

Università di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali e Facoltà d'Agraria.



CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE PER
L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO.

Indirizzo Marino

TESI DI LAUREA
Anno accademico 2007/2008

STUDIO SU MODELLO FISICO DEL PROCESSO DI TRASMISSIONE
DI MOTO ONDOSO A TERGO DI BARRIERE SOMMERSE
CARATTERIZZATE DA DIFFERENTI LARGHEZZE DELLA
CRESTA

Candidato: Luca Sardi

.....

Relatore: Prof. Ing. Lorenzo Cappietti

.....

Alla mia famiglia

Desidero ringraziare per questa esperienza a volte difficoltosa ma altrettanto gratificante e formativa il Prof. L. Cappietti, amico e figura di riferimento, capace di sostenermi e guidarmi nella fase sperimentale e nella stesura finale della presente tesi di laurea.

Ringrazio l'Ing E. Mori, per avermi supportato tecnicamente e tranquillizzato nei momenti di difficoltà, il disponibilissimo Prof. Pier Luigi Aminti ed i tecnici del Laboratorio di Idraulica, Mauro Gioli e Muzio Mascherini (l'uomo delle sonde resistive) che sono stati preziosissimi nella messa a punto del canale e della strumentazione.

Un doveroso ringraziamento va ai colleghi Matteo, Guido, Ilaria, Alice, Marzia e Lidia con le quali ho trascorso gli ultimi giorni di attività.

Gli ultimi ringraziamenti doverosi vanno alle persone che mi hanno aiutato e sostenuto in questi anni e grazie ai quali ho potuto raggiungere questo importante traguardo: mio padre, mia madre e Leonardo ai quali dedico il presente lavoro.

Indice

Indice delle figure.....	iv
Indice delle tabelle.....	vi
Sommario	1
1 Introduzione.....	3
1.1 Stato dell'arte	5
1.2 Trasmissione del moto ondoso	11
1.3 Cenni sull'impatto ambientale delle barriere a cresta bassa.	17
2 Descrizione del Laboratorio e della strumentazione di misura.....	19
2.1 Dimensioni e caratteristiche del Canale del Laboratorio Costiero di Firenze.....	20
Sistema di ricircolo.....	23
La generazione delle onde	24
Pompa retropala.....	25
2.2 Strumenti di acquisizione dati	25
Sonde resistive.....	25
Punta idrometrica	30
Misuratore di portata	31
3 Esperimenti effettuati	32
3.1 Descrizione degli obiettivi.....	32
3.2 Moti ondosi utilizzati e disposizione della strumentazione in canale	33
3.3 Livello in canale	34
3.4 Barriere analizzate	35
4 Descrizione della procedura sperimentale.....	42
4.1 Prove senza barriera	42
4.2 Costruzione delle barriere	46
4.3 Prove con barriera	52
4.4 Gestione dei dati.....	54
5 Analisi dati	60
5.1 Analisi di primo livello.....	60
5.2 Analisi di secondo livello	65
5.3 Confronto con formule esistenti in letteratura.....	73
6 Conclusioni.....	81
Allegato I.....	83
Data base Lc (Laboratorio Costiero) 2007	83
Allegato II.....	102
Rilievi barriere (seconda sessione sperimentale)	102
Rilievi delle barriere analizzate (terza sessione sperimentale).....	114
Allegato III	126
Check list di laboratorio	126
Check list di calibrazione	127
Programma di analisi dati.....	129
Schema del canale	133
Bibliografia.....	135

Indice delle figure

Figura 1-1: Schema dell'interazione onde-struttura in corrispondenza di una struttura tracimabile....	5
Figura 1-2: Moduli impiegati ad Odessa. (Lamberti et al. 1981).....	6
Figura 1-3: Parametri utilizzati da Briganti et al. nel 2002 per la caratterizzazione delle opere censite in Italia.....	8
Figura 1-4: Classificazione delle opere presenti in Italia secondo la distribuzione dei rapporti D/L e R _c /B tra Adriatico e Tirreno.....	8
Figura 1-5: Tipi di barriere tracimabili in Europa (Lamberti et al. 2005).....	9
Figura 1-6: Istogrammi della distribuzione di barriere tracimabili per EU, USA e Giappone in relazione alla lunghezza, distanza dalla riva e sommergenza (Lamberti et al. 2005).	10
Figura 1-7: Istogrammi della distribuzione delle barriere tracimabili per EU, USA e Giappone in relazione alla larghezza di berma e alla profondità d'acqua al piede della barriera (Lamberti et al. 2005).....	11
Figura 2-1: Il canale del Laboratorio Costiero del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze.	20
Figura 2-2: Valvola a farfalla.	21
Figura 2-3: Schema del canale del Laboratorio Costiero.	22
Figura 2-4: Profilo medio misurato per la spiaggia assorbente.	22
Figura 2-5: Rappresentazione schematica del sistema di ricircolo bidirezionale.	23
Figura 2-6: Particolari del sistema di ricircolo: pompa di aspirazione e valvola di chiusura.	23
Figura 2-7: Prospetto frontale della parte meccanica del generatore di onde del Laboratorio Costiero di Firenze.	24
Figura 2-8: Pompa retropala.	25
Figura 2-9: Sonda resistiva e schema elettrico equivalente.	26
Figura 2-10: Esempio di segnale “parziale”.....	27
Figura 2-11: Grafici di calibrazione giornaliera (23-08-07).	29
Figura 2-13: Effetto della pompa retropala.	31
Figura 3-1: Schema del canale e della disposizione degli strumenti (seconda e terza sessione di esperimenti).....	34
Figura 3-2: Schema delle barriere analizzate nella seconda sessione di esperimenti.	36
Figura 3-3: Schema delle barriere analizzate nella terza sessione di esperimenti.....	36
Figura 3-4: Grafico di distribuzione cumulativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.	37
Figura 3-5: Grafico di distribuzione relativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.	37
Figura 3-6: Grafico di distribuzione cumulativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.	38
Figura 3-7: Grafico di distribuzione relativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.	39
Figura 3-8: Particolare dei materiali utilizzati per la costruzione del nucleo e della mantellata (seconda sessione di esperimenti).	39
Figura 3-9: Grafico di distribuzione cumulativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.....	40
Figura 3-10: Grafico di distribuzione relativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.....	41
Figura 3-11: Particolare del materiale utilizzato per la costruzione delle barriere analizzate nella terza sessione di esperimenti.	41

Figura 4-1: Disposizione delle sonde in canale per le prove senza barriera ($h=18.50$ cm).....	42
Figura 4-2: Spettri e segnale acquisito dalle sonde per il moto ondoso H100T15j10 per le prove in assenza barriera.	46
Figura 4-3: Posizione dei rilievi sulle barriere.	47
Figura 4-4: Tipologie di barriere analizzate nelle due sessioni sperimentali.	48
Figura 4-5: Operazione di rilievo barriera effettuato nella seconda sessione sperimentale.	48
Figura 4-6: Schema del canale nella seconda sessione di esperimenti.....	53
Figura 4-7: Esempio di interazione onda-struttura (terza sessione di esperimenti).	53
Figura 4-8: Gestione dei dati sperimentali.	55
Figura 4-9: Cartella ‘DatiCalibrati’.....	55
Figura 4-10: Cartella ‘Figure’.....	56
Figura 4-11: Disposizione dei dati nell’archivio.....	57
Figura 4-12: Archivio ‘DatiGrezzi’.....	58
Figura 4-13: Archivi ‘Data’ e ‘Video-Document’.....	58
Figura 4-14: Archivio ‘Experiment-Tables’.....	59
Figura 5-1: K_t vs B/H_{m0i} per le strutture analizzate nella seconda sessione sperimentale.	67
Figura 5-2: K_t vs B/H_{m0i} per le strutture analizzate nella terza sessione sperimentale.	69
Figura 5-3: K_t vs R_c/H_{m0i} per le strutture analizzate nella seconda sessione sperimentale.	71
Figura 5-4: K_t vs R_c/H_{m0i} per le strutture analizzate nella terza sessione sperimentale.....	73
Figura 5-5: Misura di K_t e valori predetti dalle formule.....	76
Figura 5-6: K_t vs valori predetti dalle formule ed errore quadratico medio.	79
Figura 5-7: Errore quadratico medio per classi di B/H_{m0i}	80
Figura 6-1: Profilo della barriera C13 dopo i test (target vs Profilo rilevato)......	103
Figura 6-2: Profilo della barriera C12 dopo i test (target vs Profilo rilevato)......	104
Figura 6-3: Profilo della barriera C11 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	105
Figura 6-4: Profilo della barriera C10 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	106
Figura 6-5: Profilo della barriera C09 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	107
Figura 6-6: Profilo della barriera C08 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	108
Figura 6-7: Profilo della barriera C07 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	109
Figura 6-8: Profilo della barriera C06 dopo i test (arget vs Profilo rilevato).....	110
Figura 6-9: Profilo della barriera C05 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	110
Figura 6-10: Profilo della barriera C04 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	111
Figura 6-11: Profilo della barriera C03 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	112
Figura 6-12: Profilo della barriera C02 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	113
Figura 6-13: Profilo della barriera C01 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	113
Figura 6-14: Profilo della barriera C13 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	115
Figura 6-15: Profilo della barriera C12 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	116
Figura 6-16: Profilo della barriera C11 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	117
Figura 6-17: Profilo della barriera C10 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	118
Figura 6-18: Profilo della barriera C09 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	119
Figura 6-19: Profilo della barriera C08 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	120
Figura 6-20: Profilo della barriera C07dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	121
Figura 6-21: Profilo della barriera C06 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	122
Figura 6-22: Profilo della barriera C05 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	123
Figura 6-23: Profilo della barriera C04 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	123
Figura 6-24: Profilo della barriera C03 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	124
Figura 6-25: Profilo della barriera C02 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	125
Figura 6-26: Profilo della barriera C01 dopo i test (target vs Profilo rilevato).....	125

Indice delle tabelle

Tabella 2-1: Rilievo dei 5 profili longitudinali e del profilo medio della spiaggia assorbente.	22
Tabella 2-2: Esempio di calibrazione giornaliera sonde mobili (23-08-07).	28
Tabella 3-1: Parametri dei moti ondosi utilizzati nelle due sessione di esperimenti (valori target).	33
Tabella 3-2: Disposizione degli strumenti d'acquisizione.	33
Tabella 3-3: Livello in canale in relazione al funzionamento della pompa retro pala (valori target).	35
Tabella 3-4: Parametri geometrici Target delle barriere analizzate (seconda e terza sessione sperimentale).	35
Tabella 3-5: Frequenza cumulativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.	37
Tabella 3-6: Frequenza relativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.	37
Tabella 3-7: Parametri caratteristici.	37
Tabella 3-8: Frequenza cumulativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.	38
Tabella 3-9: Frequenza relativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.	38
Tabella 3-10: Parametri caratteristici.	39
Tabella 3-11: Frequenza cumulativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.	40
Tabella 3-12: Frequenza relativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.	40
Tabella 4-1: Disposizione delle sonde in canale per le prove senza barriera.	43
Tabella 4-2: Parametri d'onda incidente e riflessa ($h=18.50$ cm alla barriera) ricavati da prove in assenza di barriera.	43
Tabella 4-3: H_{m0} , T_p e η_m per le prove effettuate in assenza di barriera.	44
Tabella 4-4: Freeboards caratteristici misurati al termine di ogni attacco ondoso (seconda sessione sperimentale).	49
Tabella 4-5: Freeboards caratteristici misurati al termine di ogni attacco ondoso (terza sessione sperimentale).	50
Tabella 5-1: Parametri caratteristici registrati durante la seconda sessione di esperimenti.	61
Tabella 5-2: Parametri caratteristici registrati durante la terza sessione di esperimenti.	63
Tabella 5-3: Valori di K_t acquisiti nella seconda sessione sperimentale.	65
Tabella 5-4: Valori di K_t acquisiti nella terza sessione sperimentale.	67
Tabella 5-5: Valori di K_t in funzione di R_c/H_{m0i} acquisiti nella seconda sessione sperimentale.	69
Tabella 5-6: Valori di K_t in funzione di R_c/H_{m0i} acquisiti nella terza sessione sperimentale.	71
Tabella 5-7: Calcolo R_{mse} sul numero di prove che rientrano nei limiti di applicazione.	77
Tabella 6-1: H_{m0} , T_p e η_m per le prove effettuate nella seconda sessione sperimentale.	83
Tabella 6-2: H_{m0} , T_p e η_m per le prove effettuate nella terza sessione sperimentale.	90
Tabella 6-3: H_i , H_r , K_r misurati nella seconda sessione sperimentale.	97
Tabella 6-4: H_i , H_r , K_r misurati nella terza sessione sperimentale.	99
Tabella 6-5: Rilievi effettuati sulla barriera C13.	102
Tabella 6-6: Rilievi effettuati sulla barriera C12.	103
Tabella 6-7: Rilievi effettuati sulla barriera C11.	104
Tabella 6-8: Rilievi effettuati sulla barriera C10.	105
Tabella 6-9: Rilievi effettuati sulla barriera C09.	106
Tabella 6-10: Rilievi effettuati sulla barriera C08.	107
Tabella 6-11: Rilievi effettuati sulla barriera C07.	108
Tabella 6-12: Rilievi effettuati sulla barriera C06.	109
Tabella 6-13: Rilievi effettuati sulla barriera C05.	110
Tabella 6-14: Rilievi effettuati sulla barriera C04.	111
Tabella 6-15: Rilievi effettuati sulla barriera C03.	112
Tabella 6-16: Rilievi effettuati sulla barriera C02.	112
Tabella 6-17: Rilievi effettuati sulla barriera C01.	113
Tabella 6-18: Rilievi effettuati sulla barriera C13.	114

Tabella 6-19: Rilievi effettuati sulla barriera C12.....	115
Tabella 6-20: Rilievi effettuati sulla barriera C11.....	116
Tabella 6-21: Rilievi effettuati sulla barriera C10.....	117
Tabella 6-22: Rilievi effettuati sulla barriera C09.....	118
Tabella 6-23: Rilievi effettuati sulla barriera C08.....	119
Tabella 6-24: Rilievi effettuati sulla barriera C07.....	120
Tabella 6-25: Rilievi effettuati sulla barriera C06.....	121
Tabella 6-26: Rilievi effettuati sulla barriera C05.....	122
Tabella 6-27: Rilievi effettuati sulla barriera C04.....	123
Tabella 5-35: Rilievi effettuati sulla barriera C03.....	124
Tabella 6-29: Rilievi effettuati sulla barriera C02.....	124
Tabella 6-30: Rilievi effettuati sulla barriera C01.....	125

Sommario

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è l'analisi, mediante un'indagine sperimentale, diretta ad indagare l'effetto di variazioni della larghezza di cresta sulla trasmissione di moto ondoso attraverso scogliere sommerse.

Gli esperimenti sono stati condotti nel canale del Laboratorio Costiero del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Firenze, e consistono in due sessioni di prove con progressivi decrementi della larghezza di cresta, per barriere sommerse, condotte con sette diversi attacchi ondosi irregolari su fondo fisso.

Le equazioni esistenti per prevedere il coefficiente di trasmissione attraverso scogliere a cresta bassa si basano su dati sperimentali che riguardano prevalentemente strutture a cresta stretta e quindi l'affidabilità del calcolo della trasmissione nel caso di opere a cresta larga necessita di ulteriori verifiche.

Nel primo capitolo d'introduzione, sono presentati i fenomeni oggetti di studio con una breve esposizione dello stato dell'arte ed alcune considerazioni sull'impatto ambientale di strutture artificiali in ambiente costiero.

Nel Capitolo 2 è descritto l'apparato sperimentale utilizzato.

Nel Capitolo 3 viene descritta la fase progettuale degli esperimenti, quindi i moti ondosi utilizzati e le barriere analizzate nelle due sessioni sperimentali.

Nel Capitolo 4 sono descritti gli esperimenti condotti in canale in assenza e in presenza delle strutture sottoposte ad attacchi ondosi di diversa intensità, ivi compresa l'organizzazione e gestione dei dati acquisiti.

Nel Capitolo 5 i dati acquisiti sono stati utilizzati per compiere un'analisi sulla trasmissione del moto ondoso; nel presente capitolo viene riportato il confronto tra le misure sperimentali ed il coefficiente di Trasmissione K_t calcolato secondo le formule di Van der Meer (1990), Van der Meer and Daemen (1994), D'Angremond et al. (1996), Calabrese et al. (2002) e Van der Meer et al. (2005), al variare della larghezza di cresta. Le formule sono state utilizzate all'interno del range di applicazione proposto dagli autori.

Sommario

Negli allegati I e II è organizzato l'intero data base dei segnali acquisiti ed elaborati nelle due fasi sperimentali ed i rilievi effettuati sulle 26 configurazioni al termine di ogni sessione giornaliera di prove.

Le conclusioni del presente lavoro sono esposte nel Capitolo 6.

1 Introduzione

Con il termine " barriere frangiflutti " viene generalmente indicato nell'ambito dell'Ingegneria Costiera un insieme di opere di difesa opportunamente create per la salvaguardia dei litorali differenti per forma, materiali utilizzati, dimensioni, e loro posizionamento.

L'ambiente costiero è infatti un sistema altamente dinamico, interessato da fenomeni erosivi dipendenti da diversi fattori quali i moti ondosi, le correnti, e le maree che combinati con un'attività antropica spesso incontrollata, generano fenomeni erosivi delle nostre spiagge determinandone il loro arretramento. La necessità di risolvere questo problema ha portato nella seconda metà del '900 all'utilizzo per il controllo dei fenomeni erosivi di scogliere emergenti: la maggior parte delle opere di protezione dall'erosione costiera nelle coste italiane sono realizzate con scogliere emerse e in alcuni casi l'estensione delle opere raggiunge un rapporto 2.5 ad 1 con la lunghezza del litorale protetto, spesso in conseguenza di successivi interventi di emergenza e in mancanza di un piano organico. In questo caso le opere garantiscono l'obiettivo di proteggere il litorale ma possono generare vari tipi di impatto quali ridurre la fruibilità della spiaggia, peggiorare la qualità dell'acqua, generare pericoli per la balneazione, ostacolare l'utilizzo anche di piccoli natanti per il salvataggio ed alterare il paesaggio.

Il fenomeno è affiancato negli ultimi 30 anni da una progressiva sostituzione di questa tipologia di opere con scogliere sommerse o poco affioranti dal mare, dunque tracimabili dall'evento ondosso, con un impatto ambientale minore dal punto di vista visivo, capaci di ridurre l'energia del moto ondosso incidente, in parte riflettendola verso il largo ed in parte dissipandola; in questo modo l'onda trasmessa dietro le strutture risulta indebolita diminuendo così il suo potere erosivo sulla spiaggia.

Le barriere frangiflutti nelle diverse tipologie attualmente utilizzate sono strutture di forma trapezoidale costituite da massi di forma e dimensioni variabili, diversamente posizionate in base alle diverse dinamiche marine presenti nei siti

d'interesse con le funzioni di spostare la zona di frangimento verso il largo, riducendo così l'energia dei treni d'onda diretti verso la costa (Calabrese et al. 2006), e di inibire il trasporto solido della sabbia verso il mare aperto stabilizzando quindi le sabbie nei litorali, salvaguardando tra l'altro eventuali rinascimenti presenti.

L'utilizzo di barriere emerse, se da un lato fornisce una protezione quasi totale della spiaggia comportandosi come un muro poco permeabile, dall'altro genera una forte riflessione dell'onda incidente su di esse causando, a volte, un profondo scavo al piede della barriera e mettendo in pericolo la stabilità della stessa; inoltre possono contribuire a far assumere alla zona protetta caratteristiche di zone semi-lagunari con i conseguenti problemi.

Le barriere a cresta bassa realizzabili tra l'altro con costi minori, nei limiti del possibile, non attenuano le onde minori che non hanno effetti distruttivi sulla spiaggia e contribuiscono alla pulizia del litorale mantenendo le dinamiche tipiche di un ambiente costiero ed evitando inoltre la formazione di sacche di calma, in cui talvolta si deposita anche ciò che non è desiderato.

La riqualificazione dei sistemi di protezione è pertanto un tema attuale e di crescente interesse, (Cappietti e Aminti, 2005) e dovrebbe essere raggiunta riducendo l'impatto ambientale con il vincolo di mantenere un livello di protezione adeguato. Da questo punto di vista la conversione da scogliere emerse nella variante sommersa è una tipologia d'intervento attuabile in aree protette e sebbene l'uso di tali strutture attiri un crescente interesse nella progettazione di interventi di protezione dettato dalla necessità di operare un'azione selettiva tra l'acqua e le sabbie, occorre evidenziare che la loro configurazione, in alcuni casi, può causare problemi di erosione degli arenili in quanto induce la modifica della circolazione idrodinamica nella zona compresa tra le strutture e la linea di riva (Cappietti et al. 2004b, Balzano et al. 2006) (Figura 1-1).

La necessità di attenuare tali effetti indesiderati ha fatto sì che l'indagine sperimentale su barriere frangiflutti trascinabili diventasse tema portante dell'Ingegneria Costiera, infatti, nonostante il largo uso che viene fatto di queste opere, non ne è ancora conosciuto completamente il comportamento idraulico in

quanto sono quasi assenti misure di campo e ci si affida a formule sperimentali ed analisi condotte su modelli di laboratorio.

Se da un punto di vista prettamente ambientale la riconversione di scogliere emerse in scogliere sommerse risulta un intervento auspicabile, uno degli aspetti negativi è l'incremento della trasmissione del moto ondoso, inconveniente che potrebbe essere risolto a patto di incrementare la larghezza di berma e raggiungendo in questo modo livelli di trasmissione e protezione tipici di barriera emerse. A fini progettuali sarebbe quindi molto importante poter calcolare, la larghezza di berma e la sommergenza ottimale della barriera per un fissato livello di trasmissione desiderato, sia per la conversione delle attuali opere emerse esistenti che per eventuali nuove realizzazioni.

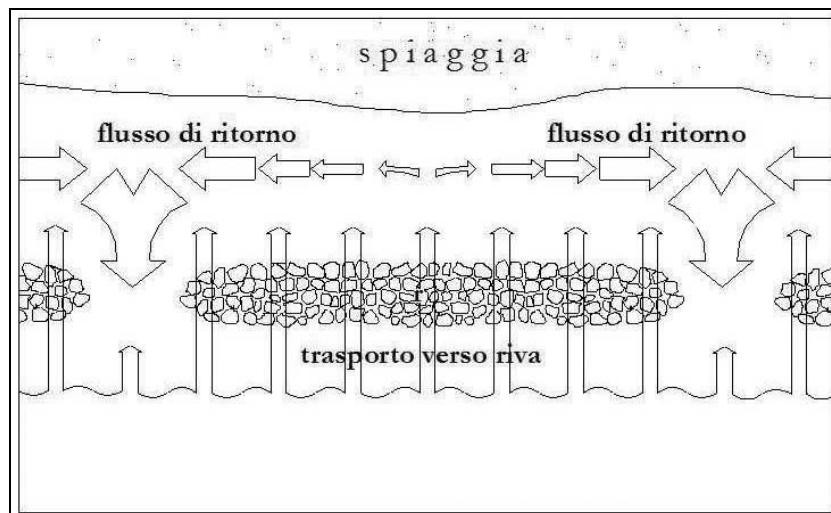


Figura 1-1: Schema dell'interazione onde-struttura in corrispondenza di una struttura tracimabile.

1.1 Stato dell'arte

I litorali italiani sono da tempo soggetti a fenomeni di erosione a larga scala: i primi documenti storici che parlano di erosione costiera in Italia risalgono al XV secolo, in seguito alla costruzione di canali di accesso ai porti come quelli adriatici di Cesenatico, Rimini, Pesaro, Fano, Senigallia, Pescara: il prolungamento dei moli stessi eseguito allo scopo di evitare il deposito dei limi all'imbocco, ha favorito lo sviluppo di una corrente erosiva. La cui causa prevalente dei fenomeni erosivi è da ricercarsi nelle attività antropiche legate all'agricoltura che impediscono il naturale ripascimento delle spiagge bloccando o riducendo gli apporti solidi, sia a monte nell'entroterra (sbarramenti lungo il corso

dei fiumi, stabilizzazione di bacini montani, prelievo di inerti dagli alvei), sia lungo le coste stesse (opere portuali od opere di regolazione di bocche fluviali o lagunari aggettanti dalla linea di riva).

L'uso sistematico, conscio e documentato di barriere sommerse a difesa delle spiagge è relativamente recente: nel 1950 la costa di Niigata, in Giappone, subì un intervento esteso per molti chilometri con opere sommerse, costruite in cemento armato, per ovviare ai problemi generati al litorale dalla sistemazione della foce del fiume Shinano con due moli (1920). La difesa originale affondata alquanto, è stata poi ricoperta di tetrapodi generando una struttura affiorante permeabile. Largo impiego è stato fatto delle barriere sommerse in Russia lungo le coste del Mar Nero, nella zona di Odessa, in Crimea, nel Caucaso e nel Mar Caspio. Nella zona di Odessa questi blocchi, alti 3 m, larghi 2, lunghi (trasversalmente alla costa) 5 m, sono sistemati su un fondo di pietre alla profondità di 3-4 m e a 100-150 m dalla riva (Fig. 1-2), con un esito che dopo un monitoraggio durato 10 anni ha evidenziato un arresto della erosione regressiva della costa e un allargamento della spiaggia. La sistemazione è stata giudicata molto soddisfacente.

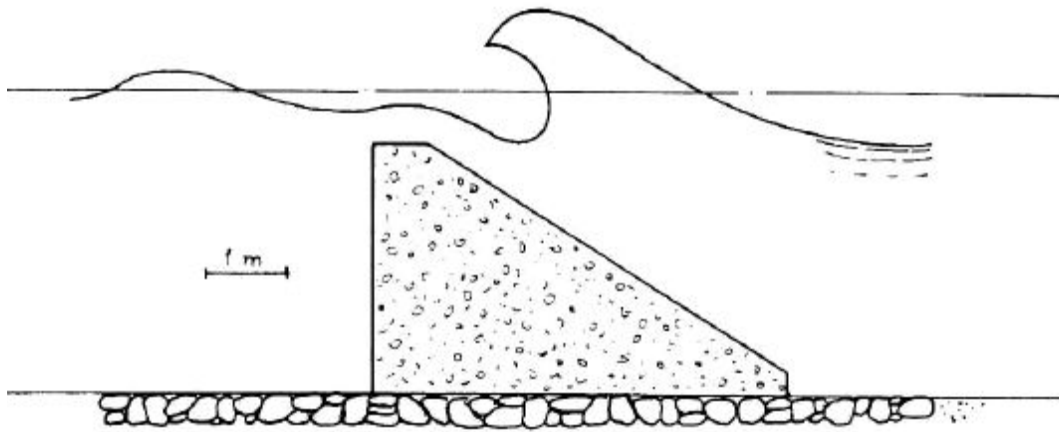


Figura 1-2: Moduli impiegati ad Odessa. (Lamberti et al. 1981).

Un esempio di realizzazione, tecnologicamente molto diversa, è rappresentato dalla grossa barra di sabbia costruita a partire dal 1966 a difesa della spiaggia di Durban (Sud Africa) con sabbia di risulta dal dragaggio del canale di accesso al porto e dalla escavazione di nuove darsene. La barra, lunga 4,5 km, posta alla distanza di 2 km dalla costa, è costruita su fondali di 7-16 m e ha quota

in sommità di 7 m sotto il livello di bassa marea con i suoi 8 milioni di m³ in volume. Nel 1970 l'opera era ad un terzo della sua completa realizzazione e, nonostante una severa mareggiata, la parte della spiaggia a ridosso della barra non ha subito erosioni.

Esperienze di altre realizzazioni messe in atto lungo la costa tedesca del Mar Baltico hanno dimostrato che:

- la posizione in pianta più indicata è poco al largo della barra su cui si formano i frangenti;
- un'eccessiva altezza dell'opera comporta in genere un'erosione del fondo sul lato mare per le violente correnti che per fenomeni di riflessione ritornano verso il largo aderenti al paramento;

Negli Stati Uniti, inoltre, esistono alcune barriere sommerse sulla costa della California e sulla costa orientale (Delaware) ed è in corso un approfondito studio di laboratorio da parte del U.S. Army Corps of Engineers.

In Italia si possono individuare tre schemi tipici d'intervento:

- serie di barriere distaccate sommerse interrotte da varchi, con planimetria analoga a quella utilizzata per barriere emerse: esistono infatti opere progettate per essere emerse e riconvertite in seguito;
- accoppiamento di strutture sommerse e pennelli trasversali in modo da formare celle (gli interventi di questo tipo si accompagnano a ripascimenti, sostenuti proprio dalla barriera sommersa);
- barriere sommerse continue per tratti di litorale molto estesi poste a protezione di interventi di ripascimento (non presenti nel resto d'Europa).

Nel 1996 in Italia, almeno 50 erano i sistemi di barriere sommerse presenti costruiti a partire dall'anno 1980, ed inoltre l'utilizzo di questo tipo di strutture va progressivamente sostituendo quelle emerse tradizionali.

Briganti et al. nel 2002 hanno caratterizzato i vari interventi presenti in Italia utilizzando dei parametri adimensionali (Fig. 1-3): il rapporto D/L (con L lunghezza della struttura e D distanza di questa dalla linea di riva di progetto), il rapporto R_c/B (R_c rappresenta la sommersenza e B l'ampiezza della cresta della barriera), i rapporti L/a e L/D (con a ampiezza dei varchi tra un elemento e il successivo).

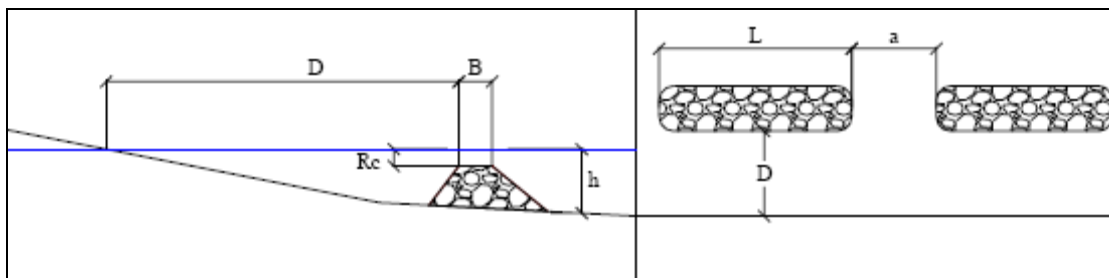


Figura 1-3: Parametri utilizzati da Briganti et al. nel 2002 per la caratterizzazione delle opere censite in Italia.

In fig. 1-4 sono riportati i risultati dello studio suddividendo le opere monitorate nel Tirreno e nell'Adriatico dai quali si evince come i valori del parametro D/L riscontrati in Adriatico e nel Tirreno siano significativamente diversi; nel mar Tirreno sono più frequenti barriere sommerse continue con ripascimenti a tergo, mentre nell'Adriatico sono più comuni interventi con barriere intervallate da varchi o accompagnate da pennelli trasversali. Riguardo al parametro R/B nell'Adriatico i valori sono alquanto dispersi, mentre nel Tirreno c'è una maggiore omogeneità.

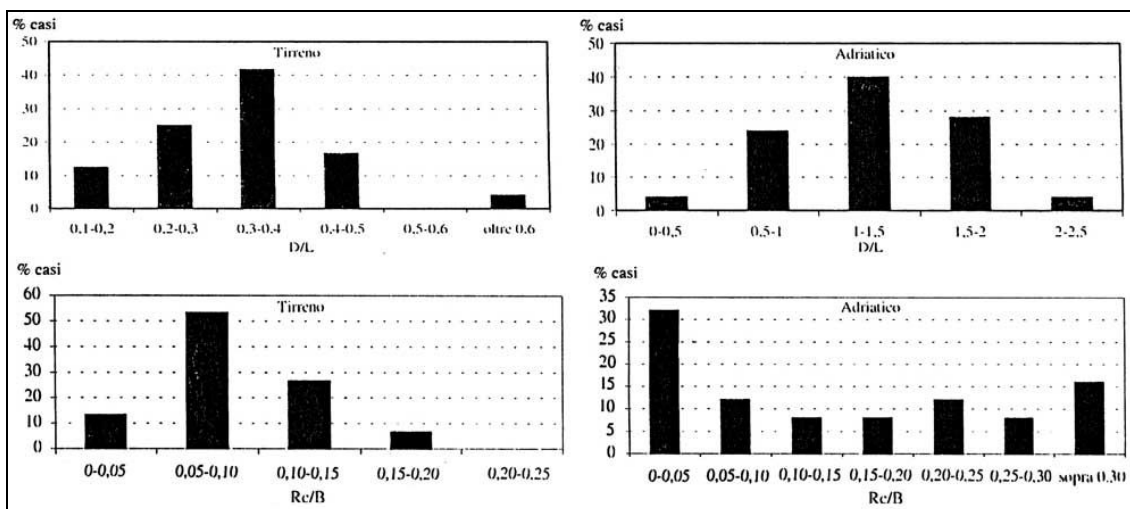


Figura 1-4: Classificazione delle opere presenti in Italia secondo la distribuzione dei rapporti D/L e R_c/B tra Adriatico e Tirreno.

Nell'esperienza italiana è tipica una certa regionalizzazione delle tipologie di intervento; si ha spesso la ripetizione di schemi costruttivi per tratti di costa più o meno estesi. Si nota inoltre una certa indipendenza della sommergenza (R) rispetto alla profondità al piede (h) ed alla larghezza di berma (B). L'omogeneità di questi valori di sommergenza è stata giustificata dal fatto che nella progettazione delle opere, specialmente le più datate, si utilizzano relazioni che

stimano il coefficiente di trasmissione esclusivamente come funzione della sommergenza.

I rapporti L/D ed L/a , per barriere interrotte da varchi, influenzano il trasporto trasversale dei sedimenti: il range usato per favorire la formazione di depositi in Italia è: $L/D > 0.5$ ed $L/a = 1:5 \div 2$.

Un recente studio di Lamberti et al. (2005) ha preso in esame 1200 opere tracimabili poste a difesa delle coste degli Stati dell'EU, classificandole in base sia alle caratteristiche geometriche della struttura sia alla disposizione nella surf-zone (fig. 1-5).

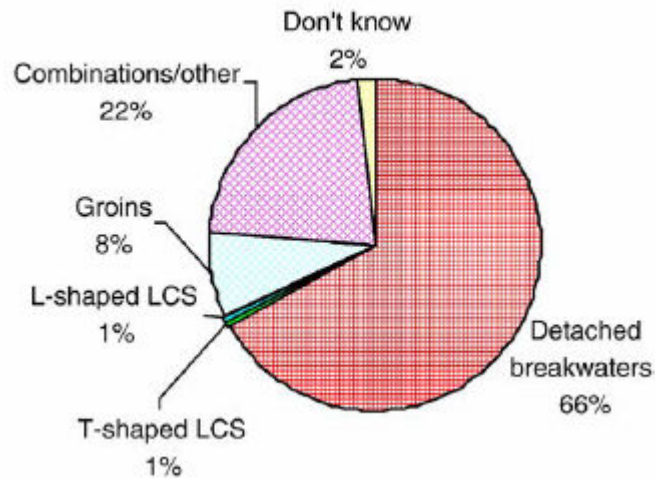


Figura 1-5: Tipi di barriere tracimabili in Europa (Lamberti et al. 2005).

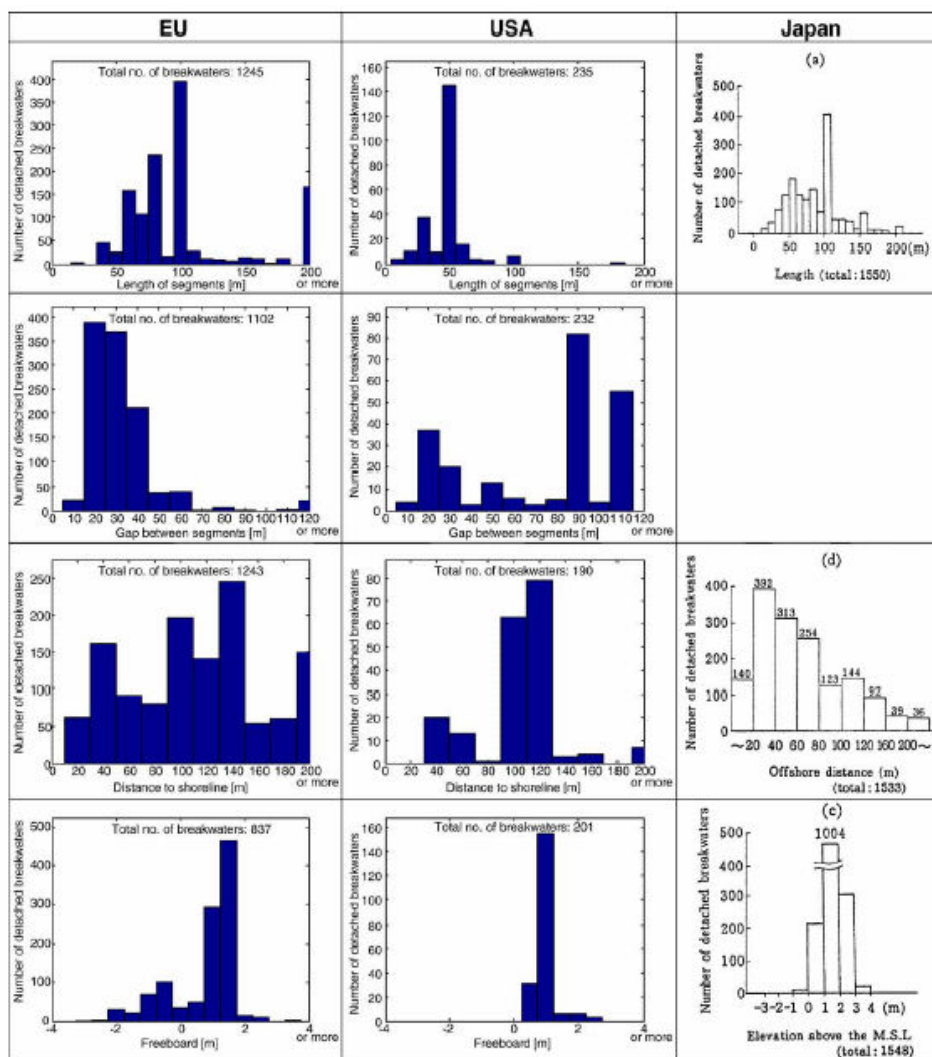


Figura 1-6: Istogrammi della distribuzione di barriere trascinabili per EU, USA e Giappone in relazione alla lunghezza, distanza dalla riva e sommergenza (Lamberti et al. 2005).

Gli stessi autori hanno poi confrontato i risultati con analoghi studi eseguiti negli Stati Uniti e in Giappone. Dai grafici riportati in fig. 1-6 e 1-7 è possibile vedere come negli USA non vi siano strutture lunghe più di 100 metri e come un buon numero di opere sia intervallato da varchi di 50 o più metri. Barriere sommerse sono più frequenti in Europa, dove si hanno lunghezze medie di 80 m. In generale strutture sommerse hanno cresta larga mentre quelle emerse presentano larghezze di berma piccole.

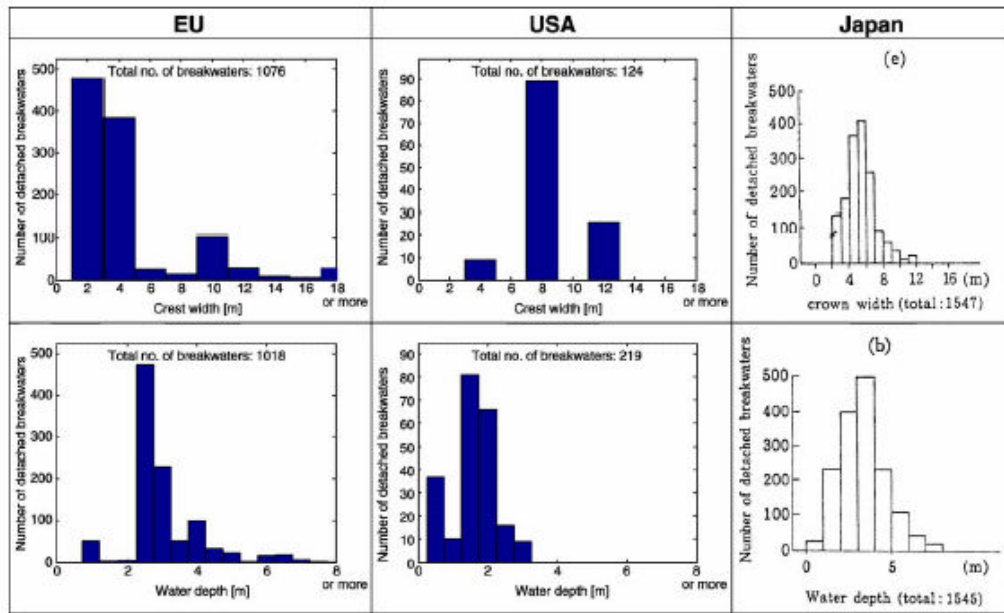


Figura 1-7: Istogrammi della distribuzione delle barriere tracimabili per EU, USA e Giappone in relazione alla larghezza di berma e alla profondità d'acqua al piede della barriera (Lamberti et al. 2005).

1.2 Trasmissione del moto ondoso

Quando un'onda frange su una barriera, dissipa parte della sua energia e la quantità di moto in trasferimento al di là dell'ostacolo ha una forza nettamente inferiore all'onda incidente (Calabrese et al. 2006). Il coefficiente di trasmissione K_t è definito come il rapporto tra l'altezza d'onda trasmessa e l'altezza d'onda incidente:

$$K_t = \frac{H_t}{H_i}$$

Tale rapporto può variare tra 0 e 1, dove al valore zero corrisponde una barriera alta ed impermeabile e al valore 1 la condizione di barriera assente; sostanzialmente K_t rappresenta la quantità d'energia ondosa incidente trasferita al di sopra e attraverso le barriere frangiflutti.

Il principale parametro che controlla questo fenomeno è la sommersenza della cresta della struttura. Un ruolo non meno importante ha la larghezza della berma in rapporto alla lunghezza dell'onda, quando la sommersenza è relativamente piccola rispetto all'altezza d'onda incidente. Le dissipazioni importanti sono dovute al frangimento sulla cresta del paramento; la larghezza di questa cresta influenza l'evolversi del frangente e l'entità dell'energia dissipata.

Minore influenza hanno, sulla trasmissione, la pendenza dei paramenti e la geometria del bacino a tergo (distanza da riva, pendenza di questo tratto); la permeabilità, infine, gioca un ruolo interessante anche se in realtà non è facile né economico realizzare strutture che assicurino gli elevati gradi e le forme di permeabilità provati con successo in laboratorio. Al diminuire della sommergenza l'energia trasmessa si riduce, mentre quella riflessa aumenta; l'energia dissipata presenta invece un massimo per una sommergenza pari a poco meno della metà dell'altezza d'onda incidente. L'energia trasmessa cresce con la lunghezza d'onda (periodo) incidente, e decresce, invece, al deviare della direzione d'attacco dall'ortogonale.

Da quando vari parametri dell'onda trasmessa si sono studiati in differenti zone, seguendo la propagazione dell'onda verso terra, si sono ricavate nuove e dettagliate informazioni negli esperimenti su modello. In particolare, numerose sonde di livello, appropriatamente separate, possono essere usate per misurare i parametri dell'onda trasmessa, ed anche le caratteristiche di riflessione della spiaggia e la distanza tra la linea di riva e la barriera può essere riprodotta il più realmente possibile. Nell'analizzare i dati in una zona particolare, i differenti processi che si hanno in ciascuna zona possono, se possibile, essere separati. In particolare, le condizioni del frangimento possono essere distinte adeguatamente. Si definisce il parametro adimensionale di Iribarren I_r come:

$$\xi = \frac{tg\alpha}{\sqrt{Hm0i/L}}$$

A seconda del valore di ζ si verificano i seguenti tipi di frangimento:

- $\zeta > 3$: surging / collapsing
- $0.5 < \zeta < 3$: plunging
- $\zeta < 0.5$: spilling

con α pendenza della superficie di incidenza, $Hm0i$ altezza d'onda incidente ed L_0 lunghezza d'onda in acque alte.

L'uso del parametro $(B/R_c) \cdot I_r$ (con B larghezza della berma, R_c sommergenza della barriera) nei confronti degli altri parametri adimensionali (trasmissione, riflessione, coefficiente delle perdite, rapporto tra periodo dell'onda trasmessa e incidente, set-up dell'onda) sembra aumentare l'accuratezza dei

Introduzione

risultati, specialmente se le condizioni di frangimento (dovuto alla barriera, davanti alla barriera, nessun frangimento) sono separate.

Nel corso degli anni si è cercato di trovare una formula adatta a definire il coefficiente di trasmissione e Van der Meer nel 1990, analizzando i dati fino ad allora raccolti sulla trasmissione del moto ondoso derivò la seguente formula:

$$K_t = 0.46 - 0.3 \times \left(\frac{R_c}{H_{m0i}} \right)$$

con R_c sommergenza e H_{m0i} altezza d'onda incidente significativa, con K_t compreso tra 0.8 e 0.1.

Van der Meer e Daemen successivamente nel 1994 introducono una relazione che considera anche altri parametri quali la larghezza di berma e la ripidità fittizia dell'onda incidente rendendoli dimensionali con il diametro caratteristico :

$$K_t = a \cdot \left(\frac{R_c}{D_{50}} \right) + b$$

Dove a è un coefficiente dipendente dall'altezza d'onda relativa H_{m0i}/D_{50} :

$$a = 0.031 \cdot \left(\frac{H_{m0i}}{D_{50}} \right) - 0.24$$

e dove b è il coefficiente di trasmissione per strutture non emerse ($R_c=0$) dipendente d'altezza d'onda relativa H_{m0i}/D_{50} , dalla larghezza della berma e dal periodo di picco dell'onda incidente:

$$b = 5.42 \cdot S_{op} + 0.0323 \cdot \frac{H_{m0i}}{D_{50}} - 0.0017 \cdot \left(\frac{B}{D_{50}} \right)^{1.84} + 0.51$$

dove S_{op} è la ripidità di picco:

$$S_{op} = \frac{2 \cdot \pi \cdot H_{m0i}}{g \cdot T_{pi}^2}$$

con $0.075 \leq K_t \leq 0.75$, $1 < H_{m0i}/D_{n50} < 6$, $0.01 < s_{op} < 0.05$, con S_{op} ripidità dell'onda. La formula di *Daemen* si adatta abbastanza bene ai dati sperimentali, ma non è adatta per strutture che abbiano permeabilità nulla.

D'Angremond et al. (1996) apportano ulteriori modifiche alla relazione eliminando dall'analisi dati i test in cui fossero presenti onde molto ripide e strutture molto sommerse:

$$K_t = -0.4 \cdot \left(\frac{R_c}{H_{si}} \right) + \left(\frac{B}{H_{si}} \right)^{-0.31} \cdot (1 - e^{-0.5 \cdot \xi}) \cdot c$$

La formula è applicabile quindi a strutture sommerse o debolmente emerse ed è stata calibrata su un data base in cui B/H_{m0i} è compreso tra 0.37 e 43.48;

Dove $\xi = \tan \alpha / (2\pi H_{si} / g T_{pi}^2)^{0.5}$ è il parametro di Iribarren, e c è un coefficiente pari a 0.8 per barriere impermeabili e a 0.64 per barriere permeabili. L'equazione è proposta per il caso di onde non frangenti sui fondali antistanti alla barriera, inoltre dato il limitato numero di prove su barriere a cresta molto larga sono necessarie ulteriori verifiche sperimentali in tale range.

Nel 1998 un'ampia sperimentazione ha consentito di proporre una nuova formula di *Seabrook ed Hall*. L'indagine comprendeva 800 test bidimensionali condotti su 13 diverse geometrie di barriere sommerse ed affioranti con 5 diversi livelli idrici di quiete; la relazione ottenuta è la seguente:

$$K_t = \left[e^{\left(-0.65 \left| \frac{R_c}{H_{si}} \right| - 1.09 \left(\frac{H_{si}}{B} \right) \right)} + 0.047 \cdot \left| \frac{B \cdot R_c}{L \cdot D_{50}} \right| - 0.067 \cdot \left| \frac{R_c \cdot H_{si}}{B \cdot D_{50}} \right| \right]$$

Dove:

- $\frac{R_c}{H_{si}}$ equivale alla quota di cresta relativa della formula di Van der Meer (1990).
- $\frac{B}{H_{si}}$ Corrisponde alla larghezza relativa di cresta della formula di Angremond et al. (1996).
- $\frac{R_c \cdot H_{si}}{B \cdot D_{50}}$ è un rapporto che rappresenta la quantità di energia dissipata per attrito.
- $\frac{B \cdot R_c}{L \cdot D_{50}}$ rappresenta le perdite di carico associate al flusso idrico all'interno della barriera.

Introduzione

La formula è calibrata su un data base in cui B/H_{m0i} è compreso tra 1.38 e 74.47 e i valori sono uniformemente distribuiti su tutto l'intervallo. Le sue previsioni sono peggiori di quelle di *D'Angremond et al. (1996)* per le strutture a cresta stretta con $B/H_{m0i} < 6$.

Nel 2003 *Calabrese, Vicinanza e Buccino* al fine di trovare una conferma alle formule viste sopra conducono degli esperimenti quasi a scala reale presso il GrosserKanal di Hannover per minimizzare gli errori dovuti al fattore di scala del modello con frangimento; l'espressione è basata su esperimenti condotti su due scogliere delle quali una ha la larghezza di cresta 4 volte dell'altra e sono stati variati i livelli d'acqua tra 5 valori in modo da avere la cresta lievemente sommersa od emersa. Le strutture sono state sottoposte a 5 differenti attacchi ondososi irregolari prevalentemente caratterizzati da frangimento prima della struttura.

$$K_t = a \cdot \left(\frac{R_c}{B} \right) + b$$

Dove

$$a = \left(0.06957 \cdot \frac{H_{m0i}}{h} - 0.7021 \right) \cdot e^{0.2568 \cdot \frac{B}{H_{m0i}}}$$

$$b = \left(1 - 0.562 \cdot e^{-0.0507 \cdot \xi} \right) \cdot e^{-0.0845 \cdot \frac{b}{H_{m0i}}}$$

Ed i limiti d'applicazione sono:

$$-0.4 \leq (R_c/B) \leq 0.3$$

$$1.06 \leq (B/H_{m0i}) \leq 13$$

$$0.31 \leq (H_{m0i}/h) \leq 0.61$$

$$3 \leq \xi \leq 5.2$$

Sui dati ottenuti è stata poi provata l'affidabilità delle formule finora trattate, mostrando che l'utilizzo dell'equazione di *D'Angremond* anche nel caso di onde frangenti fornisce dei coefficienti di trasmissione in buon accordo con le misure sperimentali.

Van derMeer et al. (2005), evidenziano che *D'Angremond* fornisce una stima sufficientemente accurata per $B/H_{m0i} < 10$ mentre tende a sovrastimare sistematicamente la trasmissione al crescere del parametro, segno che la relazione

funzionale tra i parametri caratteristici del fenomeno non è corretta. Per porre rimedio, volendo ancora mantenere la stessa relazione, propongono di dividere in due il campo di applicazione (per $B/H_{m0i} < 10$ e per $B/H_{m0i} \geq 10$), utilizzando per la prima zona la relazione di *D'Angremond et al.* (1996) e per la seconda una ricalibrazione della stessa (di seguito riportata). Si osserva che per tale campo, il database raccolto dagli autori contiene sia barriere emerse che sommerse (*Van der Meer et al.* 2005), quindi l'equazione sotto indicata è applicabile per entrambi i casi; questo approccio porta ad avere una discontinuità nella previsione di K_t quando $B/H_{m0i} = 10$ che gli autori propongono di risolvere inserendo un terzo campo di applicazione della formula per $8 \leq B/H_{m0i} \leq 12$ in cui interpolare i valori.

$$K_t = -0.35 \frac{R_c}{H_{m0i}} + 0.51 \left(\frac{B}{H_{m0i}} \right)^{0.65} (1 - e^{-0.41 \xi_{0,p}})$$

I risultati ottenuti mostrano che per strutture con minore larghezza di cresta le equazioni viste sopra sono fondamentalmente appropriate ed è Van der Meer a fornire la minore discrepanza con i dati sperimentali. D'altra parte per barriere con larghezza di creste maggiori (dal momento che la formula non la tiene in considerazione) Van der Meer sovrastima fortemente i valori.

Per scegliere sommerse una formula specifica è quella di *Seabrook ed Hall* (1998) che invece è stata sviluppata su un data base che comprende scegliere la cui larghezza di cresta è stata fatta variare uniformemente in un ampio intervallo. *D'Angremond* sembra fornire i risultati più soddisfacenti anche nelle condizioni di frangimento.

Vista la tendenza attuale di utilizzare sempre più spesso le barriere sommerse e quindi l'esigenza di realizzare strutture con berma molto larga, le formule esistenti non sono particolarmente indicate ai fini progettuali perché basate prevalentemente su modelli sperimentali di strutture a berma stretta. Sono necessarie ulteriori verifiche su dati sperimentali di strutture a berma larga, sia per verificare se l'applicazione delle formule esistenti sia ancora possibile che per sviluppare nuove espressioni.

1.3 Cenni sull'impatto ambientale delle barriere a cresta bassa.

L'uso sempre più frequente di opere di difesa lungo le coste ha aperto la strada alle considerazioni sulle possibili implicazioni di tipo ambientale legato alla messa in uso di queste tipologie di substrati. L'ambiente marino e costiero costituisce infatti, un sistema articolato e complesso, in equilibrio con l'ambiente terrestre, nel quale convivono, attraverso dinamiche diversificate ma fortemente interagenti, ecosistemi tipicamente marini ed ecosistemi di transizione, ed in questo la struttura di un habitat è in grado di influenzare fortemente le modalità distributive di specie e popolamenti sin dalle prime fasi di colonizzazione. I substrati artificiali sono stati ripetutamente utilizzati come strumento utile in disegni sperimentali complessi, ma, il ruolo interattivo di alcune caratteristiche del substrato quali composizione mineralogica e complessità topografica misurato ad una gerarchia di scale spaziali è pressoché sconosciuto, soprattutto nell'habitat subtidale. La conoscenza di tale argomento è di primaria importanza nella programmazione e progettazione di opere costiere dovendo, tutte le opere, essere sottoposte a studio e valutazione di impatto ambientale. La struttura dei popolamenti bentonici può essere influenzata, nelle prime fasi d'insediamento e colonizzazione degli individui, da processi che agiscono a differenti scale spazio-temporali (Downes & Keough, 1998, Glasby, 1998, Airoidi et al., 2005).

