COMUNE DI FINALE LIGURE

PROGETTO DEFINITIVO DEGLI INTERVENTI DI CONTRASTO ALL'EROSIONE COSTIERA DEL LITORALE DI VARIGOTTI

1° LOTTO

PARTE SECONDA: PROGETTO

CALCOLO DELLA STABILITA' DEI MATERIALI DA RIPASCIMENTO

RELAZIONE DI INCIDENZA DELL'INTERVENTO DI RIPASCIMENTO SUI SITI SIC DI VARIGOTTI

10

data

Agosto 2020

A	PRIMA STESURA	Agosto 2020

STUDIO SIRITO
Savona

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

a cura del professor
Enzo Pranzini - Firenze

CALCOLO DELLA STABILITA' DEI MATERIALI DA RIPASCIMENTO

(a cura del Professor Enzo Pranzini)

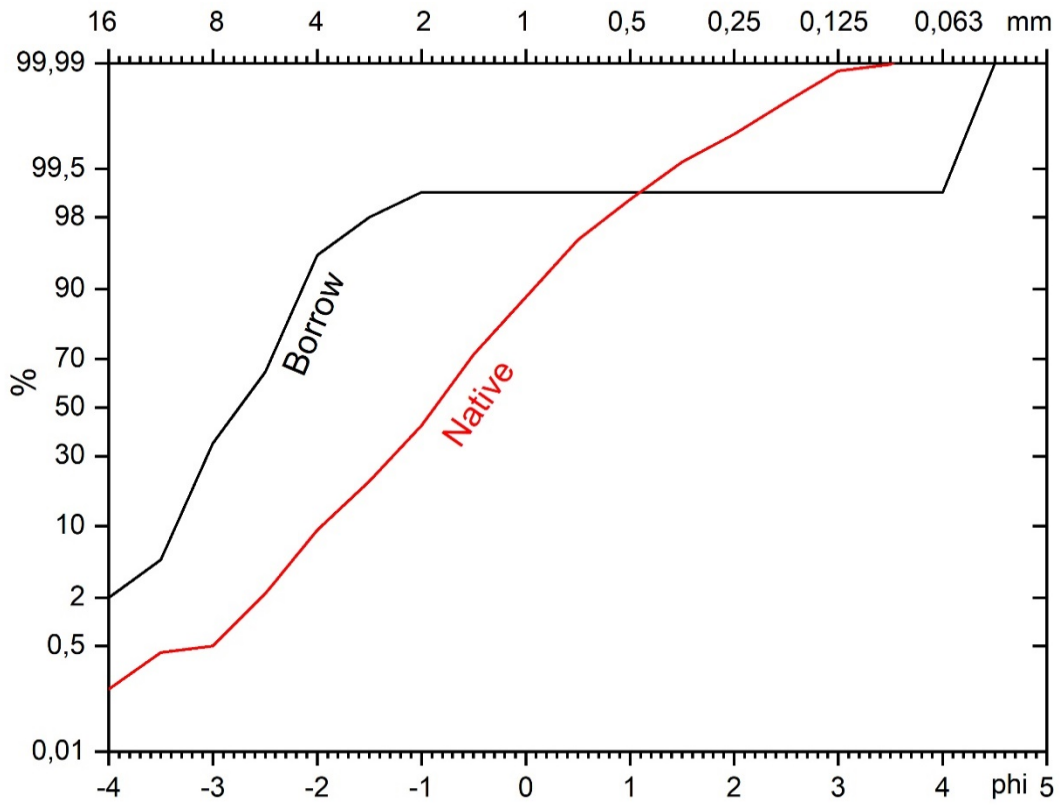
Calcolo della stabilità dei materiali di ripascimento

La stabilità dei materiali di ripascimento è determinata dalle dimensioni dei granuli e viene stimata confrontando la distribuzione granulometrica del campione composito della piaggia di progetto (definito Native) con quella dei materiali di ripascimento (Borrow).

Nel caso del ripascimento della spiaggia di Varigotti la spiaggia Nativa è rappresentata dal campione composito formato con i campioni prelevati sulla spiaggia emersa nel Febbraio 2020 e non tiene conto dei ciottoli sparsi che appaiono occasionalmente sulla battigia e formano lo step. Questo per garantire la fruibilità dell'arenile anche considerato che la quasi totalità del ripascimento sarà formata da depositi alluvionali costituiti da granuli arrotondati.

