COMUNE DI CELLE LIGURE

ASSOCIAZIONI BAGNI MARINI
DI CELLE LIGURE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER LA DIFESA DELL'ABITATO, DELLE SPIAGGE E DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE CONNESSE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA

2

data
Febbraio 2019

A	PRIMA STESURA	Ottobre 2018
B	SECONDA STESURA	Febbraio 2019

STUDIO SIRITO
Savona

Ing. Giorgio Sirito
Ing. Roberto Sirito
Geom. Vittorio Sirito

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA

INDICE

Parte prima conoscitiva

1 - UBICAZIONE GEOGRAFICA DEL LITORALE DI CELLE LIGURE - RETICOLO IDROGRAFICO (Tav.3) 1
2 - ESPOSIZIONE MARITTIMA (Tavv.1-2-3) 1
3 - GLI STUDI EFFETTUATI NELLA PARTE PRIMA CONOSCITIVA 1
4 - ELENCO ELABORATI 2
5 - RICOGNIZIONE DEL LITORALE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA (Fascicolo 3 e Tavv.4-5-6) 4
6 - RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE - TOMO 1 (Fascicolo N°4) 4
7 - RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE - TOMO 2 (Fascicolo N°5) 6
8 - DANNI DA MAREGGIATE: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 7
9 - CONCLUSIONI SULLA SPIAGGIA DEL CENTRO DI CELLE 7
10 - CONCLUSIONI SULLA SPIAGGIA DEI PIANI 7
11 - CONCLUSIONI SUL LITORALE DELLA NATTA 8
12 - CONCLUSIONI GENERALI 8

Parte seconda: proposte di intervento

13 - PREMESSA: LE SITUAZIONI DI RISCHIO DELLE SPIAGGE DI CELLE E LE CAUSE DI QUESTE SITUAZIONI 10
14 - PROPOSTE DI INTERVENTO: SPIAGGIA DEL CENTRO 11
15 - PROPOSTE DI INTERVENTO: SPIAGGIA DEI PIANI DI CELLE 21
16 - PROPOSTE DI INTERVENTO: LITORALE DELLA NATTA 21

Il progetto

17 - LITORALE DELLA NATTA 22
18 - SPIAGGIA DEI PIANI DI CELLE 23
19 - SPIAGGIA DEL CENTRO DI CELLE 25
20 - RIEPILOGO DEI MATERIALI NECESSARI 27
21 - SUNTO DELLA STIMA DEI LAVORI SUDDIVISA IN TRE STRALCI, AFFERENTI AD OGNUNA DELLE TRE SPIAGGE PROGETTATE 28
22 - QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO RELATIVO AL LITORALE DELLA NATTA 29
23 - QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO RELATIVO ALLA SPIAGGIA DEI PIANI DI CELLE 30
24 - QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO RELATIVO ALLA SPIAGGIA DEL CENTRO 31

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA
PARTE PRIMA CONOSCITIVA

1 - UBICAZIONE GEOGRAFICA DEL LITORALE DI CELLE LIGURE - RETICOLO IDROGRAFICO (Tav.3)

1.1 - Ubicazione geografica

Il litorale di Celle Ligure appartiene all'unità fisiografica UF-17 Regione Liguria compresa fra il Porto di Savona ed il Porto di Varazze. Nel suo ambito, al paraggio 04-Celle, compreso fra il porticciolo di Cala Cravieu ad Ovest e Punta Aspera ad Est, in Comune di Varazze.

1.2 - Reticolo idrografico

Nella spiaggia del Centro immettono, il Rio San Bastian (bacino < 1 Km^2), il Rio Santa Brigida (0,8 Km^2) ed il Torrente Ghiare (3,7 Km^2).
Nella spiaggia dei Piani il Rio Ligge (1 Km^2).
Nel litorale della Natta il Rio Natta all'estremità di Ponente.

2 - ESPOSIZIONE MARITTIMA (Tavv.1-2-3)

Il litorale di Celle Ligure è parte del tratto della costa del Ponente Ligure che da Capo Mele a Voltri si mantiene mediamente frontale alla direzione di provenienza del mare di Scirocco, ma con variazioni locali continue, determinate dai Capi, dalle Punte e dagli Estuari dei corsi d'acqua maggiori, che incidono notevolmente sull'influenza costiera del mare dominante di Libeccio che, molto angolato con la linea di costa determina il senso prevalente delle sabbie verso Levante.
Il litorale di Celle non fa eccezione, ed è parzialmente protetto dal settore di traversia di Libeccio del promontorio di Capo Mele (vedi **Tav.2**).

3 - GLI STUDI EFFETTUATI NELLA PARTE PRIMA CONOSCITIVA

Gli studi sono stati sviluppati sulla massima parte degli argomenti riguardanti un litorale e traibili dai materiali di archivio sia dello Studio Sirito sia del Comune di Celle e della Regione, sia di altri Enti, in particolare il Comune di Spotorno, che ha condotto insieme a Celle l'opposizione per fare cessare a suo tempo i prelievi di sabbie dalle spiagge.
Sono così state acquisite le notizie sugli habitat marini, sull'evoluzione storica delle spiagge, sul clima marittimo, sui fondali al largo, sulle variazioni delle linee di riva e delle spiagge emerse e sui danni da mareggiate (documentazione fotografica).

Altre notizie sono state acquisite sul campo con la ricognizione del litorale e la documentazione fotografica, con i rilievi topografici delle spiagge emerse, i rilievi batimetrici sottocosta.
Tutto ciò è stato compendiato in sei elaborati descrittivi integrati da 11 tavole grafiche, come da elenco che segue al capitolo 4.
Le planimetrie **Tavole N°1** e **N°2** allegate sono orientate a Nord, essendo derivate da carte nautiche.
Tutte le altre planimetrie invece sono orientate secondo le esigenze di formato e viste da terra perchè possano guardarsi come vede sul posto un osservatore da terra. Così sono quindi le successive **Tavole N° 3-4-5-6-8**.

4 - ELENCO ELABORATI

Gli elaborati che contengono i risultati dello studio sono i seguenti:

FASCICOLI:

1 - Elenco elaborati
2 - Relazione illustrativa e tecnica

Parte prima conoscitiva

3 - Ricognizione estiva del litorale e documentazione fotografica
4 - Relazioni Tecniche Specialistiche - Tomo 1:
- *L'evoluzione storica delle spiagge*
- *Gli habitat marini dinanzi al litorale di Celle Ligure*
- *I rilievi topografici e batimetrici*
- *Le sezioni di spiaggia*
- *Le opere fisse di difesa*

5 - Relazioni Tecniche Specialistiche - Tomo 2:
- *Studio meteomarino*

6 - Danni da mareggiate: documentazione fotografica

Parte seconda: progetto di intervento

7 - Fascicolo economico:
- *Elenco prezzi*
- *Analisi dei prezzi*
- *Computo metrico estimativo*
- *Calcolo delle spese tecniche*
- *Quadri economici*

8 - Studio preliminare ambientale
9 - Relazione paesaggistica

TAVOLE GRAFICHE:

Parte prima conoscitiva

Tav. 1 - Collocazione geografica del paraggio (1:250.000 - 1:100.000)

Tav. 2 - Settore di traversia e fetch geografici (1:4.000.000)
- Rosa del moto ondoso annuale

Tav. 3 - Unità fisiografica
- Paraggio
- Planimetria di insieme del litorale di Celle Ligure (1:5.000)

Tav. 4 - Stato di fatto:
Planimetria particolareggiata del litorale della Natta e della spiaggia dei Piani di Celle (:1.000)

Tav. 4B - Stato di fatto:
Rilievo della spiaggia dei Piani successivo alla mareggiata del 29-30 Ottobre 2018 (1:1.000)

Tav. 5 - Stato di fatto:
Planimetria particolareggiata della spiaggia del Centro (:1.000)

Tav. 5B - Stato di fatto:
Rilievo della spiaggia del Centro successivo alla mareggiata del 29-30 Ottobre 2018 (1:1.000)

Tav. 6 - Raffronto delle linee di riva storiche del litorale della Natta e della spiaggia dei Piani di Celle (:1.000)

Tav. 7 - Stato di fatto:
Raffronto delle linee di riva storiche della spiaggia del Centro (1:1.000)

Tav. 8 - Gli habitat marini dinanzi al litorale di Celle Ligure (1:5.000)

Tav. 9 - Stato di fatto:
Sezioni del litorale della Natta (1:500)

Tav. 10 - Stato di fatto:
Sezioni della spiaggia dei Piani di Celle e raffronto volumetrico delle situazioni precedente e successiva alla mareggiata del 29-30 Ottobre 2018 (1:500)

Tav. 11 - Stato di fatto:
Sezioni di spiaggia del Centro e raffronto volumetrico delle situazioni precedente e successiva alla mareggiata del 29-30 Ottobre 2018 (1:500)

Tav. 12 - Stato di fatto:
- Rilievo del pennello “La Nave” in località Natta (1:400)
- Rilievo del pennello “del Bufò” in località Piani di Celle (1:500)
- Rilievo del molo “Crocetta” in località Centro (1:500)

Parte seconda: progetto

Tav. 13 - Progetto:
Planimetria di progetto del litorale della Natta e della spiaggia dei Piani di Celle (1:1.000)

Tav. 14 - Progetto:
Planimetria di progetto della spiaggia del Centro (1:1.000)

Tav. 15 - Progetto:
Aspetto presunto delle spiagge finite (1:2.000)

Tav. 16 - Progetto:

Ortofoto di raffronto fra lo “stato zero” e l’aspetto presunto all’ultimazione dei lavori (1:2.000)

Tav. 17 - Progetto:
Sezioni di progetto della spiaggia della Natta e volume di ripascimento (1:500)

Tav. 18 - Progetto:
Sezioni di progetto della spiaggia dei Piani di Celle e volume di ripascimento (1:500)

Tav. 19 - Progetto:
Sezioni di progetto della spiaggia del Centro e volumi di ripascimento (1:500)

Tav. 20 - Progetto:
Prolungamento e rifiorimento dei moli della Natta, del Bufò e Crocetta (1:500)

Tav. 21 - Progetto:
Isole e pennelli soffolti (1:500)

Nei capitoli seguenti si illustrano brevemente gli argomenti sviluppati in maniera particolareggiata nei diversi elaborati.

