COMUNE DI GENOVA

aster
AZIENDA SERVIZI TERRITORIALI COMUNE DI GENOVA

UFFICIO PROGETTAZIONE A.S.TER

TITOLO: **PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER L'AMPLIAMENTO E LA REALIZZAZIONE DI NUOVE SPIAGGE TRA IL CONFINE OCCIDENTALE DI GENOVA E CAPO CREVARI**

LIVELLO DI PROGETTAZIONE: **PROGETTO DEFINITIVO**

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	Ott. 2003	PRIMA EMISSIONE	Ing. S. Giordano	Ing. P. Bellingeri	Arch. A. Airenti

Allegato alla nota n. 8501 del 13 FEB. 2004

AMMINISTRAZIONE PROPONENTE:
COMUNE DI GENOVA

Il Dirigente dell'Ufficio

OGGETTO:

RELAZIONE PER PROCEDURA DI SCREENING

R 11

SCALA: -

RESP. UNICO DI PROCEDIMENTO:
Ing. Stefano Pinasco

RESP. UFFICIO PROGETTAZIONE:
Arch. Annamaria Airenti

COORDINATORE PROGETTO:
Ing. Paolo Bellingeri

GRUPPO DI PROGETTO:
Ing. P. Bellingeri
Ing. G. Berriolo
Ing. P. Bocca
Ing. S. Giordano

COLLABORATORI:
Tec. Cad. Gigliola Genta
Ing. R. Pioli

CONSULENZA GEOLOGICA:
Dott. Geol. G. Andreola

REDAZIONE MODELLO MATEMATICO E FISICO
Prof. P. Aminti - Università Firenze

STUDI SEDIMENTOLOGICI E GRANULOMETRICI
Prof. Fierro-Dott. Ferrari -DIPTERIS

RILIEVO BATIMETRICO
Nuova Idrocart

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Ing. R. Burlando

NOME FILE:	NOME LAYOUT:	FILE STAMPA:
EC46-DEF-Rel Screening.doc	-	EC46. ctb

CODICE COMMESSA	DOC.N.	SCALA DI STAMPA	FORMATO	FOGLIO
0 0 E C 0 4 6	D C R 1 1	-	-	FOGLIO - DI -

aster
AZIENDA SERVIZI TERRITORIALI DEL COMUNE DI GENOVA

Via XX Settembre, 15
16121 Genova
Tel. 010 98101
Fax: 010 9810301

Fax Impianti: 010 9810304
Fax Strade: 010 9810306
C.F. e P.I. 03825030103
C.C.I.A.A. di Ge 45558/1999

Indirizzi e-mail:
direzione@astergenova.it
info@astergenova.it

INDICE:

PREMESSA **2**

1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO **3**

1.1. Inquadramento territoriale 3
1.2. Localizzazione e descrizione del tratto di intervento 4
1.3. Piano Territoriale della Costa, P.U.C., Piano di Bacino. 5
1.4. Tutela di beni culturali, ambientali e paesaggistici - Vincoli 7

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO **7**

3. QUADRO AMBIENTALE **9**

4. MATERIALE DI RIPASCIMENTO E FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO **13**

ALLEGATI **14**

PREMESSA

Con D.G.R. n. 1493/2001 è stato approvato il Protocollo d'Intesa fra la Regione Liguria ed il Comune di Genova per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova Capo Crevari, in cui si conviene che vengano sviluppate la Progettazione Definitiva dell'intero tratto ed Esecutiva del 1° stralcio (dallo Scoglio Nave a Punta Bonetti), seguendo le linee guida del Progetto Preliminare, affidato all'Ing. Giorgio Berriolo con Delibera n. 2668/1998 ed approvato in data 31/10/02.

Con Scrittura Privata in data 01.04.2003, approvata con Deliberazione della Giunta Comunale 00508/2003 del 22.05.2003, il Comune di Genova ha affidato ad A.S.Ter. (Azienda dei Servizi Territoriali del Comune di Genova) l'incarico di redigere le indagini e la progettazione in oggetto.

A.S.Ter ha affidato un incarico di supervisione e consulenza all'Ing. Giorgio Berriolo, progettista della fase preliminare, per la redazione della progettazione definitiva nel suo complesso ed esecutiva limitatamente al primo stralcio.

A.S.Ter ha inoltre affidato al Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli studi di Firenze l'incarico per la redazione di un Modello Numerico della dinamica evolutiva delle spiagge di Vesima e degli effetti indotti dalle opere di protezione della Costa e lo studio su Modello Fisico in canale dell'evoluzione del profilo di spiaggia nella situazione attuale ed in presenza delle opere di difesa previste.

A.S.Ter ha affidato un incarico al Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse dell'Università degli Studi di Genova (DIPTERIS) per la redazione di uno Studio Sedimentologico del litorale tra il confine occidentale del Comune di Genova e Capo Crevari e delle analisi granulometriche sui relativi campioni, prelevati in fase di rilievo batimetrico.

Infine A.S.Ter ha affidato un incarico al Dott. Alessandro Attolini, Naturalista, per la redazione di uno studio sugli aspetti a carattere ecologico relativamente alla Progettazione in oggetto.

Ai sensi della L.R. n. 38 del 30/12/1998, allegato 3, lettera 10j) il progetto, in quanto rientrante nella categoria "Opere Costiere destinate a combattere

l'erosione e lavori marittimi volti a modificare la costa mediante la costruzione, per esempio, di dighe, moli, gettate e altri lavori di difesa dal mare, esclusa la manutenzione e la ricostruzione di tali opere, recupero di terre dal mare", è sottoposto alla procedura di "screening" in oggetto.

La presente relazione è integrata nei contenuti dai seguenti allegati:

allegato n.1 – Estratti cartografici

allegato n.2 – Simulazioni fotografiche n. 1,2,3 – Tec. Cad. Gigliola Genta.

allegato n.3 – Relazione Tecnico-Specialistica di Idraulica Marittima e Costiera e di calcolo delle strutture – Ing. G. Berriolo.

allegato n.4 – Relazione Aspetti di carattere Ecologico – Dott. A. Attolini.

allegato n.5 – Relazione fonti di approvvigionamento del materiale di ripascimento - DIPTERIS.

Si precisa che gli allegati n. 3, 4, 5 costituiscono parte della documentazione della Progettazione Definitiva (vd. Elenco Elaborati, R00). Si è preferito ricorrere anche alla ripetizione di concetti già riportati (in particolare per ciò che concerne l'inquadramento generale dell'area di intervento e l'impatto ambientale) e riportare i suddetti documenti anche come allegati alla presente, per consentire una consultazione unitaria della documentazione concernente la fase di screening.

L'obiettivo della presente è rendere espliciti gli effetti delle opere previste nel progetto sull'ambiente, facendo riferimento ai contenuti indicati nell'allegato 5 della Legge Regionale suddetta.

L'esame complessivo del progetto per la realizzazione e l'ampliamento di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari ha permesso di evidenziare i possibili impatti ambientali sull'ambiente marino e costiero antistante.

1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO

1.1. Inquadramento territoriale

L'area di intervento è localizzata all'estremo ponente del Comune di Genova, e costituisce un tratto di costa scarsamente insediato tra il porto e l'abitato di Genova Voltri e il Comune di Arenzano.

Si tratta di un'area che svolge quindi un' importante funzione ricreativa per la cittadinanza genovese, in particolare del ponente, che qui ritrova un ambiente naturale e la possibilità di una gradevole balneazione.

La zona è inoltre dotata di ottima accessibilità, in quanto sottostante la Via Aurelia, recentemente allargata, con zone di parcheggio ed un ampio marciapiede, che svolge funzione di percorso pedonale protetto tra il Mulino di Crevari e Arenzano.

La zona è inoltre servita, nei mesi estivi, dalla linea ferroviaria, con la Stazione di Vesima.

All'estremo ponente del tratto di costa considerato vi è anche un campeggio ed alcuni stabilimenti balneari, tra cui quello del Comune di Genova.

Nelle attuali condizioni, tuttavia, l'area non è pienamente fruibile, in quanto la dimensione delle spiagge, soprattutto nel lato più orientale, si è molto ridotta rispetto al passato.

L'intervento proposto ha pertanto l'obiettivo, condiviso dalla Regione Liguria e dal Comune di Genova, di incrementare le potenzialità ricettive delle spiagge esistenti, attraverso interventi di costruzione di strutture fisse (pennelli e secche) e consistenti ripascimenti.

Gli estratti cartografici, che consentono l'individuazione e la definizione dell'intera area di intervento, con riferimento allo stato attuale e relativamente agli aspetti di interesse e secondo gli strumenti normativi in vigore, sono raccolti in ALLEGATO 1.

1.2. Localizzazione e descrizione del tratto di intervento

Il tratto di interesse è compreso tra il comune di Arenzano e lo Scoglio Nave, per uno sviluppo totale di circa 1800 ml.

Si tratta di una costa alta, molto povera di sedimenti già in linea naturale e privata negli ultimi decenni anche della scarsa alimentazione proveniente da Ponente a causa delle opere marittime costruite ad Arenzano (ultimo il pennello del Pizzo).

Nel tratto in oggetto, il litorale si articola in un grande arco, caratterizzato da piccoli salienti, fino a Capo Crevari, la cui ultima propaggine è lo Scoglio Nave.

Procedendo da Ovest verso Est in località Lupara, immediatamente a levante dello sbocco dell'omonimo rio, è presente un tratto di scogliera con ghiaia su un

fronte di circa 150 m, seguito da un arco di spiaggia ghiaiosa e poco profonda appoggiata ad un promontorio roccioso. Nel tratto successivo la spiaggia è stretta e ghiaiosa. Segue un tozzo saliente eroso dal mare su un fronte di circa 100 ml. Quindi si apre una piccola insenatura compresa tra il saliente descritto ed uno successivo ormai coperto dalla scogliera a protezione della Via Aurelia.

Oltre, si articola un fronte di spiaggia per uno sviluppo di circa 350 ml.

Il saliente a levante (Punta Bonetti) termina con un piccolo pennello artificiale.

Oltre, nella parte centrale, si estende un'ampia secca sommersa, costituita da affioramenti rocciosi dal fondale sabbioso e ghiaioso. Segue un'ultima piccola spiaggia su un fronte di circa 200 m, appoggiata allo Scoglio Nave.

In particolare, in allegato n.3 viene riportata una descrizione dettagliata dell'evoluzione del tratto di costa in oggetto.

1.3. Piano Territoriale della Costa, P.U.C., Piano di Bacino.

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Costa è stato approvato con D.C.R. nr. 64 del 19.12.2000, ai sensi dell'art. 4 della legge regionale n. 39 del 22 agosto 1984 e dell'articolo 76 della legge regionale n. 36 del 4 settembre 1997.

Nel fascicolo 2.2.1. "Indicazioni progettuali del Piano" il litorale di Vesima viene individuato come idoneo per lo sviluppo di un progetto pilota di ricostituzione e ampliamento delle residue spiagge esistenti, da collegarsi, in relazione alle caratteristiche di elevato pregio paesaggistico ambientale della zona e ai fenomeni di degrado e abbandono a cui è soggetta, con una più vasta azione di riqualificazione e valorizzazione dell'intera costa interessata.

Nel fascicolo 4.3 viene evidenziato che il regime normativo attribuito dal PTCP alla zona in oggetto "IS-MA", compresa la fascia più direttamente prospiciente il mare, è idoneo a consentire la realizzazione di quegli interventi di valorizzazione per il tempo libero, la fruizione del mare e il miglioramento degli elementi di arredo e organizzazione del paesaggio.

Il litorale compreso tra Arenzano e lo scoglio Nave è alimentato naturalmente, oltre che dall'insignificante prodotto della erosione costiera, dai bacini di rio Martino, Cantarena, rio Vesima e minori, per complessivi 38 kmq circa, costituiti quasi esclusivamente, da calcescisti prasiniti.

In particolare i bacini dei suddetti rivi (Rio Lupara, Rio Chiesa, Rio Casello, Rio Martino, Rio Agugia, Rio Vesima) sono regimati dal **Piano di Bacino dell'ambito 12 e 13**, approvato con DCP n. 65 del 12/12/2002.

Dal punto di vista geolitologico la zona appartiene al "Gruppo di Voltri" ed è costituita prevalentemente da pietre verdi del tipo metagabbro, calcescisti e serpentiniti.

Nel suddetto piano viene sottolineato che nell'area non sono attualmente presenti cave attive; le aree di cava abbandonate sono invece sparse sul territorio circostante sia sulle litologie calcareo-dolomitiche sia, prevalentemente, su quelle ofiolitiche.

La cava di maggiori dimensioni è rappresentata dalla cava in serpentiniti della Lupara sita in sponda destra del Rio Lupara.

Altre cave di dimensioni minori sono situate nella zona appena a valle della cava Lupara, tre nella fascia dolomitica a Nord della Pineta ed una nei pressi del Carbo del Pizzo.

Secondo le indicazioni del **P.U.C.**, approvato con D.P.G.R. n°44 del 10/03/2000, il tratto di litorale in interesse ricade nella *ZONA FB*, che rappresenta la sottozona coincidente con la linea costiera che comprende spiagge e scogliere interessate alla fruizione pubblica per il tempo libero.

La funzione caratterizzante è infatti quella delle attrezzature balneari, dei servizi pubblici per il tempo libero, la balneazione e per la nautica minore.

Sono inoltre ammesse le seguenti funzioni: rimessaggio di imbarcazioni e di attrezzature per la nautica, servizi pubblici, viabilità pedonale, ciclabile e secondaria, locali di pubblico spettacolo funzionalmente connessi al servizio principale, pubblici esercizi e singoli esercizi di vicinato di generi strettamente connessi. I parcheggi pubblici devono essere eventualmente reperiti in limitrofe zone a servizio. In particolare la zona in oggetto ricade nel regime normativo CE (conservazione); tale regime si applica ai tratti costieri di elevato valore paesaggistico per integrità, rappresentatività e leggibilità degli elementi naturali antropici. Le opere e gli interventi ammessi sono subordinati alla tutela storico-ambientale, alla protezione e salvaguardia dei caratteri geomorfologici, vegetazionale, panoramici, dei nuclei costieri tradizionali, dei complessi e edifici di interesse storico-artistico, dei parchi e giardini.

Si sottolinea che la sottozona FB prevede la sistemazione superficiale delle aree per realizzare il ripascimento degli arenili, la riqualificazione delle opere di difesa della costa.

L'esame degli strumenti di pianificazione vigenti mostra quindi la compatibilità del Progetto oggetto d'interesse con i regimi normativi vigenti.

1.4. Tutela di beni culturali, ambientali e paesaggistici - Vincoli

Beni culturali ed ambientali

Il tratto di litorale d'interesse è da considerarsi bene ambientale sottoposto a tutela ai sensi dell'art. 139 comma 1) del D. Lgs. 490/1999 (Titolo II) lettera c) e d), in quanto area di notevole interesse pubblico (bellezza d'insieme) denominata "Via Aurelia percorso compreso nel territorio del Comune di Genova".

Interesse paesaggistico

La zona oggetto d'interesse è inoltre sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 146, D.Lgs. 490/1999, Titolo II, per cui sono sottoposti a vincolo "i territori costieri compresi in una fascia di 300 metri dalla linea di battigia, anche per terreni elevati sul mare".

L'intervento interessa territori ed aree tutelate ai sensi della legge 490/99 (art. 146 Titolo II): è necessario sottoporre il progetto al parere della Commissione Edilizia Integrata, ai sensi dell'art. 3 del R.E.C., per il rilascio di nulla osta ambientale.

Impatto Ambientale

In relazione all'impatto Ambientale si rimanda a quanto specificato in premessa, precisando che l'area oggetto d'interesse risulta "area non sensibile", come riportato in allegato 4.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto, secondo quanto previsto dal Piano Territoriale di Coordinamento della Costa, si propone di stabilire sul litorale una successione di spiagge decisamente potenziate rispetto alle attuali, ma soggette ad un regime sostanzialmente aderente a quello naturale.

In particolare si ritiene indispensabile che le nuove spiagge siano completamente aperte all'azione rigenerante del moto ondoso. Ciò non solo per

aderenza ai già richiamati indirizzi del P.T.C., ma anche per assicurare alle acque antistanti, poste ai margini di una grande zona industriale e portuale, con gli inevitabili inconvenienti di ordine igienico, un ricambio idrico del tutto naturale.

Le tipologie d'intervento e la funzionalità delle suddette opere sono illustrate dettagliatamente nella relazione specialistica, allegato n.3, e negli elaborati grafici progettuali (D01-D09).

Per poter stabilire sul litorale una successione di spiagge potenziate rispetto alle attuali, ma senza effetto impattante sull'ambiente, si procede secondo i seguenti punti:

A. Saldatura alla costa dello Scoglio Nave, che si prevede incorporato nel "pennello" realizzato in massi naturali, che si spinga fino al fondale attuale di circa 10 m.
B. Realizzazione del setto sommerso che raggiunga i -15 m di profondità, a completamento del pennello suddetto, attraverso l'utilizzo di elementi prefabbricati in c.a. "a T rovesciata", fondati sul fondale.
C. Realizzazione di una nuova secca posizionata in corrispondenza dell'attuale secca sommersa, in zona Falconara.
D. Realizzazione della nuova secca in corrispondenza di Punta Bonetti.
E. Realizzazione della nuova secca in corrispondenza dello Scoglio dell'Aguglia.
F. Realizzazione dei piccoli pennelli agli estremi di levante e di ponente della Spiaggia Lupara.
G. Realizzazione di un fronte di alimentazione sul lato ovest rispetto alla foce del Rio Lupara, delimitato a levante da un piccolo pennello avente funzione di filtro.
H. Versamento di materiale di ripascimento, con caratteristiche rispondenti ai requisiti richiesti dalla normativa attualmente vigente, con caratteristiche dedotte dai risultati degli studi su modello fisico, matematico e sedimentologico, tenendo conto delle attuali caratteristiche della spiaggia.

La costruzione delle opere di protezione costiera ha lo scopo di rallentare il flusso litoraneo verso levante e gli alti fondali, di stabilizzare l'innalzamento dei fondali ottenuto con l'apporto di nuovi materiali e di stabilizzare la spiaggia costruita con i versamenti di materiale.

In riferimento alla lettera H), tenuto conto della difficoltà nel reperimento di materiale da ripascimento e di posa dello stesso, l'articolazione delle spiagge e delle opere di appoggio, dovrà essere tale da limitare al massimo (dopo la costituzione iniziale degli arenili) la necessità di ripascimento.

In sostanza si dovrà fare in modo che il volume necessario, oltre gli ormai limitatissimi apporti naturali, sia, ad avviamento concluso, dello stesso ordine di grandezza rispetto a quello che originariamente proveniva da ponente, ossia molto limitato.

In particolare si prevede di versare sul tratto di costa (1800 ml ca.) un volume totale di circa 230.000 mc di materiali sciolti stabili all'azione del moto ondoso, secondo le modalità descritte in allegato 3 e allegato 4, par.3.5 e 4.2.

Il tipo di spiaggia che s'intende realizzare risulta un misto di ghiaia e sabbia.

3. QUADRO AMBIENTALE

Per maggiore chiarezza si ripete quanto già detto nella relazione descrittiva relativamente all'impatto ambientale.

Nel tratto considerato, la Via Aurelia ha subito un pesante intervento di adeguamento, effettuato da ANAS negli anni ottanta, che ne ha radicalmente modificato le caratteristiche geometriche ed il rapporto con il paesaggio circostante.

Mentre il percorso storico dell'Aurelia costeggiava il mare, seguendo il naturale susseguirsi di piccoli promontori ed insenature, oggi il tracciato risulta rettilineo, a seguito degli interventi di modifica operati sulla viabilità principale.

Inoltre si rileva che:

i muri di sostegno sono in calcestruzzo, a tratti a vista e rivestiti in pietrame;

la ringhiera di protezione lato mare è costituita da uno scatolare di alluminio, mentre tra la corsia ed il marciapiede lato mare vi è un guard-rail in acciaio zincato che protegge il percorso pedonale;

il marciapiede lato mare è in parte realizzato con una soletta in cls a sbalzo rispetto al muro di contenimento;

la galleria artificiale in corrispondenza dello scoglio dell'Aguglia presenta pilastrini e soletta in cls a vista.

Inoltre la scogliera artificiale realizzata a protezione del tracciato viario ha un impatto pesante, sia dal punto di vista dell'influenza sul moto ondoso (v. allegato n.3), sia dal punto di vista paesistico.

Il progetto prevede interventi di mitigazione di tale impatto, in quanto la scogliera verrà in parte rimodellata, abbassandone la quota, mentre, in seguito alle opere di ripascimento nella fase finale dell'intervento, la scogliera risulterà quasi interamente ricoperta dalla spiaggia.

Inoltre il progetto prevede, come già precedentemente illustrato nel precedente paragrafo per punti, la creazione di alcune opere strutturali in massi, localizzate nei punti in cui già esistono scogli e secche naturali, in particolare tali opere consistono:

1) nel pennello in massi naturali che si radica alla scogliera esistente in corrispondenza dello Scoglio Nave, a quota 2,0 m. sul l.m.m. e degrada poi verso mare, rasentando lo Scoglio Nave a ponente, fino alla quota 0,5 m. sul l.m.m., per una lunghezza complessiva emersa di circa 95 m. Considerando che la linea di costa nella fase finale dovrebbe raggiungere la radice dello Scoglio Nave, la lunghezza del pennello finale risultante dalla linea di costa sarà di circa 55 m (v. simulazione fotografica n° 1, allegato n.2).

   Il pennello avrà una sezione trapezoidale, con la sommità della larghezza di circa 6 m, per consentire il transito di mezzi per la realizzazione e la successiva manutenzione dell'opera.
2) nelle tre secche posizionate in corrispondenza di scogli naturali già presenti, in corrispondenza dei promontori di Falconara, Punta Bonetti e Scoglio dell'Aguglia. Le secche sono a pelo d'acqua e pertanto hanno un impatto visivo modesto (v. simulazione fotografica n° 2, allegato n.2).
3) nei due corti pennelli in massi naturali, in Località Lupara:
   - il Pennello Lupara di Levante della lunghezza di 20 m sul l.m.m. e quota variabile da 2,0 m. sul l.m.m. alla radice e 1,0 m. sul l.m.m. alla testata
   - il Pennello Lupara di Ponente, della lunghezza di 29 m sul l.m.m. e quota variabile da 2,0 m sul l.m.m. alla radice e 1,0 m sul l.m.m. alla testata.

Tutte le opere saranno realizzate in massi di colore scuro come gli scogli esistenti e litologia compatibile con quella presente.
Il ripascimento successivo alla realizzazione delle strutture fisse, in materiale di pezzatura e colore come quello delle spiagge esistenti, andrà a ricostituire tre insenature, quella di Falconara, quella di Punta Bonetti e quella di Vesima, con un incremento medio del limite di battigia di circa 20 m (v. simulazione fotografica n° 3, allegato n.2).

Nel complesso, pertanto, le opere previste, ricadenti in un ambito già compromesso dal punto di vista paesistico, dovrebbero comportare un miglioramento della fruibilità della zona e nello stesso tempo mitigare alcuni aspetti negativi legati ad interventi attuati nel passato (eliminazione scogliere ANAS).
Circa le dimensioni volumetriche delle opere a progetto si ha:

- pennello Scoglio Nave: volume V=22.500 mc ca.
- pennello Lupara Levante: volume V= 255 mc ca.
- pennello Lupara Ponente: volume V= 368 mc ca.
- materiale di ripascimento: volume V=230.000 mc
- secca n. 1: volume V= 18.000 mc ca.
- secca n. 2: volume V= 18.000 mc ca.

La secca n. 3 risulta di dimensioni ridotte del 25% ca. rispetto alle secche n. 1 e 2, in virtù delle minori profondità su cui si posa.

L'impiego dei massi di cava consente di limitare l'effetto impattante e consente si rispettare il valore del paesaggio in cui le opere s'inseriscono.

Negli elaborati grafici (D01-D09) sono riportate le categorie di massi previste per i diversi strati costituenti le opere.

L'utilizzo di calcestruzzo, infatti, è previsto solo per la realizzazione dei setti sommersi.

Peraltro la scelta di utilizzare elementi di calcestruzzo per la costruzione dei setti sommersi consente la consistente riduzione di materiale di apporto.

In corso d'opera si riscontreranno gli inevitabili disagi dovuti alla situazione contingente, relativamente alla qualità dell'aria per l'aumento della presenza di polveri, ed anche sulle spiagge verranno realizzate le piste per il movimento degli autocarri, ma questo sarà limitato al periodo di durata dei lavori, sia in fase di costruzione che di manutenzione, e sarà invece assolutamente privo di significato nella gestione ordinaria della spiaggia.
In ogni caso questi lavori saranno eseguiti in periodi tali da non interferire con le attività turistiche, in modo da consentire la completa fruizione delle spiagge.
A lavori ultimati, la spiaggia riprenderà il suo aspetto naturale.

Essendo ingente la quantità di materiale che verrà versato lungo la costa, la scelta di procedere per stralci e per tempi lunghi di intervento, risulta positiva al fine di ridurre l'incidenza sull' ambiente.
Inoltre la scelta di materiali piuttosto grossolani e compatibili con l'arenile ricevente ridurrebbe notevolmente l'intorbidimento delle acque marine.
A ciò si aggiunge la constatazione che la chiazza di Posidonia Oceanica viva si trova ad una distanza di qualche centinaio di metri lineari (300 ml c.a.) dalla nuova linea di riva e dalla linea di intersezione della spiaggia sommersa con il fondo.

A questo proposito si sottolinea l'importanza di effettuare un "balisage" dei limiti superiori ed inferiori della macchia di Posidonia oceanica viva per determinarne precisamente la forma, l'estensione e la posizione geografica georeferenziata, per poterne studiare l'evoluzione dopo ogni singolo versamento in mare.

Per l'analisi e le previsioni relative all'ambiente costiero ed alla biocenosi marina si rimanda all'allegato n. 4 par. 3.6-3.7-3.8-3.9-5, in cui vengono riportate anche indicazioni utili per ridurre al minimo gli effetti d'impatto: si sottolinea l'importanza di un costante monitoraggio dell'ambiente in cui si va ad operare.

Si precisa che la zona risente già parzialmente degli effetti del Porto Turistico di Arenzano e del Porto industriale di Voltri, entrambi fonti di inquinamento ed idrocarburi.

4. MATERIALE DI RIPASCIMENTO E FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO

Il versamento di materiale di ripascimento (stimato complessivamente pari a circa 230.000 mc per tutto il tratto di litorale, secondo i criteri descritti in allegato n. 3, par. 7C, nello studio sedimentologico e nell'allegato n. 4), prevede l'utilizzo di materiale con caratteristiche rispondenti ai requisiti richiesti dalla normativa di riferimento (con una percentuale di pelite <5%), e dedotte dai risultati degli studi su modello fisico, matematico e sedimentologico, tenendo conto delle attuali caratteristiche della spiaggia.

Si sottolinea che al fine di reperire materiale idoneo, secondo le caratteristiche indicate nelle normative di riferimento, è stata intrapresa un'indagine presso alcune cave nel Comune e nella Provincia di Genova, di Savona e del basso Piemonte; l'indagine ha messo in evidenza le difficoltà di disponibilità del materiale richiesto, in relazione all'incertezza sui tempi di realizzazione delle opere; in sede di Progettazione Esecutiva saranno accertate la provenienza, i tempi di approvvigionamento e le caratteristiche del materiale utilizzato (con percentuali di fine sufficientemente basse, nel rispetto delle normativa al momento vigente) ed anche una descrizione del percorso effettuato dagli autocarri per il trasporto del materiale, cercando di ridurre al minimo il traffico sull'Aurelia, sfruttando il più possibile, la linea autostradale (ovviamente a seconda della località di provenienza del materiale).

I contatti informali presi con la Provincia di Genova hanno prospettato la possibilità di utilizzare il materiale proveniente da disalvei, sgombri dei corsi, anche in quantità considerevoli (100.000 metri cubi ca.), previa verifica della qualità di tale materiale (relativamente alle caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche), prestando particolare attenzione alla percentuale di fine (d<0.0625mm); ciò consentirebbe un considerevole vantaggio dal punto di vista degli oneri economici.

In particolare nell'allegato 5 sono state prese in considerazione le analisi realizzate dall'ARPAL relativamente al Torrente Polcevera, Leira e Cerusa; è in corso la verifica circa la possibilità di reperire parte del materiale dal Torrente Varenna.

In ogni caso, per il materiale utilizzato verranno fornite tutte le informazioni relative alle zone di prelievo e ai punti di campionamento, facendo riferimento ai protocolli di analisi utilizzati da ARPAL.

In sostanza si dovrà fare in modo che il volume necessario, oltre gli ormai limitatissimi apporti naturali, sia, ad avviamento concluso, dello stesso ordine di grandezza rispetto a quello che originalmente proveniva da ponente ossia molto limitato.

In riferimento alle "Norme Tecniche per la Procedura di Verifica/Screening" richiamati nell'articolo 4 si precisa che sono stati trattati i punti inerenti la Progettazione oggetto di studio, quelli non trattati sono stati ritenuti ininfluenti.

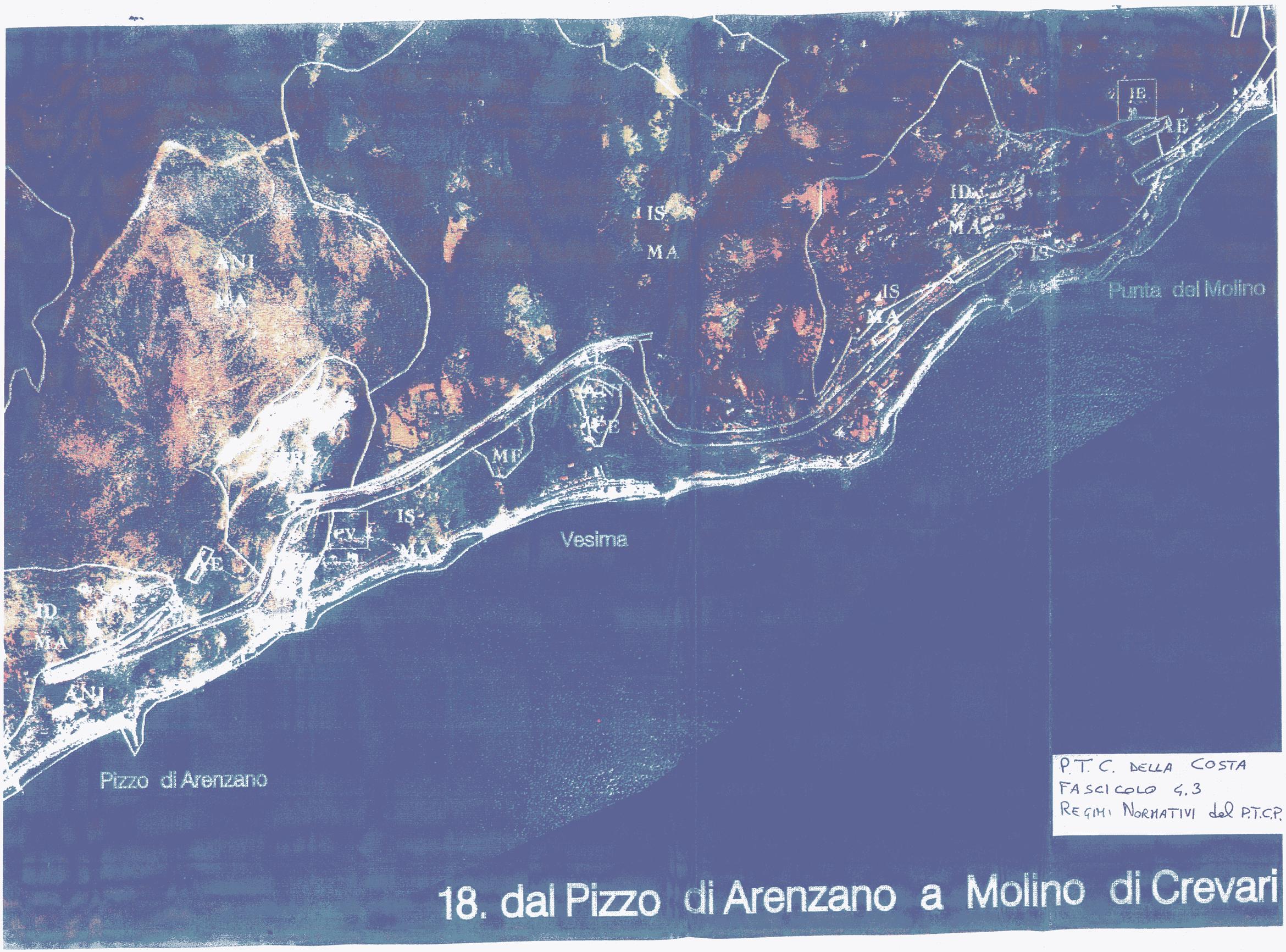
Si riportano di seguito gli allegati integrativi ed esaustivi dei punti considerati nei precedenti paragrafi, costituiti da:

ALLEGATI

allegato n.1 – Estratti cartografici
allegato n.2 – Simulazioni fotografiche n. 1,2,3 – Tec. Cad. Gigliola Genta.
allegato n.3 – Relazione Tecnico-Specialistica di Idraulica Marittima e Costiera e di calcolo delle strutture – Ing. G. Berriolo.
allegato n.4 – Relazione Aspetti di carattere ambientale – Dott. A. Attolini.
allegato n.5 – Relazione fonti di approvvigionamento DIPTERIS.

