literature: A systematic review of surf tourism research (1997–2011)." Journal of Sport & Tourism 17.4 (2012): 257-287.

- sportivo

● area per organizzazione di competizioni di sport acquatici e marini
● campo sportivo in mare per kayak, vela, nuoto, pallanuoto, canottaggio, SUP, surfing
● palestra subacquea per attività subacquee
● museo sottomarino

- ambientale

● La biomassa sulle barriere artificiali è generalmente sette volte superiore a quella dell'habitat naturale.
Stone, Richard B., et al. "A comparison of fish populations on an artificial and natural reef in the Florida Keys." Mar. Fish. Rev41.9 (1979): 1-11.
● “I risultati della sintesi di 39 studi rilevanti hanno rivelato che, in tutti gli ecosistemi di scogliera artificiali, le barriere artificiali supportano densità, biomassa, ricchezza di specie e diversità analoghe alle scogliere naturali”
Paxton, Avery B., et al. "Meta-analysis reveals artificial reefs can be effective tools for fish community
enhancement but are not one-size-fits-all." Frontiers in Marine Science 7 (2020): 282. APA
● “L'aumento dell'abbondanza ittica in tre estuari, sia nella barriera artificiale che in quella naturale, dimostra che le barriere artificiali costruite ad hoc possono essere utilizzate insieme al ripristino/protezione dell'habitat naturale esistente”
Folpp, Heath R., et al. "Artificial reefs increase fish abundance in habitat-limited estuaries." Journal of Applied Ecology 57.9 (2020): 1752-1761.
● Il binomio sport e ambiente può essere inserito in una più ampia visione dove

+39 327 344 3991
genovaoceanagora@gmail.com
www.genovaoceanagora.com
c/o Circolo Nautico Sturla - Via V Maggio 2A

il corretto integrarsi della pratica sportiva rispetto all'ambiente e alla cultura locale può portare a uno sviluppo del territorio basato sul turismo sostenibile. In effetti Martin e Assenov (2012) hanno mostrato, attraverso un'approfondita analisi bibliografica basata sul periodo 1997-2011 e sul 10% delle nazioni costiere a livello mondiale, come gli eventi di surf, le barriere artificiali per il surf e la sostenibilità dei siti di surf e delle comunità ospitanti, sono tra le aree di ricerca più prolifiche in discussione e che gli argomenti chiave includono socioeconomia, gestione costiera e turismo sostenibile. Successivamente Vazquez et al. (2021) hanno indicato come il turismo legato al mare e alle attività nautiche stia diventando sempre più popolare e come questo ruoti attorno a un'ampia gamma di attività ricreative, sport acquatici, nautici o altre attività marittime.
Capitolo "Mare e sport: un connubio tra ambiente, cultura e sviluppo territoriale" di A. Pezzoli, D. Nardini, N. Di Tullio in "Educare al mare" a cura di E. Squarcina, Guerini Scientifica

- sociale

● 2000 firme raccolte a favore del progetto su change.org
● 800+ presenze alle tre assemblee pubbliche di presentazione dell'idea progettuale svolte nelle associazioni sportive della zona
● 100% dei rispondenti a una indagine qualitativa tramite interviste
● Costituzione del Consorzio Benefit Golfo di Quarto Sturla - Genova Ocean Agorà, di cui 9 organizzazioni locali sono consorziati fondatori.

Lo scrivente consorzio resta a disposizione per approfondire insieme alla Pubblica Amministrazione modalità per contribuire alla espressione del potenziale sociale, ambientale, economico e turistico dell'area e del litorale genovese tutto.

Il Presidente
prof. Nicolò Di Tullio