5 - RICOGNIZIONE DEL LITORALE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA (Fascicolo 3 e Tavv.4-5-6)

La ricognizione è stata effettuata nel corso della stagione balneare 2018 per cui mostra la spiaggia nel suo periodo di massima profondità, sia perchè immune dalle mareggiate più violente, invernali, sia perchè distesa artificialmente all'inizio della stagione balneare. L'ispezione estiva ha il vantaggio di porre in evidenza il rapporto fra le profondità di spiaggia e l'operatività degli stabilimenti balneari che vi insistono e la disposizione operativa delle attrezzature.
Alcune fotografie infine riguardano una delle spiagge a seguito di una mareggiata di Scirocco di media intensità verificatasi in Settembre.
La ricognizione oltre alle spiagge ha anche riguardato le opere fisse, moli e pennelli.
La ricognizione, condotta da Levante verso Ponente, è suddivisa nelle tre tratte (o celle litorali) di cui si compone la spiaggia di Celle oggetto di questo studio:

- *litorale della Natta, dal Molo della Natta al promontorio roccioso del Bufò*
- *spiaggia dei Piani di Celle*
- *spiaggia del Centro.*

6 - RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE - TOMO 1 (Fascicolo N°4)

Il Tomo 1 delle relazioni tecniche specialistiche si compone delle seguenti parti:

- *Gli habitat marini dinanzi al litorale di Celle*
- *L'evoluzione storica delle spiagge*
- *I rilievi topografici e batimetrici*
- *Le sezioni di spiaggia*
- *Le opere fisse di difesa*

6.1 - Gli habitat marini dinanzi al litorale di Celle (Tav.8)

Questa parte riporta le notizie desunte dallo "Atlante degli habitat marini della Liguria", dotato di cartina riportata alla **Tavola N°8**, dove viene denunciata la presenza, dinanzi alla spiaggia del Centro di Celle, dal Torrente Ghiare al San Bastian, dell'inizio di una prateria di posidonia, che si estende per quasi 3 km verso Ponente, stimata in circa 53 ha, in parte costituita da matte morte.

6.2 - L'evoluzione storica delle spiagge

E' questa una ricerca d'archivio, basata sui seguenti documenti:

- Per i tempi antichi, *la carta della costa da Albissola a Varazze*, dell'Atlante dei domini della Repubblica di Genova – 1773 di Matteo Vinzoni.
- *Le spiagge della riviera ligure* - CNR (Ascari, Baccino, Sanguineti) - 1937 con notizie dal 1807 al 1928.
- Archivio storico del Comune di Spotorno: carteggio riguardante i prelievi di sabbia dalle spiagge di Celle e Spotorno, riordinato dal bibliotecario del Comune di Spotorno Signor Cerutti (notizie dal 1885 al 1951).
- Archivio Studio Sirito: opposizione dell'ing. Silvio Volta alla costruzione di scogliere parallele.
- Studio Provincia di Savona sulla influenza della nuova diga alti fondali del Porto di Savona, sulla Foce del Torrente Sansobbia, con inversione della deriva litoranea alla Foce.
- Regione Liguria: PTC della Costa per gli indirizzi e criteri informativi per la difesa della costa ed il ripascimento degli arenili.
- Per i tempi più recenti, dal 1944 ai ns. giorni, le linee di riva a date successive, elaborate da foto aeree dalla Regione Liguria. Dette linee di riva sono riportate alle **Tavole 6 e 7**.

6.3 - I rilievi topografici e batimetrici

I rilievi topografici e batimetrici sono stati effettuati dallo Studio Sirito nel corso della stagione balneare 2018, nei mesi di Luglio ed Agosto.
Comprendono il rilievo quotato delle spiagge emerse, compresa la linea di battigia ed il rilievo batimetrico per transetti fino alla isobata -5,00.
Per completezza delle tavole, sono riportate, per le isobate al largo fino ai 40 metri di profondità, quelle I.I.M. desunte dal sito della Regione.

6.4 - Le sezioni di spiaggia (Tavv.9-10)

Sono sezioni eseguite in scala 1:200 sulla scorta dei rilievi, ai fini computazionali, ma anche per trarne le informazioni sulle pendenze di spiaggia necessarie in fase di progettazione.
Nello studio sono tabellate le pendenze medie delle spiagge emerse e quelle dei fondali.

6.5 - Le opere fisse di difesa

Questa parte contiene le notizie riguardanti le opere fisse insistenti sulle tratte oggetto del presente progetto.
Sono allegate N°4 fotografie dei moli.

7 - RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE - TOMO 2 (Fascicolo N°5)

Il Tomo 2 delle relazioni tecniche specialistiche contiene lo studio meteomarino*:*

7.1 - Studio meteomarino

La relazione meteomarina esamina innanzitutto, nella *PARTE PRIMA IL REGIME ANEMOMETRICO ED I FETCH*, vale a dire le estensioni di mare libero lungo le quali i venti possono generare le onde.
Si compone di un capitolo sulle condizioni generali del Mar Ligure, ove viene esaminata la dinamica di alcune importanti situazioni tipiche. La relazione passa quindi a descrivere *l'esposizione marittima* del paraggio di Celle ed i fetch geografici, per poi calcolare i fetch efficaci sui quali si esplica effettivamente il trasferimento energetico dal vento al moto ondoso.
Nella *PARTE SECONDA - ANALISI DEL CLIMA MARITTIMO*, vengono raffrontate cinque fonti di dati, per la futura scelta di quella ritenuta più rappresentativa della effettiva situazione.
Di tutti i risultati vengono forniti sia le tabelle, sia i grafici polari dell'altezza d'onda significativa con la sua frequenza di accadimento dalle diverse direzioni di provenienza.
I dati presi in considerazione sono i seguenti:

- Dati dell'Atlante delle onde e del vento del Mediterraneo (WEAO)
- Dati Boa direzionale di La Spezia (RON)
- Dati composizione boa Cote d'Azur e nodo modello CEP (METEO FRANCE)
- Dati Hindcast (OCEANWEATHER)
- Dati visuali KNMI

Alla Tavola 2 è riportato il grafico degli unici dati tarati dinanzi al litorale di Genova, quelli dell'Atlante delle onde e del vento del Mediterraneo (Wind and Wave Atlas of the Mediterranean Sea) edito nel 2004 dal WEAO Reasearch Cell (Western Europe Armaments Organisation). Il punto di calcolo dei dati dista 53 km dal litorale di Celle.
Inoltre è riportato, per la discreta analogia con il primo, il grafico dei dati della boa oceanografica "Cote d'Azur" dinanzi a Monaco, gestita da Meteo France, che dista dal litorale di Celle 120 km.

8 - DANNI DA MAREGGIATE: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Si compone delle fotografie più significative scattate negli ultimi anni in occasione delle mareggiate di maggiore intensità verificatesi dal 2006 ed in possesso del Comune di Celle, integrate da quelle scattate dallo Studio Sirito nel Settembre 2018 ed il 30 Ottobre 2018.

9 - CONCLUSIONI SULLA SPIAGGIA DEL CENTRO DI CELLE

Dalla conclusione della ricerca storica (Fascicolo 4) riportiamo:

La spiaggia del Centro, appoggiata alla spalla sottoflutto di Levante costituita dal Molo Crocetta, è da 45 anni in regime di erosione ed ha subito da allora un costante arretramento, per complessivi 33 metri, riducendo la sua profondità all'estremità Ovest dai 70 metri del 1973 ai 40 metri di oggi (linee di riva da riprese aeree Regione Liguria).
Il processo è naturalmente irreversibile, ed è dovuto ai molteplici eventi che si sono succeduti con l'industrializzazione, dal 1865 ad oggi, esposti nella ricerca che qui di seguito sintetizziamo:

1) 1865: occupazione fisica della spiaggia con la costruzione della ferrovia sul suo sedime (oggi a sua volta trasformato in lungomare pedonale);
2) 1880-1951: grandi prelievi di sabbia dalla spiaggia, per necessità di lavori pubblici, in particolare del Porto di Savona, per il prolungamento del molo foraneo. Non escluse concessioni ai privati.
   Prelievi nel periodo bellico, per fortificazioni ;
3) 1946-1973: grossi prelievi di sabbie e ghiaie dal Torrente Sansobbia (come da tutti i torrenti liguri);
4) 1973: cessazione della discarica di Cravieu.
5) ……. - 1984: costruzione della diga alti fondali del Porto di Savona, che ha intercettato le alluvioni del Sansobbia;

Mentre sono cessate le attività di prelievo di sabbie e ghiaie dalla spiaggia stessa e dal Torrente Sansobbia, ***resta il danno irreversibile provocato dalla diga alti fondali, che ha invertito la deriva litoranea alla Foce del Sansobbia, ora diretta verso Ponente, ad Albissola Marina, anziché verso Levante, ad Albisola Superiore e Celle***.
Il processo di arretramento della linea di riva è arrestabile solo con interventi artificiali e così pure per il recupero della profondità e della superficie di spiaggia perduta.

