REGIONE LIGURIA

REGIONE LIGURIA

PIANO DI TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO E COSTIERO

AMBITO COSTIERO 08

Unità fisiografiche del Centa, Centa Sud e Maremola

ART. 41 LEGGE REGIONALE N° 20/2006

Relazione Paraggio

Pietra Ligure - Borgio

Dal porto di Loano a Capo Caprazoppa

REGIONE LIGURIA

Indice

1. Inquadramento generale 3
1.1. Inquadramento geografico 3
1.2. Evoluzione storica del litorale 3
2. Dinamica ed effetti del moto ondoso 5
2.1. Analisi generale 5
2.2. Sintesi dei processi idrodinamici e valutazione della pericolosità e del rischio 8
3. Aspetti geomorfologici e sedimentologici 15
3.1. Costa alta 15
3.2. Costa bassa 15
3.3. Morfologia ed evoluzione della spiaggia 15
3.4. Bacini versanti 20
3.5. Bilancio sedimentario 21
3.6. Tendenza evolutiva del litorale 21
4. Aspetti naturalistici ambientali (stato – pressioni – impatti) 22
4.1. Qualità delle acque 22
4.2. Habitat marini 23
4.3. Habitat costieri 25
4.4. Impatti sulla biodiversità marino costiera 26
5. Sintesi dei processi costieri 28
6. Delimitazione delle aree da assoggettare alle Norme di Piano 29
7. Misure di intervento 31

REGIONE LIGURIA

1. Inquadramento generale

1.1. Inquadramento geografico

Il paraggio costiero di Pietra - Borgio si sviluppa per circa 6,5 km compresi tra il il porto di Loano e il promontorio della Caprazoppa; il tratto ha un andamento arcuato con orientazione complessiva circa SW-NE.
I principali corsi d'acqua che sfociano all'interno del paraggio sono il torrente Maremola, con un bacino idrografico di 46 km^2, e il torrente Bottasano (circa 7 km^2).
Tale litorale è caratterizzato soprattutto da ambiente di spiaggia, per circa 5 km totali, e da 1.5 km di costa artificializzata, situati in corrispondenza dei cantieri navali di Pietra Ligure e verso il capo Caprazoppa.
Il paraggio comprende l'intero fronte mare dei comuni di Pietra Ligure e Borgio Verezzi. L'estremo tratto di levante, per circa 1 km, appartiene amministrativamente al Comune di Finale Ligure.

1.2. Evoluzione storica del litorale

L'opera artificiale che ha maggiormente influenzato nel corso degli anni questo tratto di costa è senza dubbio il porto di Loano, che costituisce un limite invalicabile di unità fisiografica ed isola di fatto questo tratto di litorale dagli apporti provenienti da Ponente.
Le prime informazioni relative al tratto sono del cartografo Matteo Vinzoni e risalgono alla metà del XVIII secolo, in questo periodo la spiaggia davanti a Pietra era molto ampia, mentre meno ampia risultava essere alla foce del torrente Maremola. La spiaggia continuava, assottigliandosi, fino al capo di Caprazoppa. L'inizio dei fenomeni erosivi che interessarono il tratto di litorale in esame risalgono all'epoca napoleonica, con la costruzione del molo di Loano, alla foce del torrente Nimbalto. Nel 1886, per tentare di arginare il fenomeno erosivo, venne costruito un pennello alla foce del torrente Maremola, in sponda destra, che stabilizzò il litorale trasferendo però l'erosione ai settori sottoflutto. Dal XVIII secolo al 1895 la spiaggia di Pietra passò da 90 metri a 11 metri, mettendo in pericolo anche la via litoranea. Stessa sorte ebbe, nel corso degli anni, il tratto di litorale tra la foce del torrente Bottassano e il capo di Caprazoppa, fortemente influenzato dall'erosione delle spiagge da cui riceveva il sedimento. L'ultimo tratto di spiaggia, adiacente al capo di Caprazoppa, pur essendo interessato da arretramenti presentava ancora all'inizio del XIX un litorale di sabbia fine e di colore chiaro, la spiaggia delle Arene Candide, alimentata anche dalla discarica della cava situata sul promontorio.
Quando nel 1955 iniziò la costruzione del porto di Loano, la situazione erosiva del litorale peggiorò ulteriormente. Si aprì una nuova fase erosiva verso Pietra Ligure, che fu tamponata con interventi quali nuove scogliere aderenti a difesa della via litoranea e della ferrovia, che però portò alla definitiva scomparsa della spiaggia delle Vignasse, l'ultima spiaggia del comune di Loano. Alla fine degli anni Cinquanta il

litorale era estremamente compromesso, ma la situazione fu affrontata per la prima volta in modo organico dall'ingegner Volta, che per prima cosa proibì le estrazioni di inerti dalle spiagge e dalle aste dei torrenti. Nel 1967 a Pietra vennero costruite due piattaforme isola affiancate da un versamento di ghiaia di cava. Una terza piattaforma venne costruita alla foce del torrente Bottassano. Questo, unitamente alla presenza della cava di capo Caprazoppa per la produzione della calce (cava della Ghigliazza) e agli apporti del torrente Maremola, portò ad un deciso avanzamento nel tempo del litorale adiacente al capo. La cava della Ghigliazza, attiva dall'inizio del secolo, smaltiva il detrito direttamente in mare, in corrispondenza della punta. Con le mareggiate di Scirocco il sedimento veniva trasportato verso Sud-Ovest, alimentando appunto le varie spiagge. La discarica collegata alla cava della Ghiliazza venne chiusa nel 1980 e questo portò ad una recessione pesante di tutto il tratto di litorale, con la conseguente costruzioni di nuovi pennelli, l'ampliamento di quelli esistenti e numerosi versamenti.

Tra il 1994 e il 1999 vennero effettuati i lavori per l'ampliamento del porto di Loano, che comprendevano un tratto di spiaggia artificiale nelle adiacenze del molo sottoflutto, denominata Spiaggia di Levante (dove un tempo vi era la spiaggia delle Vignasse). Poiché era evidente che il porto avrebbe definitivamente interrotto il drift litoraneo vennero previsti anche ripascimenti artificiali annuali lungo la spiaggia sottoflutto, tra il porto e i cantieri navali di Pietra.

Gli interventi più recenti sul tratto di costa in esame risalgono, per quanto riguarda Pietra Ligure, al 2007, quando furono costruiti tre pennelli ed una piattaforma parallela alla riva nel tratto tra i cantieri navali e la foce del torrente Maremola, effettuando anche un versamento. A Borgio Verezzi, come a Borghetto, furono costruite due piattaforme semisommerse davanti alle spiagge, con relativi versamenti (Fierro et al., 2010). Gli effetti di queste opere verranno analizzati nei paragrafi successivi.

REGIONE LIGURIA

2. Dinamica ed effetti del moto ondoso

2.1. Analisi generale

Il paraggio di Pietra Ligure - Borgio, presenta la linea di costa orientata mediamente lungo la direttrice dei 60°N, e risulta esposta ai mari con settore di provenienza da 75°a 220°.
Come indicato nella relazione generale, la propagazione del moto ondoso dal largo verso riva è stata condotta mediante l'utilizzo del modulo Spectral Waves (SW) del codice di calcolo MIKE 21 di DHI (Danish Hydraulic Institute). Per il paraggio di Pietra Ligure - Borgio, l'input al modello di dettaglio è rappresentato dai valori delle onde che si presentano sul fondale di 50 metri derivanti dal modello al largo, tenendo conto delle onde estreme individuate per tutte le direzioni di influenza per l'intero Ambito Costiero 08. Dai risultati ottenuti, dalla modellazione di dettaglio sotto costa, si evince come le direzioni di libeccio e mezzogiorno risentano dell'effetto diffrattivo del molo di sopraflutto del porto di Loano. Il fenomeno è ben evidenziato nei risultati di propagazione delle onde con periodo di ritorno cinquantennale. Nella zona subito a levante del porto, i valori più elevati di altezza d'onda si hanno per mari con provenienza 150°, fino al confine comunale tra Pietra Ligure e Borgio. Questo accade in quanto le altezze d'onda più alte subiscono maggiormente l'effetto diffrattivo della diga foranea del porto di Loano tanto da presentarsi sotto costa con altezze notevolmente ridotte e inferiori a quelle più basse provenienti da 150°. Tale effetto diminuisce procedendo verso Levante dove, in corrispondenza del litorale di Borgio, le altezze d'onda più elevate sono quelle con direzione al largo 180°. Per le onde con periodo di ritorno annuale invece i valori più alti di altezze d'onda sotto costa si hanno sempre per onde provenienti da 180°, in quanto le onde sono più basse e l'effetto diffrattivo è inferiore. In prossimità del capo di Caprazoppa, dato il fondale, le onde rimangono molto elevate.
Dalla disposizione delle ortogonali d'onda risulta evidente come, nella spiaggia in Comune di Pietra Ligure adiacente il molo sottoflutto del porto di Loano, le mareggiate più intense si presentino sotto costa fortemente ruotate e attenuate, si evidenzia un punto di divergenza delle ortogonali d'onda nella spiaggia sottoflutto in prossimità della zona dei cantieri navali.
A questo andamento delle ortogonali d'onda corrisponde un'inversione della corrente litoranea, verso il porto nella zona sottoflutto e verso levante dalla zona limitrofa ai Cantieri al Capo.

La modellazione matematica ha inoltre permesso di individuare la linea dei frangenti. Nella parte di levante del paraggio i valori più alti di altezza al frangimento sono determinati da eventi con direzione al largo pari a 180°N, sia per il periodo di ritorno annuale che per quello cinquantennale. Nella parte di ponente i valori più alti sono determinati da un onda al largo con direzione pari a 180° nel caso di eventi con periodo di ritorno annuale, mentre da un onda al largo con direzione 150° nel caso cinquantennale. Le onde frangono su una profondità che varia tra 3,5 e 5,0 metri, per gli eventi annuali, e su una profondità che varia tra 9,0 e 10,0 metri, per gli eventi

cinquantennali; l'estensione della zona dei frangenti, specialmente per gli eventi con periodo di ritorno cinquantennale, è più ampia nella parte di ponente del paraggio.

Secondo l'approccio metodologico indicato nella relazione generale il run-up, nelle sezioni di spiaggia, è stato stimato mediante la formula di Van der Meer, utilizzando il valore medio della pendenza della spiaggia emersa e sommersa. Tale valore è derivato dalla media tra il valore della pendenza della spiaggia emersa, dedotto dalle sezioni trasversali di spiaggia nei paraggi, e il valore della pendenza della spiaggia sommersa, ricavato utilizzando la profondità della fascia dinamica annuale. Il profilo di spiaggia emersa è stato acquisito dai rilievi delle sezioni di spiaggia effettuati dal Dipteris nell'ambito dello studio Beachmed (2004), in corrispondenza di capisaldi denominati B152-B136, e utilizzando il rilievo aereo LIDAR (2008), messo a disposizione dal Ministero dell'Ambiente, laddove non erano presenti i rilievi (caposaldo denominato L74). I capisaldi sono puntualmente identificati nella carta C05 delle fasce dinamiche della spiaggia e della costa alta e nella Figura 2.2.1 al paragrafo 2.2 della presente relazione. I valori più alti di run-up sono stati individuati nella parte del paraggio a levante della foce del Torrente Maremola.