La stabilità è ottenuta, come appare dagli indici calcolati, prevedendo sedimenti con dimensioni medie superiori.

Nell'impossibilità di prevedere l'esatta percentuale di ogni frazione granulometrica che formerà la miscela, che dipende dalla produzione delle varie cave, si è fatto riferimento ai valori medi del range delle due popolazioni (8 – 4 mm e 4 – 2 mm) indicato nell'Elenco prezzi. Si tratta ovviamente di una distribuzione granulometrica artificiale dalla quale ci si potrà discostare leggermente in funzione dei materiali che verranno proposti dalla ditta che si aggiudicherà l'appalto, ma che non si discosteranno in modo significativo da quelli qui considerati.



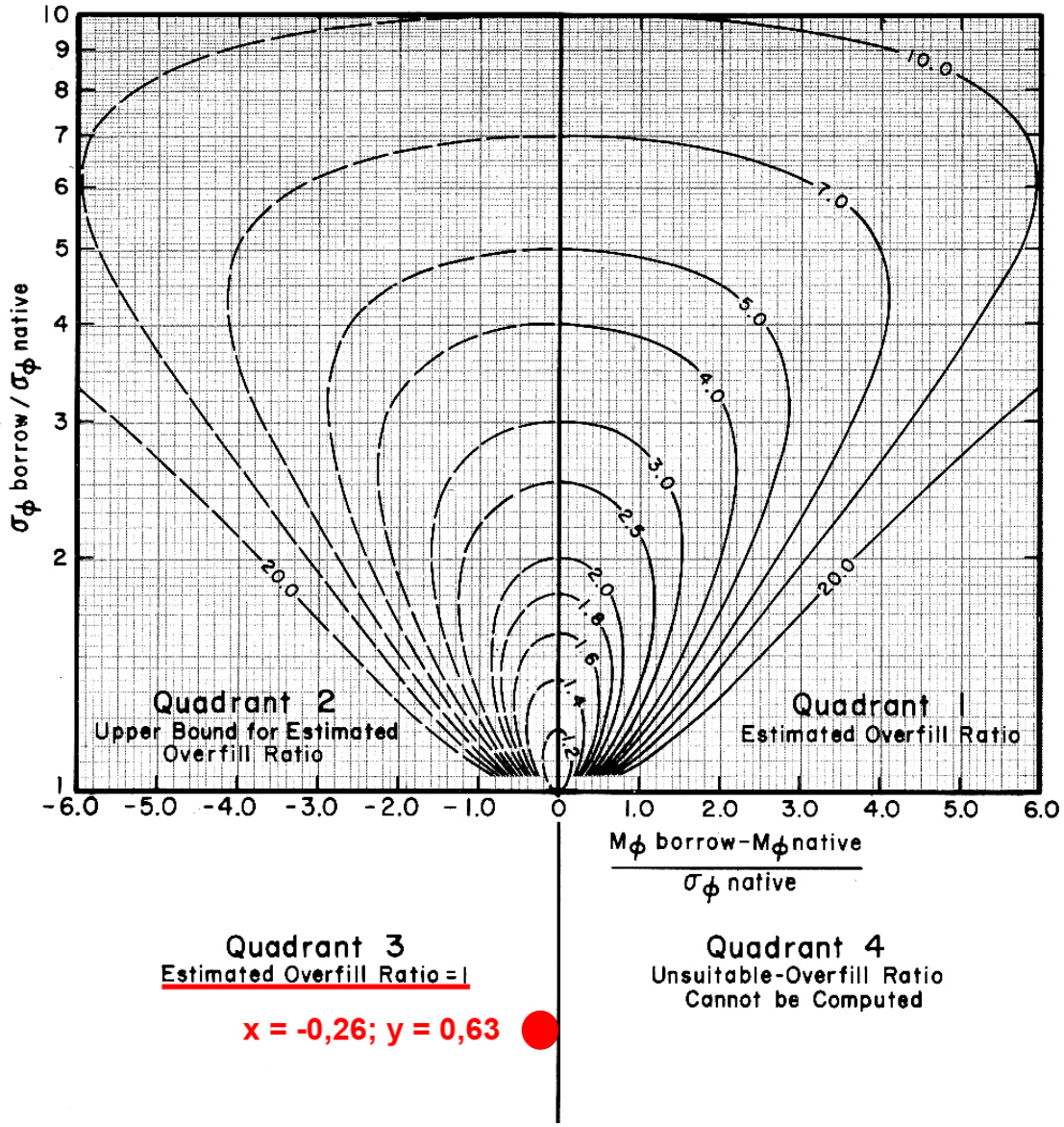
Distribuzione granulometrica del campione composito Febbraio 2020 e di quello 'medio' nel range previsto nell'Elenco prezzi