10 - CONCLUSIONI SULLA SPIAGGIA DEI PIANI

Dalla conclusione della ricerca storica (Fascicolo 4) riportiamo:

La spiaggia dei Piani di Celle è ben equilibrata, soprattutto dopo la costruzione del pennello del Bufò, che ha migliorato la distribuzione della spiaggia stessa lungo il suo arco, seppure a scapito della zona occidentale (Club Nautico Celle, Bagni Augustus,

Lido Beach Club, fino al Rio Ligge ed a favore invece della zona orientale (spiagge libere e Bagni Sole).
Peraltro le modeste profondità della spiaggia nella zona orientale (da 22 a 35 metri), in inverno consentono alle onde di grande mareggiata di battere l'opera fissa retrostante, il muro ANAS, con rischio di zappatura della spiaggia stessa e di perdita di materiale verso i fondali, mentre in estate l'esercizio dell'unico stabilimento balneare è anch'esso più a rischio che sulla spiaggia del Centro, più profonda.
Anche qui, come al Centro, non c'è speranza che possano migliorare le condizioni, vista la mancanza di alimentazione naturale.
L'eliminazione dei rischi, con potenziamento della spiaggia, non può essere conseguito che artificialmente.

11 - CONCLUSIONI SUL LITORALE DELLA NATTA

Dalla conclusione della ricerca storica (Fascicolo 4) riportiamo:

Il litorale della Natta, della lunghezza di 300 metri, è spalleggiato per tutta la sua lunghezza dalla recente passeggiata a mare, difesa per 200 metri dalla massiccia scogliera radente ex ferroviaria e per i 100 metri di estremità Est da una esile spiaggetta libera su cui si affaccia il Lounge Bar "The Beach".
Ciò significa situazione statica, stante l'inamovibilità della lunga scogliera in grado di resistere alle mareggiate più violente. Tuttavia un certo movimento di sabbie si notava in estate dinanzi alla zona più arretrata della scogliera: grazie proprio alla sua rientranza rispetto alla sporgente linea dell'ultimo tratto di Levante che fungeva da spalla ad un'esile e precaria striscia di spiaggia estiva, documentata anche nelle linee di riva regionali, voli 1993, 2003, 2013 (**Tavola 6**). La spiaggia era mantenuta dal pur modesto transito di sabbia dinanzi al promontorio del Bufò, cessato con la costruzione del pennello omonimo, ed era ancora visibile nella linea di riva 2013, ma scomparsa in quella 2018.
Appare stabile negli anni la spiaggetta di estremità ben appoggiata al pennello che la protegge dallo Scirocco ed incapsulata fra il pennello stesso e la scogliera radente.

12 - CONCLUSIONI GENERALI

Le spiagge di Celle sono affette da gravi inconvenienti, che provocano situazioni di rischio sempre più accentuate, documentate nel **fascicolo 6** "Danni da mareggiate":

Le situazioni di rischio si possono così sintetizzare:

- Crisi estive in piena stagione balneare, con l'onda estiva che erode la spiaggia causando crolli di grosse zolle, con formazione di ripide scarpate subverticali che denunciano lo stato quasi coesivo di queste spiagge di sabbia fine
- Scavalcamento del lungomare-ex rilevato ferroviario da parte dell'onda che si riversa sulle retrostanti strade cittadine, mista a sabbia, con inondazioni di locali ed insabbiamento delle strade oltre che del lungomare.

- Riduzione drastica della profondità di spiaggia emersa, con trasferimento cospicuo di sabbia dalla spiaggia emersa alla scarpata sommersa e scopertura di un sottofondo ciottoloso.

Le cause di questa situazione si possono così enumerare:

- Le spiagge di Celle si trovano senza alimentazione naturale, salvo il modesto apporto dei Rii e del Torrente locale di bacino imbrifero irrisorio, mentre è mancato l'apporto del maggiore alimentatore, il torrente Sansobbia fin dagli anni'80 del '900, epoca della costruzione della diga alti fondali del porto di Savona, che ha invertito il senso della deriva litoranea alla Foce di quel Torrente.
  La crisi dovuta a questo fattore ha seguito di poco la cessazione, intorno all'anno 1973, dell'attività della discarica di Cravieu.
  Le linee di riva Regione Liguria in rapido arretramento dal '73 in poi documentano fedelmente le conseguenze (vedi **Tavola 7** ed anche **Tavola 6**).

- Le spiagge di Celle sono costituite da sabbie troppo fini per fronteggiare le onde massime che investono il paraggio e di granulometria uniforme, senza l'usuale misto granulometrico di dimensioni diverse, che consentono all'onda di sistemare ogni dimensione al posto giusto nel profilo della scarpata sommersa ed in battigia, a difesa.

- Ne consegue fra l'altro che, non potendosi difendere né con nuovi apporti naturali, né con un'adeguata granulometria, la spiaggia del Centro si autodifende disponendosi sempre più frontale al mare dominante, arretrando al suo estremo di Ponente

- Il muro retrostante alla spiaggia del Centro è a quota troppo basso per impedire lo scavalcamento dell'onda, anche nelle situazioni migliori di profondità di spiaggia.

PARTE SECONDA: PROPOSTE DI INTERVENTO

13 - PREMESSA: LE SITUAZIONI DI RISCHIO DELLE SPIAGGE DI CELLE E LE CAUSE DI QUESTE SITUAZIONI

Le ricerche effettuate nel corso della prima parte conoscitiva Ottobre 2018 hanno portato alle seguenti conclusioni generali valide per ambedue le celle litorali in cui si dividono le spiagge di Celle, denominate “Spiaggia del Centro” e “Spiaggia dei Piani” e che si riportano qui di seguito dal Fascicolo 2 dello studio, Capitolo 13 “Conclusioni generali”:

Le spiagge di Celle sono affette da gravi inconvenienti, che provocano situazioni di rischio sempre più accentuate, documentate nel **fascicolo 6** “Danni da mareggiate”.

Le situazioni di rischio si possono così sintetizzare:

Crisi in piena stagione balneare, con l’onda estiva che erode la spiaggia causando crolli di grosse zolle, con formazione di ripide scarpate subverticali che denunciano lo stato quasi coesivo di queste spiagge di sabbia fine. Accentuamento dello stato di crisi nell’autunno/inverno con episodi estremi:

- Scavalcamento del lungomare-ex rilevato ferroviario da parte dell’onda che si riversa sulle retrostanti strade cittadine, mista a sabbia, con inondazioni di locali ed insabbiamento delle strade oltre che del lungomare.
- Riduzione drastica della profondità di spiaggia emersa, con trasferimento cospicuo di sabbia dalla spiaggia emersa alla scarpata sommersa e scopertura di un sottofondo ciottoloso.

Le cause di questa situazione si possono così enumerare:

- Le spiagge di Celle si trovano senza alimentazione naturale, salvo il modesto apporto dei Rii e del Torrente locale di bacino imbrifero irrisorio, mentre è mancato l’apporto del maggiore alimentatore, il torrente Sansobbia fin dagli anni’80 del ‘900, epoca della costruzione della diga alti fondali del porto di Savona, che ha invertito il senso della deriva litoranea alla Foce di quel Torrente.
  La crisi dovuta a questo fattore ha seguito di poco la cessazione, intorno all’anno 1973, dell’attività della discarica di Cravieu.
  Le linee di riva Regione Liguria in rapido arretramento dal ’73 in poi documentano fedelmente le conseguenze (vedi **Tavola 7** ed anche **Tavola 6**).
- Le spiagge di Celle sono costituite da sabbie troppo fini per fronteggiare le onde massime che investono il paraggio e di granulometria uniforme, senza l’usuale misto granulometrico di dimensioni diverse, che consentono all’onda di sistemare ogni dimensione al posto giusto nel profilo della scarpata sommersa ed in battigia, a difesa.
- Ne consegue fra l’altro che, non potendosi difendere né con nuovi apporti naturali, né con un’adeguata granulometria, la spiaggia del Centro si autodifende disponendosi sempre più frontale al mare dominante, con l’arretrare al suo estremo di Ponente ed una conseguente rotazione della linea di riva, con perno al Molo Crocetta.
- Il muro retrostante alla spiaggia del Centro è a quota troppo bassa per impedire lo scavalcamento dell’onda, anche nelle situazioni migliori di profondità di spiaggia.