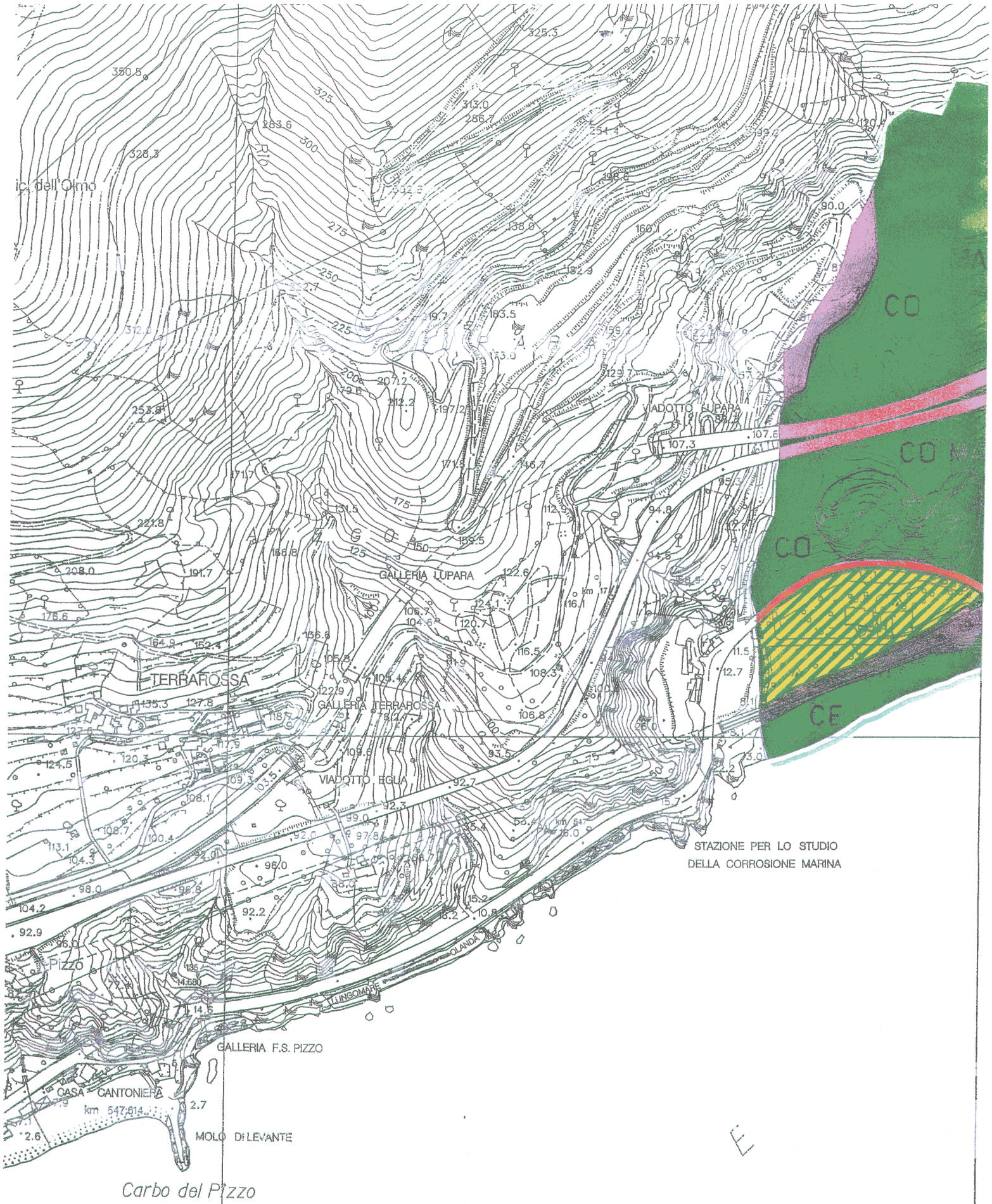
IL TECNICO
Ing. S. Giordano

ALLEGATO 1



P.T.C. DELLA COSTA
FASCICOLO 4.3
REGIMI NORMATIVI del P.T.C.P.

18. dal Pizzo di Arenzano a Molino di Crevari



P.U.C.
FOGLIO N. 32-33
(SCALA 1:5000)

1 476 728

477

477 000

8 ^ 43'00"

477 500

8 ^ 43'30"

8 ^ 44'00"

4 919 030

44 ^ 25'00"

Rio Lupara

MA

PALAZZETT

Scoglio Nave

MAGAZZINO ANAS Km 545.110

Scoglio dell'Agugia

L I G U

A R E

LEGENDA

Tessuto Storico

AS

AC

AV

AE

Tessuto Urbano

BA

BB

BBu

BBp

BBc

BC

BCs

BE

Produttivo

DD

DT

DTc

DM

DMf

Produttivo

DU

DUa

Ricettivo

RH

RHa

RC

RCe

Tessuto Agricolo

EE

EM

EB

EP

Servizi

FF

FFa

FFc (CM)

FP

FPa

FPf

FU

Servizi

FUa

FUe

FB

Rete Idrografica

H

Hh

Hd

Hr

Infrastrutture

XV

XVm

XA

XF

XTm

XTt

XTf

XVp

Impianti Tecnologici

T

Td

Tdb

Tf

Aree di rispetto e di salvaguardia

W

We

Distretti e Ambiti

64 — Dst / Dst agg / Dst Log

Confine settore di Dst agg e Dst Log contigui

72 — AmbU / AmbA

Confine di settore di AmbU o AmbA, o confine di sub settore di Dst agg o Dst Log

Aree con progetti già approvati

M.S.V.
G.S.V.

15-AI10 — Aree disciplinate dal P.T.C. I.P. A.C.L.

Zone Speciali

12 — Zone soggette a norme speciali

Zone di Recupero

R — Recupero

Ambiti Normativi

CE — Conservazione

MA — Mantenimento

CO — Consolidamento

MO — Modificabilita'

Limiti

Centro abitato

Circoscrizione

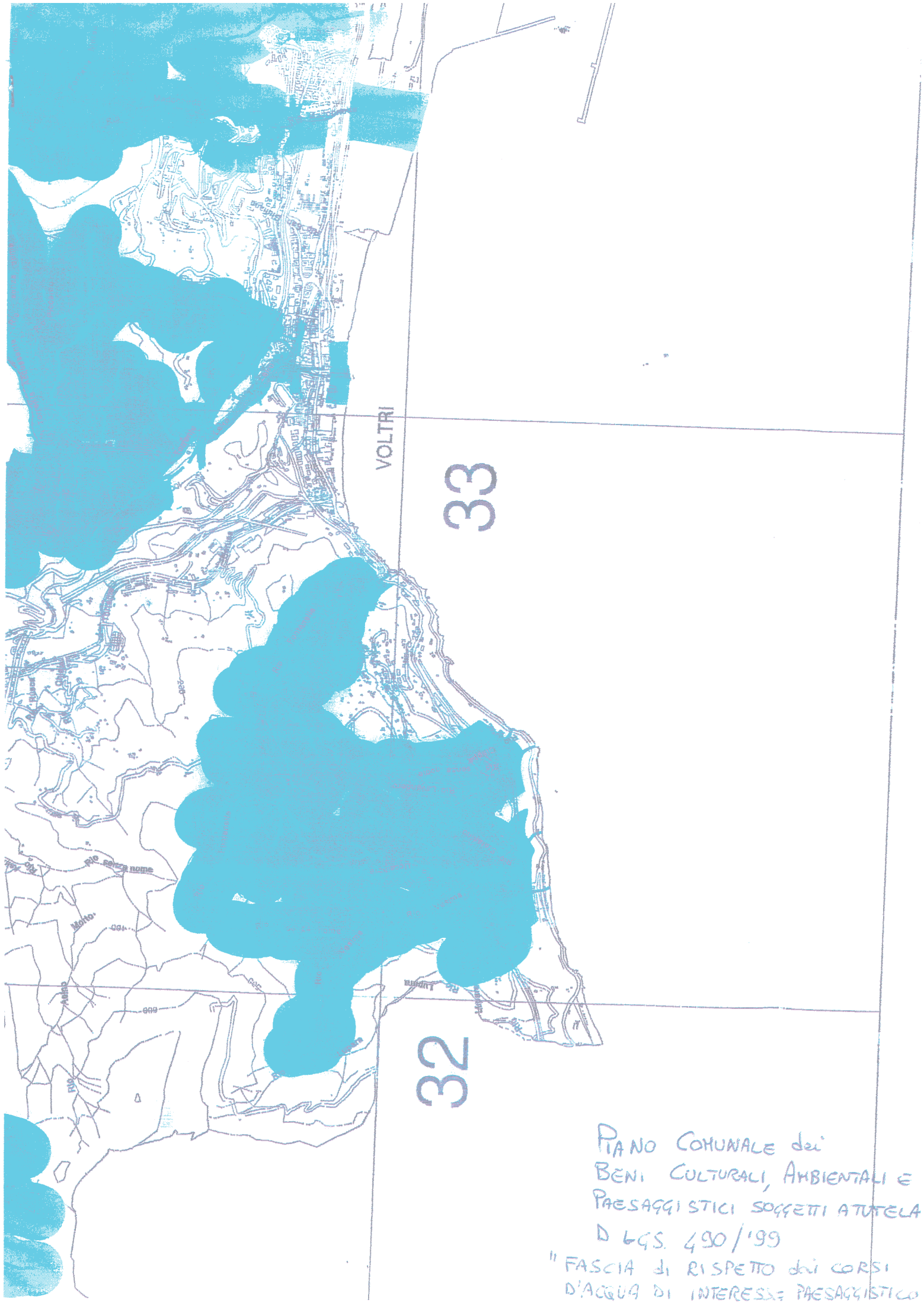
Comune

Tda

COMUNE DI GENOVA
Direzione Gestione del Territorio

PIANO URBANISTICO COMUNALE

Elaborazione: **Ufficio Attuazione P.R.G.**
Informatizzazione: **Direzione Sistemi Informativi - Settore S.I.T.**
Rilievo base: **Carta Tecnica Regione Liguria (Nulla osta dell' I.G.M. n.410 del 20-11-1992)**
Rielaborazione per la stampa: **SystemCart S.r.l. - Via A. Cruto, 16 - Roma**



PIANO COMUNALE dei
BENI CULTURALI, AMBIENTALI E
PAESAGGISTICI SOGGETTI A TUTELA
D LGS. 490/'99
" FASCIA di RISPETTO dei CORSI
D'ACQUA DI INTERESSE PAESAGGISTICO

Arch. Ivana Sciutto Arch. Marina D'Onofrio Caviglione Arch. Laura Petacchi

LEGENDA

BENI PAESAGGISTICI D.Lgs. 490/1999, Titolo II, art. 146 (L. 431/1985)

- CORSI D'ACQUA DI INTERESSE PAESAGGISTICO
- FASCIA DI 150 METRI
- CONFINE PIANO DI BACINO

BENI CULTURALI D.Lgs. 490/1999, Titolo I, art.2 (L. 364/1909 L. 1089/1939)

ZONE SOPRINTENDENZA:

1 ALBARO	6 MADDALENA	11 PEGLI	16 QUARTO	21 S. MARTINO	26 VALLE STURLA
2 BOLZANETO	7 MARASSI	12 PONTEDECIMO	17 QUINTO	22 S. TEODORO	27 VOLTRI
3 CASTELLETTO	8 MOLASSANA	13 PORTORIA	18 RIVAROLO	23 SESTRI P.	28 STAGLIENO
4 CORNIGLIANO	9 MOLO	14 PRA'	19 SAMPIERDARENA	24 STRUPPA	F FORTIFICAZIONI
5 FOCE	10 NERVI	15 PRE'	20 S. FRUTTUOSO	25 STURLA	

n-. . . ZONA SOPRINTENDENZA

. .-00n MONUMENTO NUMERO

n-00n LIMITE AREA VINCOLATA DI INTERESSE ARTISTICO O STORICO

n-00n LIMITE AREA DI RISPETTO art. 21, L.1089/1939

ELEMENTO SINGOLO O PARTI VINCOLATE DI EDIFICIO

A VINCOLO ARCHEOLOGICO

BENI AMBIENTALI D.Lgs. 490/1999, Titolo II, art.139, comma 1 (L.778/1922 L.1497/1939)

Cartografia approvata dalla Regione Liguria - Tutela Paesistica con Decreto Dirigenziale N° 40 del 18/01/2000

lettera a) e b)

N° LIMITE AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA SINGOLA O INDIVIDUA)

N° LIMITE INDICATIVO AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA SINGOLA O INDIVIDUA)

N° SEGNALAZIONE DI AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA SINGOLA O INDIVIDUA) (NON INDIVIDUATA GRAFICAMENTE)

lettera c) e d)

N° LIMITE AREA DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA D' INSIEME)

N° PROPOSTA DI DICHIARAZIONE DI NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO (BELLEZZA D' INSIEME)

LIMITE AREA INTERESSATA DA PIANO TERRITORIALE PAESISTICO NERVI - S. ILARIO D.M. 4/7/1953

BENI PAESAGGISTICI D.Lgs. 490/1999, Titolo II, art. 146 (L. 431/1985)

FASCIA DI 300 METRI DALLA LINEA DI COSTA

CORSI D'ACQUA E RELATIVE SPONDE E PIEDI DEGLI ARGINI PER UNA FASCIA DI 150 METRI

TERRITORI COPERTI DA FORESTE E DA BOSCHI

ZONE GRAVATE DA USI CIVICI

ZONE DI INTERESSE ARCHEOLOGICO

SISTEMA DI AREE DI INTERESSE NATURALISTICO AMBIENTALE ISTITUITE CON LEGGI REGIONALI L.R. 9/4/1985, N° 16 (MONTE BEIGUA)

CONFINE PIANO DI BACINO

Aggiornamento maggio 2001

Elaborazione: Settore Pianificazione Urbanistica con la collaborazione di: Arch. Maria Antonietta Carzedda, Arch. Maristella Storti
Informazioni e dati: Soprintendenze della Liguria : "Beni Ambientali ed Architettonici" - "Archeologica"
Informatizzazione e stampa: Direzione Sistemi Informativi - Settore Sistema Informativo Territoriale / Ufficio Sviluppo Applicazioni
Rilievo base: Carta Tecnica Regione Liguria (Nulla osta dell' I.G.M. n.410 del 20-11-1992)



PIANO COMUNALE dei
BENI CULTURALI, AMBIENTALI E
PAESAGGISTICI SOGGETTI A TUTELA
D LGS 490/'99
FOGLIO 32-33
(SCALA 1:5000).



N. 23 BELLEZZA D'INSIEME TAV. 23-24-25-32-3

D.L.gs. 490/1999 TITOLO II ART 139 comma c) e d) GIA' LEGGE N. 1497/39

ZONA SOPRINTENDENZA GRANDE GENOVA T.B.N. 1

CIRCOSCRIZIONE 7 PONENTE

DENOMINAZIONE Via Aurelia percorso compreso nel territorio del Comune di Genova

D.M. 19/06/1958 G.U.N. 209 DEL 30/08/1958 VERBALE N.28

NOTE

7

8

TAV. 12

9

10

A R E N Z A N O

L U P A R A

A U T O S T R A D A

N° 10

40.41

C O M U N E D I

R I O

L U P A R A

44.

45.

39.

N U M.

di

V I A

V E S I M A

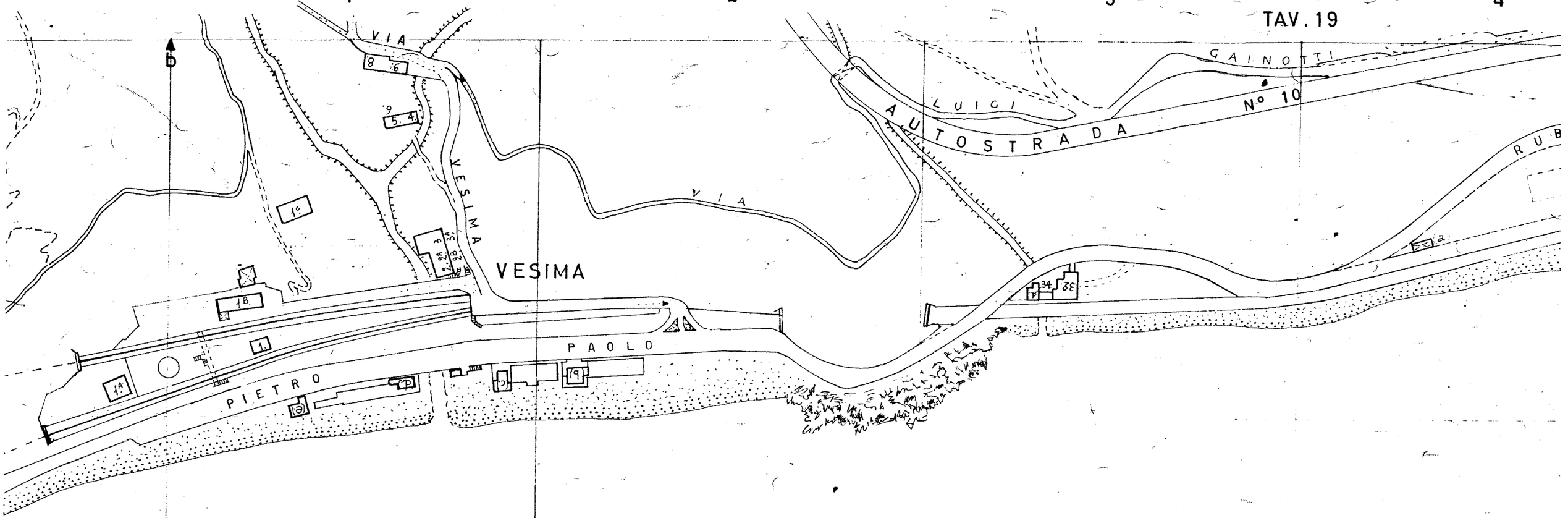
37.38

C A M P A S S O

V I A

1A

1 2 3 4


VIA
VESIMA
VESIMA
VIA
LUIGI GAINOTTI
AUTOSTRADA Nº 10
PAOLO
PIETRO
RU

13

TAV. 19

3

4

5

6

62

1478410

4918310

GAINOTTI

N° 10

STRADA

RUBENS

30.

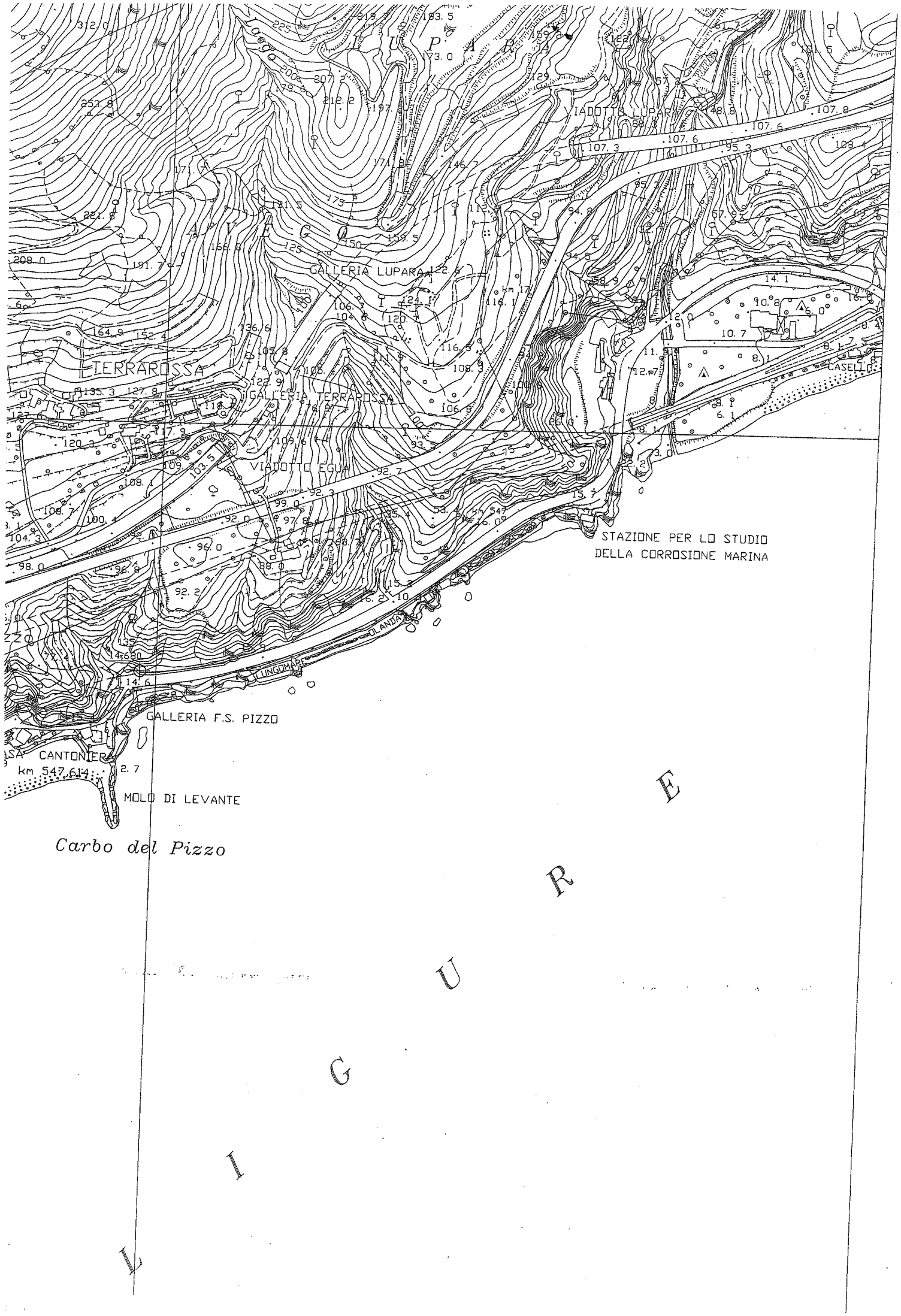
PALAZZO FABBIANI

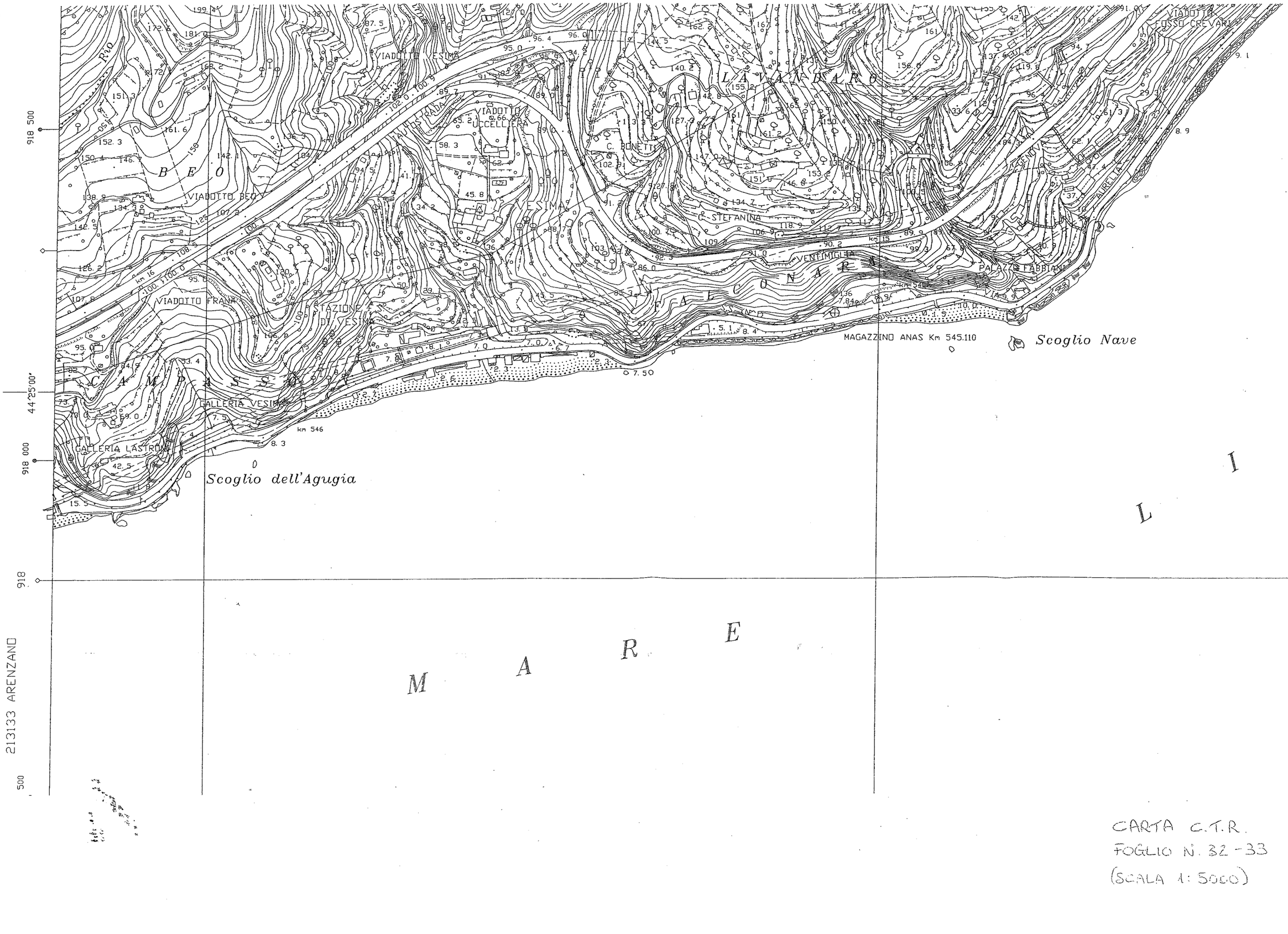
34

38

SCOGLIO NAVE

CARTA TOPONOMASTICA
FOGLIO N. 13
SCALA 1:2000


Lerago
P. A R A
VIADOTTO LUPARA
A V E G O
GALLERIA LUPARA
TERRAROSSA
GALLERIA TERRAROSSA
VIADOTTO EGUA
CASELLO
STAZIONE PER LO STUDIO
DELLA CORROSIONE MARINA
LANDA
LUNGOMARE
GALLERIA F.S. PIZZO
CANTONIERA
km 547,614
MOLO DI LEVANTE
Carbo del Pizzo
L I G U R E



CARTA C.T.R.
FOGLIO N. 32 - 33
(SCALA 1: 5000)

213131 CREVARI

1 476 728

477

477 000

8 ^43'00"

477 500

478

478 000

8 ^43'30"

478 500

919 000

4 919 030

919

918 500

918 000

44 ^25'00"

918

Bric del Monte

Rio Lupara

CASE CIAN

Rio Vesima

VIADOTTO VESIMA

VIADOTTO BEO

VIADOTTO FRANA

STAZIONE F.S. DI VESIMA

GALLERIA VESIMA

GALLERIA LASTRONI

km 546

Scoglio dell'Agugia

C. BONETTI SUPERIORE

Bric Indaco

C. BONETTI

C. STEFANINA

VIADOTTO UCCELLIERA

VIADOTTO FOSSO CREVARI

BORGOMOLINO

LAVANDARO

VENTIMIGLIA

PALAZZO FABIANI

MAGAZZINO ANAS Km 545.110

Scoglio Nave

POZZETTO

A

B2

B3

C1

TU

L I G U

M A R E



Carbo del Pizzo

P.U.C. - Livello Puntuale PT.C.P.
FOGLIO N. 32 - 33
(SCALA 1:5000)

LE PRESENTI CLASSIFICAZIONI VALGONO ESCLUSIVAMENTE AI FINI
DELL' APPLICAZIONE DEI " CRITERI DI INTERVENTO SUI TESSUTI INSEDIATIVI
DEL TERRITORIO EXTRAURBANO GENOVESE"

LEGENDA

TESSUTI INSEDIATIVI

A	Ambito prevalentemente non insediato

CASE SPARSE

B1	Case sparse su percorso di crinale secondario con spazi di pertinenza estesi su versanti terrazzati ad uso agricolo e/o boscati
B2	Case sparse episodicamente attestate su percorso di mezzacosta o fondovalle
B3	Case sparse in ambiente agricolo strutturato posizionate su crinale secondario
B4	Case sparse distribuite su versante e lungo un percorso matrice di mezzacosta e lungo percorsi secondari che concorrono a creare una rete di distribuzione locale

ELEMENTI E TESSUTI DI VILLA

C1	Elemento di villa isolata su versante o su poggio
C2	Palazzetti nobiliari attestati su percorso di crinale secondario o di mezzacosta con spazi di pertinenza estesi su versanti terrazzati ad uso agricolo e/o boscati

AGGREGAZIONE DI PIU' ELEMENTI

D1	Aggregazione compatta di piu' elementi su pendio collinare, testata di crinale, poggio
D2	Insediamento lineare discontinuo su percorso di crinale con spazi di pertinenza estesi su versanti terrazzati ad uso agricolo e/o boscati
D3	Insediamento lineare discontinuo su percorso di mezzacosta con spazi di pertinenza estesi su versanti terrazzati ad uso agricolo e/o boscati

NUCLEI

E	Insediamento con caratteristiche esistenti o potenziali di aggregato polarizzante

TESSUTI INSEDIATIVI ARTICOLATI

F1	Tessuto insediativo a sviluppo diffuso prevalentemente articolato su percorso di crinale e di mezzacosta
F2	Tessuto insediativo a sviluppo diffuso prevalentemente articolato su percorsi storici connessi con viabilita' di risalita

SERRE

S	Serre

AREE URBANE

SU	Strutture urbane qualificate
PU	Parchi urbani
IU	Valori d' immagine
TU	Tessuti urbani
AI	Attrezzature e impianti
TR	Aree soggette a trasformazione

REGIME NORMATIVO

	Conservazione

COMUNE DI GENOVA
PIANO URBANISTICO COMUNALE
Elaborazione: **Ufficio Attuazione P.R.G.**
Informatizzazione e stampa: **Direzione Sistemi Informativi - Settore S.I.T.**
Rilievo base: **Carta Tecnica Regione Liguria (Nulla osta dell' I.G.M. n.410 del 20-11-1992)**
Rielaborazione per la stampa: **SystemCart s.r.l. - Via A. Cruto, 16 - Roma**

ALLEGATO 2

aster

Progettazione definitiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari



STATO DI FATTO: Vista aerea d'insieme



PROGETTO: Vista aerea d'insieme

SIMULAZIONE N° 3

aster
AZIENDA SERVIZI TERRITORIALI DEL COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari



STATO DI FATTO: Vista verso ponente — Punta Bonetti

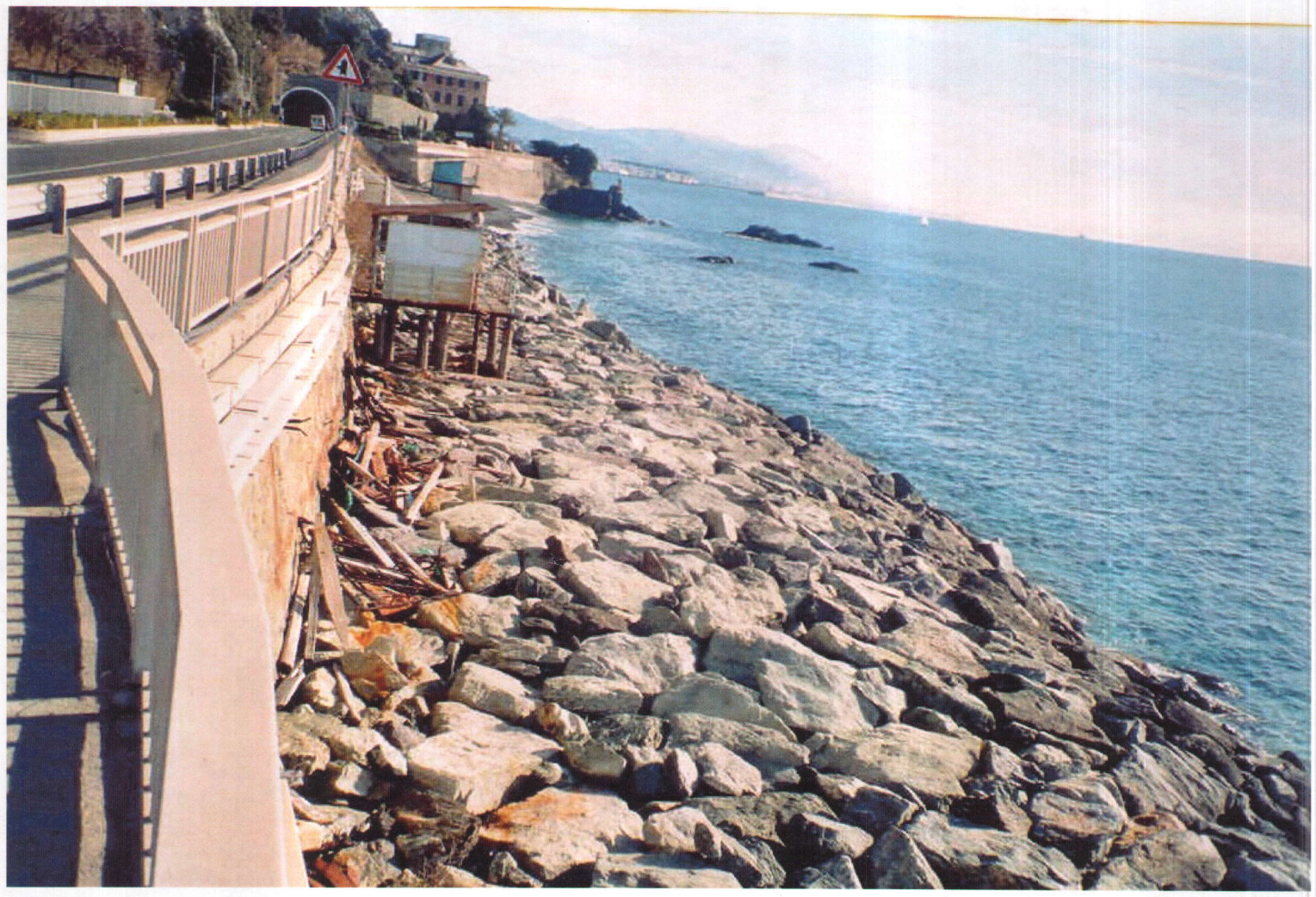


PROGETTO: Vista verso ponente — Secca n°2 Punta Bonetti

SIMULAZIONE N° 2

aster
AZIENDA SERVIZI TERRITORIALI DEL COMUNE DI GENOVA

Progettazione definitiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari



STATO DI FATTO: Vista verso levante — Villa Azzurra e lo scoglio nave



PROGETTO: Vista verso levante —Villa Azzurra e lo scoglio nave

SIMULAZIONE N° 1

ALLEGATO 3

INDICE

1 OGGETTO DEL LAVORO 1
2 L'ARTICOLAZIONE COSTIERA 1
3 ESPOSIZIONE MARITTIMA 2
4 LA SITUAZIONE ATTUALE 2
4.1 ARTICOLAZIONE COSTIERA ED ESPLORAZIONE DEI FONDALI. 3
5 ANALISI DELLA EVOLUZIONE RECENTE DELLA SPIAGGIA IN ESAME 5
6 IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO 12
6.1 PENNELLO SCOGLIO NAVE 14
6.2 SETTO SOMMERSO 14
6.3 LA SECCA DI FALCONARA 15
6.4.1 Il tipo di struttura 15
6.5 LE SECCHE DI VESIMA 16
6.6 PENNELLI LUPARA 17
6.7 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA ARTICOLAZIONE PROPOSTA 18
6.8 PROFILI E GRANULOMETRIE 19
7 PROVE SU MODELLO E STUDIO SEDIMENTOLOGICO 22
A)STUDIO SU MODELLO FISICO IN CANALE 23
B)STUDIO SU MODELLO NUMERICO 28
C)STUDIO SEDIMENTOLOGICO 29
8 DIMENSIONAMENTI STRUTTURALI 33
9 VALUTAZIONE DELLA QUANTITA' ANNUALE DI RIPASCIMENTO 45
APPENDICI 47

PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER L'AMPLIAMENTO E LA REALIZZAZIONE DI NUOVE SPIAGGE TRA IL CONFINE OCCIDENTALE DI GENOVA E CAPO CREVARI (VESIMA)

RELAZIONE DI CONSULENZA PER
Progetto definitivo

1 OGGETTO DEL LAVORO

La Regione Liguria Dipartimento Pianificazione Territoriale Paesistica e Ambientale ha affidato al sottoscritto, con la "supervisione" dell'Università di Genova Dipartimento Scienze della Terra (DIP.TE.RIS.), Ing. Giorgio Berriolo, la redazione di un progetto preliminare per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e lo scoglio Nave.