Lo Shore Protection Manual (USASCE) propone due metodi: il Rapporto critico (Critical ratio, $R_{\Phi crit}$; Krumbein e James, 1965), e il Fattore di riempimento (Overfill factor, R_A; James, 1975). Recentemente è stato proposto su Coastal Engineering l'Indice di stabilità (Is; Pranzini et al., 2018) che è stato adottata in Italia e in diversi paesi esteri.

Il Rapporto critico ($R_{\Phi crit}$) e il Fattore di stabilità (R_A) tendono a valutare, in forma leggermente diversa, la quantità di sedimenti Borrow che deve essere messa sulla spiaggia affinché, dopo l'azione selettiva del mare, rimanga un volume unitario di sedimenti con la stessa distribuzione granulometrica del sedimento Native.
Il calcolo utilizza i parametri M_Φ e σ_Φ nella formulazione di Inman (1951), e quindi con i soli valori in unità phi del 16° e dell'84° percentile.
L'Indice di stabilità (Is), che utilizza l'intera distribuzione granulometrica, si basa sull'ipotesi che un granulo, di dimensioni maggiori del più grande granulo presente sulla spiaggia, abbia una stabilità pari ad 1, mentre uno più piccolo del più piccolo presente sulla spiaggia abbia stabilità 0. Per ciascuna distribuzione granulometrica

la stabilità di ogni frazione è proporzionale all'inverso del suo valore nella curva cumulativa.

Il **Rapporto critico ($R_{\Phi crit}$)** viene calcolato sia in modo grafico che in quello analitico. Nel primo caso abbiamo che cade nel campo della **massima stabilità**, a cui viene attribuito convenzionalmente il valore di 1.0, mente in modo analitico si ottiene **$R_{\Phi crit}$ = 0,84**; il che significherebbe che sulla spiaggia rimane più materiale di quanto non se ne versi (!)