Poiché il comportamento delle due celle è simile ma non identico, si trattano separatamente, ad iniziare dalla spiaggia del Centro, riportando innanzitutto, dallo stesso Fascicolo 2, il Capitolo 10 “Conclusioni sulla spiaggia del Centro di Celle”:

Dalla conclusione della ricerca storica (Fascicolo 4) riportiamo:

La spiaggia del Centro, appoggiata alla spalla sottoflutto di Levante costituita dal Molo Crocetta, è da 45 anni in regime di erosione ed ha subito da allora un costante arretramento, riducendo la sua profondità

all'estremità Ovest dai 70 metri del 1973 ai 40 metri di oggi (linee di riva da riprese aeree Regione Liguria), per complessivi 33 metri di arretramento.
Il processo è naturalmente irreversibile, ed è dovuto ai molteplici eventi che si sono succeduti con l'industrializzazione, dal 1865 ad oggi, esposti nella ricerca che qui di seguito sintetizziamo:

6) 1865: occupazione fisica della spiaggia con la costruzione della ferrovia sul suo sedime (oggi a sua volta trasformato in lungomare pedonale);
7) 1880-1951: grandi prelievi di sabbia dalla spiaggia, per necessità di lavori pubblici, in particolare del Porto di Savona, per il prolungamento del molo foraneo. Non escluse concessioni ai privati.
   Prelievi nel periodo bellico, per fortificazioni ;
8) 1946-1973: grossi prelievi di sabbie e ghiaie dal Torrente Sansobbia (come da tutti i torrenti liguri);
9) 1973: cessazione della discarica di Cravieu.
10) …… - 1984: costruzione della diga alti fondali del Porto di Savona, che ha intercettato le alluvioni del Sansobbia;

Mentre sono cessate le attività di prelievo di sabbie e ghiaie dalla spiaggia stessa e dal Torrente Sansobbia, ***resta il danno irreversibile provocato dalla diga alti fondali, che ha invertito la deriva litoranea alla Foce del Sansobbia, ora diretta verso Ponente, ad Albissola Marina, anziché verso Levante, ad Albisola Superiore e Celle***.
Il processo di arretramento della linea di riva è arrestabile solo con interventi artificiali e così pure per il recupero della profondità e della superficie di spiaggia perduta.

La profondità di spiaggia perduta gradualmente dalla spiaggia del Centro, dal 1973 ad oggi è messa in evidenza nel tracciamento delle linee di riva alle diverse epoche contenuto alla Tavola 7 degli elaborati grafici di progetto, di cui per comodità si riporta alla pagina seguente lo stralcio relativo alla zona più colpita, dal Torrente Ghiare al Rio San Bastian (**Figura 1**).
Tutte le linee sono tratte dai voli Regione Liguria, la più arretrata, in nero, è invece quella del rilievo estivo 2018 Studio Sirito.
La zona in cui si è verificato l'arretramento massimo si trova nell'intorno della Foce del Rio Santa Brigida, come da tabella 1 seguente, ricavata dalle suddette linee di riva:

Anno	Intervallo (anni)	Profondità di Spiaggia (metri)	Arretramento (metri)	Arretramento medio (metri/anno)
1973	10	72,40	---	---
1983	10	62,40	10,00	1,00
1993	10	58,60	3,80	0,38
2003	10	53,20	5,40	0,54
2018	15	40,00	13,20	0,88
Arretramento complessivo dal 1973 al 2018 (45 anni)			**32,40**	

Tabella 1: arretramenti di spiaggia in corrispondenza del Rio Santa Brigida

14 - PROPOSTE DI INTERVENTO: SPIAGGIA DEL CENTRO

Le necessità che si presentano sono quelle di impedire che le onde estive risalgano la spiaggia in profondità sconvolgendo l'assetto della spiaggia e delle sue attrezzature nel pieno dell'attività turistico-balneare, nonché di impedire che le onde invernali tracimino il lungomare, allagando ed insabbiando il lungomare stesso e le retrostanti strade cittadine.
Due sono le filosofie di intervento:

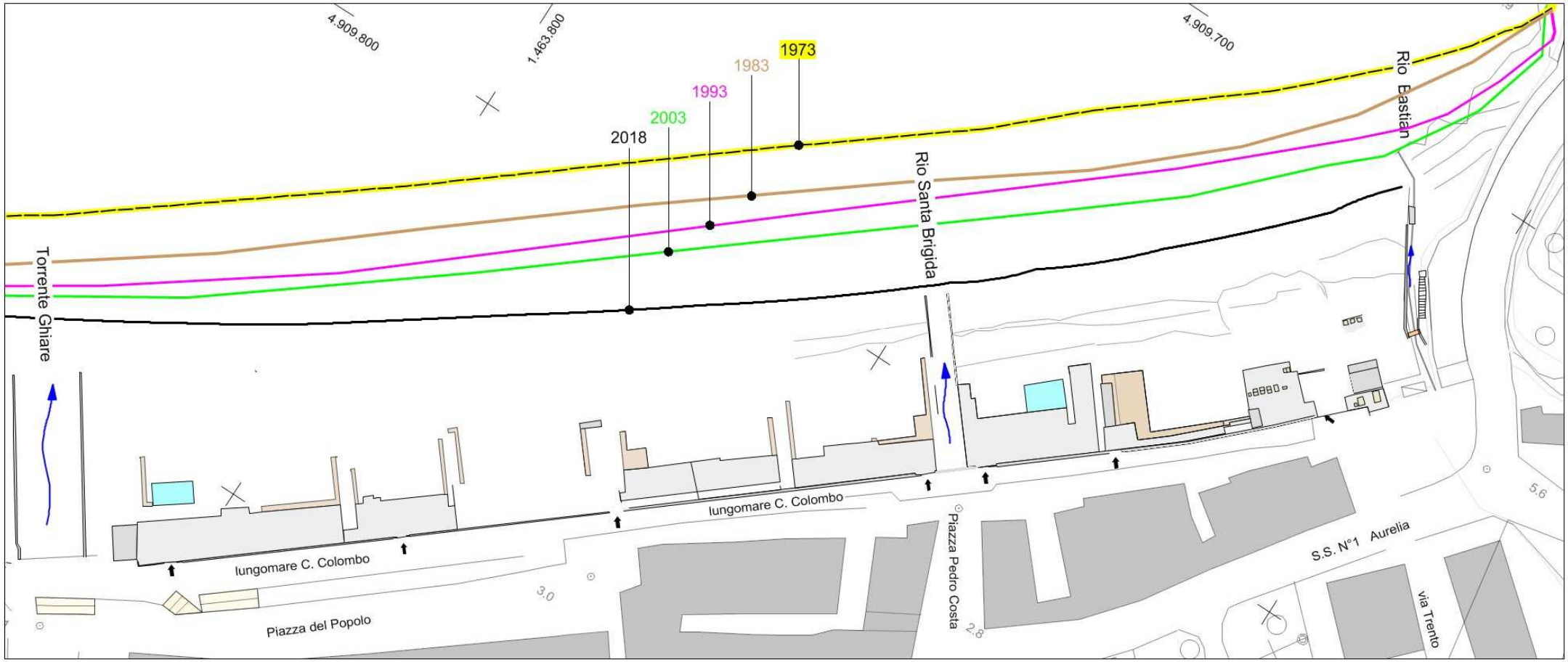


Figura 1: stralcio della Tavola 7: "Raffronto delle linee di riva storiche della spiaggia del Centro".

1) Smorzare l'onda prima che raggiunga la spiaggia, con opere di difesa a mare: a questa filosofia si ascrivono le scogliere parallele ;
2) Aumentare la capacità di autodifesa della spiaggia e la sua capacità di smorzare l'onda nella sua risalita lungo la scarpata (impiegando ripascimento ed opere per imbrigliarlo, come pennelli ed "isole").

Ciò premesso passiamo alle proposte di intervento:

14.1 – Prima alternativa (esclusa): le dighe parallele

La prima alternativa che si riferisce alla filosofia di intervento N°1 di cui sopra, consiste nella costruzione di una o più dighe parallele in mare, dinanzi alla spiaggia, dighe che, per minore impatto visivo, possono anche essere completamente sommerse, a cui allora è stato dato l'appellativo di "soffolte".
Ma questa soluzione, a suo tempo largamente adottata dal Genio Civile OO.MM., separa la spiaggia dal mare e quindi non è consigliabile per ragioni ambientali diverse e da sempre è stata avversata nella Provincia di Savona, che è infatti la Provincia ligure più dotata di spiagge liberamente affacciate sul mare e con il mare direttamente connesse.
E proprio da Celle è iniziata la lotta per impedirne la costruzione, capitanata dall'ingegner Silvio Volta.
Per questo argomento si rinvia alla ricerca del Fascicolo 4 "*L'evoluzione storica delle spiagge*", paragrafo 2.2.2 "*L'opposizione alla costruzione di scogliere parallele in Provincia di Savona*" (pagine 9 e 10).
Si riporta solo quanto scritto sul Piano della Costa approvato dalla Regione nel frattempo subentrata nelle competenze sulle spiagge:

"i progetti devono privilegiare il ricorso a metodi basati sul ripascimento ed eventualmente su opere fisse ……. *senza tuttavia privare l'arenile dall'energia del moto ondoso, prevedendo a tal fine anche la rimozione progressiva e/o parziale di opere esistenti* e risultanti non compatibili con gli obiettivi perseguiti dal PTC della Costa".

Ed ancora:

"*le soluzioni adottate devono evitare stravolgimenti del regime del litorale e non comportare interruzioni della dinamica trasversale dei sedimenti*".