I valori di run-up ottenuti sono stati utilizzati per la definizione delle fasce dinamiche A e B della spiaggia. Nella parte più a levante del paraggio, nei pressi di Capo Caprazoppa (sezioni di calcolo L72 e B152), l'arenile è poco profondo e la fascia A interessa la spiaggia nella sua interezza, fino al limite inerodibile rappresentato dal muro dell'Aurelia. La fascia B comprende la zona di fascia A e interessa anche l'Aurelia. La mappatura della fascia B è stata lasciata in questa zona in quanto è indicativa sia del fatto che la strada può essere interessata da spruzzi e parziali allagamenti dovuti alle forti mareggiate, sia perchè rappresenta l'informazione sul valore di ampiezza che dovrebbe avere la spiaggia antistante per poter dissipare il moto ondoso incidente, senza interessare le opere a tergo.
Nei pressi delle celle in cui sono presenti le sezioni di calcolo B151 e B150 la fascia A comprende gran parte dell'arenile e si estende fino ai limiti inerodibili rappresentati da alcuni muretti e dalla scogliera di protezione di un parcheggio (quest'ultima ricompresa all'interno della fascia A stessa). L'ampiezza di tale fascia è mediamente di 15 metri. La fascia B interessa zone di pertinenza della spiaggia a valle del muro dell'Aurelia, tra cui il parcheggio di cui sopra ed alcuni edifici; l'ampiezza raggiunge circa i 30 metri.
Nella parte restante del Comune di Borgio (sezioni di calcolo B149-B146) la fascia A interessa la quasi totalità dell'arenile (ampiezza media pari a circa 15 metri), mentre la fascia B si estende fino ad alcuni edifici localizzati nella parte di pertinenza della spiaggia, a valle del muro dell'Aurelia (ampiezza media pari a circa 25 metri).
Nei pressi dell'arenile in cui sono presenti le sezioni di calcolo B145 e B144 l'andamento delle fasce A e B è analogo al tratto precedente; l'ampiezza della fascia A è di circa 18 metri, quella della fascia B di circa 30 metri.
Procedendo verso ponente, fino alla foce del Torrente Maremola (sezioni di calcolo B143-B141), la spiaggia è più estesa; l'ampiezza della fascia A è mediamente di circa 25 metri, mentre quella di fascia B di circa 45 metri. La fascia derivante da eventi meteomarini con periodo di ritorno annuale non interessa le strutture presenti sull'arenile, mentre quella derivante da eventi cinquantennali, pur rimando sempre confinata a valle dell'Aurelia, interessa parzialmente gli edifici localizzati nella parte di pertinenza della spiaggia.

A levante del Torrente Maremola, fino ai Cantieri Rodriguez (sezioni di calcolo B140-B138), l'andamento delle fasce dinamiche risulta simile al tratto appena illustrato; l'ampiezza della fascia A è mediamente di circa 17 metri, mentre quella di fascia B è di circa 30 metri.
Nella zona dei Cantieri Navali Rodriguez le fasce dinamiche sono state comunque indicate a titolo conoscitivo e informativo al fine di avere indicazione sulla ampiezza di spiaggia che sarebbe necessaria per consentire la dissipazione dell'energia ondosa.
Nell'ultimo tratto nel Comune di Pietra Ligure (sezioni di calcolo B137-B136), la fascia A interessa circa la metà dell'ampiezza della spiaggia, mentre la fascia B è estesa fino al limite inerodibile rappresentato dalla linea ferroviaria. L'ampiezza della fascia A è mediamente di circa 12 metri, mentre quella di fascia B varia tra 20 e 25 metri.
Ci sono inoltre aree che sono soggette a periodica inondazione da parte dell'acqua del mare, in quanto poste a quota più bassa rispetto alla quota di run-up, che vengono mappate come fascia C a pericolosità bassa. Nel caso specifico del paraggio Borgio-Pietra rientrano in fascia C gran parte delle aree di spiaggia non incluse nelle fasce dinamiche A e B fino al limite inerodibile, rappresentato dal muro della strada o della passeggiata, e alcune aree depresse a tergo della spiaggia stessa che vengono interessate dalle ondazioni durante le mareggiate più intense. Ricadono in questa fascia inoltre le aree in corrispondenza di canali o piccoli scolatori minori, che presentano quote inferiori a quelle di spiaggia in zone dietro i sottopassi della strada (il rio in prossimità del capo di Caprazoppa, il rio vicino alla sezione B145, tra le sez.144 e 141 le aree dietro i sottopassi, in prossimità della sezione B137).
Gli alvei dei torrenti (Torrente Maremola, Rio Ranzi, Rio Chiappe) che sono interessati da intrusione marina sono stati perimetrati con retinatura a parte per poter tener conto di questa particolarità.

Una volta determinate le fasce di pericolosità è stato determinato il rischio. Il paraggio di Pietra Ligure – Borgio presenta prevalentemente un rischio elevato (R_{S3}) nella parte a levante del Torrente Maremola ed un rischio a tratti elevato e a tratti medio-basso nella parte a ponente. Nella classe a rischio R_{s4} ricade un breve tratto in corrispondenza di una struttura balneare su pali (vicino al caposaldo B150), interessata dalla perimetrazione di fascia dinamica A, e il tratto corrispondente alla zona dei cantieri navali nel Comune di Pietra Ligure.

REGIONE LIGURIA

2.2. Sintesi dei processi idrodinamici e valutazione della pericolosità e del rischio

La dinamica del moto ondoso ed i relativi effetti sul tratto di costa nel paraggio Pietra Ligure - Borgio sono sintetizzati nei risultati di seguito.

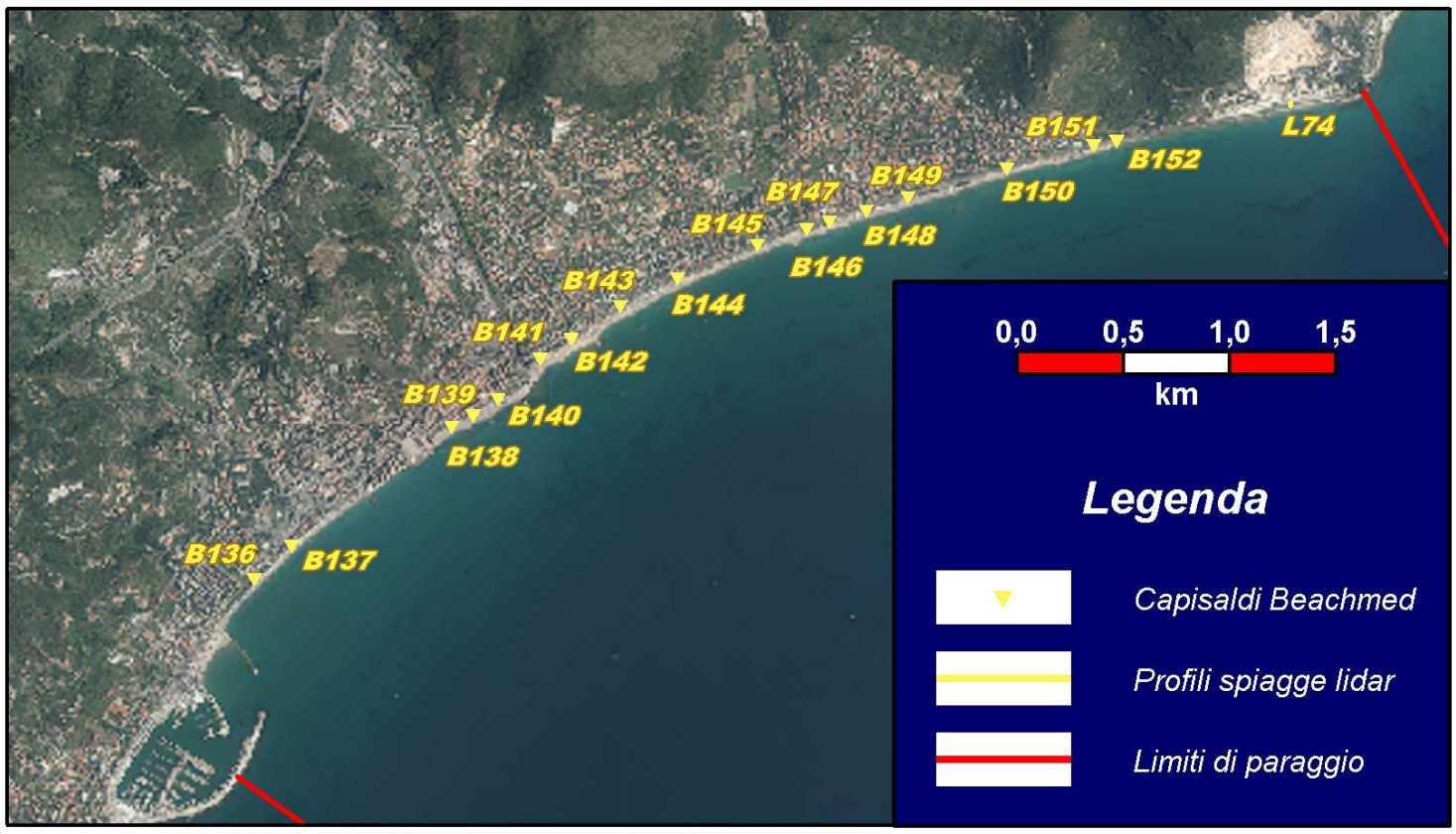


Figura 2.2.1: Limiti del paraggio di Pietra Ligure - Borgio ed indicazione delle sezioni di calcolo dei profili trasversali di spiaggia

REGIONE LIGURIA

PROPAGAZIONE MOTO ONDOSO

ESPOSIZIONE DEL PARAGGIO

Settore di provenienza del moto ondoso	75°N - 220°N

ANALISI METEOMARINA SOTTOCOSTA

Modello utilizzato	Mike 21
Ambito di applicazione	batimetrica -30 m — linea di costa
Tempo di ritorno	1 e 50 anni

RISULTATI

Nome sezione	T = 1 anno				T = 50 anno			
	H_{largo} [m]	H_{frang} [m]	Decr [%]	$Direzione_{largo}$ [°N]	H_{largo} [m]	H_{frang} [m]	Decr [%]	$Direzione_{largo}$ [°N]
L74	3.1	2.7	13	180	6.0	5.4	10	180
B152	3.1	2.6	16	180	6.0	5.2	13	180
B151	3.1	2.5	19	180	6.0	5.2	13	180
B150	3.1	2.6	16	180	6.0	5.1	15	180
B149	3.1	2.5	19	180	6.0	4.9	18	180
B148	3.1	2.5	19	180	6.0	4.9	18	180
B147	3.1	2.5	19	180	6.0	4.9	18	180
B146	3.1	2.5	19	180	6.0	4.9	18	180
B145	3.1	2.4	23	180	6.0	4.8	20	180
B144	3.1	2.4	23	180	5.4	4.9	9	150
B143	3.1	2.3	26	180	5.4	4.8	11	150
B142	3.1	2.2	29	180	5.4	4.8	11	150
B141	3.1	2.1	32	180	5.4	4.9	9	150
B140	3.1	2.2	29	180	5.4	4.9	9	150
B139	3.1	2.1	32	180	5.4	4.9	9	150
B138	3.1	2.2	29	180	5.4	4.8	11	150
B137	3.1	1.8	42	180	5.4	4.6	15	150
B136	3.1	1.9	39	180	5.4	4.5	17	150