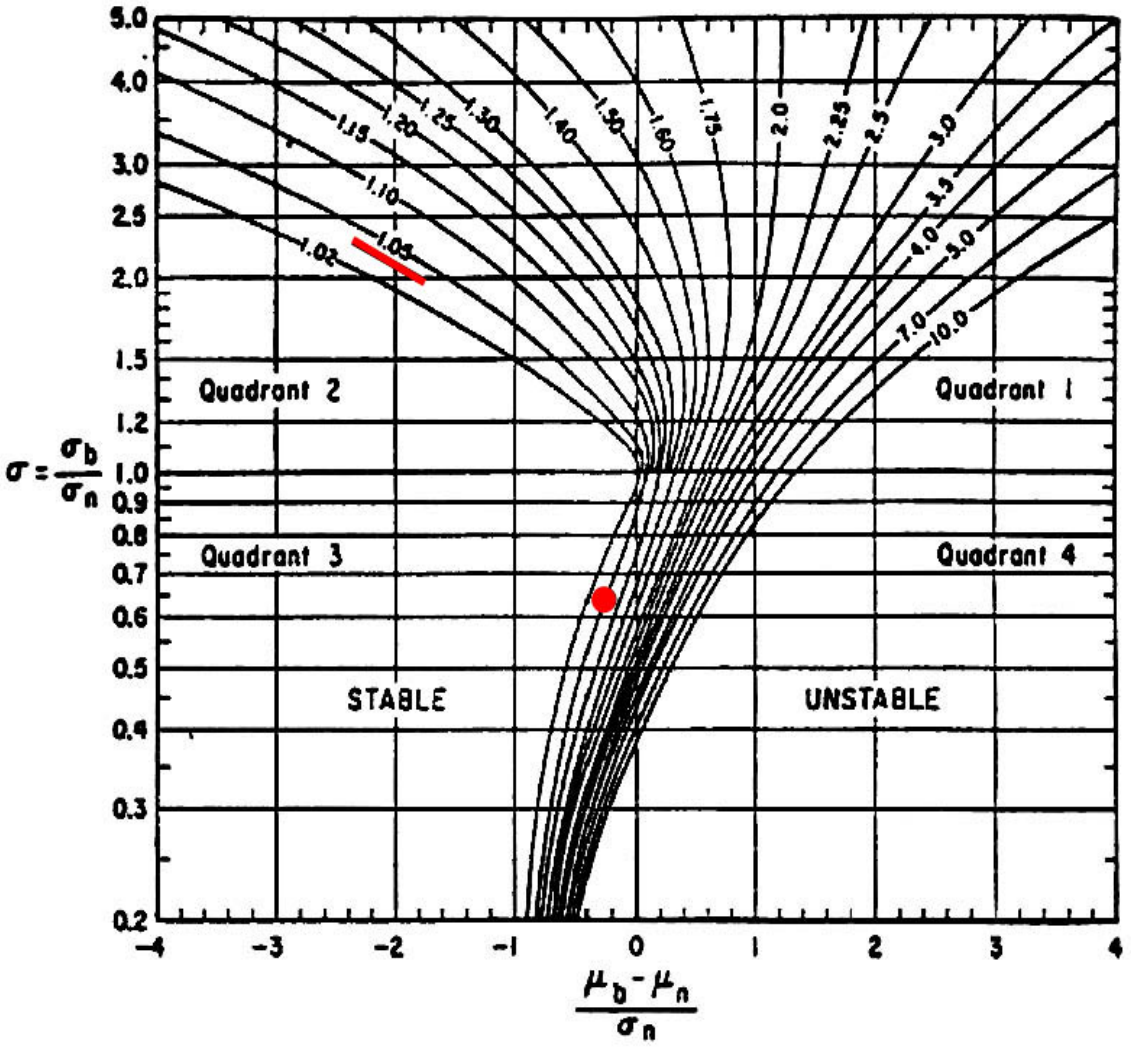


Nomogramma per il calcolo del Rapporto critico($R_{\Phi crit}$). In rosso il punto rappresentativo del campione di ripascimento e le sue coordinate.

Il **Fattore di stabilità (R_A)** viene normalmente calcolato in modo grafico con un nomogramma che utilizza gli stessi valori usati per l'Overfill factor ma con linee

di stabilità diverse tenendo condo della differente velocità di perdita delle varie frazioni granulometriche. Il valore che abbiamo ottenuto è **R_A = 1,05.**

In questo caso per ottenere un metro cubo di sedimenti come quelli nativi dovrebbe essere versato 1,05 mc di materiale di ripascimento, cosa che indica l'estrema stabilità del nuovo materiale.



Nomogramma per il calcolo del Fattore di stabilità (R_A). In rosso il punto rappresentativo del campione di ripascimento.

L'**Indice di stabilità** viene calcolato esclusivamente in modo analitico e porta ad un valore di **Is = 0,959**. Tenendo conto che sedimenti Borrow identici ai Native dhanno un Indice di stabilità di 0,500 si comprende come anche questo metodo convalidi l'estrema stabilità dei materiali previsti per il ripascimento.

Tabella con il calcolo dell'Indice di stabilità (Is)

Phi	**Comp-spiaggia**	Cum-comp	Cum-inv	Fs	**Comp-Rip.**	Is

-6	0,00	0,000	100,000	1,000		0,000
-5,5	0,00	0,000	100,000	1,000		0,000
-5	0,00	0,000	100,000	1,000		0,000
-4,5	0,00	0,000	100,000	1,000		0,000
-4	0,12	0,117	99,883	0,999	**2,000**	1,999
-3,5	0,29	0,408	99,592	0,997	**3,000**	2,992
-3	0,09	0,497	99,503	0,995	**30,000**	29,864
-2,5	1,71	2,210	97,790	0,986	**30,000**	29,594
-2	7,07	9,284	90,716	0,943	**30,000**	28,276
-1,5	12,03	21,311	78,689	0,847	**3,000**	2,541
-1	21,05	42,357	57,643	0,682	**1,000**	0,682
-0,5	29,30	71,655	28,345	0,430	**0,000**	0,000
0	16,72	88,371	11,629	0,200	**0,000**	0,000
0,5	8,12	96,489	3,511	0,076	**0,000**	0,000
1	2,28	98,765	1,235	0,024	**0,000**	0,000
1,5	0,83	99,597	0,403	0,008	**0,000**	0,000
2	0,24	99,842	0,158	0,003	**0,000**	0,000
2,5	0,11	99,952	0,049	0,001	**0,000**	0,000
3	0,03	99,986	0,014	0,000	**0,000**	0,000
3,5	0,00	99,989	0,011	0,000	**0,000**	0,000
4	0,01	99,997	0,003	0,000	**0,000**	0,000
-4,5	0,00	100,000	0,000	0,000	**1,000**	0,000
	100,000				100,000	**0,959**