A seguito dell'Approvazione Regionale e del Comune di Genova, la Regione Liguria ed il Comune di Genova hanno affidato la Progettazione Definitiva ed Esecutiva ad A.S.TER., che ha richiesto la consulenza del sottoscritto.

2 L'ARTICOLAZIONE COSTIERA

Il tratto di litorale oggetto del progetto si svolge tra il confine con il Comune di Arenzano e lo scoglio Nave per uno sviluppo complessivo di circa 1800 ml, all'estremo orientale del tratto costiero che, da Capo di Arenzano, si articola in un grande arco, tormentato da piccoli salienti, fino a capo Crevari la cui ultima propaggine è appunto lo scoglio Nave.

Oltre, la linea di costa si volge bruscamente verso Nord disegnando un secondo arco tormentato, caratterizzato dallo sfocio di due corsi d'acqua di una certa rilevanza: (relativamente ai contigui) Cerusa e Leira, cui segue la spiaggia di Voltri appoggiata al porto.

L'arco descritto non costituisce un'unità fisiografica, nel senso proprio del termine, in quanto, come meglio si vedrà, le alluvioni del torrente Lerone superano (anche se, in linea naturale, in quantità effimera) il porto di Arenzano e lo stesso scoglio Nave è superato dai sedimenti mobili lungo la costa.

L'articolazione costiera, specie nel tratto oggetto del lavoro, è costituita, in linea naturale da una serie di alti e brevi sporgenti che delimitano insenature poco profonde sedi di piccole spiagge.

3 ESPOSIZIONE MARITTIMA

Lo "Studio dell'esposizione marittima", allegato al progetto preliminare, affronta il problema sotto i diversi aspetti e giunge all'individuazione del clima del moto ondoso.

L'esposizione è quella della parte centrale del golfo ligure, quindi aperta ad un vasto settore da S-W con fetches di oltre 800 Km, un settore Sud con fetches di circa 180 Km e uno da S-E di 200 Km circa.

Lo studio dell'esposizione, basato essenzialmente sui dati K.N.M.I ('61 –'81 e '86 – '98) ossia su un periodo trentennale, ha individuato una netta prevalenza dei mari da S-W con onde che, in mare aperto, possono superare i 6 m di altezza.

Il diagramma, riportato in allegato, illustra chiaramente i rapporti tra le tre agitazioni considerate. Nello stesso allegato si sono tracciati i piani d'onda per le due agitazioni estreme S-W e S-E che possono essere considerate come determinanti, per il regime della spiaggia (ed in particolare del trasporto detritico costiero) essendo l'agitazione da Sud, oltre che molto limitata, anche praticamente frontale.

Si sono prese in considerazione, nel progetto preliminare, le due agitazioni di intensità medio massima con persistenza dell'ordine di 10-12 ore/anno, ossia rispettivamente Ho = 4.50 m e Ho = 2.50 m.

Come si può vedere, i fondali antistanti il capo di Arenzano, determinano una marcata rotazione dei fronti d'onda da S-W, per cui le onde di questa provenienza si attenuano nel litorale oggetto dello studio da Est verso Ovest.

Di conseguenza, i fronti d'onda da S-W considerati, procedendo verso levante, aumentano di intensità da H di circa 2.50 m ad oltre 3 m, in corrispondenza dello scoglio Nave, mentre l'inclinazione passa da valori di 40° gradi a circa 30°.

La marea astronomica è di debole escursione (0,2-0,3m), la sopraelevazione del livello medio può raggiungere, durante le mareggiate, il valore di circa 0,5m.

4 LA SITUAZIONE ATTUALE

La situazione attuale già descritta in sede di progetto preliminare con i rilievi batimetrici e sedimentologici dell'Università di Genova e illustrata sinteticamente nella tavola n° 2 allegata al progetto preliminare, è stata nuovamente rilevata in sede di progettazione definitiva, con i rilievi batimetrici affidati alla Soc. Nuova Idrocart e nella relazione Sedimentologica affidata alla Università di Genova DIPTERIS.

Mare per
Cav capolinea
U.S
t' ho offerto

4.1 ARTICOLAZIONE COSTIERA ED ESPLORAZIONE DEI FONDALI.

Allo scopo di acquisire una particolare conoscenza della morfologia e costituzione della parte sommersa si sono operate, nel mese di giugno del 2000, una serie di esplorazioni dirette del fondale estese alla fascia 0-5,6m.

Alla luce di quanto sopra, si descrive una panoramica dello scenario che offre la zona oggetto dell'intervento.

Procedendo da Ovest verso Est in località Lupara, immediatamente a levante dello sfocio del rio omonimo, si nota un tratto di scogliera con ghiaia su un fronte di circa 150 m, seguito da un arco di spiaggia ghiaiosa e poco profonda (foto n. 7-8 App.) appoggiata ad un promontorio roccioso.

La scogliera, nei giorni seguenti le mareggiate (anche limitate) è quasi completamente sgombra da ghiaie e permangono solo grossi ciottoli.

Nei periodi di calma, si depositano letti di ghiaia e anche ghiaietto fine con qualche chiazza di sabbia. Dinanzi ad essa, sul fondale, si osserva una vasta zona di scogli anche di grandi dimensioni.

Nel tratto successivo la spiaggia è stretta e ghiaiosa con variazioni di granulometria e di estensione a seconda delle agitazioni (vedi a questo proposito il cap. VI-5)

Segue un tozzo saliente molto riflettente ed eroso dal mare (Lastroni) su un fronte di oltre un centinaio di ml.

Dinanzi ad esso, le rocce native emergono dal fondale sabbioso intorno ai 3-4m, insieme a scogli e grossi massi.

Si apre quindi una piccola insenatura compresa tra il saliente descritto e uno successivo ormai coperto dalla scogliera a protezione della via Aurelia dinanzi al quale emerge lo scoglio "Aguglia".

Dinanzi alla spiaggetta si notano ammassi di scogli e chiazze di sabbia e ghiaia, lo scoglio Aguglia ha propaggini ramificate che emergono dal fondale di sabbia (foto n 5-32 App.)

Oltre, per circa150 ml, si svolge una possente scogliera a protezione della via Aurelia (in galleria artificiale a quota circa + 7m l.m.m.) e dinanzi ad essa, per una profondità di 5-10m, si nota il piede immerso della scogliera che termina nella sabbia, con qualche scoglio affiorante dal fondale (foto N.4 App.).

Finalmente si articola un fronte di spiaggia prevalentemente ghiaiosa (Vesima Stazione) su un sviluppo di circa 350 m, sormontata dalla via Aurelia che si svolge ad una quota di circa +7m.(foto n. 3 App.)

Il primo tratto ha falcatura rovesciata per effetto del "riflesso" della scogliera, il restante, fino al breve saliente Bonetti, ha andamento sostanzialmente rettilineo.

Evidentemente la falcatura è influenzata dagli scogli emergenti dal letto di sabbia e ghiaia, presenti lungo tutto il fronte fino al fondale di 4-5m, oltre, che dal grosso saliente sommerso con sommità a -10m e dal riflesso prodotto dai promontori di estremità.

La granulometria di battigia è estremamente variabile, anche per effetto dei ripascimenti e va dalla sabbia media ai grossi ciottoli (foto n. 29-30 App.).

Sul fondale, accanto alle secche affioranti, si nota ghiaia e ciottoli fino a 3 - 4 m quindi sabbia.

Il saliente a levante (punta Bonetti), a cui è chiaramente appoggiata la spiaggia, termina con un piccolo pennello artificiale già ridotto dalle onde e ricostruito. Sul fondale si notano rocce affioranti che s'insinuano nella sabbia e grandi massi. Esso, già percorso dalla via Aurelia e protetto da scogliera, si articola tozzo e riflettente e si raccorda con un ampio tratto di scogliera di oltre 300m, a protezione della via Aurelia, con andamento convesso, piuttosto pronunciato nella parte centrale (foto n. 2 App.).

Dinanzi, sul fondale, nella parte occidentale, si nota il piede della scogliera che finisce nella sabbia da cui affiorano scogli naturali tra i quali ancora uno lievemente emergente.

Più oltre, nella parte centrale più saliente, di fronte alla scogliera, si estende un'ampia ed articolata secca sommersa, costituita da affioramenti rocciosi dal fondale sabbioso e ghiaioso.

Essa esplica ancora un'azione di protezione come dimostra il fatto che sulla scogliera restrostante, ha potuto attecchire erba ed altri vegetali.

Segue un'ultima spiaggetta su un fronte di circa 200 m tormentata a ponente dal riflesso della scogliera e appoggiata allo scoglio Nave posto dinanzi ad un sottile promontorio riflettente.

Dinanzi ad essa emergono tre grossi scogli. Il fondale, nel varco tra lo scoglio Nave ed il maggiore di essi è, seppure con qualche masso emergente dal fondale, costituito prevalentemente da materiale sciolto con pezzature dal grosso ciottolo fino alla sabbia (vedi cap. VII).

La via Aurelia si articola in questo tratto ad una quota di circa + 7 m.

5 ANALISI DELLA EVOLUZIONE RECENTE DELLA SPIAGGIA IN ESAME

E' molto importante, al fine della impostazione del progetto, esaminare la evoluzione della spiaggia sul litorale in relazione alla lenta erosione dei salienti, all' immissione di materiale di discarica nel circolo sedimentario e alla realizzazione di opere marittime che possano avere turbato o influenzato il flusso sedimentario lungo costa.

In base allo Studio dell' evoluzione storica del litorale, svolto dalla Università di Genova (DIP.TE.RIS.) e dalla visura di alcuni documenti d'epoca e foto aeree, fornite dalla Regione Liguria, si è potuta condurre una analisi dei processi evolutivi, estremamente utili ed indispensabili per la impostazione di un progetto di intervento.

In uno scenario di lento e diffuso processo erosivo di oltre un secolo, posto in luce dai confronti batimetrici riportati nello studio di cui sopra, s'inquadra un panorama complesso in continuo divenire che si cercherà di descrivere ed interpretare.

In linea naturale, come si è visto, il tratto di litorale in esame fa parte di una grande unità fisiografica che si estende da Varazze a Voltri.

A causa del netto prevalere delle agitazioni ondose da SW, i sedimenti, in questo ampio tratto, si muovono prevalentemente e quasi a senso unico, da ponente a levante.

Pertanto, in passato, questo litorale era sostanzialmente alimentato dai bacini di Rio Martino, Torrente Cantarena e minori, oltre che, in piccola parte, dall'erosione costiera, mentre le alluvioni del Lerone, in linea naturale, a stento riuscivano a superare Capo di Arenzano, come è stato dimostrato dall'assenza di ripercussioni sulla spiaggia di Arenzano, dopo la costruzione del porto.

Gli scarsi sedimenti presenti, prevalentemente ghiaiosi a causa della limitatezza dei bacini, erano catturati dalle piccole insenature che i salienti (sempre modesti) determinavano lungo la costa.

Perciò le successive insenature, assai poco profonde, per la presenza dell'alta ed incombente falesia rocciosa, ospitavano spiaggette ghiaiose.

L'evoluzione naturale della costa era determinata inizialmente dalla lenta erosione dei risalti rocciosi che, a causa dell'esposizione severa e della composizione

prevalentemente ghiaiosa dei sedimenti in transito provocava, e provoca, un inesorabile processo di lenta rettilineazione della linea costiera con progressiva riduzione dei piccoli promontori e delle stesse secche affioranti.

Veniva con ciò progressivamente ridotta la già limitatissima capacità di trattenere il sedimento in transito a formazione delle piccole spiaggette.

Intorno al 1750 una planimetria del Vinzoni mostra, in località Lupara, la sola spiaggia profonda nell'unico ampio rientro della falesia tra due costoni.

Nel tratto successivo, la stessa planimetria, mostra una piccola spiaggetta a ponente del rio Vesima e una serie di scogli affioranti fino allo scoglio Nave (si tratta evidentemente di un rilievo a vista privo di rigore topografico ma ugualmente significativo).

Il primo rilievo topografico moderno è offerto dalla carta 1/100.000 dello Stato Sardo del 1850, che riporta già la sede della nuova Aurelia, realizzata all'inizio del secolo e, indicativamente, della ferrovia in progetto, probabilmente aggiunta dopo la realizzazione (1860-70).

Questa carta mostra in particolare nel tratto detto Falconara, a ponente dello scoglio Nave, due promontori, il primo incorporante lo scoglio Nave stesso ed il secondo in corrispondenza della secca attualmente completamente sommersa

. La rappresentazione trascura le spiagge e indica solo l'articolazione litoranea con promontori (oltre quello della attuale secca sommersa) sensibilmente più pronunciati rispetto ad oggi.

E' da notare che, certamente, con la costruzione della nuova Aurelia agli inizi del '800, molto materiale, specie in corrispondenza dei tagli dei promontori, fu scaricato in mare ed infatti nel fondale antistante si notano enormi massi ormai arrotondati.

E' del 1878 la prima tavoletta 1/25000 dell'I.G.M. che riporta, tra l'altro, il tracciato della linea ferroviaria appena realizzata, posizionata, in località Lupara, sulla spiaggia a breve distanza dalla battigia e dietro all'Aurelia, nel tratto Vesima Stazione e dinanzi alla stessa nel tratto Falconara.

Il linguaggio cartografico sembra indicare con tratto pieno nero, la costa rocciosa e con tratto staccato le spiagge. Con tale interpretazione sembrerebbero spiagge un ampio tratto di oltre 300 m in località Lupara, dinanzi alla sede ferroviaria, quasi 400 m in località Vesima Stazione ed anche altri 300 m all'estremo di levante in località Falconara.

Con il volo '44 degli alleati l'assetto costiero appare molto chiaro: iniziando da ponente, in località Lupara la sede ferroviaria appare già difesa da scogliera ma ancora orlata da spiaggia abbastanza ampia, specie nella parte orientale. La piccola insenatura in località Aguglia ospita una spiaggetta, in localita Vesima Stazione si vede una spiaggia abbastanza ampia con falcatura quasi rettilinea il grande masso, attualmente interrato, è sfiorato dal mare mentre il masso saliente sul piccolo promontorio di appoggio è completamente in mare (con mare calmissimo).

Nel tratto successivo di Falconara si distingue la scogliera a difesa della linea ferroviaria che occupa i due terzi del fronte a ponente, ma, dinanzi ad essa, si nota una piccola spiaggia, all'estremo di ponente, mentre, nella parte centrale, si stende ancora un'esile striscia di spiaggia, proprio nel tratto più prominente retrostante la secca attuale (allora nettamente emergente come quella più piccola a ponente che oggi affiora appena).

E' inoltre chiaramente visibile la spiaggia presso lo scoglio Nave che appare più ampia e profonda rispetto alla situazione attuale con quattro scogli emergenti immediatamente a ponente dello scoglio Nave (oggi 3).

Guardando verso Arenzano la situazione è ancora quasi naturale ma sono già realizzati due pennelli fra Rio Martino e Cantarena con accumulo a ponente.

Con il volo regionale del '64, (periodo nettamente estivo e ancora con mare calmissimo) la situazione presenta qualche novità: oltre all'inizio della costruzione del porto di Arenzano, nel bacino del rio Lupara, si nota l'apertura di una cava, inesistente nel '44 (evidentemente connessa con la costruzione dell'autostrada).

La spiaggia di Lupara appare nettamente migliorata, rispetto al '44, con profondità molto maggiore a levante, contro il promontorio dei Lastroni. Evidentemente l'apertura della cava e la costruzione dell'autostrada, hanno prodotto effetti. Anche la spiaggia di Vesima appare migliorata.

A Falconara sembra che la scogliera F.S. sia stata rifiorita e la secca centrale, ancora emergente nel '44, è ormai sommersa ma, nonostante ciò, si riconoscono ancora le tre spiaggette viste sopra (anche quella dietro la secca).

La constatazione che, almeno in periodo estivo, sia persistente la spiaggia centrale, in corrispondenza della secca, indica senza dubbio che la secca determinava un accenno di tombolo rovesciando la falcatura.

Visto anche ciò che si è potuto dedurre dalle carte precedenti, è molto probabile, per non dire sicuro, che, a suo tempo, la sede ferroviaria sia stata posta sulla spiaggia, seguendone l'andamento (secondo i metodi dell'epoca).

Il volo del 1973 mostra una situazione drasticamente nuova. Negli anni tra il '65 ed il '68 si realizza la nuova sede ferroviaria tra Voltri e Varazze (inaugurata nel 1969).

Il materiale, proveniente dai trafori ferroviari, viene totalmente smaltito a mare in tre posizioni: la prima in sponda sinistra del Torrente Lerone (versamento che darà luogo al potenziamento e formazione delle spiagge, prima praticamente inesistenti, a Capo di Arenzano e anche all'interrimento del porto), la seconda, più vicino alla nostra zona, ad Arenzano in sponda sinistra al Torrente Cantarena, ed infine in località Lupara è realizzato un versamento molto grande valutabile in circa 350 000 mc (proveniente da circa 4-5 Km di gallerie).

Tale versamento di materiale, costituito da smarino di galleria prevalentemente serpentinoso e abbastanza sciolto, (seppure in presenza di grossi massi) ha evidentemente determinato un rapido effetto positivo su tutte le spiagge a levante che infatti, nelle foto aeree del 1973, si presentano nettamente avanzate rispetto alla situazione precedente.

In particolare, già ad Arenzano, la spiaggia appoggiata al "Pizzo" supera abbondantemente lo stesso saliente di appoggio.

Molto avanzate si presentano anche le piccole spiaggette appoggiate agli esigui promontori rocciosi tra il "Pizzo" e Lupara che assumono falcature convesse denotando eccesso di alimentazione rispetto agli appoggi disponibili.

In località Lupara un grosso versamento fa avanzare la linea di battigia di ben 50 ml rispetto al '64 e certamente la posizione iniziale doveva essere ancora più avanzata.

Avanza nettamente anche la spiaggia all'estremo di levante dello stesso arco, allineandosi con lo sporgente di appoggio e così pure la piccola spiaggetta successiva, appoggiata allo scoglio dell'Aguglia. Tra questo e l'inizio della spiaggia in località Vesima Stazione, resta solo un tratto di saliente nudo su un fronte di meno di 60 m: praticamente le due spiagge si sono saldate.

In località Vesima Stazione la spiaggia è completamente rettilinea e tangente, a levante, al saliente su cui passa l'Aurelia, su un fronte ininterrotto di 550 m.

Procedendo verso levante si assiste ad una situazione estremamente significativa in località Falconara: dinanzi alla scogliera della vecchia ferrovia ormai rimossa, si nota una striscia continua di spiaggia di profondità valutabile in circa 10 -/15 m (mare calmissimo in piena estate) con tanto di ombrelloni.

Ma ciò che è più significativo, in questa situazione, è il fatto che la falcatura continua di spiaggia è nettamente rovesciata con la formazione di un netto avanzamento proprio in corrispondenza della secca ormai (già dal '64) completamente sommersa.

Si ripete, in sostanza ma più marcata, la situazione già osservata nel '44 e '64.

Più oltre verso levante, la spiaggia, sempre esistente, appoggiata allo scoglio Nave, è fortemente aumentata fino quasi a saldarsi con lo scoglio con un sottile tombolo.

Evidentemente la dose di alimentazione detritica fornita dalle due discariche delle F.S. ha determinato un eccezionale aumento del materiale detritico che, stappato ai fronti discarica dalle onde, veniva trasportato verso levante, saturando e superando ampiamente la capacità di trattenimento di sedimento consentito dalla debole articolazione del litorale.

La situazione all'estremo di levante mostra chiaramente come, già da tempo, il sedimento stesse ormai superando lo scoglio Nave verso levante.

Le foto aeree di dieci anni dopo (anno '83) offrono un ben diverso panorama. Ad Arenzano la discarica sulla sinistra dello sfocio del Cantarena è stata difesa da scogliera e trasformata in un piazzale, la spiaggia del Pizzo è in grave arretramento nonostante sia stato costruito un pennello al Pizzo e altri due più a ponente.

Evidentemente l'arresto dell'alimentazione diretta ed il riflesso operato dalla scogliera, hanno prodotto i loro effetti. Naturalmente, con la costruzione del pennello al Pizzo, vengono private praticamente della alimentazione le tre piccole spiagge nel tratto seguente fino a Lupara, che infatti appaiono fortemente ridimensionate.

In località Lupara, il fronte di discarica è arretrato, ma solo lievemente, rispetto al '73. Evidentemente l'arretramento del fronte e l'accumularsi sul fronte a mare del materiale più grossolano, secondo un processo di selezione ormai noto, ha drasticamente ridotto il gettito che può essere strappato e posto in circolo dal moto ondoso.

Questa situazione, unitamente all'effetto del molo del Pizzo, determina rapide ripercussioni sull'assetto delle spiagge a levante.

La spiaggia in località Lupara presso l'appoggio di levante si ritira nettamente rispetto al '73, la spiaggetta successiva, appoggiata allo scoglio dell'Aguglia, ritorna alla situazione del '64, la spiaggia in località Vesima Stazione arretra e così pure quella in località Falconara che si assottiglia fino quasi a scomparire nella parte

occidentale e centrale dove il mare raggiunge la scogliera e si riduce anche presso lo scoglio Nave .

E' evidente in tutto questo panorama, il graduale sfumarsi verso levante della repentina contrazione della fonte di alimentazione che aveva determinato gli avanzamenti osservati nel '73.

Le foto aeree del '93 offrono un nuovo panorama. Il pennello al Pizzo di Arenzano, ancora prolungato rispetto all'83, determina buoni effetti a ponente, segno che i limitati apporti dal torrente Cantarena, sono completamente bloccati per l'alimentazione della spiaggia di Vesima.

A levante si registrano ancora arretramenti, (le spiaggette nel tratto a ponente di Lupara arretrano anche rispetto alle esigue dimensioni del '64), il fronte della discarica è sostanzialmente stabile (segno che è ormai quasi inattiva anche se probabilmente non ancora sterile) la spiaggia a levante si mantiene sulla posizione dell'83 e così pure quella appoggiata allo scoglio dell'Aguglia. Evidentemente si è ritornati all'equilibrio primitivo.

Probabilmente l'effetto di blocco del pennello del Pizzo è ancora compensato dal debole gettito della discarica di Lupara.

Oltre lo scoglio dell'Aguglia è realizzata una scogliera aderente a difesa della nuova sede dell'Aurelia (che prende il posto della vecchia ferrovia) con le nuove gallerie. Tale scogliera su un fronte di circa 200 m invade il lembo occidentale della spiaggia in località Vesima Stazione che si riduce al fronte di 450 m dai 550 del 1973 (ma 100m sono un'esile striscia dinanzi alla scogliera destinata a scomparire per il semplice riflesso).

All'estremo opposto appare un pennello di circa 25 m di aggetto.

In località Falconara un'esile striscia di spiaggia resiste ancora dinanzi alla vecchia scogliera ferroviaria ma solo agli estremi mentre al centro, contro la secca, è ormai scomparsa.

A levante la piccola spiaggia appoggiata allo scoglio Nave è in arretramento.

Infine, nelle foto aeree dell'99, si giunge alla situazione attuale: tra il pennello del Pizzo e lo scoglio dell'Aguglia, si assiste solo a lievi arretramenti (anche il fronte della discarica è praticamente fermo denunciando una quasi completa stabilizzazione).

In località Vesima Stazione la scogliera di protezione ha ottenuto i suoi effetti: l'esile striscia di sabbia antistante è scomparsa e l'intera falcatura è sensibilmente arretrata ed ha ruotato in senso orario per azione del riflesso.

Il pennello di Vesima è ridimensionato (evidentemente la struttura ha retto male l'urto del mare). Nell'inverno 1999-2000 per intervento dell'Amministrazione Provinciale il pennello è stato ricostruito e nei primi mesi del 2000, è stato effettuato un versamento di ripascimento (foto n.10 App.).

Nel tratto successivo la nuova sede Aurelia è stata già protetta da una nuova più massiccia scogliera per lo sviluppo di oltre 320 m. Rimane solo un piccolo lembo di spiaggia appoggiato allo scoglio Nave per uno sviluppo di circa 120 m.

Le analisi rese possibili dallo Studio storico, dalla cartografia e dalle successive foto aeree, confermano pienamente i risultati dello studio della esposizione e sedimentologico.

Esse offrono inoltre un prezioso panorama del meccanismo che ha determinato il divenire del tratto di costa in esame in presenza di un'alimentazione abbondante ma limitata nel tempo, anche in relazione al progressivo, seppur lento, fenomeno erosivo dei salienti ed alla costruzione di nuove strutture marittime.

In sostanza appare molto chiaro dall'analisi che, nella situazione attuale dei salienti, non è certo possibile, anche in presenza di una forte alimentazione artificiale, determinare risultati di una certa importanza e neppure stabilizzare situazioni anche solo paragonabili a quelle viste nel '73.

Purtroppo il panorama che ci viene offerto dalle, purtroppo molto lontane, tra loro, nel tempo foto aeree, ci tratteggia un divenire in cui si è perduta la grande occasione di cambiare volto al litorale.

In effetti, se si fosse intervenuti allora con opportune opere per trattenere il materiale versato si sarebbero potuti raggiungere risultati di tutto rilievo. Viceversa il materiale versato è servito sostanzialmente ad un limitato ed effimero avanzamento delle piccole spiagge già esistenti, per ritornare, nel corso di una diecina di anni, alla situazione preesistente.

Con il prolungamento del pennello del Pizzo si è rinunciato, in cambio di un netto vantaggio a ponente, a quanto poteva giungere da ponente e con le due grandi scogliere realizzate in località Vesima Stazione e Falconara, si è instaurata un'azione di riflesso che minaccia di far scomparire anche quel poco che resta.

Né ovviamente è sufficiente a riequilibrare la situazione, la corretta costruzione del piccolo pennello a Vesima Stazione né i ripascimenti operati in una zona ormai squilibrata.

6 IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO

L' impostazione relativa al progetto preliminare è sostanzialmente confermata a seguito delle verifiche su modello fisico e matematico nonché dello Studio sedimentologico (Vedi Allegati R-05, R-06, R-07).

Il progetto, secondo quanto previsto dal Piano della Costa, si propone di stabilire sul litorale una successione di spiagge decisamente potenziate rispetto alle attuali ma soggette ad un regime sostanzialmente aderente a quello naturale.

In particolare si ritiene indispensabile che le nuove spiagge siano completamente aperte all'azione rigenerante del moto ondoso. Ciò non solo per aderenza ai già richiamati indirizzi del P.T.C. ma anche per assicurare alle acque antistanti, poste ai margini di una grande zona industriale e portuale, (con gli inevitabili inconvenienti di ordine igienico) un ricambio idrico del tutto naturale.

Ciò anche nella certezza che gli attuali inconvenienti di natura igienica, connessi al funzionamento della rete di fognatura locale ed al depuratore di Voltri, saranno presto risolti.

Tenuto conto della difficoltà nel reperimento di materiale da ripascimento e di posa dello stesso, l'articolazione delle spiagge e delle opere di appoggio, dovrà essere tale da limitare al massimo (dopo la costituzione iniziale degli arenili) la necessità di ripascimento.

In sostanza si dovrà fare in modo che il volume necessario, oltre gli ormai limitatissimi apporti naturali, sia, ad avviamento concluso, dello stesso ordine di grandezza rispetto a quello che originalmente proveniva da ponente ossia molto limitato.

Per quanto riguarda l'articolazione delle spiagge, il progetto tende in primo luogo ad ampliare il fronte, realizzando arenili anche nelle zone attualmente occupate dalle scogliere di protezione.

In ogni caso si tende a produrre profondità delle spiagge, nella quantità indispensabile per stabilizzare l'arenile (evitando azioni di riflesso) ed ottenere gli spazi strettamente necessari per la realizzazione dei servizi per la balneazione.

Infine, per quanto riguarda la granulometria degli arenili, evidentemente non si può pensare di realizzare spiagge sabbiose. Si punterà perciò su un tipo di spiaggia a granulometria mista di ghiaia e sabbia, sul tipo abbastanza normale in Liguria.

Per ottenere questo risultato il progetto punta su alcune direttrici assolutamente essenziali:

In primo luogo è necessario non solo ricostruire ma potenziare decisamente i salienti e le secche che, già limitati in origine, erosi dal mare negli ultimi secoli, costituiscono oggi le deboli strutture che, con i loro aggetti o rilievi rispetto alla linea di costa, consentono di trattenere le piccole spiagge ghiaiose.

In secondo luogo si tende a contrastare decisamente l'azione di riflesso che gli aggetti naturali, con la loro tozza e ripida forma, hanno determinato e che, purtroppo, è stata pericolosamente esaltata dalla realizzazione delle due scogliere a protezione della sede A.N.A.S.

Con il potenziamento dei salienti e con l'accorciamento dei fronti aperti si sono spezzati gli ampi tratti di litorale che, (come risulta dallo studio sedimentologico) attualmente, per azione di riflesso, determinano rip currents molto concentrate e quindi capaci di forti asportazioni di materiale.

Infine, dopo aver predisposto una nuova più efficace articolazione del litorale, atta a consentire la stabilizzazione di nuovi arenili opportunamente migliorati anche e soprattutto nel disegno di falcatura, si procederà alle operazioni di ripascimento.

L'alimentazione artificiale sarà operata in un primo tempo con versamenti diretti intesi a determinare un assetto quanto più prossimo possibile al previsto.

Successivamente si dovrà tendere a concentrare in un unico punto, opportunamente scelto, ed attrezzato, i necessari versamenti di ripascimento.

A tale scopo dovrà essere articolato un sistema strutturale che, ad intervento ultimato (occorreranno ovviamente anni) consenta ai limitati sedimenti, anche artificiali, di superare gradualmente le strutture di appoggio per alimentare tutta la successione di spiagge.

D'altra parte, poiché come si è visto l'alimentazione naturale è oramai quasi inesitente, l'alternativa possibile sarebbe quella di separare nettamente tra loro i piccoli archi di spiaggia e provvedere quindi al ripascimento locale di ciascuno di essi.

Ciò evidentemente comporterebbe degli oneri ben più gravi sia per la scelta e selezione del materiale che per la relativa distribuzione e comporterebbe costi di impianto nettamente maggiori.

Ovviamente lo scoglio Nave, all'estremo di levante del tratto considerato, dovrà essere reso il più possibile insuperabile dai sedimenti (almeno fino ad una granulometria delle sabbie) e pertanto si è prevista la costruzione di un setto sommerso in prosecuzione dell'asse del pennello.

In sede di progetto preliminare detto setto era previsto in scogliera in base a quanto sperimentato con successo a Cecina.

In sede di progetto definitivo ed anche in accordo con lo studio sedimentologico, si è prevista l'adozione di una struttura in elementi prefabbricati in calcestruzzo armato del tipo realizzato con successo a Terracina e spinto fino al fondale di -15m (vedi bibliografia).

Il pennello ha il piede in fondale di circa 11m per cui esso potrebbe essere superato dalle sabbie fini ed in conseguenza questa frazione granulometrica sarebbe perduta.

La perdita non comporterebbe conseguenze, a breve periodo, per la formazione di una spiaggia mista ma impedirla significa porre le premesse per un lento innalzamento del fondale al piede del pennello terminale e quindi per migliorare ed avvicinare nel tempo la granulometria della spiaggia verso più minuti valori.

D'altra parte il costo limitato di una struttura di questo genere e l'interesse sperimentale nel valutarne l'efficacia giustificano ampiamente la adozione.

Procedendo oltre a ritroso (rispetto al flusso detritico prevalente) si prevede in particolare:

6.1 PENNELLO SCOGLIO NAVE

Lo scoglio Nave è previsto saldato alla costa e incorporato in un "pennello" che si spinga oltre per circa 50-60 m fino al fondale attuale di circa 9–11 m e completato come già esposto, da un setto sommerso che raggiunga i –15 m circa (con rilievo sul fondale di circa 1,5m).

In questo modo si fornirà un appoggio sicuro alla spiaggia di Falconara anche in previsione dell'innalzarsi dei fondali in conseguenza delle operazioni di ripascimento.

La mantellata del pennello sarà sistemata del tipo "chiuso" in quanto ciò facilita la tracimazione scaricando liquido oltre la struttura con vantaggio per minori correnti di ritorno ed anche minori sollecitazioni.

6.2 SETTO SOMMERSO

In effetti in questa zona, come è risultato evidente dallo studio della esposizione e sedimentologico, si verifica attualmente una certa fuga di sedimento che è denunziata anche dal forte irripidimento del fondale, rispetto alla morfologia generale della zona più a ponente.

Si prevede pertanto che, a lavori ultimati, sul lato a ponente del pennello, si avrà un sensibile sollevamento del fondale, di almeno, in corrispondenza della testata (realizzata con piede in -11m).

Il setto sommerso in testata, realizzato in prefabbricati di calcestruzzo armato, a forma di T rovesciata con altezza di 1,50 m, e disposto in prosecuzione dell'asse del pennello (anche allo scopo di evitare turbolenze dovute al frangere di onde di mareggiata) avrà la funzione di completare l'azione del pennello in profondità, rallentando anche il flusso di materiali fini verso levante.

Per ottenere una continuità di tenuta tra il piede del pennello in scogliera ed il setto, si prevede di posare n. 6 sacchi da 2 mc di tessuto di polipropilene ~~della capacità di 2 mc~~ riempiti di sabbia.

6.3 LA SECCA DI FALCONARA

In corrispondenza della secca sommersa attualmente esistente proprio di fronte alla linea convessa della costa attualmente in scogliera, si prevede di costruire una nuova secca posizionata con ciglio a terra a circa 60 m dall'attuale piede della scogliera, realizzata mediante un cumulo di scogli naturali con ciglio a quota 0,0 l.m.m. su un fronte di circa 50 m.

Questa struttura, in base a quanto visto, è studiata in modo da rendere possibile, in presenza di adatto ripascimento, la formazione di un tombolo che determini un'articolazione della falcatura tale da stabilizzare una spiaggia (almeno inizialmente di ghiaia) che si estenda dinanzi all'attuale scogliera (opportunamente risagomata) con una larghezza dell'ordine di almeno 30-35 m (in periodo di mare calmo) per evitare il riflesso del moto ondoso anche durante le massime mareggiate.

E' necessario a questo proposito dire che questa impostazione risente nettamente della constatazione che l'andamento convesso della costa è un carattere nativo dell'antico assetto confermato dal fatto che, come si è visto, nella analisi della evoluzione della costa, negli anni '44-'64-e'73 dinanzi alla scogliera della ferrovia, arretrata rispetto all'attuale di circa 10 m, almeno nella stagione estiva, esisteva una spiaggia, la cui falcatura, per effetto della debole secca sommersa, era rovesciata con un accenno di tombolo.

La mantellata della struttura, interamente sommersa, sarà sistemata del tipo "aperto" per un migliore assorbimento del moto ondoso.

6.4.1 Il tipo di struttura

Questo tipo di struttura, che come vedremo sarà ripetuta anche a ponente, presenta una serie di vantaggi rispetto al tipo corrente di pennello.