REGIONE LIGURIA

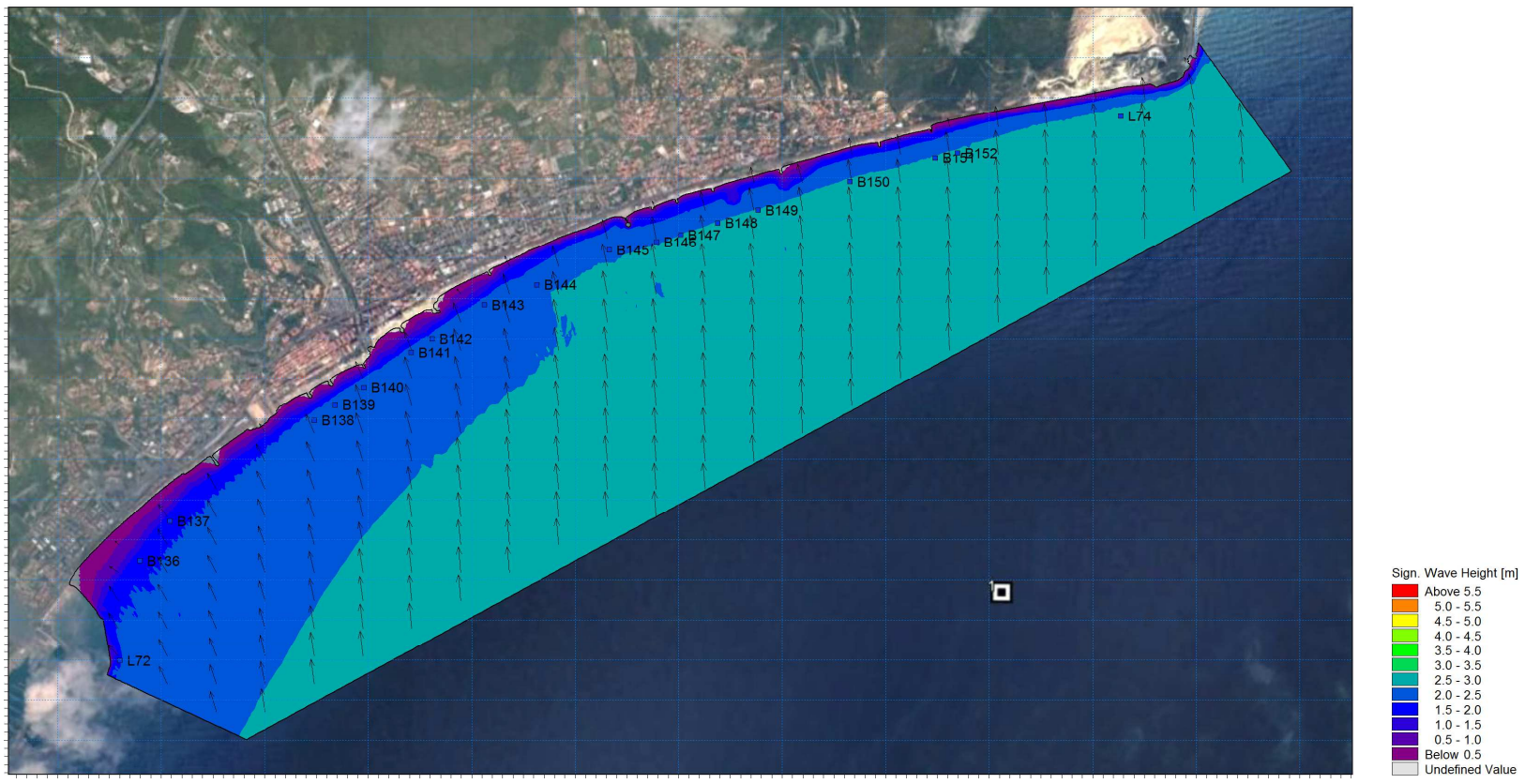


Figura 2.2.2: Distribuzione delle altezze d'onda e dei vettori di direzione di propagazione del moto ondoso dal largo verso riva relativa all'evento ondoso con periodo di ritorno pari a 1 anno (direzione al largo 180°)

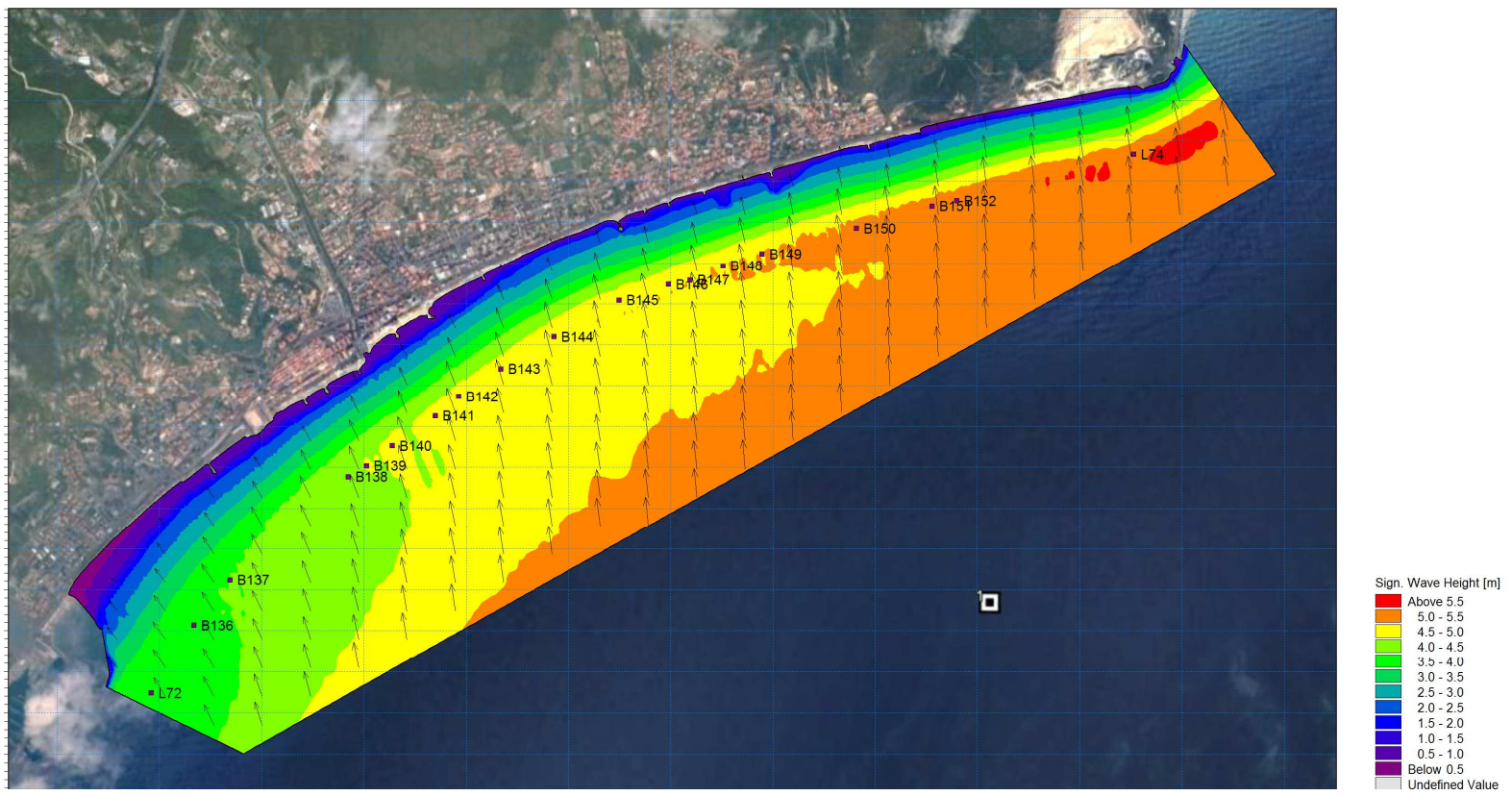


Figura 2.2.3: Distribuzione delle altezze d'onda e dei vettori di direzione di propagazione del moto ondoso dal largo verso riva relativa all'evento ondoso con periodo di ritorno pari a 50 anni (direzione al largo 180°)

REGIONE LIGURIA

FRANGIMENTO		
RISULTATI		
Nome sezione	Tr=1anno profondità al frangimento [m]	Tr=50 anni profondità al frangimento [m]
L74	- 5.3	- 10.6
B152	- 5.1	- 10.2
B151	- 5.0	- 10.0
B150	- 5.1	- 10.1
B149	- 5.0	- 9.9
B148	- 5.0	- 9.7
B147	- 5.0	- 9.7
B146	- 4.8	- 9.7
B145	- 4.7	- 9.5
B144	- 4.7	- 9.7
B143	- 4.4	- 9.4
B142	- 4.2	- 9.5
B141	- 4.3	- 9.6
B140	- 4.4	- 9.6
B139	- 4.2	- 9.7
B138	- 4.2	- 9.6
B137	- 3.7	- 9.0
B136	- 3.8	- 8.9

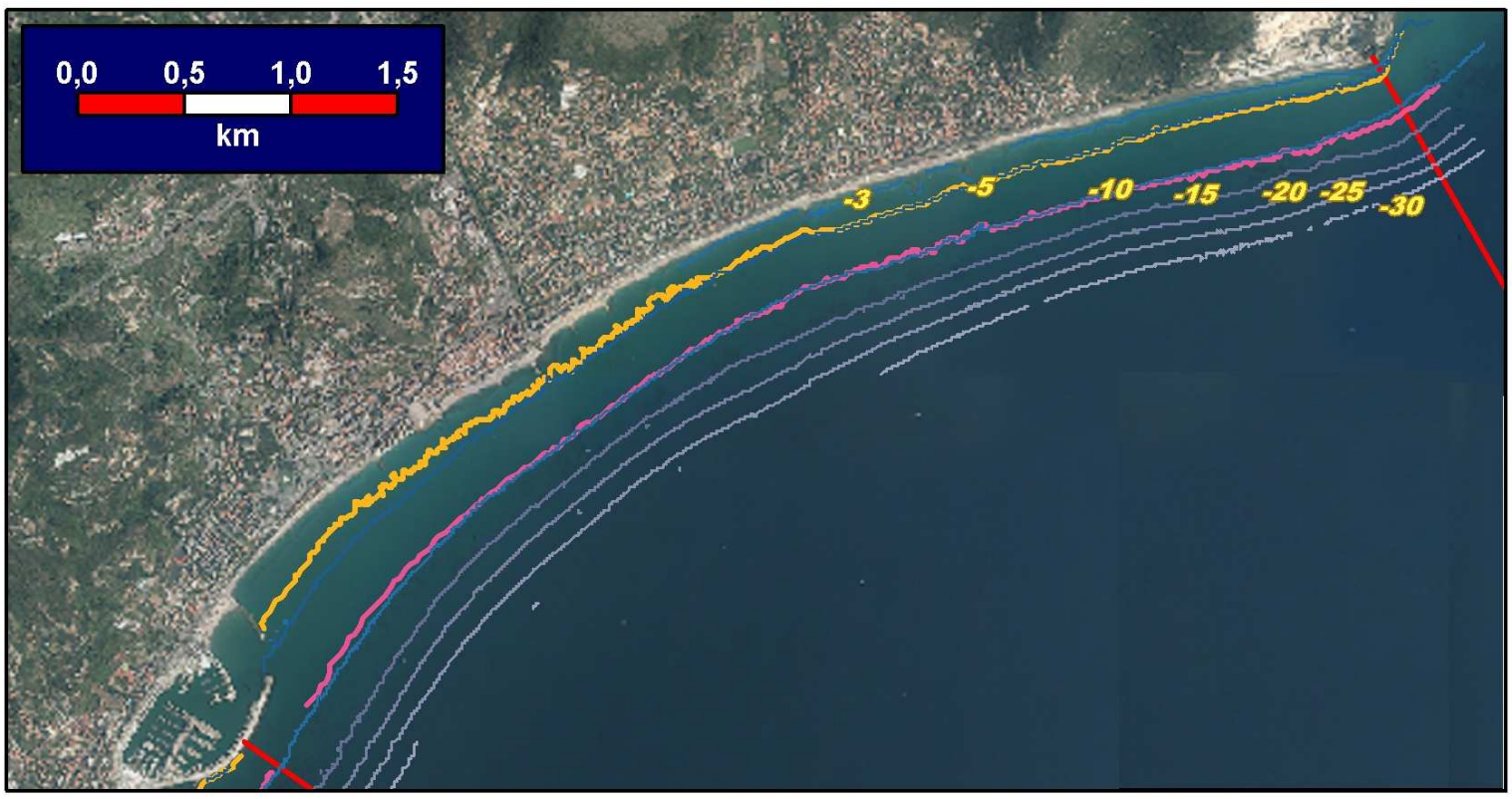


Figura 2.2.4: Linee dei frangenti nel paraggio di Pietra Ligure - Borgio, relative agli eventi ondosi con periodo di ritorno 1 anno (linea arancione) e 50 anni (linea rosa).