I processi oceanografici e la conformazione della costa sono riconosciuti come fattori che agiscono ad ampia scala (Archambault & Bourget, 1996, Bertness et al., 1996) mentre la struttura dell'habitat (Bourget et al., 1994, Beck, 1998), le interazioni biotiche e il comportamento larvale si ritiene agiscano a piccola scala spaziale. Nel caso d'introduzione di nuovi substrati in aree costiere è noto che spesso i popolamenti che si insediano sulle strutture artificiali presentano differenze sostanziali con i popolamenti naturali della stessa località (Airoidi et al., 2005), fattore che rende necessaria una conoscenza scrupolosa del contesto ambientale nel quale l'opera costiera è collocata, passo fondamentale per una gestione integrata di queste strutture, legata non solo alle caratteristiche generali, ma agli effetti specifici del sito di collocamento. Su scala locale (1-1000 m) il tipo e la portata potenziale dei cambiamenti indotti dalla costruzione di strutture a cresta bassa dipendono dall'ambiente specifico nel quale si collocano le opere: la

presenza di substrati duri offerti dalle barriere, nonché lo sviluppo verticale delle stesse, permettono lo sfruttamento dei vari habitat secondo gradienti fotici e termici e l'innescamento di reti trofiche che, partendo dagli organismi sessili arrivano ai pesci o ai macroinvertebrati. Inoltre, su fondali mobili ed incoerenti hanno la funzione di attrarre flora e fauna di fondi rocciosi, inducendo l'aumento della diversità specifica: il substrato duro offerto dai moduli delle barriere permette l'insediamento d'invertebrati che possono rappresentare un'importante risorsa di cibo per varie specie di pesci. Secondo alcuni autori s'instaura un legame trofico tra la barriera e il benthos dei fondali adiacenti: in altre parole ci sono effetti indiretti d'interazione potenzialmente importanti tra i predatori associati alla struttura artificiale e le prede del fondale mobile.

Esperienze condotte nel Mar Adriatico hanno evidenziato che le barriere affondate su substrati sabbiosi in prossimità della costa permettono l'insediamento di epifauna ed epiflora. Il buon sviluppo del macrofitobenthos è molto rilevante per le relazioni trofiche che si possono instaurare durante la loro colonizzazione con le componenti edafiche ed animali. La colonizzazione è influenzata da vari fattori, tra cui: l'orientazione del sito, in cui si sviluppa la struttura, che determina l'esposizione alle correnti prevalenti, la profondità a cui è legata la stratificazione dell'acqua e il realizzarsi di condizioni distrofiche vicino al fondale. Importante è anche l'impatto che le strutture artificiali hanno sulle comunità bentoniche dei fondali mobili circostanti come diretta conseguenza della loro messa in atto, poiché comportano variazioni della velocità e della direzione delle correnti, del tasso di sedimentazione, della distribuzione tessiturale e nel contenuto della materia organica inducendo una variazione della composizione delle specie vegetali ed animali ivi presenti. Un problema che su scala locale spesso è fonte d'allarme per gli enti turistici è legato alle condizioni di calma indotte dalla presenza di barriere causa talvolta di fenomeni di stagnazione dell'acqua e di degradazione delle qualità della stessa.

I cambiamenti che tali opere inducono quindi sull'ambiente (sia essi positivi che negativi) riscontrabili sia nello spazio sia nel tempo, nel breve e nel lungo termine sono aspetti quindi che devono essere necessariamente considerati per la realizzazione di un progetto sostenibile.

2 Descrizione del Laboratorio e della strumentazione di misura

Le prove sono state effettuate presso il Laboratorio Costiero(LC) del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Firenze in tre sessioni:

- I sessione: Maggio-Giugno 2007 sono stati eseguiti esperimenti su 2 tipologie di barriere impermeabili con 2 differenti larghezza di cresta composte da un nucleo interno e una mantellata esterna. Questa fase iniziale, inserita nell'ambito di un progetto di ricerca condotto dal Prof. Ing. Lorenzo Cappietti in collaborazione con il gruppo dell'Universitat Politecnica de Catalunya di Barcellona (Prof. A. S. Arcilla), ha avuto l'obiettivo di contribuire alla creazione di un modello idraulico a piccola scala per la conduzione di esperimenti che sono stati poi oggetto di confronto con analoghe misure eseguite su grande scala e svolte in Spagna. Questa fase sperimentale oggetto di presentazione nella precedente sessione di laurea non sarà descritta nel proseguo.
- II sessione: nel Settembre 2007 sono stati eseguiti esperimenti su barriere trascinabili con forma trapezoidale composte da un nucleo interno con diametro caratteristico D_{50} pari a 1.94 mm, e da una mantellata esterna con diametro caratteristico D_{50} pari a 1.02 cm.
- III sessione: Ottobre-Novembre 2007 sono stati eseguiti esperimenti su barriere uguali alle precedenti per dimensioni e forme, ma costruite con materiale omogeneo avente diametro caratteristico D_{50} pari a 3 cm.

2.1 Dimensioni e caratteristiche del Canale del Laboratorio Costiero di Firenze

Il canale utilizzato è lungo 47 m, largo 0.8 m, alto 0.8 m e sollevato da terra di 0.5 m; è suddiviso in 37 settori (1.2 x 0.8 x 0.8 m) di vetro e acciaio, più due settori iniziali di cemento (Figura 2-1); il fondo è costituito da pannelli di cemento precompresso.

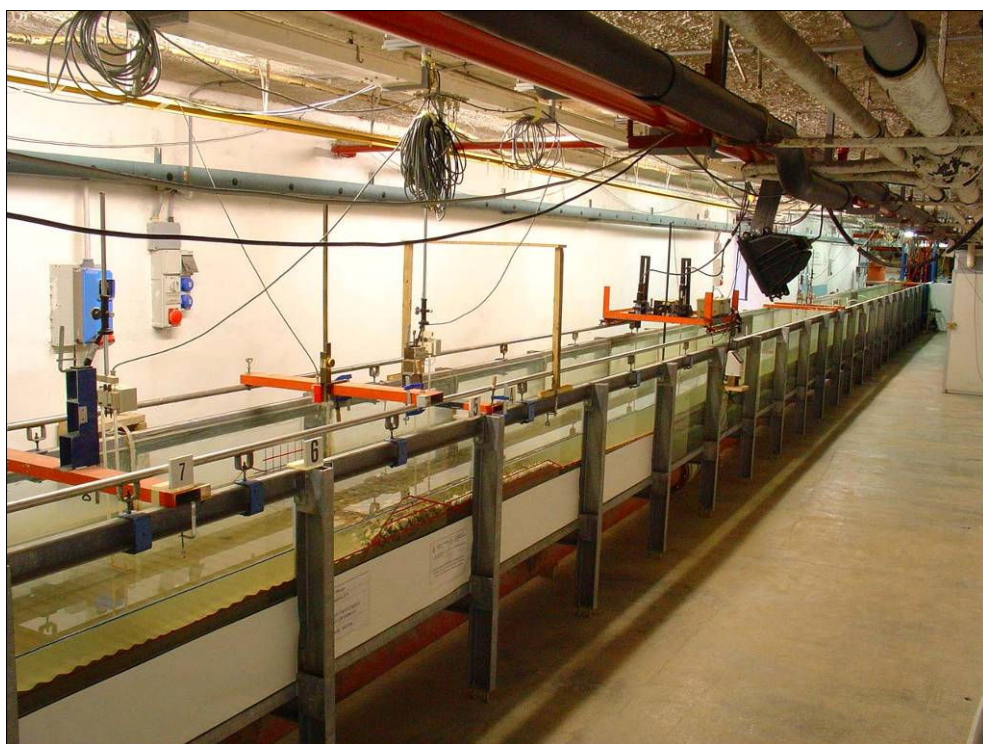


Figura 2-1: Il canale del Laboratorio Costiero del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze.

Ad un'estremità del canale del Laboratorio Costiero di Firenze (LC) è collocato il generatore d'onde costituito da una struttura metallica che sorregge ed assiste al movimento di un battente di area pari alla sezione interna del canale. All'altra estremità è sistemato un diffusore che compie una curva a 180° e raccoglie l'acqua dall'ultimo settore, inviandola ad una tubazione al di sotto del canale che riporta l'acqua in testa ad esso.

Il canale è dotato di un sistema di generazione d'onde in grado di simulare stati di mare reali con caratteristiche spettrali assegnate e di un sistema di ricircolo bidirezionale, con una portata massima di 25 l/sec (Cappietti 2003). Una valvola a

farfalla (Fig. 2-2) ed una pompa assiale consentono le operazioni di riempimento e svuotamento senza alcun spreco di acqua grazie alla presenza di un serbatoio sotterraneo posto nel piazzale adiacente al laboratorio collegato al canale tramite una tubazione in acciaio.

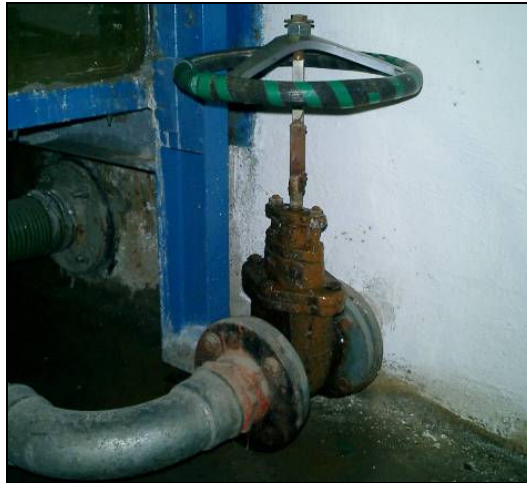


Figura 2-2: Valvola a farfalla.

Per gli esperimenti in esame è stata costruita, una rampa con pendenza 1:40 lunga 1.20 m distante 18.15 m dal battente seguita da una seconda (a 19.32 m dalla pala) con inclinazione 1/100 e lunghezza 2.40 m alla quale si congiunge un terzo segmento inclinato (a 21.76 m dalla pala) con inclinazione 1/200 e lunghezza 1.20 m. Alla distanza di 22.95 m dalla pala il profilo si fa orizzontale per una lunghezza di 10.81 m fino a proseguire con una rampa (a 33.77 m dalla pala) con inclinazione 1:18 e lunghezza di 2.40 m che precede il tratto orizzontale (a 36.17 m dalla pala) di lunghezza 3.61 m che ospita le barriere da analizzare. Nella porzione finale del canale il profilo termina con un'ultima rampa (a 39.79 m dalla pala) con inclinazione 1:15 lunghezza 3.60 m su cui è stata stesa una spiaggia composta da massi con diametro caratteristico D_{50} pari a 3 cm ed avente un profilo parabolico con la funzione di assorbire l'energia del moto ondosso, riducendo così il fenomeno della riflessione indotto dalla rampa posta all'estremità del canale; su di essa sono stati effettuati 5 rilievi di profili longitudinali su sezioni trasversali distanti tra loro 20 cm per il calcolo del profilo medio calcolato rispetto al piano in cui sono state poi costruite le barriere (Figura 2-4 e Tabella 2-1). Si riporta in Figura 2-3 lo schema del canale.

Descrizione del Laboratorio e della strumentazione di misura

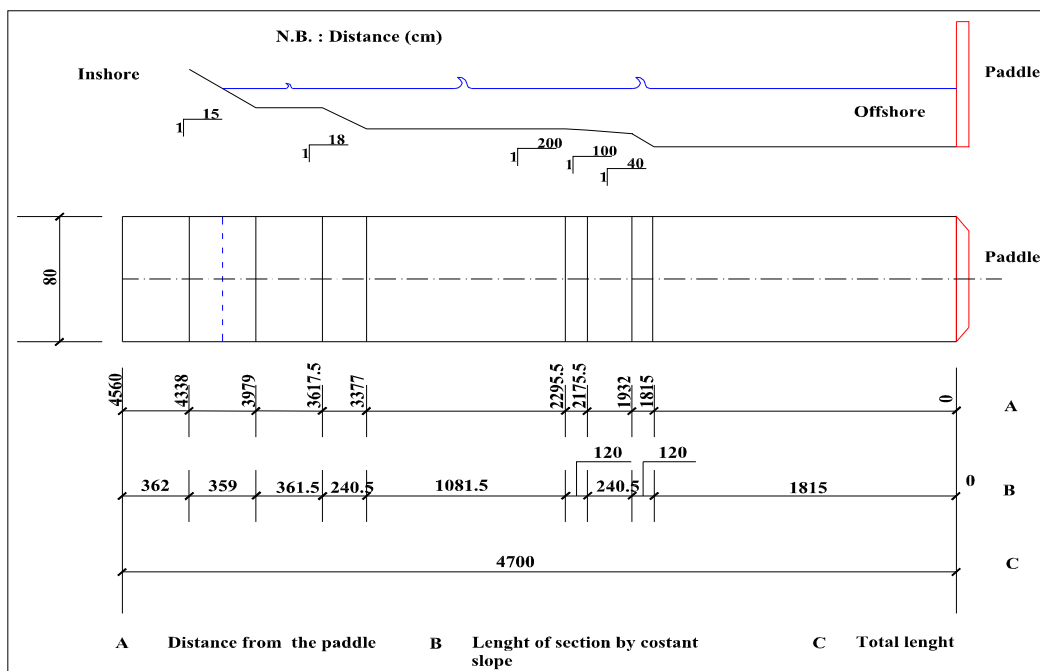


Figura 2-3: Schema del canale del Laboratorio Costiero.

Tabella 2-1: Rilievo dei 5 profili longitudinali e del profilo medio della spiaggia assorbente.

Distanza dalla pala [cm]	Rilievo dei 5 profili della spiaggia [cm]					Profilo medio [cm]
	0	20	40	60	80	
3839	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
3859	6.7	6.7	6.4	6.5	7.1	6.7
3879	11.3	14.6	14.6	11.9	11.2	12.7
3899	15.4	17.3	18.1	17.9	16.4	17.0
3919	22.2	21.9	21.0	23.2	22.9	22.2
3939	22.8	23.3	22.1	23.3	21.4	22.6
3959	21.7	21.7	22.8	23.1	22.6	22.4
3979	19.7	20.1	22.3	23.0	20.4	21.1
3999	19.0	20.3	19.6	19.4	19.1	19.5
4019	18.0	20.6	19.9	21.1	16.6	19.2
4039	18.4	20.3	20.1	20.6	19.8	19.8
4059	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7

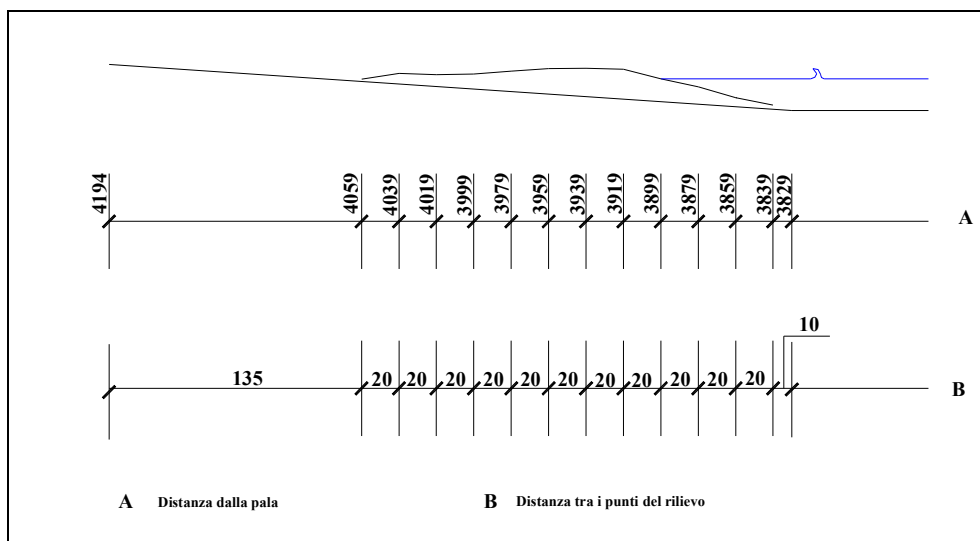


Figura 2-4: Profilo medio misurato per la spiaggia assorbente.

Sistema di ricircolo

Per simulare la presenza di varchi fra le barriere il canale di Firenze è munito di un sistema di ricircolo bidirezionale nella zona a tergo della struttura (non previsto l'utilizzo all'interno di questa sessione sperimentale) (Fig. 2-5 e Fig. 2-6): una pompa centrifuga collegata alla tubazione posta sotto al canale e quattro valvole di apertura/chiusura consentono di governare il sistema.

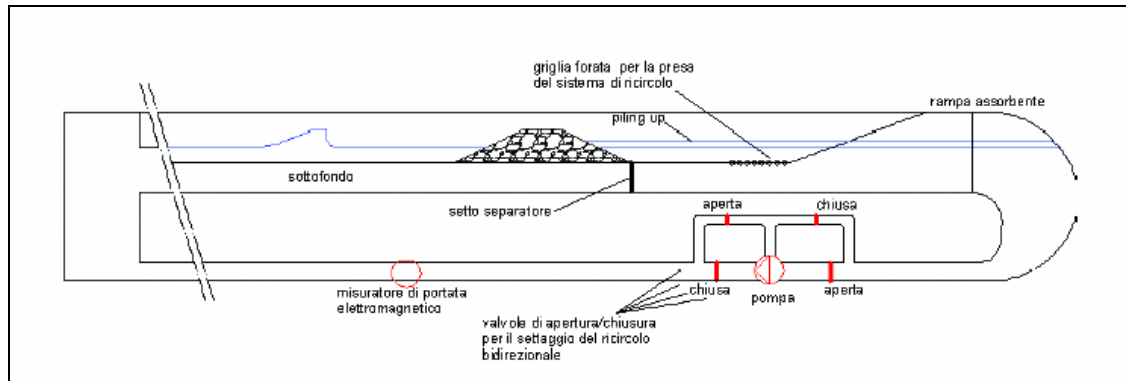


Figura 2-5: Rappresentazione schematica del sistema di ricircolo bidirezionale.

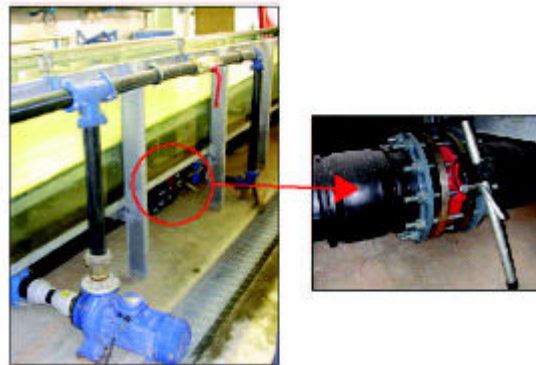


Figura 2-6: Particolari del sistema di ricircolo: pompa di aspirazione e valvola di chiusura.

Il setto impermeabile posto sotto la sezione del canale che ospita la barriera ha lo scopo di isolarne idraulicamente la parte inferiore in modo da poter misurare il sovrizzo che si crea durante una mareggiata. Regolando la portata di ricircolo durante gli esperimenti è possibile la misura del *piling-up* simulando la presenza di varchi nella struttura.

La generazione delle onde

Il generatore è costituito da una pala meccanica (Fig. 2-7) il cui movimento è gestito da un sistema idraulico controllato elettronicamente e da una servo-valvola idraulica ad esso collegata ed usata per assistere il movimento secondo un principio di retroazione.

La generazione digitale del segnale voluto avviene mediante un software appositamente sviluppato e dotato d'interfaccia grafica *Windows Oriented*. Tramite conversione digitale-analogica, il segnale è inviato al sistema di controllo della pala, mentre l'acquisizione analogica in tempo reale del livello della superficie libera è eseguita attraverso la disposizione di sonde resistive lungo il canale.

Il sistema permette la generazione sia di onde sinusoidali, con periodo e altezza assegnata, che di stati di mare con spettro di energia uguale ad uno teorico scelto tra: Jonswap, Pierson-Moskowitz, Scott, Neuman, Bretschneider, Ochi-Hubble.

Il segnale random generato può essere memorizzato e riutilizzato per riprodurre più di una volta lo stesso stato di mare; una volta acquisito è rielaborato in tempo reale con analisi sia nel dominio della frequenza (analisi spettrale) che nel dominio del tempo (analisi *zero-crossing*) così da fornire i seguenti parametri caratteristici dell'onda: H_{m0} , $H_{1/3}$, H_{std} , T_p , $T_{1/3}$.



Figura 2-7: Prospetto frontale della parte meccanica del generatore di onde del Laboratorio Costiero di Firenze.

Pompa retropala

Per permettere lo svuotamento della porzione di canale posizionato dietro il battente, è utilizzata una pompa (in seguito chiamata 'retropala') centrifuga (Fig. 2-8) che aspira l'acqua dal retro pala rimettendola davanti ad esso. La portata d'aspirazione della pompa può essere regolata tramite una valvola in modo da poter fissare il battente idrico dietro la pala.



Figura 2-8: Pompa retropala.

2.2 Strumenti di acquisizione dati

La strumentazione presente in laboratorio consente la misura del livello d'acqua presente lungo in canale tramite sonde resistive e punte idrometriche (posizionate in canale o in piezometri a loro volta collegati con il canale); il canale è dotato di un misuratore di portata che consente di conoscere la quantità d'acqua ricircolata dall'apposito sistema prima descritto qualora si necessiti di effettuare delle prove simulando la presenza di varchi nel modello di studio.

Sonde resistive

Le misure dei livelli d'acqua nelle diverse sezioni del canale sono state eseguite tramite le sonde resistive; queste sono costituite da un generatore di corrente, alle cui estremità sono collegati due fili conduttori, non in contatto tra loro (il circuito è aperto, come è possibile vedere in figura 2-9); quando la sonda resistiva è immersa in acqua, si verifica la chiusura del circuito e l'instaurarsi di una differenza di potenziale ($\Delta V = R \cdot i$) proporzionale al livello idrico in canale, misurata da un voltmetro posto nella scatola superiore della sonda.

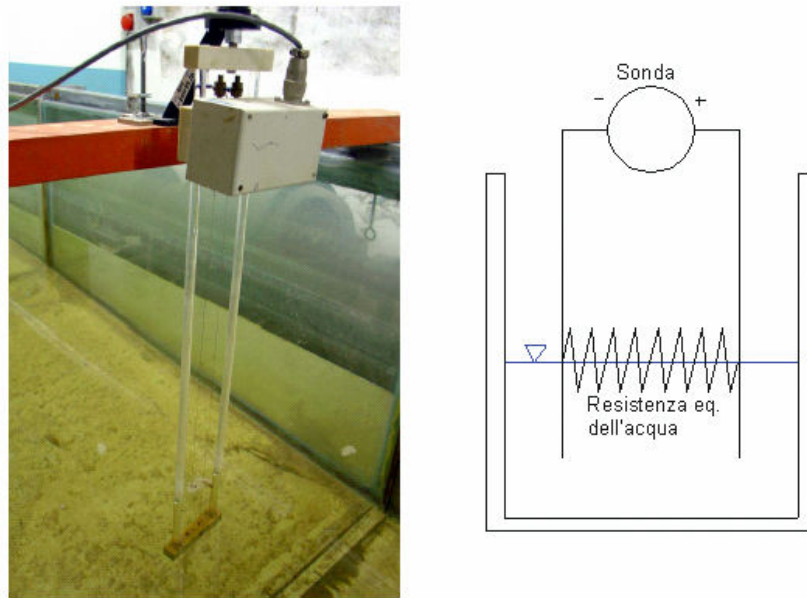


Figura 2-9: Sonda resistiva e schema elettrico equivalente.

Le sonde resistive utilizzate sono definite mobili perché in grado di variare la propria condizione d'immersione: un'asta d'acciaio collegata ad un nonio con precisione del decimo di millimetro, capace di muoversi lungo la verticale tramite un sistema di rotelle dentate, funge da supporto alla sonda e le consente il movimento verticale. Variando il livello d'acqua a causa del moto ondoso, varia anche la differenza di potenziale che la sonda rivela con frequenza di campionamento uguale a 20Hz, cioè ogni cinque centesimi di secondo; il valore acquisito e fornito dalla sonda in Volt deve essere convertito in unità metriche tramite la procedura di calibrazione.

Le sonde forniscono una misura in Volt da convertire in unità metriche, tramite una relazione lineare del tipo:

$$\eta = V_0 + KV$$

dove η è la misura dell'oscillazione della superficie libera in centimetri, V è la misura dell'oscillazione della superficie libera in Volt, V_0 è l'intercetta della relazione lineare di conversione in Volt e k è il coefficiente angolare della relazione lineare di conversione.

La linearità delle sonde è verificabile tramite taratura delle stesse, operazione eseguita giornalmente per tutta la durata delle prove in canale e descritta dalle seguenti fasi:

- Portare il livello idrico allo SWL prestabilito per la prova;
- Predisporre il PC (Squalo) per la calibrazione con inserimento per ogni sonda e canale d'acquisizione associato i parametri: range d'acquisizione, distanza dal battente e profondità;
- Portare le sonde al livello massimo, attendere che il livello d'acqua si sia stabilizzato e acquisire i dati.
- Portare le sonde al livello minimo, attendere che il livello d'acqua si sia stabilizzato e acquisire i dati.
- Centrare le sonde, attendere che il livello d'acqua si sia stabilizzato e acquisire i dati.

La calibrazione delle sonde deve essere ripetuta se l'errore medio è maggiore di 0.2 cm e poichè il coefficiente di correlazione della retta interpolante non è 1, convertendo in centimetri il segnale acquisito in volt per tre livelli noti, si ottengono valori leggermente diversi rispetto a quelli attesi. La media delle tre differenze fra valori attesi e calcolati, presa in valore assoluto, è definita come errore medio.

La profondità d'immersione delle sonde è stata determinata in base alla profondità del canale in corrispondenza della posizione di ognuna ed in modo che l'onda più alta rientrasse nel suo range di acquisizione per evitare che il livello idrico non venisse acquisito. Infatti se l'onda massima fosse troppo ampia verrebbe acquisito un segnale parziale (Fig. 2-10).

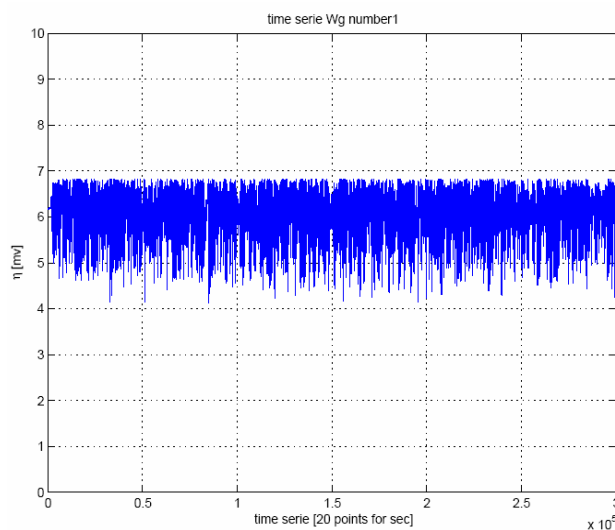
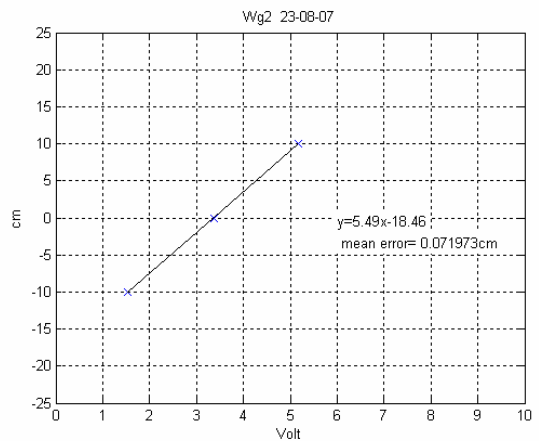
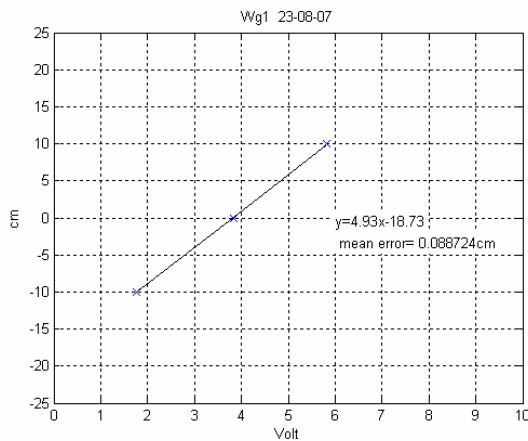


Figura 2-10: Esempio di segnale "parziale".

Una volta deciso il range di taratura ottimale per ogni sonda, questi parametri sono stati mantenuti per tutte le prove. A titolo d'esempio si riportano i valori di calibrazione di una giornata tipo (23-08-07): le calibrazioni ottenibili raggiungono una precisione elevata con un errore medio massimo pari a circa 0.5 mm (calcolato come media dei valori registrati dalle sette sonde) su intervalli di taratura che vanno dai 20 agli 8 cm (Tab. 2-2, Fig. 2-11). Dopo aver ottenuto i parametri di calibrazione, ovvero i coefficienti di conversione Volt- cm per il segnale acquisito dalle sonde, tramite elaborazione con software Matlab si ottengono i segnali in cm, con una frequenza di 20Hz (Fig. 2-15).

Tabella 2-2: Esempio di calibrazione giornaliera sonde mobili (23-08-07).

Wg	Canale	Range [mm]	Letture del nonio [cm]			Valori in Volt			Cm = A Volt + B		
			Wg up	Wg down	Wg 0	Wg up	Wg down	Wg 0	A [cm/Volt]	B [cm]	Errore [cm]
1	B	200	+10	-10	0	1.758	5.815	3.827	4.9291	-18.7306	0.0887
2	P	200	39.00	29.00	19.00	1.532	5.175	3.383	5.4895	-18.4630	0.0720
3	I	200	38.50	18.50	28.50	1.644	6.146	3.915	4.4424	-17.3326	0.0395
4	E	160	39.00	23.00	31.00	1.258	3.674	2.471	6.6225	-16.3421	0.0147
5	G	80	+4	-4	0	1.702	3.560	2.589	4.3028	-11.2604	0.0803
6	N	90	38.50	29.50	34.00	1.654	3.332	2.498	5.3635	-13.3801	0.0119
7	D	90	37.50	28.50	33.00	1.923	4.133	3.017	4.0723	-12.3159	0.0199



Descrizione del Laboratorio e della strumentazione di misura

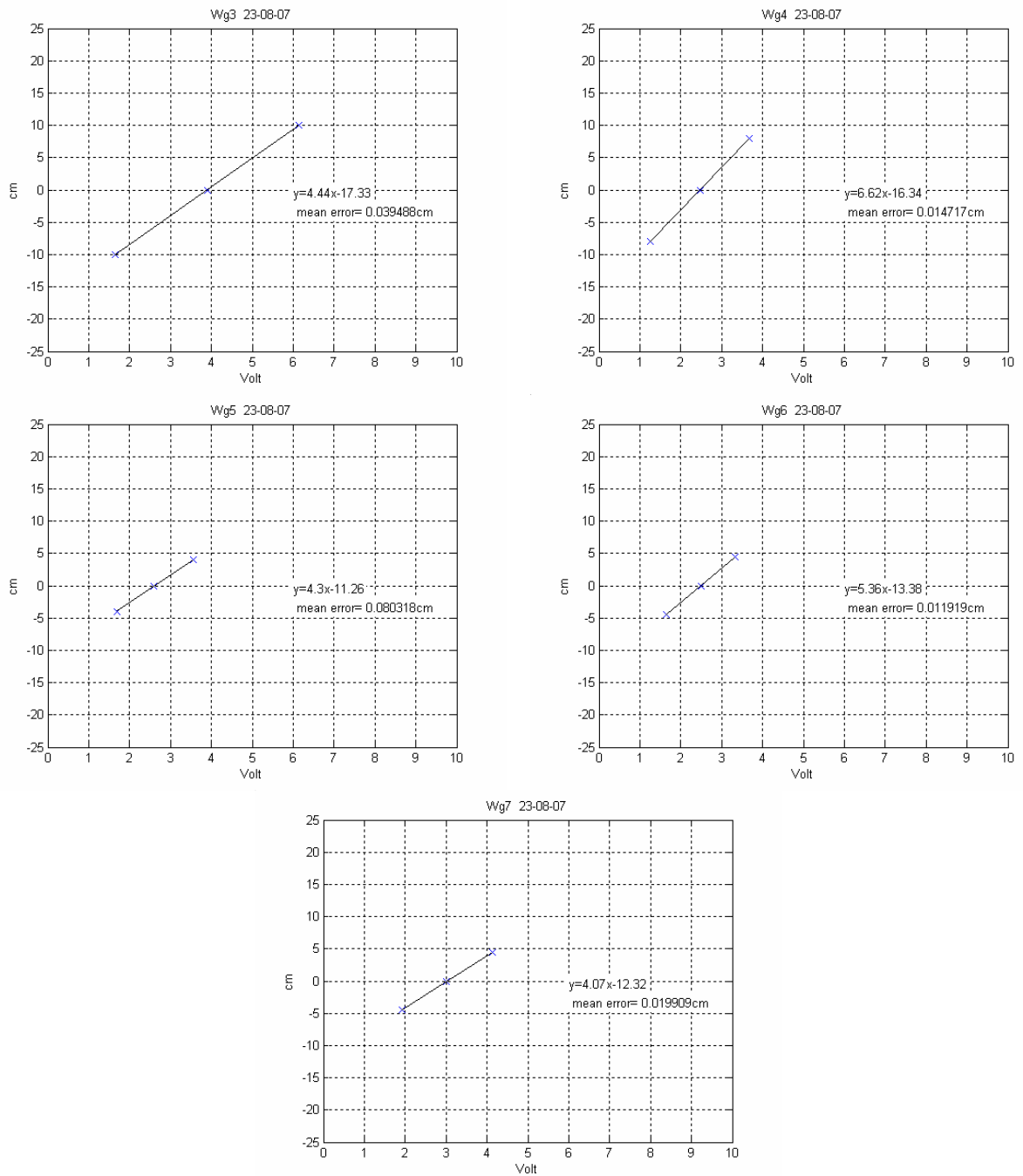


Figura 2-11: Grafici di calibrazione giornaliera (23-08-07).

Punta idrometrica

I livelli d'acqua in fase di riempimento-svuotamento del canale sono stati determinati utilizzando una punta idrometrica (Fig. 2-12), ubicata in prossimità del generatore di onde. Questa, grazie al nonio a cui è collegata, garantisce di apprezzare l'altezza del liquido con un errore di misura non superiore a 0,2 mm.

Le misure dei livelli d'acqua in canale sono state effettuate facendo scorrere lungo la verticale la punta idrometrica fino a quando la superficie di separazione liquido / aria non veniva a contatto con la punta stessa, senza penetrare la superficie. La precisione del livello d'acqua in canale rispetto al livello target è importante per due fattori:

- corrispondenza tra la geometria della configurazione di progetto e quella effettivamente testata;
- ripetibilità dell'attacco ondoso, dato che a livelli differenti, pur mantenendo il solito segnale in ingresso, corrispondono caratteristiche diverse del moto ondoso generato. In fase di calibrazione la superficie dell'acqua deve essere immobile, e questo è possibile solo con il sistema di pompaggio retro-pala spento. La pompa retro-pala, infatti, serve per lo svuotamento della vasca a tergo del generatore di moto ondoso; l'acqua aspirata viene immessa nel canale, ciò crea un'onda parassita ed un aumento del livello dell'acqua in canale (Figura 2-13).

Sono state effettuate delle prove per stimare l'entità di questa onda parassita e del sovralzo di livello indotto, nella fase preliminare che ha preceduto la prima sessione di prove; è stato acquisito un segnale della durata di 20 minuti con la pompa retro-pala prima spenta, quindi accesa.

Questa tipologia di prova ripetuta per più volte, ha permesso di stimare la differenza media di livello, accorpata ad un'analisi spettrale che ha permesso di



Figura 2-12: Punta idrometrica.

valutare la frequenza massima ottenuta alle varie sonde, ed il periodo di picco dell'onda indesiderata.

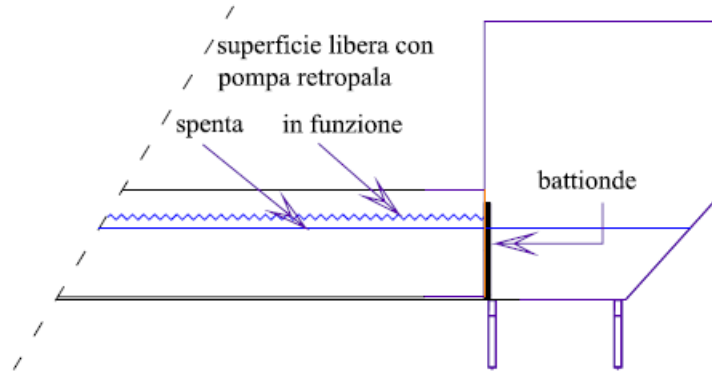


Figura 2-13: Effetto della pompa retro-pala.

Misuratore di portata

Il misuratore di portata è impiegato per determinare la portata ricircolata, che veniva regolata nel corso delle singole prove, tramite l'apertura e la chiusura delle valvole. Il principio di funzionamento del misuratore di portata volumetrica si basa sulla legge induttiva di Faraday-Neuman e sfrutta la conducibilità del fluido. Questo è assimilabile ad un conduttore, che, in moto in un campo magnetico B , è soggetto ad una forza elettromotrice indotta U , proporzionale alla velocità media del flusso v :

$$U = B \cdot L \cdot v = L \cdot \overline{B} \times \overline{v}$$

$$Q = v \cdot A$$

dove:

- U è la tensione indotta;
- B è il valore del campo di induzione magnetica;
- L è la lunghezza del conduttore (distanza tra i due elettrodi);
- v è la velocità di avanzamento media del fluido;
- A è la sezione trasversale del tubo;
- Q è la portata volumetrica.

Il sistema permette la lettura diretta della portata su un display con la precisione di 0.01 l/s.

3 Esperimenti effettuati

3.1 Descrizione degli obiettivi

In questa serie di prove sono stati raccolti diversi dati destinati ad ulteriori ed approfondite indagini nell'ambito dell'attività di ricerca che il Prof. Cappiotti sta conducendo da anni su scogliere sommerse o lievemente emerse disposte parallelamente alla riva; è stata analizzata l'influenza dei parametri di progetto di barriere sommerse osservando in particolar modo le variazioni del coefficiente di trasmissione del moto ondoso e del sovrizzo di livello in relazione alla larghezza, all'altezza e alla sommersa della struttura. Il livello idrico in canale è stato mantenuto costante per tutta la fase degli esperimenti focalizzando l'attenzione sulla geometria della barriera e sulla variazione dei freeboards indotta da fenomeni di instabilità ed imprecisioni nella realizzazione dei modelli. I risultati ottenuti con 26 configurazioni, ciascuna sottoposta a sette attacchi ondosi eventualmente ripetuti, per un totale di 196 prove (comprese le prove in assenza di barriere ed escluse le 36 prove effettuate nella prima sessione di prove), hanno permesso di individuare possibili tipologie di opere sommerse che sono risultate di efficacia maggiore od uguale alle attuali opere emergenti (Cappiotti, Mori, Aminti 2006).

Di seguito saranno descritte le caratteristiche dei moti ondosi utilizzati e delle barriere analizzate ivi comprese le tipologie di test effettuati; per la descrizione dettagliata si rimanda al report allegato in cui sono riportati per data di esecuzione i test per il 2007 completi di valori relativi alle procedure di calibrazione, alle analisi nel dominio del tempo e della frequenza, e ai rilievi delle barriere effettuati alla fine di ogni giornata.

3.2 Moti ondosi utilizzati e disposizione della strumentazione in canale

In entrambe le sessioni di lavoro sono state studiate barriere sommerse utilizzando 7 tipologie di attacco ondoso irregolare con spettro Jonswap e fattore di elevazione di picco $\gamma = 3.3$ della durata di 10 minuti, preceduti da acquisizioni di 2 minuti con generatore inattivo per la stima del livello in canale nella situazione di calma prima di ogni prova.

I parametri target dei moti ondosi adottati sono riportati in Tabella 3-1:

Tabella 3-1: Parametri dei moti ondosi utilizzati nelle due sessione di esperimenti (valori target).

Test code	Wave-Target	H_{m0} [cm]	T_p [sec]	$S_{\eta} = H_i/L_0$
I0	H035T08J10	3.5	0.8	0.035
I1	H040T10J10	4.0	1.0	0.025
I2	H055T08J10	5.5	0.8	0.055
I3	H050T10J10	5.0	1.0	0.032
I4	H060T10J10	6.0	1.0	0.038
I5	H080T10J10	8.0	1.0	0.051
I6	H100T15J10	10	1.5	0.028

La disposizione della strumentazione in canale è riportata in Figura 3-1 mentre in Tabella 3-2 sono rappresentate le posizioni delle sonde resistive in canale (la coordinata X indica la distanza dal generatore, la coordinata Y la distanza dal lato sinistro del canale guardando il generatore e la coordinata Z la profondità in corrispondenza di ogni sonda).

Per misurare i livelli idrici si adoperano 7 sonde resistive, una posta in prossimità del generatore in cui si trova la punta idrometrica (sonda 1), tre davanti alla barriera (sonde 2, 3, e 4) e tre a tergo di questa (sonde 5, 6 e 7).

Tabella 3-2: Disposizione degli strumenti d'acquisizione.

Numero Sonda	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]
1	410	40	48.2
2	3422	40	29.8
3	3441.8	40	28.7
4	3472.9	40	27.0
5	3875	40	18.7
6	3895.6	40	18.7
7	3925	40	18.7

Esperimenti effettuati

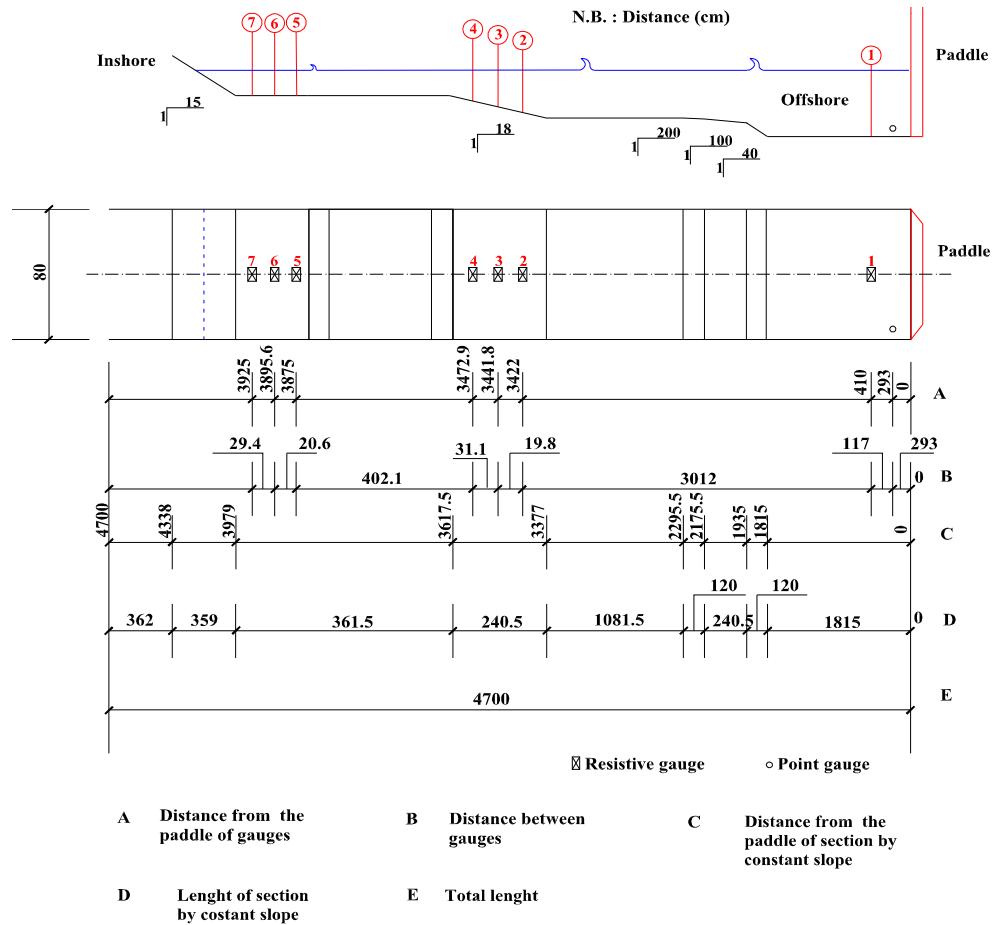


Figura 3-1: Schema del canale e della disposizione degli strumenti (seconda e terza sessione di esperimenti).

La sonda in posizione 1 a circa 4 m dal generatore è stata utilizzata per la verifica delle caratteristiche del moto ondoso in formazione nei confronti dei parametri richiesti (valori target), utilizzando le coppie di sonde davanti (3 e 4) e a tergo (6 e 7) delle barriere per il calcolo dell'onda incidente e dell'onda trasmessa in prossimità delle strutture testate, mediante il metodo di Goda e Suzuki (1976).

3.3 Livello in canale

Le prove sono state effettuate con un solo livello in canale indicato con F0 e misurato al piede della barriera (pari a 18.50 cm nella situazione di pompa retropala attiva); di seguito (Tabella 3-3) è riportato il valore Target del livello idrico in canale (misurato al piede della barriera e alla punta idrometrica) nella

situazione di pompa retro pala inattiva affiancati dai corrispettivi valori relativi alla situazione di pompa retro pala attiva.

I livelli sono stati continuamente monitorati per tutta la sessione sperimentale prima e dopo il lancio di ogni prova, con l'obiettivo di verificare il livello di coerenza nei confronti dei target imposti.

Tabella 3-3: Livello in canale in relazione al funzionamento della pompa retro pala (valori target).

LIVELLO IDRICO			
Pompa di retro pala accesa		Pompa di retro pala spenta	
Profondità alla barriera [cm]	Lettura punta idrometrica al nonio [cm]	Profondità alla barriera [cm]	Lettura punta idrometrica al nonio [cm]
18.50	21.96	17.66	22.80

3.4 Barriere analizzate

All'interno di ogni sessione sperimentale sono state analizzate 13 configurazioni di barriere caratterizzate da identiche altezze, identiche pendenze dei parametri lato mare (*Offshore*) e lato terra (*Inshore*), ma differenti larghezze di cresta (le barriere sono indicate con codici progressivi C01-C13 partendo dalla configurazione con larghezza di cresta minore ed arrivando alla configurazione con larghezza di cresta maggiore). La loro composizione consiste nella prima fase in un nucleo interno in sabbia grossolana con diametro caratteristico D_{50} pari a 1.94 mm, da una mantellata esterna in ghiaia con diametro caratteristico D_{50} pari a 1.02 cm, coperte da una rete metallica di maglia 1 cm con funzione stabilizzante; nella seconda sessione sono state analizzate barriere composte da massi omogenei aventi un diametro caratteristico D_{50} pari a 3 cm.

In Tabella 3-4 sono riportate le caratteristiche geometriche delle barriere analizzate nelle due sessioni di esperimenti (valori target) mentre in Figura 3-2, 3-3 viene riportato lo schema.

Tabella 3-4: Parametri geometrici Target delle barriere analizzate (seconda e terza sessione sperimentale).

Codice struttura	Larghezza di cresta [cm]	Altezza di cresta [cm]	Freeboard [cm]	Pendenza lato mare [tg α]	Pendenza lato spiaggia [tg α]	Distanza del piede lato mare dal generatore [cm]
C01	12	15.9	-2.6	0.5	0.5	3744.7
C02	18	15.9	-2.6	0.5	0.5	3738.7
C03	30	15.9	-2.6	0.5	0.5	3726.7
C04	42	15.9	-2.6	0.5	0.5	3714.7
C05	54	15.9	-2.6	0.5	0.5	3702.7
C06	66	15.9	-2.6	0.5	0.5	3690.7
C07	78	15.9	-2.6	0.5	0.5	3678.7

Esperimenti effettuati

C08	90	15.9	-2.6	0.5	0.5	3666.7
C09	102	15.9	-2.6	0.5	0.5	3654.7
C10	114	15.9	-2.6	0.5	0.5	3642.7
C11	126	15.9	-2.6	0.5	0.5	3630.7
C12	138	15.9	-2.6	0.5	0.5	3618.7
C13	150	15.9	-2.6	0.5	0.5	3606.7

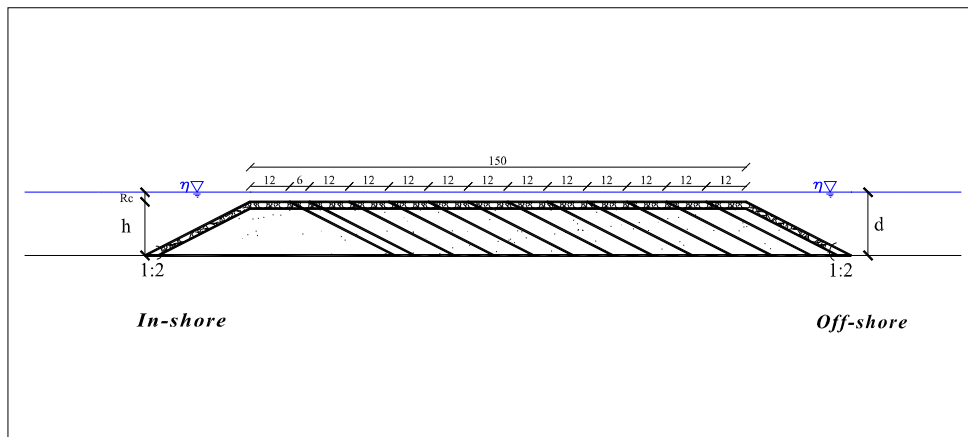


Figura 3-2: Schema delle barriere analizzate nella seconda sessione di esperimenti.

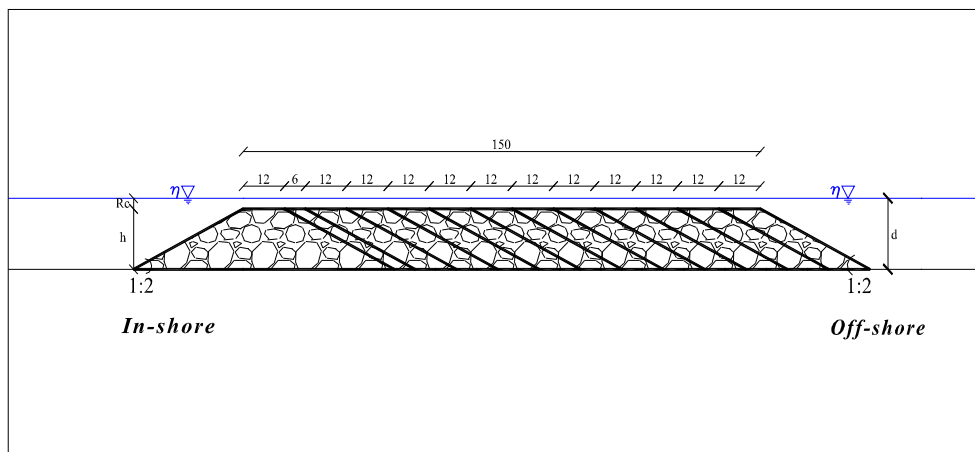


Figura 3-3: Schema delle barriere analizzate nella terza sessione di esperimenti.

L'analisi granulometrica dei materiali selezionati nella prima sessione sperimentale per la costruzione del nucleo (Figura 3-8) è stata effettuata per mezzo di setacciatura meccanica, e sulla base delle percentuali relative a ciascuna classe granulometrica, sono state tracciate in modo automatico le curve di frequenza relative e cumulative in scala probabilistica di cui si riportano rispettivamente valori e grafici (Tabelle 3-5, 3-6 e Figura 3-4, 3-5); quindi è stato possibile determinare il diametro caratteristico D_{50} (Tabella 3-7).

Esperimenti effettuati

Tabella 3-5: Frequenza cumulativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.

Estremo della classe (mm)	Volume di sedimenti con diametro inferiore all'estremo della classe (dm ³)	Frequenza cumulativa percentuale (%)
1	0	0
1.41	0.50	1
2	28.18	56
2.83	50.07	99.5
4	50.33	100

Tabella 3-6: Frequenza relativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.

Classi in diametro (mm)	Volume di sedimenti con diametro compreso tra gli estremi della classe (dm ³)	Frequenza relativa percentuale (%)
1 ≤ D < 1.41	0.5	1
1.41 ≤ D < 2	27.7	55.1
2 ≤ D < 2.83	21.9	43.5
2.83 ≤ D < 4	0.2	0.4
4 ≤ D < 5.66	0	0

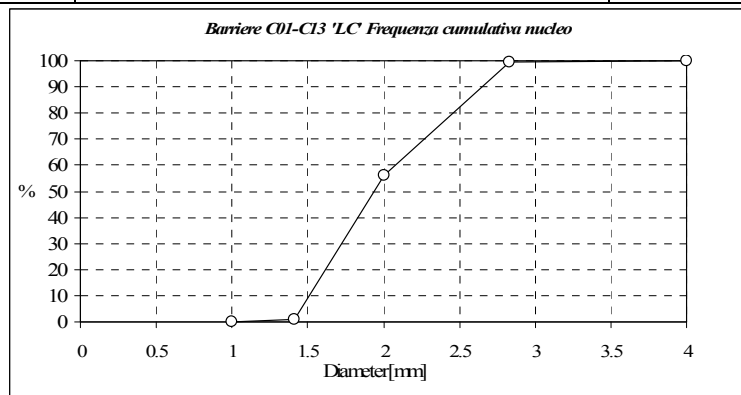


Figura 3-4: Grafico di distribuzione cumulativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.