In primo luogo, con la sua forma schiacciata e sommersa determina un frangimento quasi completo del moto ondoso incidente mentre, con il suo andamento planimetrico arcuato, disperde il residuo moto riflesso. ed evita che l'onda frangente raggiunga le zone riflettenti del promontorio.

Essa inoltre consente il transito di sedimento dietro la struttura evitando di spingerlo in alti fondali, dai quali sarebbe difficile o impossibile la risalita.

Infine rende possibile, mediante una più blanda o decisa saldatura al litorale, di graduare il flusso detritico. E quindi anche la formazione del tombolo (foto n.44 App.).

Resta aperta la possibilità di modificare la struttura sia rendendola più larga, aggiungendo dinanzi o dietro uno strato di scogli, sia ampliandola lateralmente, allo scopo di influire sulle falcature.

Sarebbe anche possibile un innalzamento della struttura da quota +0.0 sul l.m.m., possibilità che comunque dovrebbe essere scartata in quanto, con le modifiche sopra accennate, unite alla possibilità di intervenire sul collegamento a terra, si ritiene che sarà possibile influire decisamente sul suo funzionamento.

Si noti, al proposito che non è possibile attraverso il modello matematico, e probabilmente neppure lo sarebbe attraverso prove in vasca, avere indicazioni sull'assetto finale delle falcature.

Sarà peraltro sempre necessario confrontarsi con la realtà negli anni successivi alla realizzazione (il perfezionamento dell'assetto definitivo della spiaggia artificiale di Bergeggi è stata ottenuto, da chi scrive, con la costruzione della piccola diga presso lo scoglio Madonnetta, nel '93 dopo oltre 20 anni dalla realizzazione iniziale).

6.5 LE SECCHE DI VESIMA

La spiaggia di Vesima stazione è incastonata su un litorale abbastanza arcuato, che la stessa via Aurelia ripete, limitato dai due tozzi sporgenti di levante e ponente (Aguglia).

Già in linea naturale (vedi situazioni '44-'64 e '73) i due salienti, molto tozzi e ripidi, determinavano agli estremi due ampie zone riflettenti. Sui fondali antistanti si notano inoltre affioramenti rocciosi che disegnano un andamento convesso delle isoipse. Per conseguenza la falcatura si presenta diritta o addirittura rovesciata (specie in seguito ad ondazioni di una certa intensità).

Con la costruzione della nuova possente scogliera ANAS la spiaggia è arretrata decisamente, specie a ponente, (ruotando in senso orario) a causa del riflesso generato dalla stessa.

All'estremo di levante, l'azione delle onde contro gli scogli affioranti in battigia e le propaggini del promontorio, crea riflesso contribuendo ad impedire alla spiaggia di avanzare disponendosi secondo una normale falcatura.

Né la costruzione del piccolo pennello ha sensibilmente modificato la situazione. Esso ha certamente arginato leggermente la fuga di materiale verso levante e quindi, anche grazie al ripascimento, l'arretramento della spiaggia, ma proprio per l'azione di riflesso il suo effetto è alquanto blando.

Si prevede perciò, anche in questa posizione, di realizzare una struttura simile a quella proposta a levante. Anche in questo caso con mantellata del tipo "aperto".

Con una secca semiemergente su un fronte di una cinquantina di metri, posta ad una distanza di circa 60 m dal ciglio del promontorio, si conta di assorbire i moti ondosi incidenti rendendo possibile un avanzamento localizzato della battigia tale da rendere irraggiungibili dal moto ondoso le attuali superfici riflettenti e da riportare l'andamento della battigia alla forma concava.

Graduando opportunamente la saldatura a terra della nuova struttura sarà possibile dosare opportunamente il trasporto detritico alla quantità necessaria all'alimentazione della spiaggia di Falconara.

Analogamente all'altro estremo (scoglio Aguglia) si propone di realizzare ancora lo stesso tipo di struttura. Essa ha lo scopo di eliminare il riflesso attualmente prodotto dal risalto roccioso, enormemente incrementato e spostato verso levante, dalla nuova scogliera posta a protezione della via Aurelia

Il tombolo che potrà crearsi dietro la struttura, in presenza di adeguato ripascimento, e risagomatura della scogliera, dovrebbe consentire, anche con la rotazione della falcatura, di saldare la spiaggia dell'Aguglia con quella di Vesima stazione, costituendo un unico grande arenile che superi la scogliera.

Si consentirà con ciò la costituzione di un fronte arcuato di spiaggia secondo una marcata falcatura dominata dai due salienti semisommersi di estremità.

6.6 PENNELLI LUPARA

Procedendo ancora verso ponente si incontra il promontorio "Lastroni".

Con la costruzione di un piccolo pennello all'estremo di levante della spiaggia Lupara sarà possibile migliorarne la profondità fornendo un appoggio e separandola dalla zona riflettente.

Sul lato sinistro della foce del torrente Lupara, su un tratto di una cinquantina di ml, si propone di realizzare un fronte di alimentazione, del tipo di quello funzionante sulla spiaggia di Bergeggi (foto n. 43 App.).

Tale fronte sarà delimitato a levante, da un piccolo pennello posto circa 100 m a levante della foce del torrente, avente funzione di filtro.

I due pennelli avranno mantellate del tipo "aperto" per un migliore assorbimento del moto ondoso.

Organizzando i versamenti di ripascimento sul fronte dei primi 50 m dalla foce del torrente, si disporrà di un fronte di altri 50 m su cui sarà favorita la deposizione dei materiali più grossolani che potranno, ad intervalli regolari, essere rimossi o franti e rimessi in circolo.

La scogliera aderente prevista nel progetto preliminare sul fronte del promontorio Lastroni, è stata soppressa a seguito della constatazione, in sede di studio sedimentogico e di modello matematico, che non si ravvisa la formazione di azione di riflesso tale da allontanare sensibilmente il flusso detritico in transito.

6.7 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA ARTICOLAZIONE PROPOSTA

Come si può osservare l'articolazione proposta (TAV. D-02) non si propone di ottenere un avanzamento uniforme del fronte considerato. Piuttosto si tende a realizzare un andamento delle successive falcature che consenta un ampliamento del fronte delle spiagge ed una loro articolazione più aderente all'andamento della costa alta retrostante e soprattutto più stabile ed alimentabile con quantità molto ridotte di materiale.

In particolare si tende ad ottenere nuova spiaggia dinanzi alle scogliere recentemente realizzate a difesa della via Aurelia, le quali, per rendere possibile la formazione della spiaggia, dovranno essere (dopo la realizzazione delle nuove opere e prima o durante le operazioni di ripascimento), ridimensionate opportunamente. (secondo una sezione che, da quota 0,0 al l.m.m. salga linearmente con pendenza di circa il 10%, per rendere possibile la costituzione della spiaggia).

Naturalmente per ottenere quanto sopra sarà necessario effettuare versamenti artificiali diretti di qualità e quantità sufficienti per raggiungere una situazione di relativo equilibrio.

Per giungere al nuovo assetto, si è puntato sulla considerazione che situazioni verificatesi in passato sono comunque sempre ripetibili, a patto di assicurare un'alimentazione corrispondente.

Pertanto, le falcature indicate, che ovviamente hanno, per ora, carattere indicativo, sono state attentamente studiate in base alle successive posizioni assunte dalle linee di battigia, quali risultano dallo Studio storico e dalle successive foto aeree.

Ovviamente tenendo in conto la situazione che sarà determinata dai nuovi appoggi e dal nuovo regime di alimentazione.

In sostanza si prevede di realizzare circa 33.000 mq di nuova spiaggia assorbendo completamente l'area delle attuali scogliere (oltre 7.000mq) per cui, nella situazione finale, si disporrà di circa 50.000 mq di spiaggia.

6.8 PROFILI E GRANULOMETRIE

Per quanto riguarda i profili di spiaggia, esaminando l'andamento batimetrico nel litorale, si nota come le massime pendenze si raggiungano immediatamente a ponente dello scoglio Nave.

In effetti in questa zona si ha la più severa esposizione rispetto al rimanente litorale in quanto, procedendo verso levante, si fa più debole la protezione dalle massime agitazioni da S – W, da parte di Capo di Arenzano e fondali antistanti.

Non solo ma come si è visto, a causa della brusca rotazione verso Nord della linea costiera, immediatamente oltre lo scoglio Nave, si manifesta, sulla parte appoggiata allo stesso, un forte richiamo di sedimenti che tendono a superare il risalto dello scoglio (vedi anche studio sedimentologico).

La spiaggia, nel tratto di un centinaio di metri a ponente rispetto allo scoglio Nave, è poco profonda, in relazione alla esposizione, e in occasione di mareggiate, anche di modesta intensità, scompare quasi completamente in quanto le onde, superando anche la scogliera al piede, coperta da materiale sciolto, giungono a battere sul muro di sostegno della Via Aurelia e, anche a causa del riflesso, praticamente tutto il materiale costituente la spiaggia viene asportato e spostato nel medio fondale (foto n.33-34-35).

I dati sedimentologici, riferiti al profilo medio invernale quali risultano dallo Studio DIP.TE.RIS. pongono in evidenza le caratteristiche dei sedimenti che la spiaggia assume in tale periodo.

L'osservazione puntuale delle variazioni granulometriche estreme che la spiaggia assume in momenti di elevata energia o di prolungata bonaccia, estendono il range delle tessiture tra i valori estremi.

E' interessante a questo proposito osservare come evolve l'assetto della spiaggia emersa e sommersa al variare delle condizioni del moto ondoso (foto n.35 confrontata con n. 23 App.).

Con i periodi di bonaccia, gradualmente, si osserva la risalita del materiale di pezzatura gradualmente decrescente fino a ricostruire la spiaggia come da foto n.23-28.

Il fatto che la dinamica del profilo si manifesti complessivamente costante, nel ripetersi delle situazioni descritte, assicura che esso corrisponde, o è molto vicino, ad una situazione di sostanziale stabilità, almeno nel lungo periodo, pur in presenza di un'alimentazione detritica molto limitata.

Si determina perciò, in modo esasperato, ciò che è normale in una spiaggia mista al succedersi delle agitazioni.

Il profilo che si registra in questa zona pertanto, a parità di condizioni, avrebbe certo un maggiore grado di stabilità su tutto il litorale a ponente.

Le foto n. 23-28 mostrano la situazione in battigia e anche nel fondale immediatamente antistante dopo un lungo periodo di bonaccia.

Come si può osservare dalle foto allegate, il profilo della spiaggia, in tali situazioni, si presenta come segue.

La parte alta della spiaggia emersa, contro il muro A.N.A.S. è costituita quasi completamente da grossi ciottoli della dimensione del pugno o superiore.

Nella fascia inferiore, fino a circa 1 m dalla battigia, la ghiaia ha dimensioni molto varie da 70 a 10 mm circa. In battigia si registra ghiaietto dai 5 ai 20 mm.

Nella prima fascia sommersa la granulometria cresce rapidamente e, attorno al fondale di -0.8-1m, si registra una fascia di ciottoli di dimensioni molto varie con punte di 60-100 mm intervallati da tratti di ghiaia di pezzature diverse. Oltre si passa gradualmente a dimensioni minori fino alla sabbia (attorno a -5m).

Si noti che, anche sulla spiaggia emersa, si notano sporadiche chiazze di sabbia (Foto n 29).

In effetti, sulle spiagge ghiaiose quasi sempre, nella parte alta emersa, si registra sabbia o materiale fino ma solo nel caso che le onde possano espandersi liberamente senza essere riflesse da opere rigide. Evidentemente non è questo il caso a causa del muro riflettente.

Nel caso, la deposizione di sabbia avviene nella fase di stanca della mareggiata, ossia quando le onde non giungono più a battere sulla struttura riflettente. Il fatto però che la sabbia riesca a risalire indica che il profilo è anche alimentato da materiale relativamente fine.

Il profilo, nell'insieme, si presenta abbastanza regolare, costituito ovunque da materiale sciolto (salvo qualche affioramento sporadico di roccia).

In occasione di mareggiate, anche di normale intensità, le onde, come già visto, giungono a battere contro il muro della via Aurelia e quasi tutto il materiale della spiaggia emersa viene asportato e depositato nel medio fondale.

In tale fase ciò che rimane sulla battigia, a parte i grossi massi, è sostanzialmente ghiaietto da 5-10 mm circa e anche inferiore (foto n 35). Con il ritorno alla bonaccia, gradualmente viene ricostruito il corpo della spiaggia come visto sopra.

Tenuto conto dell'esposizione più severa, rispetto alle spiagge a ponente, come già accennato, questo stesso profilo sarebbe, a maggior ragione, stabile su tutto il litorale in questione.

Il costituire una spiaggia di questo tipo, con ampie falcature e con profondità tali da evitare che l'onda frangente giunga a battere su strutture riflettenti (con ciò si ridurrebbe notevolmente la granulometria nella spiaggia alta) sarebbe già un successo (si sarebbe sui livelli della spiaggia occidentale di Mentone, foto n 45 App.).

Si ritiene anche in base allo studio sedimentologico, tuttavia che sia possibile ridurre decisamente la granulometria, pur rimanendo nel campo dei sedimenti misti, accettando un profilo decisamente più dolce.

Si è perciò, già in sede di progetto preliminare, preso in esame il profilo che si registra nella spiaggia di Spotorno (arco occidentale) in quanto abbastanza simile come esposizione marittima.

Questo profilo, caratterizzato da una spiaggia sufficiente ampia e tale da evitare riflesso, almeno in occasione delle ordinarie mareggiate, è caratterizzato da una disposizione che si può descrivere come segue:

<u>Dopo un periodo abbastanza lungo di bonaccia:</u>

parte alta della spiaggia:: sabbia 0.2 - 0.4 mm

striscia di 4 - 5 m dalla battigia: ghiaia e ghiaietto 0.5 - 20 mm con qualche elemento fino a 60-100 mm

battigia ghiaietto 20 - 0.5 mm

fascia sommersa fino ai –3 m ghiaietto e ghiaia, anche grossa (fino a 50-100mmm)

fondale oltre –3m sabbia 03-02 mm

Dopo una media agitazione:

arretramento della battigia circa 5 –6 m

spiaggia emersa spianata: : sabbia 0.25 – 0.4 mm (foto)

fascia immersa fino a –3m:circa. :ghiaia, anche grossa (fino a 100 mm circa)

fascia oltre –3,5 m: : sabbia da o,3-0,2mm

foto n 35

I valori di cui sopra sono il frutto di ripetute osservazioni e stime a vista delle granulometrie (estremamente variabili a seconda delle condizioni del mare nei giorni precedenti, foto n39-40-41 App.)

A titolo informativo si riportano (progetto preliminare tav n.3) le granulometrie rilevate nel 1978 con lo Studio Geologico condotto, per conto del Comune, dai Dott. Francesco Ferraiolo e Roberto Garbarino.

Per quanto riguarda la natura mineralogica e di provenienza del materiale (da fiume o da frantoio) in questa sede non è possibile fare previsioni in quanto la scelta dipenderà dalle disponibilità che potranno evidenziarsi solo in sede di progetto esecutivo.

Nel caso, alquanto probabile, che si debba ricorrere a materiale franto di cava di natura prevalentemente calcarea, occorre tenere presente che si assisterà, negli anni successivi, ad un arrotondamento, con progressiva riduzione, dei granuli ad opera del moto ondoso.

A titolo orientativo nella foto che si unisce (foto n 3 App.) si può notare il progressivo arrotondamento dei granuli (di natura calcarea) in quattro gruppi numerati prelevati negli anni '95,97,99,2000, ciò che si è osservato sulla spiaggia di Spotorno.

7 PROVE SU MODELLO E STUDIO SEDIMENTOLOGICO

Prove su modello fisico e numerico e Studio sedimentologico per la realizzazione della nuova spiaggia di Vesima

A corredo del progetto esecutivo in corso di redazione da parte della ASTER, si sono svolti :

a) Presso la Università di Firenze, dipartimento di Ingegneria Civile:

Studio su modello fisico della dinamica evolutiva della spiaggia di Vesima

Studio su modello numerico della dinamica evolutiva della spiaggia di Vesima ed analisi degli effetti delle opere di difesa della costa.

b) Presso la università di Genova DIP.TE.RIS.

Studio sedimentologico

Il primo studio è consistito in una serie di prove in canale intese a valutare i possibili profili di equilibrio che potranno stabilirsi a seguito di versamenti di materiali di apporto di determinate granulometrie.

Il secondo studio prende in considerazione l'intero tratto costiero interessato dallo intervento, allo scopo di valutare il regime attuale e le modifiche allo stesso che saranno determinate dalle opere di difesa previste in progetto.

Lo studio sedimentologico, in una prima parte, indaga sulla dinamica sedimentaria nella situazione attuale su tutto il fronte del progetto, mentre in una seconda parte affronta il problema della stabilità dei profili di spiaggia in relazione con le granulometrie dei materiali di apporto.

A)STUDIO SU MODELLO FISICO IN CANALE

PREMESSA

Il progetto preliminare per la realizzazione della spiaggia di Vesima, prevede il versamento di complessivi 290.000 mc di materiale di apporto.

Si prevedeva di versare il 50% del totale iniziando con granulometrie comprese tra 100 e 30mm e proseguire con granulometrie più minute fino a circa 5mm e possibilmente oltre.

Il profilo adottato alla base del progetto per determinare le quantità, era, in linea prudenziale, quello relativo alla spiaggia di Spotorno (leggermente ghiaiosa) che

presenta sulla battigia circa il 40% tra i 10-15mm e sul fondale di -2m circa il 40% da 0,25 a 0,125mm.

Nell'affrontare il progetto esecutivo si è ricorsi alla prova su modello fisico in canale per accertare la stabilità del profilo almeno per le granulometrie superiori ai 30mm.

Infatti, per ragioni di similitudine tra modello e realtà, tenuto conto delle dimensioni del canale in cui si opera, che consente di realizzare la prova in scala 1/20, non è possibile scendere oltre i 30mm di diametro del sedimento, senza perdere attendibilità.

Tuttavia è da osservare che, anche rimanendo in questo limite, la spiaggia avrebbe un sedimento corrispondente alla situazione della spiaggia occidentale di Mentone realizzata pochi anni or sono.

Ciò premesso si esaminano brevemente i risultati ottenuti

LE PROVE

Su un canale per moto ondoso è stato simulato il profilo in scala 1/20 della sezione n 3 di progetto preliminare che rappresenta la situazione più gravosa sullo intero fronte.

Sono state simulate 4 configurazioni sul profilo iniziale avente pendenza media del 9,9 %

Configurazione 1

Si è proceduto al versamento iniziale di materiale granulare corrispondente in natura al diametro di 60 mm, in ragione di 138 mc/m.

A seguito dell'attacco di ondazioni gradualmente crescenti, fino a H = 3m T = 10", si è registrata una posizione di equilibrio rappresentata in fig n 7 del fascicolo, con un avanzamento della linea di battigia di 20,7 m.

La pendenza del profilo bagnato tra 0.0 e -3m è risultata del 20,9% e tra -3 e -4,50m del 40,2% oltre tale fondale la presenza della sabbia ha ridotto la pendenza al 8,6 % molto vicina alla pendenza primitiva.

Tali pendenze consentono al nuovo profilo di intersecare il profilo attuale con un fortissimo avanzamento.

La prova ha raggiunto una situazione di equilibrio stabile ponendo in luce la assoluta mancanza di fughe di sedimento di apporto.

I risultati ottenuti con le 4 configurazioni sono riassumibili come segue:

Configurazione 1

Volume di apporto		mc/m 138
Avanzamento		20,7mm
Pendenza Profilo bagnato	0,0-3,0m	20,90%
""	-3,00-4,50m	40,20%
Distanza cresta – battigia		7,00m
Altezza cresta		+4,10m

Configurazione 2

Si sono sottratti 38 mc/m di materiale di apporto mantenendo invariata la granulometria e si è proceduto a sottoporre il modello alle stesse ondazioni usate in precedenza giungendo ad una nuova situazione :

Volume di apporto		mc/m 100
Avanzamento		15,80m
Pendenza Profilo bagnato	0,0-2,7m	20,50%
""	-2,70-4,00m	37,00%
Distanza cresta – battigia		8,00m
Altezza cresta		+4,00m

Configurazione 3

Alla situazione assestata di configurazione 2 si è aggiunto un volume di 38 mc/m di materiale corrispondente a 30 mm di diametro, riportando il volume a 138 mc/m e si è provveduto a spianare la cresta valutata in circa 10 mc/m.

Il volume relativo allo strato esposto al moto ondoso è quindi risultato costituito da una miscela tra 10 mc da 60 mm e 38 mc da 30mm con granulo medio di circa 36mm

Si è quindi proceduto agli attacchi ondosi, come nelle prove precedenti giungendo ad una nuova situazione:

Volume di apporto		mc/m 138
Avanzamento		20,02m
Pendenza Profilo bagnato	0,0-3,5m	12,86%
""	-3,5m-5,00	50,00%

Distanza cresta – battigia	9,70m	
Altezza cresta		+2,80m

Configurazione 4

Si è proceduto a miscelare il materiale di 138 mc ed a risistemarlo nel canale. La miscela risulta costituita da 100mc da 60mm e 38mc da 30mm con granulo medio di circa 51mm.

Si è quindi proceduto agli attacchi ondosi come in precedenza, giungendo ad una nuova situazione.

Volume di apporto	mc/m 138	
Avanzamento		21,00m
Pendenza profilo bagnato	0,0-3,50m	13,40%
""	-3,50-5m	28,80%
Distanza cresta – battigia	14,00m	
Altezza cresta		+2,00m

Confronto tra i risultati ottenuti con le 4 configurazioni

Sono effettivamente confrontabili le configurazione n 1- 3 e 4 in quanto la configurazione n 2 è relativa ad un minore volume di materiale di apporto ed in conseguenza presenta profili che incontrano il profilo iniziale a quote più elevate.

Nella configurazione n1 con materiale monocromatico da 60mm si ottiene un forte avanzamento con fortissime pendenze del profilo bagnato.

Si verifica inoltre una cresta molto alta molto vicina alla battigia.

Il risultato è caratteristico di profili costituiti da materiale monocromatico che presentano forti pendenze crescenti con la profondità e marcate creste vicine alla battigia.

Ciò in conseguenza della fortissima permeabilità del sedimento dovuta alla uniformità granulometrica.

Con la configurazione n3 ottenuta aggiungendo 38 mc/m di materiale da 30mm ai 100 mc di materiale da 60 mm (assestati dalle ondazioni nella configurazione n2). Con granulo medio da 36mm, il profilo inizia a distendersi.

L'avanzamento è quasi identico alla conformazione 1 ma il profilo bagnato passa ad una pendenza di quasi 13% circa fino a- 3,50m che aumenta al 50% fino ai -5m mentre la cresta si allontana dalla battigia e si abbassa a meno di 3m.

Con la configurazione n 4 si procede alla miscelazione preliminare del materiale che pertanto è costituito da una miscela tra i due materiali da 60mm e 30mm nelle proporzioni di 100mc e 38mc con granulo medio di 52mm.

La situazione finale è lievemente migliore rispetto alla precedente: L'avanzamento aumenta lievemente a 21m, il profilo bagnato diviene leggermente più ripido con pendenza del 13,40% mentre oltre i -3,50 aumenta al 28,00% e la cresta arretra ulteriormente fino a 14m e si abbassa di quota fino a circa 2m.

Dallo svolgimento delle prove si traggono i seguenti risultati:

a)Con materiali da 30 a 60 mm la pendenza del profilo bagnato è sempre superiore al 13 %.

Ciò significa che, con tali granulometrie, per ottenere gli avanzamenti previsti nel progetto preliminare, le quantità necessarie sarebbero molto inferiori (attorno al 50-60%)salvo calcoli più precisi in fase di elaborazione progettuale.

b) In tale situazione le perdite di materiale verso il largo sarebbero del tutto trascurabili.

c) Versando materiali di granulometrie più ampie si ottengono vantaggi sia per quanto riguarda l'avanzamento (e quindi la resa) il profilo bagnato, la posizione della cresta e la sua altezza.

d) le differenze relative al versamento di granulometrie inizialmente elevate per scendere a piu' fini nei tempi successivi, rispetto al versamento di materiali misti dallo inizio, sono molto modeste.

Il vantaggio di usare granulometrie ampie, già conosciuto in teoria, deriva dal fatto che la miscela granulometrica, pur rimanendo permeabile quanto necessario per permettere una buona percolazione del flutto di ritorno e quindi pendenze abbastanza sostenute nel profilo bagnato, consente una migliore distribuzione del sedimento sul lato asciutto del profilo (minore cresta).

E' interessante , dal punto di vista della ricerca confrontare le configurazioni n 3 e 4.

Esse differiscono solo per le diverse composizioni granulometriche:

La configurazione 3 con granulo medio di 36mm ed una composizione corrispondente al rapporto ¼ (1 da 60 mm e 4 da 30mm)

La configurazione 4 con granulo medio di 52 mm e composizione corrispondente al rapporto 10/4 (10 da 60mm e 4 da 30mm)

Le due miscele hanno rapporti quasi invertiti: nella n 3 prevale il 30mm mentre nelle 4 il prevalente è il 60mm.

Per quanto riguarda il profilo bagnato il comportamento è molto simile (12,85 contro 13,40%)e così pure per l'avanzamento (20,2 contro 21,00).

La differenza sensibile si nota nella altezza e posizione della cresta che, nella situazione 4 arretra da 9,70 m a ben 14,00 m con altezza ridotta a 2m contro 2,80m.

Si deve constatare che la miscela 4, con materiale più grossolano, (52 contro 36 mm) ha registrato un comportamento migliore (avanzamento, profilo altezza e posizione della cresta) rispetto alla situazione con granulo medio inferiore.

Ciò porterebbe a smentire la ipotesi che i materiali più eterogenei abbiano comportamenti migliori, ipotesi che sarebbe invece confermata dal confronto tra la configurazione 1 e le 3 e 4.

Ovviamente le differenze sono minime e gli elementi di giudizio molto scarsi.

In effetti, in questo genere di conoscenze la strada da percorrere è ancora lunga.

E' evidente peraltro che il progetto non intende limitarsi all'ottenimento di una spiaggia di granulometria tra 30 e 60mm (che comunque, come accennato, sarebbe molto simile a quanto realizzato a Mentone sulla spiaggia di ponente).

Queste prove peraltro assicurano che la adozione di una tale granulometria non solo sarebbe stabile e non comporterebbe perdite di sedimento ma gli avanzamenti previsti potrebbero essere raggiunti con volumi inferiori di apporto.

Ciò non significa che il progetto sia limitato a questa ipotesi.

In effetti il profilo ipotizzato in sede di progetto preliminare (corrispondente alla situazione reale della spiaggia di Spotorno paragonabile come esposizione) mantiene tutta la sua validità e, a parere del sottoscritto, potrà essere perseguito con versamenti di materiali progressivamente più fini seguiti da un attento monitoraggio fino ad ottenere una situazione molto simile al modello adottato.

B)STUDIO SU MODELLO NUMERICO

Lo Studio su modello numerico dell'intero arco costiero relativo al progetto, è basato sulla situazione morfologica della costa e sulla sedimentologia dei fondali.

Esso ha confermato pienamente la natura del regime attualmente esistente quale era stato individuato con il progetto preliminare, caratterizzato da un flusso detritico da Ovest verso Est, pur ridotto rispetto alle condizioni storiche passate.

L'analisi dei moti ondosi, modificati dai fenomeni di rifrazione, ha accertato come già posto in luce dalle indagini di progetto, il regime di correnti da moto ondoso che determinano forti turbolenze per azione di riflesso, incentivando il flusso detritico in direzione Est, rendendo precarie le situazioni delle piccole spiagge.

Con l'analisi della nuova situazione determinata dalla realizzazione delle opere previste in progetto, si è in particolare constatato che:

L'inserimento delle nuove strutture determina una marcata attenuazione delle correnti "soprattutto nelle zone dove si formano i vortici che sono ridotti a minori estensioni essendo contenuti tra le strutture".

"L'evidente attenuazione del regime di correnti chè si instaura su tutta la fascia".

Il modello evidenzia come le opere previste esercitino una influenza positiva (per la sedimentazione) su tutta una fascia aderente alla linea di costa interessata.

Il pennello Scoglio Nave è risultato idoneo a provocare accumuli nella fascia di riva in quanto può essere superato solo da sedimenti sottili.

In sostanza lo Studio ha confermato l'impostazione del progetto che prevede il sostanziale ripristino del regime esistente in passato con la ricostruzione e ampliamento delle strutture naturali per contenere il materiale di apporto e quindi consentire la creazione di nuove spiagge e l'ampliamento delle esistenti.

Il mantenimento del flusso detritico ma con una forte attenuazione dei volumi in movimento, consentirà di alimentare le spiagge dal "fronte di alimentazione" previsto, con volumi ridotti mantenendo l'equilibrio nonostante la diminuzione degli apporti solidi naturali.

C)STUDIO SEDIMENTOLOGICO

Lo studio sedimentologico, nelle sua prima parte, relativa alla distribuzione granulometrica, è giunta a conclusioni molto simili allo Studio, nella situazione iniziale, su modello matematico.

In particolare sono risultati convergenti le risultanze relative alle situazioni di riflesso che si verificano in corrispondenza delle scogliere a protezione dell'Aurelia e

presso scoglio Nave azioni che, come si è visto, il modello matematico vede nettamente ridotte con le opere previste.

In particolare lo Studio Sedimentologico non ha individuato particolari situazioni di riflesso in corrispondenza del promontorio Lastroni, timore che in sede di studio dell'esposizione e progetto preliminare, aveva indotto a prevedere una scogliera di assorbimento che in conseguenza sarà eliminata.

Lo studio sedimentologico, nella sua seconda parte, ponendo a confronto i risultati delle prove su modello fisico in canale con il profilo della spiaggia di Spotorno, mediante le equazioni di Dean è giunto a risultati molto interessanti:

In sostanza risulta che, sulla spiaggia di Vesima, sono stabili ovunque granulometrie con D50 fino a 10mm, mentre, nella parte centrale ed occidentale, anche molto inferiori e fino a D50 di circa 2mm.

Per trarre le conseguenze da questo importante risultato, occorre, come d'altra parte accennato nello Studio stesso, avanzare alcune considerazioni:

I profili risultanti dalle equazioni di Dean, presuppongono un D50 esteso all'intero profilo attivo che presenta una certa costanza solo in spiagge sottili di sola sabbia.

Nella realtà nelle spiagge miste di ghiaia e sabbia la granulometria varia moltissimo con la profondità e così pure varia la distribuzione granulometrica nel profilo, anche a seconda delle diverse situazioni che si succedono a seguito di periodi di agitazioni più o meno intense (vedi a questo proposito la tav n 3 e le foto n.39-40-41 e 42 relative alla spiaggia di Spotorno allegate in APP.).

Per quanto riguarda Vesima a questo proposito è sufficiente osservare le foto 35-25-26 allegate in APP., e relative a due assetti della spiaggia presso Scoglio Nave, rispettivamente corrispondenti ad un periodo successivo a bonaccia ed a violenta mareggiata

In ambedue le situazioni si evidenziano distribuzioni granulometriche molto ampie che per Vesima vanno da ben oltre i 100mm e fino a meno di 3-4mm solo in battigia.

In sostanza occorre tenere conto che in spiagge di materiale misto con fuso granulometrico molto ampio, gli assetti che si susseguono portano a granulometrie, sulla spiaggia e sui fondali antistanti, molto ampie,

In base al rilievo batimetrico eseguito da Nuova Idrocart S.n.c., che ha rilevato una situazione sensibilmente più gravosa rispetto alla precedente, è stata effettuata

una valutazione dei volumi di sedimento necessari secondo le varie ipotesi considerate nello Studio sedimentologico.

La tabella sotto riportata illustra i risultati ottenuti.

Profilo	Volume Tot [mc]	Volume I Stralcio [mc]
Spotorno	492.014	264.597
Dean 5mm	351.739	198.588
Dean 10mm	230.171	122.339
13%	225.456	110.020

Come si può osservare i volumi necessari per stabilire un profilo tipo Spotorno, risultano notevolmente maggiori rispetto a quanto previsto in sede preliminare 492.000 e 264.000 mc rispettivamente per progetto generale e I Stralcio contro 350.000 e 190.000 mc.

I volumi previsti nel progetto preliminare sarebbero sostanzialmente rispettati usando materiale con D50 = 5mm (ossia con una granulometria compresa tra 2 e 8mm).

Si ritiene tuttavia opportuno, per ridurre il volume necessario ed per ottenere un primo stato di equilibri, adottare nel progetto definitivo una granulometria D50= 10mm con la quale risulterebbe possibile ottenere gli avanzamenti previsti con volumi di 230.000 e 122.000 mc rispettivamente per progetto generale e I Stralcio.

Resta evidentemente aperta la possibilità di migliorare la granulometria nel seguito della vita della spiaggia.

Tuttavia già con un D50 =10mm, che corrisponde ad un fuso tra 3 e 15mm circa, la spiaggia avrebbe caratteristiche simili alla attuale situazione che si può osservare sul lato Vesima Stazione che pare del tutto accettabile.

Per quanto riguarda il lato operativo,per l'alimentazione della spiaggia di Vesima sarà opportuno iniziare a versare materiale molto grossolano in modo da ottenere forti avanzamenti iniziali con quantità relativamente limitate di sedimento.

Nel seguito per migliorare la situazione saranno necessari versamenti di materiale progressivamente più sottile, che nell'ambito del progetto raggiungeranno la granulometria D50=10mm, ma nel seguito potranno anche scendere oltre che potranno raggiungere, e, con il tempo, superare lo 0,25mm (almeno con l'estremo del fuso).

Concludendo si prevede di versare inizialmente circa il 50% del volume necessario di materiale con granulometria compresa tra 100 e 5mm con possibilità di superare questi limiti con l'attenzione che l'eventuale quantità di materiale più sottile non andrà a contare nel volume previsto con il fuso granulometrico adottato (D50=10mm) ed ovviamente con le tolleranze per materiale inferiore a 0.0625 mm che saranno concesse dall'Amministazione Regionale per la salvaguardia ambientale.

E' pertanto possibile che almeno per questa fase, (ma forse anche per la successiva) sia possibile ricorrere a materiali risultanti dalla sistemazione di corsi d'acqua.

In fase di completamento dei versamenti sarà opportuno cercare di avvicinarsi quanto più possibile alla granulometria prescelta (D50=10mm) sempre con l'attenzione ai volumi utili di cui sopra, per costituire la coltre superiore della spiaggia.

Per le norme igieniche si dovranno rispettare i criteri previsti dalle Norme ARPAL relative alla disciplina dei ripascimenti delle spiagge (ved. "Protocollo relativo ai criteri di campionamento e valutazione del materiale destinato a ripascimento stagionale degli arenili").

8 DIMENSIONAMENTI STRUTTURALI

CALCOLO DI STABILITA' DELLE STRUTTURE MARITTIME

Lo studio dell'esposizione marittima, condotto nel corso della progettazione preliminare, ha evidenziato come le massime agitazioni ondose provengano dal settore centrale del III quadrante.

Il modello fisico ha infatti chiarito che è praticamente ininfluente l'ordine secondo cui si versano le varie granulometrie.