REGIONE LIGURIA

PERICOLOSITA' COSTIERA

STIMA DEL RUN-UP

Formula utilizzata	Van Der Meer
Sovralzo	0.50 m (T=1 anno); 0.80 m (T=50 anni)

RISULTATI

Nome sezione	Tr=1 anno run-up massimo [m]	Tr=50 anni run-up massimo [m]
L74	1.53	3.13
B152	1.33	2.46
B151	1.46	2.71
B150	1.54	2.86
B149	1.36	2.48
B148	1.39	2.52
B147	1.43	2.62
B146	1.36	2.48
B145	1.45	2.68
B144	1.44	2.58
B143	1.47	2.68
B142	1.16	2.11
B141	1.07	1.94
B140	1.40	2.56
B139	1.24	2.29
B138	1.35	2.49
B137	1.19	2.25
B136	1.13	2.09

FASCE DINAMICHE SPIAGGIA

	FASCIA DINAMICA A		FASCIA DINAMICA B	
Nome sezione	Limite verso mare – batimetrica [m]	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva [m]	Limite verso mare – batimetrica [m]	Limite verso terra – distanza dalla linea di riva [m]
L74	- 5.3	13	- 10.6	27
B152	- 5.1	10	- 10.2	18
B151	- 5.0	18	- 10.0	33
B150	- 5.1	12	- 10.1	23
B149	- 5.0	14	- 9.9	26
B148	- 5.0	13	- 9.7	24
B147	- 5.0	15	- 9.7	27
B146	- 4.8	16	- 9.7	28
B145	- 4.7	19	- 9.5	35
B144	- 4.7	17	- 9.7	31
B143	- 4.4	18	- 9.4	34
B142	- 4.2	28	- 9.5	50
B141	- 4.3	25	- 9.6	45

B140	- 4.4	17	- 9.6	30
B139	- 4.2	15	- 9.7	28
B138	- 4.2	18	- 9.6	33
B137	- 3.7	13	- 9.0	25
B136	- 3.8	11	- 8.9	20



Figura 2.2.5: Fasce dinamiche A e B, ed aree soggette a periodica inondazione (fascia C), nel paraggio di Pietra Ligure - Borgio

REGIONE LIGURIA

RISCHIO COSTIERO					
RISCHIO DA EVENTI METEOMARINI SULLA SPIAGGIA					
Nome paraggio	Lunghezza spiaggia [m]	Rischio R_{S1} [%]	Rischio R_{S2} [%]	Rischio R_{S3} [%]	Rischio R_{S4} [%]
Pietra Ligure-Borgio	6865	20%	30%	44%	6%



Figura 2.2.6: Rischio costiero R_{S1}, R_{S2}, R_{S3}, R_{S4} nel paraggio di Pietra Ligure - Borgio

3. Aspetti geomorfologici e sedimentologici

3.1. Costa alta

L'unico lembo di costa alta presente nel paraggio in esame è rappresentato da un tratto di circa 2 km al suo estremo settentrionale, dove la dorsale del monte Caprazoppa si tuffa in mare generando il capo omonimo ed un lungo tratto di falesia oggi protetto al piede dalla strada statale n.1 Aurelia e dalla linea ferroviaria Genova-Ventimiglia.
In tutto il tratto, perciò, non vi è contatto diretto tra la falesia e il mare e la costa può essere considerata interamente artificializzata salvo in corrispondenza del capo Caprazoppa vero e proprio dove il promontorio si getta direttamente in mare attraverso una falesia alta una trentina di metri.
La falesia è costituita da calcari dolomitici appartenenti alla formazione delle Dolomie di San Pietro dei Monti e nel suo complesso è in buone condizioni di stabilità.

3.2. Costa bassa

Il tratto di litorale che va dal porto di Loano al promontorio della Caprazoppa rappresenta il margine della piana costiera generata dai torrenti Varatella, Nimbalto e Maremola, che si sviluppa in continuità con il margine orientale dell'apparato deltizio del Centa. La sua forma attuale è andata assestandosi al termine della forte progradazione post-medievale ed il successivo irrigidimento delle strutture causato dalla occupazione insediativa della piana stessa.
In particolare, anche in questo tratto di costa, come per i tratti adiacenti tra Albenga e Ceriale, il fronte mare è stato praticamente fissato dalla linea ferroviaria costiera e dalla via Aurelia o dall'abitato storico di Pietra Ligure che ne hanno stabilito il limite invalicabile.
Le conseguenze di questo irrigidimento e la sua evoluzione successiva sono descritte dettagliatamente nei paragrafi che seguono.

3.3. Morfologia ed evoluzione della spiaggia

Nel lungo tratto costiero che va dal porto di Loano al promontorio della Caprazoppa la morfologia della spiaggia emersa è fortemente condizionata da una serie di opere di difesa costiera e di manufatti che sezionano il litorale interrompendone la continuità e limitando gli scambi tra zone limitrofe.
Escludendo la spiaggia situata all'interno della concessione del Porto di Loano, che non verrà trattata in quanto considerata area portuale, dal punto di vista della dinamica costiera e della morfologia delle spiagge il tratto di litorale in esame può essere suddiviso in quattro parti sufficientemente omogenee:

- Dal porto turistico di Loano ai cantieri navali di Pietra Ligure
- Dai cantieri navali di Pietra alla foce del torrente Maremola

- Dalla foce del Maremola alla stazione Fs di Borgio Verezzi
- Dalla stazione di Borgio al capo Caprazoppa

Il primo tratto è costituito da una spiaggia lunga circa 800 m non interrotta da strutture trasversali e contenuta ai lati dal molo sottoflutto del porto di Loano e dal muro di contenimento dei cantieri navali di Pietra Ligure. Di fatto può essere considerata alla stregua di una spiaggia a tasca essendo gli scambi con le spiagge limitrofe molto limitati, come vedremo nei paragrafi seguenti.
L'ampiezza della spiaggia è costante sui 30 m lungo tutta la sua lunghezza, con oscillazioni della falcatura dovute all'alternanza della direzione di provenienza delle ondazioni.
Oltre il lungo tratto occupato dalla struttura dei cantieri navali, privo di spiaggia emersa, si trova la spiaggia antistante il centro storico di Pietra Ligure. Essa è compartimentata da una serie di pennelli il cui piede sommerso è collegato da una piattaforma dissipativa simile a quella di Loano ma di dimensioni inferiori. La spiaggia emersa ha un'ampiezza di 30-40 m e profilo convesso. La parte alta della spiaggia è occupata da strutture balneari spesso riflettenti e disposte in maniera disordinata.
Un lungo pennello sottostante un pontile su pali attualmente pericolante chiude la spiaggia a levante e la separa dalla foce del torrente Maremola.
Il terzo tratto di litorale, tra la foce del Maremola e la stazione FS di Borgio Verezzi, può essere diviso in tre settori con caratteristiche morfologiche differenti.
Il settore di ponente, presenta una spiaggia sezionata due piattaforme-isola radicate a terra e una secca semisommersa distaccata. Le opere non separano però fisicamente la spiaggia, permettendo lo scambio longitudinale dei sedimenti. L'ampiezza della spiaggia emersa è di circa 40 m, sufficiente a dissipare le mareggiate ordinarie.
Il settore centrale è costituito da una spiaggia rettilinea lunga 700 m priva di opere trasversali e caratterizzata dalla presenza di una piattaforma dissipativa naturale, la beach rock, su tutta la sua estensione. La spiaggia emersa ha un'ampiezza regolare di circa 30 m e risulta in equilibrio dinamico con le condizioni di clima ondoso incidente grazie alla presenza della beach rock che dissipa parte dell'energia ondosa. Questo settore è delimitato a levante da una piattaforma-isola situata nei pressi della foce del torrente Bottasano, che costituisce il confine comunale tra Pietra e Borgio.
La spiaggia di Borgio è molto meno omogenea in quanto la beach rock è presente in maniera discontinua mentre sono presenti alcuni piccoli pennelli che interrompono la continuità della linea di riva. Inoltre è in corso di attuazione un intervento basato su secche artificiali semisommerse, non ancora completato. L'ampiezza della spiaggia emersa libera da manufatti è di circa 30 m, infatti nella parte alta della spiaggia sono presenti numerose strutture balneari fisse che contribuiscono ad accentuare i fenomeni di riflessione del moto ondoso durante le mareggiate maggiori.
La spiaggia è contenuta, a levante, da un corto pennello retrostante la nuova secca, in corrispondenza della stazione FS di Borgio Verezzi.
Oltre questa struttura è presente ancora una spiaggia lunga 750 m contenuta da due pennelli e interrotta da una scogliera radente a protezione di un terrapieno. Anche qui è presente la beach rock ma l'ampiezza della spiaggia emersa si aggira intorno ai 10-20 m e non è sufficiente a dissipare interamente l'energia delle onde maggiori, che infatti raggiungono frequentemente il piede del muraglione dell'Aurelia. Lo stesso muraglione aggetta direttamente in mare per tutto il tratto di litorale rimanente fino a

capo Caprazoppa, parzialmente protetto da un'estesa beach rock su cui si dissipa buona parte dell'energia del moto ondoso. Solo immediatamente a ridosso del capo è presente un'esigua striscia di spiaggia emersa ampia pochi metri.

La spiaggia sommersa presenta una pendenza via via crescente procedendo da ponente a levante; l'isolinea dei -5 m si trova a circa 250 m dalla linea di riva tra il porto di Loano e i cantieri navali, mentre verso il capo Caprazoppa tale distanza si dimezza, evidenziano una pendenza raddoppiata. Non sono presenti importanti strutture trasversali salvo in corrispondenza di alcune opere rigide, per esempio la piattaforma-isola alla foce del Bottasano che si colloca in una zona di soluzione di continuità della beach-rock.
Il limite morfologico della spiaggia sommersa, è evidenziato da un evidente flesso situato a circa 10-11 m di profondità ed è indicato dalla presenza del limite superiore della prateria di Posidonia.

Qui di seguito una dettagliata descrizione dell'evoluzione delle spiagge emerse presenti all'interno del paraggio.