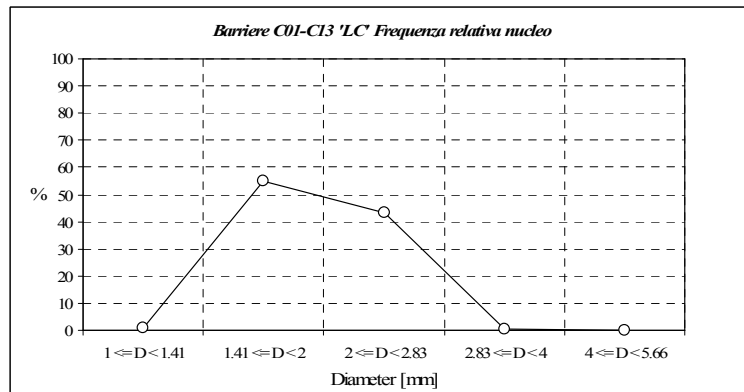


Figura 3-5: Grafico di distribuzione relativa del materiale selezionato per la costruzione del nucleo.

Tabella 3-7: Parametri caratteristici.

Diametro [mm]
D15= 1.65
D50= 1.94
D85= 2.31

Per la caratterizzazione del materiale utilizzato per la costruzione della mantellata (Figura 3-8) sono state pesate 400 pietre, quindi ancora una volta sono

Esperimenti effettuati

state tracciate le curve di frequenza relative e cumulative di cui si riportano valori e grafici (Tabelle 3-8, 3-9 e Figura 3-6, 3-7); il diametro caratteristico dei massi è stato ricavato dal peso mediante la relazione sotto indicata, considerando come indicatore del diametro il lato di un cubo avente lo stesso peso ed una densità di 2.625 t/m^3 (Tabella 3-10).

$$D = \sqrt[3]{W/\rho}$$

Tabella 3-8: Frequenza cumulativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.

Estremo della classe (gr)	Numero di massi con peso inferiore all'estremo della classe	Frequenza cumulativa percentuale (%)
1	0	0
1.5	6	1.5
2	59	14.8
2.5	136	34.0
3	240	60.0
3.5	290	72.5
4	345	86.3
4.5	373	93.3
5	380	95.0
5.5	389	97.3
6	392	98.0
6.5	397	99.3
7	398	99.5
7.5	399	99.8
8	399	99.8
8.5	400	100

Tabella 3-9: Frequenza relativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.

Classi in peso (gr)	Centro della classe (gr)	Numero di massi con peso compreso tra gli estremi della classe	Frequenza relativa percentuale (%)
$0 \leq W < 1$	0.75	4	1
$1 \leq W < 1.5$	1.5	65	16.25
$1.5 \leq W < 2$	2	135	33.75
$2 \leq W < 2.5$	2.5	117	29.25
$2.5 \leq W < 3$	3	49	12.25
$3 \leq W < 3.5$	3.5	17	4.25
$3.5 \leq W < 4$	4	5	1.25
$4 \leq W < 4.5$	4.5	3	0.75
$4.5 \leq W < 5$	5	4	1
$5 \leq W < 5.5$	5.5	1	0.25
$5.5 \leq W < 6$	6	0	0

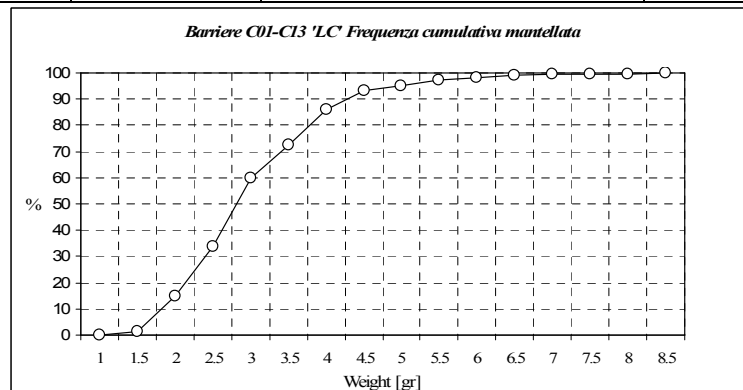


Figura 3-6: Grafico di distribuzione cumulativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.

Esperimenti effettuati

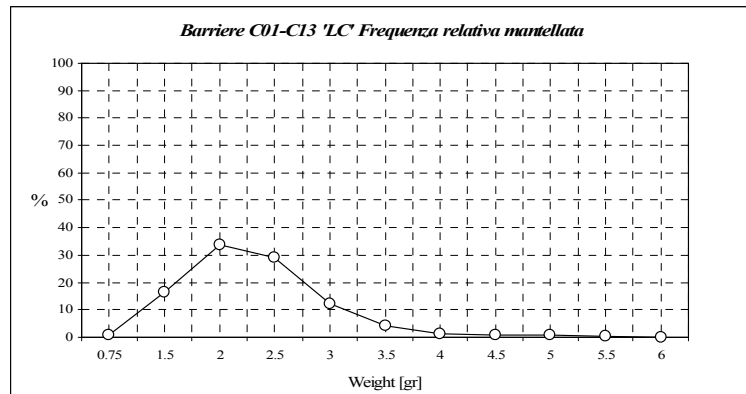


Figura 3-7: Grafico di distribuzione relativa del materiale selezionato per la costruzione della mantellata.

Tabella 3-10: Parametri caratteristici.

Peso W [gr]	Diam. [cm] $\sqrt[3]{(W / \rho)}$
W15= 2.1	D15= 0.93
W85= 3.9	D85= 1.14
W50= 2.8	D50= 1.02
W85/W15 1.86	D85/D15 1.23

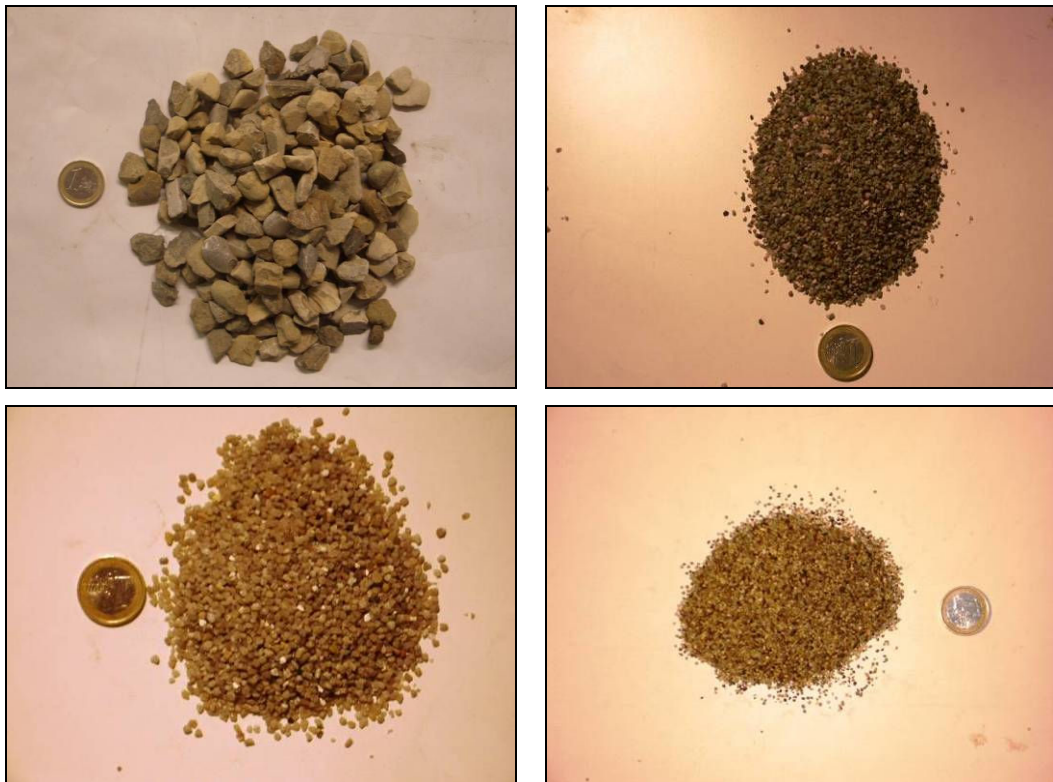


Figura 3-8: Particolare dei materiali utilizzati per la costruzione del nucleo e della mantellata (seconda sessione di esperimenti).

Esperimenti effettuati

La caratterizzazione del materiale utilizzato per la costruzione delle barriere analizzate nella terza sessione sperimentale è stata effettuata pesando 500 massi, arrivando quindi ancora una volta a stimare gli andamenti delle distribuzioni relative e cumulative; il diametro caratteristico è stato ricavato dal peso caratteristico con le medesime modalità precedentemente descritte (Tabelle 3-11, 3-12, 3-13 e Figura 3-9, 3-10 e 3-11).

Tabella 3-11: Frequenza cumulativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.

Estremo della classe (gr)	Numero di massi con peso inferiore all'estremo della classe	Frequenza cumulativa percentuale (%)
50	1	0.2
60	54	10.8
70	227	45.4
80	337	67.4
90	405	81
100	461	92.2
110	480	96
120	500	100
130	500	100

Tabella 3-12: Frequenza relativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.

Classi in peso (gr)	Centro della classe (gr)	Numero di massi con peso compreso tra gli estremi della classe	Frequenza relativa percentuale (%)
0 ≤ W < 50	45	1	0.2
50 ≤ W < 60	55	53	10.6
60 ≤ W < 70	65	173	34.6
70 ≤ W < 80	75	110	22
80 ≤ W < 90	85	68	13.6
90 ≤ W < 100	95	56	11.2
100 ≤ W < 110	105	19	3.8
110 ≤ W < 120	115	20	4
120 ≤ W < 130	125	0	0

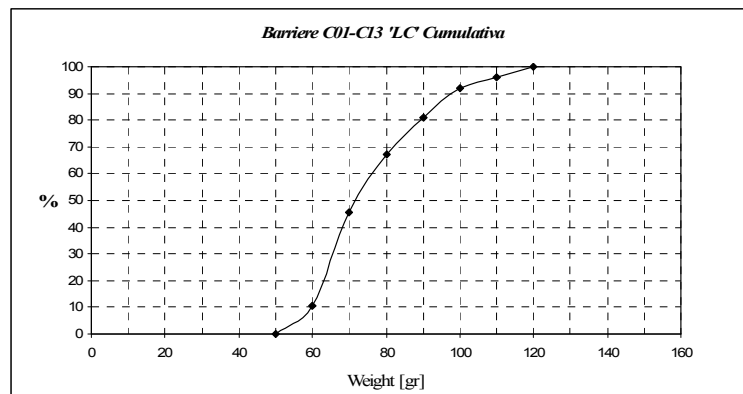


Figura 3-9: Grafico di distribuzione cumulativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.

Esperimenti effettuati

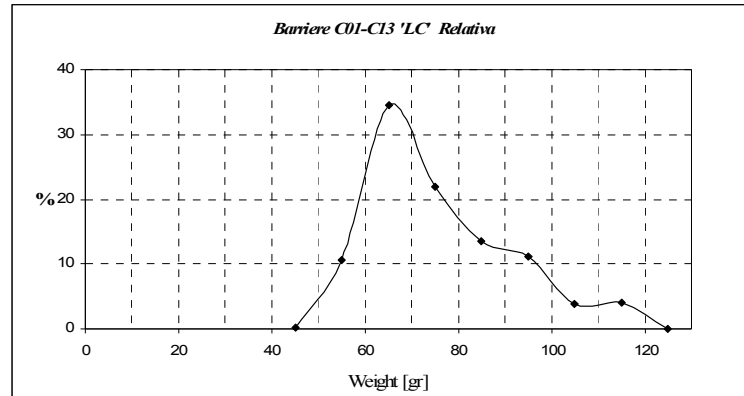


Figura 3-10: Grafico di distribuzione relativa del materiale selezionato per la terza sessione di prove.



Figura 3-11: Particolare del materiale utilizzato per la costruzione delle barriere analizzate nella terza sessione di esperimenti.

4 Descrizione della procedura sperimentale

In questa fase vengono descritti gli esperimenti condotti in canale in assenza e in presenza delle strutture sottoposte ad attacchi ondosi di diversa intensità; è riportata la modalità di organizzazione e gestione dei dati acquisiti seguita durante le attività di laboratorio.

4.1 Prove senza barriera

Le prove senza barriera hanno lo scopo di determinare l'altezza d'onda incidente depurata dalla componente di riflessione dovuta alla rampa inclinata 1:15 posta alla sommità del canale; la disposizione delle sonde per questa fase è riportata in Figura 3-10 e in Tabella 4-1.

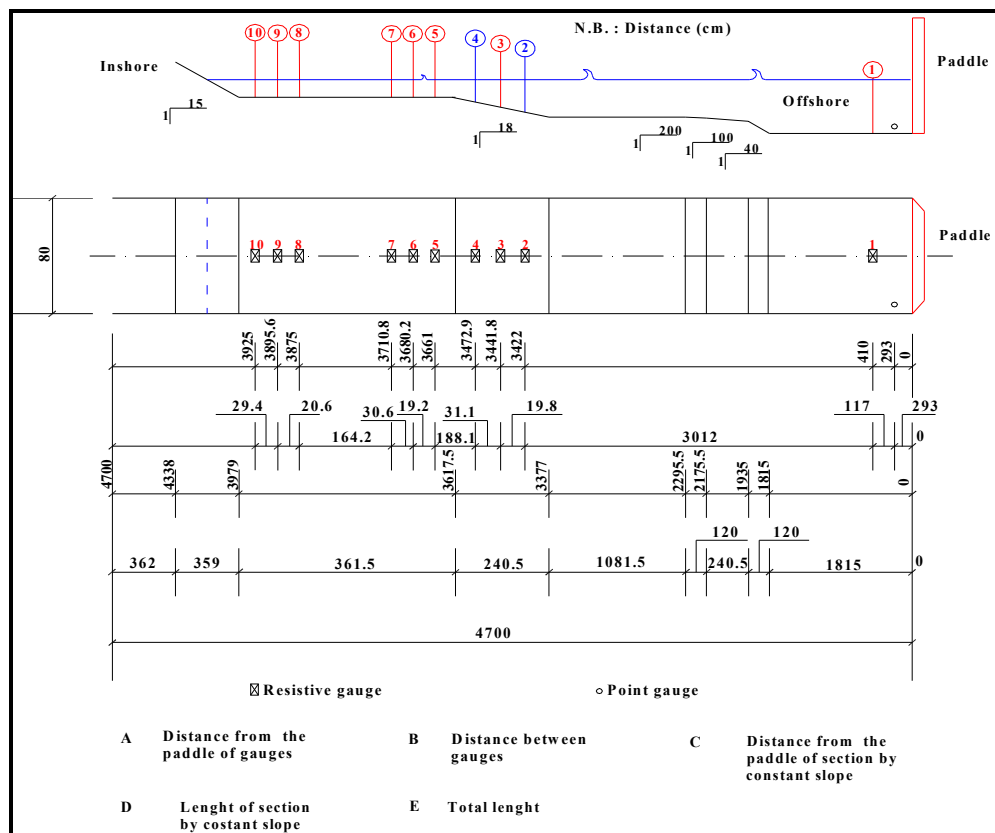


Figura 4-1: Disposizione delle sonde in canale per le prove senza barriera (h=18.50 cm).

Descrizione della procedura sperimentale

Tabella 4-1: Disposizione delle sonde in canale per le prove senza barriera.

Numero Sonda	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]
1	410	40	48.2
2	-	-	-
3	3441.8	40	28.7
4	-	-	-
5	3661	40	18.5
6	3680.2	40	18.5
7	3710.8	40	18.5
8	3875	40	18.5
9	3895.6	40	18.5
10	3925	40	18.5

Per questo studio sono state utilizzate 10 sonde resistive: la sonda in posizione 1 nei pressi del generatore è stata utilizzata per il controllo del rispetto nei confronti dei target imposti, una sonda relativa alla posizione 3 sulla rampa con inclinazione 1:18 (le sonde 2 e 4 sono risultate non funzionanti per questa serie di prove), e 6 sonde sul piano orizzontale (posizioni 5 → 10) dove poi sono state posizionate le 26 barriere analizzate.

In particolare l'analisi di riflessione effettuata in questa procedura sperimentale (Allegato I) ha previsto l'utilizzo delle coppie di sonde 6, 7 (per il calcolo dell'onda incidente al piede della barriera) e 9, 10 (per il calcolo dell'onda trasmessa e della componente riflessiva dovuta alla rampa inclinata 1:15).

Si riportano in Tabella 4-2 i risultati ottenuti in questa prova (altezza d'acqua alla barriera pari a 18.50 cm).

Tabella 4-2: Parametri d'onda incidente e riflessa (h=18.50 cm alla barriera) ricavati da prove in assenza di barriera.

Wave target	Sonde 6-7			Sonde 9-10		
	H _i [cm]	H _r [cm]	K _r	H _i [cm]	H _r [cm]	K _r
H100T10j10	9.10	2.40	0.26	8.43	1.66	0.20
H080T10j10	5.99	0.95	0.16	5.99	0.61	0.10
H060T10j10	5.30	0.83	0.16	5.05	0.52	0.10
H050T10j10	4.97	0.77	0.15	4.75	0.48	0.10
H055T08j10	4.13	0.86	0.21	4.08	0.48	0.12
H040T10j10	3.26	0.52	0.16	3.22	0.31	0.10
H035T08j10	2.70	0.60	0.22	2.65	0.34	0.13

Di seguito i valori H_{m0}, T_p e η misurati e i grafici delle registrazioni del segnale acquisito nel tempo e degli spettri per ogni sonda, calcolati utilizzando l'analisi spettrale su intervalli da 120 min (l'analisi spettrale è eseguita su blocchi da 512 punti, quindi la risoluzione spettrale è $\frac{20}{512} \cong 0.039$ Hz) e i livelli medi

$$\eta_m = \frac{1}{N} \cdot \sum_1^N (\eta(t) - \eta(1)), \text{ dove } N \text{ è la lunghezza del segnale; è riportato per ogni}$$

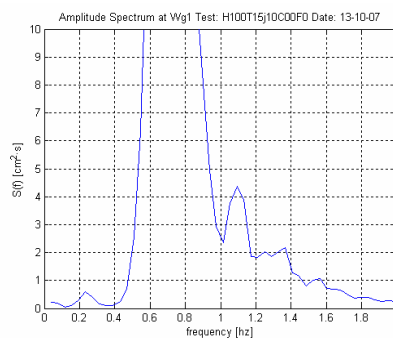
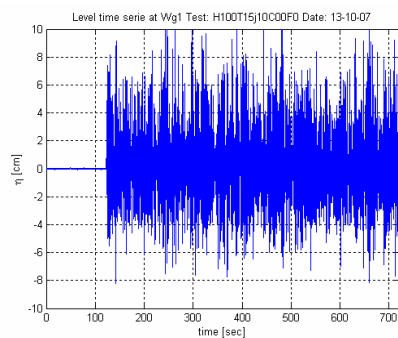
Descrizione della procedura sperimentale

prova il livello dello S.W.L in canale registrato da ogni sonda nei primi due minuti di acquisizione rispetto allo zero acquisito con la procedura di calibrazione (Tabella 4-3).

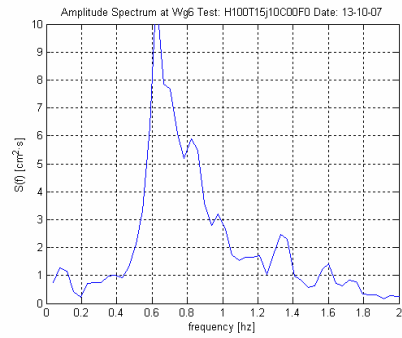
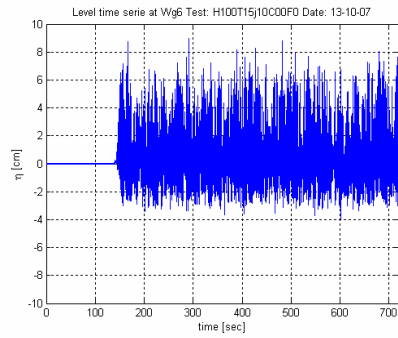
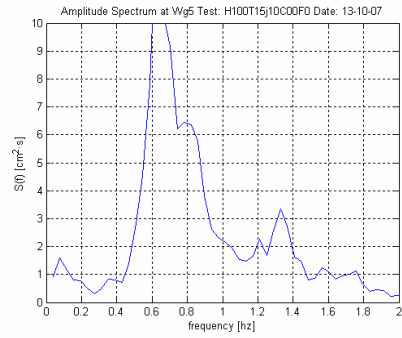
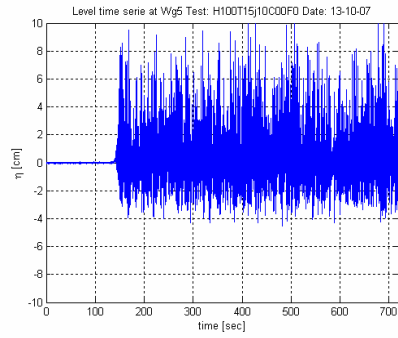
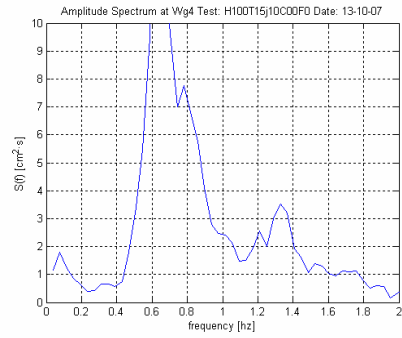
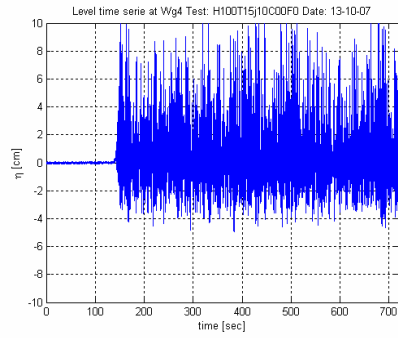
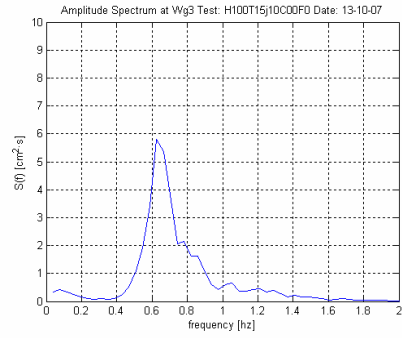
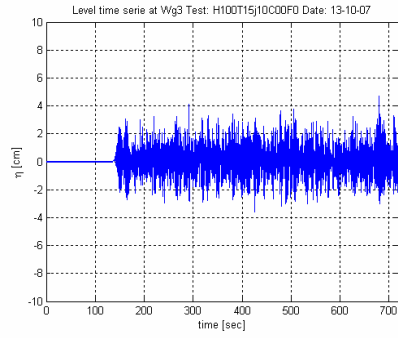
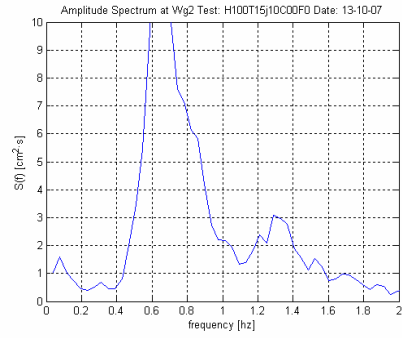
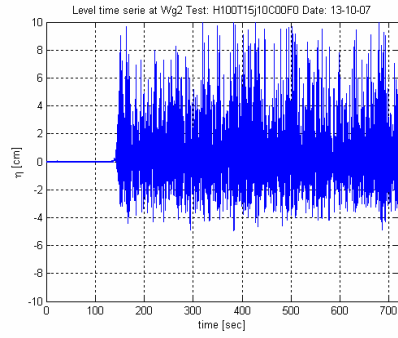
In Figura 4-2 si riportano a titolo di esempio (per il moto onduoso H100T15j10) i grafici di analisi nel dominio del tempo e della frequenza ottenuti nella medesima sessione di prove (senza barriera).

Tabella 4-3: H_{m0} , T_p e η_m per le prove effettuate in assenza di barriera.

		Wg1	Wg2	W3	Wg4	Wg5	Wg6	Wg7	Wg8	Wg9	Wg10
H100T15j10	H_{m0} [cm]	11.71	-	9.54	-	9.46	9.70	9.10	8.45	8.54	8.63
	T_p [s]	1.6	-	1.6	-	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	η [cm]	-0.13	-	-0.18	-	-0.12	-0.20	-0.19	-0.06	-0.07	-0.08
	η Delay [cm]		-	0.5376	-	0.7598	0.4299	0.8347	0.7287	0.5714	0.7265
H080T10j10	H_{m0} [cm]	10.19	-	5.98	-	2.94	6.19	5.94	6.00	5.90	6.13
	T_p [s]	1.0	-	1.1	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	η [cm]	-0.11	-	-0.14	-	-0.09	-0.16	-0.16	-0.12	-0.13	-0.14
	η Delay [cm]	0.5248	-	0.7698	-	0.4148	0.8256	0.7205	0.5624	0.7110	0.7155
H060T10j10	H_{m0} [cm]	7.50	-	5.28	-	2.57	5.48	5.26	5.11	4.99	5.16
	T_p [s]	1.0	-	1.0	-	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
	η [cm]	-0.05	-	-0.08	-	-0.05	-0.08	-0.08	-0.06	-0.07	-0.08
	η Delay [cm]	0.4819	-	0.7073	-	0.3814	0.7698	0.6682	0.5050	0.6511	0.6571
H050T10j10	H_{m0} [cm]	6.04	-	4.94	-	2.41	5.14	4.92	4.78	4.70	4.85
	T_p [s]	1.0	-	1.0	-	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9
	η [cm]	-0.10	-	-0.10	-	-0.05	-0.11	-0.11	-0.08	-0.09	-0.10
	η Delay [cm]	0.5650	-	0.7362	-	0.3862	0.8056	0.7029	0.5385	0.6860	0.6936
H055T08j10	H_{m0} [cm]	5.93	-	4.14	-	1.97	4.27	4.17	4.12	4.05	4.17
	T_p [s]	0.8	-	0.8	-	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
	η [cm]	-0.07	-	-0.09	-	-0.05	-0.10	-0.09	-0.08	-0.09	-0.09
	η Delay [cm]	0.5349	-	0.7080	-	0.3671	0.7800	0.6771	0.5153	0.6608	0.6657
H040T10j10	H_{m0} [cm]	5.10	-	3.25	-	1.58	3.37	3.23	3.19	3.20	3.27
	T_p [s]	1.0	-	1.1	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	η [cm]	-0.04	-	-0.06	-	-0.03	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05
	η Delay [cm]	0.5542	-	0.6889	-	0.3501	0.7624	0.6597	0.4958	0.6414	0.6456
H035T08j10	H_{m0} [cm]	4.03	-	2.78	-	1.35	2.81	2.72	2.68	2.63	2.71
	T_p [s]	0.8	-	0.8	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	η [cm]	-0.01	-	-0.03	-	-0.02	-0.04	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03
	η Delay [cm]	0.5772	-	0.6992	-	0.3508	0.7787	0.6757	0.5112	0.6566	0.6604



Descrizione della procedura sperimentale



Descrizione della procedura sperimentale

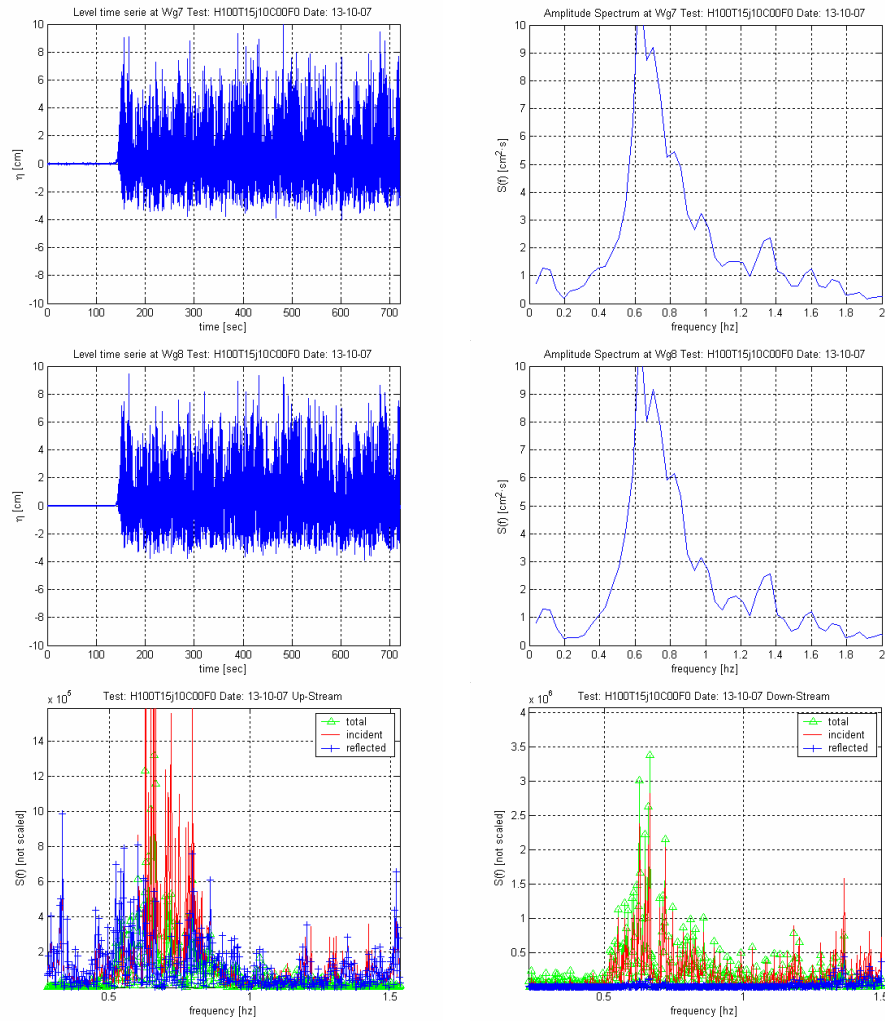


Figura 4-2: Spettri e segnale acquisito dalle sonde per il moto ondoso H100T15j10 per le prove in assenza barriera.

4.2 Costruzione delle barriere

La configurazione delle barriere analizzate in entrambe le sessioni sperimentali è stata effettuata per successivi asporti di massi partendo dalla configurazione con larghezza di cresta maggiore (configurazione C13) fino ad analizzare per ultimo la configurazione con larghezza di cresta minore (configurazione C01). Al termine di ogni fase sperimentale (che ha previsto il lancio di 7 attacchi ondosi) sono stati quindi effettuati 3 rilievi distanti rispettivamente 3, 40, 76 cm dalla parete destra del canale guardando il generatore (sezione 1-1, sezione 2-2, sezione 3-3). Le posizioni dei profili sulle barriere sono indicate in Figura 4-3:

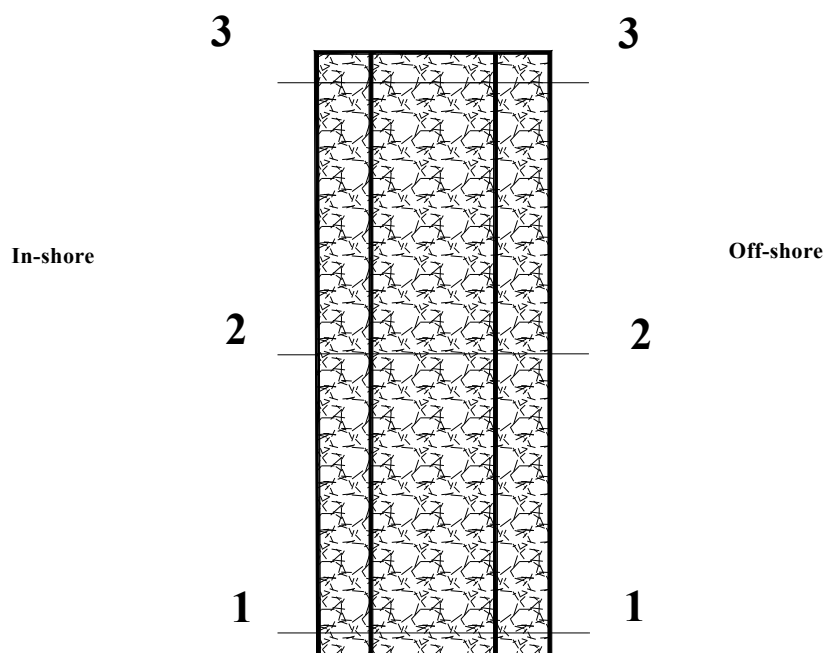


Figura 4-3: Posizione dei rilievi sulle barriere.

Per effettuare i rilievi è stata utilizzata una barra forata posta ad un'altezza di 51 cm dal fondo del canale (Figura 4-5).

Tramite un'asta graduata sono state effettuate, a seconda del tipo di barriera analizzata, dalle 23 e 62 misure per ogni sezione (distanti fra loro 3.5 cm) della distanza fra la barra forata e la barriera (Allegato II).

Mediando i valori misurati sulla berma nei tre rilievi sono stati ottenuti i freeboard reali delle strutture con particolare riferimento al valore medio dei rilievi eseguiti e al valore medio massimo.

Un'ulteriore procedura più precisa che ha permesso la misura effettiva dei freeboard al termine delle prove, ha previsto la lettura con la punta idrometrica posizionata in testa al canale del livello idrico perfettamente tangente all'estremità più alta della cresta. La misura ottenuta viene quindi sottratta dal valore letto con il medesimo strumento prima del lancio di ogni prova.

Descrizione della procedura sperimentale



Figura 4-4: Tipologie di barriere analizzate nelle due sessioni sperimentali.



Figura 4-5: Operazione di rilievo barriera effettuato nella seconda sessione sperimentale.

In Tabella 4-4 e 4-5 sono riportati per ogni barriera e codice d'onda i valori dei freeboards calcolati mediante lettura con punta idrometrica del livello idrico tangente alla cresta (quindi della quota massima della cresta); i valori sono stati ottenuti sottraendo questo valore di livello al livello misurato prima del lancio di ogni prova.

Descrizione della procedura sperimentale

Tabella 4-4: Freeboards caratteristici misurati al termine di ogni attacco ondoso (seconda sessione sperimentale).

Crest-Code	B	Test-Code	Wave-Target	Livello in canale letto con punta idrometrica [cm]	Quota massima della cresta stimata mediante lettura con punta idrometrica [cm]	Freeboard rilevato [cm]
C13	150	I0	H035T08J10C13F0	22.10	24.50	-2.40
		I1	H040T10J10C13F0	22.17	24.50	-2.30
		I2	H055T08J10C13F0	22.18	24.50	-2.30
		I3	H050T10J10C13F0	22.20	24.50	-2.30
		I4	H060T10J10C13F0	22.12	24.50	-2.40
		I5	H080T10J10C13F0	22.11	24.50	-2.40
C12	138	I6	H100T15j10C13F0	22.12	24.50	-2.40
		I0	H035T08J10C12F0	22.09	24.43	-2.30
		I1	H040T10J10C12F0	22.09	24.43	-2.30
		I2	H055T08J10C12F0	22.10	24.43	-2.30
		I3	H050T10J10C12F0	22.04	24.43	-2.40
		I4	H060T10J10C12F0	22.04	24.43	-2.40
C11	126	I5	H080T10J10C12F0	22.08	24.43	-2.40
		I6	H100T15j10C12F0	22.17	24.43	-2.30
		I0	H035T08J10C11F0	22.13	24.63	-2.50
		I1	H040T10J10C11F0	22.12	24.63	-2.50
		I2	H055T08J10C11F0	22.11	24.63	-2.50
		I3	H050T10J10C11F0	22.15	24.63	-2.50
C10	114	I4	H060T10J10C11F0	22.11	24.63	-2.50
		I5	H080T10J10C11F0	22.14	24.63	-2.50
		I6	H100T15j10C11F0	22.20	24.63	-2.40
		I0	H035T08J10C10F0	22.19	24.68	-2.50
		I1	H040T10J10C10F0	22.18	24.68	-2.50
		I2	H055T08J10C10F0	22.18	24.68	-2.50
C09	102	I3	H050T10J10C10F0	22.15	24.68	-2.50
		I4	H060T10J10C10F0	22.16	24.68	-2.50
		I5	H080T10J10C10F0	22.16	24.68	-2.50
		I6	H100T15j10C10F0	22.25	24.68	-2.40
		I0	H035T08J10C09F0	22.08	24.59	-2.50
		I1	H040T10J10C09F0	22.13	24.59	-2.50
C08	90	I2	H055T08J10C09F0	22.08	24.59	-2.50
		I3	H050T10J10C09F0	22.10	24.59	-2.50
		I4	H060T10J10C09F0	22.13	24.59	-2.50
		I5	H080T10J10C09F0	22.13	24.59	-2.50
		I6	H100T15j10C09F0	22.14	24.59	-2.50
		C07	78	I0	H035T08J10C08F0	22.19
I1	H040T10J10C08F0			22.19	24.55	-2.40
I2	H055T08J10C08F0			22.30	24.55	-2.30
I3	H050T10J10C08F0			22.19	24.55	-2.40
I4	H060T10J10C08F0			22.19	24.55	-2.40
I5	H080T10J10C08F0			22.19	24.55	-2.40
C06	66	I6	H100T15j10C08F0	22.28	24.55	-2.30
		I0	H035T08J10C07F0	21.97	24.54	-2.60
		I1	H040T10J10C07F0	21.98	24.54	-2.60
		I2	H055T08J10C07F0	22.01	24.54	-2.50
		I3	H050T10J10C07F0	21.98	24.54	-2.60
		I4	H060T10J10C07F0	21.96	24.54	-2.60
C06	66	I5	H080T10J10C07F0	21.97	24.54	-2.60
		I6	H100T15j10C07F0	22.12	24.54	-2.40
		I0	H035T08J10C06F0	22.10	24.59	-2.50
		I1	H040T10J10C06F0	22.05	24.59	-2.50
		I2	H055T08J10C06F0	22.08	24.59	-2.50
C06	66	I3	H050T10J10C06F0	22.05	24.59	-2.50
		I4	H060T10J10C06F0	22.09	24.59	-2.50
		I5	H080T10J10C06F0	22.05	24.59	-2.50

Descrizione della procedura sperimentale

		I6	H100T15j10C06F0	22.23	24.59	-2.40
C05	54	I0	H035T08J10C05F0	22.05	24.40	-2.40
		I1	H040T10J10C05F0	22.05	24.40	-2.40
		I2	H055T08J10C05F0	22.08	24.40	-2.30
		I3	H050T10J10C05F0	22.05	24.40	-2.40
		I4	H060T10J10C05F0	22.04	24.40	-2.40
		I5	H080T10J10C05F0	22.06	24.40	-2.30
		I6	H100T15j10C05F0	22.24	24.40	-2.20
C04	42	I0	H035T08J10C04F0	22.04	24.36	-2.30
		I1	H040T10J10C04F0	22.04	24.36	-2.30
		I2	H055T08J10C04F0	22.11	24.36	-2.30
		I3	H050T10J10C04F0	22.05	24.36	-2.30
		I4	H060T10J10C04F0	22.05	24.36	-2.30
		I5	H080T10J10C04F0	22.05	24.36	-2.30
		I6	H100T15j10C04F0	22.06	24.36	-2.30
C03	30	I0	H035T08J10C03F0	22.05	24.37	-2.30
		I1	H040T10J10C03F0	22.05	24.37	-2.30
		I2	H055T08J10C03F0	22.06	24.37	-2.30
		I3	H050T10J10C03F0	22.04	24.37	-2.30
		I4	H060T10J10C03F0	22.07	24.37	-2.30
		I5	H080T10J10C03F0	22.03	24.37	-2.30
		I6	H100T15j10C03F0	22.07	24.37	-2.30
C02	18	I0	H035T08J10C02F0	22.07	24.56	-2.50
		I1	H040T10J10C02F0	22.04	24.56	-2.50
		I2	H055T08J10C02F0	22.12	24.56	-2.40
		I3	H050T10J10C02F0	22.09	24.56	-2.50
		I4	H060T10J10C02F0	22.08	24.56	-2.50
		I5	H080T10J10C02F0	22.08	24.56	-2.50
		I6	H100T15j10C02F0	22.20	24.56	-2.40
C01	12	I0	H035T08J10C01F0	22.03	24.57	-2.50
		I1	H040T10J10C01F0	22.04	24.57	-2.50
		I2	H055T08J10C01F0	22.06	24.57	-2.50
		I3	H050T10J10C01F0	22.04	24.57	-2.50
		I4	H060T10J10C01F0	22.02	24.57	-2.60
		I5	H080T10J10C01F0	22.06	24.57	-2.50
		I6	H100T15j10C01F0	22.13	24.57	-2.40

Tabella 4-5: Freeboards caratteristici misurati al termine di ogni attacco ondoso (terza sessione sperimentale).

Crest-Code	B	Test-Code	Wave-Target	Livello in canale letto con punta idrometrica [cm]	Quota massima della cresta stimata mediante lettura con punta idrometrica [cm]	Freeboard rilevato [cm]
C13	150	I0	H035T08J10C13F0	22.08	24.35	-2.30
		I1	H040T10J10C13F0	22.08	24.35	-2.30
		I2	H055T08J10C13F0	22.13	24.35	-2.20
		I3	H050T10J10C13F0	22.03	24.35	-2.30
		I4	H060T10J10C13F0	22.05	24.35	-2.30
		I5	H080T10J10C13F0	22.14	24.35	-2.20
		I6	H100T15j10C13F0	22.13	24.35	-2.20
C12	138	I0	H035T08J10C12F0	22.00	24.33	-2.30
		I1	H040T10J10C12F0	22.00	24.33	-2.30
		I2	H055T08J10C12F0	22.08	24.33	-2.30
		I3	H050T10J10C12F0	21.97	24.33	-2.40
		I4	H060T10J10C12F0	22.08	24.33	-2.30
		I5	H080T10J10C12F0	21.96	24.33	-2.40
		I6	H100T15j10C12F0	22.00	24.33	-2.30
C11	126	I0	H035T08J10C11F0	22.03	24.42	-2.40
		I1	H040T10J10C11F0	22.04	24.42	-2.40
		I2	H055T08J10C11F0	22.13	24.42	-2.30
		I3	H050T10J10C11F0	21.98	24.42	-2.40

Descrizione della procedura sperimentale

		I4	H060T10J10C11F0	22.00	24.42	-2.40
		I5	H080T10J10C11F0	22.03	24.42	-2.40
		I6	H100T15j10C11F0	22.00	24.42	-2.40
C10	114	I0	H035T08J10C10F0	22.03	24.21	-2.20
		I1	H040T10J10C10F0	22.00	24.21	-2.20
		I2	H055T08J10C10F0	22.03	24.21	-2.20
		I3	H050T10J10C10F0	21.94	24.21	-2.30
		I4	H060T10J10C10F0	21.94	24.21	-2.30
		I5	H080T10J10C10F0	22.06	24.21	-2.20
		I6	H100T15j10C10F0	22.00	24.21	-2.20
C09	102	I0	H035T08J10C09F0	22.07	24.35	-2.30
		I1	H040T10J10C09F0	22.00	24.35	-2.40
		I2	H055T08J10C09F0	22.10	24.35	-2.30
		I3	H050T10J10C09F0	22.02	24.35	-2.30
		I4	H060T10J10C09F0	22.00	24.35	-2.40
		I5	H080T10J10C09F0	22.04	24.35	-2.30
		I6	H100T15j10C09F0	22.06	24.35	-2.30
C08	90	I0	H035T08J10C08F0	22.04	24.27	-2.20
		I1	H040T10J10C08F0	22.07	24.27	-2.20
		I2	H055T08J10C08F0	22.09	24.27	-2.20
		I3	H050T10J10C08F0	22.05	24.27	-2.20
		I4	H060T10J10C08F0	22.00	24.27	-2.30
		I5	H080T10J10C08F0	22.07	24.27	-2.20
		I6	H100T15j10C08F0	22.04	24.27	-2.20
C07	78	I0	H035T08J10C07F0	22.04	24.30	-2.30
		I1	H040T10J10C07F0	22.08	24.30	-2.20
		I2	H055T08J10C07F0	22.05	24.30	-2.30
		I3	H050T10J10C07F0	22.08	24.30	-2.20
		I4	H060T10J10C07F0	22.04	24.30	-2.30
		I5	H080T10J10C07F0	22.03	24.30	-2.30
		I6	H100T15j10C07F0	22.00	24.30	-2.30
C06	66	I0	H035T08J10C06F0	22.05	24.67	-2.60
		I1	H040T10J10C06F0	22.08	24.67	-2.60
		I2	H055T08J10C06F0	22.13	24.67	-2.50
		I3	H050T10J10C06F0	22.01	24.67	-2.70
		I4	H060T10J10C06F0	22.08	24.67	-2.60
		I5	H080T10J10C06F0	22.10	24.67	-2.60
		I6	H100T15j10C06F0	22.10	24.67	-2.60
C05	54	I0	H035T08J10C05F0	22.02	24.36	-2.30
		I1	H040T10J10C05F0	22.04	24.36	-2.30
		I2	H055T08J10C05F0	22.10	24.36	-2.30
		I3	H050T10J10C05F0	22.00	24.36	-2.40
		I4	H060T10J10C05F0	22.05	24.36	-2.30
		I5	H080T10J10C05F0	22.05	24.36	-2.30
		I6	H100T15j10C05F0	22.09	24.36	-2.30
C04	42	I0	H035T08J10C04F0	21.92	24.33	-2.40
		I1	H040T10J10C04F0	21.92	24.33	-2.40
		I2	H055T08J10C04F0	22.00	24.33	-2.30
		I3	H050T10J10C04F0	21.99	24.33	-2.30
		I4	H060T10J10C04F0	21.83	24.33	-2.50
		I5	H080T10J10C04F0	21.91	24.33	-2.40
		I6	H100T15j10C04F0	22.04	24.33	-2.30
C03	30	I0	H035T08J10C03F0	21.96	24.63	-2.70
		I1	H040T10J10C03F0	21.90	24.63	-2.70
		I2	H055T08J10C03F0	22.05	24.63	-2.60
		I3	H050T10J10C03F0	21.95	24.63	-2.70
		I4	H060T10J10C03F0	22.06	24.63	-2.60
		I5	H080T10J10C03F0	22.03	24.63	-2.60
		I6	H100T15j10C03F0	22.10	24.63	-2.50
C02	18	I0	H035T08J10C02F0	22.12	24.60	-2.50
		I1	H040T10J10C02F0	22.14	24.60	-2.50
		I2	H055T08J10C02F0	22.14	24.60	-2.50
		I3	H050T10J10C02F0	22.10	24.60	-2.50
		I4	H060T10J10C02F0	22.13	24.60	-2.50
		I5	H080T10J10C02F0	22.10	24.60	-2.50

Descrizione della procedura sperimentale

		I6	H100T15j10C02F0	22.02	24.60	-2.60
C01	12	I0	H035T08J10C01F0	22.16	24.65	-2.50
		I1	H040T10J10C01F0	22.05	24.65	-2.60
		I2	H055T08J10C01F0	22.17	24.65	-2.50
		I3	H050T10J10C01F0	22.10	24.65	-2.60
		I4	H060T10J10C01F0	22.10	24.65	-2.60
		I5	H080T10J10C01F0	22.15	24.65	-2.50
		I6	H100T15j10C01F0	22.20	24.65	-2.50

4.3 Prove con barriera

I test con generazione di moto ondoso irregolare hanno una durata di 12 minuti: nei primi due minuti il sistema è settato per acquisire il livello in canale nella situazione di calma attraverso l'impostazione di un ritardo nella partenza del battionde in modo da poter stimare l'innalzamento idrico in conseguenza dell'attivazione della pompa retropala.

A circa 30 secondi dal lancio dell'attacco ondoso, si misura il livello in canale al piede della barriera, alla punta idrometrica e dietro al battionde (in modo da poter monitorare il battente idrico quindi la portata di aspirazione della pompa).

Negli ultimi 2 minuti viene effettuato un filmato da postazione fissa e al termine della prova viene nuovamente misurato il battente idrico dietro al battionde (per motivi di precisione legate al grado di agitazione delle acque, non sono state effettuate le misure dei livelli al piede della barriera e alla punta idrometrica), quindi viene effettuato il rilievo della struttura. Di seguito si riporta lo schema del canale settato per le prove con barriera nelle due sessioni sperimentali (Figura 4-6).

Descrizione della procedura sperimentale

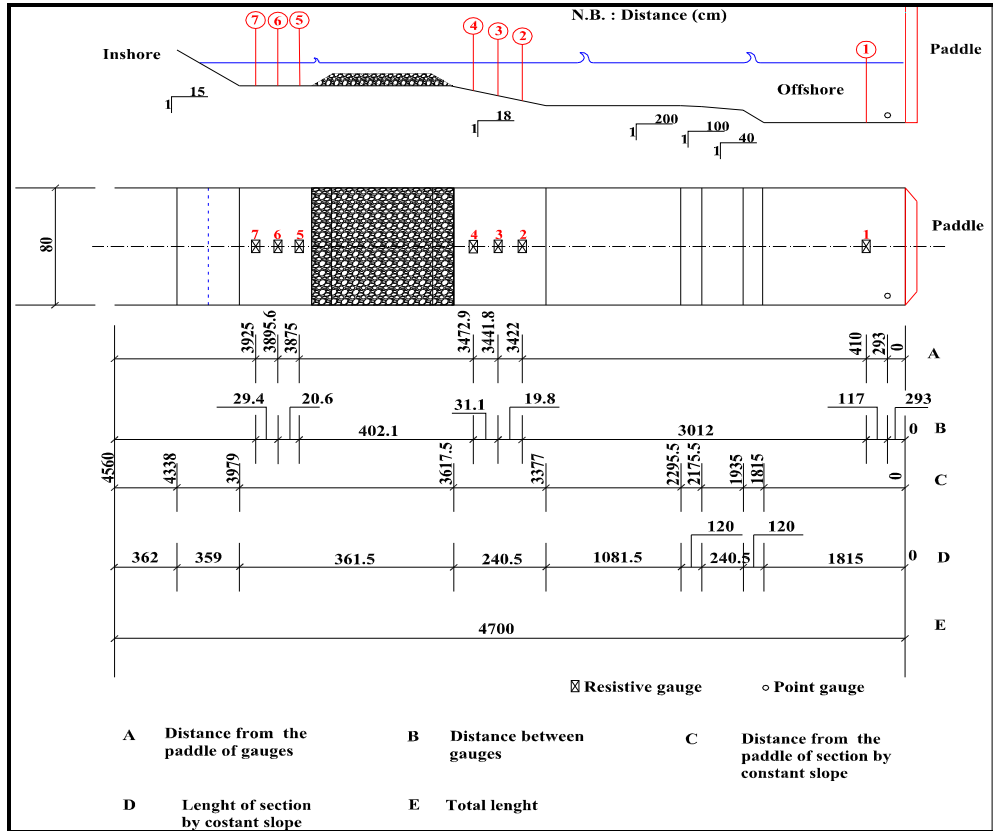


Figura 4-6: Schema del canale nella seconda sessione di esperimenti.



Figura 4-7: Esempio di interazione onda-struttura (terza sessione di esperimenti).

Per ogni prova vengono riportati i valori relativi al livello in canale nei primi due minuti di acquisizione (indicato con η_m Delay) e i valori emersi dall'analisi spettrale e dall'analisi di riflessione (Allegato I), quindi plottati i segnali rilevati

da ogni sonda, per poter così riconoscere immediatamente eventuali malfunzionamenti e lo spettro (precedentemente riportati a titolo di esempio in Figura 4-2).

4.4 Gestione dei dati

Durante le attività di laboratorio i dati sono stati organizzati all'interno di tre serie ben precise corrispondenti a tre distinte fasi temporali di prove:

- I Serie: prove effettuate nell'ambito del progetto di ricerca europeo DELOS su due tipologie di barriere con nucleo impermeabile e mantellata esterna (oggetto di descrizione nella precedente sessione di laurea).
- II Serie: prove effettuate su barriere con nucleo impermeabile.
- III Serie: prove effettuate su barriere permeabili composte da massi omogenei.

I dati sono stati quindi archiviati in cartelle in base alla data di esecuzione (nominate nel formato 'gg-mm-aa'), all'interno delle quali sono stati inseriti i file in formato ASCII del segnale acquisito dalle sonde calibrate, i file in formato ASCII del segnale rilevato dalla strumentazione (sonde resistive), il report giornaliero degli esperimenti effettuati e altre due cartelle denominate 'DatiCalibrati' e 'Figure'.

All'interno di ogni serie di esperimenti si trovano i filmati e le foto di ogni prova effettuata, i programmi Matlab per l'analisi dei dati e una cartella denominata 'Relazioni' all'interno della quale sono stati inseriti i file Excel dei moduli di esperimento, i file Cad di progetto, la check-list degli esperimenti e il diario in cui sono stati annotati per giorno eventuali problemi e malfunzionamenti (Figura 4-8).

Descrizione della procedura sperimentale

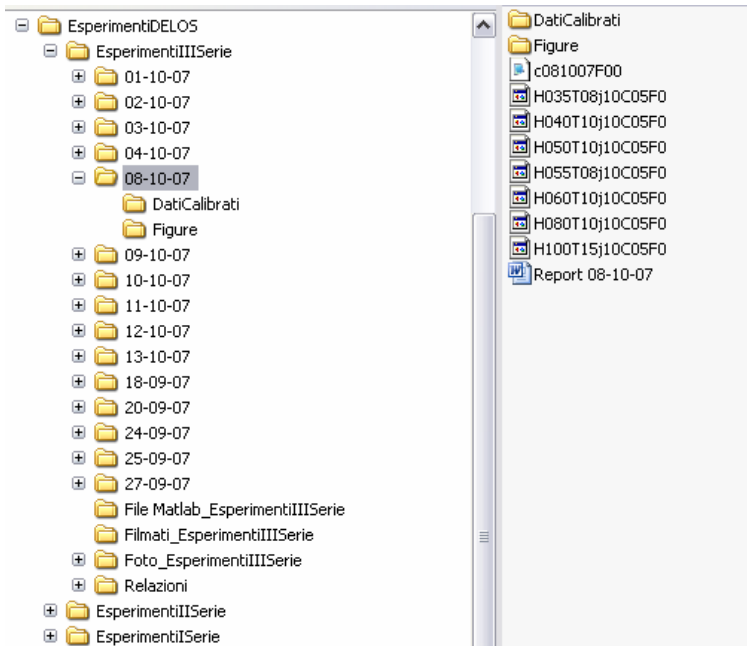


Figura 4-8: Gestione dei dati sperimentali.