Inoltre, come risulta dalle prove su modello fisico, materiale con D50 attorno ai 50mm stabile su tutto il fronte, si dovrebbe assestare su una pendenza di circa il 13%.

Granulo medio D50 significa materiale da oltre 100mm fino a meno di 30mm.
Si dovrà pertanto studiare una voce di capitolato che preveda il versamento di materiale di questo tipo, tenendo conto delle disponibilità di mercato e delle norme regionali di accettazione.
Ovviamente, realizzata una prima spiaggia ghiaiosa (sul tipo della spiaggia di Mentone occidentale, foto n.45 App.), si dovrà proseguire con versamenti di granulometrie decrescenti per migliorare la situazione.
Come si è visto dallo Studio sedimentologico, la fuga di materiale più fino di 5-10mmm, è possibile (nella situazione attuale) solo attraverso lo scavalcamento del pennello Scoglio Nave.
Occorre peraltro tenere conto che, come risulta dal modello matematico della Università di Firenze, le correnti in uscita e di turbolenza, attualmente fortissime, saranno nettamente ridotte con la introduzione delle nuove opere e quindi limitate le possibilità di fuga ed anche che il sedimento in movimento oltre la testata del pennello, che come è noto si muove in uno strato sottile aderente al fondale, sarà intercettato dal setto sommerso che come consigliato dallo Studio Sedimentologico, si spinge fino al fondale di 15m, ove sono solo possibili movimenti di sabbie di granulometrie inferiori ai 0,2mm.
E' opportuno a questo punto anticipare che, poiché il lavoro sarà realizzato per stralci ed il primo di essi sarà relativo al tratto compreso tra lo Scoglio Nave ed il promontorio Bonetti, con pennello, setto sommerso e due secche, i versamenti di materiale grossolano di primo intervento saranno concentrati nel tratto compreso tra le due secche e solo il materiale che supera la secca n. 1 andrà ad accumularsi contro il pennello ed il setto sommerso.
Solo versamenti di materiale molto grossolano potranno essere effettuati da una sezione molto vicina alla testata del pennello Scoglio Nave (lato ponente) allo scopo di rialzare il fondale presso la testata del pennello.
Sarà così possibile constatare la capacità delle secche di rallentare il flusso detritico ed eventualmente intervenire per rinforzare o abbassare il collegamento a terra delle stesse e verificare l'azione del setto sommerso.

Le agitazioni di provenienza oltre i 225° N sono inoltre molto coperte dal Capo di Arenzano che le riduce per rifrazione, a causa dei fondali antistanti oltre che per diffrazione.

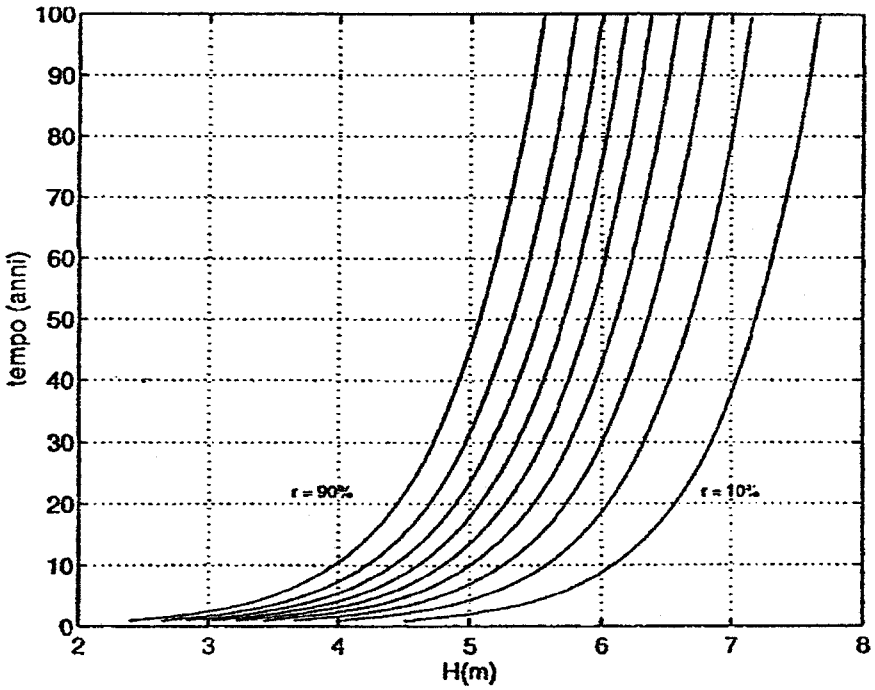
La direzione di provenienza più gravosa pertanto rimane quella attorno a 225° N.

Le statistiche relative ai dati KNMI per il periodo 1961-'90 per il settore compreso tra 120° e 230° N, fornisce gli elementi per la determinazione delle curve di rischio che sono state specificamente elaborate dall' Università di Firenze Istituto di Ingegneria Civile e che riportano la probabilità associata al superamento di predeterminati livelli di altezza d'onda in mare profondo per periodi di ritorno fino a 100 anni.

Per il progetto di stabilità delle strutture, considerato che, nel caso, non esiste rischio di vita umana ed eventuali danni comporterebbero solo la necessità di interventi di rifiorimento delle mantellate, è opportuno fare riferimento all' evento con alta probabilità (90%) di verifica nell'arco di 50anni, che, nel caso specifico vale Ho = 5,00m.

Tr [anni]	**Hs [m]**	**Periodo di picco Tp [s]**
5	3,60	9,36
10	3,98	9,83
20	4,38	10,32
30	4,71	10,70
50	4,90	10,91

Per quanto riguarda le relazioni tra altezza, periodo e lunghezza d'onda si utilizzano le correlazioni fornite da Leopoldo Franco (A.I.P.C.M. 1977).



Esse sono relative alle onde provenienti dal settore 150-210° N e sono basate sulle misure dirette ottenute dalla Boa ondametrica di La Spezia:

Periodo di picco $T_p = 4{,}93\sqrt{H_s}$ $L_o = 1{,}56 \times T_o^2$ e pertanto, nel caso, l'onda proveniente dal settore di massima traversia (zona centrale del III quadrante) ha le seguenti caratteristiche:

Onda di Libeccio

$H_o = 5{,}00m$ $T_o = 4{,}93\sqrt{5} = 11''$ $L_o = 1{,}56 \times 11^2 = 188m$ da 225° N

Si è quindi proceduto al tracciamento del piano d'onda per questa ondazione giungendo a determinare l'intensità H_b dell'onda incidente le strutture in fondale di circa 10m

$H_b = 5{,}00\sqrt{8/15} = 3{,}65m$ (Vedi Figura 1 in Appendice)

La massima ondazione considerata proveniente dal III quadrante si presenta perciò, in corrispondenza delle strutture con le seguenti caratteristiche:

$H_b = 3{,}65\ m$ $T_o = 11''$

L'onda avvicinandosi alla costa, prima di iniziare il frangimento, in conseguenza del ridursi del fondale, concentra l'energia in un minore strato di liquido e ciò può provocare un incremento di altezza.

La valutazione del fenomeno è condotta secondo il metodo di Goda (Irregular wave deformation in the surf zone) mediante il Grafico 1 in Appendice:

$H_b/Lo=3,65/188= 0,0195 \approx 0,02$

$h/H_b=11/3,65 =3,0$

Da cui per il grafico $H_{1/3} = 3,65x1 = 3,65m$

Frangimento

Essendo $H_b/gT^2 = 3,65 /9,81x11^2 =0,0031$ e la pendenza del fondale al piede 10/160=0,06 servendosi del Grafico 2 in Appendice (Shore Protection),

si ottiene $\beta = 0,90$, $d_b/H_b= 0,90$, $d_b = 0,90 \times 3,65 = 3,30m$ che corrisponde al minimo fondale in cui può iniziare il frangimento.

Inoltre $\alpha = 1,5$ $d_b/H_b = 1,5$ $d_b =1,5x3,65 = 5,50m$ che corrisponde al fondale massimo (sempre con il Grafico 2 in Appendice).

Pertanto il frangimento può iniziare tra i fondali di 3,30 e 5,50m.

In conseguenza l'onda incontra le strutture principali ossia il pennello Scoglio Nave e le tre secche sempre non frangente mentre i piccoli pennelli in località Lupara sono investiti dall'onda frangente.

Peraltro il paraggio è molto esposto alla traversia secondaria di Scirocco proveniente dal settore centrale del II quadrante.

Onda di Scirocco

Per la valutazione della massima altezza d'onda da questa direzione si ricorre al recente studio della DEAM per il porto di Rapallo che indica come onda con periodo di ritorno di 50 anni

$Ho = 4,40m$ $To = 8,6$ sec da 150°N .

Non si prende in considerazione la provenienza da 120° N in quanto nel caso il fetch fino ad oltre 130° N non supera i 160km .

Considerando il periodo di picco come in precedenza si ha:

$$Ho=4,40m \ ; \ To=10sec \ ; \ Lo=156m$$

Procedendo al tracciamento del piano d'onda (Vedi Figura 2 in Appendice) risulta:

$$H_b = Ho \ 4,49\sqrt{25/28} = 4,18m \text{ essendo } m = 0,05$$

Applicando ancora Goda (Grafico 1 in Appendice)

$$H_b/L_0 = 4,18/156 = 0,027$$

Nel grafico, quindi, si media tra 0,02 e 0,04 :

Pennello Scoglio Nave: $d/H_b = 11/4,18 = 2,63$ risulta $H_{1/3} / H_b = 1,00$
$H_{1/3} = 4,18m$

Secche: $d/H_b = 6/ 4,18 = 1,43$ risulta $H_{1/3}/ H_b = 1,00$
$H_{1/3} = 4,18m$

<u>Frangimento</u>

Dal Grafico 2 in Appendice (Shore Protection) con

$H_b/gT^2 = 4,18 /9,81x10^2 = 0,0043 \ ; \ m=0,05$

si ottiene $\beta = 0,98$, $d_b/H_b = 0,98$, $d_b = 0,98 \times 4,18 = 4,09m$ che corrisponde al minimo fondale in cui può iniziare il frangimento.

E anche $\alpha = 1,5 \quad d_b /H_b = 1,5 \quad d_b = 1,5x4,18 = 6,27m$ che corrisponde al fondale massimo in cui può iniziare il frangimento.

Pertanto il frangimento può iniziare tra i fondali di 4,09 e 6,30m .

In conseguenza le strutture del pennello Scoglio Nave e le secche n° 1 e 2 sono anche in questo caso investite dall'onda non frangente, solo la secca n° 3 può essere investita dall'onda frangente.

Pennelli Ponente e Levante a Lupara

Il piede delle strutture si trova in fondali di circa 2,7m.

L'onda pertanto investe le strutture in fase di frangimento.

Fondale al piede d_s = 2,7m pendenza m = 0,03

Entrando nel Grafico 3 in Appendice (Shore Protection Manual) si trova la massima onda frangente che può investire la struttura:

$d_s / gT^2 = 2,7/9,81x11^2 = 0,0023$ da cui $H_b / d_s = 1,15$ e Hb=2,7x 1,15 =3,10m onda frangente.

Dimensionamento

Si utilizza la formula di Hudson che ammette danni dell'ordine del 5% nel caso di accadimento dell'evento ipotizzato:

$$P = \gamma_s \times H_b^3 / K_d \, (\gamma_s/\gamma - 1)^3 \, cot\alpha$$

da cui si ricava il peso medio dei massi naturali necessario per ottenere il livello minimo di danno per una prefissata altezza significativa d'onda H_b dove:

H_b = altezza d'onda che investe l'opera

γ_s = densità dei massi naturali, assunta pari a 2700 Kg/mc (in base alle indicazioni della Università di Genova DIP.TE.RIS)

γ = densità acqua di mare = 1,026 Kg/mc

K_d= coefficiente di stabilità

Cotα = pendenza della scarpata dei massi.

Testata del pennello Scoglio Nave

Per la testata del pennello, in situazione di onda "non frangente" lo Shore Protection Manual consiglia per K_d il valore di 2,3 per massi naturali di cava.

Tuttavia occorre considerare che ciò è valido nel caso di strutture non tracimabili.

Nel caso in esame essendo la testata molto bassa (a solo + 0,50m l.m.m.), la struttura è ampiamente tracimabile con testata a quota + 0,50m l.m.m., anche a causa della struttura di mantellata sistemata di tipo chiuso.

In "Progettazione e gestione degli interventi di difesa costiera" di Ing. Andrea Ferrante del CSLLPP, secondo il procedimento proposto da Van Der Meer, si consiglia, per onda frangente in caso di strutture ampiamente tracimabili di aumentare fino al doppio il coefficiente K_d il che corrisponde a dimezzare il peso dei massi.

Nel caso di onda non frangente la raccomandazione non è applicabile. Occorre tuttavia tenere conto che, senza dubbio anche nel caso, una parte non trascurabile dell'energia dell'onda non si dissipa sulla mantellata in quanto la massa d'acqua si riversa oltre la struttura.

Si è quindi adottato il coefficiente K_d =3,00 e con $\cot\alpha$ = 2,5 pertanto:

$$P = 2{,}7 \times 4{,}18^3 / K_d\ (2{,}63 - 1)^3\ \cot\alpha = 6{,}15\,t$$

Si adotta pertanto una mantellata di massi naturali da 5 a 7t .

Lo spessore del doppio strato risulta $S = 2x(6/2{,}7)^{(1/3)} = 2{,}50$ m

Il peso dei massi si dimezza a profondità superiore all'altezza dell'onda incidente (secondo Shore Protection Manual) e quindi da - 5m.

La sistemazione della mantellata per la parte emergente e fino almeno a quota -1m sarà del tipo chiuso anche per facilitare la tracimazione.

Corpo del pennello di scoglio Nave

Il corpo del pennello è strutturato attorno alla roccia nativa di Scoglio Nave che si protende in mare fino a sfiorare la futura testata del Pennello.

Il nucleo della struttura è pertanto estremamente stabile ed in conseguenza non esiste pericolo di rovina della struttura ma solo quello di danni minori.

Il frangimento dell'onda provocato dalla testata e dai vicini scogli affioranti determina una rapida flessione dell'energia incidente che si valuta del 20% assumendo H_b=3,5m e, tenendo anche conto che la struttura è tracimabile, si assume per K_d il valore di 3 e per Cotα il valore 1,5.

$$P = 2{,}7 \times 3{,}5^3 / 3\,(2{,}63-1)^3\ 1{,}5 = 5{,}90\,t$$

Si adotta perciò una mantellata di massi naturali di cava del peso di 5-7 t con pendenza 1,5 e spessore $S = 2(6/2{,}7)^{(1/3)} = 2{,}50m$

Anche il corpo del pennello avrà una mantellata del tipo chiuso come la testata.

Secche n° 1-2

Le secche sono previste con ciglio superiore a quota l.m.m. Esse sono quindi ampiamente tracimabili.

Onda incidente $H_b = 4{,}18m$ non frangente

Si assume per esse per K_d il valore di 3, con Cotα = 2,5

$$P = 2{,}7 \times 4{,}18^3 / 3_{,,}\,(2{,}63-1)^3\ 2{,}5 = 6{,}07\,t$$

Si prevede un doppio strato di massi naturali di cava del peso da 5-7 t con pendenza 1/2,5, ed uno spessore di 3 m.

Come visto per la testata del pennello la dimensione dei massi si dimezza a profondità maggiore della altezza dell'onda incidente ossia, nel caso, da - 5m .

Secca n° 3

Può essere investita da onda frangente e pertanto in questo caso si dovrebbe usare il valore 1,6 per K_d. Essendo peraltro la struttura semisommersa e quindi ampiamente tracimabile, secondo il citato lavoro di Ferrante esso può essere raddoppiato.

Si mantiene pertanto il dimensionamento visto per le secche n° 1 e 2.

Le mantellate interamente sommerse saranno sistemate del tipo piuttosto aperto in modo da ottenere un migliore assorbimento del moto ondoso.

Pennelli Lupara

Le testate dei pennelli, come si è visto, sono investite da un'onda frangente di h =3,10m .

Tenendo conto che la struttura è tracimabile (essendo la testata a + 1,00m) si adotta per K_d il valore 3 e per Cotα = 2

$$P = 2{,}7 \times 3{,}10^3 / 3\,(2{,}63 - 1)^3\ 2 = 3{,}10\,t$$

Essendo $S = 2(3/2{,}7)^{(1/3)} = 2{,}10m$

Si prevede pertanto una mantellata di massi naturali di cava in doppio strato da 2-4 t con pendenza 1/2 e spessore S di 2,10 m fino al piede.

Per i corpi dei pennelli che si trovano interamente entro la linea di riva si assume Cotα = 2/3 con mantellata di massi naturali di cava da 2-4 t e spessore 2,10m.

La mantellata sarà sistemata del tipo piuttosto aperto per ottenere un migliore assorbimento del moto ondoso.

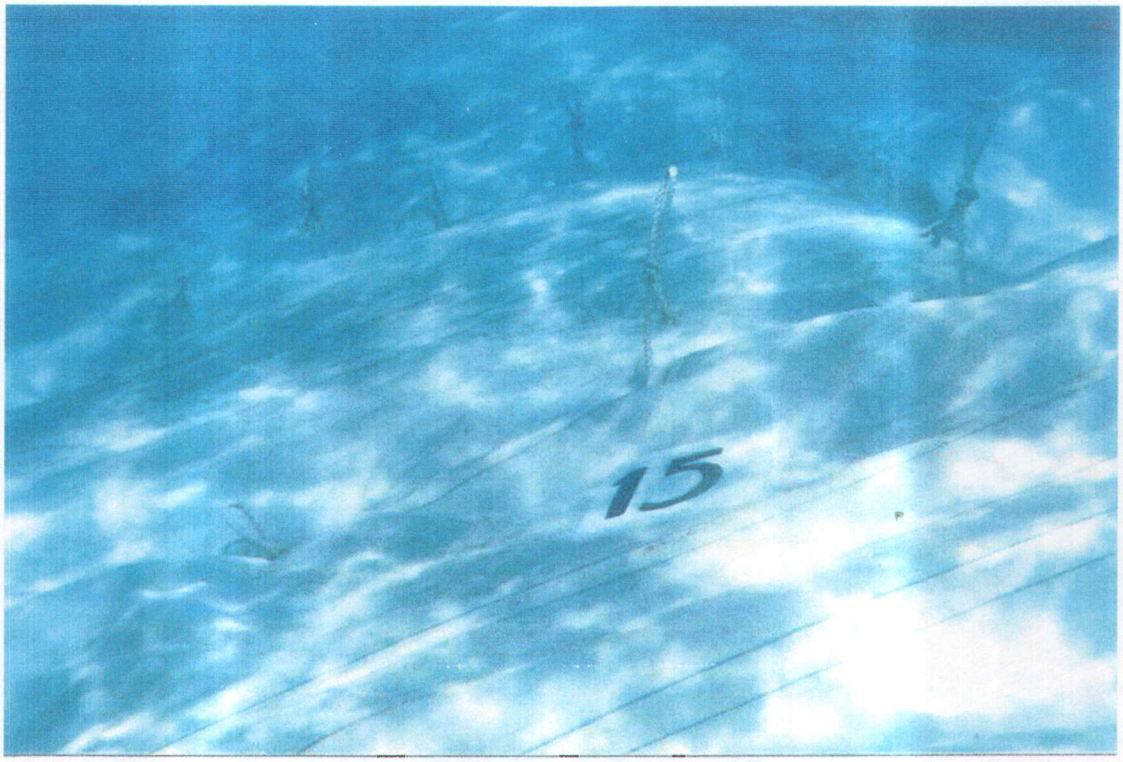


Foto1: setto sommerso in sacchi appena posato.



Foto2: setto sommerso in sacchi a due anni dalla posa.

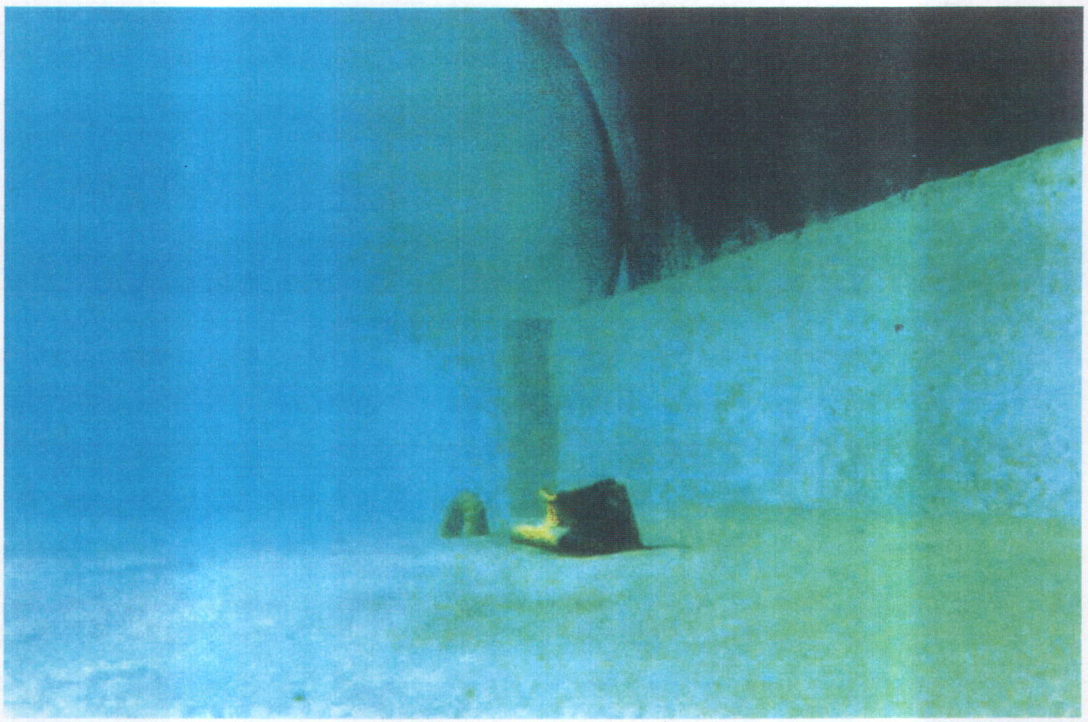


Foto 3: setto sommerso in prefabbricati di cls appena posato (particolare accostamento elementi ed ancoraggi).



Foto 4: particolare lastra di collegamento ed ancoraggio

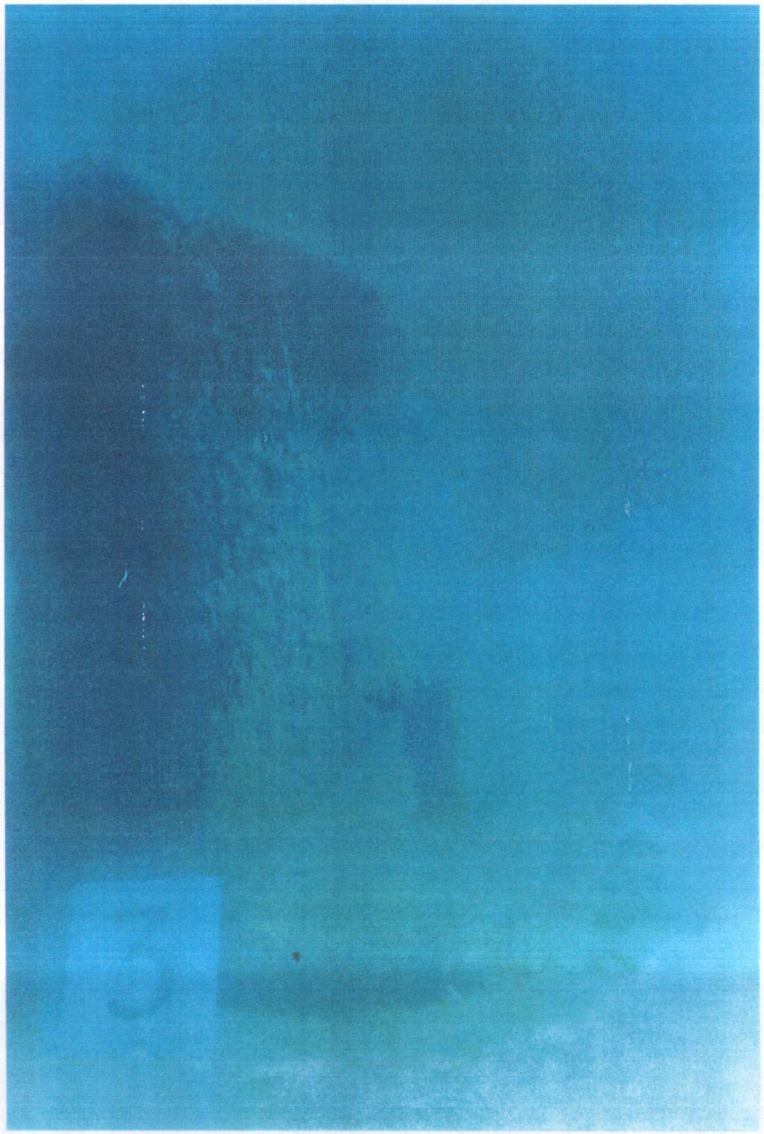


Foto 5: setto cls a 3 anni dalla posa

Foto Terracina

Il setto sommerso è realizzato, come si è visto, in elementi prefabbricati in calcestruzzo armato a forma di T rovesciata dello spessore di 15-20 cm e della lunghezza di 6m.

Il peso di un elemento risulta pertanto di circa 10 t .

Detti elementi saranno posati sul fondo secondo l'allineamento previsto. Il collegamento tra gli elementi sarà ottenuto per mezzo di lastre metalliche aventi lo scopo di assicurare la continuità e la tenuta (al transito di sabbie) tra gli elementi (vedi tavola).

La stabilità degli elementi, essendo essi posati normalmente alla direzione di propagazione delle onde di maggiore altezza, non desta preoccupazioni anche tenuto conto del fondale di posa elevato.

Tuttavia è previsto il fissaggio al fondo per mezzo di quattro ancoraggi con tubi in acciaio di 2m infissi nel fondale (attraverso appositi fori) per mezzo di getti di acqua in pressione.

Due elementi tuttavia potranno essere lasciati privi di ancoraggi allo scopo di valutarne la stabilità in vista di future applicazioni.

9 VALUTAZIONE DELLA QUANTITA' ANNUALE DI RIPASCIMENTO

Come si è visto, il litorale compreso tra Arenzano e lo scoglio Nave è alimentato naturalmente, oltre che dallo insignificante prodotto della erosione costiera, dai bacini di rio Martino, Cantarena, rio Vesima e minori, per complessivi 38 kmq circa, costituiti quasi esclusivamente da calcescisti prasinditi, come risulta dallo Studio Sedimentologico.

Operando secondo il metodo di Gavrilovic-Zembjic, il trasporto solido sedimentabile, alla foce di questi corsi d'acqua, è valutabile in circa 5000 mc\anno.

Tenuto conto del tragitto in mare tra le foci ed il fronte delle spiagge, si può prudentemente stimare in non più di 5000 mc\anno il materiale che originariamente alimentava queste spiagge (grosso modo nella situazione anteguerra).

Come dimostra lo Studio Storico, tale quantità era allora, ossia prima delle trasformazioni introdotte per azione umana, (pennello al Pizzo, scogliere ANAS e piccolo pennello a Vesima) sufficiente a mantenere le piccole spiagge allora esistenti di Lupara, Aguglia, Vesima stazione e Falconara, pur esistendo già dal 1944 (e quindi probabilmente da parecchi anni innanzi) il pennello in sponda destra del Cantarena.

Ciò era possibile con l'articolazione del litorale allora esistente, ossia poco diversa dall' attuale.

Nella situazione prevista in progetto, l'articolazione del litorale è stata decisamente esaltata con un avanzamento dei tre salienti a ponente, seppure semisommersi, di circa 80 ml e dello scoglio Nave saldato alla costa ed avanzato di oltre 50 ml, mentre l'avanzamento medio delle spiagge è di soli 20 ml circa.

E' quindi evidente che il nuovo assetto, ad intervento ultimato, assicurerà una maggiore stabilità longitudinale del movimento sedimentario e, grazie all'articolazione planimetrica, anche una minore usura dei granuli.

Pertanto, anche tenendo conto che ormai il contributo dei bacini a ponente è bloccato dal pennello del Pizzo, ed è, in parte, inaridito il contributo dei piccoli bacini locali, la quantità di alimentazione necessaria al mantenimento sarà certamente nettamente inferiore ai 5000 mc\anno e di conseguenza, dopo la realizzazione delle opere marittime previste ed il versamento di ripascimento necessario a costituire il nuovo assetto, la quantità di gettito annuale da versare dal fronte di alimentazione in località Lupara sarà molto modesta e valutabile attorno a 3000mc/anno. Ovviamente con la realizzazione parziale prevista dal I Stralcio, mancando la continuità dello assetto nella parte a ponente, il tratto di Falconara non potrà essere alimentato dal fronte di alimentazione e pertanto si dovrà provvedere con versamenti periodici diretti a mezzo di pennelli alimentatori almeno fino a quando l'intervento sarà completamente ultimato.

APPENDICE

FOTO

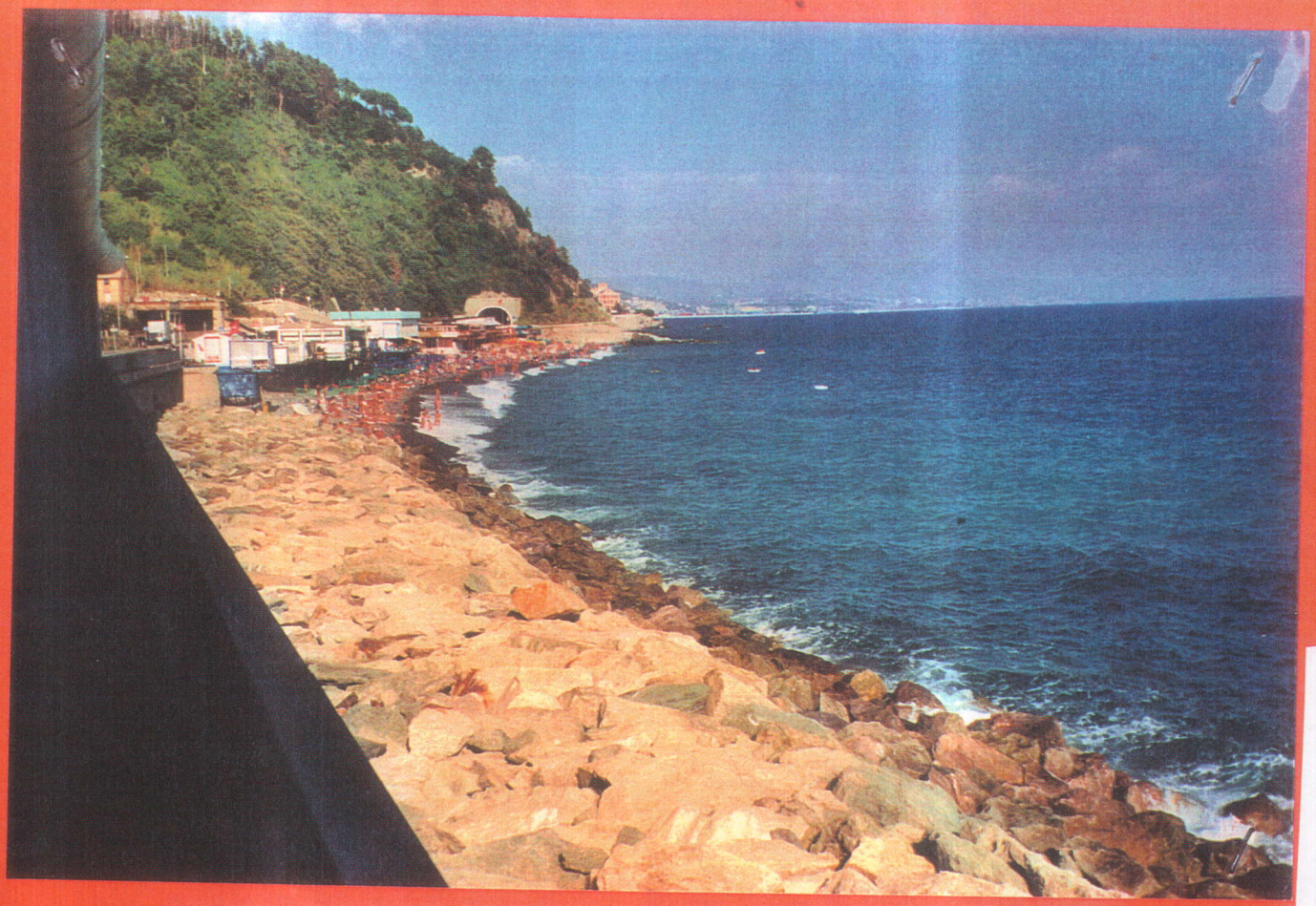


N 1: La spiaggetta appoggiata allo scoglio Nave



N 2: Come sopra dalla scogliera ANAS

AGOSTO '99 durante una leggera agitazione



N 3 :La spiaggia di Vesima Stazione dal promontorio Aguglia



N 4 :Come sopra dalla scogliera ANAS

AGOSTO '99 durante una leggera agitazione



N 5 : La spiaggetta dell'Aguglia da ponente (Si confronti con foto n 32)



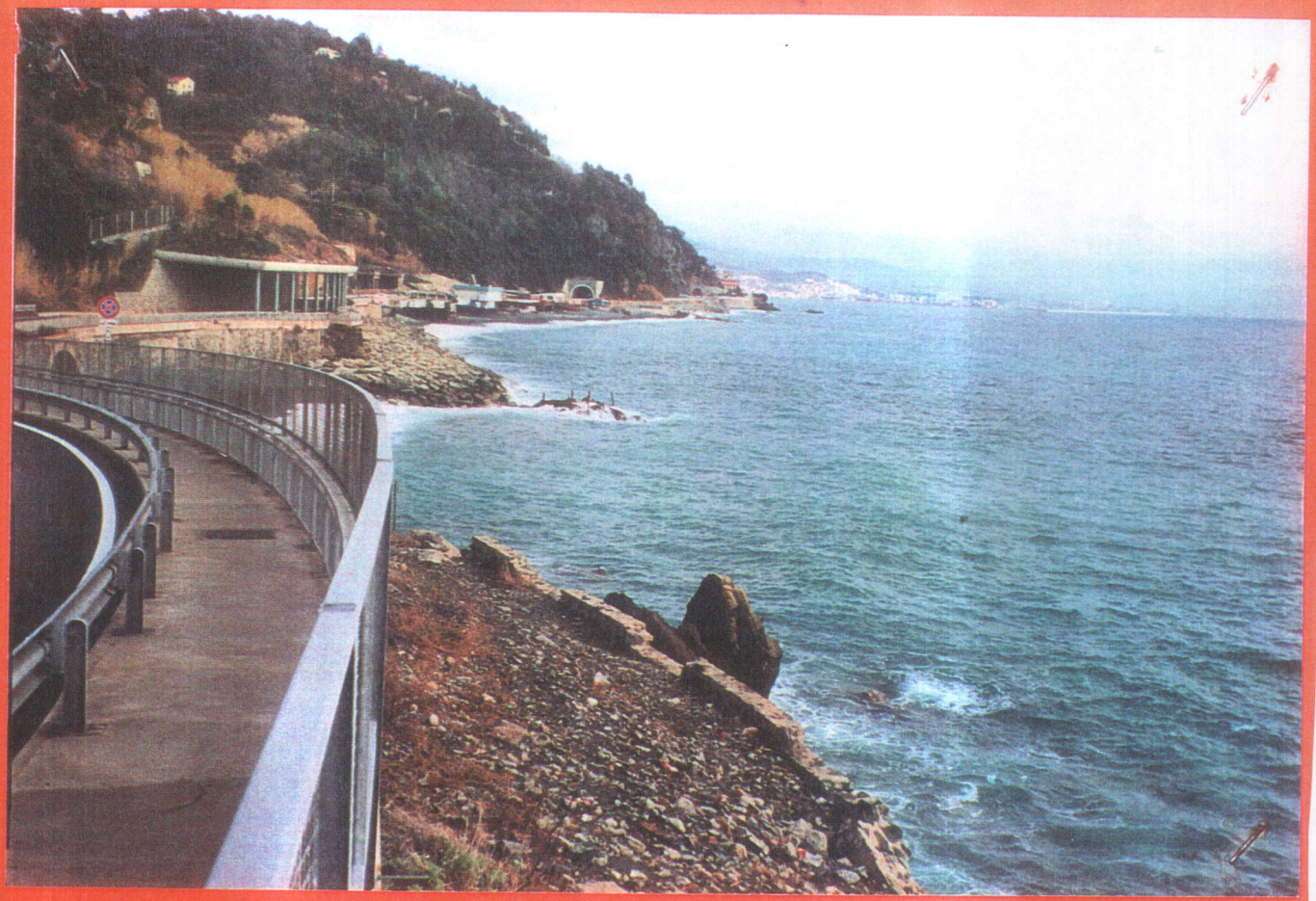
N 6 : Come sopra. Il sedimento è grossa ghiaia.