1944-1973

Nel **1944** le spiagge di Pietra Ligure e Borgio Verezzi non differivano in maniera eclatante da quelle attuali con alcune eccezioni localizzate. La prima eccezione è rappresentata dalla spiaggia sottoflutto all'attuale porto di Loano, allora non ancora costruito, che era contenuta a levante dal terrapieno dei cantieri navali di Pietra ed aveva un'ampiezza di oltre 40 m.
La seconda eccezione è rappresentata dalla zona di foce del torrente Maremola dove, su entrambi i lati per una lunghezza di circa 400 m per parte, la spiaggia era assai meno ampia dell'attuale e le mareggiate mettevano in seria crisi l'abitato e la viabilità costiera.
In tutta la zona interessata dalla presenza di beach rock la spiaggia era attestata sulle posizioni attuali, praticamente fino alla Caprazoppa.
La fotografia del **1973** mette in evidenzia le trasformazioni indotte dagli interventi effettuati sul litorale. In particolare si notano gli effetti della costruzione del porto turistico di Loano (iniziata nel 1955) sulle spiagge sottoflutto. Infatti scompare completamente la spiaggia delle Vignasse, al confine con Pietra dove l'erosione si propaga fino ai cantieri navali con arretramento fino a 20 m. Un tentativo di bloccare l'erosione con un pennello centrale non ottiene effetti significativi, infatti l'opera verrà in seguito abbandonata e oggi se ne rinvengono solo alcune tracce.
A levante dei cantieri navali la spiaggia del centro di Pietra risente della costruzione del pontile, con annesso pennello, in sponda destra della foce del Maremola. Questo provoca la rotazione della falcatura della spiaggia stessa con 20 m di arretramento a ponente compensato da 10 m di avanzamento a ridosso del pennello.
A levante del Maremola, dove negli anni '50 erano state costruite nuove abitazioni sul retrospiaggia che ebbero immediatamente gravi problemi di danneggiamento da parte del moto ondoso, si intervenne nel 1968 con la costruzione di due piattaforme-isola accompagnate da un ripascimento di 20000 m^3 di materiale di cava. Una terza piattaforma-isola fu costruita alla foce del torrente Bottasano.
Gli effetti si vedono nella fotografia del 1973 dove si nota il tombolo che si è formato dietro le piattaforme-isola senza provocare arretramenti al centro delle celle grazie al ripascimento contestuale.

L’unica opera che crea qualche squilibrio è un nuovo corto pennello, 300 m a levante della seconda isola, che trattiene in parte la spiaggia a ponente determinando l’arretramento della spiaggia per 300 m a levante dell’opera con valori dell’ordine della diecina di metri.
La spiaggia di Borgio, a levante del Bottasano, rimane sulle stesse posizioni del 1944 fino al pennello davanti alla stazione FS, che viene rinforzato e fa da appoggio alla spiaggia stessa.
Oltre il pennello e fino alla Caprazoppa le differenze sono eclatanti. Un nuovo pennello 500 m a levante della stazione FS compartimenta l’intero settore in due parti distinte e fa da appoggio alla grande spiaggia che si è formata al piede dell’Aurelia a seguito delle discariche effettuate dall’attività della cava Ghigliazza. Infatti dal dopoguerra fino alla fine degli anni ’70 la cava, che insiste sul promontorio della Caprazoppa, versava direttamente a mare tutto il detrito di lavorazione, in corrispondenza del capo. A seguito di questa attività si forma una spiaggia che, nel 1973, ha un’ampiezza media di 30 m e copre completamente la beach rock presente in sito.
L’assetto dei pennelli già descritti in precedenza isola la cella centrale dove, infatti, la spiaggia nel 1973 risulta arretrata mediamente di 15 m rispetto al 1944.

1973-1983

Nel decennio 1973-1983 si acuisce la fase erosiva che interessa tutto il litorale in oggetto. La spiaggia compresa tra il porto di Loano e i cantieri navali di Pietra arretra vistosamente e sparisce completamente nel tratto di ponente, in cui le ferrovie devono proteggere la linea con una massicciata direttamente in mare. La spiaggia davanti al centro storico di Pietra viene completamente erosa dalle mareggiate tanto che nel 1982 si interviene con la realizzazione di due pennelli centrali e l’allungamento del pennello al di sotto del pontile presso la foce del Maremola. La fotografia del 1983 mostra che la spiaggia dopo l’esecuzione dell’intervento, nonostante il cospicuo ripascimento effettuato, arretra di una diecina di metri nel settore di levante rispetto al 1973, probabilmente anche a causa del pennello suddetto che impedisce al materiale proveniente dal Maremola di alimentare la spiaggia stessa. La stessa foto dimostra l’inutilità dei pennelli centrali che non hanno alcuna funzione protettiva mancando l’alimentazione della spiaggia e quindi il trasporto solido reale.
A levante del Maremola l’arretramento si evidenzia nella zona protetta dalle piattaforme-isola mentra nelle zone di affioramento della beach rock la spiaggia si mantiene stabile dimostrando l’importanza di questa struttura geologica per l’equilibrio del litorale.
Oltre il pennello davanti alla stazione F.S. di Borgio si nota il notevole ampliamento della spiaggia tra i due pennelli che viene alimentata dall’erosione della spiaggia artificiale della Caprazoppa, dove infatti, nel settore adiacente al capo, la linea di riva arretra fino a venti metri rispetto al 1973. Ricordiamo che le discariche della cava sono cessate intorno al 1980.

1983-1993

Nel decennio 1983-1993 la spiaggia sembra aver raggiunto il suo equilibrio determinato dall’assetto delle opere costiere pur in un contesto di criticità dovuto alla insufficiente ampiezza di alcune di loro.

In particolare, tra il porto di Loano e i cantieri navali di Pietra la spiaggia è stabile, avendo raggiunto la sua configurazione di equilibrio. La spiaggia di Pietra centro risulta avanzata in media di 5-10 m in ragione di un intervento di ripascimento artificiale e allungamento dei pennelli, appena eseguito al momento della foto aerea del 1993 dove si vede la spiaggia che deve ancora assestarsi.
A levante del Maremola si nota che le piattaforme-isola sono state radicate a terra senza ottenere grandi risultati se non un'ampliamento del tombolo dietro la secca di levante.
Tutto il tratto fino alla stazione F.S. di Borgio rimane assolutamente stabile nonostante un lieve allungamento degli inutili pennelli di Borgio, mentre a levante della stazione la crisi erosiva derivante dalla mancata alimentazione della spiaggia da parte delle discariche di cava si evidenzia nella completa sparizione della spiaggia delle Arene candide dove si scopre nuovamente la beach rock e il mare batte nuovamente contro il piede del muraglione della via Aurelia.
Solo il tratto di ponente di questo settore, tra i due pennelli, risente meno di questa crisi arretrando solo di un diecina di metri nel decennio.

1993-2003

Nel decennio 1993-2003 l'intervento che determina la maggiore variazione dell'assetto costiero è l'ampliamento del porto di Loano il cui specchio acqueo quadruplica di dimensione. Un lungo tratto di litorale, ormai privo di spiaggia, viene occupato dalle opere portuali. In esse è compresa una spiaggia artificiale racchiusa tra il molo sottoflutto del nuovo porto e un nuovo pennello, in parte semiemerso, quest'ultimo costruito per evitare il richiamo del materiale costituente la spiaggia di Pietra che altrimenti si sarebbe addossata al sottoflutto. La spiaggia artificiale compresa all'interno della concessione del porto viene realizzata tramite il versamento del materiale dragato in sito per l'ampliamento del porto stesso, ed è costituita da sabbia molto fine. La spiaggia ottenuta, che di fatto è assimilabile ad una pocket-beach, raggiunge un'ampiezza di circa 60 m ma nella foto aerea del 2003 non ha ancora raggiunto la configurazione di equilibrio essendo stati appena conclusi i versamenti.
L'ampliamento del porto determina pure la rotazione della falcatura della spiaggia di Pietra, con accumulo sul lato di ponente, in appoggio al pennello suddetto dove raggiunge un'ampiezza di più di 30 m, e arretramento a levante dove, nei pressi dei cantieri navali, l'erosione è quantificabile in circa 10 m. Questa spiaggia è stata oggetto di due ripascimenti effettuati dal concessionario del porto di Loano previsti dalle clausole di garanzia sugli arenili inserite nella convenzione urbanistica. I volumi versati, nel periodo in oggetto, ammontano a 10000 m^3 di materiale di cava nella primavera del 2000 e 5000 m^3 nel 2002.
La spiaggia antistante il centro di Pietra raggiunge il suo equilibrio determinato dall'assetto dei pennelli che la sezionano. L'ampiezza della spiaggia al centro delle celle si aggira sui 20-30 m, comunque insufficienti a dissipare l'energia delle mareggiate maggiori.
A levante della foce del Maremola le due celle racchiuse tra le piattaforme-isola sono oggetto di un ripascimento effettuato nella primavera del 2003 con 5000 m^3 di materiale di cava. La foto del 2003 infatti mostra una linea di riva avanzata di circa 20 m rispetto al 1993, avanzamento a cui ha probabilmente contribuito anche l'alimentazione naturale fornita dal Maremola in occasione delle piene del 1994 e del 2000.

A levante delle secche, nel tratto di presenza della beach rock, la spiaggia rimane sostanzialmente stabile con lieve arretramento tra i pennelli di Borgio.
A levante della stazione F.S. di Borgio la spiaggia rimane stabile.

2003-2010

Dal 2003 al 2010 il litorale in oggetto ha subito diversi interventi di difesa costiera che hanno portato ad un nuovo equilibrio delle spiagge in relazione all'assetto artificialmente determinato.
La spiaggia all'interno del porto di Loano ha raggiunto la sua configurazione di equilibrio con un'ampiezza di circa 60 m ed una dinamica limitata dalle opere che la contengono.
Tra il porto di Loano e i cantieri navali di Pietra sono proseguiti i versamenti di ripascimento a carico della concessionaria del porto e stabiliti dalla Regione Liguria a seguito dei risultati del monitoraggio.
In particolare sono stati versati 7000 m^3 di materiale di cava nel 2003-2004 e 12000 m^3 di sabbia proveniente dal dragaggio del nuovo porto di Loano nel 2005.
La spiaggia antistante il centro storico di Pietra è stata oggetto, nel 2007, di un intervento strutturale di difesa consistente nella risagomatura dei pennelli che sono resi meno riflettenti e raccordati al piede da una piattaforma dissipativi sommersa ampia circa 30-40 m. A tale intervento è associato un ripascimento di 20000 m^3 di materiale di cava che ha consentito un avanzamento della linea di riva, specialmente nella cella di levante adiacente al Maremola, di circa 10 m-15 m.
Anche a levante del Maremola fono stati effettuati diversi interventi strutturali di difesa. In particolare sono state realizzate tre secche semisommerse, la prima a Pietra a levante delle piattaforme-isola, le altre due a Borgio nella spiaggia antistante la stazione FS. Entrambi gli interventi sono stati accompagnati da ripascimento artificiale rispettivamente di 10000 m^3 e di 14000 m^3, e hanno determinato la formazione di un saliente nella zona di spiaggia retrostante l'opera con avanzamento della linea di riva di circa 12 m.
I rimanenti tratti di spiaggia, dove è presente la beach rock, continuano ad essere stabili.

3.4. Bacini versanti

Il maggiori corsi d'acqua afferenti il paraggio costiero di Pietra - Borgio sono il Maremola e il Botassano. Entrambi, in particolare il Botassano, presentano bacini con una percentuale significativa di litologie erodibili e con estese coltri detritiche pertanto, nonostante il bacino non molto esteso, la produzione unitaria di sedimenti risulta abbastanza cospicua. Il trasporto solido potenziale che alimenta le spiagge è stato stimato dell'ordine del 2000-2500 m^3 annui per il Maremola e un migliaio di m^3 annui per il Botassano, quantità non trascurabile nel bilancio sedimentario del paraggio. Essendo la granulometria del materiale piuttosto eterogenea, il contributo dei torrenti è ben riscontrabile nei dintorni della foce dove si evidenzia un deposito grossolano nelle immediate vicinanze della foce e una soluzione di continuità nella distribuzione delle biocenosi antistanti.