Non solo, ma la Regione ha proceduto pure alla demolizione delle scogliere parallele esistenti, iniziando dai Comuni di Ventimiglia e Vallecrosia.
Da aggiungere poi che nel caso specifico della spiaggia del Centro di Celle sfociano in mare ben 3 fra rii e torrenti, che non possono essere rinchiusi.

Più recentemente la Regione Liguria sta introducendo nei Piani di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero, che andranno a coprire tutta l'estensione costiera della Liguria, la seguente norma, che qui di seguito si riporta dal Piano già promulgato nel Gennaio 2014 per l'ambito costiero 08 "Centa, Centa Sud e Maremola" (vedi fascicolo "Norme di attuazione" – art. 8: disciplina della costa bassa):

"Nella fascia dinamica FDB non è consentita la realizzazione di opere marittime di difesa costiera parallele alla costa, sia aderenti sia distaccate. Sono fatti salvi gli interventi di manutenzione di opere marittime esistenti di difesa costiera parallele alla costa finalizzati alla tutela della pubblica e privata incolumità, nonché gli interventi di ripristino che non comportino aumento delle dimensioni preesistenti dell'opera. Interventi su opere riflettenti il moto ondoso, come definito all'articolo 5 comma 1 lett. p), sono consentiti solo nel caso di

manufatti già esistenti operando con modalità tali da limitare al massimo i fenomeni di riflessione del moto ondoso".

14.2 – Seconda alternativa: ripascimento + pennelli

Fra i manufatti ad essere adottati per la difesa delle coste dobbiamo collocare senz'altro i pennelli, generalmente costruiti in scogliera, la cui costruzione ha incominciato a diffondersi nella seconda metà dell' '800, in genere come pennello di estremità di una cella litorale, antistante un abitato, quando la ferrovia costruita sulle spiagge ha innescato la erosione delle stesse.
In Liguria i pennelli di estremità sono numerosi, praticamente in tutti i Comuni costieri, posti sottoflutto alla cella e tutti hanno ottenuto buoni risultati e sufficienti finchè i torrenti hanno mantenuto la loro portata solida.
Celle ne ha uno che data fin dal 1885, a far da spalla alla spiaggia del Centro, mentre altri due più recenti fanno da spalla rispettivamente alla spiaggia dei Piani ed al litorale della Natta.
Nel secondo dopoguerra, con lo scemare della portata dei torrenti, un pennello terminale in molti casi non bastò più, tendendo la linea di battigia della spiaggia di una cella a ruotare e la sua profondità ad azzerarsi all'estremità sopraflutto.
Si pensò allora a suddividere la cella in tratte più corte, intervallando pennelli di dimensioni minori, i pennelli "stabilizzatori", ma la linea di riva si disponeva ruotata fra uno stabilizzatore ed il successivo, conferendo alla linea uno sgradevole andamento "a dente di sega" ed il sistema non ebbe grande diffusione.

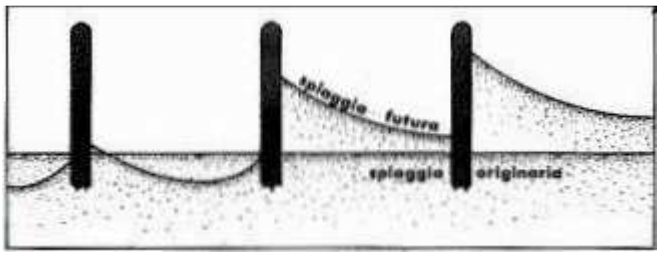


Figura 1b: effetto sulla linea di riva di una serie di pennelli stabilizzatori.

Il PTC regionale delle coste infatti considera soltanto i tradizionali pennelli di estremità, al fascicolo 2.2.1 "Difesa costiera e ripascimento delle spiagge", pag.12 "La tipologia delle opere di protezione":

"Le opere trasversali o pennelli possono essere efficaci soprattutto per modificare l'articolazione della costa e quindi la falcatura degli arenili, o per intercettare sedimenti che andrebbero dispersi in alti fondali".

La spiaggia del centro di Celle, dispone di due di questi pennelli stabilizzatori, intervallati lungo la spiaggia, situati nella metà di ponente della spiaggia, cioè la parte sopraflutto, la più esposta al rischio di assottigliarsi, che sono di tipo molto speciale, perché si identificano con gli argini di due corsi d'acqua che sfociano su quella spiaggia, il Torrente Ghiare ed il Rio Santa Brigida.
Il loro effetto stabilizzatore della linea di riva sembra essere efficace e l'accorgimento recente di accorciare gli argini del Santa Brigida, sembra avere avuto un effetto di indebolimento della capacità di resistenza della spiaggia in quel tratto.

14.3 – Terza alternativa (prescelta): ripascimento + “isole”

La terza alternativa può essere attuata aumentando la profondità di spiaggia con un ripascimento effettuato con inerti di qualità più adatta a resistere all’onda che batte il paraggio. Vale a dire con inerti di granulometria di dimensioni maggiori di quelle della spiaggia attuale, per una striscia di spiaggia, lungo la battigia, di dimensione da definirsi in corso di progetto. La granulometria non può comunque eccedere nel campo delle ghiaie, poichè si deve pure tenere conto del gradimento per gli utenti balneari.
Per quanto riguarda la progettazione della nuova profondità di spiaggia, esaminando la planimetria particolareggiata Tavola 5, la profondità diminuisce da Levante ai Bagni Italia, a Ponente al Rio santa Brigida, da 60 a 40 metri.

Constatato che la zona di Levante è in condizioni di disagio molto minori rispetto alla zona di Ponente, si opterebbe intanto per l’adeguamento della profondità di Ponente ai 60 metri che già ha la zona di Levante, o, in alternativa, per spingersi verso la linea di riva di equilibrio raggiunta nel 1973, sotto l’effetto dell’alimentazione da discarica.
Detta linea è visibile alla **Figura 1**.

Una volta deciso di raggiungere questo risultato con il ripascimento, occorre progettare come mantenere la spiaggia su questa posizione avanzata ottimale.

Innanzitutto, come già accennato, con una granulometria di ripascimento che opponga resistenza ad essere trascinata in mare dall’onda, cioè venire trasferita dalla spiaggia emersa alla scarpata sommersa.
In secondo luogo adeguando la spalla che impedisce il trasferimento ad Est e cioè prolungando il Molo Crocetta.
Ma ciò non basta ancora, in quanto rimane la propensione della linea di riva a ruotare, a scapito della zona di Ponente.
Un tempo questa rotazione veniva contrastata con il rifornimento continuo della discarica, ma questo non può venire ripetuto, perché troppo costoso e perché i finanziamenti sono discontinui.
Un’altra opzione è quella di servirsi di opere fisse discontinue, che non privino la spiaggia dell’azione del mare, ma abbiano comunque un’azione di imbrigliamento.
A questo scopo si è fatto frequentemente uso negli ultimi anni di “isole” in scogliera di massi naturali, che poste in opera davanti alla spiaggia esercitino una funzione di freno ai movimenti longitudinali della spiaggia stessa, cioè alle oscillazioni della linea di riva, con l’alternarsi delle mareggiate di provenienze opposte.
L’utilizzo di un’isola o di una serie di isole non è peraltro facile, quando ci si trova alle prese di una spiaggia di alto pregio come quella del Centro di Celle, *con la linea di riva tesa in un arco unico*.
Infatti l’isola esercita un’attrazione inducendo la formazione di un “tombolo” od un “saliente”, e comunque la formazione di un’irregolarità nell’andamento della linea di battigia: se non si forma l’irregolarità significa che non ha effetto sulla spiaggia e che non serve.

L'effetto dell'isola è quello di fare modificare i fronti d'onda, che ruotano intorno all'isola stessa, per un effetto di rifrazione/diffrazione e con ciò attirano sabbia al retro dell'isola, dalla spiaggia che si trova ai due lati (**Figura 2**).
Ma se l'isola è emersa, la sua visibilità è massima, non solo perché è visibile l'isola stessa, ma perché lo spostamento di sabbia al retro è massimo, a formazione di un "tombolo" di sabbia anch'esso emerso e visibile completamente, ciò che se nel contesto della **Figura 3** si è rivelato una attrazione turistica, non così si potrebbe dire, a ns. parere, dinanzi alla spiaggia di Celle:

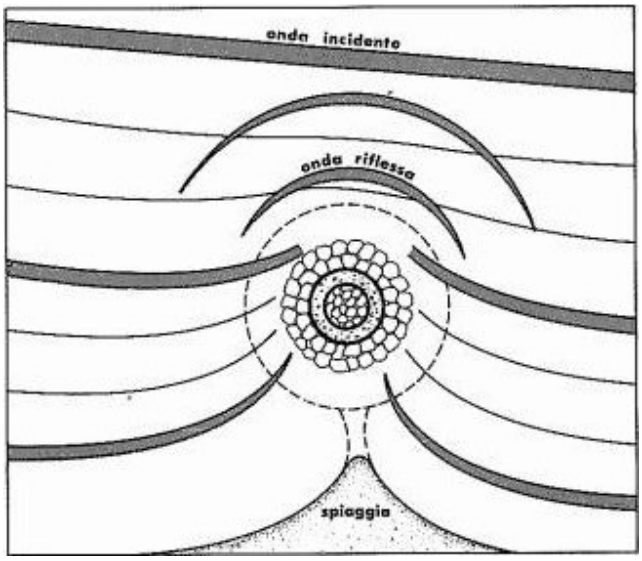


Figura 2: un'isola emersa, costruita dinanzi ad una spiaggia, modifica i fronti d'onda, che ruotano intorno all'isola, per un effetto di rifrazione/diffrazione e con ciò attirano sabbia al retro dell'isola, a formare un "tombolo" di sabbia che raggiunge l'isola.