AGOSTO '99 durante una leggera agitazione

N 7 :La spiaggia di Lupara dal promontorio Lastroni. Sullo sfondo la vecchia discarica F.S

AGOSTO '99 durante una leggera agitazione

N 8 : La spiaggia di Lupara da ponente. In primo piano la discarica F.S. Si noti la ghiaia e scogli



N 9 :La spiaggia dello scoglio Nave da ponente



N 10 :La spiaggia di Vesima Stazione

03\MARZO\2000 : Inizio del ripascimento (leggera agitazione)

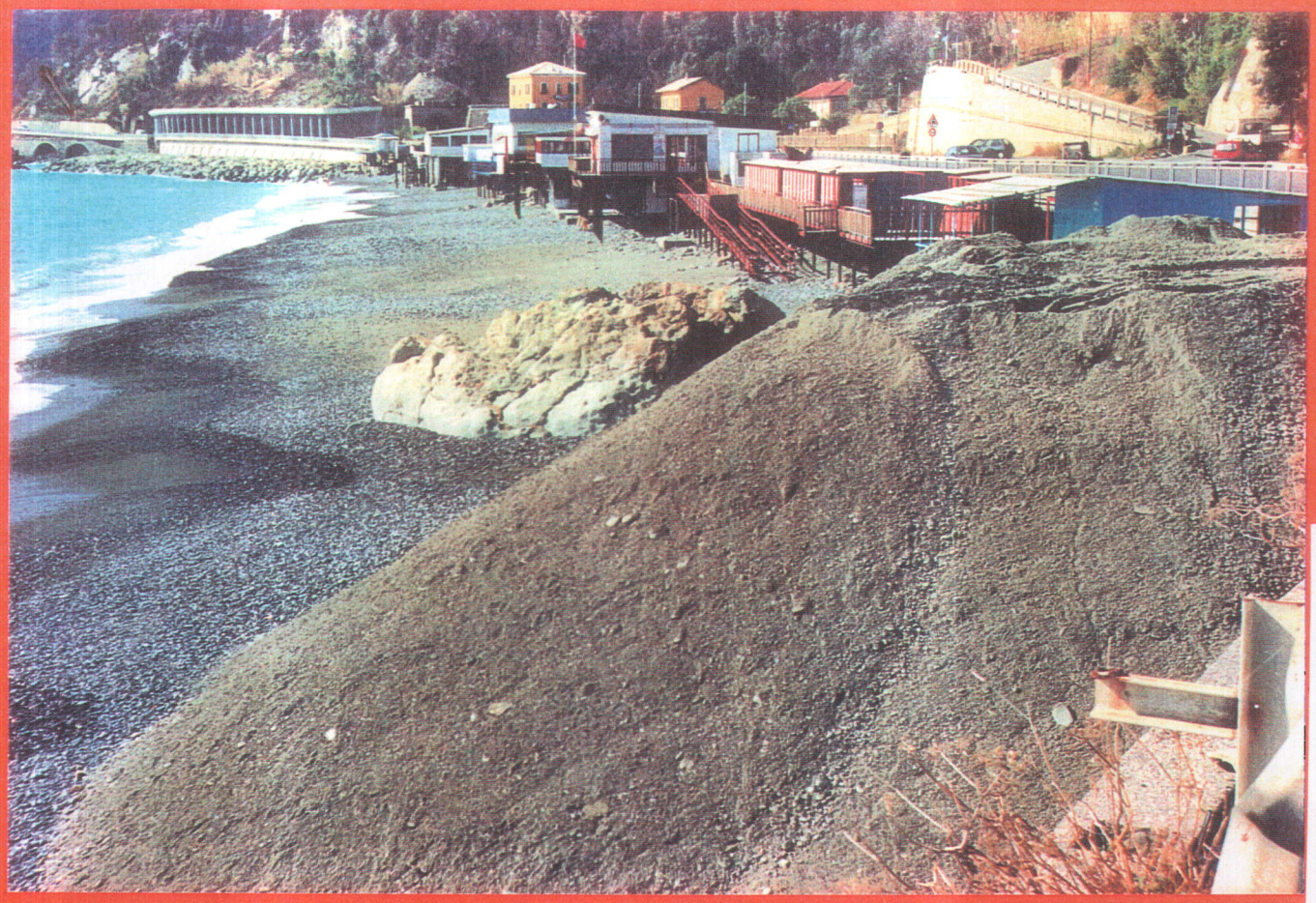


N 11 :Vesima Stazione presso il promontorio Bonetti. Si inizia il ripascimento



N 12 :Vesima Stazione da levante all'inizio del ripascimento

03\MARZO\2000 : Inizio del ripascimento (leggera agitazione)



N 13 :Vesima Stazione dal promontorio Bonetti .In primo piano il versamento.



N 14 : Vesima stazione dalla scogliera ANAS.

03\MARZO\2000 : Inizio del ripascimento (leggera agitazione)



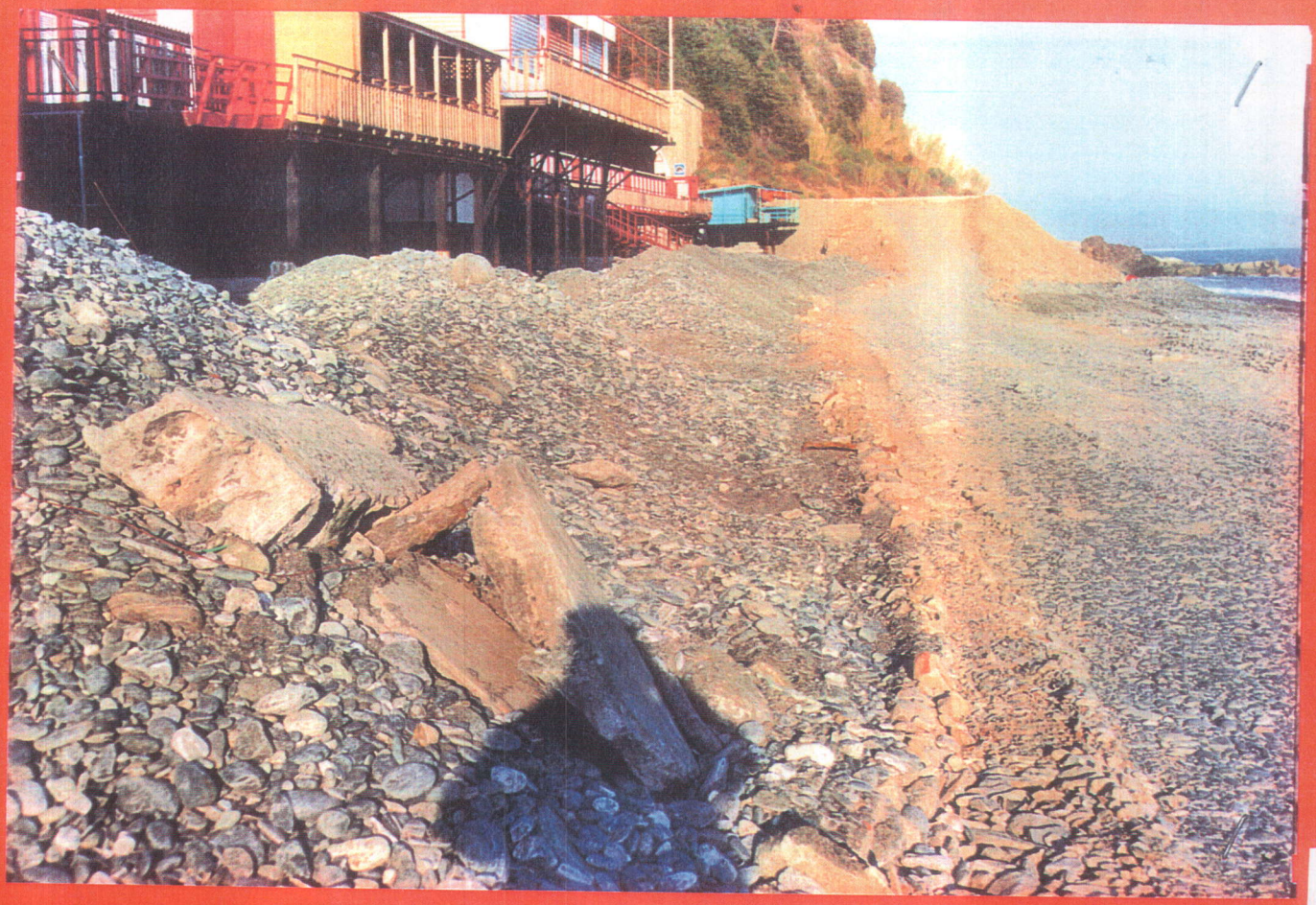
03\MARZO\2000 : Inizio del ripascimento (lavoro antecedente)

N 15 : Vesima Stazione . particolare del materiale di ripascimento. Notare la moneta.



20\MARZO\ 2000. Versamento in corso.

N 16 : Vesima Stazione . Il versamento a mare.



N 17 :Vesima Stazione . Versamento in corso



N 18 : Vesima Stazione .Versamento in corso.

20\MARZO\ 2000. Versamento in corso.

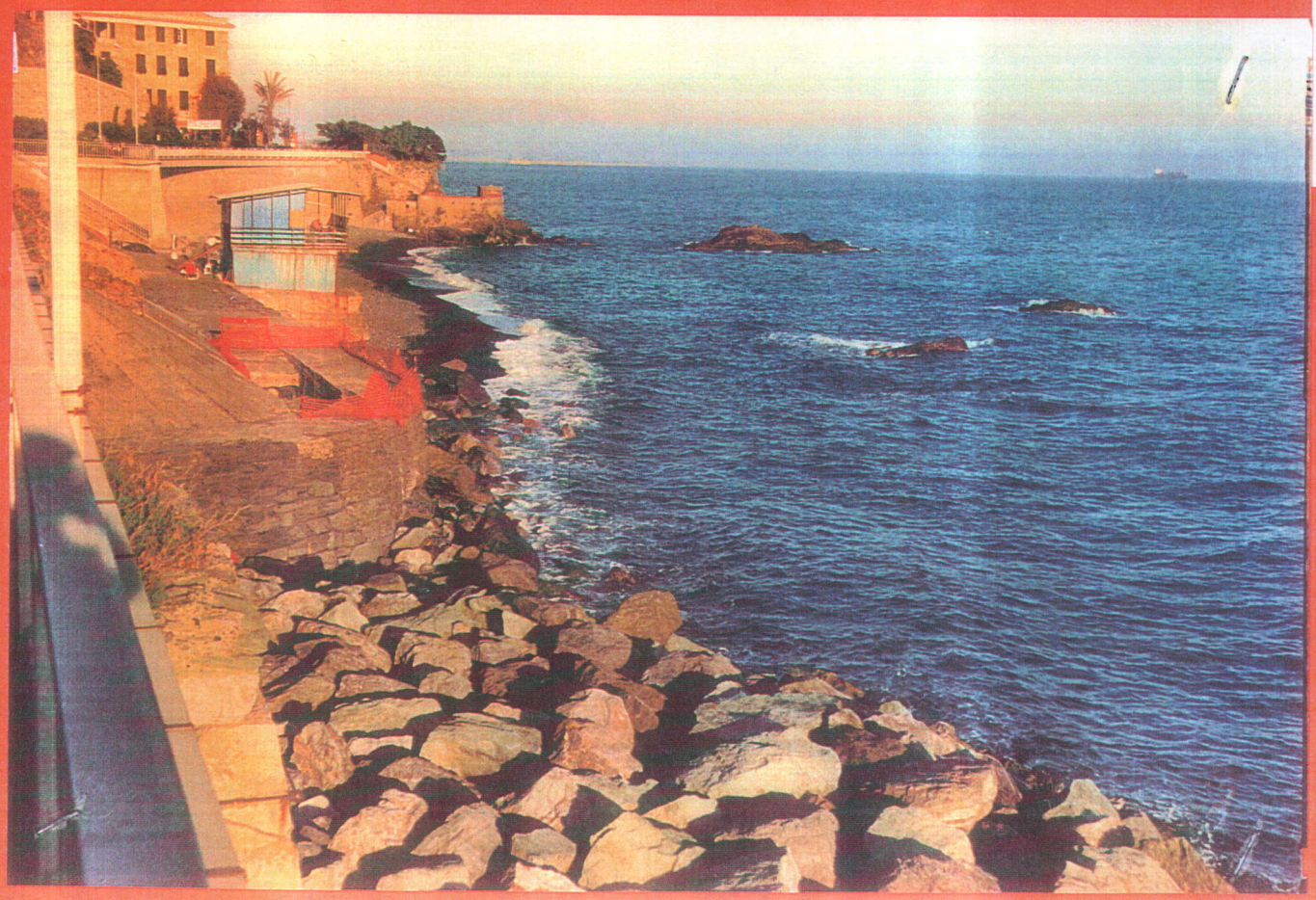
N 19 :Vesima Stazione . Versamento in corso.

N 20 :Vesima Stazione:Il materiale (il portamonete misura 9x9 cm).

20\MARZO\ 2000. Versamento in corso.



N 21 :La spiaggia di scoglio Nave.

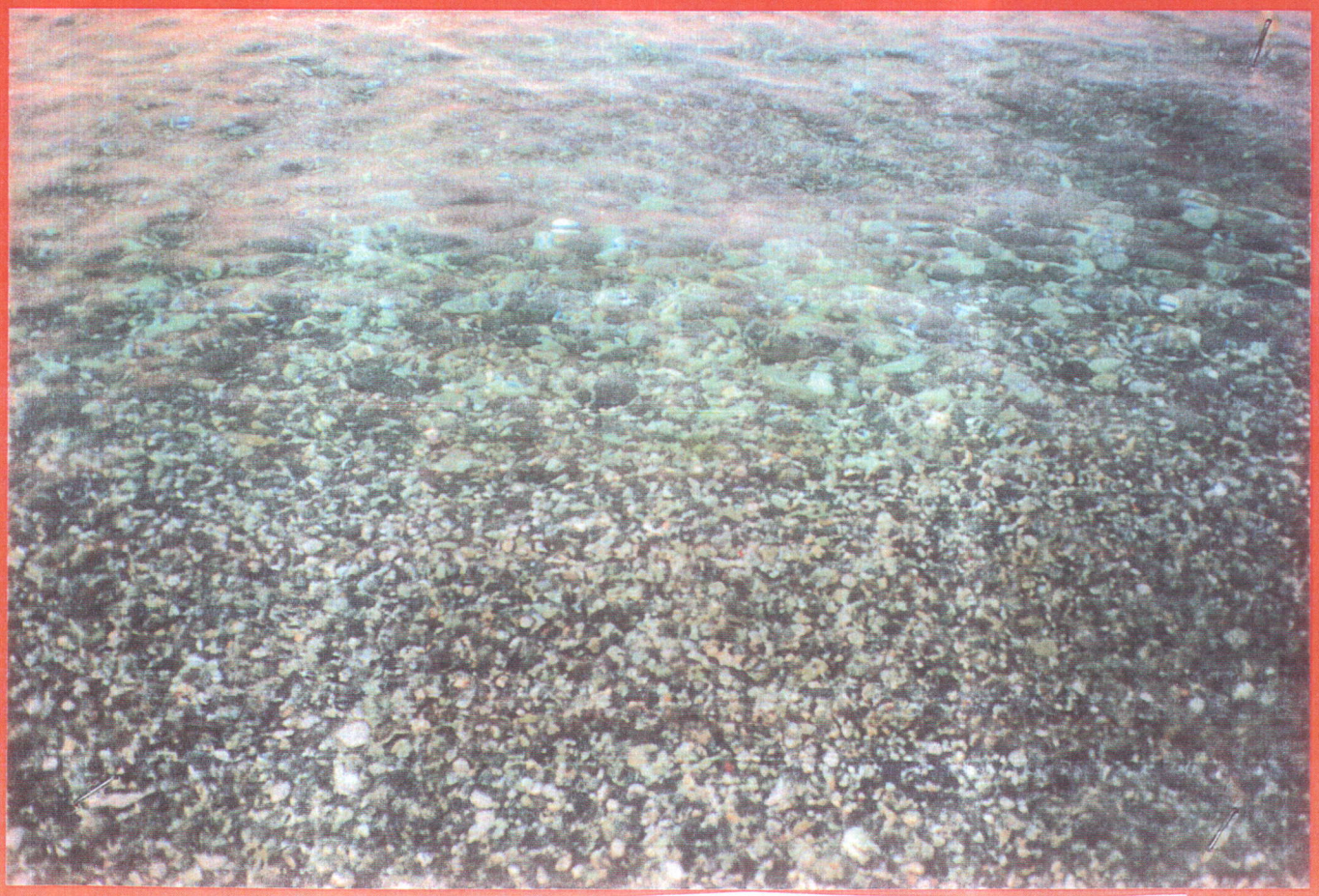


N 22 :La spiaggia di scoglio Nave dalla scogliera ANAS.

20\MARZO\ 2000. Versamento in corso.



N 23 :La spiaggia presso lo scoglio Nave. Si noti la granulometria



N 24 :La spiaggia sommersa presso lo scoglio Nave.Si noti la granulometria

26\STTEMBRE\2000 dopo un lungo periodo di bonaccia



N 25 :La spiaggia scoglio Nave da levante. Si noti la granulometria (Da confrontare con foto n 35).



N 26 :Presso lo scoglio Nave . La spiaggia sommersa.

26\STTEMBRE\2000 dopo un lungo periodo di bonaccia

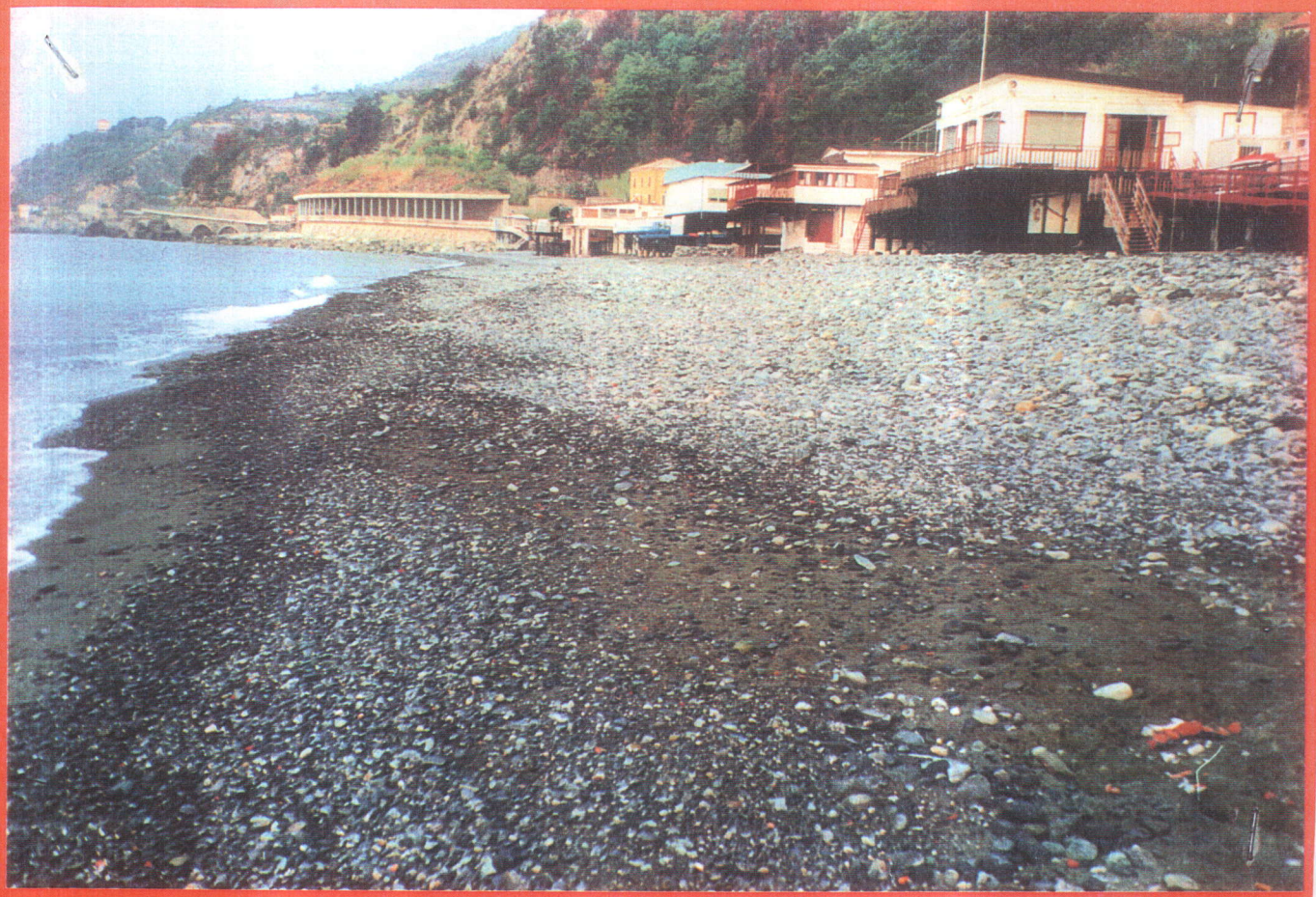


N 27 :La spiaggia scoglio Nave. All'estremo di ponente si notano chiazze di sabbia.



N 28 :Spiaggia scoglio Nave . La granulometria presso la battigia.

26\STTEMBRE\2000 dopo un lungo periodo di bonaccia



N 29 :La spiaggia di Vesima stazione. Si notino le chiazze di sabbia.



N 30 :Vesima Stazione . Granulometria.

26\STTEMBRE\2000 dopo un lungo periodo di bonaccia



N 31 :La spiaggia di Vesima Stazione con il pennello Bonetti.



N 32 : La spiaggia dell'Aguglia . Si notino le chiazze di sabbia.

26\STTEMBRE\2000 dopo un lungo periodo di bonaccia



N 33 :La discarica FS a Lupara.



N 34 :Il lembo estremo della spiaggia di Lupara a ponente. Si noti la granulometria anche della spiaggia sommersa.

26\STTEMBRE\2000 dopo un lungo periodo di bonaccia



N 35 : La spiaggia scoglio Nave. Si noti la granulometria (10-15 mm) e si confronti con foton 25



N 36 : Come sopra dalla scogliera ANAS.

30\SETTEMBRE\2000 : Sul finire di una buona sciroccata



N 37 :Vesima stazione Sul finire della mareggiata



N 38 : La discarica di Lupara con onde di scirocco.

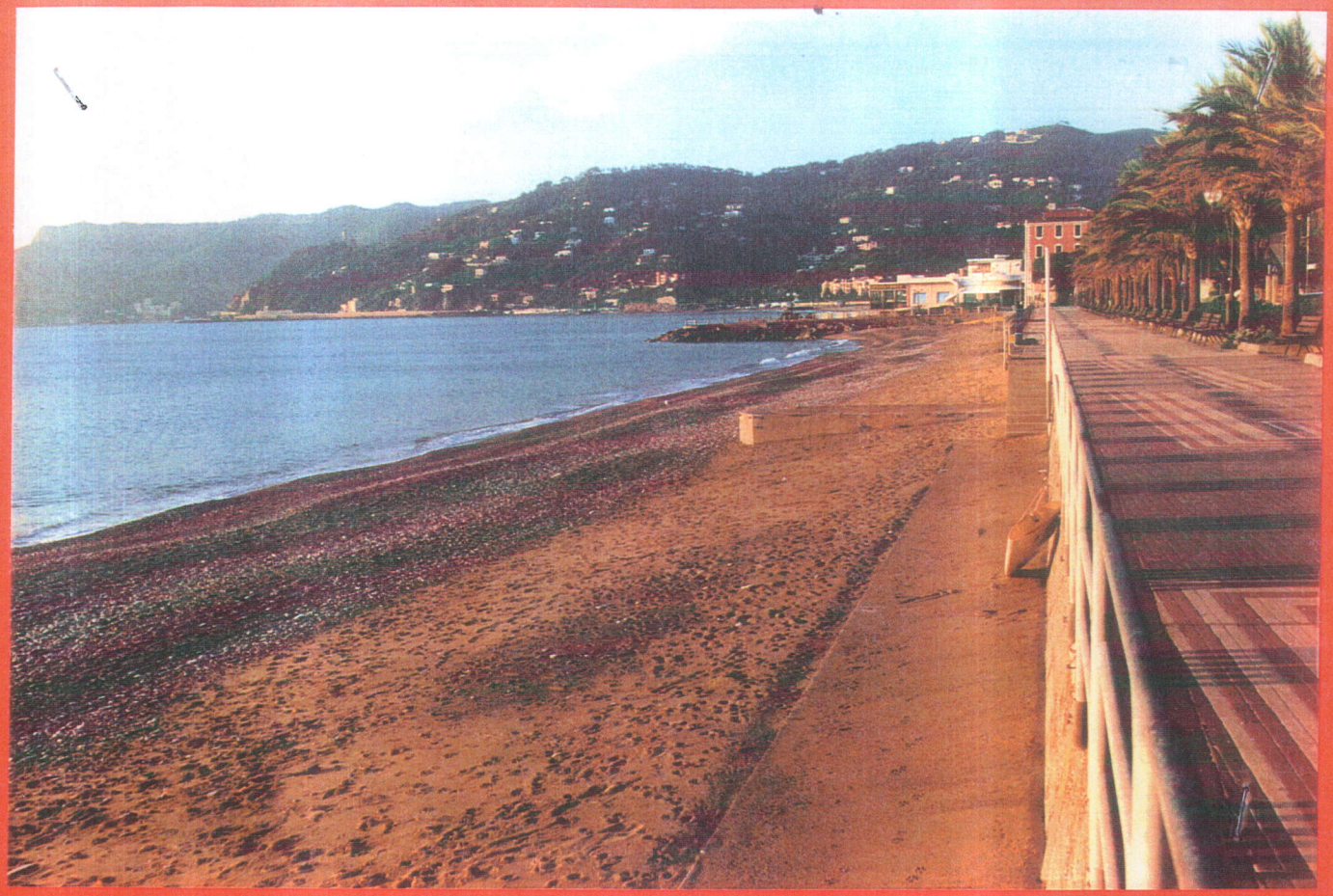
30\SETTEMBRE\2000 : Sul finire di una buona sciroccata



N39 : La spiaggia di Spotorno Lido sul finire di una normale mareggiata.



N 40 : Come sopra. Si noti la granulometria.



N 41 : La spiaggia di Spotorno Lido dopo quattro giorni di bonaccia.



N 42: Comesopra Si noti la granulometria. Il borsellino misura 9x9 cm.



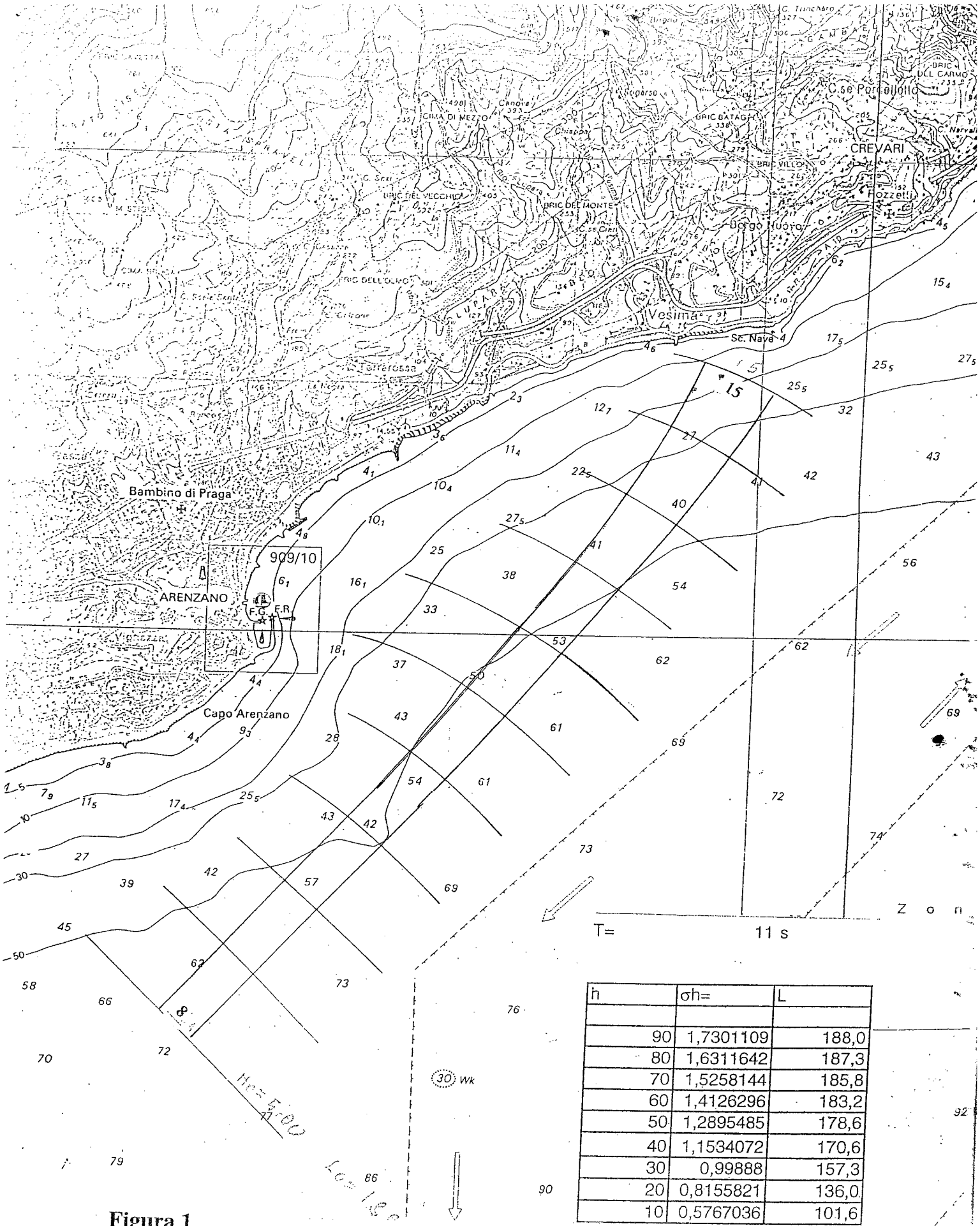
N43 : Bergeggi.Il fronte di alimentazione della spiaggia artificiale.