All'interno della cartella 'DatiCalibrati' sono inseriti i file di testo con gli output degli esperimenti (H_{m0} , T_p e η) (Figura 4-9):

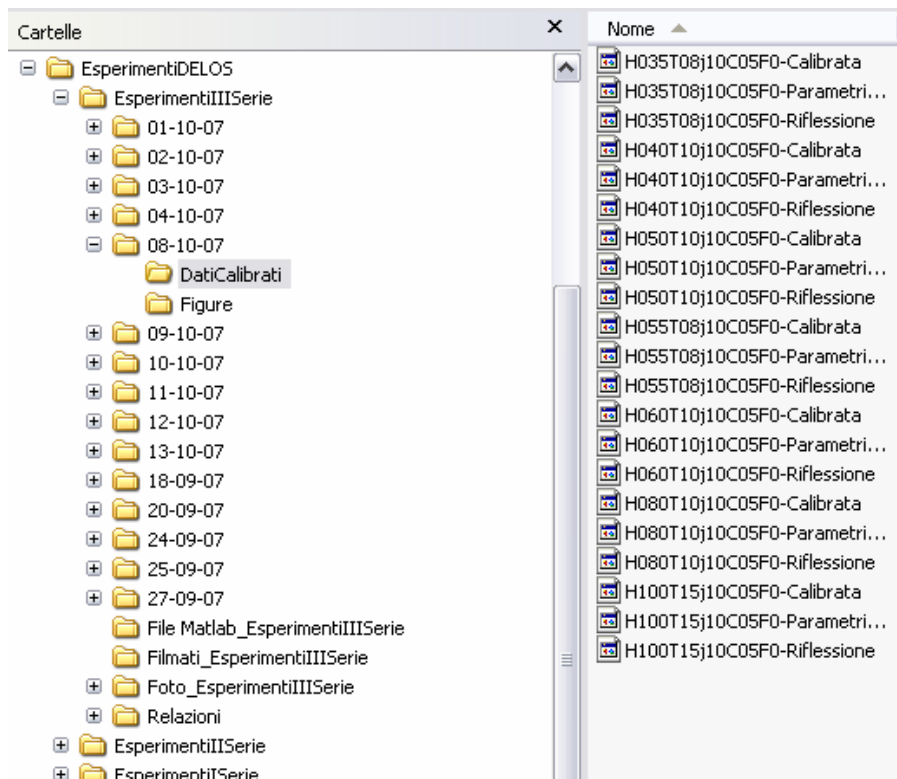


Figura 4-9: Cartella 'DatiCalibrati'.

All'interno della cartella 'Figure' sono stati archiviati per ogni sonda i grafici delle rette di calibrazione e i grafici delle analisi nel dominio del tempo e della frequenza (Figura 4-10):

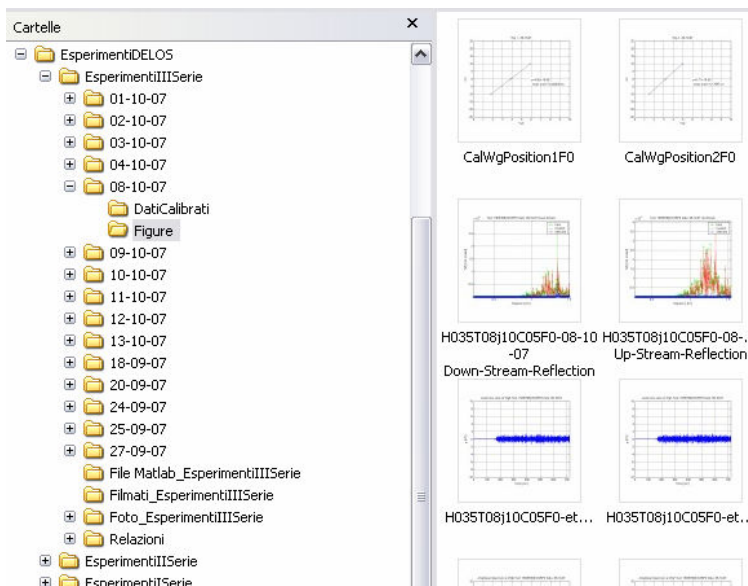


Figura 4-10: Cartella 'Figure'.

Terminato il lavoro di sperimentazione in laboratorio l'intero set di dati è stato archiviato nelle tre fasi di esecuzione in una cartella 'DatabaseLC_2007' suddividendoli in dati grezzi e dati calibrati rispettivamente nelle cartelle 'DatiGrezzi' e 'DatiCalibrati'. All'interno della cartella 'DatiCalibrati' i dati sono stati organizzati per anno di acquisizione e per operatore, quindi per barriera analizzata. Per ogni barriera sono inserite le cartelle:

- 'Data' in cui si trovano i file in formato ASCII del segnale acquisito dalle sonde calibrato.
- 'Graphs' in cui si trovano per ogni sonda i grafici delle rette di calibrazione e i grafici delle analisi nel dominio del tempo e della frequenza.
- 'Outputs' in cui si trovano i file di testo con gli output degli esperimenti (H_{m0} , T_p e η)
- 'Report' in cui ritrova la descrizione dell'attività giornaliera per la struttura coinvolta.

Descrizione della procedura sperimentale

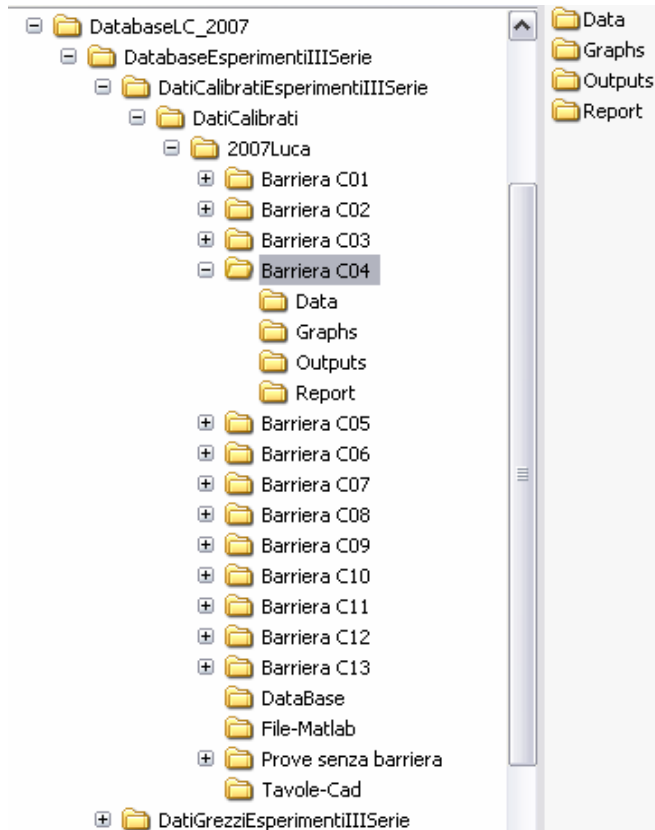


Figura 4-11: Disposizione dei dati nell'archivio.

All'interno della cartella 'DatiGrezzi' sono inseriti per anno di acquisizione, per operatore, per barriera analizzata, quindi per data di acquisizione i filmati di ogni prova effettuata (all'interno della cartella 'Video-Document'), i file in formato ASCII del segnale rilevato dalla strumentazione (all'interno della cartella 'Data') e i file Excel dei moduli di esperimento (all'interno della cartella 'Experiment-Tables') (Figure 4-12, 4-13, 4-14).

Descrizione della procedura sperimentale

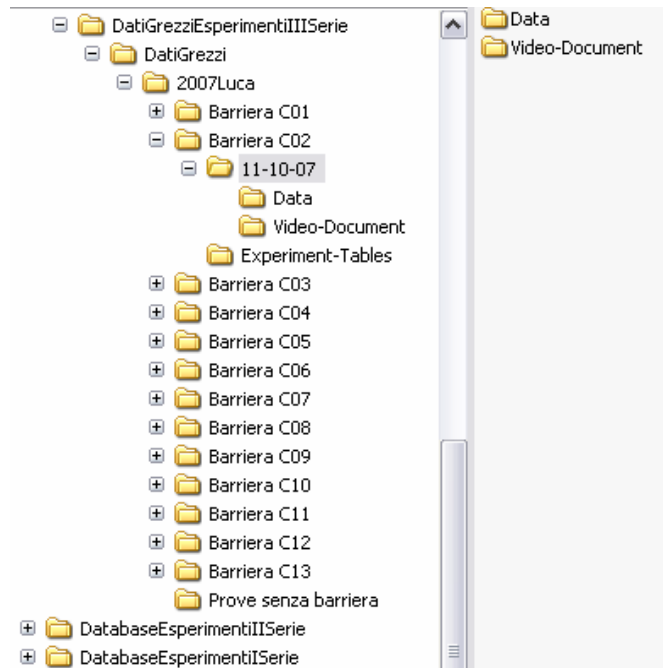


Figura 4-12: Archivio 'DatiGrezzi'.

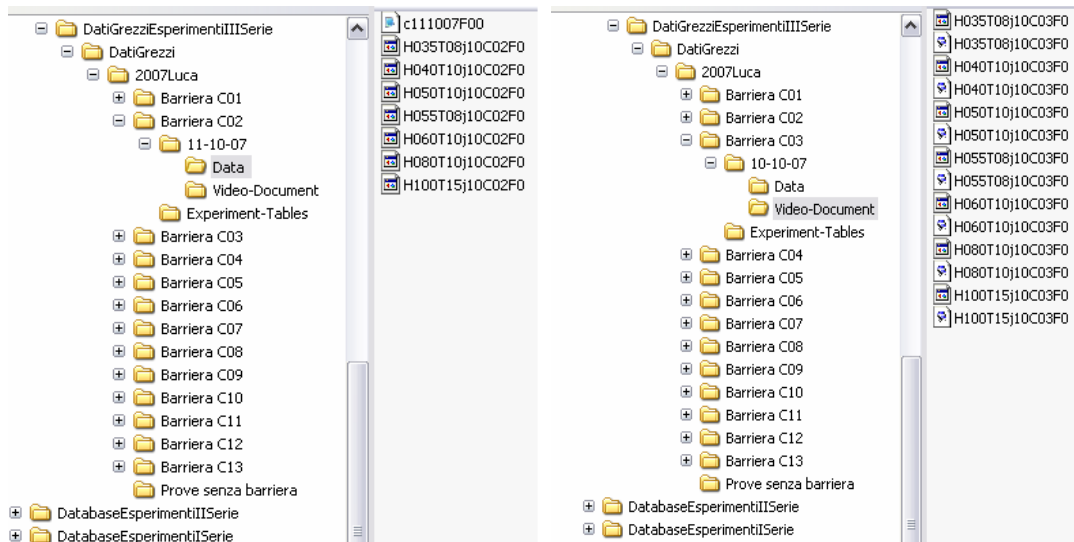


Figura 4-13: Archivi 'Data' e 'Video-Document'.

Descrizione della procedura sperimentale

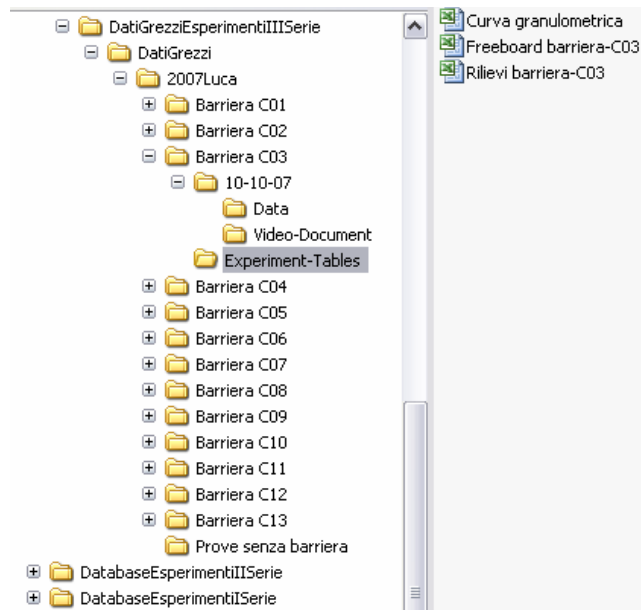


Figura 4-14: Archivio 'Experiment-Tables'.

E' stato infine creato un database per ogni fase sperimentale eseguita contenente le informazioni geometriche della barriere analizzate, la disposizione della strumentazione e le H_{m0} , T_p e η rilevati da ogni sonda per tutti i test effettuati.

5 Analisi dati

In questo capitolo si presentano i risultati dell'elaborazione dei dati raccolti durante le 2 sessioni di prove sperimentali; all'interno dell'analisi di primo livello le grandezze studiate sono poste in relazione con singoli parametri (dimensionali) della struttura analizzata e del moto ondoso e in seguito, all'interno dell'analisi di secondo livello, con combinazioni (adimensionali) dei medesimi al fine di ottenere risultati con più ampia validità. Particolare attenzione è posta sul comportamento di strutture con diversa larghezza della cresta e su come questo parametro possa influenzare i fenomeni di trasmissione del moto ondoso; all'interno di questo studio si analizzano formule presenti in letteratura, sottoponendole a validazione con il set di dati in nostro possesso.

5.1 Analisi di primo livello

I parametri dimensionali significativi per descrivere in modo completo l'ambiente di lavoro e dai quali i fenomeni studiati dipendono sono i seguenti:

- H_{m0i} : Altezza d'onda incidente al piede della barriera filtrata dall'onda riflessa (misurata dalle sonde in posizione 3, 4).
- H_{m0i}^* : Altezza d'onda incidente misurata alle sonde in posizione 6, 7 nelle prove effettuate in assenza di barriera.
- T_p : Periodo di picco registrato davanti alla barriera (media dei T_p misurati dalle sonde in posizione 2, 3, 4).
- T_m : Periodo medio registrato davanti alla barriera (media dei T_m misurati dalle sonde in posizione 2, 3, 4).
- **Level 1**: La media del livello misurato dalle sonde in posizione 2, 3, 4.
- H_{m0t} : Media delle altezze d'onda trasmesse dietro la barriera (misurata dalle sonde in posizione 5, 6, 7).
- T_{pt} : Periodo di picco registrato dietro alla barriera (media dei T_p misurati dalle sonde in posizione 5, 6, 7).

Analisi dati

- **T_{mt}**: Periodo medio registrato dietro alla barriera (media dei T_m misurati dalle sonde in posizione 5, 6, 7).
- **Level 2**: La media del livello misurato dalle sonde in posizione 5, 6, 7.
- **Freeboard R_c**: differenza fra la lettura del livello in canale effettuata con punta idrometrica prima di ogni prova e il livello idrico tangente alla cresta della scogliera testata.

Di seguito (Tabella 5-1, 5-2) sono riassunti i dati raccolti nella prima e seconda sessione sperimentale, relativi in particolare ad ogni attacco ondoso e ad ogni struttura testata; Per problemi relativi al funzionamento della sonda in posizione 5 in alcuni casi si è ommesso il dato acquisito dal calcolo della media per la stima dell'onda trasmessa sottoflutto.

Tabella 5-1: Parametri caratteristici registrati durante la seconda sessione di esperimenti.

Crest-code	Wave-code	H _{m0i} *	H _{m0i} [cm]	T _p [s]	T _m [s]	Level [cm] Wg 2,3,4	H _{m0c} [cm]	T _p [s]	T _m [s]	Level [cm] Wg 5,6,7	R _c [cm]
C13	16	9.10	10.61	1.2	0.8	-0.71	2.31	12.8	1.2	0.73	-2.4
	15	5.99	6.44	1.3	1.0	-6.46	1.21	8.5	1.3	0.08	-2.4
	14	5.30	5.76	1.3	1.1	-0.32	1.02	11.4	1.3	0.64	-2.4
	13	4.97	5.29	1.3	1.1	-0.14	0.94	9.9	1.3	0.56	-2.3
	12	4.13	4.5	1.5	1.2	-0.19	0.79	8.5	1.5	0.35	-2.3
	11	3.26	3.48	1.6	1.1	-0.07	0.76	8.5	1.6	0.28	-2.3
	10	2.70	3.02	1.8	1.3	-0.13	0.59	0.8	1.8	0.00	-2.4
C12	16	9.10	10.76	1.2	0.8	-0.65	2.45	12.8	1.2	2.09	-2.3
	15	5.99	6.44	1.3	1.0	-0.49	1.32	8.5	1.3	0.79	-2.4
	14	5.30	5.63	1.4	1.1	-0.28	1.07	9.9	1.4	0.56	-2.4
	13	4.97	5.28	1.4	1.1	-0.25	0.99	9.9	1.4	0.40	-2.4
	12	4.13	4.43	1.6	1.2	-0.23	0.81	8.5	1.6	0.24	-2.3
	11	3.26	3.45	1.7	1.1	-0.11	0.83	8.5	1.7	0.25	-2.3
	10	2.70	3.17	1.8	1.3	-0.14	0.69	0.6	1.8	0.06	-2.3
C11	16	9.10	10.76	1.2	0.8	-0.52	2.45	12.8	1.2	1.87	-2.4
	15	5.99	6.36	1.3	1.0	-0.40	1.28	8.5	1.3	0.67	-2.5
	14	5.30	5.55	1.5	1.1	-0.33	1.11	9.9	1.5	0.38	-2.5
	13	4.97	5.21	1.5	1.1	-0.30	1.03	9.9	1.5	0.26	-2.5
	12	4.13	4.2	1.6	1.3	-0.20	0.89	0.9	1.6	0.16	-2.5
	11	3.26	3.42	1.7	1.1	-0.17	0.90	8.5	1.7	0.16	-2.5
	10	2.70	3.11	1.8	1.3	-0.17	0.77	0.7	1.8	0.02	-2.5
C10	16	9.10	10.83	1.2	0.8	-0.54	2.53	9.1	1.2	1.68	-2.4
	15	5.99	6.51	1.4	1.0	-0.39	1.37	8.5	1.4	0.65	-2.5
	14	5.30	5.7	1.5	1.1	-0.29	1.16	12.8	1.5	0.40	-2.5
	13	4.97	5.34	1.5	1.1	-0.31	1.06	11.4	1.5	0.22	-2.5
	12	4.13	4.37	1.7	1.3	-0.24	0.93	0.9	1.7	0.12	-2.5
	11	3.26	3.51	1.7	1.1	-0.17	0.92	8.5	1.7	0.15	-2.5
	10	2.70	2.95	1.8	1.3	-0.09	0.81	0.8	1.8	0.06	-2.5

Analisi dati

C09	16	9.10	10.71	1.7	1.5	-0.55	2.72	1.7	1.7	1.68	-2.5
	15	5.99	6.5	1.6	1.0	-0.39	1.57	8.5	1.6	0.67	-2.5
	14	5.30	5.59	2.0	1.1	-0.32	1.41	4.7	2.0	0.38	-2.5
	13	4.97	5.3	2.0	1.1	-0.30	1.30	7.2	2.0	0.23	-2.5
	12	4.13	4.34	2.1	1.2	-0.23	1.16	0.7	2.1	0.13	-2.5
	11	3.26	3.49	2.1	1.1	-0.16	1.13	3.3	2.1	0.15	-2.5
	10	2.70	2.97	1.9	1.3	-0.09	0.95	0.8	1.9	0.04	-2.5
C08	16	9.10	10.65	1.2	0.8	-0.53	2.82	1.6	1.2	1.64	-2.3
	15	5.99	6.52	1.4	1.0	-0.35	1.64	8.5	1.4	0.65	-2.4
	14	5.30	5.57	1.6	1.1	-0.01	1.36	1.0	1.6	0.66	-2.4
	13	4.97	5.22	1.6	1.1	-0.32	1.28	4.9	1.6	0.23	-2.4
	12	4.13	4.24	1.8	1.2	-0.29	1.15	0.6	1.8	0.09	-2.3
	11	3.26	3.39	1.8	1.1	-0.24	1.09	1.1	1.8	0.09	-2.4
	10	2.70	2.9	1.8	1.3	-0.18	0.94	0.1	1.8	0.03	-2.4
C07	16	9.10	10.73	1.2	0.8	-0.48	3.00	1.5	1.2	1.66	2.4
	15	5.99	6.58	1.4	1.0	-0.44	1.79	8.5	1.4	0.60	-2.6
	14	5.30	5.7	1.5	1.1	-0.30	1.52	1.0	1.5	0.40	-2.6
	13	4.97	5.35	1.6	1.1	-0.28	1.43	0.9	1.6	0.25	-2.6
	12	4.13	4.32	1.7	1.2	-0.22	1.28	0.9	1.7	0.11	-2.5
	11	3.26	3.44	1.7	1.1	-0.15	1.21	1.1	1.7	0.14	-2.6
	10	2.70	2.93	1.8	1.3	-0.07	1.04	0.8	1.8	0.05	-2.6
C06	16	9.10	10.7	1.2	0.8	-0.44	3.27	1.5	1.2	1.63	-2.4
	15	5.99	6.48	1.5	1.0	-0.48	2.01	8.5	1.5	0.57	-2.5
	14	5.30	5.63	1.6	1.1	-0.34	1.76	1.0	1.6	0.33	-2.5
	13	4.97	5.23	1.6	1.1	-0.33	1.58	0.9	1.6	0.19	-2.5
	12	4.13	4.29	1.7	1.2	-0.27	1.37	0.9	1.7	0.06	-2.5
	11	3.26	3.43	1.7	1.1	-0.19	1.29	1.1	1.7	0.11	-2.5
	10	2.70	2.9	1.8	1.3	-0.08	1.11	0.8	1.8	0.03	-2.5
C05	16	9.10	10.64	1.2	0.8	-0.39	3.34	1.5	1.2	1.72	-2.2
	15	5.99	6.49	1.5	1.0	-0.44	2.02	3.6	1.5	0.69	-2.3
	14	5.30	5.6	1.6	1.1	-0.32	1.69	1.0	1.6	0.42	-2.4
	13	4.97	5.25	1.6	1.1	-0.22	1.62	0.9	1.6	0.27	-2.4
	12	4.13	4.28	1.8	1.2	-0.23	1.36	0.9	1.8	0.14	-2.3
	11	3.26	3.47	1.7	1.1	-0.18	1.32	1.1	1.7	0.16	-2.4
	10	2.70	2.93	1.8	1.3	-0.08	1.08	0.8	1.8	0.06	-2.4
C04	16	9.10	10.66	1.1	0.8	-0.52	3.64	1.5	1.1	1.55	-2.3
	15	5.99	6.55	1.4	1.0	-0.39	2.23	1.2	1.4	0.68	-2.3
	14	5.30	5.65	1.5	1.1	-0.28	1.93	1.0	1.5	0.43	-2.3
	13	4.97	5.29	1.6	1.1	-0.24	1.95	1.0	1.6	0.28	-2.3
	12	4.13	4.3	1.8	1.2	-0.20	1.70	0.9	1.8	0.13	-2.3
	11	3.26	3.47	1.8	1.1	-0.14	1.61	1.1	1.8	0.16	-2.3
	10	2.70	2.93	1.9	1.3	-0.04	1.39	0.8	1.9	0.08	-2.3
C03	16	9.10	10.55	2.1	0.8	-0.44	4.10	1.1	2.1	0.05	-2.3
	15	5.99	6.53	1.5	1.0	-0.37	2.66	1.2	1.5	0.15	-2.3
	14	5.30	5.58	1.6	1.1	-0.09	2.33	1.1	1.6	0.11	-2.3
	13	4.97	5.28	1.6	1.1	-0.25	2.24	1.0	1.6	0.25	-2.3
	12	4.13	4.27	1.8	1.2	-0.21	1.90	0.9	1.8	0.29	-2.3
	11	3.26	3.41	1.7	1.1	-0.15	1.75	1.1	1.7	0.66	-2.3
	10	2.70	2.89	1.9	1.3	-0.07	1.55	0.8	1.9	1.39	-2.3
C02	16	9.10	10.59	2.2	0.8	-0.25	4.79	1.1	2.2	1.29	-2.4
	15	5.99	6.51	2.1	1.0	-0.34	3.06	0.8	2.1	0.45	-2.5

Analisi dati

	14	5.30	5.58	1.8	1.1	-0.26	2.71	1.1	1.8	0.26	-2.5
	13	4.97	5.25	1.9	1.1	-0.24	2.58	1.0	1.9	0.21	-2.5
	12	4.13	4.28	2.1	1.2	-0.20	2.32	0.7	2.1	0.09	-2.4
	11	3.26	3.44	2.1	1.1	-0.15	2.12	0.8	2.1	0.12	-2.5
	10	2.70	2.93	2.2	1.3	-0.08	1.86	0.7	2.2	0.02	-2.5
C01	16	9.10	10.59	1.7	0.8	-0.36	5.04	1.1	1.7	1.55	-2.4
	15	5.99	6.48	1.4	1.0	-0.30	3.21	1.1	1.4	0.45	-2.5
	14	5.30	5.63	2.7	1.1	-0.20	3.49	0.8	2.7	0.47	-2.6
	13	4.97	5.25	2.5	1.1	-0.18	3.23	0.7	2.5	0.23	-2.5
	12	4.13	4.28	1.8	1.2	-0.13	2.63	0.9	1.8	0.87	-2.5
	11	3.26	3.44	1.7	1.1	-0.10	2.33	1.1	1.7	0.07	-2.5
	10	2.70	2.94	1.9	1.3	-0.03	1.98	0.8	1.9	0.00	-2.5

Tabella 5-2: Parametri caratteristici registrati durante la terza sessione di esperimenti.

Crest-code	Wave-code	H _{m0i} *	H _{m0i} [cm]	T _p [s]	T _m [s]	Level [cm] Wg 2,3,4	H _{m0t} [cm]	T _p [s]	T _m [s]	Level [cm] Wg 5,6,7	Rc [cm]
C13	16	9.10	10.62	1.53	0.8	-0.44	2.75	1.50	1.0	0.82	-2.2
	15	5.99	6.44	1.00	1.0	-0.43	1.89	1.10	1.2	0.08	-2.2
	14	5.30	5.59	1.00	1.1	-0.18	1.68	1.07	1.2	0.09	-2.3
	13	4.97	5.22	1.00	1.1	-0.38	1.52	1.00	1.3	-0.18	-2.3
	12	4.13	4.27	0.80	1.2	-0.30	1.43	0.87	1.3	-0.20	-2.2
	11	3.26	3.43	1.07	1.1	-0.24	1.30	1.07	1.2	-0.18	-2.3
	10	2.70	2.95	0.80	1.3	-0.15	1.14	0.80	1.3	-0.12	-2.3
C12	16	9.10	10.63	1.57	0.8	-0.60	3.00	1.60	1.1	0.86	-2.3
	15	5.99	6.37	1.00	1.0	-0.47	2.00	1.13	1.3	0.12	-2.4
	14	5.30	5.6	1.00	1.1	-0.29	1.81	1.10	1.3	0.03	-2.3
	13	4.97	5.19	1.00	1.1	-0.40	1.66	1.00	1.3	-0.16	-2.4
	12	4.13	4.22	0.80	1.2	-0.35	1.49	0.90	1.3	-0.21	-2.3
	11	3.26	3.41	1.07	1.1	-0.21	1.36	1.07	1.2	-0.10	-2.3
	10	2.70	2.91	0.80	1.3	-0.18	1.20	0.80	1.3	-0.14	-2.3
C11	16	9.10	10.73	1.57	0.8	-0.65	3.15	1.60	1.1	0.87	-2.4
	15	5.99	6.4	1.03	1.0	-0.48	2.04	1.13	1.3	0.15	-2.4
	14	5.30	5.61	1.00	1.1	-0.26	1.88	1.03	1.3	0.08	-2.4
	13	4.97	5.25	1.00	1.1	-0.29	1.77	1.00	1.3	-0.03	-2.4
	12	4.13	4.26	0.80	1.2	-0.23	1.60	0.90	1.3	-0.07	-2.3
	11	3.26	3.47	1.00	1.1	-0.16	1.46	1.03	1.3	-0.04	-2.4
	10	2.70	2.93	0.80	1.3	-0.10	1.28	0.80	1.3	-0.05	-2.4
C10	16	9.10	10.65	1.50	0.8	-0.44	3.40	1.60	1.1	1.12	-2.2
	15	5.99	6.33	1.03	1.0	-0.09	2.17	1.17	1.3	0.57	-2.2
	14	5.30	5.61	1.00	1.1	-0.10	2.12	1.07	1.3	0.23	-2.3
	13	4.97	5.25	0.97	1.1	-0.09	1.98	1.00	1.3	0.14	-2.3
	12	4.13	4.29	0.80	1.2	-0.07	1.81	0.90	1.3	0.07	-2.2
	11	3.26	3.46	1.03	1.1	-0.04	1.63	1.07	1.3	0.07	-2.2
	10	2.70	2.92	0.80	1.3	-0.02	1.41	0.80	1.4	0.02	-2.2
C09	16	9.10	10.67	1.50	0.8	-0.33	3.30	1.57	1.1	1.15	-2.3
	15	5.99	6.46	1.00	1.0	-0.18	2.16	1.13	1.3	0.46	-2.3
	14	5.30	5.59	1.00	1.1	-0.07	1.93	1.03	1.3	0.27	-2.4
	13	4.97	5.27	1.00	1.1	-0.10	1.83	1.00	1.3	0.16	-2.3

Analisi dati

	I2	4.13	4.3	0.80	1.2	-0.07	1.68	0.90	1.4	0.09	-2.3
	I1	3.26	3.42	1.00	1.1	-0.05	1.51	1.07	1.3	0.08	-2.4
	I0	2.70	2.92	0.80	1.3	-0.02	1.32	0.80	1.4	0.03	-2.3
C08	I6	9.10	10.61	1.53	0.8	-0.38	3.73	1.53	1.1	1.19	-2.2
	I5	5.99	6.49	1.03	1.0	-0.19	2.44	1.17	1.3	0.49	-2.2
	I4	5.30	5.59	1.00	1.1	-0.09	2.27	1.07	1.7	0.29	-2.3
	I3	4.97	5.25	0.97	1.1	-0.09	2.13	0.70	1.9	0.20	-2.2
	I2	4.13	4.27	0.80	1.2	-0.06	2.05	0.63	2.4	0.09	-2.2
	I1	3.26	3.4	1.07	1.1	-0.04	2.72	0.77	3.7	-0.52	-2.2
	I0	2.70	2.92	0.80	1.3	-0.02	2.52	0.57	3.8	0.02	-2.2
C07	I6	9.10	10.57	1.53	0.8	-0.38	4.20	1.53	1.1	1.10	-2.3
	I5	5.99	6.46	1.00	1.0	-0.19	2.63	1.17	1.2	0.45	-2.3
	I4	5.30	5.66	1.00	1.1	-0.10	2.43	1.10	1.3	0.27	-2.3
	I3	4.97	5.27	1.00	1.1	-0.11	2.26	1.00	1.3	0.54	-2.2
	I2	4.13	4.27	0.80	1.2	-0.07	2.13	0.90	1.4	0.09	-2.3
	I1	3.26	3.45	1.07	1.1	-0.05	1.82	1.10	1.3	0.10	-2.2
	I0	2.70	2.91	0.80	1.3	-0.04	2.79	0.80	3.6	-0.01	-2.3
C06	I6	9.10	10.52	1.53	0.8	-0.32	5.16	1.03	2.7	1.19	-2.6
	I5	5.99	6.4	1.00	1.0	-0.16	3.77	0.80	3.3	0.73	-2.6
	I4	5.30	5.63	1.00	1.1	-0.08	2.83	1.10	1.3	0.27	-2.6
	I3	4.97	5.26	1.00	1.1	-0.09	2.60	1.00	1.4	0.17	-2.7
	I2	4.13	4.28	0.80	1.2	-0.06	2.39	0.90	1.4	0.08	-2.5
	I1	3.26	3.45	1.07	1.1	-0.05	2.07	1.10	1.3	0.08	-2.6
	I0	2.70	2.91	0.80	1.3	-0.02	1.81	0.80	1.4	0.03	-2.6
C05	I6	9.10	10.59	1.53	0.8	-0.31	4.60	1.53	1.1	0.91	-2.3
	I5	5.99	6.42	1.00	1.0	-0.15	2.90	1.10	1.2	0.35	-2.3
	I4	5.30	5.62	1.00	1.1	-0.07	2.71	1.10	1.3	0.19	-2.3
	I3	4.97	5.26	1.00	1.1	-0.06	2.56	1.00	1.3	0.14	-2.4
	I2	4.13	4.28	0.80	1.2	-0.05	2.34	0.90	1.4	0.06	-2.3
	I1	3.26	3.47	1.10	1.1	-0.02	2.02	1.10	1.3	0.07	-2.3
	I0	2.70	2.95	0.80	1.3	0.00	1.77	0.80	1.4	0.02	-2.3
C04	I6	9.10	10.56	1.53	0.8	-0.24	4.99	1.60	1.2	0.85	-2.3
	I5	5.99	6.39	1.03	1.0	-0.13	3.85	0.73	2.3	0.57	-2.4
	I4	5.30	5.63	1.00	1.1	-0.07	3.63	0.77	2.5	0.13	-2.5
	I3	4.97	4.28	0.80	1.2	-0.05	2.50	0.90	1.4	0.03	-2.3
	I2	4.13	5.28	1.00	1.1	-0.06	3.17	0.70	2.2	-0.06	-2.3
	I1	3.26	3.48	1.00	1.1	-0.04	2.14	1.10	1.3	0.03	-2.4
	I0	2.70	2.96	0.80	1.3	-0.01	1.89	0.80	1.5	0.00	-2.4
C03	I6	9.10	10.61	1.57	0.8	-0.26	5.24	1.53	1.1	1.45	-2.5
	I5	5.99	6.47	1.03	1.0	-0.14	3.50	1.10	1.3	0.26	-2.6
	I4	5.30	5.6	1.00	1.1	-0.07	3.19	1.10	1.3	0.14	-2.6
	I3	4.97	5.25	1.00	1.1	-0.06	2.94	1.00	1.3	0.08	-2.7
	I2	4.13	4.25	0.80	1.2	-0.04	2.73	0.90	1.4	0.03	-2.6
	I1	3.26	3.41	1.07	1.1	-0.02	2.34	1.10	1.3	0.04	-2.7
	I0	2.70	2.93	0.80	1.3	-0.01	2.05	0.80	1.5	0.01	-2.7
C02	I6	9.10	10.53	1.57	0.8	-0.37	5.45	1.53	1.1	0.53	-2.6
	I5	5.99	6.45	1.00	1.0	-0.27	3.69	1.07	1.3	0.13	-2.5
	I4	5.30	5.53	1.00	1.1	-0.25	3.24	1.10	1.3	-0.03	-2.5
	I3	4.97	5.19	1.00	1.1	-0.25	3.00	1.00	1.3	-0.09	-2.5
	I2	4.13	4.27	0.80	1.2	-0.22	2.71	0.90	1.5	-0.12	-2.5
	I1	3.26	3.43	1.07	1.1	-0.15	2.37	1.10	1.4	-0.07	-2.5

	10	2.70	2.96	0.80	1.3	-0.10	2.08	0.80	1.5	-0.08	-2.5
C01	16	9.10	10.54	1.57	0.8	-0.2	5.86	1.53	1.1	0.62	-2.
	15	5.99	6.41	1.00	1.0	-0.29	4.06	1.07	1.3	0.11	-2.5
	14	5.30	5.55	1.00	1.1	-0.22	3.64	1.10	1.4	0.00	-2.6
	13	4.97	5.19	1.00	1.1	-0.22	3.47	1.00	1.4	-0.07	-2.6
	12	4.13	4.25	0.80	1.2	-0.19	3.06	0.90	1.5	0.10	-2.5
	11	3.26	3.44	1.10	1.1	-0.11	2.57	1.10	1.4	0.04	-2.6
	10	2.70	2.95	0.80	1.3	-0.06	2.22	0.80	1.6	0.03	-2.5

5.2 Analisi di secondo livello

Lo studio del coefficiente di trasmissione al variare della larghezza di cresta costituisce la parte conclusiva dell'intero protocollo sperimentale; per ogni attacco ondosio e per ogni barriera analizzata è stato calcolato il valore del coefficiente di trasmissione relazionandolo al parametro B/H_{m0i} . In Tabella 5-3, 5-4 vengono riportati per entrambe le sessioni sperimentali i valori di trasmissione di moto ondosio ottenuti in un caso mediante l'utilizzo dell'onda trasmessa calcolata con l'analisi di riflessione alle sonde 6 e 7 (Y. Goda e Y. Suzuki 1976), e in un altro mediante la media dei valori d'altezza d'onda registrati alla sonde sottoflutto nelle posizioni 5, 6, 7.

Dai grafici alle due sessioni sperimentali (Figura 5-1, 5-2) si evince che l'aumento del parametro porta a notevoli abbattimenti della trasmissione del moto ondosio, evidenziando in generale valori più alti per i moti ondosi minori: questo fenomeno è legato al fatto che per altezze d'onda maggiori si vengono a presentare le condizioni di frangimento non verificato d'altra parte per altezze d'onda minori, che invece attraversano la struttura indisturbate.

Il confronto dei valori di K_t calcolato ha evidenziato andamenti analoghi per entrambe le metodologie utilizzate per la stima dell'onda trasmessa.

Tabella 5-3: Valori di K_t acquisiti nella seconda sessione sperimentale.

Test-code	Wave-Target	Crest-width [cm]	B/H_{m0i}	K_t (Goda, Suzuki 1976)	K_t (Media H_{m0i} sonde 5, 6, 7)
16	H100T15j10	150	14.14	0.21	0.22
		138	12.83	0.22	0.23
		126	11.71	0.22	0.23
		114	10.53	0.22	0.23
		102	9.52	0.25	0.25
		90	8.45	0.27	0.26
		78	7.27	0.29	0.28
		66	6.17	0.31	0.31
		54	5.08	0.32	0.31
		42	3.94	0.34	0.34
		30	2.84	0.37	0.39

Analisi dati

		18	1.70	0.43	0.45
		12	1.13	0.46	0.48
15	H080T10j10	150	23.29	0.15	0.19
		138	21.43	0.20	0.20
		126	19.81	0.19	0.20
		114	17.51	0.20	0.21
		102	15.69	0.22	0.24
		90	13.80	0.25	0.25
		78	11.85	0.28	0.27
		66	10.19	0.31	0.31
		54	8.32	0.32	0.31
		42	6.41	0.34	0.34
		30	4.59	0.41	0.41
		18	2.76	0.45	0.47
		12	1.85	0.49	0.49
		14	H060T10j10	150	26.04
138	24.51			0.18	0.19
126	22.70			0.19	0.20
114	20.00			0.19	0.20
102	18.25			0.23	0.25
90	16.16			0.24	0.24
78	13.68			0.27	0.27
66	11.72			0.31	0.31
54	9.64			0.31	0.30
42	7.43			0.34	0.34
30	5.38			0.41	0.42
18	3.23			0.47	0.49
12	2.13			0.52	0.53
13	H050T10j10			150	28.36
		138	26.14	0.18	0.19
		126	24.18	0.19	0.20
		114	21.35	0.19	0.20
		102	19.25	0.22	0.25
		90	17.24	0.24	0.25
		78	14.58	0.27	0.27
		66	12.62	0.30	0.30
		54	10.29	0.31	0.31
		42	7.94	0.37	0.37
		30	5.68	0.42	0.42
		18	3.43	0.48	0.49
		12	2.29	0.54	0.54
		12	H055T08j10	150	33.33
138	31.15			0.18	0.18
126	30.00			0.21	0.21
114	26.09			0.21	0.21
102	23.50			0.24	0.27
90	21.23			0.27	0.27
78	18.06			0.30	0.30
66	15.38			0.32	0.32
54	12.62			0.32	0.32
42	9.77			0.39	0.39
30	7.03			0.44	0.44
18	4.21			0.51	0.54
12	2.80			0.61	0.61
11	H040T10j10			150	43.10
		138	40.00	0.23	0.24
		126	36.84	0.26	0.26
		114	32.48	0.25	0.26
		102	29.23	0.29	0.32
		90	26.55	0.32	0.32
		78	22.67	0.35	0.35
		66	19.24	0.38	0.38
		54	15.56	0.38	0.38
		42	12.10	0.46	0.46
		30	8.80	0.51	0.51
		18	5.23	0.58	0.62

Analisi dati

10	H035T08j10	12	3.49	0.60	0.68
		150	49.67	0.19	0.19
		138	43.53	0.21	0.22
		126	40.51	0.24	0.25
		114	38.64	0.27	0.27
		102	34.34	0.31	0.32
		90	31.03	0.32	0.32
		78	26.62	0.35	0.36
		66	22.76	0.38	0.38
		54	18.43	0.39	0.37
		42	14.33	0.47	0.47
		30	10.38	0.52	0.54
		18	6.14	0.58	0.64
		12	4.08	0.67	0.67

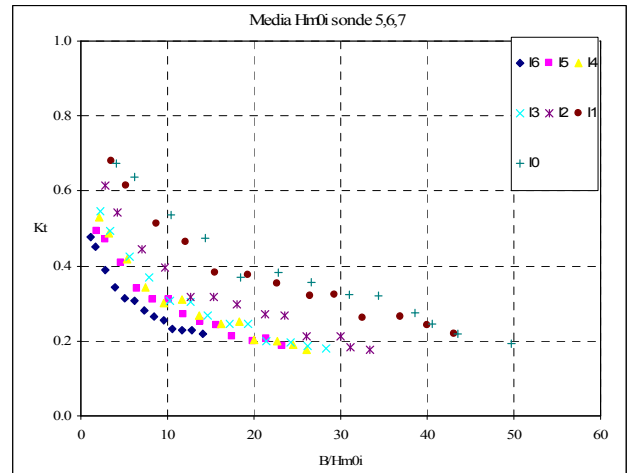
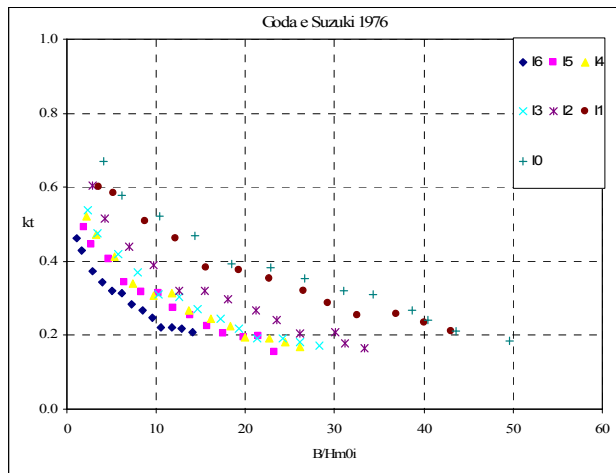


Figura 5-1: K_t vs B/H_{m0i} per le strutture analizzate nella seconda sessione sperimentale.

Tabella 5-4: Valori di K_t acquisiti nella terza sessione sperimentale.

Test-code	Wave-Target	Crest-width [cm]	B/H_{m0i}	K_t (Goda, Suzuki 1976)	K_t (Media H_{m0i} sonde 5, 6, 7)
16	H100T15j10	150	14.12	0.25	0.26
		138	12.98	0.28	0.28
		126	11.74	0.29	0.29
		114	10.70	0.30	0.30
		102	9.56	0.31	0.31
		90	8.48	0.33	0.35
		78	7.38	0.37	0.37
		66	6.27	0.38	0.40
		54	5.10	0.42	0.43
		42	3.98	0.46	0.47
		30	2.83	0.47	0.48
		18	1.71	0.52	0.52
12	1.14	0.54	0.56		
15	H080T10j10	150	23.29	0.29	0.29
		138	21.66	0.31	0.31
		126	19.69	0.32	0.32
		114	18.01	0.32	0.34
		102	15.79	0.34	0.33
		90	13.87	0.37	0.38
		78	12.07	0.38	0.41
		66	10.31	0.42	0.43
		54	8.41	0.45	0.45
		42	6.57	0.52	0.53
		30	4.64	0.52	0.54
		18	2.79	0.58	0.57

Analisi dati

		12	1.87	0.63	0.63
I4	H060T10j10	150	0.30	0.30	0.30
		138	0.32	0.32	0.32
		126	0.34	0.33	0.34
		114	0.38	0.36	0.38
		102	0.35	0.35	0.35
		90	0.41	0.38	0.41
		78	0.43	0.40	0.43
		66	0.48	0.44	0.50
		54	0.50	0.48	0.48
		42	0.52	0.54	0.55
		30	0.57	0.55	0.56
		18	0.59	0.59	0.59
		12	0.65	0.65	0.66
I3	H050T10j10	150	0.29	0.30	0.30
		138	0.32	0.32	0.32
		126	0.34	0.34	0.34
		114	0.38	0.36	0.38
		102	0.36	0.35	0.36
		90	0.41	0.38	0.41
		78	0.43	0.40	0.43
		66	0.45	0.44	0.46
		54	0.49	0.48	0.49
		42	0.52	0.53	0.54
		30	0.56	0.54	0.56
		18	0.58	0.59	0.58
		12	0.67	0.66	0.67
I2	H055T08j10	150	35.13	0.33	0.34
		138	32.70	0.33	0.35
		126	29.58	0.37	0.38
		114	26.57	0.40	0.40
		102	23.72	0.39	0.40
		90	21.08	0.43	0.44
		78	18.27	0.46	0.47
		66	15.42	0.48	0.49
		54	12.62	0.54	0.55
		42	9.77	0.59	0.60
		30	7.06	0.62	0.64
		18	4.22	0.64	0.65
		12	2.82	0.71	0.72
I1	H040T10j10	150	43.73	0.38	0.38
		138	40.47	0.40	0.40
		126	36.31	0.42	0.42
		114	32.95	0.45	0.46
		102	29.82	0.45	0.44
		90	26.47	0.49	0.51
		78	22.61	0.50	0.53
		66	19.13	0.54	0.54
		54	15.56	0.59	0.58
		42	12.07	0.63	0.62
		30	8.80	0.67	0.67
		18	5.25	0.71	0.69
		12	3.49	0.74	0.75
I0	H035T08j10	150	50.85	0.37	0.39
		138	47.42	0.40	0.41
		126	43.00	0.42	0.44
		114	39.04	0.45	0.46
		102	34.93	0.44	0.45
		90	30.82	0.48	0.50
		78	26.80	0.51	0.53
		66	22.68	0.54	0.56
		54	18.31	0.59	0.60
		42	14.19	0.65	0.64
		30	10.24	0.68	0.68
		18	6.08	0.71	0.70
		12	4.07	0.75	0.75

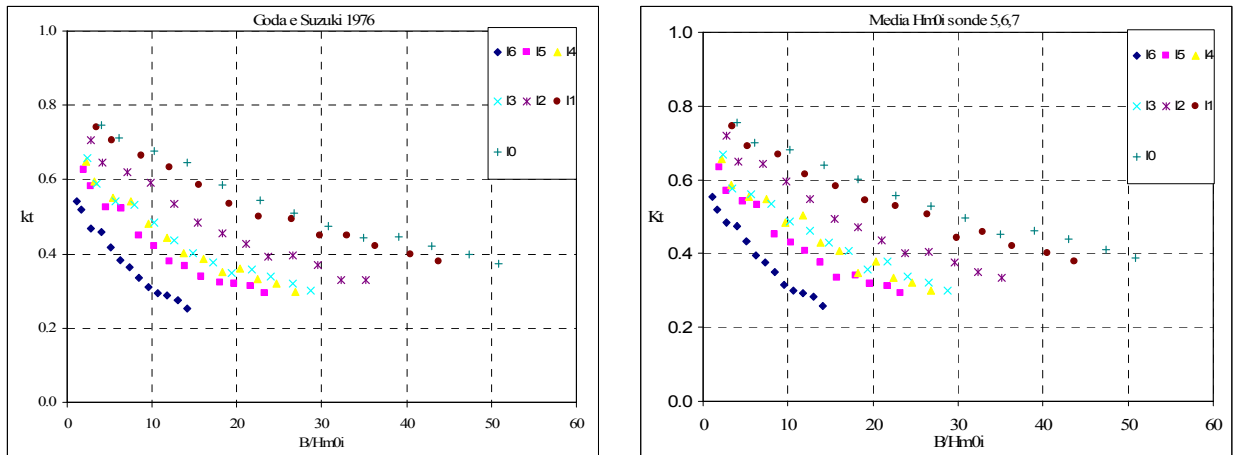


Figura 5-2: K_t vs B/H_{m0i} per le strutture analizzate nella terza sessione sperimentale.

L'analisi del coefficiente di trasmissione K_t è stata quindi condotta relativamente al parametro *Freeboard* R_c normalizzato con l'altezza d'onda incidente H_{m0i} . Dai valori riportati nelle Tabelle 5-5, 5-6, e dagli andamenti relativi alle trasmissioni di moto ondoso per entrambe le sessioni sperimentali riportati in Figura 5-3, 5-4, si evince che un decremento del livello idrico sopra la cresta di una struttura verso valori prossimi allo zero (indicanti condizioni di barriera a pelo d'acqua od emersa) porta ad abbattimenti della trasmissione del moto ondoso inducendo talvolta fenomeni indesiderati quali l'innalzamento del livello idrico a tergo (*Piling-up*).

Dagli andamenti riportati per le 13 configurazioni studiate in ognuna delle sessioni sperimentali è possibile notare come il fenomeno sia ancora una volta chiaramente influenzato dalla larghezza di cresta, infatti i valori più alti di trasmissione si registrano per le configurazioni a cresta stretta.

Tabella 5-5: Valori di K_t in funzione di R_c/H_{m0i} acquisiti nella seconda sessione sperimentale.

Crest-code	B [cm]	Wave-code	H_{m0i} [cm]	Freeboard R_c [cm]	R_c/H_{m0i}	K_t
C13	150	16	10.61	-2.4	-0.23	0.22
		15	6.44	-2.3	-0.36	0.19
		14	5.76	-2.5	-0.40	0.18
		13	5.29	-2.5	-0.43	0.18
		12	4.5	-2.5	-0.53	0.18
		11	3.48	-2.4	-0.69	0.22
		10	3.02	-2.6	-0.79	0.19
C12	138	16	10.76	-2.5	-0.22	0.23
		15	6.44	-2.4	-0.36	0.20
		14	5.63	-2.3	-0.41	0.19
		13	5.28	-2.3	-0.45	0.19
		12	4.43	-2.5	-0.54	0.18
		11	3.45	-2.5	-0.68	0.24
		10	3.17	-2.3	-0.71	0.22
C11	126	16	10.76	-2.3	-0.23	0.23

Analisi dati

		15	6.36	-2.5	-0.39	0.20
		14	5.55	-2.5	-0.45	0.20
		13	5.21	-2.5	-0.48	0.20
		12	4.2	-2.4	-0.60	0.21
		11	3.42	-2.6	-0.73	0.26
		10	3.11	-2.5	-0.78	0.25
C10	114	16	10.83	-2.4	-0.23	0.23
		15	6.51	-2.3	-0.38	0.21
		14	5.7	-2.3	-0.44	0.20
		13	5.34	-2.5	-0.47	0.20
		12	4.37	-2.5	-0.58	0.21
		11	3.51	-2.3	-0.72	0.26
		10	2.95	-2.3	-0.82	0.27
C09	102	16	10.71	-2.5	-0.23	0.25
		15	6.5	-2.5	-0.38	0.24
		14	5.59	-2.5	-0.45	0.25
		13	5.3	-2.3	-0.47	0.25
		12	4.34	-2.5	-0.57	0.27
		11	3.49	-2.5	-0.70	0.32
		10	2.97	-2.3	-0.82	0.32
C08	90	16	10.65	-2.3	-0.22	0.26
		15	6.52	-2.3	-0.36	0.25
		14	5.57	-2.4	-0.40	0.24
		13	5.22	-2.5	-0.45	0.25
		12	4.24	-2.3	-0.56	0.27
		11	3.39	-2.4	-0.70	0.32
		10	2.9	-2.5	-0.78	0.32
C07	78	16	10.73	-2.5	-0.24	0.28
		15	6.58	-2.5	-0.39	0.27
		14	5.7	-2.4	-0.44	0.27
		13	5.35	-2.6	-0.48	0.27
		12	4.32	-2.5	-0.60	0.30
		11	3.44	-2.4	-0.75	0.35
		10	2.93	-2.3	-0.83	0.36
C06	66	16	10.70	-2.3	-0.23	0.31
		15	6.48	-2.5	-0.39	0.31
		14	5.63	-2.5	-0.45	0.31
		13	5.23	-2.4	-0.49	0.30
		12	4.29	-2.4	-0.58	0.32
		11	3.43	-2.5	-0.74	0.38
		10	2.9	-2.5	-0.81	0.38
C05	54	16	10.64	-2.5	-0.22	0.31
		15	6.49	-2.4	-0.36	0.31
		14	5.6	-2.6	-0.41	0.30
		13	5.25	-2.5	-0.45	0.31
		12	4.28	-2.4	-0.55	0.32
		11	3.47	-2.3	-0.67	0.38
		10	2.93	-2.3	-0.74	0.37
C04	42	16	10.66	-2.5	-0.22	0.34
		15	6.55	-2.6	-0.35	0.34
		14	5.65	-2.4	-0.40	0.34
		13	5.29	-2.4	-0.44	0.37
		12	4.3	-2.5	-0.54	0.39
		11	3.47	-2.5	-0.67	0.46
		10	2.93	-2.5	-0.78	0.47
C03	30	16	10.55	-2.4	-0.22	0.39
		15	6.53	-2.6	-0.36	0.41
		14	5.58	-2.5	-0.41	0.42
		13	5.28	-2.3	-0.44	0.42
		12	4.27	-2.3	-0.54	0.44
		11	3.41	-2.3	-0.69	0.51
		10	2.89	-2.5	-0.80	0.54
C02	18	16	10.59	-2.5	-0.24	0.45
		15	6.51	-2.4	-0.39	0.47
		14	5.58	-2.3	-0.44	0.49
		13	5.25	-2.4	-0.47	0.49

Analisi dati

		I2	4.28	-2.4	-0.58	0.54
		I1	3.44	-2.5	-0.72	0.62
		I0	2.93	-2.3	-0.81	0.64
C01	12	I6	10.59	-2.4	-0.24	0.48
		I5	6.48	-2.4	-0.39	0.49
		I4	5.63	-2.2	-0.45	0.53
		I3	5.25	-2.3	-0.48	0.54
		I2	4.28	-2.3	-0.60	0.61
		I1	3.44	-2.4	-0.73	0.68
		I0	2.94	-2.4	-0.83	0.67

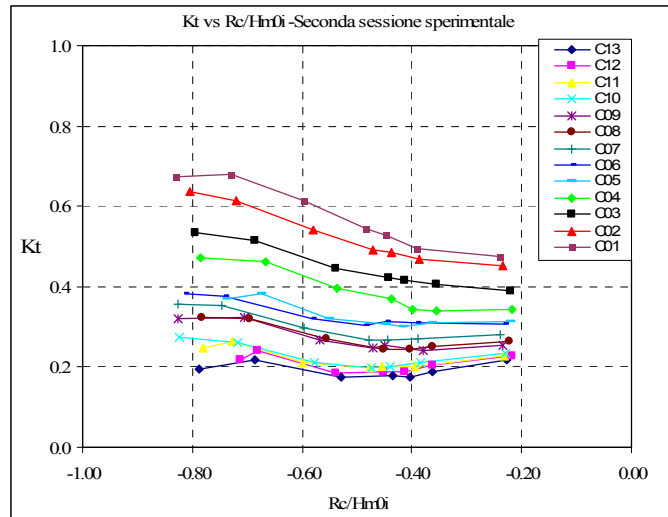


Figura 5-3: K_t vs R_c/H_{m0i} per le strutture analizzate nella seconda sessione sperimentale.