Figura 3: l'isola emersa realizzata nel 2007 sulla spiaggia di Gioiosa Marea (Me).

Per essere meno impattante, quindi l'isola deve essere realizzata sommersa: non solo non si vede più l'opera, ma dato che solo una parte dell'onda subisce il processo di rifrazione/diffrazione, l'altra parte, quella che passa sopra all'isola, impedisce la formazione del tombolo e si forma invece un *saliente* che non raggiunge più l'isola.

La progettazione di un'isola sommersa è peraltro difficile, o meglio è difficile prevederne gli effetti: l'effetto ideale di una batteria di isole sommerse sarebbe quello di una linea di riva ad andamento ondulato, che più si avvicina a quello di una spiaggia naturale, ad esempio come è raffigurato in **Figura 4**.

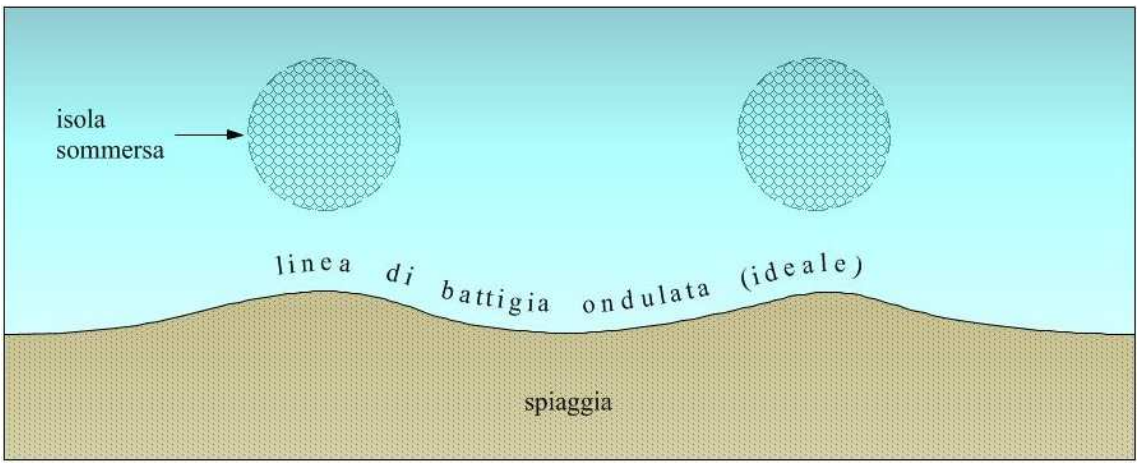


Figura 4: l'effetto paesaggisticamente ideale di una batteria di isole sommerse sarebbe quello di una battigia ad andamento planimetrico ondulato.

Peraltro è difficile se non impossibile ottenere questo risultato, perché le variabili su cui giocare sono tre: diametro dell'isola, sua profondità sotto il l.m.m., sua distanza dalla costa.
L'effetto infatti può andare da effetto nullo, dove non si notano effetti sulla linea di riva, fino ad un effetto troppo marcato come ad esempio nel caso di **Figura 5**, con grandi lingue di spiaggia allungate verso l'isola. Inoltre, più l'isola si spinge in alti fondali, più aumentano il suo costo ed il suo impatto negativo sul trasporto litoraneo.



Figura 5: effetto troppo marcato per un spiaggia di pregio come quella di Celle.

Stanti queste difficoltà, lo Studio Sirito ha sperimentato ormai da anni un altro tipo di isola, non più antistante la spiaggia, ma immorsata nella spiaggia stessa.

Si è osservato che nel corso delle grandi mareggiate, la spiaggia arretra e si stacca dall'isola, ma così entra in gioco il fenomeno della rifrazione/diffrazione e la spiaggia avanza nuovamente, riattaccandosi all'isola, non solo, ma coprendola per metà.
Si verifica in altre parole, da quanto constatato, un effetto di "*polo di attrazione*" dell'isola, che aiuta la spiaggia a mantenere la posizione della sua linea di riva, a riassumerla in caso di arretramento, e smorza con una certa efficacia la oscillazione longitudinale delle sabbie.
Come secondo tipo di intervento inteso ad agevolare il mantenimento delle posizioni raggiunte con il ripascimento, si propone pertanto questo tipo di isola, insieme al ripascimento.

Alle **Figure 6**, **7** ed **8** seguenti si riportano tre esempi di questo nuovo tipo di "isola", attuati dallo Studio Sirito e finora con risultati soddisfacenti, anche a distanza di anni.
Le isole immorsate nella spiaggia, presentano fra l'altro il vantaggio di potere essere costruite da terra, con mezzi terrestri ed in basso fondale, quindi con un costo inferiore a qualunque altro tipo di isola.
Per contro presentano lo svantaggio di sottrarre alla balneazione il fronte di spiaggia occupato dall'isola stessa.



Figura 6: "isola" immorsata nella spiaggia di Caucana (RG) (2004). L'isola è interamente sommersa a quota -0,50. I massi in vista sono massi di segnalazione per la navigazione.



Figura 7: "isola" immorsata nella spiaggia di Camporosso (IM) (2008)



Figura 8: "isola" immorsata nella spiaggia di Bordighera (IM) (2016).

14.4 – Primo provvedimento supplementare: rimaneggiamento e miglioramento granulometrico della spiaggia attuale

Per attribuire alla spiaggia un maggiore grado di sicurezza, proponiamo pure la seguente operazione complementare facoltativa:
correzione della granulometria della spiaggia emersa esistente realizzata con il rimaneggiamento di uno strato dello spessore dell'ordine del metro e la rimessa in opera mescolandola con strati di granulometria maggiore, così da aumentarne il valore del diametro medio.
Un rimaneggiamento di questo tipo è stato già effettuato ad esempio sulla spiaggia di Camporosso (IM), sebbene ad altro scopo, vale a dire la separazione ed il sotterramento del pietrame. Lo spessore dello strato di sabbia trattato è stato di cm 80 (**Figure 9 e 10**).



Figura 9: Camporosso (IM): aumento del gradimento turistico della spiaggia con la separazione del pietrame, su uno strato di spiaggia dello spessore di 80 cm e sotterramento delle pietre separate in trincee (2007).



Figura 10: Camporosso (IM): l'impianto di vibrovagliatura insediato sulla spiaggia (2007).

14.5 – Secondo provvedimento supplementare

Per quanto si sia resa la spiaggia più profonda e più resistente all'onda, non si può escludere che le grandi mareggiate invernali riescano a tracimare il lungomare, seppure in misura ridotta, per il fatto che le quote della radice di spiaggia e quelle della passeggiata si differenziano di poco e manca il "muro paraonde" che possa riflettere la cresta d'onda residua (presente invece al retro della spiaggia dei Piani di Celle).

Peraltro consiglieremmo un periodo di osservazioni dopo l'esecuzione dei lavori, prima di affrontare questo argomento.

15 - PROPOSTE DI INTERVENTO: SPIAGGIA DEI PIANI DI CELLE

Con riferimento al precedente capitolo 2 ed ai tipi di intervento più diffusamente illustrati in quel capitolo, anche per la spiaggia dei Piani di Celle proponiamo il ripascimento con granulometria più grossolana di quella della spiaggia attuale, così da costituire una striscia di spiaggia fronte mare, della larghezza di metri 10 circa, che consegua un aumento di profondità di spiaggia che consenta all'onda di distendersi e dissipare la sua energia prima di incontrare le strutture balneari fisse e nello stesso tempo costituisca un primo fronte di difesa di tutta la spiaggia dalla mareggiata.
Facoltativa ma auspicabile la operazione di rimaneggiamento del corpo di spiaggia attuale con sostituzione parziale della sabbia con inerte di granulometria maggiore.

16 - PROPOSTE DI INTERVENTO: LITORALE DELLA NATTA

Si propone essenzialmente un ripascimento, con la costruzione di una spiaggia di 30÷35 metri di profondità, aiutata per il suo equilibrio da eventuali "isole" del tipo immorsato nella spiaggia, in posizione e numero da definirsi.

IL PROGETTO

Il progetto si informa alle scelte enumerate alle “Proposte di Intervento” che precedono e pertanto, per ognuna delle tre spiagge di Celle, si prevedono:

- ripascimento con avanzamento della linea di riva;
- conseguente prolungamento dei moli di estremità, salvo quello del Bufò, già di lunghezza sufficiente;
- “isole” immorsate nella spiaggia, stabilizzatrici della linea di riva;
- consolidamento del corpo intermedio di spiaggia con apporto di inerti per correzione granulometrica.