N 44 :Ceriale: 1970, poco dopo la costruzione della prima isola.
Si noti il tombolo (Oggi, in gran parte occupato da viabilità e passeggiata)

APPENDICE

FIGURE E GRAFICI

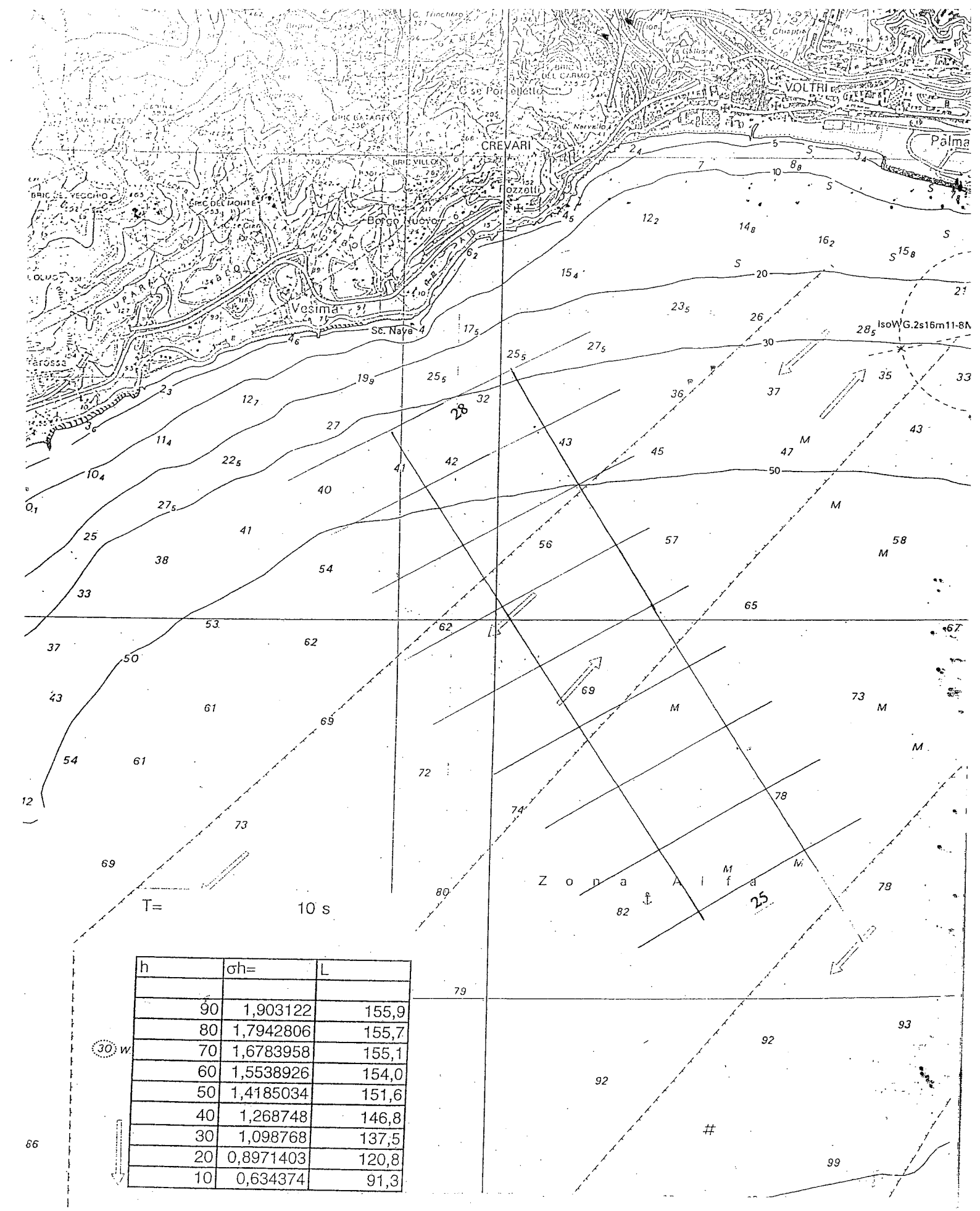


h	σh=	L
90	1,7301109	188,0
80	1,6311642	187,3
70	1,5258144	185,8
60	1,4126296	183,2
50	1,2895485	178,6
40	1,1534072	170,6
30	0,99888	157,3
20	0,8155821	136,0
10	0,5767036	101,6

Figura 1

Studio della rifrazione sotto costa dell'onda Ho= 5,00m Lo=188m To =11" da 235N

Scala 1/30.000



h	σh=	L
90	1,903122	155,9
80	1,7942806	155,7
70	1,6783958	155,1
60	1,5538926	154,0
50	1,4185034	151,6
40	1,268748	146,8
30	1,098768	137,5
20	0,8971403	120,8
10	0,634374	91,3

Figura 2 Studio della rifrazione sotto costa dell'onda Ho= 4,40m Lo=156mTo= 10" da 150N

Scala 1/30.000

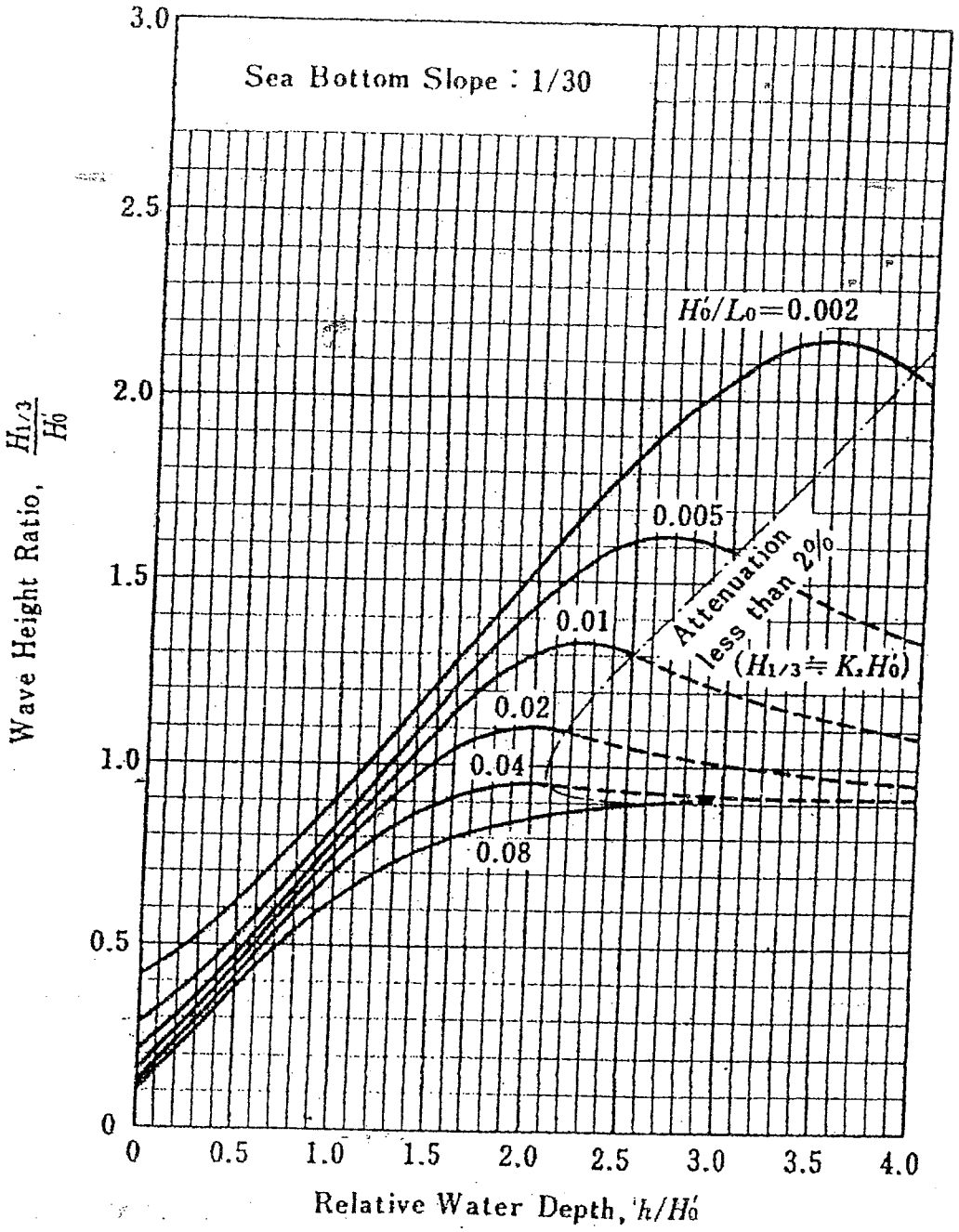


Grafico 1 **Estimation of wave height in the surf zone**

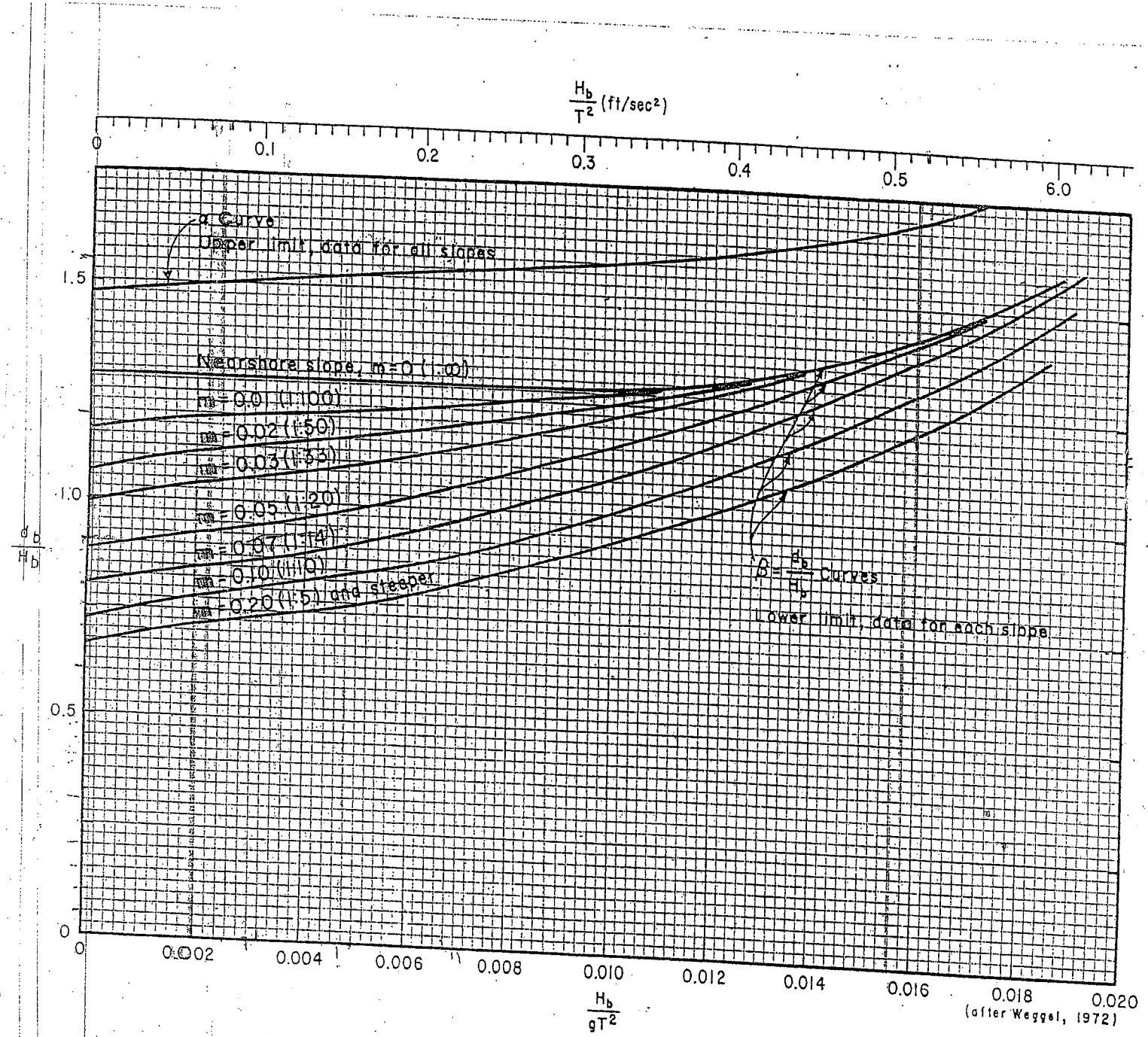


Grafico 2 **α e β versus H/gT^2** .

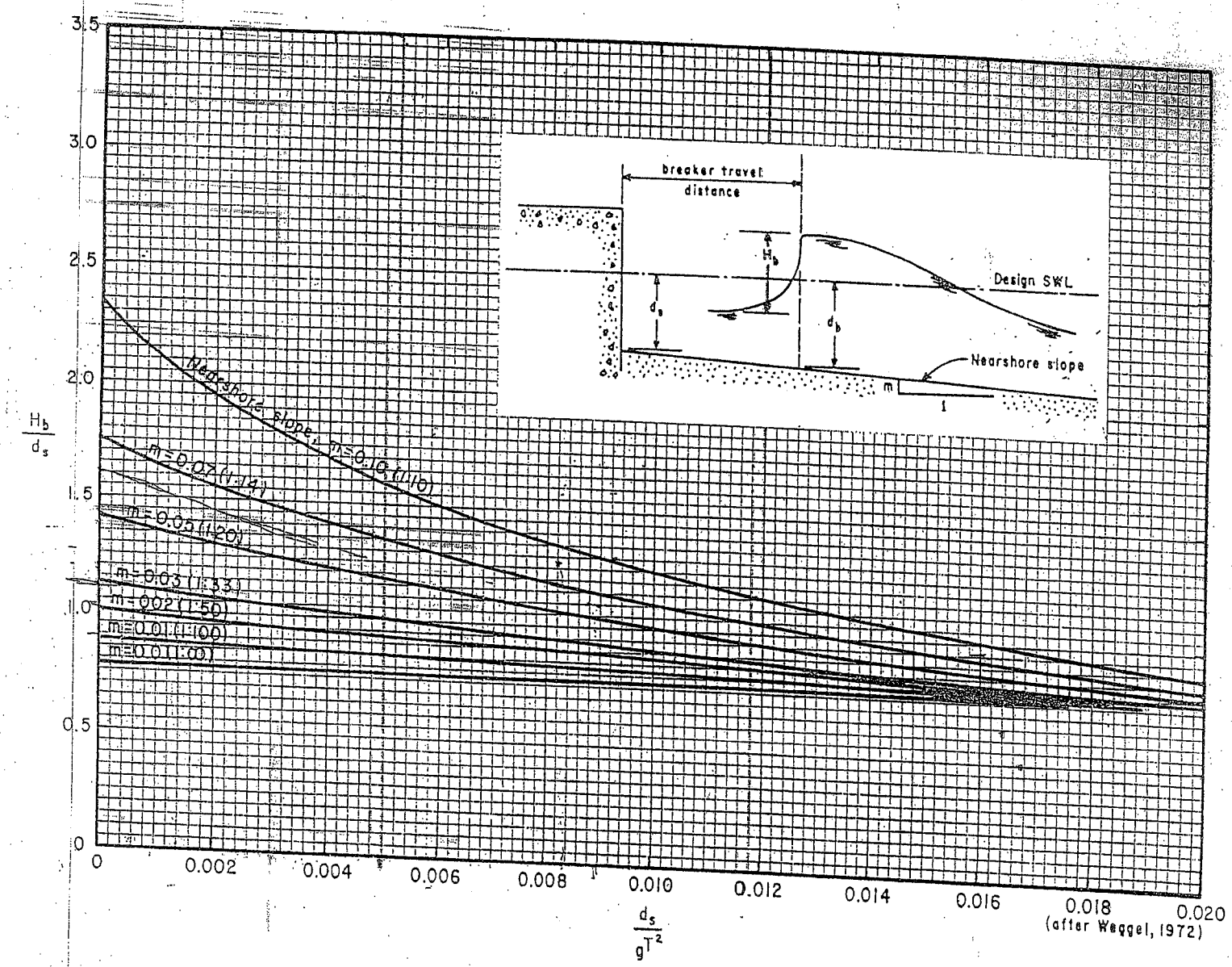


Grafico 3 **Dimensionless design breaker height versus relative depth at structure**

ALLEGATO 4

STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE RELATIVO ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA PER L'AMPLIAMENTO E LA REALIZZAZIONE DI NUOVE SPIAGGE TRA IL CONFINE OCCIDENTALE DI GENOVA E CAPO CREVARI (VESIMA)

(Punta Lupara – Scoglio Nave)

RELAZIONE DI CONSULENZA PER PROGETTO DEFINITIVO

Aspetti di carattere ecologico

A cura di

Alessandro Attolini
Naturalista

Genova, Ottobre 2003

- INDICE

1 – Introduzione ***pag. 1***

2 – Dati utilizzati ***pag. 1-2***

2.1 – Strumenti informatici ***pag. 2***

3 – Quadro conoscitivo ***pag. 2***

3.1 – L'area di studio ***pag.2***

3.2 – Indagine meteo-marina ***pag.3***

3.3 – Fondali ***pag. 3***

3.4 – La situazione attuale ***pag.4***

3.5 – Caratterizzazione del materiale da versare ***pag. 4-5***

3.6 – Ambiente marino e costiero ***pag. 6-7***

3.7 – Importanza delle praterie di Posidonia oceanica nel sistema marino costiero ***pag. 8-10***

3.8 – Principali conseguenze derivate dallo sversamento di materiale inidoneo ***pag. 11-12***

3.9 – Studi recenti ***pag. 12-14***

4 – Quadro progettuale ***pag. 15***

4.1 – Criteri generali di intervento ***pag. 15***

4.2 – Versamento dei materiali ***pag. 15-17***

4.3 – Costruzione delle opere di protezione costiera ***pag.17***

5 – Impatti ambientali ***pag. 18-20***

5.1 – Suggerimenti ed indicazioni utili affinchè la progettazione e la realizzazione di eventuali opere causino il minor danno all'ambiente costiero ***pag. 21***

5.2 – Suggerimenti per l'impostazione di un monitoraggio volto a valutare gli effetti di ripetute attività di ripascimento sulle biocenosi costiere ***pag. 21-22***

6 – Conclusioni ***pag. 22***

Allegati – Tav.8 del PTC fascic.4.5, Tav.0, Tav.1, Tav.2, Tav.3

Bibliografia ***pag. 23-24***

1 – INTRODUZIONE

La Società AS.TER., Azienda Servizi Territoriali del Comune di Genova, ha affidato al sottoscritto dott. Alessandro Attolini la redazione di uno studio d'impatto ambientale (aspetti di carattere ecologico) per il progetto di ampliamento e realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima). L'incarico avverrà sotto le indicazioni dell'Arch. Annamaria Airenti, responsabile dell'Uff. Progettazione Aster, dell'Ing. Giorgio Berriolo, consulente di Aster per il Progetto e dell'Ing. Paolo Bellingeri, coordinatore del progetto.

Il presente studio di impatto ambientale tiene conto delle prescrizioni contenute nella normativa "Criteri generali da osservare nella progettazione degli interventi di ripascimento stagionali" del 2003. Inoltre il livello di approfondimento dello studio tiene conto che in questa fase sia attivata una procedura di verifica di cui alla L.R. n° 38 del 30/12/98, ritenendo che il progetto di ampliamento e realizzazione di nuove spiagge in località Genova Vesima, con materiale da ripascimento, si possa configurare come un intervento a basso impatto ambientale.

2 – DATI UTILIZZATI

Lo studio si basa su dati già disponibili presso Aster; inoltre sono stati consultati alcuni testi e pubblicazioni presenti in bibliografia . In particolare si è preso in considerazione:

a) La relazione di consulenza per la "Progettazione definitiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima) ", affidata da Aster all'Ing. G. Berriolo, 2003.
b) Lo "Studio su modello fisico e numerico della dinamica evolutiva della spiaggia di Vesima ed analisi degli effetti delle opere di difesa della costa", svolto dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Firenze, del 7/03/03 e 5/05/03 .
c) Lo "Studio sedimentologico del litorale tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari", fase II Indagine sedimentologica, svolto dal Dip.Te.Ris., Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse dell'Università di Genova, 07/2003.

d) Lo studio sul "Programma del monitoraggio degli effetti del ripascimento da terra sulle biocenosi marine di Vesima (Ge)", svolto dai Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale del Dip.Te.Ris dell'Università di Genova, 06/2001.

2.1 – STRUMENTI INFORMATICI

Allo scopo di effettuare alcune precise valutazioni d'impatto del progetto, sono state elaborate alcune sovrapposizioni planimetriche (TAV. 0-1-2-3 in allegato); per la realizzazione degli elaborati grafici, si è fatto uso prima del software Photoshop 6.0, che ha permesso di digitalizzare le planimetrie fornitemi su supporto cartaceo e successivamente del software Autocad 2002 per sovrapporre tra loro le diverse carte tematiche. Si precisa che per quest'ultima operazione gli errori di sovrapposizione sono stati minimizzati e risultano sempre inferiori a 10 m.

3 – QUADRO CONOSCITIVO

3.1 – L'AREA DI STUDIO

Il tratto di litorale oggetto di studio si svolge tra il confine con il Comune di Arenzano, delimitato ad ovest da "Punta Lupara" e lo "Scoglio Nave" ad est, per uno sviluppo complessivo di circa 1800 ml all'estremo orientale del tratto costiero che, da Capo d'Arenzano, si articola in un grande arco, tormentato da piccoli salienti, fino a Capo Crevari la cui ultima propaggine è appunto lo scoglio Nave.
Gli studi storico, sedimentologico e morfologico del litorale, effettuati dal Dip.te.ris, di cui al punto c) del paragrafo 2, chiariscono pienamente il tipo di regime della spiaggia in esame e dimostrano come nell'ultimo secolo la lenta erosione dei salienti, l'immissione di materiale di discarica nel ciclo sedimentario e la realizzazione di opere marittime, possano aver turbato o influenzato il flusso sedimentario lungo costa. L'articolazione costiera che oggi appare, specie nel tratto oggetto del lavoro, è costituita in linea naturale da una serie di alti e brevi sporgenti che delimitano insenature poco profonde sedi di piccole spiagge.

3.2 – INDAGINE METEO-MARINA

L'esposizione marina è quella della parte centrale del golfo ligure, quindi aperta ad un vasto settore da S-W con fetchs di oltre 800 Km, un settore sud con fetchs di circa 180 Km ed uno da S-E di 200 Km circa. Lo studio dell'esposizione, basato essenzialmente sui dati K.N.M.I. su un periodo trentennale, ha individuato una netta prevalenza dei mari da S-W (Libeccio) con onde che in mare aperto possono superare i 6 m d'altezza. Le onde da S-E risultano invece meno intense e frequenti. Le due agitazioni estreme S-W e S-E possono essere considerate come determinanti per il regime della spiaggia ed in particolare del trasporto detritico costiero, essendo l'agitazione da sud, oltre che molto limitata, praticamente frontale.
Il flusso detritico costiero è quindi in prevalenza da est verso ovest.
Non bisogna sottovalutare inoltre la presenza di una corrente permanente, lungo la riviera ligure e le coste provenzali, che spinge le acque superficiali da Genova verso Tolone, avente una velocità media di 20–35 cm/s (Stocchino e Testoni, 1977), che può essere determinante per la dispersione e il trasporto dei sedimenti fini (peliti), regolati prevalentemente dalle correnti di densità e solo in modo marginale da quelle di moto ondoso.

3.3 – FONDALI

Dall'analisi del "Rilievo batimetrico di dettaglio" redatto dal Dip.te.ris. dell'Università di Genova nel Febbraio 2000, si nota chiaramente che nel tratto di costa considerato le batimetriche seguono un andamento piuttosto regolare e parallelo alla costa fino a circa 40 m di profondità. In particolare nel settore occidentale queste risultano essere maggiormente distanziate tra loro rispetto al settore orientale. Questo indica che il relativo fondale ha un profilo non particolarmente inclinato, mentre nel settore orientale risulta essere più ripido. Ciò è particolarmente evidente in corrispondenza dello scoglio Nave e subito ad ovest di questo. Molto probabilmente questo fatto è causato da fenomeni di diffrazione e rifrazione del moto ondoso contro il corpo solido, che spinge il materiale verso il largo.

3.4 – LA SITUAZIONE ATTUALE

Lo stato attuale del tratto costiero considerato è illustrato graficamente nella planimetria allegata al progetto definitivo.
Il quadro conoscitivo relativo all'articolazione costiera ed esplorazione dei fondali, le oscillazioni delle falcature e l'analisi dell'evoluzione recente della spiaggia, sono invece illustrate nella relazione di consulenza per il progetto definitivo.

3.5 – CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DA VERSARE

L'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima), sarà eseguito con materiali ghiaiosi e sabbiosi, compatibili con quelli "naturalmente" esistenti sul litorale.
Geologicamente la zona appartiene al "Gruppo di Voltri" ed è costituita in origine prevalentemente da rocce verdi del tipo metagabbro, calciscisti e serpentiniti.
Tali spiagge sono costituite in parte anche da smarino di galleria prevalentemente serpentinoso, proveniente dai trafori ferroviari costruiti nel 1973 e da altro materiale dello stesso tipo versato più recentemente, nel ripascimento del 2000.
Per la realizzazione delle spiagge si prevede di versare su di un tratto di 1800 ml di costa, un volume totale di circa 230.000 mc di materiali sciolti di natura calcarea, silicea, non gessosi, non gellivi e stabili all'azione del moto ondoso. Tali versamenti verranno effettuati per stralci; il primo lotto sarà costituito da circa 120.000 mc di materiale di cui il 50% con granulometrie variabili tra 100 e 15mm. L'altra metà (50%), sarà costituita da materiali con diametri compresi tra 50 e 5mm (ciottoli: $d > 64$mm; ghiaie: $2\text{mm} < d < 64$mm; sabbie: $0{,}0625\text{mm} < d < 2$mm; peliti: $d < 0{,}0625$mm, sec. Wenthworth). Tale operazione avverrà in cinque anni e nel rispetto delle prescrizioni contenute nella normativa regionale attualmente in vigore ('Criteri generali da osservare nella progettazione degli interventi di ripascimento stagionali', approvati con D.G.R. n. 1553 del 20/12/2001).
Il secondo lotto sarà costituito dai rimanenti 110.000 mc di materiale con caratteristiche probabilmente uguali a quelle del primo lotto, ma ancora da concordarsi in base anche ai

risultati ottenuti in precedenza e ai finanziamenti disponibili. Tale sversamento sarà anch'esso distribuito nell'arco di un quinquennio.

Le prove su modello fisico e numerico effettuate dal Dipartimento di Ingegneria civile dell'Università di Firenze e lo studio sedimentologico del Dipteris dell'Università di Genova, hanno evidenziato che tale materiale (con le caratteristiche di cui sopra), sia nella spiaggia emersa che in quella sommersa, risulterebbe stabile, cosicchè le perdite verso il largo sarebbero del tutto trascurabili, anche in condizioni di mareggiate di una certa intensità. In particolare lo studio sedimentologico mediante le equazioni di Dean è giunto a risultati molto interessanti. L'applicazione di quest'ultima, su tre profili del litorale oggetto di studio, dimostra la stabilità di granulometrie decisamente inferiori a quelle utilizzate durante la prova fisica (max 30mm). In sostanza risulta che sulla spiaggia di Vesima sono stabili ovunque granulometrie con D50 fino a 10mm, mentre nella parte centrale ed occidentale anche molto inferiori e fino a D50 di circa 2mm. Questo si traduce nella necessità di intervenire con granulometrie più rilevanti nel settore orientale almeno nella prima fase dei lavori, allo scopo di operare un rapido miglioramento del profilo bagnato. Successivamente potrà essere utilizzato sedimento caratterizzato da D50 compreso tra 5 e 20mm senza escludere la presenza di tessiture inferiori che andranno comunque ad alimentare i settori più distanti della spiaggia sommersa.

3.6 – AMBIENTE MARINO E COSTIERO

1. Analisi delle informazioni dell'"Atlante delle Fanerogame marine della Liguria – *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*"

Nell'Atlante delle fanerogame marine della Liguria (C.N. Bianchi e A. Perirano, 1995), si descrive in Tav. 24 (Vesima-Voltri) "...la presenza di un prato di *Cymodocea nodosa*, che da Arenzano giunge fino ad ovest di Vesima. Questo si presenta come una sottile striscia parallela alla costa e molto vicino alla riva nel suo tratto più orientale; occupa in totale circa 18 ettari di fondale." Non è riportata e descritta in tale tavola la presenza di *Posidonia oceanica.*

2. Analisi delle informazioni del PTC della Regione Liguria

Nel fascicolo 4.5, "Inventario delle aree naturali protette costiere", nella sezione relativa alla "Qualità delle acque costiere" del tratto Vesima-Capo Crevari, è documentata una situazione di costante balneabilità delle acque costiere per gli anni 1998-2000 (ultimo aggiornamento) ed un livello medio (5-6) dell'indice trofico TRX per le stesse acque, calcolato sulla media di tre anni di misurazioni (1998-2000) (vedi Tav.8 del PTC in allegato).

Lo stesso fascicolo, nella sezione "Qualità dell'ambiente naturale marino costiero", per il tratto Vesima-Crevari indica: area non sensibile e livello di naturalità medio. Inoltre tra le cause d'alterazione ambientale individua: massicciate ed influenza della vicina area portuale di Voltri. Infine alla voce biocenosi principali indica: alghe fotofile e sabbie fini ben calibrate (SBFC). Non è documentata quindi la presenza di *Posidonia oceanica*, mentre un prato di *Cymodocea nodosa* è riportato in zona Arenzano, ma è in parte esteso anche in zona ovest di Vesima (vedi Tav.8 del PTC in allegato).

3. Nel "Programma del monitoraggio degli effetti del ripascimento da terra sulle biocenosi marine di Vesima (Ge) ", del Dipteris dell'Università di Genova (Lab. di Biologia marina ed Ecologia animale, Giugno 2001) si osservano importanti novità.

Le indagini dirette effettuate nel tratto Lupara-scoglio Nave hanno, infatti, permesso di riscontrare la presenza di *Posidonia oceanica* e di alcune formazioni rocciose naturali, oltre alla già documentata parziale colonizzazione delle sabbie di ponente da parte di *Cymodocea nodosa*. La posidonia si trova sul fondale davanti alla scogliera ad est dello scoglio Aguglia

tra le batimetriche dei 10 e 20 m (vedi TAV.0 pag. seguente ed in allegato), con una copertura estremamente frammentata (mosaico) e su superfici ridotte. Le aree di matte morta (rizomi morti affioranti) visibili, indicano una vistosa riduzione della copertura. Le sabbie di queste aree sono grossolane ed ospitano i molluschi eduli *Venus verrucosa*. Gli affioramenti rocciosi posti tra 7 e 9 m di profondità, presentano una copertura prevalente da parte di alghe fotofile sulla porzione sommitale, che nasconde una ricca componente animale sottostante. Alghe corallinacee incrostanti e briozoi concorrono alla formazione di concrezioni calcaree. Le rocce ospitano numerosi poriferi, la madrepora *Cladocora caespitosa*, idroidi, molluschi tra cui il dattero di mare *Litophaga litophaga*, specie elencata tra gli organismi da proteggere nell'Annesso II della Convenzione di Barcellona. A 25 m di profondità, si osserva il limite di transizione tra le sabbie fini ben calibrate (SBFC) ed i fanghi terrigeni costieri (VTC) (facies a *Turritella communis*).

Sovrapponendo graficamente la mappatura Dipteris (Lab. Biol. Marina ed Ecol.animale) delle biocenosi del 2001 con il Rilievo batimetrico di dettaglio 2000 del Dipteris (Dip. Scienze della Terra) entrambi in scala 1:5000, è possibile osservare l'attuale posizione della posidonia, tra le batimetriche di 10 e 18m, nonché la distanza lineare del suo limite superiore dalla linea di costa attuale, che risulta circa 350m ed oltre (misure effettuate con lo strumento "distance" di Autocad 2002) (vedi TAV. 0 pag. seguente ed in allegato).



Studio di impatto ambientale relativo alla progettazione definitiva ed esecutiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima)

TAVOLA N°0

SOVRAPPOSIZIONE GRAFICA DELLA MAPPATURA BIOCENOTICA MARINA 2001 CON IL RILIEVO BATIMETRICO DI DETTAGLIO

NORD

Cymodocea nodosa 2001 | Posidonia oceanica 2001 | Matte morta 2001 | Scogli 2001

scala 1:10.000

Alessandro Attolini

3.7 – IMPORTANZA DELLE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA NEL SISTEMA MARINO COSTIERO

L'importanza delle fanerogame marine, ed in particolare di *Posidonia oceanica*, è riconosciuta come fondamentale nell'economia degli ecosistemi marini costieri, per una serie di validi motivi, di carattere sia biologico, sia fisico. Oltre al ruolo di riparo e fonte diretta ed indiretta di nutrimento per pesci ed altri organismi, è infatti nota la funzione di fissazione e stabilizzazione dei fondali e di freno all'erosione costiera.

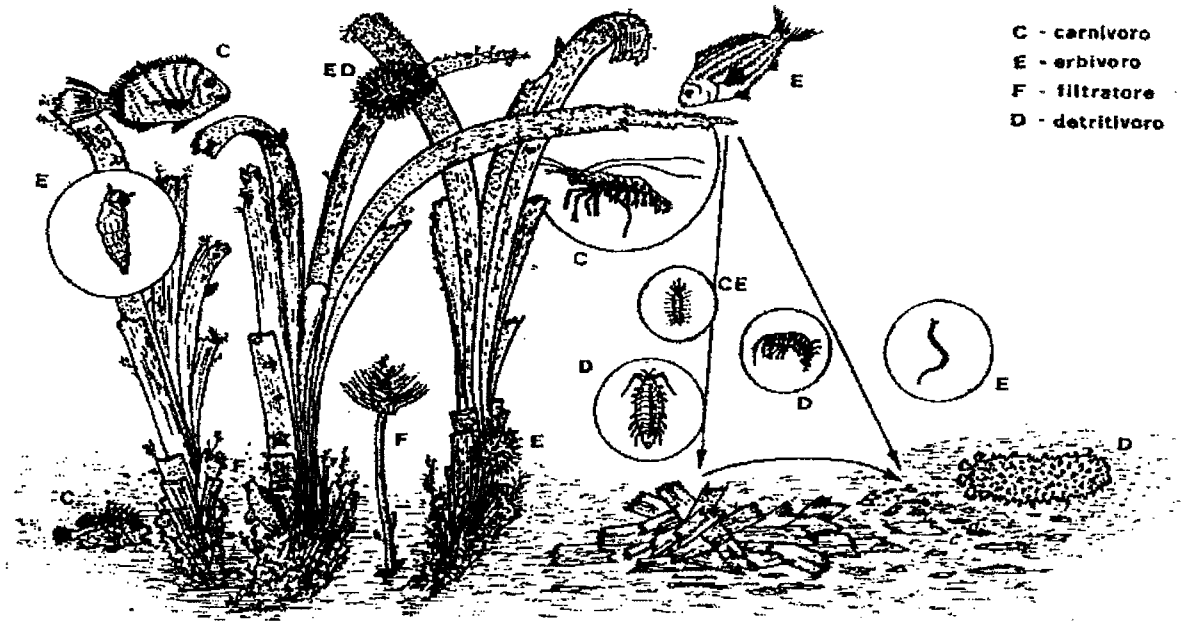
Tale risorsa definita da alcuni autori "oro verde", "oasi di vita", "una delle principali ricchezze del Mediterraneo" (Reg. Liguria, PTC fascic. 4.5), va quindi salvaguardata con azioni concrete, tanto più che è in atto, negli ultimi decenni, una sua progressiva rarefazione, causata principalmente da inquinamenti e da installazione di opere marittime. Gli interventi devono comunque essere effettuati in base a conoscenze sullo stato attuale e sull'evoluzione di ogni singola prateria, tenendo conto della situazione locale, nell'ambito di quella che dovrebbe essere una gestione razionale dell'ambiente costiero.

Come già detto, questa pianta riveste una notevole importanza nell'economia degli ecosistemi marini, dovuta principalmente alle motivazioni seguenti:

- grande produzione di ossigeno; questo gas indispensabile allo svolgimento dei processi biologici, nell'ambiente marino viene prodotto in gran parte entro le prime decine di metri, a causa del rapido assorbimento della radiazione luminosa con l'aumento della profondità, e la *Posidonia*, le cui praterie ricoprono le coste sommerse con una fascia talora pressoché continua può liberare da 4 a 20 l di ossigeno per mq in 24 ore (Bay,1978), grazie al notevole sviluppo fogliare;
- produzione ed esportazione di biomassa ed energia; si calcola che circa il 30% della produzione di una prateria venga esportata in ecosistemi sia limitrofi, sia distanti e molto più profondi (PTC, fascic.4.5);
- riparo dai predatori, zona di riproduzione e di "nursery", fonte di cibo per molti Pesci, Cefalopodi e Crostacei, anche di alto valore commerciale; è quindi un polo di biodiversità (20 – 25 % di specie

vegetali ed animali conosciute in Mediterraneo sono state osservate) (Francour, 2001);

- fissazione dei fondali legata, da una parte, all'incremento della sedimentazione (contatto delle particelle col feltro di alghe epifite, decantazione dei sedimenti più fini per la ridotta energia cinetica, accumulo di resti calcarei), dall'altra, alla presenza di radici e rizomi con un'accentuata crescita orizzontale e verticale;
- protezione delle spiagge dall'erosione, grazie alla riduzione dell'idrodinamismo operata dallo strato fogliare e dallo smorzamento del moto ondoso a riva, dovuto alla presenza delle foglie morte (PTC, fascic.4.5);
- indicatore biologico: la sua abbondanza lungo costa, la sensibilità alle perturbazioni artificiali (Augier,1984) e la specificità nei riguardi dei fattori perturbanti ne fanno un ottimo indicatore della qualità delle acque. La posizione batimetrica del limite inferiore e di quello superiore di una prateria ci dà informazioni precise sul suo stato di salute e di quello delle acque ad essa sovrastanti. In condizioni naturali, la variazione di questi parametri può essere causata, ad esempio, da apporto di acque dolci, come succede alle foci dei grandi fiumi, o per movimenti sedimentari importanti (Bouderesque e Jeudy de Grissac 1983); in altri casi essa può essere conseguenza delle aggressioni provenienti dalle opere litorali e dagli scarichi di origine urbana ed industriale (Meisnesz e Lefevre 1978, Astier 1984, Meisnesz et al. 1985).