Tabella 5-6: Valori di K_t in funzione di R_c/H_{m0i} acquisiti nella terza sessione sperimentale.

Crest-code	B [cm]	Wave-code	H_{m0i} [cm]	Freeboard R_c [cm]	R_c/H_{m0i}	K_t
C13	150	I6	10.62	-2.3	-0.21	0.26
		I5	6.44	-2.3	-0.35	0.29
		I4	5.59	-2.4	-0.40	0.30
		I3	5.22	-2.2	-0.44	0.30
		I2	4.27	-2.3	-0.54	0.34
		I1	3.43	-2.2	-0.64	0.38
		I0	2.95	-2.3	-0.75	0.39
C12	138	I6	10.63	-2.6	-0.22	0.28
		I5	6.37	-2.3	-0.37	0.31
		I4	5.6	-2.4	-0.40	0.32
		I3	5.19	-2.7	-0.45	0.32
		I2	4.27	-2.5	-0.53	0.35
		I1	3.41	-2.5	-0.70	0.40
		I0	2.91	-2.3	-0.80	0.41
C11	126	I6	10.73	-2.3	-0.22	0.29
		I5	6.4	-2.4	-0.37	0.32
		I4	5.61	-2.2	-0.41	0.34
		I3	5.25	-2.4	-0.46	0.34
		I2	4.26	-2.2	-0.57	0.38
		I1	3.47	-2.2	-0.69	0.42
		I0	2.93	-2.6	-0.83	0.44
C10	114	I6	10.65	-2.3	-0.20	0.30
		I5	6.33	-2.4	-0.35	0.34
		I4	5.61	-2.7	-0.39	0.34
		I3	5.25	-2.5	-0.43	0.38
		I2	4.29	-2.6	-0.53	0.40
		I1	3.46	-2.2	-0.62	0.46

Analisi dati

		10	2.92	-2.3	-0.76	0.46
C09	102	16	10.67	-2.3	-0.21	0.31
		15	6.46	-2.2	-0.36	0.33
		14	5.59	-2.3	-0.40	0.35
		13	5.27	-2.2	-0.44	0.36
		12	4.3	-2.3	-0.55	0.40
		11	3.42	-2.5	-0.68	0.44
		10	2.92	-2.3	-0.78	0.45
C08	90	16	10.61	-2.3	-0.21	0.35
		15	6.49	-2.6	-0.34	0.38
		14	5.59	-2.5	-0.39	0.41
		13	5.25	-2.5	-0.42	0.41
		12	4.27	-2.3	-0.53	0.44
		11	3.4	-2.4	-0.65	0.51
		10	2.92	-2.4	-0.76	0.50
C07	78	16	10.57	-2.3	-0.21	0.37
		15	6.46	-2.3	-0.34	0.41
		14	5.66	-2.2	-0.40	0.43
		13	5.27	-2.2	-0.42	0.43
		12	4.27	-2.7	-0.53	0.47
		11	3.45	-2.4	-0.66	0.53
		10	2.91	-2.3	-0.79	0.53
C06	66	16	10.52	-2.7	-0.25	0.40
		15	6.4	-2.5	-0.40	0.43
		14	5.63	-2.6	-0.45	0.45
		13	5.26	-2.3	-0.51	0.46
		12	4.28	-2.3	-0.61	0.49
		11	3.45	-2.4	-0.74	0.54
		10	2.91	-2.3	-0.88	0.56
C05	54	16	10.59	-2.4	-0.22	0.43
		15	6.42	-2.3	-0.36	0.45
		14	5.62	-2.3	-0.40	0.48
		13	5.26	-2.6	-0.45	0.49
		12	4.28	-2.4	-0.54	0.55
		11	3.47	-2.3	-0.67	0.58
		10	2.95	-2.5	-0.77	0.60
C04	42	16	10.56	-2.6	-0.23	0.47
		15	6.39	-2.6	-0.38	0.53
		14	5.63	-2.2	-0.41	0.55
		13	5.28	-2.4	-0.44	0.54
		12	4.28	-2.4	-0.58	0.60
		11	3.48	-2.2	-0.70	0.62
		10	2.96	-2.3	-0.77	0.64
C03	30	16	10.61	-2.2	-0.25	0.48
		15	6.47	-2.3	-0.42	0.54
		14	5.6	-2.6	-0.46	0.56
		13	5.25	-2.3	-0.51	0.56
		12	4.25	-2.4	-0.60	0.64
		11	3.41	-2.6	-0.76	0.67
		10	2.93	-2.5	-0.86	0.68
C02	18	16	10.53	-2.5	-0.24	0.52
		15	6.45	-2.2	-0.38	0.57
		14	5.53	-2.3	-0.44	0.59
		13	5.19	-2.4	-0.48	0.58
		12	4.27	-2.2	-0.58	0.65
		11	3.43	-2.3	-0.73	0.69
		10	2.96	-2.2	-0.87	0.70
C01	12	16	10.54	-2.3	-0.24	0.56
		15	6.41	-2.6	-0.41	0.63
		14	5.55	-2.3	-0.45	0.66
		13	5.19	-2.3	-0.49	0.67
		12	4.25	-2.5	-0.60	0.72
		11	3.44	-2.6	-0.73	0.75
		10	2.95	-2.5	-0.83	0.75

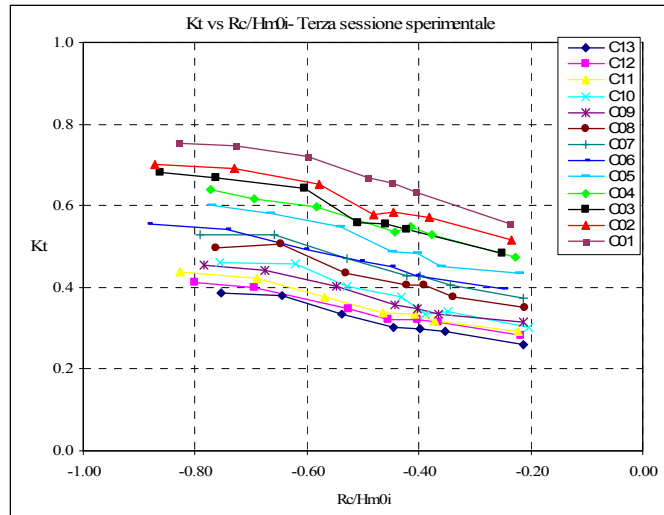


Figura 5-4: K_t vs R_c/H_{m0i} per le strutture analizzate nella terza sessione sperimentale.

5.3 Confronto con formule esistenti in letteratura

Volendo porre particolare attenzione alla dipendenza della trasmissione del moto ondoso dalla dimensione relativa della cresta, è opportuno confrontare i risultati sperimentali da noi ottenuti con quelli previsti dalle formule di Van der Meer (1990), Van der Meer (1994), D'Angremond et al. (1996), Seabrook & Hall (1998), Calabrese et al. (2002) e Van der Meer et al. (2005); i risultati sono riportati in Figura 5-5 per entrambe le sessioni sperimentali per ognuno degli attacchi ondosi utilizzati.

Tra le formule analizzate che dipendono dalla larghezza di cresta, D'Angremond (1996) e Seabrook 1998 sono quelle che possono essere applicate per il più ampio range del rapporto B/H_{m0i} tra i valori sperimentali in esame anche se con comportamenti diversi riscontrati nelle due fasi di esperimenti.

Per strutture a cresta stretta con $B/H_{m0i} < 5$ le formule sopra citate portano per la maggior parte dei casi a valori relativamente poco differenti talvolta con tassi di diminuzione di K_t quasi identici tra loro (vedi Seabrook 1998 nelle prove con $H_{m0i} = 8, 6, 4$ e 3.5 cm) riscontrabili principalmente nelle prove con barriere impermeabili (seconda sessione d'esperimenti) con valori leggermente discordanti per le altezze d'onda con $H_{m0i} = 10, 5, 4, 3.5$ cm (Seabrook 1998).

In generale Seabrook segue più accuratamente i dati sperimentali per un range più ampio del dominio di studio e di attacchi ondosi eseguiti.

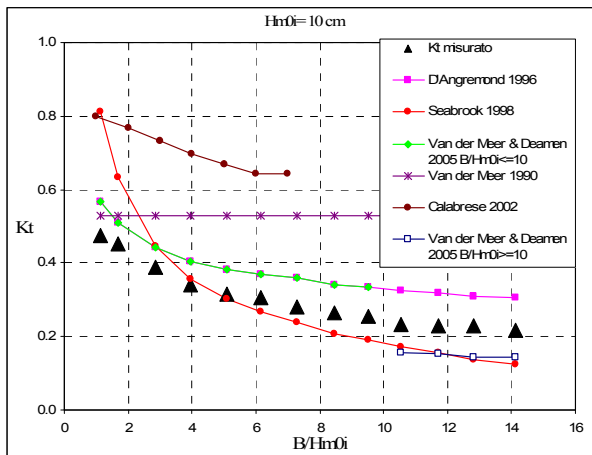
Per le prove effettuate su barriere permeabili (terza sessione di esperimenti) è evidente un basso livello di concordanza tra i dati ottenuti e le formule prese in esame: fatta eccezione per il moto ondoso con $H_{m0i} = 10$ cm nel range $B/H_{m0i} < 5$ e fatta eccezione per la formula di D'Angremond (1996) che comunque presenta un accettabile grado di accuratezza (evidente per $H_{m0i} = 10$ cm e per le restanti altezze d'onda all'interno di un range di $B/H_{m0i} > 15$), Seabrook presenta globalmente valori discordanti tendenti a sottostimare pesantemente il fenomeno.

La formula di Van der Meer & Daemen (2005) proposta agli autori come un miglioramento di D'Angremond et al. 1996 per valori della larghezza $B/H_{m0i} \geq 10$ si è dimostrata stranamente peggiore della precedente sui dati sperimentali acquisiti nella terza sessione sperimentale (dove si tende a sottostimare il fenomeno).

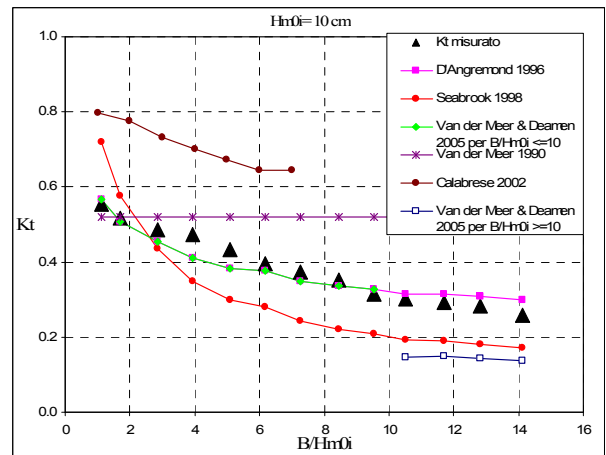
Il range di applicazione delle espressioni proposte da Van der Meer (1994) e Calabrese (2002) è molto limitato per il parametro B/H_{m0i} tanto che meno della metà degli esperimenti vi rientra, anche se per quest'ultimo comunque si tende a sovrastimare fortemente i valori.

In merito a Van der Meer (1990) è visualizzato un valore costante di K_t per l'intero dominio B/H_{m0i} poiché nella formula proposta non viene considerata la larghezza delle cresta.

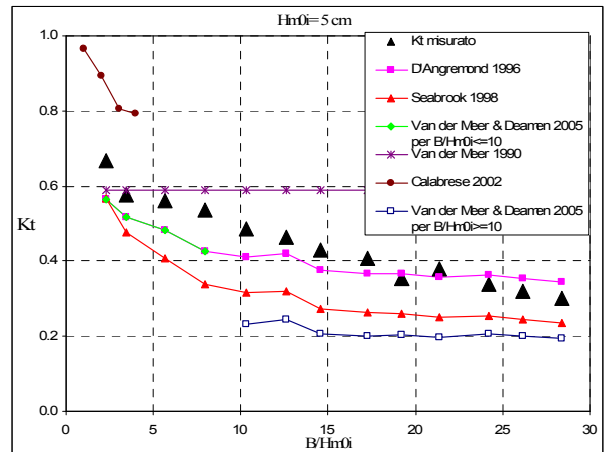
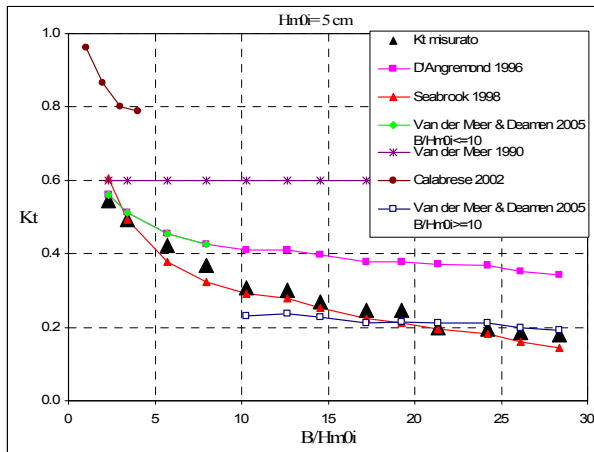
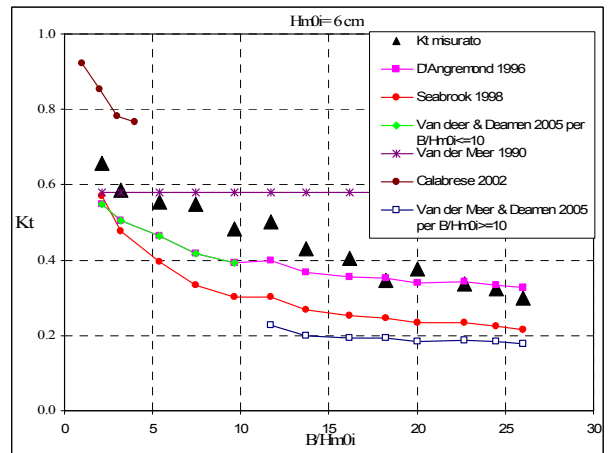
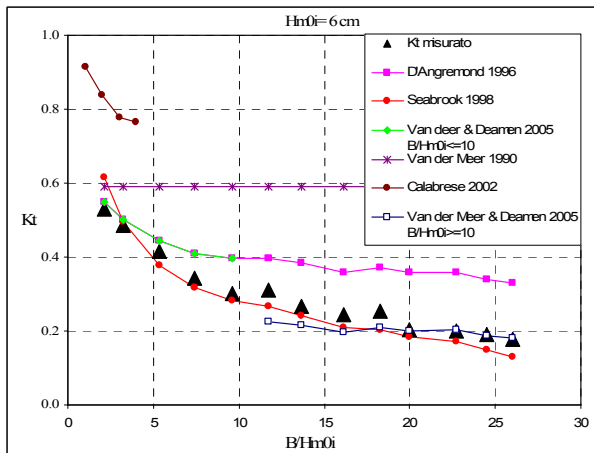
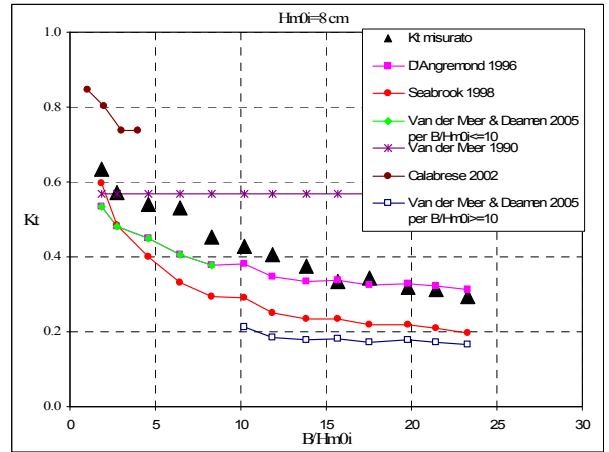
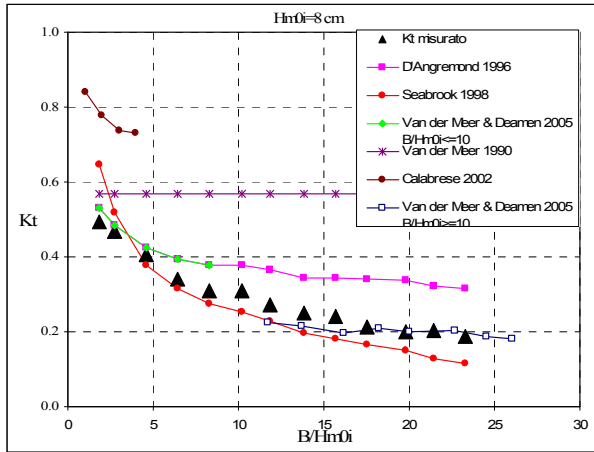
Seconda sessione sperimentale



Terza sessione sperimentale



Analisi dati



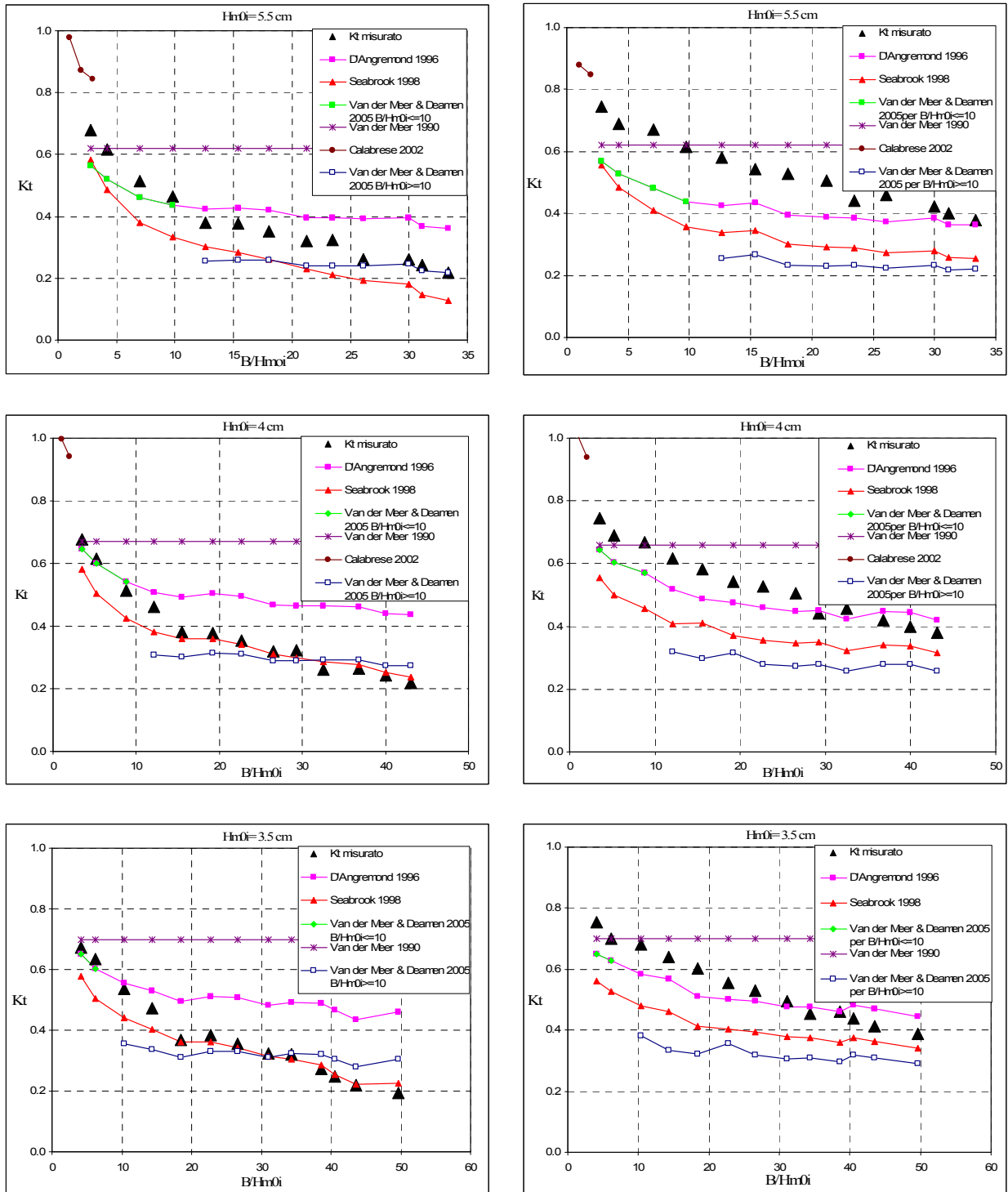


Figura 5-5: Misura di K_t e valori predetti dalle formule.

Per un confronto quantitativo tra le varie formule e le misure degli esperimenti è stato calcolato l'errore quadratico medio, RMSE, secondo

l'equazione sotto riportata (Calabrese et al. 2002) evidenziando quanto già riportato dal plottaggio degli andamenti di K_t in funzione di B/H_{m0i} .

$$RMSE = \left[\frac{\sum (K_{tm} - K_{tp})^2}{N} \right]^{0.5}$$

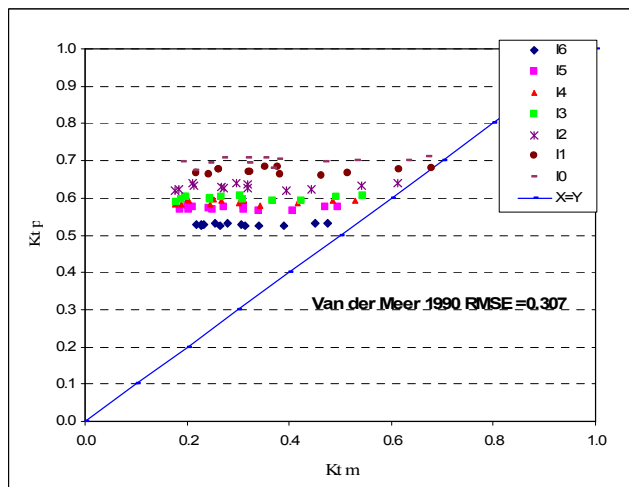
Dove K_{tm} e K_{tp} , rappresentano rispettivamente i coefficienti misurati e predetti, ed N è il numero di dati utilizzati.

In Tabella 5-7 sono riportati gli errori quadratici medi calcolati utilizzando le prove che per ciascuna formula rientrano nei limiti di applicazione proposto dagli autori; in Figura 5-6 viene rappresentato per ogni formula proposta il livello di dispersione dei dati intorno ad una retta del tipo $X=Y$, quindi il grado di accuratezza riscontrato.

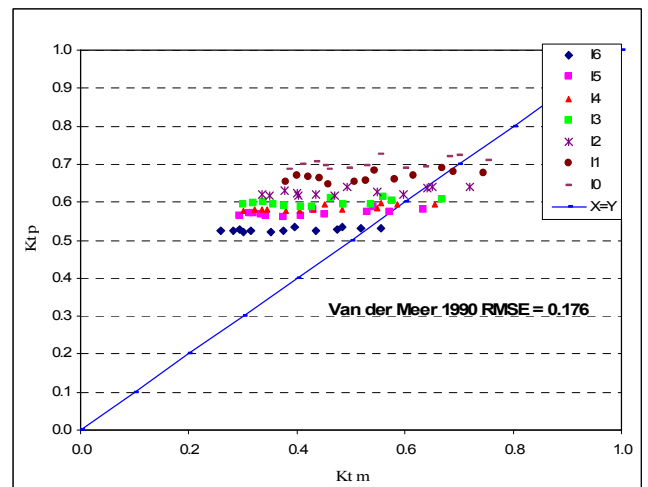
Tabella 5-7: Calcolo Rmse sul numero di prove che rientrano nei limiti di applicazione.

	II sessione sperimentale		III sessione sperimentale	
	RMSE	N° prove nel range(su 91)	RMSE	N° prove nel range(su 91)
Van der Meer (1990)	0.307	91	0.176	91
Van der Meer (1994)	0.125	10	0.260	35
D'Angremond (1996)	0.121	91	0.068	91
Seabrook (1998)	0.064	91	0.138	91
Calabrese (2002)	0.383	30	0.266	25
Van der Meer & Daemen (2005) $B/H_{m0i} \leq 10$	0.051	32	0.092	32
Van der Meer & Daemen (2005) $B/H_{m0i} \geq 10$	0.060	59	0.192	59

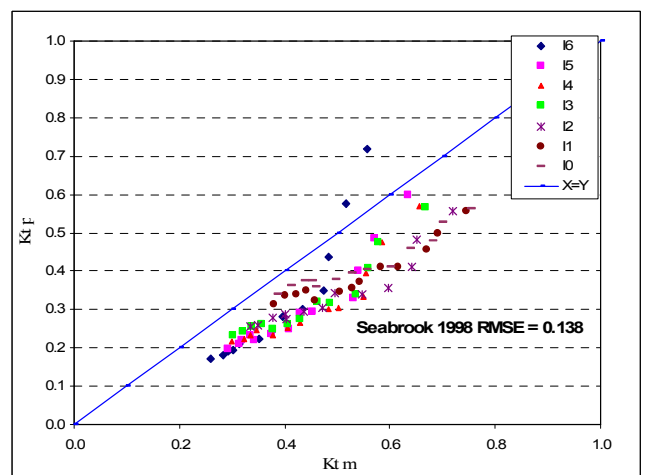
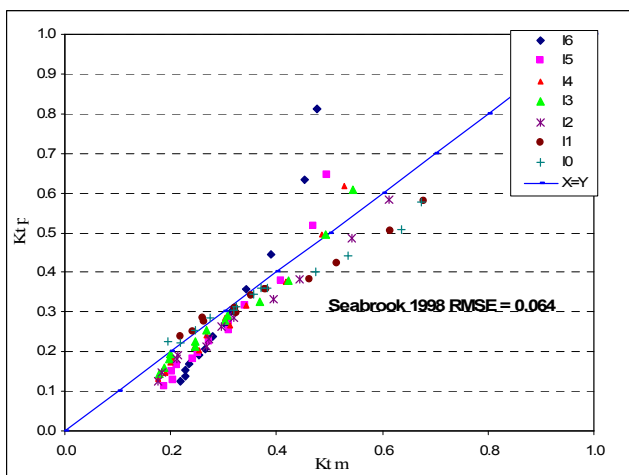
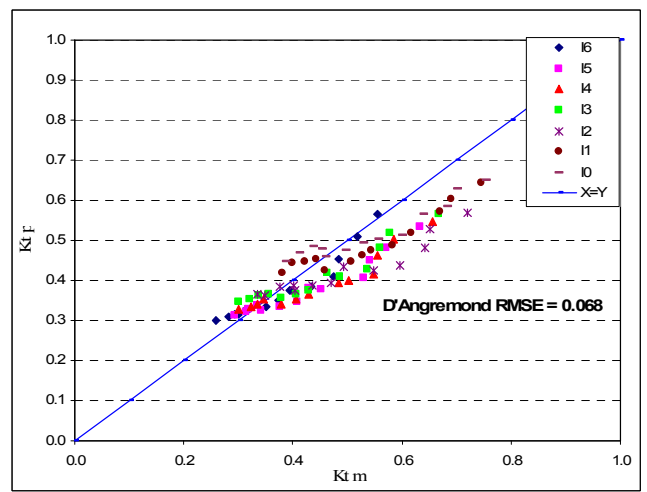
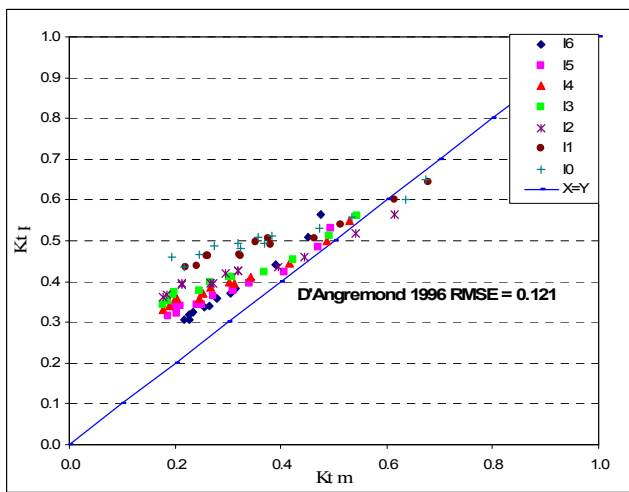
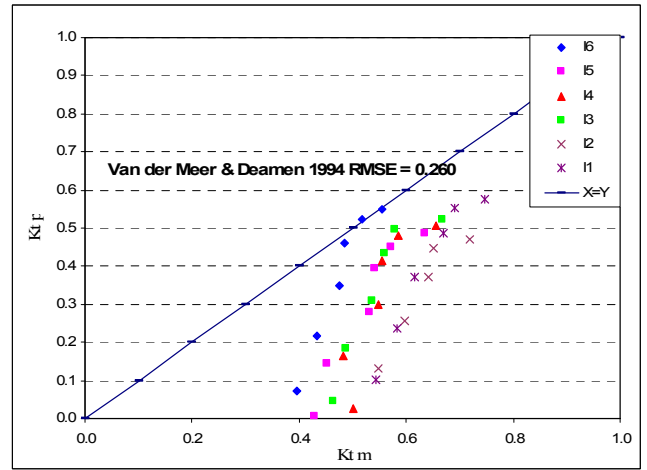
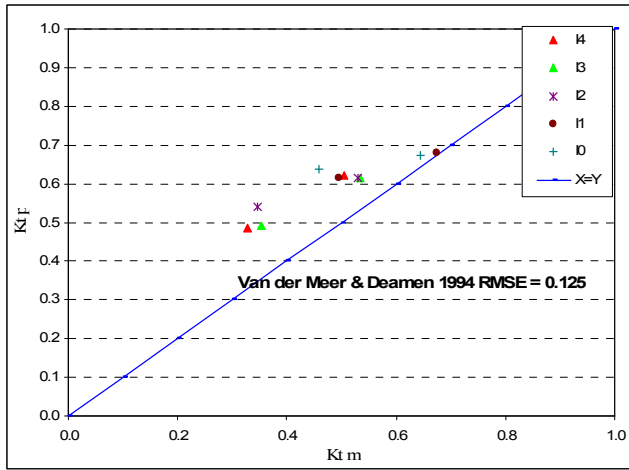
Seconda sessione sperimentale



Terza sessione sperimentale



Analisi dati



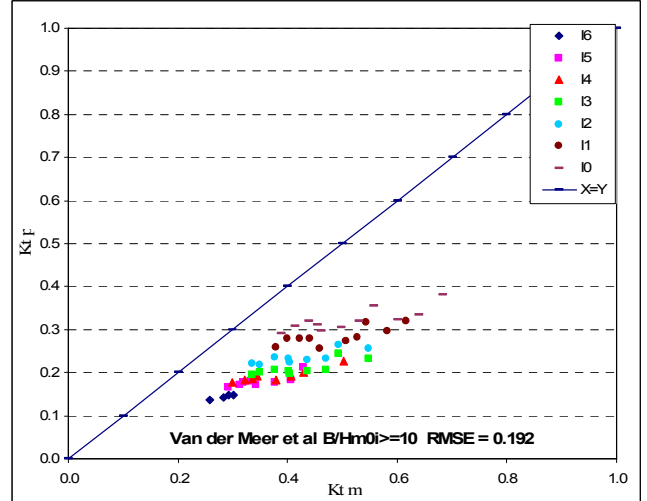
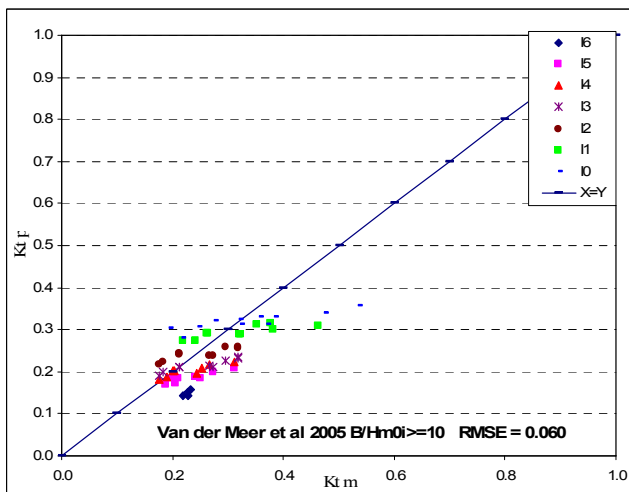
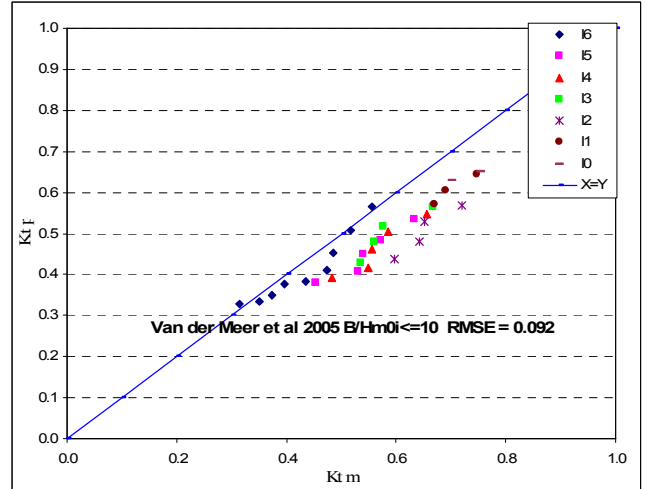
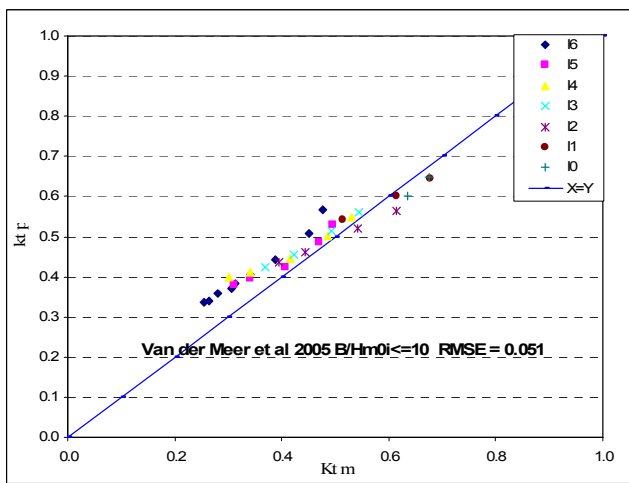
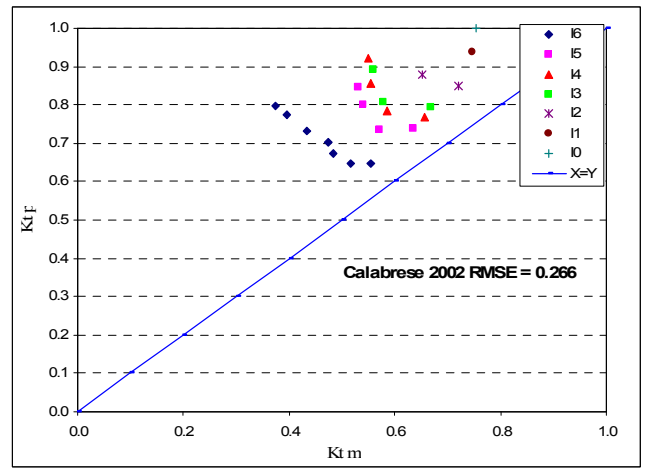
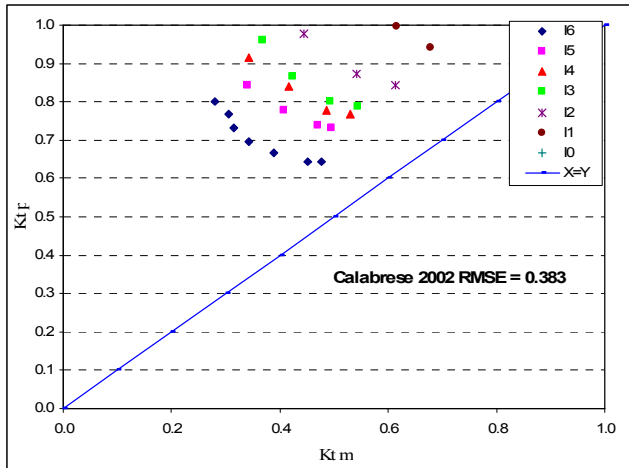


Figura 5-6: K_t vs valori predetti dalle formule ed errore quadratico medio.

Analisi dati

Per evidenziare l'andamento dell'errore con l'allargamento della struttura si è diviso l'intero data-base di entrambe le sessioni sperimentali in 6 classi: $B/H_{m0i} \leq 5$, tra 5 e 10, tra 10 e 15, tra 15 e 20, tra 20 e 25 ed oltre 25 (Figura 5-7).

Questa misura conferma ancora una volta l'andamento che si intuisce dalla visione dei grafici del coefficiente di trasmissione (Figura 5-5), ovvero che per strutture a cresta larga D'Angremond e Seabrook forniscono la migliore approssimazione senza mostrare sistematici aumenti dell'errore all'aumentare di B/H_{m0i} . Il trend generale è comunque quello di un aumento se pur graduale dell'errore all'aumentare del parametro B/H_{m0i} .

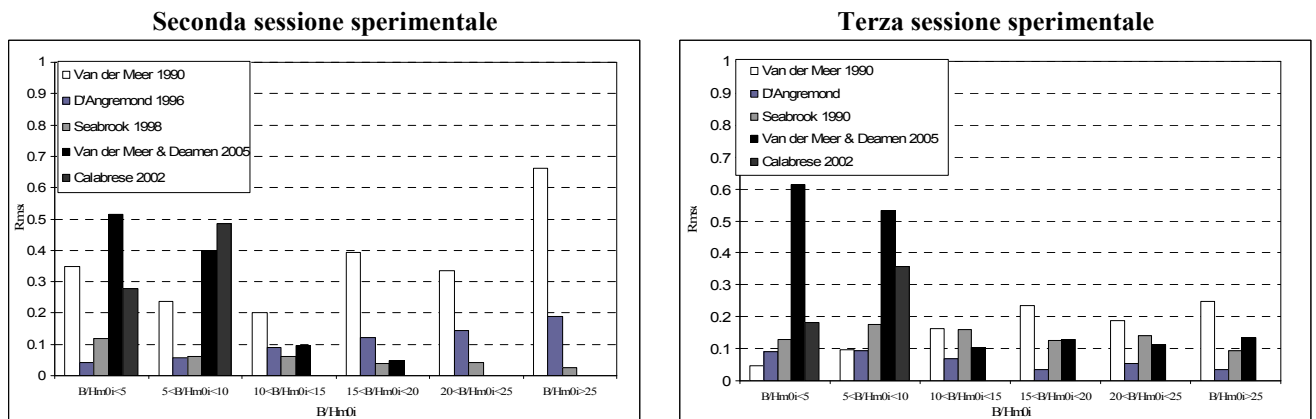


Figura 5-7: Errore quadratico medio per classi di B/H_{m0i} .

6 Conclusioni

Il presente lavoro di tesi ha avuto l'obiettivo di indagare mediante un'indagine sperimentale effettuata su modello fisico, l'effetto di variazioni della larghezza della cresta sulla trasmissione di moto ondoso attraverso scogliere sommerse. Sono state eseguite 2 sessioni di prove su un totale di 26 diverse configurazioni geometriche caratterizzate da differenti larghezze di cresta, integrando il data set del Laboratorio Costiero con diversi dati destinati ad ulteriori ed approfondite indagini nell'ambito dell'attività di ricerca che il Prof. L. Cappietti sta conducendo da anni su scogliere sommerse disposte parallelamente alla riva. Il livello idrico in canale è stato mantenuto costante per tutta la fase degli esperimenti focalizzando l'attenzione sulla conformazione geometria delle barriere e sulle variazioni dei *freeboards* indotti da fenomeni di instabilità ed imprecisioni nella realizzazione dei modelli.

L'indagine è poi proseguita verso la verifica dell'affidabilità di calcolo attraverso l'utilizzo delle formule esistenti in letteratura per la previsione del fenomeno studiato, prevalentemente basate su dati sperimentali riguardanti strutture a cresta stretta, e quindi poco conosciute nel caso di opere a cresta larga.

Da un'analisi dei dati ottenuti è emerso che un aumento della larghezza di cresta porta ad abbattimenti talvolta notevoli (con riduzioni medie del 20 %) della trasmissione del moto ondoso, con tassi di diminuzione maggiori per strutture a cresta relativamente stretta e per altezze d'onda maggiori, fenomeno che può essere attribuito a perdite di energia indotte da interazioni con il fondale. Dal confronto fra i valori del coefficiente di trasmissione misurati e quelli previsti dalle relazioni reperibili in letteratura, le formule di D'Angremond et. al (1996) e Seabrook et. al (1998) seguono più accuratamente delle altre le misure sperimentali senza mostrare un sistematico aumento dell'errore all'aumentare della larghezza della berma; tuttavia anche queste formule nella maggior parte dei casi non riproducono il tasso di riduzione misurato del coefficiente di trasmissione. La formula di Van der Meer e al. (2005), proposta dagli autori come

Conclusioni

un miglioramento di D'Angremond e al. (1996) per valori della larghezza $B/Hm_0 > 10$, si è dimostrata, sulla maggior parte dei dati sperimentali di questo lavoro, meno accurata della relazione iniziale.

Per la progettazione di tali opere le formule esistenti forniscono risultati talvolta non sufficientemente accettabili e solo il ricorso alla sperimentazione di laboratorio può permettere di pervenire ad un progetto i cui impatti sul litorale possono essere accuratamente previsti e controllati.

Allegato I

Data base Lc (Laboratorio Costiero) 2007

Di seguito si riporta l'intero data base relativo agli esperimenti effettuati (per un totale di 189) per il 2007 non incluse le prove effettuate durante la prima sessione sperimentale (DELOS).

Sono riportati per ogni attacco ondoso e per ogni struttura analizzata l'altezza d'onda registrata dalle sonde presenti ed emersa dall'analisi spettrale l' H_{m0i} , il periodo di picco T_p , il livello medio in canale η e il livello zero acquisito nei primi due minuti di ogni prova (Tabella 6-1, 6-2).

Nelle Tabelle 6-3, 6-4 sono riportati i parametri d'onda emersi dalle analisi di riflessione calcolato davanti (*off-shore*) e a tergo delle strutture (*in-shore*).

Tabella 6-1: H_{m0} , T_p e η_m per le prove effettuate nella seconda sessione sperimentale.

B	Wave-Target		Wg1	Wg2	Wg3	Wg4	Wg5	Wg6	Wg7
C13	H100T15j10	H_{m0} [cm]	11.99	10.91	10.82	10.69	2.45	2.23	2.26
		T_p [s]	1.6	1.4	1.4	1.4	12.8	12.8	12.8
		η [cm]	-0.77	-0.70	-0.68	0.74	2.06	1.94	1.94
		η Delay [cm]	0.9793	0.6965	0.6555	0.7071	0.6622	0.7647	0.7114
C13	H080T10j10	H_{m0} [cm]	10.53	6.49	6.45	6.45	1.27	1.16	1.19
		T_p [s]	1.0	1.0	1.0	1.0	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.56	-0.43	-0.44	-0.49	0.75	0.72	0.71
		η Delay [cm]	1.0055	0.6062	0.5928	0.6692	0.7192	0.8140	0.7757
C13	H060T10j10	H_{m0} [cm]	7.84	5.76	5.87	5.66	1.05	1.00	1.00
		T_p [s]	1.0	1.0	1.0	1.0	12.8	12.8	8.5
		η [cm]	-0.34	-0.28	-0.31	-0.36	0.66	0.62	0.65
		η Delay [cm]	0.7981	0.7848	0.6728	0.7526	0.4924	0.5912	0.5766
C13	H050T10j10	H_{m0} [cm]	6.29	5.31	5.31	5.25	0.99	0.92	0.92
		T_p [s]	1.0	1.0	1.0	1.0	12.8	8.5	8.5
		η [cm]	-0.14	-0.14	-0.13	-0.16	0.59	0.57	0.52
		η Delay [cm]	0.7983	0.6435	0.6022	0.6362	0.5692	0.6836	0.6350
C13	H055T08j10	H_{m0} [cm]	6.55	4.54	4.52	4.50	0.82	0.78	0.78
		T_p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.24	-0.18	-0.18	-0.20	0.37	0.34	0.33
		η Delay [cm]	0.8756	0.7907	0.7357	0.7553	0.5363	0.6730	0.6371
C13	H040T10j10	H_{m0} [cm]	5.29	3.52	3.50	3.48	0.78	0.75	0.76
		T_p [s]	1.0	1.1	1.0	1.1	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.15	-0.07	-0.06	-0.08	0.32	0.28	0.24
		η Delay [cm]	0.9521	0.6891	0.6498	0.6886	0.6679	0.7644	0.7406
C13	H035T08j10	H_{m0} [cm]	4.28	3.04	3.07	2.98	0.59	0.58	0.59
		T_p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
		η [cm]	-0.19	-0.14	-0.12	-0.13	0.01	-0.01	0.01
		η Delay [cm]	0.9663	0.8695	0.7108	0.7723	0.6194	0.6918	0.7027

Allegato I

C12	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.27	10.86	11.27	10.62	2.57	2.38	2.41
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5
		η [cm]	-0.75	-0.71	-0.57	-0.68	2.11	2.05	2.1
		ηDelay [cm]	0.7621	0.6797	0.6394	0.4378	0.4832	0.5978	0.5649
C12	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.48	6.37	6.61	6.27	1.34	1.28	1.33
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.51	-0.49	-0.5	-0.48	0.79	0.78	0.81
		ηDelay [cm]	1.0139	0.7094	0.8993	0.5811	0.5937	0.7402	0.6396
C12	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.68	5.55	5.8	5.48	1.09	1.04	1.07
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.3	-0.3	-0.28	-0.26	0.55	0.55	0.57
		ηDelay [cm]	0.8188	0.6628	0.8005	0.4730	0.5384	0.6754	0.5938
C12	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.18	5.16	5.44	5.13	1.01	0.97	0.99
		T _p [s]	1	1	1	0.9	1	1	1
		η [cm]	-0.24	-0.26	-0.26	-0.24	0.39	0.39	0.41
		ηDelay [cm]	0.8821	0.6934	0.8674	0.5410	0.5772	0.7134	0.6261
C12	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.27	4.35	4.58	4.29	0.82	0.8	0.82
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.26	-0.24	-0.24	-0.22	0.23	0.23	0.25
		η Delay [cm]	0.8357	0.6812	0.8253	0.4984	0.5465	0.6755	0.6063
C12	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.22	3.4	3.58	3.34	0.84	0.82	0.84
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.13	-0.12	-0.13	-0.09	0.25	0.24	0.26
		η Delay [cm]	0.9525	0.6830	0.8695	0.5373	0.5825	0.7280	0.6328
C12	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.37	3.13	3.29	3.06	0.69	0.68	0.7
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5
		η [cm]	-0.19	-0.15	-0.14	-0.13	0.05	0.06	0.07
		η Delay [cm]	0.8323	0.6943	0.8226	0.4934	0.5492	0.6588	0.6204
C11	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.21	10.87	11.11	10.65	2.54	2.44	2.38
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
		η [cm]	-0.55	-0.55	-0.52	-0.5	1.86	1.86	1.89
		η Delay [cm]	0.7541	0.7120	0.6659	0.4247	0.4667	0.5619	0.5729
C11	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.5	6.43	6.47	6.26	1.28	1.25	1.3
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.41	-0.41	-0.41	-0.38	0.65	0.66	0.69
		η Delay [cm]	0.8629	0.7810	0.7588	0.5202	0.5681	0.6802	0.6658
C11	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.63	5.57	5.66	5.48	1.12	1.11	1.11
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.37	-0.33	-0.35	-0.32	0.37	0.38	0.4
		η Delay [cm]	0.9433	0.8002	0.7894	0.5607	0.5845	0.7028	0.6832
C11	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.16	5.19	5.25	5.17	1.04	1.01	1.03
		T _p [s]	1	0.9	1	0.9	1	1	1
		η [cm]	-0.32	-0.31	-0.31	-0.28	0.25	0.25	0.27
		η Delay [cm]	1.0108	0.8389	0.8144	0.5897	0.6132	0.7352	0.7137
C11	H055T08j10	H _{m0} [cm]	5.99	4.2	4.26	4.15	0.88	0.88	0.91
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.22	-0.2	-0.21	-0.2	0.15	0.15	0.17
		η Delay [cm]	1.0601	0.8380	0.8183	0.6066	0.6133	0.7463	0.7242
C11	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.15	3.42	3.51	3.35	0.88	0.91	0.91
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.19	-0.18	-0.17	-0.16	0.15	0.15	0.17
		η Delay [cm]	1.0350	0.8300	0.8029	0.5933	0.6020	0.7315	0.7045

Allegato I

C11	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.37	3.13	3.19	3.06	0.75	0.77	0.78
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6
		η [cm]	-0.19	-0.19	-0.18	-0.15	0.02	0.02	0.02
		η Delay [cm]	0.8776	0.8233	0.7807	0.5505	0.5469	0.6483	0.6726
C10	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.45	10.84	10.98	10.91	2.7	2.46	2.43
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	1.5
		η [cm]	-0.64	-0.58	-0.57	-0.47	1.69	1.63	1.72
		η Delay [cm]	0.8605	0.7690	0.6874	0.5864	0.4680	0.6284	0.5695
C10	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.81	6.52	6.52	6.52	1.41	1.33	1.38
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.5	-0.42	-0.39	-0.35	0.64	0.63	0.68
		η Delay [cm]	0.9585	0.8695	0.7500	0.7697	0.4868	0.6406	0.5635
C10	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.88	5.66	5.67	5.77	1.18	1.13	1.16
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.35	-0.31	-0.3	-0.27	0.4	0.39	0.42
		η Delay [cm]	0.9283	0.8527	0.7462	0.8030	0.4540	0.6275	0.5400
C10	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.31	5.3	5.28	5.43	1.1	1.03	1.05
		T _p [s]	1	0.9	0.9	1	1	1	1
		η [cm]	-0.36	-0.32	-0.32	-0.29	0.21	0.21	0.23
		η Delay [cm]	1.0491	0.9092	0.8168	0.8870	0.5237	0.6935	0.5908
C10	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.19	4.33	4.32	4.45	0.95	0.91	0.93
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.28	-0.24	-0.25	-0.23	0.11	0.11	0.13
		η Delay [cm]	1.0602	0.8933	0.8069	0.8934	0.4979	0.6678	0.5680
C10	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.25	3.45	3.48	3.56	0.92	0.9	0.93
		T _p [s]	1	0.9	1.1	1	1	1.1	1
		η [cm]	-0.19	-0.18	-0.18	-0.15	0.15	0.15	0.16
		η Delay [cm]	1.0474	0.8765	0.7802	0.8693	0.4681	0.6402	0.5375
C10	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.14	2.92	2.91	3.01	0.81	0.79	0.83
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
		η [cm]	-0.08	-0.1	-0.09	-0.07	0.05	0.05	0.07
		η Delay [cm]	1.0877	0.9057	0.8054	0.9105	0.4816	0.6514	0.5493
C09	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.47	11.09	10.95	10.74	2.83	2.6	2.74
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.7
		η [cm]	-0.68	-0.58	-0.57	-0.51	1.69	1.61	1.73
		η Delay [cm]	0.8261	0.3304	0.7777	0.5611	0.4620	0.6249	0.5721
C09	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.87	6.61	6.62	6.4	1.77	1.43	1.52
		T _p [s]	1	1	1.1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.45	-0.43	-0.41	-0.33	0.66	0.65	0.71
		η Delay [cm]	0.8067	0.3449	0.7925	0.6085	0.4371	0.5908	0.5766
C09	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.87	5.69	5.64	5.58	1.68	1.23	1.33
		T _p [s]	1	1	1	1	0.2	1	1
		η [cm]	-0.33	-0.34	-0.33	-0.28	0.35	0.37	0.41
		η Delay [cm]	0.7873	0.3357	0.7844	0.6515	0.4289	0.5865	0.5784
C09	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.29	5.37	5.35	5.27	1.57	1.14	1.2
		T _p [s]	1	1	0.9	1	0.2	1	1
		η [cm]	-0.31	-0.32	-0.31	-0.26	0.22	0.22	0.26
		η Delay [cm]	0.8509	0.3512	0.7998	0.6970	0.5009	0.6171	0.6033
C09	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.25	4.37	4.35	4.36	1.32	1.05	1.1
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2	0.9	0.9
		η [cm]	-0.26	-0.25	-0.23	-0.2	0.12	0.12	0.15
		η Delay [cm]	0.8843	0.3265	0.7845	0.7045	0.4978	0.6028	0.5975