Per ciascuna spiaggia, ciò si traduce nei seguenti lavori:

17 - LITORALE DELLA NATTA

Il progetto di intervento sul litorale della Natta è l’oggetto delle Tavole seguenti:

N°13: Planimetria di progetto del litorale della Natta e della spiaggia dei Piani di Celle (1:1.000)
N°17: Sezioni di progetto della spiaggia della Natta e volume di ripascimento (1:500)
N°20: Prolungamento e rifiorimento dei moli della Natta, del Bufò e Crocetta (1:200)
N°21: Isole e pennelli soffolti (1:500)

Dalla Planimetria Tavola 13 è visibile che l’intervento consiste nell’operazione principale di un ripascimento atto a stabilire una nuova spiaggia in questo sito che ne è privo, con il versamento di 61.877 mc di inerti (vedi Fascicolo 7, “Riepilogo dei materiali”), ripascimento integrato da due opere fisse, il prolungamento di 15 metri dell’attuale molo di estremità Est (spalla di sottoflutto) ed un’”isola” stabilizzatrice situata nella zona Ovest della nuova spiaggia, di ausilio a mantenere la posizione della linea di riva nella zona tradizionalmente più esposta a fenomeni di arretramento, cioè nella “coda” sopraflutto della spiaggia.
La spiaggia ha profondità variabili per la presenza della vecchia scogliera ferroviaria che ha spessori variabili e per l’andamento planimetrico irregolare del retrostante ex muro ferroviario.
La profondità di spiaggia minima è di 18 metri, quella massima di 35 metri, al retro dell’”isola”.
Una granulometria che dovrebbe adattarsi alla particolarità del sito potrebbe allocarsi nell’ambito delle ghiaie molto fini (granuli) (dimensioni in mm 4÷2) e delle ghiaie fini (8÷4) della scala di Wentworth.
Le sezioni di spiaggia sono tracciate sulla Tavola 17: la spiaggia è stata progettata con pendenza della zona emersa dell’11% e della scarpata sommersa del 14%, con la quota della radice di spiaggia a +2,80 m s.l.m.m.

Sulla stessa tavola sono stati effettuati i computi metrici con il metodo delle sezioni ragguagliate.

Il Molo della Natta, visibile alla Tavola 20, è stato rilevato con l'uso di drone ed è risultato in discrete condizioni, con qualche modesto danneggiamento in testata, per cui è stata prevista una modesta quantità di massi per il rifiorimento delle fiancate (500 tonn), mentre la riparazione della testata verrà assorbita nel lavoro di prolungamento del Molo stesso.
La profondità di progetto del piede della nuova scogliera è di metri 4,75, contro i 4,30 metri attuali.
I massi da utilizzarsi sono previsti di 3° categoria (70%) e di 2° categoria (30%).
I volumi della scogliera sono stati calcolati con restituzione digitale del modello 3D visibile sulla Tavola di progetto. Il modello è costruito con sagoma leggermente maggiorata rispetto al progetto per tenere conto di eventuali abbassamenti del fondale.

L'"isola" sommersa, visibile alla Tavola 21, ha un diametro in sommità di m.20, è sommersa a quota -0,50 m s.l.m.m.; il volume, e conseguentemente il peso dei massi, è stato calcolato sulla tavola di progetto con lo stesso procedimento sopra descritto per il prolungamento del Molo della Natta.

18 - SPIAGGIA DEI PIANI DI CELLE

Il progetto di intervento sulla spiaggia dei Piani di Celle è l'oggetto delle Tavole seguenti:

N°13: Planimetria di progetto del litorale della Natta e della spiaggia dei Piani di Celle (1:1.000)
N°18: Sezioni di progetto della spiaggia dei Piani di Celle e volume di ripascimento (1:500)
N°20: Prolungamento e rifiorimento dei moli della Natta, del Bufò e Crocetta (1:200)
N°21: Isole e pennelli soffolti (1:500)

Dalla Planimetria Tavola 13 è visibile che l'intervento consiste nell'operazione principale di un ripascimento atto a protendere verso il largo la linea di riva, con conseguente aumento della profondità di spiaggia.
Il versamento previsto è di 64.334 mc di inerti (vedi Fascicolo 7, "Riepilogo dei materiali") ed è integrato da tre opere fisse:
il consolidamento dell'attuale molo "del Bufò" di estremità Est (spalla di sottoflutto) e due "isole" stabilizzatrici, una situata nelle zona terminale Ovest della spiaggia, di ausilio a mantenere la posizione della linea di riva nella zona tradizionalmente più esposta a fenomeni di arretramento, cioè nella "coda" sopraflutto della spiaggia; la seconda nella zona Est a contenere la oscillazione della linea di riva che assume dimensioni vistose, con conseguente azzeramento invernale della spiaggia per gli 80 metri terminali Est.
La spiaggia a ripascimento terminato assumerà una profondità oscillante fra 42 e 47 metri, con un massimo in corrispondenza delle due "isole" che inducono la formazione

di due salienti che portano la profondità di spiaggia, localmente, a raggiungere i 55 metri: l'aumento di profondità di spiaggia è di circa 12 metri.
Le due zone di estremità restano le più critiche, seppur sensibilmente migliorate.
A Levante, infatti, sebbene la profondità di spiaggia sia stata portata da 22 a 35 metri, rimane sempre insufficiente ad impedire all'onda di grande mareggiata di battere il muro ANAS, con conseguente fenomeno di riflessione dell'onda e di zappatura della spiaggia.
Riguardo agli inerti da utilizzarsi per il ripascimento, una granulometria che dovrebbe adattarsi alla particolarità del sito potrebbe allocarsi nell'ambito delle ghiaie molto fini (granuli) (dimensioni in mm 4÷2) e delle ghiaie fini (8÷4 mm) della scala di Wentworth.
Le sezioni di spiaggia sono tracciate sulla Tavola 18: la spiaggia è stata progettata con pendenza della zona emersa dell'11% e della scarpata sommersa del 14%, con la quota della radice di spiaggia a +2,80 m s.l.m.m.
Sulla stessa tavola sono stati effettuati i computi metrici con il metodo delle sezioni ragguagliate.

Il Molo del Bufò, visibile alla Tavola 20, è stato rilevato con l'uso di drone ed è risultato in discrete condizioni per la parte sommersa, ma in pessime condizioni per la parte emersa, con maggiori danneggiamenti in testata, per cui è stata prevista la ricostruzione di una tratta di lunghezza di 54 metri dove sono visibili diversi massi non idonei di forma e dimensione.
Il progetto prevede il salpamento di tutti i massi della tratta fino alla quota del livello medio mare, una successiva selezione dei massi idonei di 3° o 4° cat. che verranno utilizzati nella ricostruzione (stimati nel 60% dei massi esistenti) e contemporanea posa dei massi più piccoli ad intasare i vuoti della scogliera esistente. Il completamento della tratta emersa del molo avverrà con massi naturali di cava di 3° cat..
La pianta di progetto del molo prevede di mantenere le stesse dimensioni esistenti; la quota di sommità è posta a +2,00 m s.l.m.m in continuità con la quota della parte di molo che non viene modificato, e le scarpate sono impostate con pendenza 1/3.
Per la parte sommersa è previsto un rifiorimento (980 tonn), in particolare sulla testata e sulla fiancata di Levante dove si interverrà a ridurre la pendenza.
Il volume e conseguentemente il peso dei massi, è stato calcolato sulla tavola di progetto con lo stesso procedimento sopra descritto per il prolungamento del molo della Natta.
I massi da utilizzarsi sono previsti di 3° categoria.

Le "isole" sommerse, visibili alla Tav.21, hanno un diametro in sommità di m.20, sono sommerse a quota -0,50 m.s.l.m.m.; il volume e conseguentemente il peso dei massi, è stato calcolato sulla tavola di progetto con lo stesso procedimento sopra descritto per il prolungamento del molo della Natta.

La spiaggia dei Piani di Celle è infine interessata da due pennelli semiaffioranti, visibili alla planimetria Tav.13, attestati alla scogliera radente del Lungomare dei Piani, fra la spiaggia ed i Bagni Papaciann'a, che hanno il compito di intercettare e smorzare le onde radenti la scogliera che scorrendo lungo la stessa, verso la spiaggia, sono in grado di danneggiarla notevolmente nella sua estremità Ovest anche nel corso della stagione balneare.

Il progetto dei due pennelli è visibile alla Tav.21.
I massi da utilizzarsi sono previsti di 3° categoria (~70%) e di 2° categoria (~30%).
Le ”isole” sommerse, visibili alla Tavola 21, hanno un diametro in sommità di m.20, sono sommerse a quota -0,50 m s.l.m.m.; il volume, e conseguentemente il peso dei massi, è stato calcolato sulla tavola di progetto con lo stesso procedimento sopra descritto per il prolungamento del Molo della Natta.