RELAZIONE DI INCIDENZA DEL RIPASCIMENTO SUI SITI SIC DI VARIGOTTI

INCIDENZA DEL RIPASCIMENTO SUI SITI SIC DI VARIGOTTI

I siti SIC antistanti la spiaggia di Varigotti sono:

- un sito riguardante una prateria di posidonia, che stesa verso Ponente, arriva ad affacciarsi sulla spiaggia di Varigotti solo in corrispondenza della sua estremità Ovest, ma ad una distanza da riva di 300÷350 metri, in fondali di 9÷10 metri e non può quindi minimamente essere interessata da effetti dovuti al ripascimento.
- Il sito beach rock:
  diversa è la situazione di questo secondo sito SIC, istituito recentemente, che riguarda la porzione immediatamente a mare della spiaggia, della formazione rocciosa "beach rock" su cui insiste l'intera spiaggia di Varigotti, cioè in altre parole la parte che rimane scoperta dalla sabbia, a mare della spiaggia emersa e dalla sua scarpata subacquea.
  Riportiamo qui di seguito lo stralcio dell'Atlante riguardante la beach rock di Varigotti.

  "Anche lungo il litorale di Varigotti sono presenti sabbie fossili litorali (beach rock. Esse sono distribuite in maniera praticamente continua davanti alla spiaggia, tra le profondità di 1 m e 2 m, con una larghezza di circa 20 m, quindi leggermente inferiore di quella di Pietra e Borgio……"

  In realtà la lunghezza di questa fascia è variabilissima, soprattutto alle due estremità della spiaggia, a causa del regime marcatamente oscillatorio di questa spiaggia, con notevoli spostamenti di sabbia alternati da Ponente a Levante e viceversa a seconda dell'alternarsi della provenienza delle mareggiate da Libeccio o da Scirocco. Pertanto non vi è una larghezza fissa della parte scoperta della beach rock, né visibili elementi di interesse naturalistico sulla superfice.
  Diversa è la situazione del fronte, dove la beach rock assume particolare interesse: il fronte che presenta un salto dal ciglio superiore al fondale sottostante di 2 metri è più è ricco di ingrottamenti , fratture, fessurazioni in cui trovano ospitalità diverse specie marine. La nostra attenzione si è quindi soffermata sul fronte, su cui sono state effettuate indagini e fornite documentazioni da biologi marini specializzati, i dottor Bernat e Molinari. Il lavoro è l'oggetto del **fascicolo N°7** – *Relazione Tecnica Naturalistica sulla formazione a beach rock di Varigotti, con documentazione fotografica* e di un filmato, anch'esso allegato al progetto. Altra documentazione è fornita al **Fascicolo N°8 –** *Documentazione fotografica subacquea al piede della beach rock,* da cui si nota sul fondale al piede la presenza di sabbia e ghiaia certamente caduta dalla spiaggia emersa.

L'idea progettuale iniziale, di effettuare un ripascimento di grandi proporzioni che facesse avanzare il più possibile la linea di riva, aumentando il più possibile la profondità della spiaggia, è stata abbandonata, a favore di un avanzamento della linea contenuto, cosi da fare avanzare mediamente la linea di riva di circa 6 metri (teorici, a seconda dell'assetto che il mare conferirà alla sezione di spiaggia), così da avanzare con la spiaggia moderatamente ed avvicinarsi al ciglio della beach rock moderatamente , con lo scopo di minimizzare la percentuale di sabbia in grado di sfuggire e finire nel fondale al di là del ciglio.

Di conseguenza la spiaggia non dovrà più essere alimentata con grandi ripascimenti strutturali, dovendosi preferire a questi, dei ripascimenti stagionali da 10 mc/m ripetuti a cadenza che verrà stabilito in sede di progetto esecutivo. (Vedi anche il ***Fascicolo 1*** – *relazione illustrativa e tecnica,* parte propositiva-progetto.

Con questi accorgimenti riteniamo che le attuali condizioni dinamiche del fronte della beach rock non cambino e non sorgano ragioni del verificarsi di insabbiamenti del fronte.