3.5. Bilancio sedimentario

L'evoluzione delle spiagge di Pietra e Borgio è strettamente correlata agli interventi antropici realizzati sulla costa, sia quelli di difesa costiera, sia la costruzione del porto turistico di Loano che ha sezionato definitivamente l'arco costiero privando tutto il paraggio di una parte importante dell'alimentazione naturale proveniente da ponente.

Il confronto tra il rilievo del 1884 dell'Istituto Idrografico della Marina e il rilievo multibeam del 2012 mostra in maniera evidente tale evoluzione e l'influenza delle opere.

La costruzione del porto di Loano ha praticamente annullato le entrate da ponente, accentuando la tendenza erosiva già in atto durante il secolo scorso, i cui effetti cumulati hanno causato un'erosione generalizzata del fondale che si può quantificare in circa 1 m di abbassamento medio in tutta la spiaggia sommersa tra il porto stesso e la zona antistante la foce del torrente Botassano; la perdita totale è stimabile, come ordine di grandezza, in circa 2 milioni di m^3 in 130 anni.

La tendenza cambia decisamente a levante della foce del Botassano, di fronte all'abitato di Borgio, dove la spiaggia sommersa appare in generale innalzamento con una media di +0.5 m. La stima totale è un aumento di circa 500000 m^3 in 130 anni. La causa di tale innalzamento è imputabile a due fattori concominati: la convergenza della deriva litoranea e le discariche a mare operate dalla Cava Caprazoppa nel corso di tutto l'ultimo secolo.

La stima del bilancio sedimentario attuale del paraggio non è di facile determinazione. Allo stato attuale le entrate da ponente possono essere considerate nulle, come anche le uscite a levante; pertanto il bilancio sedimentario, a fronte di una perdita calcolabile in circa 10 mila m^3 annui negli ultimi 130 anni, risulta al momento attuale solo debolmente negativo o quasi neutro essendo le perdite dovute al materiale che esce dal sistema in direzione trasversale (verso il largo) compensate dalle entrate dovute ai corsi d'acqua.

3.6. Tendenza evolutiva del litorale

La tendenza evolutiva del litorale è dettata dalla disposizione delle opere rigide presenti sulla costa e dalla direzione del trasporto solido litoraneo. Infatti, in carenza di apporti naturali di materiale alle spiagge si confermerà una debole tendenza erosiva delle spiagge emerse per uscita del materiale verso la spiaggia sommersa. Le spiagge che risentono maggiormente dalla mancanza di alimentazione sono quella di Pietra Ligure, tra i cantieri Rodriguez e la foce del Maremola, e il settore estremo di levante, tra il rio Fine e capo Caprazoppa. Il settore centrale può essere considerato abbastanza stabile nel breve-medio termine, o comunque gestibile con ridotti interventi di manutenzione.

REGIONE LIGURIA

4. Aspetti naturalistici ambientali (stato – pressioni – impatti)

4.1. Qualità delle acque

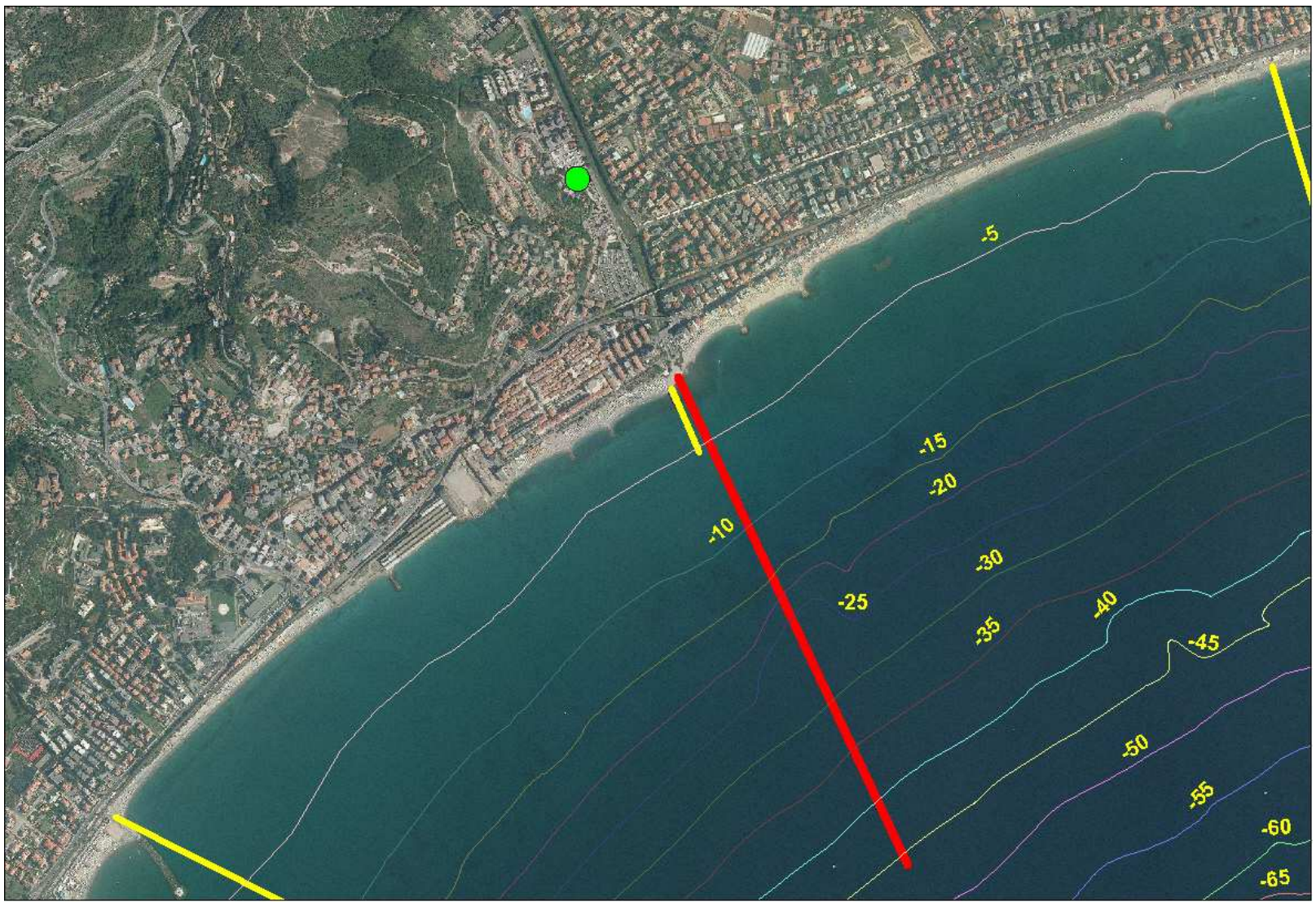


Figura 4.1.1: Schema del sistema di trattamento e scarico delle acque reflue tra Loano e Pietra Ligure (in verde il sito del depuratore, in giallo le condotte di emergenza, in rosso la condotta attiva)

Il comune di Pietra Ligure costituisce attualmente, insieme al retrostante territorio del comune di Giustenice un agglomerato a sé stante; i reflui dei due comuni vengono convogliati presso un centro di trattamento sito sulla sponda destra del torrente Maremola; tale impianto effettua una semplice grigliatura; il carico servito è di circa 45.000 abitanti equivalenti; le acque trattate vengono scaricate in mare attraverso una condotta sottomarina che porta il punto di scarico a circa 1500 metri dalla costa, ad una profondità di circa 42 metri; la condotta è dotata di un diffusore lungo circa 150 metri e con 14 ugelli.

REGIONE LIGURIA

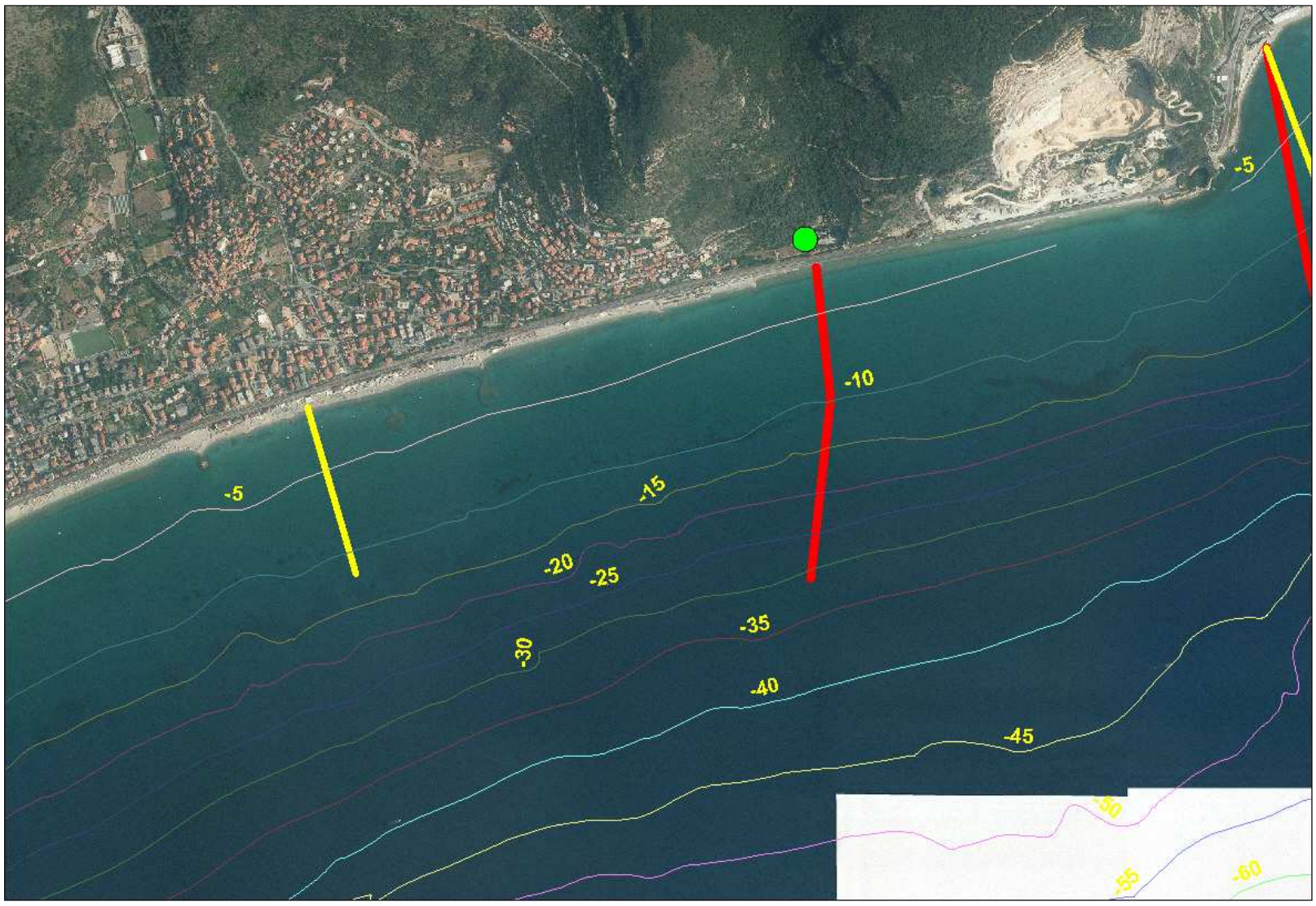


Figura 4.1.2: Schema del sistema di trattamento e scarico delle acque reflue tra Pietra Ligure e Capo Caprazoppa (in verde il sito del depuratore, in giallo le condotte di emergenza, in rosso la condotta attiva)

Il comune di Borgio Verezzi costituisce attualmente un agglomerato a sé stante; i reflui comunali vengono convogliati presso un centro di trattamento sito presso la costa in località rio Fine; tale impianto effettua un trattamento secondario; il carico servito è di circa 8.000 abitanti equivalenti; le acque trattate vengono scaricate in mare attraverso una condotta sottomarina che porta il punto di scarico a circa 800 metri dalla costa, ad una profondità di circa 30 metri; la condotta è dotata di un diffusore lungo circa 150 metri. Lungo il collettore costiero di adduzione è presente una condotta di emergenza con punto di scarico a 15 metri di profondità.