Allegato I

C09	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.33	3.47	3.45	3.56	1.33	1	1.06
		T _p [s]	1	1	0.9	1.1	0.2	1.1	1
		η [cm]	-0.18	-0.17	-0.17	-0.13	0.13	0.14	0.17
		η Delay [cm]	0.8953	0.3086	0.7773	0.7161	0.4993	0.5966	0.5978
C09	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.17	2.97	2.95	3.01	0.97	0.91	0.97
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
		η [cm]	-0.08	-0.1	-0.1	-0.07	0.04	0.04	0.05
		η Delay [cm]	0.9984	0.3947	0.8702	0.8272	0.5794	0.6716	0.6796
C08	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.17	11.09	10.84	10.7	2.64	2.92	2.9
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.4
		η [cm]	-0.59	-0.59	-0.5	-0.5	1.59	1.64	1.69
		η Delay [cm]	0.8410	0.3232	0.5872	0.3488	0.5500	0.6233	0.5099
C08	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.66	6.77	6.6	6.48	1.55	1.66	1.7
		T _p [s]	1	1	1	1.1	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.42	-0.38	-0.33	-0.33	0.64	0.64	0.68
		η Delay [cm]	0.8873	0.3060	0.5987	0.3574	0.5774	0.6412	0.5297
C08	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.72	5.83	5.65	5.54	1.32	1.38	1.39
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	0.01	0	0	0.02	0.64	0.66	0.69
		η Delay [cm]	0.4945	-0.0302	0.3080	0.0473	0.2683	0.3239	0.2165
C08	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.13	5.43	5.32	5.15	1.26	1.3	1.29
		T _p [s]	1	1	1	0.9	1	1	0.9
		η [cm]	-0.33	-0.34	-0.32	-0.29	0.21	0.22	0.26
		η Delay [cm]	0.8970	0.3242	0.6418	0.3696	0.5679	0.6354	0.5168
C08	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.09	4.41	4.3	4.2	1.11	1.17	1.18
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.09	0.9	0.9
		η [cm]	-0.3	-0.31	-0.29	-0.27	0.08	0.08	0.11
		η Delay [cm]	0.9137	0.2978	0.6159	0.3591	0.5422	0.6213	0.5196
C08	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.19	3.55	3.4	3.41	1.06	1.1	1.1
		T _p [s]	1	1	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.25	-0.26	-0.24	-0.23	0.08	0.08	0.11
		η Delay [cm]	0.9228	0.2742	0.5906	0.3415	0.5260	0.6069	0.5138
C08	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.06	3	2.94	2.88	0.9	0.95	0.96
		T _p [s]	-0.25	-0.26	-0.24	-0.23	0.08	0.08	0.11
		η [cm]	-0.18	-0.2	-0.17	-0.16	-0.03	-0.04	-0.01
		η Delay [cm]	0.9691	0.2856	0.6067	0.3553	0.5317	0.6229	0.5338
C07	H100T15j10	H _{m0} [cm]	11.8	11.64	10.93	10.8	2.78	3.06	3.17
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	1.4
		η [cm]	-0.46	-0.5	-0.47	-0.48	1.59	1.65	1.74
		η Delay [cm]	0.4912	0.5806	0.6975	0.5072	0.6223	0.6146	0.5584
C07	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.26	7.15	6.62	6.56	1.69	1.78	1.9
		T _p [s]	1	1	1	1	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.44	-0.49	-0.43	-0.41	0.58	0.59	0.63
		η Delay [cm]	0.4912	0.5806	0.6975	0.5072	0.6223	0.6146	0.5584
C07	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.44	6.22	5.77	5.65	1.46	1.52	1.59
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.28	-0.33	-0.29	-0.27	0.39	0.38	0.42
		η Delay [cm]	0.5325	0.7395	0.7809	0.5568	0.6369	0.6264	0.6082
C07	H050T10j10	H _{m0} [cm]	5.99	5.83	5.42	5.3	1.39	1.42	1.49
		T _p [s]	1	0.9	1	0.9	0.9	1	0.9
		η [cm]	-0.27	-0.3	-0.27	-0.26	0.25	0.23	0.28
		η Delay [cm]	0.6243	0.7796	0.8307	0.6131	0.6846	0.6777	0.6623

Allegato I

C07	H055T08j10	H _{m0} [cm]	5.86	4.72	4.37	4.3	1.23	1.27	1.34
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.24	-0.25	-0.22	-0.2	0.11	0.1	0.13
		η Delay [cm]	0.6561	0.7901	0.8426	0.6169	0.6938	0.6759	0.6688
C07	H040T10j10	H _{m0} [cm]	4.97	3.82	3.5	3.39	1.17	1.2	1.27
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.16	-0.17	-0.15	-0.14	0.14	0.12	0.16
		η Delay [cm]	0.6644	0.7596	0.8192	0.5994	0.6733	0.6569	0.6464
C07	H035T08j10	H _{m0} [cm]	3.92	3.22	2.96	2.92	1.02	1.04	1.07
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.07	-0.09	-0.07	-0.06	0.04	0.04	0.06
		η Delay [cm]	0.7038	0.7846	0.8501	0.6292	0.6970	0.6767	0.6739
C06	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.33	11.15	10.95	10.74	3.01	3.37	3.43
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.42	-0.51	-0.45	-0.37	1.57	1.63	1.7
		η Delay [cm]	0.7338	0.2173	0.6237	0.3843	0.5936	0.6417	0.5289
C06	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.64	6.73	6.57	6.4	1.89	2.04	2.11
		T _p [s]	1	1	1	1	8.5	8.5	8.5
		η [cm]	-0.49	-0.51	-0.47	-0.46	0.55	0.55	0.61
		η Delay [cm]	0.9764	0.3958	0.8233	0.6465	0.7453	0.7874	0.6876
C06	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.74	5.79	5.7	5.58	1.67	1.79	1.81
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1	1
		η [cm]	-0.38	-0.37	-0.35	-0.33	0.31	0.32	0.35
		η Delay [cm]	0.9295	0.3134	0.7518	0.5779	0.7114	0.7319	0.6471
C06	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.17	5.4	5.28	5.2	1.53	1.6	1.62
		T _p [s]	1	0.9	0.9	1	0.9	1	0.9
		η [cm]	-0.36	-0.34	-0.33	-0.31	0.17	0.18	0.21
		η Delay [cm]	0.9915	0.3402	0.7859	0.6049	0.7421	0.7577	0.6743
C06	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.1	4.43	4.32	4.28	1.31	1.38	1.41
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.3	-0.28	-0.27	-0.26	0.06	0.05	0.07
		η Delay [cm]	0.9904	0.3218	0.7734	0.5980	0.7292	0.7450	0.6664
C06	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.18	3.56	3.51	3.38	1.24	1.31	1.33
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.19	-0.2	-0.19	-0.17	0.1	0.1	0.12
		η Delay [cm]	0.9633	0.2774	0.7328	0.5612	0.6934	0.7070	0.6286
C06	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.11	3.02	2.93	2.89	1.06	1.12	1.15
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.07	-0.09	-0.08	-0.07	0.03	0.03	0.04
		η Delay [cm]	0.9908	0.2814	0.7388	0.5657	0.7035	0.7167	0.6397
C05	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.22	11.03	10.92	10.67	3.12	3.41	3.49
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.4	-0.43	-0.38	-0.37	1.66	1.71	1.8
		η Delay [cm]	0.7657	0.2046	0.6074	0.4500	0.6344	0.6525	0.5452
C05	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.69	6.67	6.6	6.39	1.88	2.03	2.14
		T _p [s]	1	1	1	1	1.2	8.5	1.2
		η [cm]	-0.46	-0.47	-0.45	-0.41	0.66	0.67	0.73
		η Delay [cm]	0.9660	0.4166	0.8315	0.6656	0.7575	0.7908	0.6909
C05	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.74	5.72	5.67	5.56	1.6	1.72	1.75
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1	1
		η [cm]	-0.36	-0.34	-0.33	-0.3	0.4	0.41	0.45
		η Delay [cm]	0.9507	0.3770	0.7957	0.6364	0.7292	0.7481	0.6602

Allegato I

C05	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.21	5.37	5.3	5.22	1.55	1.63	1.67
		T _p [s]	1	1	0.9	1	0.9	1	0.9
		η [cm]	-0.33	-0.31	-0.3	-0.28	0.25	0.26	0.29
		η Delay [cm]	1.0038	0.3922	0.8153	0.6613	0.7517	0.7625	0.6759
C05	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.11	4.37	4.32	4.26	1.31	1.38	1.4
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.26	-0.24	-0.23	-0.21	0.13	0.14	0.16
		η Delay [cm]	1.0097	0.3897	0.8137	0.6632	0.7452	0.7545	0.6679
C05	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.21	3.47	3.51	3.44	1.27	1.34	1.36
		T _p [s]	1	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.19	-0.19	-0.19	-0.16	0.15	0.15	0.17
		η Delay [cm]	0.9961	0.3593	0.7863	0.6353	0.7239	0.7310	0.6471
C05	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.11	2.97	2.96	2.9	1.04	1.09	1.12
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.08	-0.09	-0.09	-0.07	0.05	0.05	0.07
		η Delay [cm]	1.0121	0.3533	0.7880	0.6355	0.7239	0.7285	0.6438
C04	H100T15j10	H _{m0} [cm]	11.37	11.08	10.85	10.75	3.48	3.72	3.73
		T _p [s]	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.45	-0.55	-0.42	-0.59	1.53	1.55	1.58
		η Delay [cm]	0.4234	0.3094	0.4559	0.8811	0.7259	0.8303	0.6664
C04	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.02	6.79	6.64	6.47	2.14	2.23	2.33
		T _p [s]	1	1	1	1	1.2	1.1	1.2
		η [cm]	-0.34	-0.4	-0.37	-0.39	0.67	0.67	0.69
		η Delay [cm]	0.4510	0.3429	0.5656	0.8916	0.7237	0.8126	0.6764
C04	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.26	5.88	5.72	5.61	1.89	1.94	1.97
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.26	-0.29	-0.28	-0.26	0.42	0.42	0.44
		η Delay [cm]	0.4317	0.2981	0.5272	0.8483	0.6995	0.7657	0.6465
C04	H050T10j10	H _{m0} [cm]	5.8	5.49	5.35	5.24	1.91	1.99	1.95
		T _p [s]	1	1	0.9	1	1	1	1
		η [cm]	-0.25	-0.25	-0.25	-0.23	0.27	0.27	0.29
		η Delay [cm]	0.5046	0.3311	0.5710	0.9014	0.7423	0.8156	0.6916
C04	H055T08j10	H _{m0} [cm]	5.7	4.48	4.36	4.25	1.67	1.71	1.71
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.19	-0.2	-0.2	-0.19	0.14	0.12	0.14
		η Delay [cm]	0.5230	0.3405	0.5802	0.9147	0.7514	0.8216	0.7061
C04	H040T10j10	H _{m0} [cm]	4.87	3.56	3.49	3.45	1.59	1.64	1.59
		T _p [s]	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.13	-0.15	-0.14	-0.14	0.16	0.15	0.17
		η Delay [cm]	0.5088	0.2986	0.5332	0.8785	0.7209	0.7867	0.6715
C04	H035T08j10	H _{m0} [cm]	3.8	3.03	2.98	2.88	1.37	1.42	1.37
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.02	-0.05	-0.04	-0.04	0.08	0.07	0.08
		η Delay [cm]	0.5490	0.3172	0.5602	0.9164	0.7405	0.8053	0.6951
C03	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.08	11.02	10.84	10.62	4.28	4	4.03
		T _p [s]	1.6	1.6	1.5	1.5	0.1	1.6	1.6
		η [cm]	-0.39	-0.46	-0.42	-0.45	1.26	1.45	1.47
		η Delay [cm]	0.8515	0.4205	0.6597	0.6473	0.2621	0.8520	0.6822
C03	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.69	6.83	6.65	6.46	2.61	2.66	2.71
		T _p [s]	1	1	1	1.1	1.2	1.1	1.2
		η [cm]	-0.32	-0.38	-0.36	-0.37	0.66	0.64	0.67
		η Delay [cm]	0.9238	0.5141	0.7327	0.7240	1.3465	0.8261	0.6505

Allegato I

C03	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.72	5.9	5.69	5.51	2.3	2.32	2.36
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.27	-0.29	-0.28	-0.27	0.37	0.37	0.41
		η Delay [cm]	0.9323	0.4887	0.7168	0.7026	1.3441	0.8031	0.6386
C03	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.19	5.56	5.4	5.19	2.22	2.25	2.24
		T _p [s]	1	1	1	0.9	1	1	1
		η [cm]	-0.26	-0.26	-0.25	-0.25	0.24	0.22	0.28
		η Delay [cm]	0.9986	0.5214	0.7392	0.7308	1.3746	0.8436	0.6710
C03	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.05	4.49	4.36	4.2	1.89	1.9	1.9
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.21	-0.21	-0.21	-0.21	0.11	0.1	0.13
		η Delay [cm]	0.9988	0.5103	0.7367	0.7242	1.3699	0.8325	0.6714
C03	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.17	3.6	3.46	3.39	1.75	1.76	1.75
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.12	-0.16	-0.15	-0.14	0.14	0.14	0.17
		η Delay [cm]	0.9741	0.4815	0.7090	0.6920	1.3399	0.8025	0.6444
C03	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.04	3.06	2.96	2.85	1.56	1.56	1.52
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.03	-0.08	-0.07	-0.06	0.06	0.04	0.05
		η Delay [cm]	1.0186	0.4801	0.7132	0.6923	1.3463	0.8140	0.6621
C02	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.27	10.84	10.92	10.71	5.11	4.58	4.67
		T _p [s]	1.6	1.5	1.6	1.5	0.2	1.6	1.6
		η [cm]	-0.31	-0.29	-0.22	-0.25	0.92	1.43	1.53
		η Delay [cm]	0.7830	0.2215	0.4656	0.4836	0.5953	0.6277	0.5115
C02	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.58	6.72	6.63	6.42	3.32	2.86	3
		T _p [s]	1	1	1	1	0.1	1.1	1.2
		η [cm]	-0.35	-0.35	-0.33	-0.35	0.17	0.58	0.6
		η Delay [cm]	0.8971	0.3868	0.6720	0.6979	1.5283	0.6785	0.6325
C02	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.64	5.73	5.71	5.49	2.78	2.61	2.75
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.28	-0.27	-0.26	-0.26	0.11	0.31	0.36
		η Delay [cm]	0.9236	0.3807	0.6700	0.6840	1.4842	0.6488	0.5827
C02	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.13	5.37	5.36	5.15	2.69	2.48	2.58
		T _p [s]	1	1	1	0.9	1	1	1
		η [cm]	-0.27	-0.24	-0.23	-0.24	0.21	0.19	0.22
		η Delay [cm]	1.0018	0.4130	0.7028	0.7181	1.1931	0.6664	0.6211
C02	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.02	4.39	4.37	4.21	2.48	2.22	2.26
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.3	0.9	0.9
		η [cm]	-0.24	-0.21	-0.2	-0.2	0.12	0.07	0.08
		η Delay [cm]	1.0314	0.4197	0.7111	0.7295	1.1488	0.6514	0.6036
C02	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.14	3.53	3.52	3.37	2.29	1.99	2.07
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	0.3	1.1	1.1
		η [cm]	-0.16	-0.15	-0.15	-0.15	0.16	0.09	0.11
		η Delay [cm]	1.0149	0.3996	0.7039	0.7115	1.1655	0.6375	0.5773
C02	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.06	3.02	2.99	2.88	2.15	1.72	1.72
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.8	0.8
		η [cm]	-0.07	-0.09	-0.08	-0.08	0.03	0.02	0.02
		η Delay [cm]	1.0453	0.4300	0.7293	0.7324	1.2289	0.6549	0.5950
C01	H100T15j10	H _{m0} [cm]	12.51	10.9	10.92	10.77	5.12	5.03	4.97
		T _p [s]	1.6	1.5	1.6	1.5	0.2	1.6	1.6
		η [cm]	-0.33	-0.37	-0.32	-0.38	2.29	1.24	1.11
		η Delay [cm]	0.7902	0.3785	0.5962	0.6040	-1.5869	0.5684	0.6376

Allegato I

C01	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.64	6.73	6.63	6.38	3.19	3.19	3.24
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.2
		η [cm]	-0.32	-0.32	-0.29	-0.3	0.45	0.45	0.44
		η Delay [cm]	0.8508	0.4690	0.6931	0.6712	0.4738	0.6226	0.6029
C01	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.69	5.78	5.75	5.55	4.51	2.95	3.01
		T _p [s]	1	1	1	1	0.2	1.1	1.1
		η [cm]	-0.25	-0.22	-0.2	-0.19	-1.92	0.24	0.27
		η Delay [cm]	0.8586	0.4658	0.6944	0.6641	0.4632	0.5765	0.5310
C01	H050T10j10	H _{m0} [cm]	6.15	5.43	5.37	5.16	3.96	2.87	2.85
		T _p [s]	1	1	1	0.9	0.2	1	1
		η [cm]	-0.23	-0.18	-0.17	-0.18	0.41	0.15	0.12
		η Delay [cm]	0.9377	0.5121	0.7535	0.7271	-1.3748	0.5948	0.5969
C01	H055T08j10	H _{m0} [cm]	6.05	4.4	4.37	4.22	2.63	2.62	2.63
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.17	-0.14	-0.13	-0.13	2.54	0.06	0.01
		η Delay [cm]	0.9567	0.5413	0.7853	0.7552	-2.0118	0.6015	0.6177
C01	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.17	3.56	3.53	3.38	2.3	2.33	2.37
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.12	-0.1	-0.1	-0.11	0.06	0.07	0.07
		η Delay [cm]	0.9554	0.5240	0.7776	0.7597	0.4736	0.6002	0.5844
C01	H035T08j10	H _{m0} [cm]	4.09	3.04	2.99	2.89	1.95	1.99	2.01
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.05	-0.02	-0.04	-0.04	0	0	0.01
		η Delay [cm]	0.9795	0.5148	0.7846	0.7516	0.4860	0.6226	0.6071

Tabella 6-2: H_{m0}, T_p e η_m per le prove effettuate nella terza sessione sperimentale.

B	Wave-Target		Wg1	Wg2	Wg3	Wg4	Wg5	Wg6	Wg7
C13	H100T15j10	H _{m0} [cm]	11.52	11.08	10.98	10.52	2.75	2.69	2.8
		T _p [s]	1.6	1.6	1.5	1.5	1.7	1.4	1.4
		η [cm]	-0.41	-0.47	-0.43	-0.43	0.8	0.79	0.86
		η Delay [cm]	0.4238	0.3382	0.5949	0.5625	0.4423	0.5533	0.5608
C13	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.13	6.62	6.55	6.36	1.81	1.83	2.02
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.42	-0.45	-0.41	-0.42	0.06	0.07	0.1
		η Delay [cm]	0.5277	0.4600	0.6984	0.7042	0.4816	0.5691	0.5886
C13	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.36	5.7	5.7	5.51	1.62	1.63	1.78
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.19	-0.19	-0.18	-0.17	0.08	0.08	0.11
		η Delay [cm]	0.3435	0.2405	0.4982	0.4975	0.2517	0.3430	0.3575
C13	H050T10j10	H _{m0} [cm]	5.88	5.32	5.32	5.13	1.53	1.52	1.52
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.41	-0.39	-0.38	-0.36	-0.2	-0.18	-0.18
		η Delay [cm]	0.6272	0.4916	0.7553	0.7343	0.4868	0.5674	0.5936
C13	H055T08j10	H _{m0} [cm]	5.86	4.38	4.36	4.2	1.38	1.41	1.51
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9
		η [cm]	-0.34	-0.31	-0.31	-0.29	-0.2	-0.19	-0.2
		η Delay [cm]	0.6163	0.4562	0.7340	0.7207	0.4388	0.5215	0.5678
C13	H040T10j10	H _{m0} [cm]	4.99	3.53	3.52	3.36	1.25	1.28	1.38
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.28	-0.25	-0.25	-0.23	-0.19	-0.18	-0.16
		η Delay [cm]	0.6559	0.4599	0.7367	0.7256	0.4494	0.5306	0.5619
C13	H035T08j10	H _{m0} [cm]	3.94	3.03	3.01	2.9	1.11	1.15	1.17
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.16	-0.15	-0.16	-0.14	-0.12	1.15	-0.12
		η Delay [cm]	0.6430	0.4560	0.7315	0.7127	0.4257	0.5057	0.5498

Allegato I

C12	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.54	11.06	11.02	10.55	3.02	2.96	3.02
		T _p [s]	1.6	1.6	1.6	1.5	1.7	1.7	1.4
		η [cm]	-0.62	-0.62	-0.57	-0.62	0.86	0.85	0.86
		η Delay [cm]	0.5247	0.4277	0.7012	0.6765	0.5188	0.6826	0.6699
C12	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.06	6.59	6.51	6.26	1.93	1.95	2.11
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.2
		η [cm]	-0.47	-0.46	-0.47	-0.47	0.12	0.11	0.12
		η Delay [cm]	0.5831	0.4254	0.7169	0.6701	0.5306	0.6910	0.6856
C12	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.37	5.72	5.71	5.52	1.75	1.77	1.9
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.31	-0.29	-0.3	-0.28	0.03	0.02	0.03
		η Delay [cm]	0.4940	0.3124	0.5882	0.5481	0.4213	0.5774	0.5781
C12	H050T10j10	H _{no} [cm]	5.88	5.31	5.27	5.13	1.6	1.62	1.77
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.42	-0.41	-0.41	-0.39	-0.16	-0.16	-0.16
		η Delay [cm]	0.6439	0.4368	0.7112	0.6610	0.5391	0.6930	0.7021
C12	H055T08j10	H _{no} [cm]	5.8	4.33	4.33	4.13	1.43	1.47	1.57
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.37	-0.35	-0.36	-0.34	-0.21	-0.21	-0.21
		η Delay [cm]	0.6469	0.4227	0.7019	0.6526	0.5278	0.6834	0.6926
C12	H040T10j10	H _{no} [cm]	4.94	3.5	3.52	3.33	1.31	1.34	1.44
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.23	-0.21	-0.21	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
		η Delay [cm]	0.5702	0.3261	0.5998	0.5608	0.4356	0.5915	0.6030
C12	H035T08j10	H _{no} [cm]	3.92	3.02	2.98	2.86	1.17	1.21	1.22
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.19	-0.18	-0.19	-0.18	-0.14	-0.14	-0.14
		η Delay [cm]	0.6849	0.4141	0.6973	0.6496	0.5235	0.6806	0.6932
C11	H100T15j10	H _{no} [cm]	1.6	1.6	1.6	1.5	1.7	1.7	1.4
		T _p [s]	-0.62	-0.62	-0.57	-0.62	0.86	0.85	0.86
		η [cm]	0.5247	0.4277	0.7012	0.6765	0.5188	0.6826	0.6699
		η Delay [cm]							
C11	H080T10j10	H _{no} [cm]	11.8	11.1	11.07	10.76	3.15	3.1	3.19
		T _p [s]	1.6	1.6	1.6	1.5	1.7	1.7	1.4
		η [cm]	-0.64	-0.68	-0.63	-0.65	0.85	0.85	0.91
		η Delay [cm]	0.6414	0.5307	0.8046	0.7511	0.6933	0.7814	0.7793
C11	H060T10j10	H _{no} [cm]	10.27	6.63	6.56	6.3	1.7	1.99	2.17
		T _p [s]	1	1	1.1	1	1.1	1.1	1.2
		η [cm]	-0.47	-0.49	-0.48	-0.47	0.15	0.15	0.15
		η Delay [cm]	0.5949	0.4724	0.7565	0.7007	0.6721	0.7661	0.8261
C11	H050T10j10	H _{no} [cm]	7.45	5.74	5.71	5.55	1.83	1.84	1.98
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1	1
		η [cm]	-0.28	-0.27	-0.26	-0.25	0.07	0.07	0.09
		η Delay [cm]	0.5829	0.3728	0.6649	0.6101	0.5809	0.6685	0.7042
C11	H055T08j10	H _{no} [cm]	6.03	5.42	5.34	5.21	1.73	1.72	1.87
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.28	-0.3	-0.3	-0.28	-0.03	-0.04	-0.02
		η Delay [cm]	0.7512	0.5249	0.8275	0.7674	0.7155	0.8038	0.8488
C11	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.91	4.39	4.36	4.2	1.55	1.57	1.69
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.25	-0.23	-0.23	-0.22	-0.07	-0.07	-0.07
		η Delay [cm]	0.7525	0.4888	0.7919	0.7379	0.6799	0.7690	0.8086

Allegato I

C11	H035T08j10	H _{no} [cm]	5.04	3.5	3.55	3.41	1.41	1.43	1.55
		T _p [s]	1	0.9	1.1	1	1.1	1	1
		η [cm]	-0.17	-0.16	-0.16	-0.15	-0.04	-0.04	-0.03
		η Delay [cm]	0.7308	0.4544	0.7561	0.7046	0.6537	0.7401	0.7791
C10	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.76	10.93	10.88	10.72	3.78	3.18	3.23
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.4
		η [cm]	-0.41	-0.48	-0.42	-0.43	1.23	1.05	1.09
		η Delay [cm]	0.3728	0.3006	0.5528	0.5299	2.0074	0.5672	0.5541
C10	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.2	6.55	6.48	6.24	2.34	2	2.16
		T _p [s]	1	1	1.1	1	1.2	1.1	1.2
		η [cm]	-0.09	-0.1	-0.08	-0.09	0.62	0.53	0.55
		η Delay [cm]	0.2426	0.1472	0.4047	0.4130	1.8190	0.3839	0.4016
C10	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.49	5.77	5.72	5.54	2.27	1.96	2.14
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.12	-0.11	-0.1	-0.1	0.25	0.21	0.24
		η Delay [cm]	0.6633	0.5296	0.8009	0.7868	2.2505	0.7588	0.7794
C10	H050T10j10	H _{no} [cm]	5.98	5.42	5.36	5.17	2.13	1.83	1.99
		T _p [s]	1	1	0.9	1	1	1	1
		η [cm]	-0.11	-0.09	-0.09	-0.09	0.15	0.13	0.15
		η Delay [cm]	0.7319	0.5717	0.8495	0.8395	2.3115	0.8109	0.8369
C10	H055T08j10	H _{no} [cm]	5.89	4.41	4.37	4.25	1.96	1.66	1.8
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06	0.08	0.07	0.07
		η Delay [cm]	0.7220	0.5585	0.8407	0.8304	2.2970	0.7919	0.8353
C10	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.06	3.5	3.52	3.42	1.72	1.5	1.67
		T _p [s]	1	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	0.07	0.06	0.07
		η Delay [cm]	0.6951	0.5189	0.7962	0.7943	2.2568	0.7613	0.8052
C10	H035T08j10	H _{no} [cm]	3.96	3	3	2.86	1.53	1.33	1.36
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	0.02	0.01	0.02
		η Delay [cm]	0.7057	0.5014	0.7855	0.7815	2.2434	0.7522	0.7931
C09	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.76	10.98	10.91	10.75	3.2	3.18	3.23
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.4
		η [cm]	-0.41	-0.48	-0.42	-0.43	1.23	1.05	1.09
		η Delay [cm]	0.3728	0.3006	0.5528	0.5299	2.0074	0.5672	0.5541
C09	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.27	6.65	6.61	6.35	2.04	2	2.16
		T _p [s]	1	1	1.1	1	1.2	1.1	1.2
		η [cm]	-0.09	-0.1	-0.08	-0.09	0.62	0.53	0.55
		η Delay [cm]	0.2426	0.1472	0.4047	0.4130	1.8190	0.3839	0.4016
C09	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.49	5.77	5.72	5.51	1.8	1.96	2.14
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.12	-0.11	-0.1	-0.1	0.25	0.21	0.24
		η Delay [cm]	0.6633	0.5296	0.8009	0.7868	2.2505	0.7588	0.7794
C09	H050T10j10	H _{no} [cm]	5.98	5.45	5.4	5.16	1.73	1.83	1.99
		T _p [s]	1	1	0.9	1	1	1	1
		η [cm]	-0.11	-0.09	-0.09	-0.09	0.15	0.13	0.15
		η Delay [cm]	0.7319	0.5717	0.8495	0.8395	2.3115	0.8109	0.8369
C09	H055T08j10	H _{no} [cm]	5.89	4.41	4.37	4.23	1.59	1.68	1.8
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06	0.08	0.07	0.07
		η Delay [cm]	0.7220	0.5585	0.8407	0.8304	2.2970	0.7919	0.8353

Allegato I

C09	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.06	3.5	3.47	3.42	1.38	1.5	1.67
		Tp [s]	1	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	0.07	0.06	0.07
		η Delay [cm]	0.6951	0.5189	0.7962	0.7943	2.2568	0.7613	0.8052
C09	H035T08j10	H _{no} [cm]	3.96	3	3	2.86	1.26	1.33	1.36
		Tp [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	0.02	0.01	0.02
		η Delay [cm]	0.7057	0.5014	0.7855	0.7815	2.2434	0.7522	0.7931
C08	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.8	10.95	10.88	10.67	3.93	3.7	3.55
		Tp [s]	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.32	-0.4	-0.36	-0.38	1.23	1.18	1.17
		η Delay [cm]	0.5582	0.4414	0.7220	0.6903	0.7924	0.7308	0.7056
C08	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.25	6.64	6.64	6.37	2.49	2.36	2.47
		Tp [s]	1	1	1	1.1	1.2	1.1	1.2
		η [cm]	-0.17	-0.2	-0.18	-0.19	0.5	0.48	0.48
		η Delay [cm]	0.6317	0.4803	0.7597	0.7269	0.8180	0.7426	0.7395
C08	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.45	5.79	5.73	5.49	2.43	2.13	2.25
		Tp [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1
		η [cm]	-0.1	-0.09	-0.09	-0.09	0.29	0.29	0.29
		η Delay [cm]	0.6102	0.4292	0.7115	0.6820	0.7617	0.6849	0.6860
C08	H050T10j10	H _{no} [cm]	5.97	5.41	5.38	5.13	2.37	1.97	2.06
		Tp [s]	1	1	1	0.9	0.1	1	1
		η [cm]	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	0.19	0.2	0.2
		η Delay [cm]	0.6869	0.4849	0.7698	0.7403	0.8049	0.7355	0.7386
C08	H055T08j10	H _{no} [cm]	5.89	4.38	4.38	4.19	2.42	1.82	1.9
		Tp [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.1	0.9	0.9
		η [cm]	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06	0.05	0.11	0.11
		η Delay [cm]	0.7320	0.5003	0.7855	0.7568	0.8079	0.7531	0.7573
C08	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.04	3.54	3.48	3.35	4.72	1.64	1.79
		Tp [s]	1	1.1	1	1.1	0.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.04	-0.05	-0.04	-0.04	-1.76	0.1	0.1
		η Delay [cm]	0.7193	0.4779	0.7648	0.7371	0.6855	0.7309	0.7319
C08	H035T08j10	H _{no} [cm]	3.95	3	3.01	2.86	4.68	1.45	1.44
		Tp [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.1	0.8	0.8
		η [cm]	0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.04	1
		η Delay [cm]	0.7115	0.4818	0.7680	0.7426	-1.1343	0.7338	0.7377
C07	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.78	10.88	10.78	10.67	4.69	3.96	3.95
		Tp [s]	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.32	-0.4	-0.36	-0.38	1.22	1.03	1.06
		η Delay [cm]	0.5753	0.5016	0.7371	0.7305	2.1678	0.7653	0.7346
C07	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.28	6.68	6.59	6.36	2.89	2.4	2.6
		Tp [s]	1	1	1	1	1.2	1.1	1.2
		η [cm]	-0.17	-0.2	-0.18	-0.18	0.51	0.42	0.43
		η Delay [cm]	0.6002	0.5212	0.7586	0.7370	2.1432	0.7349	0.7324
C07	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.51	5.79	5.79	5.56	2.66	2.24	2.4
		Tp [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.08	-0.11	-0.1	-0.1	0.29	0.25	0.26
		η Delay [cm]	0.5887	0.4897	0.7252	0.7117	2.1026	0.6921	0.6892
C07	H050T10j10	H _{no} [cm]	6.02	5.38	5.37	5.19	2.49	2.07	2.22
		Tp [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.11	-0.12	-0.11	-0.11	1.29	0.16	0.17
		η Delay [cm]	0.7017	0.5582	0.8021	0.7837	1.0752	0.7551	0.7544

Allegato I

C07	H055T08j10	H _{no} [cm]	5.9	4.39	4.36	4.2	2.38	1.96	2.06
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.08	-0.08	-0.07	-0.06	0.1	0.08	0.09
		η Delay [cm]	0.7170	0.5508	0.7917	0.7718	2.1693	0.7482	0.7502
C07	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.02	3.54	3.57	3.35	1.95	1.66	1.86
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.04	-0.06	-0.05	-0.04	0.1	0.09	0.1
		η Delay [cm]	0.6921	0.5263	0.7696	0.7513	2.1315	0.7193	0.7162
C07	H035T08j10	H _{no} [cm]	3.94	2.99	2.99	2.85	5.3	1.53	1.54
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.02	-0.05	-0.04	-0.02	-0.09	0.02	0.03
		η Delay [cm]	0.7480	0.5507	0.7985	0.7754	0.0940	0.7419	0.7400
C06	H100T15j10	H _{no} [cm]	12.33	10.86	10.74	10.6	7.17	4.13	4.18
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.6	0.1	1.6	1.4
		η [cm]	-0.3	-0.34	-0.3	-0.32	1.5	1.03	1.04
		η Delay [cm]	0.8485	0.3993	0.6827	0.6327	0.7668	0.6492	0.6524
C06	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.76	6.62	6.56	6.27	5.83	2.6	2.89
		T _p [s]	1	1	1	1	0.1	1.1	1.2
		η [cm]	-0.15	-0.16	-0.15	-0.16	1.36	0.4	0.42
		η Delay [cm]	0.9238	0.4467	0.7336	0.6872	1.2516	0.6897	0.7045
C06	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.84	5.75	5.74	5.55	3.4	2.43	2.65
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.08	-0.09	-0.08	-0.08	0.33	0.24	0.24
		η Delay [cm]	0.9287	0.4258	0.7195	0.6764	3.4927	0.6567	0.6842
C06	H050T10j10	H _{no} [cm]	6.3	5.37	5.36	5.18	3.14	2.24	2.43
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.11	-0.09	-0.09	-0.09	0.22	0.15	0.15
		η Delay [cm]	1.0382	0.4870	0.7818	0.7344	3.5690	0.7159	0.7396
C06	H055T08j10	H _{no} [cm]	6.19	4.41	4.38	4.21	2.93	2.06	2.17
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.09	-0.06	-0.06	-0.06	0.1	0.07	0.08
		η Delay [cm]	1.0576	0.4880	0.7882	0.7413	3.5731	0.7134	0.7381
C06	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.28	3.52	3.57	3.36	2.46	1.78	1.97
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	0.05	-0.05	-0.05	-0.04	0.1	0.07	0.07
		η Delay [cm]	1.0440	0.4719	0.7726	0.7280	3.5392	0.6891	0.7141
C06	H035T08j10	H _{no} [cm]	4.16	3.01	2.98	2.85	2.2	1.61	1.63
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0.04	0.02	0.03
		η Delay [cm]	1.0658	0.4793	0.7814	0.7304	3.5451	0.6955	0.7199
C05	H100T15j10	H _{no} [cm]	12.35	10.91	10.83	10.59	4.61	4.59	4.59
		T _p [s]	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.26	-0.33	-0.28	-0.33	0.91	0.9	0.92
		η Delay [cm]	0.8805	0.4762	0.7372	0.7136	0.6085	0.7443	0.7274
C05	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.82	6.61	6.62	6.27	2.87	2.81	3.03
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.16	-0.15	-0.15	-0.16	0.35	0.35	0.36
		η Delay [cm]	0.9672	0.4832	0.7716	0.7315	0.6382	0.7567	0.7662
C05	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.84	5.72	5.72	5.54	2.66	2.64	2.84
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.1	-0.08	-0.07	-0.07	0.19	0.19	0.2
		η Delay [cm]	0.9646	0.4550	0.7340	0.6968	0.6187	0.7287	0.7508

Allegato I

C05	H050T10j10	H _{no} [cm]	6.3	5.36	5.37	5.16	2.54	2.5	2.64
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06	0.14	0.13	0.14
		η Delay [cm]	1.0273	0.4869	0.7652	0.7311	0.6532	0.7619	0.7893
C05	H055T08j10	H _{no} [cm]	6.2	4.38	4.38	4.22	2.36	2.27	2.4
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.06	-0.05	-0.05	-0.04	0.06	0.06	0.06
		η Delay [cm]	1.1079	0.5328	0.8186	0.7774	0.7024	0.8095	0.8389
C05	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.34	3.51	3.56	3.4	1.95	1.96	2.15
		T _p [s]	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	0.07	0.06	0.07
		η Delay [cm]	1.0965	0.5039	0.7943	0.7538	0.6758	0.7899	0.8166
C05	H035T08j10	H _{no} [cm]	4.2	3.03	3.01	2.9	1.77	1.76	1.79
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.01	-0.01	0	0	0.02	0.02	0.02
		η Delay [cm]	1.1525	0.5721	0.8605	0.8190	0.7097	0.8177	0.8507
C04	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.6	10.93	10.84	10.53	4.95	4.95	5.06
		T _p [s]	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
		η [cm]	-0.2	-0.25	-0.21	-0.25	0.88	0.81	0.85
		η Delay [cm]	0.4623	0.3784	0.6289	0.6199	0.2411	0.4357	0.6072
C04	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.27	6.56	6.61	6.23	4.77	3.26	3.52
		T _p [s]	1	1	1.1	1	0.1	1	1.1
		η [cm]	-0.14	-0.14	-0.13	-0.13	1.16	0.27	0.29
		η Delay [cm]	0.6610	0.5308	0.7984	0.7709	0.3384	0.5682	0.7579
C04	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.44	5.74	5.76	5.56	4.71	3	3.17
		T _p [s]	1	1	1	1	0.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.07	-0.07	-0.06	-0.07	0.08	0.14	0.16
		η Delay [cm]	0.6509	0.4963	0.7686	0.7446	1.2185	0.5301	0.7298
C04	H050T10j10	H _{no} [cm]	5.91	4.38	4.4	4.2	2.38	2.49	2.62
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.08	-0.06	-0.04	-0.05	0.05	0.02	0.03
		η Delay [cm]	4.28	0.38	0.09	2.53	0.37	0.15	4.28
C04	H055T08j10	H _{no} [cm]	5.97	5.4	5.43	5.17	3.84	2.78	2.88
		T _p [s]	1	1	1	1	0.1	1	1
		η [cm]	-0.08	-0.06	-0.06	-0.06	-0.34	0.08	0.09
		η Delay [cm]	0.7606	0.5735	0.8536	0.8224	1.2440	0.6077	0.8115
C04	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.1	3.5	3.56	3.44	2	2.14	2.29
		T _p [s]	1	1	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.04	-0.05	-0.03	-0.04	0.05	0.02	0.03
		η Delay [cm]	0.8137	0.6191	0.8740	0.8746	0.3318	0.6508	0.8559
C04	H035T08j10	H _{no} [cm]	3.97	3.01	3.04	2.89	1.81	1.93	1.94
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.02	-0.03	0	-0.01	0.02	-0.01	0
		η Delay [cm]	0.8369	0.6376	0.8841	0.8912	0.3198	0.6476	0.8544
C03	H100T15j10	H _{no} [cm]	12.31	10.99	10.9	10.58	5.46	5.08	5.19
		T _p [s]	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.21	-0.28	-0.22	-0.27	2.85	0.75	0.74
		η Delay [cm]	0.9335	0.5043	0.7788	0.7070	0.6612	0.9413	0.7639
C03	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.92	6.64	6.65	6.33	3.64	3.31	3.55
		T _p [s]	1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.15	-0.15	-0.13	-0.15	0.28	0.25	0.26
		η Delay [cm]	1.1225	0.6099	0.9010	0.8126	0.7313	1.0383	0.8662

Allegato I

C03	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.9	5.76	5.72	5.51	3.34	3.02	3.2
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.09	-0.07	-0.06	-0.07	0.15	0.14	0.14
		η Delay [cm]	1.1143	0.5634	0.8670	0.7760	0.6880	0.9907	0.8236
C03	H050T10j10	H _{no} [cm]	6.32	5.41	5.4	5.14	3.1	2.78	2.94
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.08	-0.07	-0.06	-0.06	0.09	0.08	0.08
		η Delay [cm]	1.2083	0.6352	0.9395	0.8437	0.7634	1.0585	0.8974
C03	H055T08j10	H _{no} [cm]	6.22	4.35	4.37	4.17	2.87	2.6	2.72
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.07	-0.04	-0.04	-0.04	0.04	0.03	0.03
		η Delay [cm]	1.2872	0.6740	0.9851	0.8859	0.8005	1.0970	0.9301
C03	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.36	3.51	3.48	3.38	2.45	2.23	2.34
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	0.05	0.04	0.04
		η Delay [cm]	1.2882	0.6888	0.9985	0.8967	0.7888	1.0872	0.9233
C03	H035T08j10	H _{no} [cm]	4.21	3	3	2.87	2.16	1.97	2.03
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.02	-0.02	-0.01	0	0.01	0.01	0.01
		η Delay [cm]	1.3122	0.7148	1.0282	0.9233	0.7977	1.0952	0.9294
C02	H100T15j10	H _{no} [cm]	12.18	10.79	10.9	10.55	5.09	5.59	5.67
		T _p [s]	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.37	-0.39	-0.34	-0.38	0.5	0.54	0.55
		η Delay [cm]	0.9732	0.5114	0.8072	0.7434	0.8241	0.7857	0.7692
C02	H080T10j10	H _{no} [cm]	10.62	6.57	6.54	6.36	3.47	3.69	3.9
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1	1.1
		η [cm]	-0.29	-0.29	-0.29	-0.27	0.12	0.13	0.14
		η Delay [cm]	0.9037	0.4157	0.7240	0.6553	0.7513	0.6945	0.6939
C02	H060T10j10	H _{no} [cm]	7.73	5.69	5.67	5.43	3.08	3.25	3.39
		T _p [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.3	-0.25	-0.25	-0.25	-0.02	-0.03	-0.03
		η Delay [cm]	0.8924	0.3703	0.6878	0.6172	0.7140	0.6503	0.6577
C02	H050T10j10	H _{no} [cm]	6.22	5.34	5.34	5.09	2.85	2.99	3.15
		T _p [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.3	-0.26	-0.25	-0.25	-0.08	-0.09	-0.09
		η Delay [cm]	0.9337	0.3936	0.7152	0.6432	0.7406	0.6764	0.6891
C02	H055T08j10	H _{no} [cm]	6.16	4.36	4.37	4.2	2.58	2.73	2.83
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.26	-0.22	-0.22	-0.21	-0.11	-0.12	-0.13
		η Delay [cm]	0.9415	0.3856	0.7113	0.6405	0.7340	0.6707	0.6843
C02	H040T10j10	H _{no} [cm]	5.24	3.56	3.53	3.35	2.24	2.4	2.47
		T _p [s]	1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.19	-0.15	-0.15	-0.14	-0.07	-0.07	-0.08
		η Delay [cm]	0.9375	0.3677	0.6943	0.6263	0.7172	0.6542	0.6661
C02	H035T08j10	H _{no} [cm]	4.2	3.03	3.03	2.91	1.98	2.1	2.15
		T _p [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.13	-0.1	-0.1	-0.09	-0.07	-0.08	-0.08
		η Delay [cm]	0.9923	0.4059	0.7360	0.6623	0.7495	0.6913	0.7023
C01	H100T15j10	H _{no} [cm]	11.82	10.77	10.9	10.62	5.81	5.89	5.87
		T _p [s]	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4
		η [cm]	-0.24	-0.31	-0.26	-0.29	0.63	0.63	0.61
		η Delay [cm]	0.4251	0.3811	0.6662	0.6072	0.5229	0.6764	0.6352

Allegato I

C01	H080T10j10	H _{m0} [cm]	10.13	6.61	6.54	6.34	4.06	4	4.13
		Tp [s]	1	1	1	1	1.1	1	1.1
		η [cm]	-0.3	-0.3	-0.29	-0.29	0.11	0.11	0.11
		η Delay [cm]	0.5391	0.4406	0.7405	0.6738	0.5880	0.7270	0.6941
C01	H060T10j10	H _{m0} [cm]	7.38	5.68	5.7	5.44	3.65	3.61	3.66
		Tp [s]	1	1	1	1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.24	-0.22	-0.22	-0.21	0	0	0
		η Delay [cm]	0.5451	0.4150	0.7221	0.6558	0.5672	0.7038	0.6836
C01	H050T10j10	H _{m0} [cm]	5.9	5.33	5.32	5.09	3.49	3.43	3.48
		Tp [s]	1	1	1	1	1	1	1
		η [cm]	-0.25	-0.22	-0.22	-0.22	-0.07	-0.06	-0.07
		η Delay [cm]	0.6164	0.4530	0.7611	0.6958	0.6092	0.7477	0.7250
C01	H055T08j10	H _{m0} [cm]	5.85	4.36	4.36	4.18	3.1	3.02	3.05
		Tp [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
		η [cm]	-0.22	-0.2	-0.19	-0.18	-0.1	-0.1	-0.11
		η Delay [cm]	0.6354	0.4605	0.7701	0.7022	0.6167	0.7559	0.7320
C01	H040T10j10	H _{m0} [cm]	5.01	3.56	3.55	3.36	2.56	2.56	2.58
		Tp [s]	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
		η [cm]	-0.12	-0.11	-0.11	-0.11	-0.04	-0.04	-0.04
		η Delay [cm]	0.5866	0.4060	0.7202	0.6580	0.5674	0.7053	0.6847
C01	H035T08j10	H _{m0} [cm]	3.99	3.03	3.03	2.89	2.23	2.22	2.22
		Tp [s]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		η [cm]	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.03	-0.03	-0.04
		η Delay [cm]	0.6261	0.4222	0.7402	0.6759	0.5819	0.7207	0.6989

Tabella 6-3: H_i, H_r, K_r misurati nella seconda sessione sperimentale.

Crest-code	Wave-target	Off-shore			In-shore		
		Hi [cm]	Hr [cm]	kr	Hi [cm]	Hr [cm]	kr
C13	H100T15J10	10.61	1.93	0.18	2.22	0.5	0.23
	H080T10J10	6.44	0.57	0.09	0.3	0.26	0.87
	H060T10J10	5.76	0.44	0.08	0.97	0.29	0.30
	H050T10J10	5.29	0.33	0.06	0.9	0.24	0.27
	H055T08J10	4.5	0.29	0.06	0.75	0.23	0.31
	H040T10J10	3.48	0.25	0.07	0.73	0.2	0.27
	H035T08J10	3.02	0.22	0.07	0.56	0.16	0.29
C12	H100T15J10	10.76	2.18	0.20	2.36	0.54	0.23
	H080T10J10	6.44	0.53	0.08	1.27	0.3	0.24
	H060T10J10	5.63	0.44	0.08	1.03	0.27	0.26
	H050T10J10	5.28	0.38	0.07	0.96	0.23	0.24
	H055T08J10	4.43	0.33	0.07	0.79	0.2	0.25
	H040T10J10	3.45	0.3	0.09	0.81	0.2	0.25
	H035T08J10	3.17	0.26	0.08	0.67	0.16	0.24
C11	H100T15J10	10.76	1.81	0.17	2.37	0.54	0.23
	H080T10J10	6.36	0.54	0.08	1.24	0.31	0.25
	H060T10J10	5.55	0.48	0.09	1.07	0.3	0.28
	H050T10J10	5.21	0.42	0.08	1	0.25	0.25
	H055T08J10	4.2	0.35	0.08	0.87	0.24	0.28
	H040T10J10	3.42	0.33	0.10	0.88	0.23	0.26
	H035T08J10	3.11	0.28	0.09	0.75	0.19	0.25
C10	H100T15J10	10.83	1.72	0.16	2.41	0.52	0.22
	H080T10J10	6.51	0.56	0.09	1.33	0.32	0.24
	H060T10J10	5.7	0.52	0.09	1.11	0.29	0.26
	H050T10J10	5.34	0.47	0.09	1.02	0.24	0.24

Allegato I

	H055T08J10	4.37	0.4	0.09	0.9	0.23	0.26
	H040T10J10	3.51	0.36	0.10	0.89	0.22	0.25
	H035T08J10	2.95	0.27	0.09	0.79	0.2	0.25
C09	H100T15J10	10.71	1.86	0.17	2.64	0.55	0.21
	H080T10J10	6.5	0.6	0.09	1.45	0.32	0.22
	H060T10J10	5.59	0.52	0.09	1.26	0.29	0.23
	H050T10J10	5.3	0.46	0.09	1.15	0.26	0.23
	H055T08J10	4.34	0.36	0.08	1.05	0.24	0.23
	H040T10J10	3.49	0.35	0.10	1	0.23	0.23
	H035T08J10	2.97	0.25	0.08	0.92	0.21	0.23
C08	H100T15J10	10.65	1.7	0.16	2.86	0.63	0.22
	H080T10J10	6.52	0.67	0.10	1.65	0.35	0.21
	H060T10J10	5.57	0.58	0.10	1.36	0.31	0.23
	H050T10J10	5.22	0.52	0.10	1.27	0.27	0.21
	H055T08J10	4.24	0.39	0.09	1.14	0.26	0.23
	H040T10J10	3.39	0.38	0.11	1.08	0.24	0.22
	H035T08J10	2.9	0.26	0.09	0.93	0.22	0.24
C07	H100T15J10	10.73	1.85	0.17	3.06	0.65	0.21
	H080T10J10	6.58	0.57	0.09	1.81	0.36	0.20
	H060T10J10	5.7	0.47	0.08	1.53	0.3	0.20
	H050T10J10	5.35	0.41	0.08	1.44	0.26	0.18
	H055T08J10	4.32	0.36	0.08	1.28	0.26	0.20
	H040T10J10	3.44	0.33	0.10	1.21	0.25	0.21
	H035T08J10	2.93	0.24	0.08	1.03	0.23	0.22
C06	H100T15J10	10.7	1.88	0.18	3.35	0.68	0.20
	H080T10J10	6.48	0.58	0.09	2.04	0.39	0.19
	H060T10J10	5.63	0.46	0.08	1.77	0.36	0.20
	H050T10J10	5.23	0.39	0.07	1.59	0.3	0.19
	H055T08J10	4.29	0.39	0.09	1.37	0.3	0.22
	H040T10J10	3.43	0.31	0.09	1.29	0.26	0.20
	H035T08J10	2.9	0.25	0.09	1.11	0.25	0.23
C05	H100T15J10	10.64	1.92	0.18	3.4	0.69	0.20
	H080T10J10	6.49	0.59	0.09	2.06	0.37	0.18
	H060T10J10	5.6	0.44	0.08	1.71	0.32	0.19
	H050T10J10	5.25	0.39	0.07	1.63	0.29	0.18
	H055T08J10	4.28	0.33	0.08	1.37	0.25	0.18
	H040T10J10	3.47	0.29	0.08	1.33	0.24	0.18
	H035T08J10	2.93	0.21	0.07	1.09	0.21	0.19
C04	H100T15J10	10.66	1.87	0.18	3.65	0.8	0.22
	H080T10J10	6.55	0.6	0.09	2.25	0.41	0.18
	H060T10J10	5.65	0.45	0.08	1.92	0.36	0.19
	H050T10J10	5.29	0.38	0.07	1.95	0.33	0.17
	H055T08J10	4.3	0.35	0.08	1.68	0.34	0.20
	H040T10J10	3.47	0.28	0.08	1.6	0.26	0.16
	H035T08J10	2.93	0.22	0.08	1.37	0.29	0.21
C03	H100T15J10	10.55	2.03	0.19	3.93	0.82	0.21
	H080T10J10	6.53	0.71	0.11	2.65	0.44	0.17
	H060T10J10	5.58	0.56	0.10	2.3	0.42	0.18
	H050T10J10	5.28	0.46	0.09	2.22	0.35	0.16
	H055T08J10	4.27	0.38	0.09	1.87	0.31	0.17
	H040T10J10	3.41	0.35	0.10	1.73	0.27	0.16

Allegato I

	H035T08J10	2.89	0.26	0.09	1.51	0.31	0.21
C02	H100T15J10	10.59	2.28	0.22	4.55	0.88	0.19
	H080T10J10	6.51	0.65	0.10	2.9	0.45	0.16
	H060T10J10	5.58	0.48	0.09	2.64	0.48	0.18
	H050T10J10	5.25	0.4	0.08	2.5	0.4	0.16
	H055T08J10	4.28	0.34	0.08	2.2	0.4	0.18
	H040T10J10	3.44	0.28	0.08	2.01	0.3	0.15
	H035T08J10	2.93	0.22	0.08	1.69	0.32	0.19
C01	H100T15J10	10.59	2.4	0.23	4.91	0.97	0.20
	H080T10J10	6.48	0.72	0.11	3.18	0.46	0.14
	H060T10J10	5.63	0.54	0.10	2.94	0.48	0.16
	H050T10J10	5.25	0.45	0.09	2.83	0.41	0.14
	H055T08J10	4.28	0.37	0.09	2.59	0.42	0.16
	H040T10J10	3.44	0.31	0.09	2.32	0.34	0.15
	H035T08J10	2.94	0.22	0.07	1.97	0.33	0.17

Tabella 6-4: H_i , H_r , K_r misurati nella terza sessione sperimentale.