Nel disegno sono illustrate le complesse relazioni trofiche che si instaurano all'interno della prateria di *P. oceanica*. Si osservano: tra i Carnivori (C), Policheti, Crostacei Decapodi e Pesci; tra gli Erbivori (E), Nematodi, Policheti, Molluschi Gasteropodi ed Echinodermi; tra i Filtratori (F), Policheti ed Ascidie; tra i Detritivori (D), Crostacei Anfipodi e Isopodi, Echinodermi (da Ott, 1981, modificato).

Fig.1 *– Relazioni fra comunità presenti nella prateria di Posidonia oceanica*

Nella zona oggetto di studio (Vesima), la presenza di *Posidonia oceanica*, nonostante si tratti di una formazione relitta di esigua superficie, costituisce un elemento di grande interesse, anche se non segnalata nell'"Atlante delle fanerogame marine della Liguria" (Bianchi e Peirano, 1995), opera di riferimento per la distribuzione della posidonia nella nostra regione. Si tratta infatti della stazione più vicina a Genova del ponente ligure e potrebbe essere scelta per studi di maggior dettaglio, come la verifica periodica della superficie ricoperta mediante la delimitazione (balisage) dei limiti superiore ed inferiore e per tentativi di reimpianto della fanerogama all'interno delle zone di matte morta. Quindi si potrebbe considerare la stazione di Vesima un sito sentinella per monitorare lo "stato di salute" dell'ambiente.

3.8 – *PRINCIPALI CONSEGUENZE DERIVATE DALLO SVERSAMENTO DI MATERIALE INIDONEO*

Le alterazioni che l'uomo con le sue opere apporta all'ambiente marino sono molteplici e della più diversa natura. In aggiunta al materiale particellato presente in mare per processi naturali, le attività antropiche come gli apporti terrigeni dovuti ad operazioni di dragaggio, da sbancamenti lungo le coste, da opere di ripascimento degli arenili o da altri materiali derivanti da diversi processi produttivi, apportano vari tipi di materiali inerti (Cognetti, 1992). Tutta questa massa di materiali di origine diversa influisce in varia maniera sulle attività biologiche degli organismi marini.

Le operazioni di manutenzione degli arenili lungo i litorali costieri dei paesi occidentali dediti al turismo, sono attività consuete, ma spesso condotte senza tenere in debita considerazione le comunità biologiche marine. I materiali più fini si propagano in tutte le direzioni dal punto di scarico, e tendono a formare uno strato fluido sopra il substrato originario, apportando un graduale aumento della sedimentazione e di conseguenza una diminuzione d'ossigeno sul fondo. Inoltre le particelle in sospensione danneggiano gli organismi planctonici. In aggiunta questi materiali vengono trasportati dalle correnti per ricadere in altre aree, modificando anche fondali distanti dal punto di sversamento. Nelle zone più interessate direttamente dagli sversamenti, le conseguenze ultime possono essere la rarefazione e la scomparsa dell'ossigeno, per cui le comunità presenti nelle varie tipologie di fondale subiscono drastiche modifiche, passando da una grande varietà di specie animali e vegetali alla sostituzione con specie più resistenti, in grado di sopportare condizioni di grave carenza di ossigeno, come i Policheti *Capitella capitata* e *Nereis caudata* e le alghe nitrofile *Ulva*, *Enteromorpha* e *Cladophora*, individuate come specie indicatrici (o indicatori biologici) di inquinamento (Cognetti,1992).

Questi aspetti sono maggiormente rilevanti in zone dove la fascia costiera sommersa è caratterizzata da biocenosi particolarmente importanti, come le praterie di *Posidonia oceanica* e le ricche biocenosi di fondo duro. I principali effetti su queste comunità possono essere osservati anche mediante una osservazione superficiale, rilevando ad esempio la graduale sostituzione, man mano che ci si avvicina alla fonte di disturbo, delle praterie a *Posidonia* con altri vegetali come la più resistente fanerogama *Cymodocea nodosa*, che preferisce fondi più instabili con sabbie fangose o le alghe di origine tropicale *Caulerpa taxifolia* e *C.racemosa.* La *P.oceanica* risente negativamente di fenomeni quali il cambiamento del substrato, la

riduzione della quantità di luce a causa di una diminuita trasparenza delle acque, il sovraccarico di epibionti estranei alla comunità, creatasi sulle foglie e su altre parti della fanerogama marina in seguito a periodi di stress (Cognetti, 1992; Diviacco, 1998; Relini, 1992, 1999).

Altre cause di regressione sono:

- l'inquinamento industriale e urbano;
- il raschiamento provocato dalle ancore delle imbarcazioni da diporto; l'impatto aumenta con la debole tenuta meccanica della matte della prateria (Françour, 2001);
- la pesca a strascico che, anche se vietata nella fascia al di sopra di 50 metri, è capace di far regredire di oltre il 50% le praterie là dove viene praticata (Ramos-Espla et al., 1994);
- il ricoprimento del fondo dovuto alle opere marittime: porti, dighe, spiagge artificiali (Meinesz e Lefreve, 1976, 1978);
- la posa di cavi o condotte sottomarine;
- la modificazione dei flussi sedimentari: un ostacolo perpendicolare alla costa provoca un ipersedimentazione a monte (in rapporto alla deriva sedimentaria) e un erosione a valle con conseguente erosione delle praterie presenti.

Per i motivi suddetti le praterie di *Posidonia oceanica* sono state inserite nell'allegato A della Direttiva Habitat dell'Unione Europea, che comprende i tipi di habitat naturali d'interesse comunitario, la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione (PTC Reg. Liguria, fascic. 4.5).

3.9 – STUDI RECENTI

In base a quanto riscontrato nel recente studio "Programma del monitoraggio degli effetti del ripascimento da terra sulle biocenosi marine di Vesima (Ge)" condotto dai Lab. di Biologia marina ed Ecologia animale dell'Università di Genova, si deduce che l'ambiente marino dei fondali di Vesima abbia subito una perturbazione verosimilmente collegata all'operazione di ripascimento avvenuta nei primi mesi del 2000.

Tale studio è stato condotto mediante indagini e campionamenti diretti in mare, che sono stati effettuati prima (Marzo 2000) e dopo il ripascimento (Marzo 2001).

Dall'analisi dei dati raccolti si ritiene che:

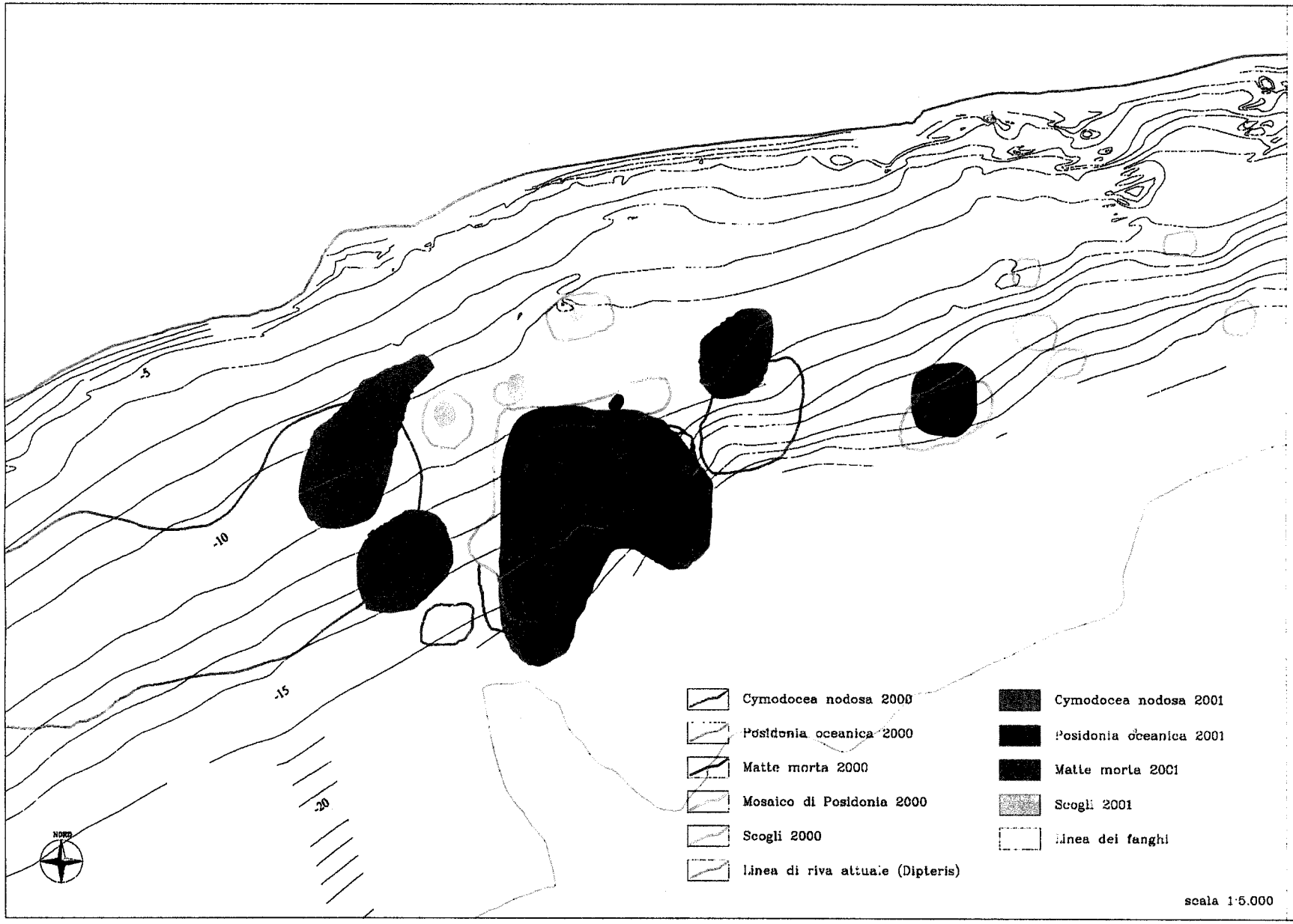
- l'estensione dell'area interessata dalla *Posidonia oceanica*, se pur in modesto stato di conservazione, sembra essersi ridotta, soprattutto per quanto riguarda il limite superiore sfrangiato; è stata stimata una maggior superficie di matte morta. La distribuzione di *Cymodocea nodosa* sembra invece essere sostanzialmente immutata:
- le zone rocciose sembrano mostrare un maggiore infangamento nella seconda campagna;
- l'analisi dei campioni di benthos raccolti sui substrati duri su aree standard 20×30 cm ha evidenziato un minor numero di specie epifite, a testimonianza di un maggior infangamento dei substrati. Il popolamento algale ha infatti subito una discreta riduzione dopo il ripascimento in termini di ricoprimento, passando da una copertura del 50 – 75% del substrato a circa il 25%. Il popolamento animale non evidenzia, invece, alcune variazioni riconducibili alle modificazioni indotte dal ripascimento.

Da ciò, si desume che probabilmente il materiale da ripascimento versato in mare non era qualitativamente molto buono. Infatti, l'analisi di un campione di materiale utilizzato per il ripascimento, effettuata in concomitanza dei rilevamenti in mare, ha evidenziato come la frazione grossolana (ghiaia) fosse solamente il 35%. Questa a sua volta era parzialmente compatibile con l'arenile ricevente caratterizzato da ciottoli. La componente terrosa è stata così dilavata dall'azione del moto ondoso durante le mareggiate ed ha intorbidito le acque ed infangato parzialmente i fondali.

Nonostante ciò dallo studio emerge che la valutazione dell'operazione di ripascimento sulle comunità bentoniche è risultata difficile perché in presenza di una situazione ambientale già compromessa e perché effettuata secondo un protocollo insufficiente per i limiti di budget. In particolare i risultati circa la riduzione della superficie ricoperta da parte di *Posidonia oceanica*, soprattutto per quanto riguarda il limite superiore sfrangiato e l'aumento della superficie occupata dalla matte morta, sono da considerarsi con cautela, visto la ridotta superficie ricoperta ed il modesto stato di conservazione della fanerogama, oramai ridotta a chiazze molto discontinue (mosaico). Il "balisage" d'alcuni tratti della prateria, infatti, avrebbero permesso di ottenere informazioni più dettagliate ed indicazioni più precise.

Questo è facilmente osservare nella TAV. 1 a pagina seguente ed in quella in allegato, nelle quale sono state sovrapposte graficamente le mappature delle biocenosi marine relative agli anni 2000 (prima del ripascimento) e 2001 (dopo il ripascimento). In entrambe le mappature

la fanerogama è presente tra le batimetriche di 10 e 20 m circa; l'evoluzione annuale (tempo trascorso tra le due mappature) a seguito del ripascimento, della chiazza di posidonia viva, sembra evidenziare uno spostamento ed un aumento d'estensione verso profondità maggiori.



Studio di impatto ambientale relativo alla progettazione definitiva ed esecutiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima)

TAVOLA N°1

SOVRAPPOSIZIONE GRAFICA DELLE MAPPATURE BIOCENOTICHE MARINE RELATIVE AGLI ANNI 2000 E 2001

Alessandro Attolini

4 – QUADRO PROGETTUALE

4.1 – CRITERI GENERALI D'INTERVENTO

L'obiettivo che si prefigge il progetto è l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e capo Crevari (Vesima), sia per ripristinare le condizioni ambientali di equilibrio in una zona oramai completamente squilibrata, sia in funzione di un rilancio delle attività turistiche della stessa.
Per il raggiungimento di questo obiettivo è necessario indurre un avanzamento della linea di riva che si intende ottenere con il versamento artificiale di materiali sciolti ed in secondo luogo, con la modifica e costruzione ex novo di alcune opere di difesa, funzionali al mantenimento dell'assetto costiero.
In sostanza si prevede di realizzare circa 33.000 mq di nuova spiaggia, assorbendo completamente l'area delle massicciate artificiali (oltre 7.000 mq), per cui, nella situazione finale, si disporrà di circa 55.000 mq di spiaggia con avanzamento medio lineare della attuale linea di costa di circa 20 m.

4.2 – VERSAMENTO DEI MATERIALI

La costruzione della spiaggia sarà eseguita con materiali ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi compatibili con quelli "naturalmente" presenti nella zona (cfr. par. 3.5).
Si prevede pertanto di posare circa 230.000 mc di materiali in circa 1800 ml di costa.
Per ridurre l'impatto ambientale connesso alla movimentazione del materiale, il lavoro procederà per stralci ed il primo di essi (120.000 mc) sarà relativo al tratto compreso tra lo scoglio Nave ed il promontorio Bonetti, con pennello, setto sommerso e due secche e solo il materiale che supera la secca 1 andrà ad accumularsi contro il pennello ed il setto sommerso. Il secondo intervento (110.000 mc) sarà effettuato successivamente nel tratto compreso tra Punta Bonetti e Punta Lupara, con la costruzione di una terza secca e due piccoli moli. In entrambi i casi sia la percentuale massima di pelite, sia la quantità massima in mc di ripascimento versato in cinque anni per ml di spiaggia, dovranno rispettare quanto previsto dalla normativa regionale attualmente in vigore per l'accettazione dei materiali da

ripascimento, per le aree non sensibili, che per ora, come è noto, è limitata alle operazioni stagionali.

Per quanto riguarda la quantità massima di pelite per metro lineare di spiaggia e per quinquennio, non è chiaro, dalla normativa, a quale ambito sia riferito. Si può spaziare tra l'ambito del progetto e quello dell'intera unità fisiografica (17.000 ml). Nel caso di Vesima, è evidente che sia l'ambito del progetto che l'unità fisiografica portano a risultati insostenibili.

In effetti è necessario a questo proposito che la normativa faccia riferimento al fenomeno della dispersione dei sedimenti fini, che, come è noto, a differenza di quanto accade per i materiali sedimentabili, è regolata, in modo prevalente dalle correnti di densità e solo in modo marginale da quelle del moto ondoso. Nel caso del progetto di primo stralcio di Vesima a seconda dell'ambito di riferimento considerato si possono presentare tre diversi casi:

Ipotesi a): base d'ambito del progetto: 600 ml

- materiale con 5% di pelite e limite di 2 mc/ml di spiaggia nel quinquennio: mc 24.000

Ipotesi b): base unità fisiografica: 17.000 ml

- materiale con 5% di pelite e limite di 2 mc/ml di spiaggia nel quinquennio: mc 680.000

Assumendo:

Ipotesi c): base d'ambito compreso tra il pennello Pizzo (Arenzano) e la foce del torrente Cerusa: 4000 ml, si avrebbe:

- materiale con 5% di pelite e limite di 2 mc/ml di spiaggia nel quinquennio:mc 160.000

Nel progetto di primo stralcio si prevede di versare 120.000 mc di materiale, assumendo la base d'ambito dell'ipotesi c), si avrebbe:

120.000 mc * 5% = 6.000 mc di pelite

6.000 mc/ 4000 ml = 1,5 mc/ml nel quinquennio

In tale caso si rispetterebbero largamente i limiti previsti dalla normativa. Tale assunzione, potrebbe essere presa in considerazione, tenendo conto che la dispersione dei sedimenti fini è regolata in Liguria da correnti superficiali di densità, che hanno direzione est-ovest e sono un fenomeno fisico esteso a tutto il golfo ligure e non a settori ristretti di costa (par. 3.2).Inoltre nel tratto costiero di Vesima, non vi sono in tale direzione isole che potrebbero frenare queste correnti. Parimenti per il secondo lotto di 110.000 mc, si ottiene: 110.000 * 5%= 5.500 mc di

pelite, 5.500 mc/ 4000 ml= 1,375 mc/ml nel quinquennio. Anche in questo caso il risultato si collocherebbe al di sotto dei requisiti minimi richiesti.

A progetto ultimato si prevede che l'intersezione media della spiaggia sommersa con il fondo, nel tratto compreso tra la secca 3 e la secca 2, sia a circa 60-70 ml di distanza dalla nuova linea di riva e ad una profondità compresa tra le batimetriche dei –7/-8 m. Nel tratto successivo, tra la secca 1 e lo scoglio Nave, tale distanza media lineare è dell'ordine del centinaio di m e la profondità dell'intersezione con il fondale è tra i –8/-9 m (vedi planimetria progetto definitivo).

4.3 – COSTRUZIONE DELLE OPERE DI PROTEZIONE COSTIERA

Nel presente progetto si prevede la costruzione di alcune opere di protezione costiera, allo scopo di rallentere il flusso litoraneo verso levante e gli alti fondali, di stabilizzare l'innalzamento dei fondali ottenuto con l'apporto di nuovi materiali e di stabilizzare la spiaggia costruita con i versamenti di materiale.

In particolare da est verso ovest seguiranno:

- il pennello scoglio Nave, che avrà come radice lo scoglio stesso, rendendo così minore l'impatto visivo. Esso, si spingerà per oltre 50-60 m fino al fondale attuale di –9/-11 m e sarà completato da un setto sommerso che raggiunga i –15 m circa. Il pennello sarà realizzato con scogli naturali, mentre il setto sommerso in prefabbricati di calcestruzzo armati;
- la secca Falconara (secca1), sarà realizzata a circa 60 m dall'attuale piede della scogliera mediante un cumulo di scogli naturali con ciglio a quota 0,0 s.l.m.m. su un fronte di 50 m e a profondità tra –5 e –9 m;
- le secche di Vesima (secca 2 e 3), realizzate sul modello di quella a levante;
- i due pennelli Lupara di ridotte dimensioni, costruiti con scogli naturali, aventi funzione di filtro.

Inoltre si prevede la scomparsa delle attuali massicciate artificiali (oltre 7.000 mq), che verranno assorbite interamente dalla nuova spiaggia.

5 – IMPATTI AMBIENTALI

In seguito alla valutazione complessiva del progetto si possono a questo punto individuare i possibili impatti ambientali (positivi, problematici e negativi) sull'ambiente marino e costiero. Per meglio evidenziare le relazioni esistenti tra la nuova spiaggia e le biocenosi marine presenti, sono state elaborate alcune sovrapposizioni grafiche tra la planimetria di progetto e la mappatura delle biocenosi marine del 2001 (vedi TAV. 2-3 alle pag. seguenti ed in allegato).

Aspetti positivi:

- il progetto si propone di stabilire sul litorale una successione di spiagge decisamente potenziate rispetto alle attuali, ma soggette ad un regime sostanzialmente aderente a quello naturale;
- si punterà su un tipo di spiaggia a granulometria mista di ghiaia e sabbia;
- per l'ampliamento e la realizzazione delle spiagge, verranno impiegati materiali con litologia compatibile con quella "naturalmente" esistente e pezzatura grossolana (ciottoli, ghiaia e sabbie);
- rispetto dei limiti di percentuale di fine previsti dalla normativa regionale vigente in materia di ripascimento delle spiagge.
- si adotteranno tempi lunghi d'intervento: in questo modo, si ridurranno gli impatti e si potranno effettuare monitoraggi per verifiche ed ulteriori correzioni (I stralcio: 5 anni, II stralcio: 5 anni: tot. 10 anni previsti);
- non vi saranno effetti diretti sulla *Posidonia oceanica*; il materiale versato e le nuove strutture non andranno a ricoprire direttamente la prateria. Infatti come evidenziato nelle TAV. 2-3, i limiti superiori ed inferiori di matte morta e di posidonia viva si trovano a distanza di qualche centinaio di metri lineari dalla nuova linea di riva e da quella d'intersezione con il fondo;
- gli effetti indiretti saranno probabilmente contenuti; infatti la bassa % di peliti (5% max) e l'effetto di dispersione rapida verso il largo dei materiali fini per opera della

corrente di densità est - ovest, ridurrà notevolmente nel tempo la permanenza della frazione fine in sospensione;

- la *Posidonia oceanica* viva si trova ad una profondità ottimale per la sua biologia ed ecologia;
- la formazione di posidonia viva è la prima sui fondali da Genova verso ponente; potrebbe essere utilizzata per studi ecologici e potrebbe costituire un "sito sentinella" per valutare lo "stato di salute" dell'ambiente marino;
- probabilmente le strutture pennello scoglio Nave, le tre Secche e i due moletti a ponente non comporteranno effetti indiretti sulla prateria, essendo distanti alcune centinaia di metri lineari; inoltre potrebbero costituire nuovi substrati duri ed habitat per la colonizzazione da parte di benthos animale e vegetale marino;
- il prato di *Cymodocea nodosa* non dovrebbe subire alterazioni, infatti tale fanerogama preferisce fondi instabilie fangosi (Diviacco, 1999);

In tale contesto si può citare l'esempio della spiaggia di Bergeggi: l'ultimo ripascimento (1994), effettuato con buoni materiali prevalentemente ghiaiosi e provenienti dal torrente Quiliano (15-16.000 mc), ha ottenuto buoni risultati; infatti fino ad oggi, sia l'arenile che il limite superiore e l'estensione di *Posidonia oceanica* si sono stabilizzati (Gambetta 2001, Attolini 2002);

Aspetti problematici:

- come emerge dallo studio del Dip.te.ris (Lab. di Biologia marina ed Ecologia animale), per conoscere precisamente la posizione e l'estensione attuale della superficie ricoperta dalla *Posidonia oceanica*, bisognerebbe effettuare studi di maggior dettaglio mediante la delimitazione (balisage) dei limiti superiore ed inferiore della fanerogama;
- bisogna inoltre considerare che tale zona risente già parzialmente degli effetti del porto turistico di Arenzano e del porto industriale di Voltri, entrambi fonti di inquinamento da idrocarburi.

Aspetti negativi:

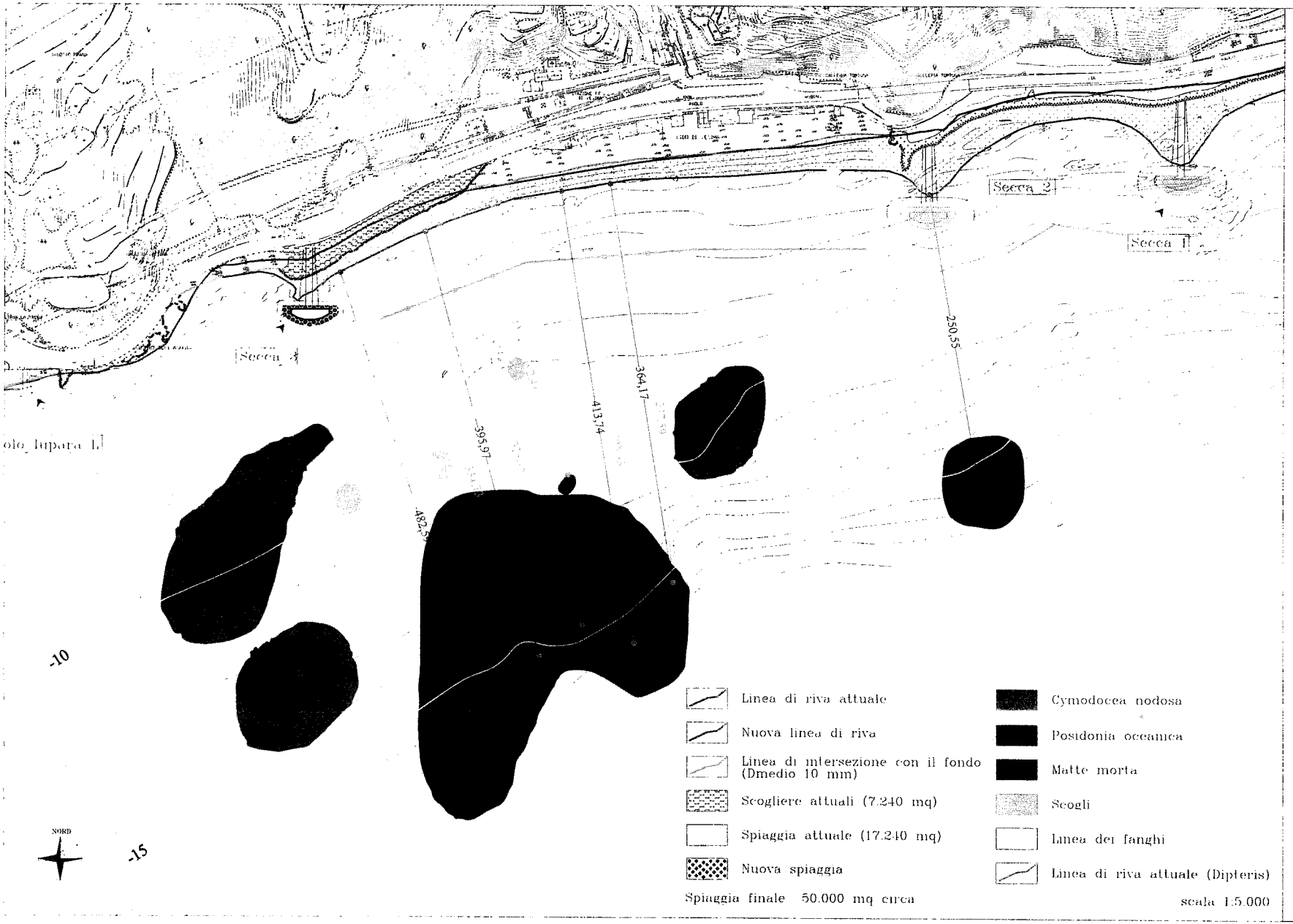
- durante le fasi di cantiere, si prevede un intorbidimento diffuso delle acque, dovuto alla stabilizzazione del materiale versato, che sarà tanto più breve quanto più sarà contenuta la percentuale della frazione fine. Inoltre tale periodo dipenderà anche dalla velocità della corrente di densità che agisce da Genova verso Tolone in direzione est-ovest (par. 3.2), che potrebbe disperdere verso il largo la percentuale di fine, riducendo notevolmente l'impatto sotto costa;
- parte delle rocce e degli scogli naturali presenti attualmente sul fondale, habitat naturale di alghe fotofile sulla porzione sommitale, e di una una ricca componente animale sottostante, verranno inevitabilmente ricoperte;



Studio di impatto ambientale relativo alla progettazione definitiva ed esecutiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima)

TAVOLA N°2

Alessandro Attolini



Studio di impatto ambientale relativo alla progettazione definitiva ed esecutiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima)

TAVOLA N°3

Alessandro Attolini

5.1 – SUGGERIMENTI ED INDICAZIONI UTILI AFFINCHE' LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE DI EVENTUALI OPERE CAUSINO IL MINOR DANNO POSSIBILE ALL'AMBIENTE COSTIERO:

- Utilizzo di materiali compatibili con quelli "naturalmente" esistenti, con granulometrie piuttosto grossolane e bassa percentuale di peliti (come indicato nella normativa regionale sui "Criteri generali da osservare nella progettazione degli interventi di ripascimento stagionali"), che riducano al massimo la sospensione di materiale fine ed il conseguente intorbidimento delle acque circostanti;
- prestare particolare attenzione nelle fasi di sversamento, per cercare di ridurre al minimo la movimentazione del materiale sul fondo;
- effettuare ripetuti sopralluoghi sul campo con diverse condizioni meteomarine nei mesi successivi i versamenti, fotografando e campionando i sedimenti della spiaggia.

5.2 – SUGGERIMENTI PER L'IMPOSTAZIONE DI UN MONITORAGGIO VOLTO A VALUTARE GLI EFFETTI DI RIPETUTE ATTIVITA' DI RIPASCIMENTO SULLE BIOCENOSI COSTIERE:

- Effettuare gli studi sulle biocenosi dal "punto zero" prima di effettuare qualsiasi intervento sull'arenile ricevente;
- effettuare la mappatura delle biocenosi marine costiere; determinare quali sono le biocenosi sensibili e predisporre eventuali "balisage". Effettuare riprese video di substrati duri ed il campionamento qualitativo da parte di un esperto, per determinare la componente floristica e faunistica;
- utilizzare eventualmente anche fotografie aeree per mappare le biocenosi e la linea di costa e per studiarne l'evoluzione nel tempo (dopo la realizzazione del progetto);
- effettuare campioni di sedimento sulla battigia e in almeno due quote batimetriche; determinare la granulometria dei campioni e studiarne la fauna associata;
- ripetere la mappatura, gli studi faunistici e floristici a tempi prestabiliti dopo le operazioni di versamento del materiale in mare.

In particolare nel caso di Vesima, si consiglia di effettuare il "balisage" dei limiti superiori ed inferiori della macchia di *Posidonia oceanica* viva, per determinarne precisamente la forma, l'estensione, la posizione geografica (georeferenziazione) e la profondità. Tale operazione servirà per studiare l'evoluzione della fanerogama dopo ogni singolo sversamento di materiale in mare.

6 – CONCLUSIONI

L'esame complessivo del progetto per la realizzazione e l'ampliamento di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima), ha permesso di evidenziare i possibili impatti ambientali sull'ambiente marino e costiero antistante.
Essendo ingente la quantità di materiale che verrà versato lungo la costa, la scelta di procedere per stralci e per tempi lunghi di intervento risulta positiva al fine di ridurre gli impatti ambientali. Inoltre la scelta di materiali piuttosto grossolani e compatibili con l'arenile ricevente ridurrebbe notevolmente l'intorbidimento delle acque marine. A ciò si aggiunge la constatazione che la chiazza di *Posidonia oceanica* viva si trova ad una distanza di qualche centinaio di metri lineari (300 ml in media) dalla nuova linea di riva e dalla linea di intersezione della spiaggia sommersa con il fondo. Nonostante ciò è impossibile escludere fenomeni di intorbidimento delle acque litoranee durante le fasi di cantiere e di sistemazione del materiale.

Ottobre 2003

Dott. Alessandro Attolini

- *BIBLIOGRAFIA*

AMINTI P.L. e BERRIOLO G., 2003 - "Progetto definitivo per il riequilibrio del litorale di Fiumaretta e Marinella di Sarzana – Studio d'impatto ambientale" – Regione Liguria, Comune di Ameglia e Comune di Sarzana

ATTOLINI A. – "Modificazioni dell'ecosistema marino costiero nel levante ligure savonese" – Tesi di laurea in Scienze M.F.N., Università degli studi di Genova, A.A. 2001/2002

BERRIOLO G., 2003 - "Progettazione definitiva per l'ampliamento e la realizzazione di nuove spiagge tra il confine occidentale di Genova e Capo Crevari (Vesima)" – Relazione di consulenza per progetto definitivo - As.ter., Azienda Servizi Territoriali del Comune di Genova

BIANCHI C.N. e PEIRANO A. – "Atlante delle fanerogame marine della Liguria – *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*" – Enea, 1995

DIVIACCO G. – "Aree protette marine – Finalità e gestione" – Comunicazione, 1998

GAMBETTA M., 2001 – Stage "Nascita ed evoluzione guidata di una spiaggia" – Tutor Ing. G. Berriolo

MOLINARI A., 2002 – "Fase preliminare del progetto di ripascimento degli arenili compresi nell'ambito comunale di Bergeggi – Studio di prefattibilità ambientale; aspetti di carattere bilogico"

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA, DIP.TER.RIS. - Dipartimento per lo studio del territorio e delle sue risorse – "Studio sedimentologico del litorale tra il confine occidentale del Comune di Genova e Capo Crevari, esecuzione delle analisi granulometriche sui relativi campioni e formulazioni di considerazioni riguardo il reperimento di materiale idoneo da utilizzare per il ripascimento delle spiagge in progettazione" – Fase II indagine sedimentologica, 2003

REGIONE LIGURIA, 2000 – Dipartimento di pianificazione territoriale e paesistica, PTC della Costa - Materiali del piano, fascicolo 4.5 – "Inventario delle aree naturali protette costiere. Indagine sulla qualità dell'ambiente naturale marino costiero in Liguria"

REGION PROVENCE-ALPES COTE D'AZUR – "Le reseau de surveillance posidonies", Guide métodologique, 2000

STOCCHINO C. e TESTONI A. – "Nuove osservazioni sulla circolazione delle correnti superficiali nel Mar Ligure" – Istituto idrografico della marina, Genova 1997

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE, Dipartimento di Ingegneria civile – "Studio su modello fisico e numerico della dinamica evolutiva della spiaggia di Vesima ed analisi degli effetti delle opere di difesa della costa", 2003

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA, DIP.TER.RIS., Dipartimento per lo studio del territorio e delle sue risorse – "Programma del monitoraggio degli effetti del ripascimento da terra sulle biocenosi marine di Vesima (Ge): relazione finale", Giugno 2001