19 - SPIAGGIA DEL CENTRO DI CELLE

Il progetto di intervento sulla spiaggia del Centro di Celle è l’oggetto delle Tavole seguenti:

N°14: Planimetria di progetto della spiaggia del Centro (1:1.000)
N°19: Sezioni di progetto della spiaggia del Centro e volumi di ripascimento (1:500)
N°20: Prolungamento e rifiorimento dei moli della Natta, del Bufò e Crocetta (1:200)
N°21: Isole e pennelli soffolti (1:500)

Dalla Planimetria Tavola 14 è visibile che l’intervento consiste nell’operazione principale di un ripascimento atto a protendere verso il largo la linea di riva, con conseguente aumento della profondità di spiaggia.
La posizione di progetto della nuova linea di riva ricalca la posizione del 1973, già raggiunta allora, epoca di massima profondità di spiaggia, a seguito della alimentazione artificiale effettuata tramite la discarica di Cala Cravieu.
Il versamento previsto è di 75.738 mc di inerti (vedi Fascicolo 7, “Riepilogo dei materiali”) ed è integrato da tre opere fisse:
il prolungamento di m.15 dell’attuale molo “Crocetta” di estremità Est (spalla di sottoflutto) e due ”isole” stabilizzatrici, situate nella zona Ovest della spiaggia, di ausilio a mantenere la posizione della linea di riva nella zona tradizionalmente più esposta a fenomeni di arretramento, cioè nella “coda” sopraflutto della spiaggia.
La spiaggia a ripascimento terminato assumerà una profondità di 70 metri, con un massimo in corrispondenza delle due “isole” che inducono la formazione di due salienti.
L’aumento di profondità di spiaggia varia da circa 10 metri all’estremità di Levante, a circa 33 metri nella zona a Ponente del Torrente Ghiare, nell’intorno della Foce del Santa Brigida.
Riguardo agli inerti da utilizzarsi per il ripascimento, una granulometria che dovrebbe adattarsi alla particolarità del sito potrebbe allocarsi nell’ambito delle ghiaie molto fini (granuli) (dimensioni in mm 4÷2) e delle ghiaie fini (8÷4 mm) della scala di Wentworth.
Le sezioni di spiaggia sono tracciate sulla Tavola 19: la spiaggia è stata progettata con pendenza della zona emersa dell’11% e della scarpata sommersa del 14%, con la quota della radice di spiaggia a +2,80 m s.l.m.m.
Sulla stessa tavola sono stati effettuati i computi metrici con il metodo delle sezioni ragguagliate.

Il Molo Crocetta, visibile alla Tavola 20, è stato rilevato con l'uso di drone ed è risultato in discrete condizioni, con maggiori danneggiamenti in testata, per cui è stata prevista una modesta quantità di massi per il rifiorimento della fiancata esterna (Est), mentre la riparazione della testata è assolta dal lavoro di prolungamento del molo.

Le "isole" sommerse, visibili alla Tav.21, hanno un diametro in sommità di m.20, sono sommerse a quota -0,50 m.s.l.m.m.; il volume e conseguentemente il peso dei massi, è stato calcolato sulla tavola di progetto con lo stesso procedimento sopra descritto per il prolungamento del molo della Natta.

I massi da utilizzarsi sono previsti di 3° categoria (~70%) e di 2° categoria (~30%).

Dal Fascicolo 7 riportiamo qui di seguito il riepilogo dei materiali necessari:

20 - RIEPILOGO DEI MATERIALI NECESSARI

DESCRIZIONE CATEGORIE DI LAVORO	QUANTITA' MASSI ACQUISTATI (ton)	QUANTITA' MASSI SALPATI E RIUTILIZZATI (ton)	QUANTITA' INERTI A RIPASCIMENTO (mc)
LITORALE DELLA NATTA			
Prolungamento Molo della Natta	3.154,00		
Isola sommersa "1"	4.931,00		
Ripascimento			61.877,00
Somma il litorale della Natta	**8.085,00**		**61.877,00**
SPIAGGIA DEI PIANI			
Sistemazione del Pennello Bufò	1.900,00	966,00	
Isole sommerse "2" e "3"	6.078,00		
Pennelli sommersi (N°2)	3.254,00		
Ripascimento			64.334,00
Somma la Spiaggia dei Piani	**11.232,00**	**966,00**	**64.334,00**
SPIAGGIA DEL CENTRO			
Prolungamento Molo Crocetta	4.096,00		
Isole sommerse "4" e "5"	4.766,00		
Ripascimento			75.738
Somma la Spiaggia del Centro	**8.862,00**		**75.738**

Tabella 2: riepilogo dei materiali necessari

21 - SUNTO DELLA STIMA DEI LAVORI SUDDIVISA IN TRE STRALCI, AFFERENTI AD OGNUNA DELLE TRE SPIAGGE PROGETTATE

DESCRIZIONE CATEGORIE DI LAVORO	IMPORTO CATEGORIE	%
LITORALE DELLA NATTA		
Prolungamento Molo della Natta	€ 140.235,63	5,25 %
Isola sommersa "1"	€ 200.040,02	7,48 %
Ripascimento	€ 2.251.085,26	84,19 %
Rimaneggiamenti e spianamenti spiaggia	€ 17.298,00	0,65 %
Oneri della sicurezza	€ 65.000,00	2,43 %
Somma il litorale della Natta	**€ 2.673.658,91**	100,00 %
SPIAGGIA DEI PIANI		
Sistemazione del Pennello Bufò	€ 99.902,70	3,33 %
Isole sommerse "2" e "3"	€ 247.502,52	8,26 %
Pennelli sommersi (N°2)	€ 221.307,60	7,38 %
Ripascimento	€ 2.340.470,92	78,08 %
Rimaneggiamenti e spianamenti spiaggia	€ 18.451,20	0,62 %
Oneri della sicurezza	€ 70.000,00	2,34 %
Somma la Spiaggia dei Piani	**€ 2.997.634,94**	100,00 %
SPIAGGIA DEL CENTRO		
Prolungamento Molo Crocetta	€ 177.937,87	5,50 %
Isole sommerse "4" e "5"	€ 202.030,48	6,24 %
Ripascimento	€ 2.755.348,44	85,14 %
Rimaneggiamenti e spianamenti spiaggia	€ 20.757,60	0,64 %
Oneri della sicurezza	€ 80.000,00	2,47 %
Somma la Spiaggia del Centro	**€ 3.236.074,39**	100,00 %
TOTALE LAVORI	**€ 8.907.368,24**	

Tabella 3: sunto della stima dei lavori

22 - QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO RELATIVO AL LITORALE DELLA NATTA

LAVORI

Subtotale lavori (comprensivi di oneri per la sicurezza)	**€ 2.673.658,91**

SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE

I.V.A. 22% sui lavori	€ 588.204,96
Fondo progettazione (Art. 93, c 7-ter, Dlgs 163/06)	€ 32.083,91
Fondo innovazione (Art. 93, c 7-quater, Dlgs 163/06)	€ 6.416,78
Spese tecniche (comprensive di Casse Previdenza 4% ed I.V.A. 22%)	€ 221.585,57
Ispettore di cantiere: mesi 6 x € 4.000 x N°1 ispettore	€ 24.000,00
Prelievi ed analisi inerti	€ 10.000,00
Miglioramento accesso alla spiaggia	€ 100.000,00
Ricerca ordigni bellici	€ 25.000,00
Ricerca archeologica	€ 5.000,00
Imprevisti 7% dei lavori, comprensivi di I.V.A.	€ 228.330,47
Subtotale somme a disposizione dell'Amministrazione	**€ 1.240.621,69**

TOTALE	**€ 3.914.280,60**

Tabella 4: quadro economico dell'intervento relativo al litorale della Natta

23 - QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO RELATIVO ALLA SPIAGGIA DEI PIANI DI CELLE

LAVORI

Subtotale lavori (comprensivi di oneri per la sicurezza)	**€ 2.997.634,94**

SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE

I.V.A. 22% sui lavori	€ 659.479,69
Fondo progettazione (Art. 93, c 7-ter, Dlgs 163/06)	€ 35.971,62
Fondo innovazione (Art. 93, c 7-quater, Dlgs 163/06)	€ 7.194,32
Spese tecniche (comprensive di Casse Previdenza 4% ed I.V.A. 22%)	€ 242.665,71
Ispettore di cantiere: mesi 8 x € 4.000 x N°1 ispettore	€ 32.000,00
Prelievi ed analisi inerti	€ 10.000,00
Miglioramento accesso alla spiaggia	€ 100.000,00
Ricerca ordigni bellici	€ 25.000,00
Ricerca archeologica	€ 5.000,00
Imprevisti 7% dei lavori, comprensivi di I.V.A.	€ 255.998,02
Subtotale somme a disposizione dell'Amministrazione	**€ 1.373.309,36**

TOTALE	**€ 4.370.944,30**

Tabella 5: quadro economico dell'intervento relativo alla spiaggia dei piani di Celle

24 - QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO RELATIVO ALLA SPIAGGIA DEL CENTRO

LAVORI

Subtotale lavori (comprensivi di oneri per la sicurezza)	**€ 3.236.074,39**

SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE

I.V.A. 22% sui lavori	€ 711.936,37
Fondo progettazione (Art. 93, c 7-ter, Dlgs 163/06)	€ 38.832,89
Fondo innovazione (Art. 93, c 7-quater, Dlgs 163/06)	€ 7.766,58
Spese tecniche (comprensive di Casse Previdenza 4% ed I.V.A. 22%)	€ 257.935,70
Ispettore di cantiere: mesi 8 x € 4.000 x N°1 ispettore	€ 32.000,00
Prelievi ed analisi inerti	€ 10.000,00
Miglioramento accesso alla spiaggia	€ 100.000,00
Ricerca ordigni bellici	€ 25.000,00
Ricerca archeologica	€ 5.000,00
Imprevisti 7% dei lavori, comprensivi di I.V.A.	€ 276.360,75
Subtotale somme a disposizione dell'Amministrazione	**€ 1.464.832,29**

TOTALE	**€ 4.700.906,68**

Tabella 6: quadro economico dell'intervento relativo alla spiaggia del Centro