Crest-code	Off-shore			In-shore			
	Wave-target	H_i [cm]	H_r [cm]	k_r	H_i [cm]	H_r [cm]	k_r
C13	H100T15J10	10.62	1.79	0.17	2.7	0.59	0.22
	H080T10J10	6.44	0.45	0.07	1.89	0.39	0.21
	H060T10J10	5.59	0.38	0.07	1.66	0.39	0.23
	H050T10J10	5.22	0.32	0.06	1.57	0.32	0.20
	H055T08J10	4.27	0.32	0.07	1.41	0.38	0.27
	H040T10J10	3.43	0.25	0.07	1.3	0.28	0.22
	H035T08J10	2.95	0.21	0.07	1.1	0.37	0.34
C12	H100T15J10	10.63	1.98	0.19	2.93	0.68	0.23
	H080T10J10	6.37	0.56	0.09	1.99	0.42	0.21
	H060T10J10	5.6	0.46	0.08	1.79	0.38	0.21
	H050T10J10	5.19	0.41	0.08	1.66	0.32	0.19
	H055T08J10	4.22	0.35	0.08	1.48	0.32	0.22
	H040T10J10	3.41	0.31	0.09	1.36	0.27	0.20
	H035T08J10	2.91	0.23	0.08	1.16	0.36	0.31
C11	H100T15J10	10.73	2.1	0.20	3.09	0.71	0.23
	H080T10J10	6.4	0.68	0.11	2.04	0.41	0.20
	H060T10J10	5.61	0.53	0.09	1.87	0.38	0.20
	H050T10J10	5.25	0.49	0.09	1.77	0.34	0.19
	H055T08J10	4.26	0.38	0.09	1.58	0.38	0.24
	H040T10J10	3.47	0.34	0.10	1.46	0.3	0.21
	H035T08J10	2.93	0.24	0.08	1.23	0.41	0.33
C10	H100T15J10	10.65	1.94	0.18	3.15	0.66	0.21
	H080T10J10	6.33	0.64	0.10	2.05	0.38	0.19
	H060T10J10	5.61	0.51	0.09	2.02	0.37	0.18
	H050T10J10	5.25	0.46	0.09	1.88	0.33	0.18
	H055T08J10	4.29	0.38	0.09	1.7	0.32	0.19
	H040T10J10	3.46	0.34	0.10	1.56	0.29	0.19
	H035T08J10	2.92	0.24	0.08	1.3	0.36	0.28
C09	H100T15J10	10.67	1.97	0.18	3.3	0.68	0.21
	H080T10J10	6.46	0.62	0.10	2.18	0.42	0.19
	H060T10J10	5.59	0.51	0.09	1.96	0.39	0.20
	H050T10J10	5.27	0.42	0.08	1.84	0.37	0.20

Allegato I

	H055T08J10	4.3	0.33	0.08	1.69	0.38	0.22
	H040T10J10	3.42	0.33	0.10	1.54	0.32	0.21
	H035T08J10	2.92	0.22	0.08	1.29	0.4	0.31
C08	H100T15J10	10.61	2	0.19	3.55	0.79	0.22
	H080T10J10	6.49	0.56	0.09	2.38	0.44	0.18
	H060T10J10	5.59	0.47	0.08	2.15	0.42	0.20
	H050T10J10	5.25	0.38	0.07	1.98	0.38	0.19
	H055T08J10	4.27	0.35	0.08	1.83	0.35	0.19
	H040T10J10	3.4	0.31	0.09	1.68	0.34	0.20
	H035T08J10	2.92	0.24	0.08	1.39	0.41	0.29
C07	H100T15J10	10.57	1.92	0.18	3.86	0.91	0.24
	H080T10J10	6.46	0.57	0.09	2.46	0.45	0.18
	H060T10J10	5.66	0.43	0.08	2.27	0.45	0.20
	H050T10J10	5.27	0.39	0.07	2.11	0.39	0.18
	H055T08J10	4.27	0.32	0.07	1.95	0.47	0.24
	H040T10J10	3.45	0.3	0.09	1.73	0.33	0.19
	H035T08J10	2.91	0.22	0.08	1.48	0.41	0.28
C06	H100T15J10	10.52	1.83	0.17	4.04	1.02	0.25
	H080T10J10	6.4	0.54	0.08	2.7	0.49	0.18
	H060T10J10	5.63	0.43	0.08	2.49	0.48	0.19
	H050T10J10	5.26	0.4	0.08	2.3	0.42	0.18
	H055T08J10	4.28	0.35	0.08	2.07	0.41	0.20
	H040T10J10	3.45	0.29	0.08	1.85	0.31	0.17
	H035T08J10	2.91	0.24	0.08	1.58	0.35	0.22
C05	H100T15J10	10.59	1.66	0.16	4.42	1.27	0.29
	H080T10J10	6.42	0.55	0.09	2.88	0.49	0.17
	H060T10J10	5.62	0.43	0.08	2.7	0.48	0.18
	H050T10J10	5.26	0.4	0.08	2.54	0.45	0.18
	H055T08J10	4.28	0.34	0.08	2.29	0.43	0.19
	H040T10J10	3.47	0.27	0.08	2.03	0.33	0.16
	H035T08J10	2.95	0.23	0.08	1.73	0.38	0.22
C04	H100T15J10	10.56	1.75	0.17	4.83	1.35	0.28
	H080T10J10	6.39	0.69	0.11	3.34	0.59	0.18
	H060T10J10	5.63	0.57	0.10	3.05	0.51	0.17
	H050T10J10	4.28	0.38	0.09	2.53	0.37	0.15
	H055T08J10	5.28	0.52	0.10	2.8	0.43	0.15
	H040T10J10	3.48	0.36	0.10	2.2	0.28	0.13
	H035T08J10	2.96	0.27	0.09	1.91	0.3	0.16
C03	H100T15J10	10.61	1.79	0.17	4.98	1.28	0.26
	H080T10J10	6.47	0.6	0.09	3.39	0.52	0.15
	H060T10J10	5.6	0.5	0.09	3.08	0.44	0.14
	H050T10J10	5.25	0.45	0.09	2.84	0.39	0.14
	H055T08J10	4.25	0.37	0.09	2.64	0.37	0.14
	H040T10J10	3.41	0.34	0.10	2.27	0.29	0.13
	H035T08J10	2.93	0.25	0.09	1.98	0.29	0.15
C02	H100T15J10	10.53	2.1	0.20	5.47	1.39	0.25
	H080T10J10	6.45	0.65	0.10	3.76	0.53	0.14
	H060T10J10	5.53	0.52	0.09	3.29	0.45	0.14
	H050T10J10	5.19	0.48	0.09	3.05	0.4	0.13
	H055T08J10	4.27	0.4	0.09	2.75	0.37	0.13
	H040T10J10	3.43	0.33	0.10	2.42	0.3	0.12

Allegato I

	H035T08J10	2.96	0.27	0.09	2.11	0.27	0.13
C01	H100T15J10	10.54	2.2	0.21	5.69	1.54	0.27
	H080T10J10	6.41	0.63	0.10	4.02	0.58	0.14
	H060T10J10	5.55	0.52	0.09	3.6	0.52	0.14
	H050T10J10	5.19	0.45	0.09	3.42	0.48	0.14
	H055T08J10	4.25	0.4	0.09	3	0.48	0.16
	H040T10J10	3.44	0.33	0.10	2.55	0.31	0.12
	H035T08J10	2.95	0.25	0.08	2.2	0.33	0.15

Allegato II

Rilievi barriere (seconda sessione sperimentale)

Si riportano di seguito (Tabelle 6-5 → 6-17) le tabelle ed i profili (Figure 6-1 → 6-13) ottenuti mediante i tre rilievi effettuati per le 26 configurazioni studiate nella seconda sessione di prove effettuate su barriere impermeabili (i punti evidenziati in color grigio sono relativi alla cresta). E' misurato il valor medio risultante dai rilievi delle 3 sezioni, e il valor medio, misurato rispetto al fondo del canale.

Tabella 6-5: Rilievi effettuati sulla barriera C13.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51	51	0.0
3.5	49.8	49.8	50.4	50.0	1.0
7.0	47.4	47.1	48.6	47.7	3.3
10.5	44.9	46.0	46.5	45.8	5.2
14.0	44.6	45.4	45.6	45.2	5.8
17.5	42.1	42.2	43.0	42.4	8.6
21.0	40.2	40.4	40.5	40.4	10.6
24.5	39.7	40.1	39.6	39.8	11.2
28.0	39.5	39.0	38.9	39.1	11.9
31.5	38.4	37.9	39.1	38.5	12.5
35.0	37.9	37.8	38.1	37.9	13.1
38.5	38.4	36.9	37.6	37.6	13.4
42.0	37.2	37.5	37.3	37.3	13.7
45.5	36.8	36.2	36.8	36.6	14.4
49.0	37.0	34.8	35.2	35.7	15.3
52.5	36.4	35.0	36.2	35.9	15.1
56.0	36.1	35.4	35.7	35.7	15.3
59.5	35.1	35.4	36.0	35.5	15.5
63.0	35.8	35.0	35.4	35.4	15.6
66.5	35.3	35.4	35.8	35.5	15.5
70.0	36.0	35.6	35.9	35.8	15.2
73.5	35.9	35.8	35.7	35.8	15.2
77.0	37.7	35.9	35.8	36.5	14.5
80.5	35.9	35.1	35.0	35.3	15.7
84.0	36.1	35.7	36.4	36.1	14.9
87.5	34.9	35.0	36.1	35.3	15.7
91.0	35.8	35.1	35.9	35.6	15.4
94.5	35.6	35.2	35.5	35.4	15.6
98.0	36.1	35.9	35.6	35.9	15.1
101.5	35.7	35.0	35.6	35.4	15.6
105.0	36.4	35.1	35.8	35.8	15.2
108.5	35.6	35.9	35.2	35.6	15.4
112.0	35.3	35.2	35.8	35.4	15.6
115.5	35.6	35.0	35.4	35.3	15.7
119.0	35.8	34.9	35.7	35.5	15.5
122.5	36.1	35.2	35.6	35.6	15.4
126.0	35.8	35.2	36.0	35.7	15.3
129.5	35.9	35.3	36.5	35.9	15.1
133.0	35.8	35.0	35.8	35.5	15.5
136.5	35.4	35.0	35.8	35.4	15.6
140.0	35.6	35.1	34.8	35.2	15.8
143.5	35.6	36.0	34.9	35.5	15.5
147.0	36.0	35.1	35.2	35.4	15.6
150.5	36.0	35.0	36.2	35.7	15.3
154.0	35.8	35.1	35.4	35.4	15.6
157.5	35.4	35.4	35.8	35.5	15.5
161.0	36.2	36.0	35.8	36.0	15.0

Allegato II

164.5	36.0	35.1	36.1	35.7	15.3
168.0	35.8	35.3	36.8	36.0	15.0
171.5	36.0	35.6	37.0	36.2	14.8
175.0	36.5	37.6	36.8	37.0	14.0
178.5	37.4	37.4	37.4	37.4	13.6
182.0	39.5	38.3	38.8	38.9	12.1
185.5	40.4	39.7	39.4	39.8	11.2
189.0	40.8	41.1	41.1	41.0	10.0
192.5	43.5	43.0	41.8	42.8	8.2
196.0	44.8	44.6	43.6	44.3	6.7
199.5	46.0	45.2	44.5	45.2	5.8
203.0	47.8	47.3	47.3	47.5	3.5
206.5	47.9	48.0	48.4	48.1	2.9
210.0	49.5	49.4	49.4	49.4	1.6
213.5	51	51	51	51	0.0

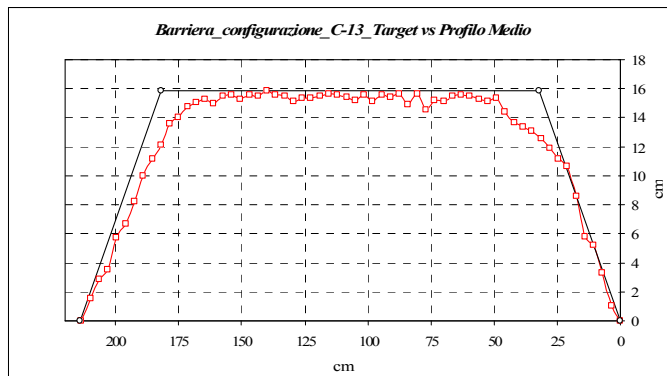


Figura 6-1: Profilo della barriera C13 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-6: Rilievi effettuati sulla barriera C12.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51	51.0	0.0
3.5	49.6	50	50	49.9	1.1
7.0	48.1	49.6	48.3	48.7	2.3
10.5	47.4	48.1	47.5	47.7	3.3
14.0	46.8	45.9	46	46.2	4.8
17.5	44.9	44.2	44.6	44.6	6.4
21.0	42.6	43.3	44.2	43.4	7.6
24.5	42.1	41.4	41.6	41.7	9.3
28.0	39.8	39.8	40.2	39.9	11.1
31.5	38.2	39.4	39.1	38.9	12.1
35.0	38.4	38.3	37.1	37.9	13.1
38.5	38.1	37.4	36.3	37.3	13.7
42.0	37	37	35.9	36.6	14.4
45.5	37	35.1	35.8	36.0	15.0
49.0	35.8	35.2	35.6	35.5	15.5
52.5	35.6	35.4	35.4	35.5	15.5
56.0	34.7	35.2	35.1	35.0	16.0
59.5	35.4	35.4	35.3	35.4	15.6
63.0	35.8	35.6	34.6	35.3	15.7
66.5	35.2	34.8	35.4	35.1	15.9
70.0	35.4	35.4	34.4	35.1	15.9
73.5	35.6	35.2	35.3	35.4	15.6
77.0	35.8	35.5	34.8	35.4	15.6
80.5	35.4	35.6	35.2	35.4	15.6
84.0	34.8	35	35.1	35.0	16.0
87.5	36.2	35.2	34.9	35.4	15.6
91.0	36.4	36	35.3	35.9	15.1
94.5	35.6	34.9	35.8	35.4	15.6
98.0	35.9	34.9	35.6	35.5	15.5
101.5	35.3	35.8	35.4	35.5	15.5
105.0	35.4	35.2	36.6	35.7	15.3
108.5	35.8	35	35.4	35.4	15.6
112.0	35.6	35	35.2	35.3	15.7
115.5	36.2	36.2	36.3	36.2	14.8
119.0	36.1	35.3	36.6	36.0	15.0
122.5	36	35.4	35.8	35.7	15.3

Allegato II

126.0	35.6	35.4	35.4	35.5	15.5
129.5	35.4	35.1	35.8	35.4	15.6
133.0	36.2	35.3	35.4	35.6	15.4
136.5	35.9	35.5	35.3	35.6	15.4
140.0	36	34.7	34.9	35.2	15.8
143.5	35.4	35	34.8	35.1	15.9
147.0	36	35.4	36.4	35.9	15.1
150.5	35.6	35.6	36.4	35.9	15.1
154.0	35.4	35.4	36.1	35.6	15.4
157.5	36.1	35.9	37.2	36.4	14.6
161.0	35.2	36.4	36.6	36.1	14.9
164.5	37.4	37.2	37.1	37.2	13.8
168.0	36.8	36.8	37.7	37.1	13.9
171.5	38.4	37.5	38.4	38.1	12.9
175.0	38.8	38.9	40.4	39.4	11.6
178.5	39.4	39.6	41	40.0	11.0
182.0	41.6	41.4	42.8	41.9	9.1
185.5	42.8	42.9	42.9	42.9	8.1
189.0	45.4	44.9	45.3	45.2	5.8
192.5	46.8	47.3	46.4	46.8	4.2
196.0	48	48.4	48.8	48.4	2.6
199.5	49.8	49.8	49.8	49.8	1.2
203.0	51	51	51	51.0	0.0

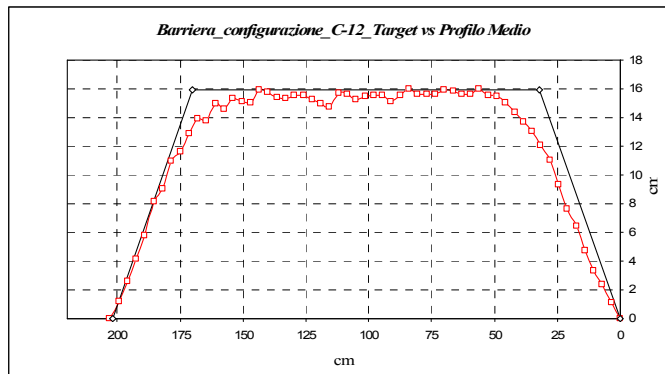


Figura 6-2: Profilo della barriera C12 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-7: Rilievi effettuati sulla barriera C11.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
X	1	2	3	Media	Media dal fondo
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.6	49.4	50.5	49.8	1.2
7.0	46.8	47.6	47.6	47.3	3.7
10.5	47.1	45.5	45.6	46.1	4.9
14.0	44.5	44.6	44.4	44.5	6.5
17.5	43.4	42.5	43.6	43.2	7.8
21.0	40.9	41.9	42.8	41.9	9.1
24.5	40.6	40.2	40.1	40.3	10.7
28.0	39.4	38.8	40.2	39.5	11.5
31.5	38.8	37.9	38.9	38.5	12.5
35.0	38.5	38.0	39.4	38.6	12.4
38.5	37.9	37.6	38.3	37.9	13.1
42.0	36.7	37.1	37.4	37.1	13.9
45.5	36.4	37.1	36.5	36.7	14.3
49.0	36.3	36.0	36.6	36.3	14.7
52.5	36.1	35.4	36.2	35.9	15.1
56.0	34.8	35.2	35.4	35.1	15.9
59.5	35.4	35.2	35.8	35.5	15.5
63.0	35.6	35.2	35.2	35.3	15.7
66.5	35.8	35.1	35.4	35.4	15.6
70.0	35.5	35.4	35.6	35.5	15.5
73.5	35.3	35.2	35.1	35.2	15.8
77.0	35.4	35.5	35.4	35.4	15.6
80.5	36.1	35.6	34.9	35.5	15.5
84.0	35.8	35.4	35.1	35.4	15.6
87.5	35.8	35.3	34.8	35.3	15.7
91.0	35.5	35.6	35.3	35.5	15.5
94.5	36.0	35.4	35.5	35.6	15.4

Allegato II

98.0	35.8	35.2	35.8	35.6	15.4
101.5	35.8	34.8	35.2	35.3	15.7
105.0	36.3	35.6	36.0	36.0	15.0
108.5	36.6	35.6	36.3	36.2	14.8
112.0	36.4	36.2	35.8	36.1	14.9
115.5	35.4	36.0	35.8	35.7	15.3
119.0	35.8	35.6	35.9	35.8	15.2
122.5	35.8	35.9	35.4	35.7	15.3
126.0	34.8	36.1	35.6	35.5	15.5
129.5	35.4	35.2	35.4	35.3	15.7
133.0	35.6	35.6	35.6	35.6	15.4
136.5	35.6	35.9	35.1	35.5	15.5
140.0	36.2	36.1	36.4	36.2	14.8
143.5	35.9	36.4	35.8	36.0	15.0
147.0	35.8	35.6	36.4	35.9	15.1
150.5	35.7	36.1	35.8	35.9	15.1
154.0	36.8	37.1	36.2	36.7	14.3
157.5	37.0	36.2	36.4	36.5	14.5
161.0	38.1	37.3	37.8	37.7	13.3
164.5	38.8	39.9	38.8	39.2	11.8
168.0	39.5	40.3	40.4	40.1	10.9
171.5	42.3	42.2	40.8	41.8	9.2
175.0	43.0	43.1	41.6	42.6	8.4
178.5	35.2	45.2	44.0	41.5	9.5
182.0	46.1	45.6	45.6	45.8	5.2
185.5	47.0	47.9	48.1	47.7	3.3
189.0	48.6	48.4	48.2	48.4	2.6
192.5	49.8	49.8	49.8	49.8	1.2
196	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

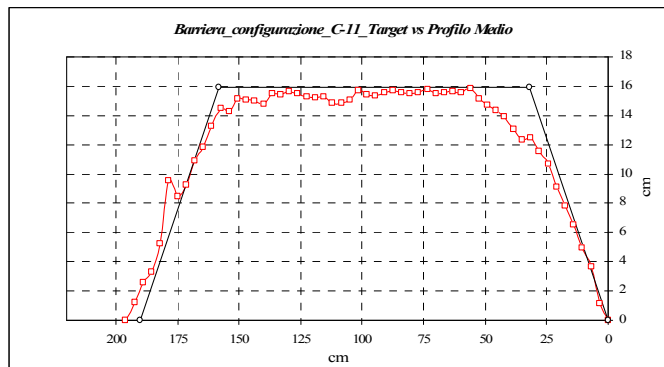


Figura 6-3: Profilo della barriera C11 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-8: Rilievi effettuati sulla barriera C10.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.7	49.7	49.5	49.6	1.4
7.0	47.6	48.0	48.6	48.1	2.9
10.5	47.2	46.5	47.4	47.0	4.0
14.0	44.7	45.1	46.6	45.5	5.5
17.5	44.3	44.0	44.5	44.3	6.7
21.0	43.8	42.2	43.5	43.2	7.8
24.5	40.8	40.6	41.6	41.0	10.0
28.0	40.3	40.1	40.0	40.1	10.9
31.5	39.0	39.6	39.5	39.4	11.6
35.0	39.4	38.6	39.2	39.1	11.9
38.5	37.8	38.1	38.6	38.2	12.8
42.0	37.7	37.2	38.2	37.7	13.3
45.5	36.5	37.0	37.5	37.0	14.0
49.0	36.0	36.6	37.1	36.6	14.4
52.5	35.8	36.2	35.8	35.9	15.1
56.0	36.1	35.6	35.8	35.8	15.2
59.5	35.8	35.3	35.7	35.6	15.4
63.0	35.4	35.5	36.1	35.7	15.3
66.5	36.2	35.4	35.4	35.7	15.3

Allegato II

70.0	36.4	35.4	35.6	35.8	15.2
73.5	35.9	35.4	35.4	35.6	15.4
77.0	35.9	35.5	35.3	35.6	15.4
80.5	35.8	35.3	35.1	35.4	15.6
84.0	35.4	35.4	35.5	35.4	15.6
87.5	36.2	35.8	35.5	35.8	15.2
91.0	36.0	35.5	35.2	35.6	15.2
94.5	36.1	35.4	36.2	35.9	15.4
98.0	35.2	35.3	36.1	35.5	15.5
101.5	35.2	36.1	35.5	35.6	15.5
105.0	35.4	35.8	35.4	35.5	15.4
108.5	35.8	35.8	35.3	35.6	15.5
112.0	35.6	35.5	35.4	35.5	15.4
115.5	35.5	35.1	35.4	35.3	15.5
119.0	36.2	35.8	34.9	35.6	15.7
122.5	35.2	35.8	35.4	35.5	15.4
126.0	36.1	35.1	35.6	35.6	15.5
129.5	36.3	35.6	35.7	35.9	15.4
133.0	36.0	36.3	34.9	35.7	15.1
136.5	36.8	36.4	35.1	36.1	15.3
140.0	35.9	36.1	36.1	36.0	14.9
143.5	37.6	37.4	37.0	37.3	15.0
147.0	39.0	39.1	38.2	38.8	13.7
150.5	41.1	40.1	39.6	40.3	12.2
154.0	41.8	41.9	40.7	41.5	10.7
157.5	43.4	43.2	42.7	43.1	9.5
161.0	44.4	44.9	43.6	44.3	7.9
164.5	46.9	45.9	45.4	46.1	6.7
168.0	47.1	47.4	46.6	47.0	4.9
171.5	48.6	49.0	48.6	48.7	4.0
175.0	49.8	49.8	49.8	49.8	2.3
178.5	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

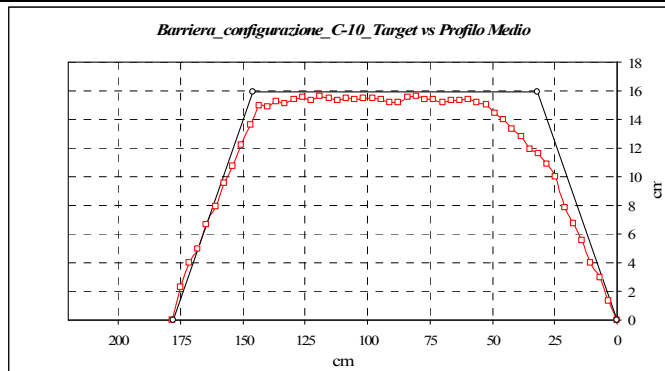


Figura 6-4: Profilo della barriera C10 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-9: Rilievi effettuati sulla barriera C09.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	50.0	50.0	50.0	50.0	1.0
7.0	48.0	48.1	48.6	48.2	2.8
10.5	46.1	47.0	46.6	46.6	4.4
14.0	45.8	45.6	44.4	45.3	5.7
17.5	44.1	44.0	42.9	43.7	7.3
21.0	40.4	41.9	41.2	41.2	9.8
24.5	40.1	41.1	39.6	40.3	10.7
28.0	39.1	39.6	39.1	39.3	11.7
31.5	38.4	38.4	38.2	38.3	12.7
35.0	38.5	38.2	38.1	38.3	12.7
38.5	37.0	37.8	36.9	37.2	13.8
42.0	35.9	36.1	36.4	36.1	14.9
45.5	36.3	35.4	35.7	35.8	15.2
49.0	35.9	35.6	35.6	35.7	15.3
52.5	35.1	36.1	35.2	35.5	15.5
56.0	35.6	35.6	35.0	35.4	15.6
59.5	36.5	35.8	35.0	35.8	15.2
63.0	35.8	35.2	35.4	35.5	15.5
66.5	35.3	35.2	35.6	35.4	15.6
70.0	35.4	35.8	35.2	35.5	15.5
73.5	36.4	35.6	35.2	35.7	15.3

Allegato II

77.0	36.1	35.6	35.8	35.8	15.2
80.5	36.0	36.1	35.9	36.0	15.0
84.0	36.3	36.2	36.1	36.2	14.8
87.5	36.1	35.4	35.5	35.7	15.3
91.0	35.8	35.2	35.8	35.6	15.4
94.5	35.7	35.1	36.0	35.6	15.4
98.0	36.0	35.8	35.5	35.8	15.2
101.5	35.5	36.0	35.1	35.5	15.5
105.0	36.2	36.0	35.1	35.8	15.2
108.5	36.4	35.1	34.9	35.5	15.5
112.0	36.2	35.1	35.4	35.6	15.4
115.5	35.9	35.6	35.1	35.5	15.5
119.0	36.7	35.5	35.5	35.9	15.1
122.5	35.8	35.8	36.0	35.9	15.1
126.0	36.1	36.4	35.4	36.0	15.0
129.5	36.8	36.8	35.8	36.5	14.5
133.0	38.0	37.1	37.0	37.4	13.6
136.5	40.0	39.5	38.5	39.3	11.7
140.0	40.5	41.1	39.8	40.5	10.5
143.5	41.6	42.4	40.8	41.6	9.4
147.0	43.1	44.3	42.2	43.2	7.8
150.5	44.7	45.0	44.1	44.6	6.4
154.0	45.8	45.5	45.5	45.6	5.4
157.5	47.7	47.5	46.9	47.4	3.6
161.0	48.4	48.9	48.8	48.7	2.3
164.5	50.0	50.0	50.0	50.0	1.0
168.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

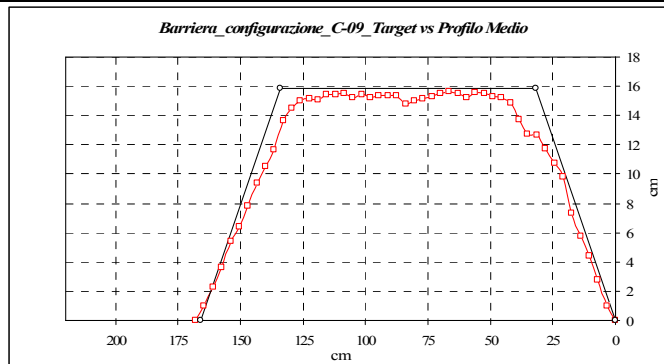


Figura 6-5: Profilo della barriera C09 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-10: Rilievi effettuati sulla barriera C08.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	50.0	50.0	50.0	50.0	1.0
7.0	48.4	47.8	48.4	48.2	2.8
10.5	46.4	46.6	46.0	46.3	4.7
14.0	43.8	45.2	43.5	44.2	6.8
17.5	43.0	44.0	42.0	43.0	8.0
21.0	40.5	42.4	40.2	41.0	10.0
24.5	39.0	40.7	39.6	39.8	11.2
28.0	38.4	39.9	39.2	39.2	11.8
31.5	38.4	39.6	38.4	38.8	12.2
35.0	38.1	38.8	38.6	38.5	12.5
38.5	37.4	38.4	38.2	38.0	13.0
42.0	37.1	38.4	37.4	37.6	13.4
45.5	36.4	37.3	36.8	36.8	14.2
49.0	36.1	36.4	36.5	36.3	14.7
52.5	35.5	36.3	35.6	35.8	15.2
56.0	35.3	35.8	36.4	35.8	15.2
59.5	35.5	36.2	35.5	35.7	15.3
63.0	35.9	35.7	36.2	35.9	15.1
66.5	35.6	36.1	36.4	36.0	15.0
70.0	35.7	35.6	36.6	36.0	15.0
73.5	35.5	36.0	36.8	36.1	14.9
77.0	36.2	35.9	36.0	36.0	15.0
80.5	36.0	35.6	36.3	36.0	15.0
84.0	35.2	35.7	35.8	35.6	15.4
87.5	35.4	35.4	35.7	35.5	15.5
91.0	35.5	35.7	35.2	35.5	15.5
94.5	35.3	35.3	35.7	35.4	15.6

Allegato II

98.0	35.1	36.1	35.5	35.6	15.4
101.5	36.0	36.1	35.8	36.0	15.0
105.0	35.4	35.8	35.7	35.6	15.4
108.5	36.1	36.2	36.0	36.1	14.9
112.0	35.4	36.1	35.9	35.8	15.2
115.5	36.3	36.6	37.1	36.7	14.3
119.0	37.4	35.8	37.7	37.0	14.0
122.5	39.1	37.3	38.4	38.3	12.7
126.0	40.8	38.0	39.6	39.5	11.5
129.5	42.2	40.2	41.2	41.2	9.8
133.0	43.3	41.2	42.4	42.3	8.7
136.5	45.6	43.6	43.8	44.3	6.7
140.0	46.8	45.0	45.2	45.7	5.3
143.5	48.0	45.7	47.0	46.9	4.1
147.0	49.1	44.8	48.7	47.5	3.5
150.5	50.0	48.3	50.0	49.4	1.6
154.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

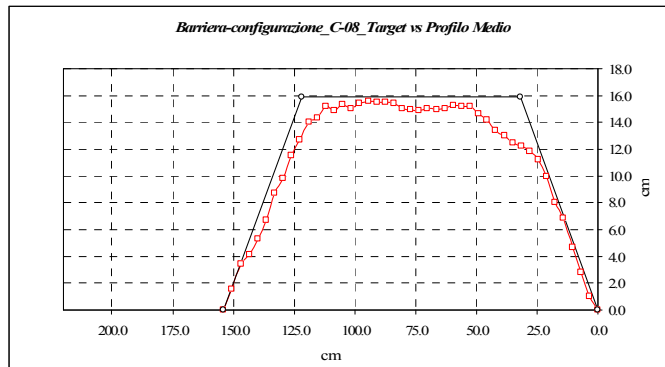


Figura 6-6: Profilo della barriera C08 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-11: Rilievi effettuati sulla barriera C07.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	50.2	50.1	50.1	50.1	0.9
7.0	49.3	48.9	47.2	48.5	2.5
10.5	47.4	47.5	45.8	46.9	4.1
14.0	45.4	46.2	44.8	45.5	5.5
17.5	44.8	44.7	43.2	44.2	6.8
21.0	41.8	43.1	42.5	42.5	8.5
24.5	39.3	41.6	41.2	40.7	10.3
28.0	38.5	40.4	40.8	39.9	11.1
31.5	38.3	38.6	38.4	38.4	12.6
35.0	37.4	37.9	37.7	37.7	13.3
38.5	37.0	37.4	37.0	37.1	13.9
42.0	37.1	36.7	36.6	36.8	14.2
45.5	36.0	35.8	35.8	35.9	15.1
49.0	35.8	34.9	35.5	35.4	15.6
52.5	36.0	35.2	35.4	35.5	15.5
56.0	36.0	35.2	35.7	35.6	15.4
59.5	36.2	35.4	35.4	35.7	15.3
63.0	35.8	35.4	35.9	35.7	15.3
66.5	36.4	35.4	35.8	35.9	15.1
70.0	36.1	35.3	36.3	35.9	15.1
73.5	35.7	35.6	35.8	35.7	15.3
77.0	35.4	35.6	35.2	35.4	15.6
80.5	36.0	35.4	36.0	35.8	15.2
84.0	36.3	35.4	35.9	35.9	15.1
87.5	35.9	35.3	35.7	35.6	15.4
91.0	36.0	35.5	35.6	35.7	15.3
94.5	35.8	36.2	35.7	35.9	15.1
98.0	35.9	36.2	35.4	35.8	15.2
101.5	36.3	36.7	35.6	36.2	14.8
105.0	36.8	36.8	36.5	36.7	14.3
108.5	37.9	37.7	37.2	37.6	13.4
112.0	39.1	39.1	37.9	38.7	12.3
115.5	39.9	39.8	39.8	39.8	11.2
119.0	41.1	41.1	41.1	41.1	9.9

Allegato II

122.5	43.0	42.4	42.3	42.6	8.4
126.0	44.1	44.2	43.1	43.8	7.2
129.5	45.3	46.1	44.4	45.3	5.7
133.0	46.7	47.3	46.3	46.8	4.2
136.5	47.9	48.9	48.7	48.5	2.5
140.0	49.9	50.1	50.1	50.0	1.0
143.5	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

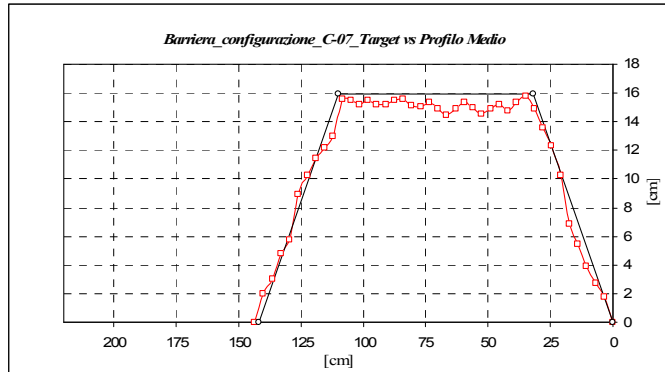


Figura 6-7: Profilo della barriera C07 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-12: Rilievi effettuati sulla barriera C06.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.9	50.0	50.0	50.0	1.0
7.0	48.1	49.4	49.0	48.8	2.2
10.5	47.2	48.0	47.2	47.5	3.5
14.0	45.5	47.6	46.4	46.5	4.5
17.5	44.8	45.1	45.4	45.1	5.9
21.0	42.6	43.2	43.2	43.0	8.0
24.5	40.3	40.2	42.1	40.9	10.1
28.0	38.5	38.8	39.8	39.0	12.0
31.5	38.0	38.0	39.1	38.4	12.6
35.0	37.5	37.2	38.4	37.7	13.3
38.5	37.1	36.8	37.1	37.0	14.0
42.0	35.4	35.8	36.9	36.0	15.0
45.5	35.9	36.4	36.6	36.3	14.7
49.0	36.3	35.8	36.4	36.2	14.8
52.5	35.8	35.6	36.2	35.9	15.1
56.0	35.3	35.4	36.5	35.7	15.3
59.5	35.4	35.5	36.1	35.7	15.3
63.0	35.8	36.1	36.4	36.1	14.9
66.5	35.4	36.1	35.6	35.7	15.3
70.0	35.3	35.3	35.4	35.3	15.7
73.5	35.3	35.4	35.5	35.4	15.6
77.0	35.6	35.4	35.9	35.6	15.4
80.5	35.9	36.2	35.8	36.0	15.0
84.0	36.0	36.1	35.6	35.9	15.1
87.5	35.4	35.8	36.1	35.8	15.2
91.0	35.7	35.9	35.8	35.8	15.2
94.5	36.8	36.1	36.2	36.4	14.6
98.0	37.3	37.8	36.7	37.3	13.7
101.5	38.4	38.9	38.5	38.6	12.4
105.0	40.1	39.9	39.3	39.8	11.2
108.5	41.4	41.1	41.2	41.2	9.8
112.0	42.7	43.0	42.6	42.8	8.2
115.5	44.8	44.5	43.7	44.3	6.7
119.0	46.5	45.6	45.1	45.7	5.3
122.5	47.9	47.5	47.2	47.5	3.5
126.0	48.5	48.6	48.1	48.4	2.6
129.5	50.0	50.0	50.0	50.0	1.0
133.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

Allegato II

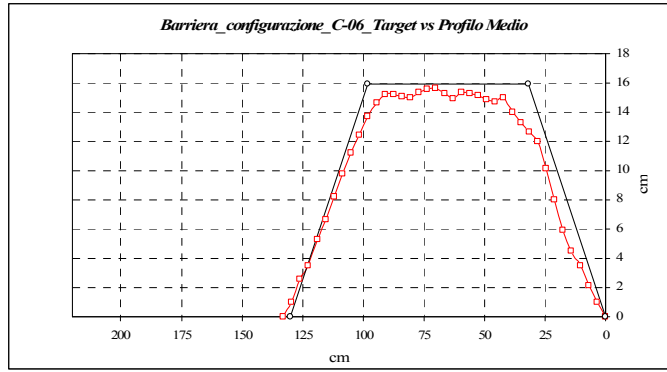


Figura 6-8: Profilo della barriera C06 dopo i test (arget vs Profilo rilevato).

Tabella 6-13: Rilievi effettuati sulla barriera C05.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51.0	51.0	0.0
3.5	50.0	50	50.0	50.0	1.0
7.0	48.1	49.4	48.6	48.7	2.3
10.5	46.8	47.8	47.8	47.5	3.5
14.0	44.7	46.6	47.2	46.2	4.8
17.5	44.3	45.4	45.3	45.0	6.0
21.0	42.0	42.7	43.2	42.6	8.4
24.5	40.6	41.3	41.5	41.1	9.9
28.0	38.5	39.6	39.8	39.3	11.7
31.5	36.9	37.8	37.6	37.4	13.6
35.0	37.0	36.1	37.8	37.0	14.0
38.5	35.8	36.4	37.6	36.6	14.4
42.0	35.0	36.2	37.2	36.1	14.9
45.5	35.4	36.1	35.1	35.5	15.5
49.0	35.1	36.1	35.6	35.6	15.4
52.5	34.9	35.8	35.2	35.3	15.7
56.0	35.3	35.2	35.4	35.3	15.7
59.5	35.4	35.4	35.6	35.5	15.5
63.0	35.7	35.1	35.9	35.5	15.5
66.5	34.8	35.4	35.4	35.6	15.4
70.0	35.8	35.8	35.1	35.2	15.8
73.5	35.3	35.1	35.9	35.6	15.4
77.0	35.7	35.4	35.5	35.4	15.6
80.5	36.4	35.6	35.6	35.5	15.5
84.0	36.8	35.1	36.1	35.9	15.1
87.5	37.6	36.4	37.2	36.0	15.0
91.0	40.2	36.8	39.2	37.1	13.9
94.5	41.4	38.6	40.6	40.2	10.8
98.0	42.4	39.9	41.6	41.3	9.7
101.5	44.6	41.6	43.4	43.2	7.8
105.0	46.8	43.1	44.3	44.7	6.3
108.5	47.7	45.4	47.1	46.7	4.3
112.0	49.2	46.3	48.0	47.8	3.2
115.5	50.0	48.7	49.4	49.4	1.6
119.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

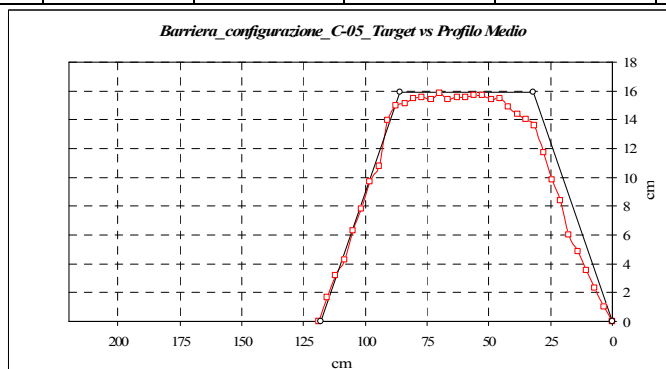


Figura 6-9: Profilo della barriera C05 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-14: Rilievi effettuati sulla barriera C04.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51.0	51.0	0.0
3.5	49.4	49.6	49.8	49.6	1.4
7.0	47.0	46.9	47.3	47.1	3.9
10.5	44.9	44.9	45.7	45.2	5.8
14.0	43.4	43.7	43.5	43.5	7.5
17.5	42.2	42.1	42.7	42.3	8.7
21.0	40.0	40.1	40.4	40.2	10.8
24.5	38.3	38.3	38.7	38.4	12.6
28.0	37.8	37.4	37.7	37.6	13.4
31.5	37.2	37.0	36.9	37.0	14.0
35.0	36.3	35.6	36.6	36.2	14.8
38.5	35.4	35.6	36.2	35.7	15.3
42.0	35.8	35.3	35.2	35.4	15.6
45.5	35.3	35.6	35.4	35.4	15.6
49.0	35.7	35.5	35.2	35.5	15.5
52.5	35.2	35.4	35.3	35.3	15.7
56.0	36.0	35.7	35.2	35.6	15.4
59.5	35.2	35.7	35.3	35.4	15.6
63.0	36.0	36.2	35.4	35.4	15.6
66.5	36.5	35.8	36.0	35.9	15.1
70.0	36.9	36.7	36.9	36.1	14.9
73.5	37.7	38.7	38.2	36.8	14.2
77.0	38.8	39.6	39.6	38.2	12.8
80.5	40.5	40.6	40.9	39.3	11.7
84.0	41.8	41.7	41.6	40.7	10.3
87.5	43.3	42.9	43.0	41.7	9.3
91.0	44.7	44.9	44.4	43.1	7.9
94.5	46.3	46.4	46.5	46.4	4.6
98.0	47.7	48.3	47.4	47.8	3.2
101.5	49.8	49.9	49.8	49.8	1.2
105.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

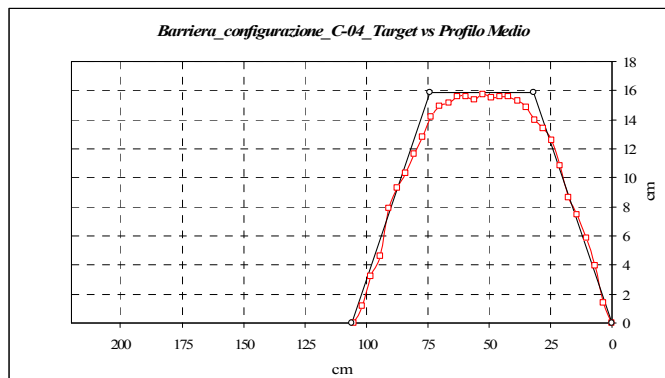


Figura 6-10: Profilo della barriera C04 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Allegato II

Tabella 6-15: Rilievi effettuati sulla barriera C03.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
51	51	51.0	51.0	0.0	51
50.0	50	50.0	50.0	1.0	50.0
47.5	48.4	48.2	48.0	3.0	47.5
46.6	46.6	46.9	46.7	4.3	46.6
45.3	45.1	45.6	45.3	5.7	45.3
43.0	43.5	44.1	43.5	7.5	43.0
41.3	42.4	42.3	42.0	9.0	41.3
38.7	41.2	41.1	40.3	10.7	38.7
37.9	39.4	39.2	38.8	12.2	37.9
38.1	38.7	37.8	38.2	12.8	38.1
37.6	37.4	37.4	37.5	13.5	37.6
36.0	37.2	37.1	36.8	14.2	36.0
36.4	36.5	36.9	36.6	14.4	36.4
35.4	36.1	35.4	35.6	15.4	35.4
35.0	35.4	36.1	35.5	15.5	35.0
35.5	36.0	35.8	35.8	15.2	35.5
35.8	36.1	36.1	36.0	15.0	35.8
35.9	36.3	36.2	36.1	14.9	35.9
36.3	37.1	36.8	36.7	14.3	36.3
38.8	38.4	37.8	38.3	12.7	38.8
39.6	40.0	40.1	39.9	11.1	39.6
41.9	41.7	41.6	41.7	9.3	41.9
42.3	43.6	42.7	42.9	8.1	42.3
44.0	44.4	43.2	43.9	7.1	44.0
46.6	45.9	45.6	46.0	5.0	46.6
47.7	47.3	47.1	47.4	3.6	47.7
50.0	49.2	49.2	49.5	1.5	50.0
51.0	51.0	51.0	51.0	0.0	51.0
51	51	51.0	51.0	0.0	51

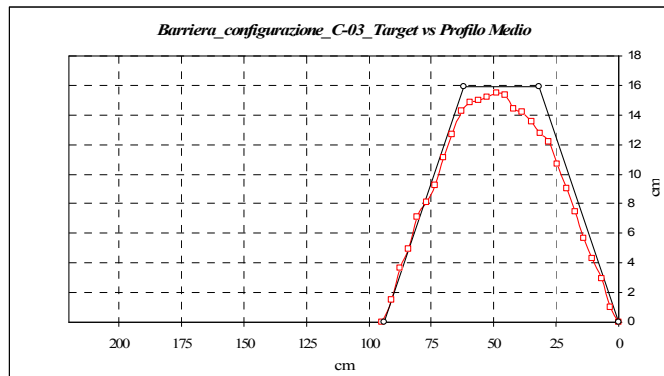


Figura 6-11: Profilo della barriera C03 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-16: Rilievi effettuati sulla barriera C02.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.8	50.0	49.8	49.9	1.1
7.0	48.7	48.9	48.4	48.7	2.3
10.5	46.2	46.3	47.1	46.5	4.5
14.0	44.3	44.4	45.6	44.8	6.2
17.5	42.8	43.4	43.7	43.3	7.7
21.0	40.6	41.8	42.4	41.6	9.4
24.5	39.8	40.1	41.8	40.6	10.4
28.0	37.9	38.8	39.2	38.6	12.4
31.5	37.2	37.5	37.8	37.5	13.5
35.0	35.7	36.0	36.8	36.2	14.8
38.5	35.4	35.5	35.2	35.4	15.6
42.0	34.9	36.2	36.1	35.7	15.3
45.5	35.9	35.9	35.8	35.9	15.1
49.0	36.0	36.9	36.4	36.4	14.6
52.5	36.8	36.9	36.6	36.8	14.2
56.0	38.7	38.4	37.7	38.3	12.7
59.5	39.6	40.1	39.8	39.8	11.2

Allegato II

63.0	41.2	40.6	40.5	40.8	10.2
66.5	43.3	42.8	42.1	42.7	8.3
70.0	44.9	44.1	44.2	44.4	6.6
73.5	46.1	46.2	44.8	45.7	5.3
77.0	48.7	47.8	46.6	47.7	3.3
80.5	49.8	49.7	49.8	49.8	1.2
84.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

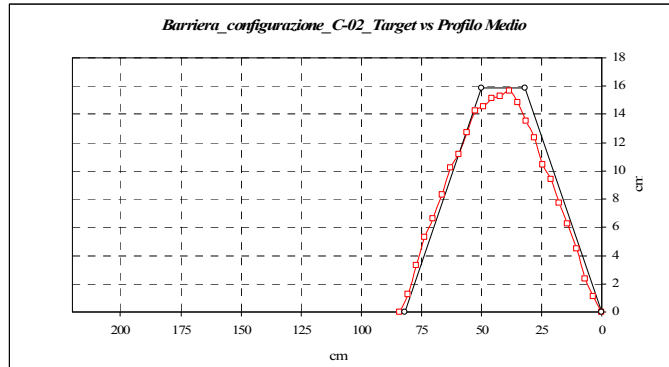


Figura 6-12: Profilo della barriera C02 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-17: Rilievi effettuati sulla barriera C01.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	48.9	49.8	49.5	49.4	1.6
7.0	46.8	48.6	48.2	47.9	3.1
10.5	45.5	47.0	46.4	46.3	4.7
14.0	44.4	45.4	44.4	44.7	6.3
17.5	42.3	42.9	42.3	42.5	8.5
21.0	41.1	42.0	41.4	41.5	9.5
24.5	39.7	40.8	39.5	40.0	11.0
28.0	37.7	39.6	37.9	38.4	12.6
31.5	36.8	38.4	37.2	37.5	13.5
35.0	36.2	36.9	36.8	36.6	14.4
38.5	36.0	36.8	35.9	36.2	14.8
42.0	35.5	35.9	36.5	36.0	15.0
45.5	35.7	35.9	37.1	36.2	14.8
49.0	36.8	37.6	37.6	37.3	13.7
52.5	39.7	39.6	38.7	39.3	11.7
56.0	41.2	41.8	40.6	41.2	9.8
59.5	43.8	43.9	42.1	43.3	7.7
63.0	45.6	45.1	44.3	45.0	6.0
66.5	46.9	47.1	45.9	46.6	4.4
70.0	48.0	47.9	47.7	47.9	3.1
73.5	49.5	49.5	49.5	49.5	1.5
77.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

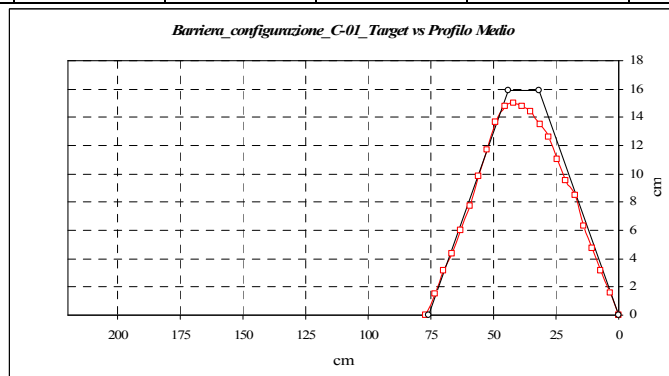


Figura 6-13: Profilo della barriera C01 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Rilievi delle barriere analizzate (terza sessione sperimentale)

Si riportano di seguito (Tabelle 6-18 → 6-30) le tabelle ed i profili (Figure 6-14 → 6-26) ottenuti mediante i tre rilievi effettuati per le 26 configurazioni studiate nella terza sessione di prove effettuate su barriere permeabili (i punti evidenziati in color grigio sono relativi alla cresta).