Il comune di Finale Ligure convoglia i propri reflui fognari verso il depuratore di Savona.

Alla scala di corpo idrico i dati del monitoraggio effettuato ai sensi della normativa ambientale sulle acque denotano ottimali condizioni per quanto riguarda lo stato trofico e l’ossigenazione delle acque e pertanto lo stato delle acque non pare rappresentare allo stato attuale un fattore limitante per la biodiversità marina.

L’analisi dettagliata dei dati provenienti dai controlli sulle acque di balneazione mostra che lungo la costa non sono presenti fonti significative di possibile contaminazione fognaria, con una significativa eccezione, localizzate alla foce del torrente Maremola, ove risultano frequenti gli episodi di inquinamento microbiologico; è possibile che il torrente possa ancora veicolare in mare qualche refluo fognario di natura civile; occorre tuttavia considerare che i dati analizzati non tengono conto dell’ultima annualità (2013) e pertanto, anche alla luce dei recenti progressi realizzati sulle infrastrutture fognarie, tale situazione dovrà essere preventivamente verificata con le ultime osservazioni.

4.2. Habitat marini

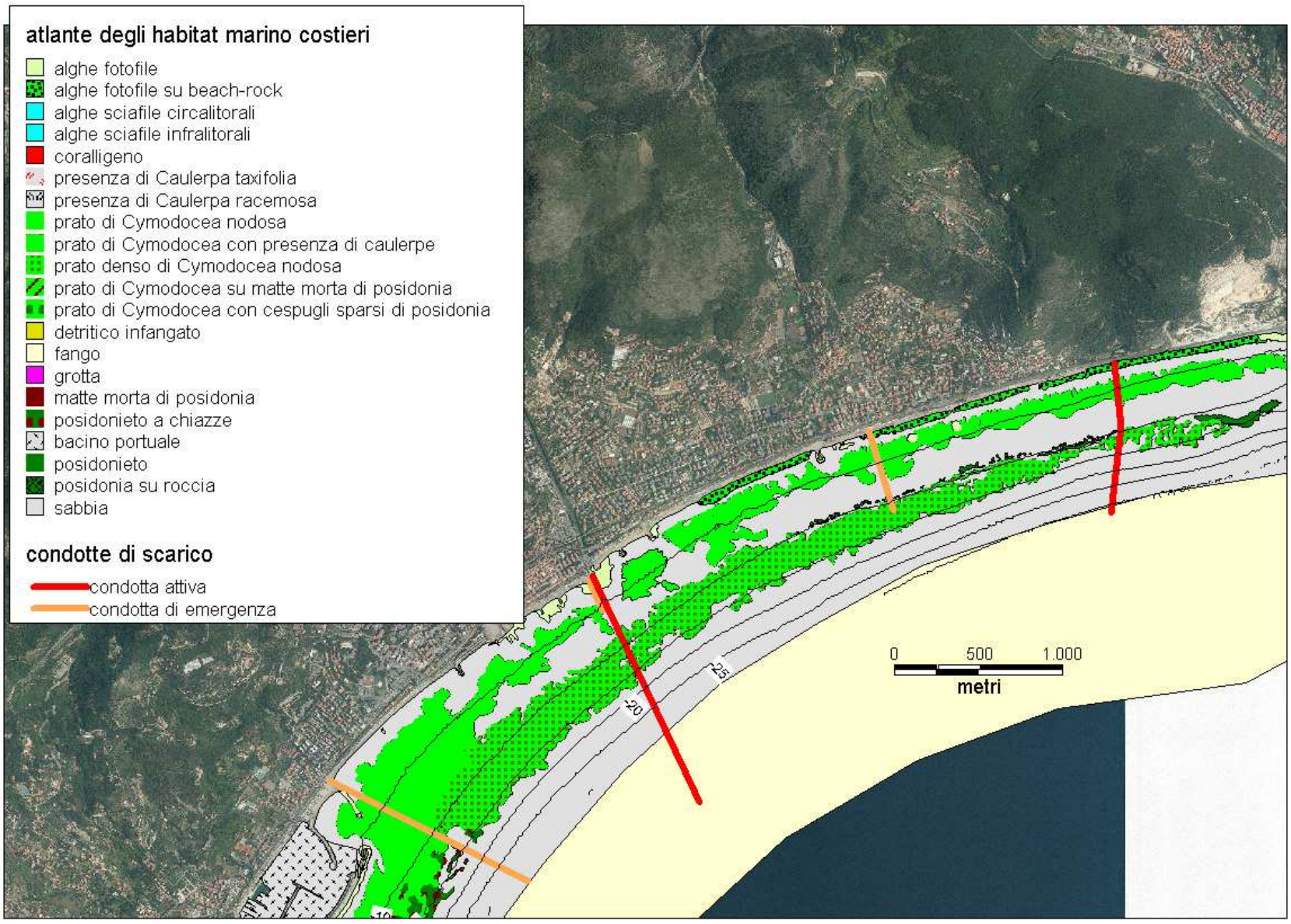


Figura 4.2.1: Atlante degli habitat marini del paraggio, con indicate le condotte di scarico.

Tra il porto di Loano e il Capo Caprazoppa *Posidonia oceanica* è quasi assente ed è la *Cymodocea nodosa* che caratterizza principalmente i fondali costieri; la pianta costituisce due diversi tipi di prateria: intorno ai 5 metri di profondità, nella fascia dinamica della spiaggia, forma come consuetudine, una prateria molto lassa, a chiazze, con densità fogliari e percentuali di ricoprimento molto basse; tra le isobate -10 e -15 sono invece presenti zone molto più folte e insediate su uno scalino di turf (la matte formata dai rizomi della *Cymodocea*) tanto da essere potenzialmente confuse con posidonieti nell'interpretazione di sonogrammi e fotografie aeree. Non è chiaro se il substrato di questi prati densi possa essere costituito anche da matte morta di posidonia e se quindi la *Cymodocea* possa aver colonizzato aree un tempo occupate da questa fanerogama; a vantaggio di tale ipotesi vi è il fatto che intorno ai 10 metri di profondità, davanti ai comuni di Borgio Verezzi e Finale Ligure, esiste una sottile striscia di cordoli e isolotti relittuali di posidonieto vitale che all'estremità di levante del paraggio si allarga nell'unica vera, sia pur minuscola, prateria. Altre stazioni relitte di posidonia sono costituite da isolati cespugli presenti intorno ai 20 metri di profondità. Una possibile spiegazione della situazione osservata, da validare con successivi studi mirati, potrebbe correlare i seguenti elementi: un originario posidonieto scomparso ed oggi sostituito da un denso prato di *Cymodocea*; lo stress sedimentario correlato ai versamenti di materiale litoide provenienti dalla coltivazione della cava Caprazoppa dal dopoguerra alla fine degli anni settanta; un residuo di

Posidonia oceanica sopravvissuta solo nelle condizioni idrodinamiche più favorevoli rispetto allo stress.
Da segnalare che in corrispondenza del capo Caprazoppa è stata segnalata la sussistenza di episodi di pesca strascico abusiva, in un contesto ove la presenza di *Posidonia oceanica* è già in uno stato relittuale e pertanto particolarmente sensibile.
Uno dei principali pregi naturalistici del paraggio è rappresentato dalle beach-rock, antiche spiagge litificate che si sviluppano parallelamente alla costa tra il lato occidentale del comune di Pietra Ligure e il Capo Caprazoppa, a pochi metri dalla costa e in continuità con le numerose spiagge esistenti, con le quali si trovano in sostanziale equilibrio (considerata la scala temporale della pianificazione umana).
Si tratta di un contesto la cui complessità spaziale genera una grande varietà di microhabitat che ospitano una elevata biodiversità; fra le situazioni di maggior pregio si segnalano le pozze di scogliera e le comunità sciafile che colonizzano gli anfratti e le zone strapiombanti.

4.3. Habitat costieri

La spiaggia delle “Vignasse”, entrata nel secolo scorso in una grave crisi erosiva in seguito alla costruzione del porto di Loano e recentemente ricostruita con una serie di interventi di ripascimento, presenta ad oggi una profondità quasi ovunque ancora insufficiente ad ospitare una fascia stabile di vegetazione litoranea; tuttavia si tratta di un sito storicamente significativo che potrebbe in futuro riacquistare le caratteristiche idonee; ad oggi esiste comunque una piccola zona all’estremità di ponente, presso la foce del rio Ranzi, che risulta già adeguata, per l’ampiezza e per una ridotta competizione con l’uso balneare della spiaggia.

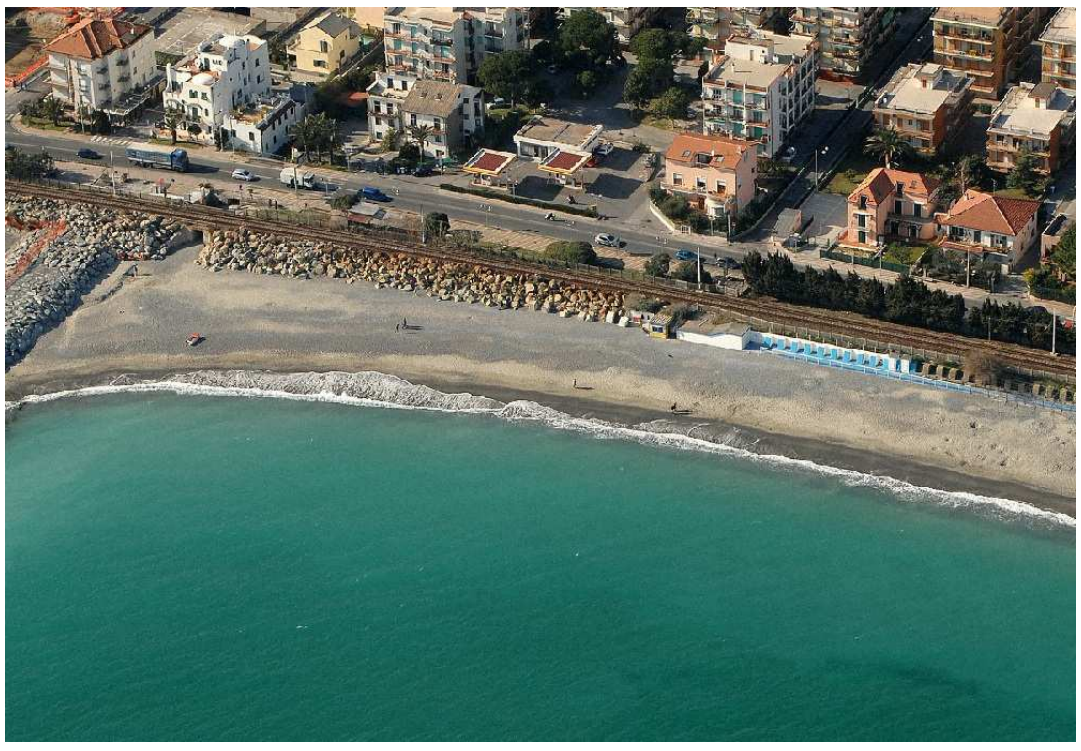


Figura 4.3.1: L’estremità di ponente della spiaggia delle Vignasse

L’arenile nei pressi della foce del rio Botassano presenta una profondità considerevole e stabilità nel tempo, consolidata dalla recente costruzione di una secca-isola che ha indotto un evidente effetto tombolo; in questo caso è possibile individuare una fascia litoranea attualmente non più raggiunta dall’azione morfodinamica delle onde che presenta potenzialità per una vegetazione di piante

stabilizzatrici ed edificatrici delle dune litoranee. La compresenza della foce del torrente fornisce la possibilità di un possibile effetto ecotonale con la compresenza di elementi vegetazionali di tipo ripariale.



Figura 4.3.2: La spiaggia alla foce del rio Botassano

La foce del torrente Maremola è profondamente alterato da argini artificiali, alcuni ponti e da una grande copertura dell'alveo nella parte terminale; malgrado questo alle spalle di questa zona particolarmente condizionata dall'urbanizzazione l'alveo riacquista caratteri di maggiore naturalità con presenza di vegetazione ripariale; tale situazione potrebbe essere tutelata e ulteriormente incentivata, limitatamente alle presenze floristiche prive di conflittualità con gli aspetti di sicurezza idraulica.

4.4. Impatti sulla biodiversità marino costiera e sulla qualità delle acque

A fronte di evidenti segni di un avvenuto degrado non si rilevano impatti in atto per gli habitat marini ad esclusione di episodi di pesca a strascico illegale nel tratto di costa di Capo Caprazoppa, che rappresenta un sito particolarmente sensibile per la presenza relittuale di *Posidonia oceanica*.
Eventuali ipotesi di potenziamento della spiaggia delle Vignasse e del centro Storico di Pietra Ligure appaiono sicuramente compatibili; interventi sulle spiagge caratterizzata dalla presenza delle beach-rock dovranno invece avere carattere prevalentemente manutentivo ed essere attentamente progettati al fine di mantenere l'attuale livello di biodiversità; al riguardo si possono indicare i seguenti requisiti di massima:

- non provocare seppellimento dello scalino al piede estremo della beach-rock, anche con piste di cantiere a carattere provisionale;
- mantenere libere le aree caratterizzate da pozze di scogliera;
- utilizzare standard più restrittivi per la presenza di pelite nei materiali da ripascimento.

Rimane fermo che una compiuta valutazione di impatto sarà possibile solo in fase di progettazione; tale progettazione dovrà farsi carico di individuare i limiti dimensionali

e qualitativi che garantiscano la compatibilità dell'intervento con la salvaguardia della biodiversità marina.
La flora psammofila risulta eccessivamente impoverita anche nei siti potenzialmente idonei a causa delle attività di pulizia e manutenzione delle spiagge legate alla fruizione turistico-balneare.
Gli ambienti ripariali alla foce del torrente Maremola, presenti ad uno stadio incipiente, meritano di essere tutelati e consolidati, almeno per gli aspetti vegetazionali privi di conflittualità con le esigenze di sicurezza idraulica.
Alla foce del torrente Maremola le acque di balneazione mostrano episodicamente i segni di un inquinamento di tipo fognario.

REGIONE LIGURIA

5. Sintesi dei processi costieri

La dinamica del moto ondoso e dei sedimenti all'interno del paraggio è condizionata principalmente dall'esposizione della costa che determina una deriva litoranea netta differenziata tra il settore di ponente e quello di levante. Inoltre anche la disposizione delle opere marittime, in particolare il porto di Loano, determina un'inversione locale della deriva nell'estremo settore di ponente del paraggio, sottoflutto al porto stesso.
A parte questa eccezione, la deriva litoranea netta è diretta da ponente a levante tra il porto di Loano e la zona antistante la stazione FS di Borgio Verezzi, mentre a levante di questa e fino alla Caprazoppa la deriva netta si inverte, essendo la componente diretta verso ponente prevalente su quella diretta verso levante.
Giova rimarcare che in questa zona il trasporto indotto dal libeccio, verso levante, non è affatto trascurabile e che le spiagge invertono frequentemente la falcatura a seconda del tipo di mareggiata che investe la costa.
La principale corrente di uscita è situata in corrispondenza della zona di convergenza dei drift, davanti all'abitato di Borgio, con deposito di sedimenti nel fondale antistante.

REGIONE LIGURIA

6. Delimitazione delle aree da assoggettare alle Norme di Piano

In due casi sono state individuate ASR finalizzate alla tutela e al recupero della vegetazione psammofila (si ricorda che le ASR sono zone di reperibilità per aree di spiaggia da gestire con particolari cautele per la flora spontanea).



Figura 6.1. La ASR (in giallo) sottoflutto al porto di Loano



Figura 6.2 La ASR (in giallo) al confine tra i comuni di Pietra Ligure e Borgio Verezzi

La foce del torrente Maremola, fino al piccolo ponte pedonale presso il cimitero, è stata perimetrata come AFR, al fine di incentivare un incremento della valenza ecologica del corso d'acqua, compatibilmente con le esigenze legate alla sicurezza idraulica.

REGIONE LIGURIA



Figura 6.3. La AFR (in rosso) individuata alla foce del torrente Maremola

Tutta la costa del paraggio interessata dalla presenza di beach-roch è stata assoggettata alla norma del tipo ZTV.

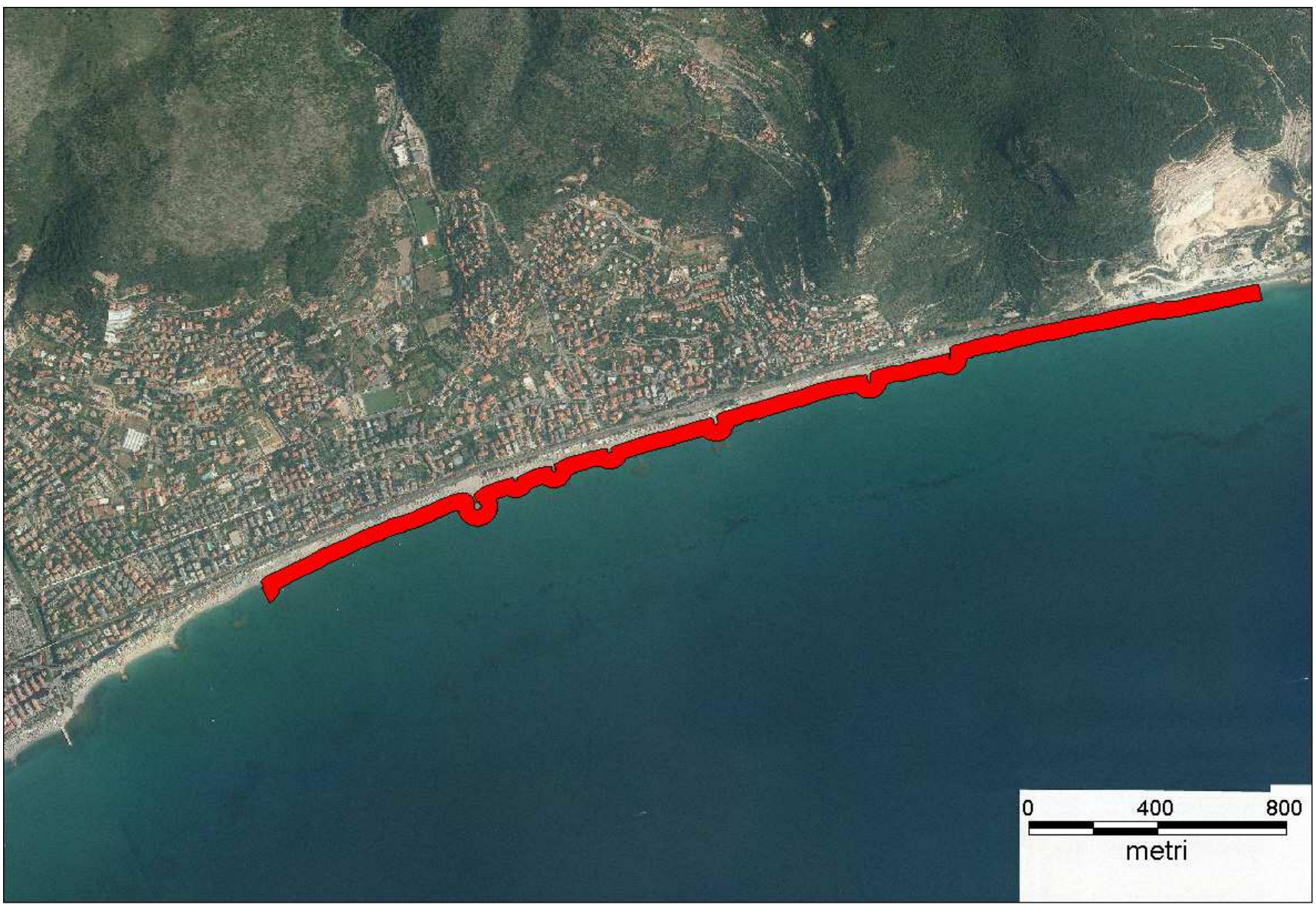


Figura 6.4. La ZTV (in rosso) individuata tra i comuni di Pietra Ligure e Finale Ligure

REGIONE LIGURIA

7. Misure di intervento

A seguito delle analisi dello stato e della tendenza evolutiva del litorale si individuano i seguenti indirizzi che costituiscono norma di Piano ai sensi dell'art. 6 delle Norme di Attuazione. L'obiettivo principale da perseguire nel paraggio Pietra Ligure - Borgio, considerata la valenza naturalistica del paraggio, è il mantenimento delle spiagge attuali quale miglior sistema di difesa, senza la necessità di interventi strutturali.

Pertanto sono consentiti solamente interventi di manutenzione della spiaggia, secondo quanto disposto dagli artt. 6 e 10 delle Norme di Attuazione.

Nel Comune di Borgio è stato già approvato e solo in parte realizzato l'intervento di sistemazione della spiaggia. Il progetto approvato prevedeva tre secche semisommerse con associato ripascimento strutturale e contestuale eliminazione dei pennelli presenti. Ad oggi per il completamento dell'intervento manca la realizzazione della terza secca (lato di ponente verso il confine con il Comune di Pietra Ligure) parte del ripascimento strutturale e l'eliminazione di alcune opere.
Il completamento delle opere è da ritenere compatibile con le previsioni del Piano fermo restando che gli obiettivi dello stesso potranno essere perseguiti anche con interventi alternativi che garantiscano la stessa efficacia.

Nel dettaglio le indicazioni di intervento per il paraggio Pietra Ligure - Borgio sono le seguenti:

Interventi costa bassa e costa alta

Comune di Pietra Ligure:

- Nel tratto di spiaggia compreso tra il sottoflutto del porto di Loano e i cantieri navali si prevede un ripascimento di manutenzione con materiale idoneo per mantenere il limite della fascia dinamica all'interno dei limiti di spiaggia;

Comune di Borgio:

- Si prevede di mantenere lo stato degli arenili attuali mediante ripascimenti di limitata entità con materiale grossolano, realizzati in modo da non interessare lo scalino naturale della beach rock presente.
- Nel tratto di paraggio dove non è ancora stata realizzata la secca e il ripascimento si prevede di completare l'intervento.

Interventi naturalistico ambientali

- Risulta necessario definire interventi di dissuasione della pesca a strascico abusiva.