Tabella 6-18: Rilievi effettuati sulla barriera C13.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51	51	0.0
3.5	49.1	49.9	50.4	49.8	1.2
7.0	46.8	47.9	48.6	47.8	3.2
10.5	45.6	45.2	48.3	46.4	4.6
14.0	44.1	45.0	47.0	45.4	5.6
17.5	42.3	42.6	46.0	43.6	7.4
21.0	40.6	40.0	42.0	40.9	10.1
24.5	40.1	40.7	40.3	40.4	10.6
28.0	40.8	39.0	39.2	39.7	11.3
31.5	40.4	39.2	39.0	39.5	11.5
35.0	38.4	38.2	37.3	38.0	13.0
38.5	37.8	38.0	37.2	37.7	13.3
42.0	38.1	38.0	37.9	38.0	13.0
45.5	37.9	37.1	36.7	37.2	13.8
49.0	35.8	37.2	37.3	36.8	14.2
52.5	35.2	35.3	36.1	35.5	15.5
56.0	36.1	35.2	35.1	35.5	15.5
59.5	36.4	35.6	35.1	35.7	15.3
63.0	35.7	35.2	36.1	35.7	15.3
66.5	37.2	36.1	35.0	36.1	14.9
70.0	35.1	36.6	35.4	35.7	15.3
73.5	36.5	37.0	35.9	36.5	14.5
77.0	35.8	34.9	34.3	35.0	16.0
80.5	36.8	36.2	35.7	36.2	14.8
84.0	36.2	36.6	36.1	36.3	14.7
87.5	36.8	37.3	36.2	36.8	14.2
91.0	36.4	35.9	35.1	35.8	15.2
94.5	34.8	38.0	38.2	37.0	14.0
98.0	35.6	35.1	34.8	35.2	15.8
101.5	37.2	34.8	35.2	35.7	15.3
105.0	36.4	36.9	36.2	36.5	14.5
108.5	36.3	35.9	36.2	36.1	14.9
112.0	34.8	35.1	36.2	35.4	15.6
115.5	35.7	35.2	34.9	35.3	15.7
119.0	35.4	35.9	36.6	36.0	15.0
122.5	35.5	35.8	35.6	35.6	15.4
126.0	35.7	35.5	35.4	35.5	15.5
129.5	35.7	35.8	36.3	35.9	15.1
133.0	35.6	36.0	35.6	35.7	15.3
136.5	35.5	34.9	35.2	35.2	15.8
140.0	35.3	35.5	36.0	35.6	15.4
143.5	36.4	35.8	35.6	35.9	15.1
147.0	35.2	35.4	34.9	35.2	15.8
150.5	36.3	35.9	36.2	36.1	14.9
154.0	35.6	35.8	35.5	35.6	15.4
157.5	35.1	35.3	36.4	35.6	15.4
161.0	36.1	35.8	35.7	35.9	15.1
164.5	36.4	35.8	35.5	35.9	15.1
168.0	35.5	35.9	35.7	35.7	15.3
171.5	36.2	35.9	35.8	36.0	15.0
175.0	36.4	35.8	35.7	36.0	15.0
178.5	35.5	35.3	35.9	35.6	15.4
182.0	35.3	35.5	35.3	35.4	15.6
185.5	38.6	38.5	38.3	38.5	12.5
189.0	39.6	39.3	39.5	39.5	11.5
192.5	42.7	42.3	42.6	42.5	8.5
196.0	43.6	43.8	44.1	43.8	7.2
199.5	45.8	45.2	45.2	45.4	5.6
203.0	49.0	47.3	46.9	47.7	3.3
206.5	47.9	48.0	48.2	48.0	3.0
210.0	49.5	49.4	49.1	49.3	1.7
213.5	51	51	51	51	0.0

Allegato II

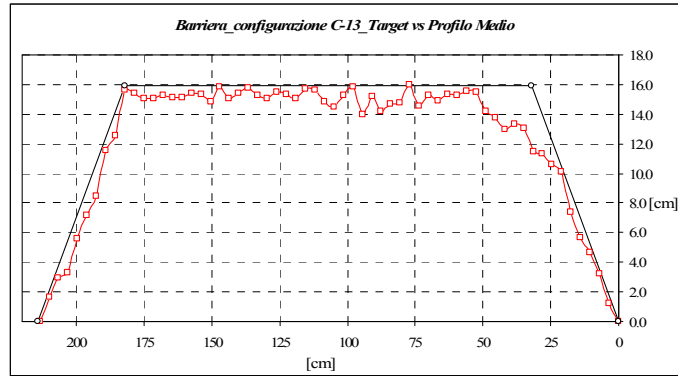


Figura 6-14: Profilo della barriera C13 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-19: Rilievi effettuati sulla barriera C12.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51	51.0	0.0
3.5	49.6	50	49.5	49.7	1.3
7.0	48.1	49.6	48.9	48.9	2.1
10.5	47.7	47.9	47	47.5	3.5
14.0	46.8	45.2	46	46.0	5.0
17.5	44.5	43.9	43.6	44.0	7.0
21.0	43.2	42.7	42.9	42.9	8.1
24.5	40.6	40.8	41.6	41.0	10.0
28.0	41	40.4	41	40.8	10.2
31.5	40.4	39.2	39.7	39.8	11.2
35.0	38.9	41.2	36.5	38.9	12.1
38.5	38.1	38.3	37.2	37.9	13.1
42.0	37.3	37	37.6	37.3	13.7
45.5	37.2	37.4	36.6	37.1	13.9
49.0	35.1	35.3	35	35.1	15.9
52.5	35.6	35.5	36.1	35.7	15.3
56.0	34.7	36.3	36.5	35.8	15.2
59.5	36.1	35.3	35.3	35.6	15.4
63.0	35.8	35.5	35.2	35.5	15.5
66.5	35.1	34.8	35.1	35.0	16.0
70.0	35.7	36.5	34.4	35.5	15.5
73.5	36.2	35.2	35.7	35.7	15.3
77.0	35.8	34.7	34.8	35.1	15.9
80.5	35.2	35.6	34.9	35.2	15.8
84.0	37.1	36.3	36.6	36.7	14.3
87.5	36.9	35.9	34.9	35.9	15.1
91.0	36.4	35	34.8	35.4	15.6
94.5	35.1	34.9	35.8	35.3	15.7
98.0	35.7	35.2	35.1	35.3	15.7
101.5	35.3	35.8	35.4	35.5	15.5
105.0	35.2	35.2	36.4	35.6	15.4
108.5	37.4	37.5	35.4	36.8	14.2
112.0	34.9	35	36.1	35.3	15.7
115.5	35.3	36.2	36.3	35.9	15.1
119.0	36.4	35.8	36.9	36.4	14.6
122.5	35.7	35.5	35.8	35.7	15.3
126.0	35.6	35.8	35.7	35.7	15.3
129.5	35.4	35.1	35.8	35.4	15.6
133.0	36.2	35.7	36.5	36.1	14.9
136.5	35.9	36.6	35.3	35.9	15.1
140.0	36.8	35.5	34.2	35.5	15.5
143.5	36.4	35	34.8	35.4	15.6
147.0	35.7	35.9	35.6	35.7	15.3
150.5	35.4	36	37.1	36.2	14.8
154.0	35.2	36.3	36.8	36.1	14.9
157.5	35.6	35.4	36.4	35.8	15.2
161.0	37.6	36.8	36.3	36.9	14.1
164.5	35.8	35.9	37.1	36.3	14.7
168.0	37	36.8	37.4	37.1	13.9
171.5	38.2	37.5	38.4	38.0	13.0
175.0	39.9	38.9	39.8	39.5	11.5
178.5	39.7	40.5	40.7	40.3	10.7
182.0	46.6	43.1	43	44.2	6.8

Allegato II

185.5	45.2	42.4	42.6	43.4	7.6
189.0	45.6	44.9	45.3	45.3	5.7
192.5	48.6	46.6	48.3	47.8	3.2
196.0	48	48.6	48.8	48.5	2.5
199.5	49.3	48.8	49.8	49.3	1.7
203.0	51	51	51	51.0	0.0

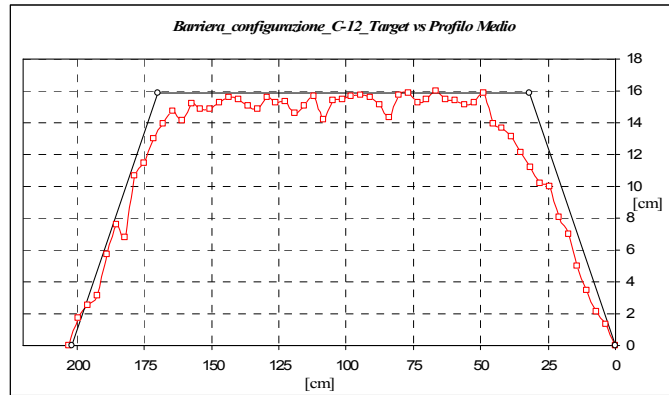


Figura 6-15: Profilo della barriera C12 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-20: Rilievi effettuati sulla barriera C11.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.7	49.6	50.1	49.8	1.2
7.0	46.5	47.2	47.8	47.2	3.8
10.5	47.3	45.7	45.3	46.1	4.9
14.0	44.3	44.6	44.8	44.6	6.4
17.5	41.8	42.7	42.5	42.3	8.7
21.0	41.8	41.2	42.5	41.8	9.2
24.5	37.6	42.2	40.2	40.0	11.0
28.0	37.4	42.5	39.6	39.8	11.2
31.5	39.1	38.9	39.7	39.2	11.8
35.0	37.1	37.3	36.9	37.1	13.9
38.5	36.4	36.2	35.8	36.1	14.9
42.0	35.3	35.7	35.1	35.4	15.6
45.5	35.7	35.8	35.5	35.7	15.3
49.0	35.0	35.6	35.4	35.3	15.7
52.5	36.3	35.2	36.0	35.8	15.2
56.0	34.6	35.5	35.2	35.1	15.9
59.5	35.6	35.7	35.3	35.5	15.5
63.0	35.4	35.3	35.1	35.3	15.7
66.5	35.6	34.8	35.1	35.2	15.8
70.0	35.1	35.9	35.3	35.4	15.6
73.5	35.0	35.2	34.7	35.0	16.0
77.0	35.3	35.4	35.6	35.4	15.6
80.5	36.0	35.8	34.7	35.5	15.5
84.0	35.6	35.2	34.8	35.2	15.8
87.5	35.6	35.0	34.9	35.2	15.8
91.0	35.4	35.2	35.6	35.4	15.6
94.5	36.2	35.1	35.3	35.5	15.5
98.0	35.7	35.0	35.6	35.4	15.6
101.5	35.6	35.0	34.9	35.2	15.8
105.0	36.3	35.3	35.1	35.6	15.4
108.5	35.2	35.6	36.0	35.6	15.4
112.0	35.6	36.2	35.8	35.9	15.1
115.5	35.7	36.0	35.4	35.7	15.3
119.0	35.6	35.3	35.8	35.6	15.4
122.5	35.1	36.0	35.2	35.4	15.6
126.0	35.8	36.1	35.6	35.8	15.2
129.5	35.3	34.7	35.1	35.0	16.0
133.0	35.2	34.9	35.3	35.1	15.9
136.5	35.5	35.8	35.0	35.4	15.6
140.0	35.7	36.0	35.9	35.9	15.1
143.5	35.5	36.1	35.7	35.8	15.2
147.0	35.5	35.2	35.9	35.5	15.5
150.5	35.6	35.9	35.8	35.8	15.2
154.0	35.4	35.1	35.1	35.2	15.8
157.5	35.4	35.8	35.6	35.6	15.4

Allegato II

161.0	38.3	37.8	37.6	37.9	13.1
164.5	38.6	39.3	38.7	38.9	12.1
168.0	39.6	40.1	40.3	40.0	11.0
171.5	41.6	42.3	40.9	41.6	9.4
175.0	42.8	43.1	41.4	42.4	8.6
178.5	45.1	45.4	45.6	45.4	5.6
182.0	46.1	45.9	46.3	46.1	4.9
185.5	47.3	47.9	47.5	47.6	3.4
189.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

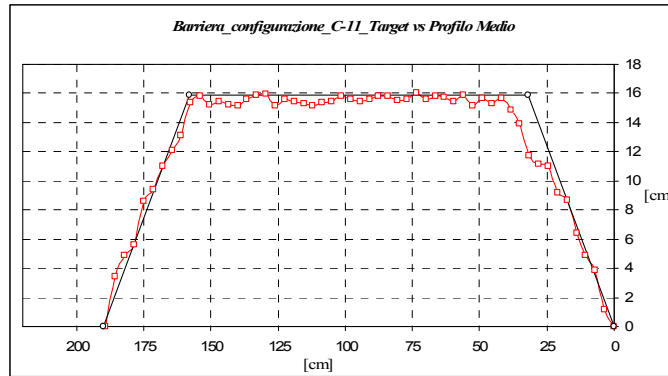


Figura 6-16: Profilo della barriera C11 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-21: Rilievi effettuati sulla barriera C10.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.7	49.0	49.1	49.3	1.7
7.0	48.3	48.0	48.1	48.1	2.9
10.5	47.0	46.8	47.3	47.0	4.0
14.0	44.7	45.1	46.6	45.5	5.5
17.5	44.1	43.8	44.5	44.1	6.9
21.0	42.1	42.2	43.2	42.5	8.5
24.5	40.5	39.8	39.3	39.9	11.1
28.0	40.3	39.8	40.0	40.0	11.0
31.5	37.6	37.3	39.5	38.1	12.9
35.0	37.4	37.6	37.0	37.3	13.7
38.5	36.6	37.8	36.9	37.1	13.9
42.0	35.2	36.9	36.4	36.2	14.8
45.5	36.0	36.3	37.0	36.4	14.6
49.0	35.6	37.2	36.8	36.5	14.5
52.5	35.0	36.5	36.1	35.9	15.1
56.0	36.3	35.7	35.8	35.9	15.1
59.5	35.3	36.0	36.2	35.8	15.2
63.0	35.0	36.8	36.0	35.9	15.1
66.5	34.8	35.4	35.2	35.1	15.9
70.0	37.1	35.6	36.5	36.4	14.6
73.5	36.3	35.7	35.4	35.8	15.2
77.0	37.1	35.6	36.3	36.3	14.7
80.5	37.4	36.3	36.9	36.9	14.1
84.0	35.4	36.2	35.4	35.7	15.3
87.5	36.3	36.4	35.9	36.2	14.8
91.0	35.9	35.4	36.7	36.0	14.8
94.5	35.6	35.3	36.0	35.6	15.0
98.0	35.2	35.3	36.1	35.5	15.5
101.5	35.1	35.9	35.5	35.5	15.5
105.0	35.5	36.1	35.7	35.8	15.5
108.5	35.8	36.4	35.8	36.0	15.2
112.0	35.6	35.5	35.4	35.5	15.0
115.5	35.2	35.1	35.4	35.2	15.5
119.0	36.0	35.7	35.0	35.6	15.8
122.5	36.1	35.8	36.1	36.0	15.4
126.0	35.7	35.2	35.6	35.5	15.0
129.5	36.0	35.6	35.9	35.8	15.5
133.0	35.8	35.8	36.0	35.9	15.2
136.5	35.9	36.4	35.4	35.9	15.1
140.0	35.8	35.7	36.1	35.9	15.1

Allegato II

143.5	36.5	36.9	37.0	36.8	15.1
147.0	37.4	39.1	37.9	38.1	14.2
150.5	39.9	39.7	41.2	40.3	12.9
154.0	40.6	41.9	40.1	40.9	10.7
157.5	40.1	42.7	42.4	41.7	10.1
161.0	42.0	44.1	43.6	43.2	9.3
164.5	43.2	46.0	44.5	44.6	7.8
168.0	48.3	47.6	47.8	47.9	6.4
171.5	48.2	48.7	48.6	48.5	3.1
175.0	49.6	49.8	49.4	49.6	2.5
178.5	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

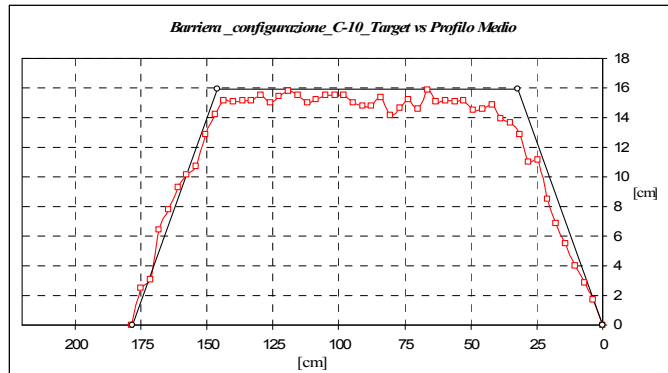


Figura 6-17: Profilo della barriera C10 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-22: Rilievi effettuati sulla barriera C09.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	50.0	49.7	50.0	49.9	1.1
7.0	48.4	48.2	47.6	48.1	2.9
10.5	46.5	48.2	47.6	47.4	3.6
14.0	42.6	47.2	42.2	44.0	7.0
17.5	41.4	43.1	41.6	42.0	9.0
21.0	39.2	41.1	40.2	40.2	10.8
24.5	38.8	38.6	39.2	38.9	12.1
28.0	37.4	37.7	37.0	37.4	13.6
31.5	37.3	36.5	36.3	36.7	14.3
35.0	35.8	36.1	36.8	36.2	14.8
38.5	35.6	35.6	35.9	35.7	15.3
42.0	35.8	35.2	36.4	35.8	15.2
45.5	35.5	35.8	36.4	35.9	15.1
49.0	35.4	36.9	35.5	35.9	15.1
52.5	36.2	36.1	35.2	35.8	15.2
56.0	35.8	37.9	36.6	36.8	14.2
59.5	36.6	37.4	36.8	36.9	14.1
63.0	36.4	36.1	35.9	36.1	14.9
66.5	36.2	36.5	35.6	36.1	14.9
70.0	35.2	36.2	35.3	35.6	15.4
73.5	36.5	36.6	36.1	36.4	14.6
77.0	36.3	36.1	36.0	36.1	14.9
80.5	36.9	36.8	36.2	36.6	14.4
84.0	36.7	35.2	35.9	35.9	15.1
87.5	37.7	35.2	35.9	36.3	14.7
91.0	37.0	36.1	35.6	36.2	14.8
94.5	36.8	35.8	35.9	36.2	14.8
98.0	37.1	36.8	36.4	36.8	14.2
101.5	36.6	36.0	36.5	36.4	14.6
105.0	36.3	35.8	36.2	36.1	14.9
108.5	36.9	36.7	37.0	36.9	14.1
112.0	36.1	36.5	36.4	36.3	14.7
115.5	36.6	36.8	37.1	36.8	14.2
119.0	36.6	36.7	37.1	36.8	14.2
122.5	36.9	36.3	36.6	36.6	14.4
126.0	36.4	35.9	36.0	36.1	14.9
129.5	36.2	36.8	36.7	36.6	14.4
133.0	36.3	36.1	35.8	36.1	14.9

Allegato II

136.5	38.4	36.8	37.0	37.4	13.6
140.0	38.2	39.1	38.8	38.7	12.3
143.5	39.1	40.0	38.8	39.3	11.7
147.0	41.3	41.1	40.5	41.0	10.0
150.5	44.7	44.9	44.3	44.6	6.4
154.0	43.8	44.0	44.4	44.1	6.9
157.5	46.9	46.7	46.9	46.8	4.2
161.0	47.9	47.9	47.6	47.8	3.2
164.5	49.9	50.0	49.7	49.9	1.1
168.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

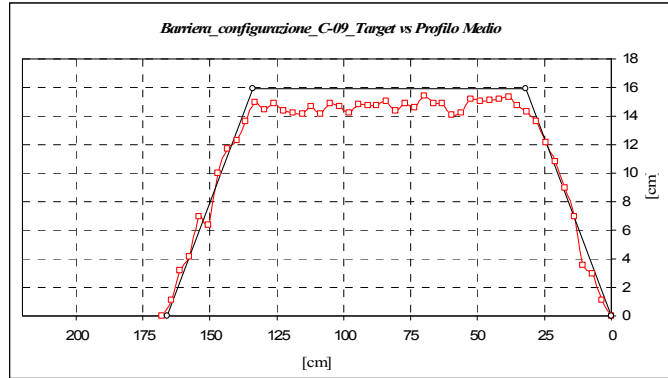


Figura 6-18: Profilo della barriera C09 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-23: Rilievi effettuati sulla barriera C08.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	50.0	49.7	50.0	49.9	1.1
7.0	47.9	48.7	48.7	48.4	2.6
10.5	46.4	47.2	43.4	45.7	5.3
14.0	44.0	43.7	43.6	43.8	7.2
17.5	44.3	41.1	40.6	42.0	9.0
21.0	41.9	40.6	39.8	40.8	10.2
24.5	39.4	38.6	37.2	38.4	12.6
28.0	38.3	38.1	37.7	38.0	13.0
31.5	36.8	37.1	37.3	37.1	13.9
35.0	37.3	35.9	35.5	36.2	14.8
38.5	37.0	37.4	36.9	37.1	13.9
42.0	35.6	36.4	36.2	36.1	14.9
45.5	35.1	36.2	35.4	35.6	15.4
49.0	37.1	36.4	36.2	36.6	14.4
52.5	36.7	35.2	36.9	36.3	14.7
56.0	35.9	35.4	36.4	35.9	15.1
59.5	36.4	35.9	35.5	35.9	15.1
63.0	35.6	36.0	36.2	35.9	15.1
66.5	36.2	36.1	36.2	36.2	14.8
70.0	35.2	35.8	35.9	35.6	15.4
73.5	35.9	35.6	35.8	35.8	15.2
77.0	36.6	36.1	37.3	36.7	14.3
80.5	36.9	36.8	37.0	36.9	14.1
84.0	35.6	36.5	36.9	36.3	14.7
87.5	36.4	36.6	36.6	36.5	14.5
91.0	36.6	35.8	35.6	36.0	15.0
94.5	36.1	35.9	35.7	35.9	15.1
98.0	36.0	36.1	35.7	35.9	15.1
101.5	35.9	36.1	35.8	35.9	15.1
105.0	36.0	35.5	35.6	35.7	15.3
108.5	35.9	36.1	36.0	36.0	15.0
112.0	35.5	36.1	35.9	35.8	15.2
115.5	36.3	36.2	35.7	36.1	14.9
119.0	36.1	35.8	35.8	35.9	15.1
122.5	36.4	37.0	36.7	36.7	14.3
126.0	39.8	39.7	40.1	39.9	11.1
129.5	42.1	41.6	41.1	41.6	9.4
133.0	40.4	43.1	42.8	42.1	8.9
136.5	40.2	46.3	45.9	44.1	6.9
140.0	42.0	46.5	46.8	45.1	5.9

Allegato II

143.5	45.2	45.7	46.9	45.9	5.1
147.0	45.9	49.2	49.1	48.1	2.9
150.5	48.9	49.2	49.1	49.1	1.9
154.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

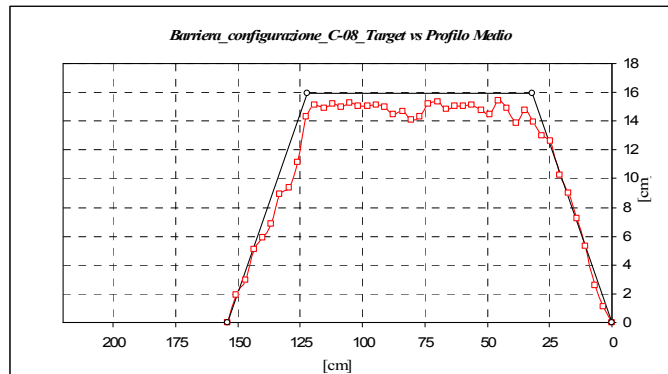


Figura 6-19: Profilo della barriera C08 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-24: Rilievi effettuati sulla barriera C07.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.3	48.9	49.4	49.2	1.8
7.0	48.6	48.9	47.3	48.3	2.7
10.5	47.9	47.5	45.8	47.1	3.9
14.0	45.5	46.2	44.9	45.5	5.5
17.5	44.5	44.7	43.2	44.1	6.9
21.0	41.7	39.4	41.2	40.8	10.2
24.5	39.2	38.1	38.8	38.7	12.3
28.0	38.9	35.2	38.2	37.4	13.6
31.5	36.6	35.6	36.1	36.1	14.9
35.0	34.8	35.2	35.6	35.2	15.8
38.5	35.2	35.4	36.4	35.7	15.3
42.0	36.3	35.6	36.9	36.3	14.7
45.5	35.9	35.7	35.8	35.8	15.2
49.0	35.6	36.1	36.6	36.1	14.9
52.5	36.0	36.6	36.7	36.4	14.6
56.0	36.5	35.8	35.7	36.0	15.0
59.5	35.7	36.1	35.2	35.7	15.3
63.0	35.9	36.1	36.3	36.1	14.9
66.5	36.4	36.8	36.5	36.6	14.4
70.0	36.1	36.5	35.6	36.1	14.9
73.5	35.5	35.6	35.8	35.6	15.4
77.0	35.9	35.6	36.3	35.9	15.1
80.5	36.1	35.5	36.0	35.9	15.1
84.0	35.2	35.3	35.7	35.4	15.6
87.5	36.0	35.2	35.4	35.5	15.5
91.0	35.7	36.0	35.6	35.8	15.2
94.5	35.8	36.1	35.5	35.8	15.2
98.0	35.6	35.6	35.4	35.5	15.5
101.5	35.8	36.3	35.4	35.8	15.2
105.0	35.5	35.7	35.3	35.5	15.5
108.5	35.2	35.5	35.6	35.4	15.6
112.0	36.5	38.3	39.3	38.0	13.0
115.5	38.1	38.6	39.8	38.8	12.2
119.0	39.1	38.9	40.6	39.5	11.5
122.5	40.4	40.1	41.7	40.7	10.3
126.0	40.8	42.9	42.6	42.1	8.9
129.5	45.3	46.1	44.4	45.3	5.7
133.0	46.7	46.2	45.8	46.2	4.8
136.5	47.8	48.2	47.9	48.0	3.0
140.0	48.3	49.1	49.7	49.0	2.0
143.5	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

Allegato II

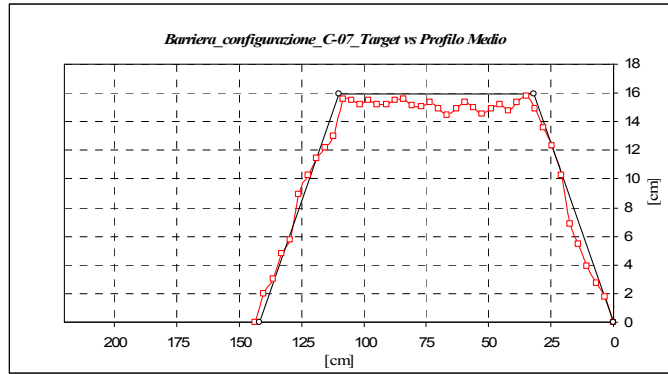


Figura 6-20: Profilo della barriera C07dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-25: Rilievi effettuati sulla barriera C06.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.2	48.4	48.7	48.8	2.2
7.0	48.6	47.6	47.8	48.0	3.0
10.5	47.4	45.6	44.6	45.9	5.1
14.0	42.8	43.3	44.8	43.6	7.4
17.5	42.6	42.2	41.9	42.2	8.8
21.0	41.0	41.3	41.2	41.2	9.8
24.5	39.4	39.1	40.3	39.6	11.4
28.0	38.6	38.4	37.4	38.1	12.9
31.5	35.9	35.5	36.5	36.0	15.0
35.0	35.6	35.6	36.3	35.8	15.2
38.5	36.3	35.4	36.1	35.9	15.1
42.0	36.1	36.2	37.1	36.5	14.5
45.5	35.7	35.6	35.5	35.6	15.4
49.0	35.6	37.0	34.9	35.8	15.2
52.5	36.6	35.6	36.2	36.1	14.9
56.0	35.8	35.7	37.0	36.2	14.8
59.5	35.6	35.5	36.0	35.7	15.3
63.0	35.8	35.8	36.9	36.2	14.8
66.5	35.4	35.2	35.2	35.3	15.7
70.0	35.3	35.1	35.4	35.3	15.7
73.5	35.3	35.4	35.5	35.4	15.6
77.0	36.6	35.2	35.9	35.9	15.1
80.5	35.5	36.0	35.8	35.8	15.2
84.0	36.0	36.0	35.6	35.9	15.1
87.5	35.4	35.5	35.7	35.5	15.5
91.0	35.6	36.2	35.9	35.9	15.1
94.5	35.5	36.1	35.8	35.8	15.2
98.0	35.2	36.1	36.4	35.9	15.1
101.5	36.6	37.4	39.5	37.8	13.2
105.0	38.1	39.9	39.2	39.1	11.9
108.5	39.1	40.2	40.8	40.0	11.0
112.0	41.0	42.6	43.4	42.3	8.7
115.5	42.4	44.6	44.4	43.8	7.2
119.0	43.1	46.1	44.2	44.5	6.5
122.5	46.5	47.7	46.0	46.7	4.3
126.0	47.8	48.2	47.5	47.8	3.2
129.5	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

Allegato II

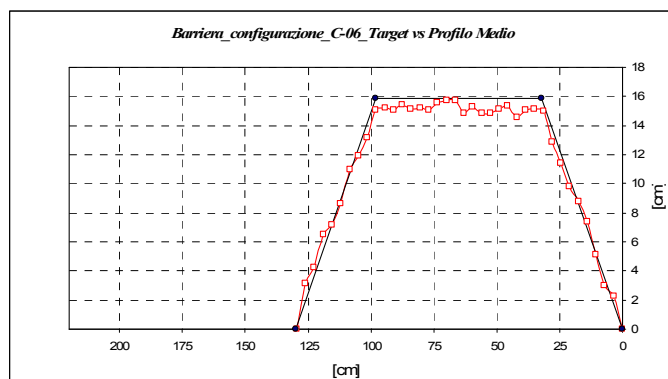


Figura 6-21: Profilo della barriera C06 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-26: Rilievi effettuati sulla barriera C05.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51.0	51.0	0.0
3.5	48.8	49.2	48.9	49.0	2.0
7.0	47.6	48.9	48.6	48.4	2.6
10.5	45.8	48.1	45.8	46.6	4.4
14.0	44.7	44.2	44.5	44.5	6.5
17.5	41.4	44.5	42.5	42.8	8.2
21.0	41.8	43.6	42.3	42.6	8.4
24.5	39.4	40.1	39.6	39.7	11.3
28.0	39.3	38.4	38.8	38.8	12.2
31.5	36.7	37.8	37.1	37.2	13.8
35.0	36.2	36.0	36.1	36.1	14.9
38.5	35.8	36.2	36.0	36.0	15.0
42.0	35.1	35.4	35.2	35.2	15.8
45.5	35.1	35.3	35.1	35.2	15.8
49.0	35.0	35.5	35.2	35.2	15.8
52.5	36.1	35.9	35.7	35.9	15.1
56.0	34.9	35.4	35.0	35.1	15.9
59.5	35.2	35.3	35.0	35.2	15.8
63.0	34.6	35.1	35.7	35.2	15.8
66.5	35.6	35.8	34.7	35.1	15.9
70.0	35.5	35.0	35.3	35.4	15.6
73.5	34.7	35.1	34.9	35.3	15.7
77.0	35.6	35.2	34.9	34.9	16.1
80.5	35.5	35.6	35.6	35.2	15.8
84.0	35.4	35.4	36.0	35.6	15.4
87.5	36.5	36.9	36.7	36.6	15.4
91.0	38.7	38.4	40.4	36.7	14.3
94.5	39.8	40.2	43.3	41.1	9.9
98.0	40.8	41.0	44.6	42.1	8.9
101.5	40.4	44.6	45.0	43.3	7.7
105.0	43.6	44.2	46.1	44.6	6.4
108.5	46.0	46.9	48.4	47.1	3.9
112.0	47.1	48.2	48.6	48.0	3.0
115.5	48.4	50.0	49.3	49.2	1.8
119.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

Allegato II

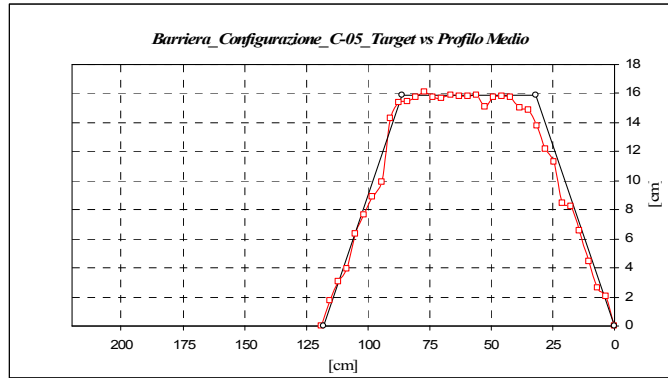


Figura 6-22: Profilo della barriera C05 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-27: Rilievi effettuati sulla barriera C04.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51.0	51.0	0.0
3.5	49.4	49.2	48.6	49.1	1.9
7.0	48.2	48.0	47.8	48.0	3.0
10.5	45.6	45.8	44.2	45.2	5.8
14.0	43.0	43.5	43.2	43.2	7.8
17.5	41.4	43.4	42.6	42.5	8.5
21.0	40.0	40.1	39.8	40.0	11.0
24.5	37.7	36.3	39.6	37.9	13.1
28.0	38.0	36.5	37.7	37.4	13.6
31.5	38.0	36.5	37.7	37.4	13.6
35.0	36.3	35.6	36.6	36.2	14.8
38.5	35.6	35.4	36.2	35.7	15.3
42.0	35.5	35.3	35.2	35.3	15.7
45.5	36.1	35.6	35.4	35.7	15.3
49.0	35.2	35.5	35.2	35.3	15.7
52.5	35.0	34.9	35.3	35.1	15.9
56.0	35.5	35.7	35.2	35.5	15.5
59.5	35.0	35.5	35.3	35.3	15.7
63.0	36.0	36.2	35.4	35.3	15.7
66.5	35.6	35.8	35.7	35.9	15.1
70.0	35.2	35.4	35.2	35.7	15.3
73.5	37.7	38.7	38.2	35.3	15.7
77.0	37.6	38.6	40.2	38.2	12.8
80.5	38.2	40.8	41.7	38.8	12.2
84.0	40.4	41.6	43.4	40.2	10.8
87.5	42.5	43.4	44.8	41.8	9.2
91.0	43.1	44.3	43.6	43.6	7.4
94.5	45.6	46.6	46.4	46.2	4.8
98.0	46.7	48.2	48.6	47.8	3.2
101.5	48.1	48.9	49.2	48.7	2.3
105.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

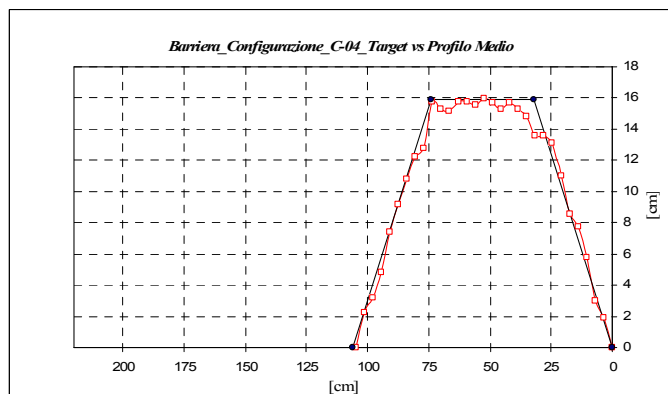


Figura 6-23: Profilo della barriera C04 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Allegato II

Tabella 6-28: Rilievi effettuati sulla barriera C03.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51	51	51.0	51.0	0.0
3.5	47.8	49.7	49.7	49.1	1.9
7.0	47.3	48.4	48.0	47.9	3.1
10.5	46.0	46.3	46.0	46.1	4.9
14.0	44.7	45.7	43.2	44.5	6.5
17.5	42.7	43.6	42.2	42.8	8.2
21.0	39.9	39.9	39.3	39.7	11.3
24.5	38.8	39.5	37.6	38.6	12.4
28.0	37.4	39.2	36.9	37.8	13.2
31.5	35.9	38.1	37.1	37.0	14.0
35.0	36.5	36.1	36.7	36.4	14.6
38.5	36.0	35.8	35.9	35.9	15.1
42.0	35.8	36.5	36.2	36.2	14.8
45.5	35.4	35.2	35.4	35.3	15.7
49.0	35.0	35.1	35.3	35.1	15.9
52.5	35.3	36.2	35.8	35.8	15.2
56.0	36.4	36.1	36.1	36.2	14.8
59.5	35.9	35.7	36.2	35.9	15.1
63.0	36.6	37.1	36.7	36.8	14.2
66.5	37.6	37.5	39.7	38.3	12.7
70.0	39.1	39.7	40.4	39.7	11.3
73.5	40.3	40.0	41.7	40.7	10.3
77.0	40.7	41.8	42.7	41.7	9.3
80.5	43.1	43.7	44.1	43.6	7.4
84.0	45.9	45.2	45.0	45.4	5.6
87.5	47.7	47.3	46.7	47.2	3.8
91.0	49.2	48.2	47.9	48.4	2.6
94.5	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

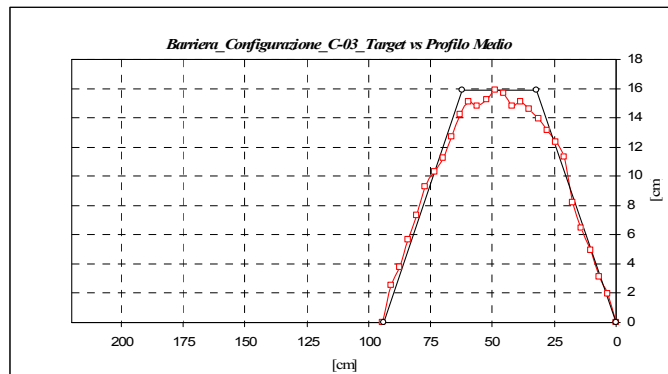


Figura 6-24: Profilo della barriera C03 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-29: Rilievi effettuati sulla barriera C02.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.7	49.2	49.1	49.3	1.7
7.0	48.7	48.2	48.4	48.4	2.6
10.5	46.9	46.3	47.1	46.8	4.2
14.0	44.6	44.4	45.6	44.9	6.1
17.5	42.8	43.4	43.6	43.3	7.7
21.0	40.6	41.5	41.3	41.1	9.9
24.5	37.1	40.2	37.4	38.2	12.8
28.0	36.9	38.5	35.9	37.1	13.9
31.5	36.4	36.7	37.1	36.7	14.3
35.0	35.6	36.0	36.2	35.9	15.1
38.5	35.1	35.5	35.2	35.3	15.7
42.0	34.9	35.3	35.0	35.1	15.9
45.5	35.6	35.6	35.8	35.7	15.3
49.0	36.0	35.8	35.6	35.8	15.2
52.5	37.8	38.3	36.9	37.7	13.3
56.0	39.4	39.2	39.0	39.2	11.8
59.5	40.6	40.0	40.1	40.2	10.8
63.0	41.5	42.6	42.9	42.3	8.7

Allegato II

66.5	43.6	42.8	42.1	42.8	8.2
70.0	45.7	44.1	45.2	45.0	6.0
73.5	46.4	46.3	46.0	46.2	4.8
77.0	48.7	47.8	48.5	48.3	2.7
80.5	49.3	49.6	49.4	49.4	1.6
84.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

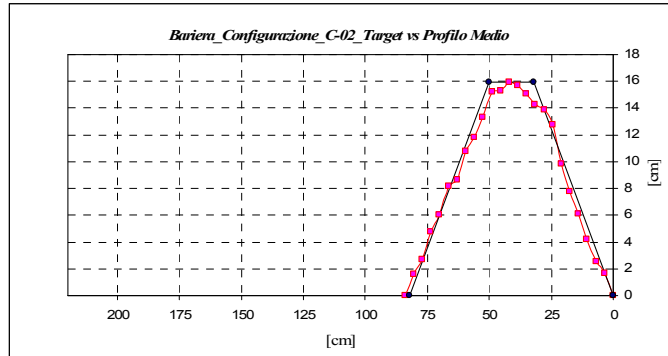


Figura 6-25: Profilo della barriera C02 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Tabella 6-30: Rilievi effettuati sulla barriera C01.

Distanza dal piede lato mare [cm]	Sezione 1-1 [cm]	Sezione 2-2 [cm]	Sezione 3-3 [cm]	Valore medio [cm]	Media dal fondo del canale [cm]
0.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0
3.5	49.1	49.1	48.6	48.9	2.1
7.0	47.3	47.2	46.6	47.0	4.0
10.5	45.8	45.5	45.2	45.5	5.5
14.0	44.6	45.4	44.4	44.8	6.2
17.5	41.0	42.7	42.3	42.0	9.0
21.0	41.1	41.0	41.4	41.2	9.8
24.5	39.6	40.7	39.5	39.9	11.1
28.0	38.6	38.3	38.8	38.6	12.4
31.5	36.8	36.3	35.7	36.3	14.7
35.0	35.2	34.9	35.7	35.3	15.7
38.5	35.2	35.4	36.2	35.6	15.4
42.0	35.5	35.9	35.7	35.7	15.3
45.5	35.6	35.8	36.2	35.9	15.1
49.0	37.2	38.3	37.6	37.7	13.3
52.5	38.1	39.2	40.1	39.1	11.9
56.0	40.2	40.1	40.0	40.1	10.9
59.5	43.7	43.8	43.5	43.7	7.3
63.0	45.7	45.1	44.8	45.2	5.8
66.5	47.5	47.1	47.2	47.3	3.7
70.0	48.2	47.7	47.6	47.8	3.2
73.5	48.6	48.4	49.6	48.9	2.1
77.0	51.0	51.0	51.0	51.0	0.0

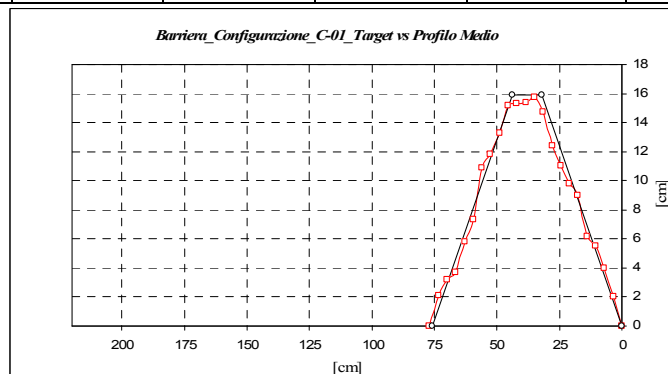


Figura 6-26: Profilo della barriera C01 dopo i test (target vs Profilo rilevato).

Allegato III

Check list di laboratorio

1	Controllare che le sonde resistive siano alimentate (interruttore n°8 del quadro elettrico).
2	Accendere i PC Squalo e Ganimede.
3	Controllare spazio di memorizzazione su Squalo e Ganimede
4	Creare la cartella del giorno nel formato gg-mm-aa nel Pc Ganimede e Squalo. D:\EsperimentiDELOS\Esperimenti Creare in D:\EsperimentiDELOS\Esperimenti\ cartella del giorno, le cartelle Figure e DatiCalibrati.
5	Posizionare la Punta idrometrica nella posizione del livello di prova a pompa spenta: (F0 = 22.80 cm)
6	Controllare che la superficie libera nel canale sia tangente alla punta, altrimenti mettere a livello ed attendere 20 minuti. Se il livello è superiore al richiesto aprire lentamente la valvola a farfalla di scarico (4 giri di valvola) fino a far scendere il livello d'acqua (attendere che l'acqua si stabilizzi) altrimenti immettere acqua fino a pochi millimetri al di sopra della punta idrometrica ed aprire lentamente la valvola a farfalla di scarico (4 giri di valvola) fino a far scendere il livello d'acqua (attendere che l'acqua si stabilizzi).
7	Avviare la procedura di calibrazione (vedi check-list calibrazione).
8	Leggere il valore del livello post-accensione pompa di retro pala e trascriverlo.
9	Sostituire la scheda della prova nelle sezione di ripresa video.
10	Lanciare l'attacco ondosso HxxxTxxj20.pre ed attendere la fine.
11	Effettuare la lettura del battente idrico appena finita la prova
12	Accendere il riflettore, scattare una foto ed un filmato di 20 sec. con fotocamera sul cavalletto nella posizione prefissata (disegnata sul pavimento) con un livello di zoom costante per tutte le prove. Al termine spegnere il riflettore.

Allegato III

13	Trasformare il file appena acquisito (HxxxTxxj05.a01) da binario ad ASCII (da Labview in Squalo).
14	Tagliare il file ASCII acquisito da Squalo e copiarlo in Ganimede (cartella del giorno) e rinominarlo nella forma HxxxTxxj20wwzz. (Per ww è inteso il tipo di barriera, e per zz livello di studio in canale).
15	Trasferire il file appena acquisito (HxxxTxxxj05wwzz) nelle cartelle giornaliere di Squalo (i binari .a01) e di Ganimede (gli ASCII.dat).
16	Attendere 20 minuti perché si stabilizzi l'acqua all'interno del canale.
17	Analizzare e compilare il rapporto delle prove.
18	Al termine delle prove giornaliere spegnere i computer e chiudere la porta della stanza dove si trova il PC Squalo.

Check list di calibrazione

1	Controllare che i livelli lato mare e lato spiaggia siano uguali. Attenzione: questa operaio e è particolarmente importante per le prove con barriere emerse.
2	Avviare la procedura di calibrazione aprendo la cartella Esperimenti DELOS dal desktop del PC Squalo.
3	Lanciare il file idra11.vi.
4	Avviare dalla barra dei menù il modulo di predisposizione, quindi il modulo di taratura.
5	Selezionare i canali delle sonde da tarare: sonde 1-11.
6	Immissione del range di taratura per ogni sonda [m].
7	Immissione del valore della distanza di ogni sonda dalla pala generatrice [m].
8	Immissione del valore della profondità di ogni sonda [mm].
9	Portare le sonde al livello massimo, fissare bene il nonio, attendere che il livello d'acqua si sia stabilizzato ed acquisire i dati da Squalo (selezionare taratura).
10	Portare le sonde al livello minimo, fissare bene il nonio, attendere che il livello d'acqua si sia stabilizzato ed acquisire i dati da Squalo (selezionare taratura).
11	Centrare le sonde, fissare bene il nonio, attendere che il livello d'acqua si sia stabilizzato ed acquisire i dati da Squalo (selezionare taratura).
12	Collegarsi in rete da Ganimede a Squalo e copiare il file idra11.son nella cartella D:\EsperimentiDELOS\Esperimenti\gg-mm-aa. Rinominare idra11.son in cggmmaazzx.cal (giorno, mese, anno, livello, numero di

Allegato III

	calibrazione (es.c040507F30.cal)).
13	Analizzare il file di calibrazione tramite software Matlab con il programma calibrazione inserendo l'istruzione calibrazione(numero sonde,'data', numero di calibrazione).
14	Ripetere tutta la procedura per le sonde con errori di calibrazione maggiori di 2 mm.
15	Annotare sugli appunti eventuali anomalie riscontrate nel corso della calibrazione.
16	Annotare sul diario le calibrazioni eseguite.
17	Al termine della calibrazione copiare il file definitivo (in qui ogni sonda risulta affetta da errore di calibrazione minore di 2mm) in Squalo E:\EsperimentiDELOS\Esperimenti\cartella del giorno.
18	Eliminare da Ganimede tutti i file di calibrazione mantenendo soltanto l'ultimo.

Programma di analisi dati

```
clear
close all
cd D:\EsperimentiDELOS\EsperimentiIIISerie
addpath D:\EsperimentiDELOS\EsperimentiIIISerie
%5cd D:\EsperimentiDELOS\EsperimentiIISerie
%addpath D:\EsperimentiDELOS\EsperimentiIISerie

%-----
%Acquisizione dei codici per l'identificazione univoca della prova
%-----
Data=input(['Dammi la data della prova Es. "18-05-07"=']);
CodiceOnda=input(['Dammi il codice dell"onda" prova Es. "H050T01j05"=']);
CodiceBarriera=input(['Dammi il codice della barriere Es. "C1"=']);
CodiceLivello=input(['Dammi il codice del livello Es. "F3"=']);
NumeroCalibrazione=input(['Dammi il numero della calibrazione =']);
%CanaliVSPosizione=input(['La prova che stai analizzando fu fatta prima o dopo il 05-06-
07? ("p": prima - "d": dopo o il giorno stesso)= ']);
% Data='23-05-07';
% CodiceOnda='H060T10j05';
% CodiceBarriera='00';
% CodiceLivello='F2';
% NumeroCalibrazione='2';
%-----
%Numero sonde resistive utilizzate in canale
%-----
ns=8;
%-----
%Vettore di corrispondenza canali/posizione di acquisizione
%-----
%if CanaliVSPosizione=='p'
%wg=[8 10 11 9 5 1 7 3 2 4];
%elseif CanaliVSPosizione=='d'
%wg=[8 10 11 1 5 9 7 3 2 4];
wg=[8 10 11 7 5 3 2 4];
%end
%-----
%Mi sposto nella cartella del giorno
```

Allegato III

```
%-----  
eval(['cd D:\EsperimentiDELOS\EsperimentiIIISerie\ Data \']);  
%-----  
%Carica i dati relativi alla prova  
%-----  
%dati calibrazione  
FileWgCal=['c' Data([1:2 4:5 7:8]) CodiceLivello num2str(NumeroCalibrazione)];  
DataWgCal=load([FileWgCal '.cal']);  
%dati acquisiti  
FileWg=[CodiceOnda CodiceBarriera CodiceLivello];  
DataWg=load([FileWg '.dat']);  
%dati per riferimento dello zero locale, (i primi due minuti)  
%FileWgZero=[CodiceOnda(1:8) '02' CodiceBarriera CodiceLivello];  
DataWgZero=DataWg(1:2400,:);  
%-----  
%Riordina i files acquisiti in base alla posizione  
%definisci la matrice con i dati per la calibrazione:  
%riga i-esima -> parametri sonda in posizione i-esima  
%definisci la matrice con i dati acquisiti:  
%colonna i-esima -> acquisizione sonda in posizione i-esima  
%-----  
DataWgCal_Temp=DataWgCal*0;  
DataWg_Temp=DataWg*0;  
DataWgZero_Temp=DataWgZero*0;  
for i=1:7  
    DataWgCal_Temp(i,:)=DataWgCal(wg(i),:);  
    DataWg_Temp(:,i)=DataWg(:,wg(i));  
    DataWgZero_Temp(:,i)=DataWgZero(:,wg(i));  
end  
DataWgCal=DataWgCal_Temp(1:ns,:);  
DataWgZero=DataWgZero_Temp(:,1:ns);  
DataWg=DataWg_Temp(:,1:ns);  
clear DataWgCal_Temp;  
clear DataWgZero_Temp;  
clear DataWg_Temp;  
%-----  
%Genera la matrice con in coefficienti di calibrazione e salva i grafici  
%-----  
[a]=Calibrazione(DataWgCal, Data, CodiceLivello);
```

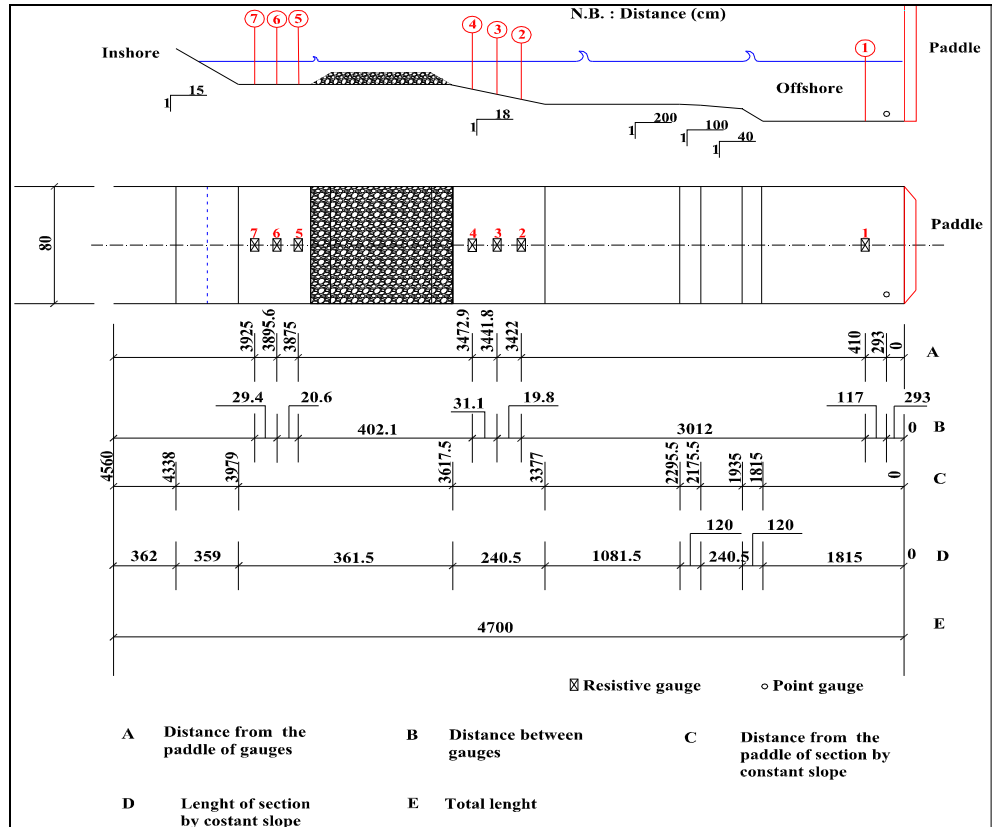
Allegato III

```
%-----  
%Converto i segnali da volt a cm, li riscalo e salvo i files  
%-----  
[b]=ConvertiESalvaSegnali(DataWg,DataWgZero,a,FileWg,Data);  
%-----  
%Calcola i parametri spettrali d'onda, Hmo, Tp, Tm  
%e i livelli medi sulla seconda metà della prova  
%-----  
inizio=size(b,1)/2;  
fine=size(b,1);  
[c]=AnalisiSpettrale(b(inizio:fine,:),FileWg,Data);  
% %-----  
% % Filtraggio del rumore e dell'onda lunga  
% %-----  
%  
% % ATTENZIONE non usare il filtro per eliminare le frequenze quando si fa analisi di  
piling-up.  
% % Il filtraggio delle frequenze basse ELIMINA IL TREND DEI LIVELLI ACQUISITI  
% % Il filtraggio delle frequenze alte cambia il segnale nei primi istanti di acquisizione cosi  
che  
% % non e' piu' possibile riscalarlo i valori dei livelli sullo zero locale  
% lowerFrequency=0.01;  
% higherFrequency=2.0;  
% fs=20;  
% fnyq=fs/2;  
% [Fb Fa]=butter(5,[lowerFrequency/fnyq higherFrequency/fnyq]);  
% b_f=filter(Fb,Fa,DataWg);  
%-----  
%Analisi di Riflessione - Calcolo l'altezza d'onda incidente e riflessa  
% sulla seconda metà della prova  
%-----  
% if (CodiceLivello=='F1')  
%   h=0.152;  
% elseif (CodiceLivello=='F2')  
%   h=0.132;  
% elseif (CodiceLivello=='F3')  
%   h=0.172;  
% elseif (CodiceLivello=='F3')  
%   h=0.185;
```

Allegato III

```
% end
fs=20;
%analisi riflessione alle sonde in posizione 3 e 4
h=0.2785;
Delta=0.295;
DatiRiflessione=b(inizio:fine,[3 4]);
[Kr_Davanti, Hi_Davanti, Hr_Davanti]=wvref(h,Delta,DatiRiflessione,fs,FileWg, [Data ' Up-
Stream']);
%analisi riflessione alle sonde in posizione 9 e 10
h=0.187;
Delta=0.295;
DatiRiflessione=b(inizio:fine,[6 7]);
[Kr_Dietro, Hi_Dietro, Hr_Dietro]=wvref(h,Delta,DatiRiflessione,fs,FileWg, [Data ' Down-
Stream']);
pluto=fopen(['DatiCalibrati\' FileWg '-Riflessione.dat'],'w');
fprintf(pluto,'%%Hi_Davanti[cm]      Hr_Davanti[cm]      kr_Davanti      Hi_Dietro[cm]
Hr_Dietro[cm] kr_Dietro\r\n');
fprintf(pluto,'%4.2f                %4.2f                %4.2f                %4.2f                %4.2f
%4.2f\r\n',[Hi_Davanti Hr_Davanti Kr_Davanti Hi_Dietro Hr_Dietro Kr_Dietro]);
fclose(pluto)
cd ..\
```

Schema del canale



Allegato III

Bibliografia

L.Airoidi, M.Abbiati, M.W.Beck, S.J.Hawkins, P.R.Jonson, D.Martin, P.S.Moschella, A.Sandelof, R.C.Thompson, P.Aberg. An ecological perspective on the deployment and design of low-crested structures and other hard coastal defence structures. *Coastal Engineering* (52): 1073-1087, 2005.

P.L.Aminti, A.Lamberti, and G.Liberatore. Indagini sperimentali su barriere sommerse per la difesa delle spiagge. *Note e pubblicazioni di ingegneria idraulica*, 30, 1982.

P.L.Aminti. Modellazione dei profili di spiaggia: parametri per la loro classificazione e criteri di similitudine. *Idrotecnica*, 3, 1983.

P.L.Aminti. Indagine sperimentale su scogliere sommerse per la protezione delle spiagge. *Contributi al XX convegno di idraulica e costruzioni idrauliche*, 2:21–32, 1986.

Archambault P. & Bourget E. (1996). Scales of coastal heterogeneity and benthic intertidal species richness. Diversity and abundance. *Marine Ecology Progress Series* 136: 111-121.

Balzano, L. Cappiotti, Soldini, B. Zanuttigh, Modellazione numerica della circolazione attorno ad opere trascinabili. *Studi Costieri* 2006.

R.Briganti, M.Soldati, P.Contini, C.Sidoti, L.Franco, A.Lamberti, and R.Archetti. Inventario delle opere di protezione costiera semisommerse, parallele a costa, presenti in Italia. *28° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, pages 235–242, 2002.

A.E.Browder, R.G.Dean, and R.Chen. Performance of a submerged breakwater for shore protection. *25° International Conference on Coastal Engineering*, 2:2312–2323, 1996.

I.Caceres, A.Sanchez-Arcilla, B.Zanuttigh, A.Lamberti, L.Franco. Wave overtopping and induced currents at emergent low crested structures. *Coastal Engineering* (52): 931-947, 2005.

Bibliografia

M.Calabrese, D.Vicinanza, and M.Buccino. Trasmissione ondosa a tergo di scogliere a cresta bassa: indagine sperimentale su modello in grande scala. 28° *Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, 2002.

M.Calabrese, D.Vicinanza, and M.Buccino. Large-scale experiments on the behaviour of low crested and submerged brekwaters in presence of broken waves. 2003.

M.Calabrese, D.Vicinanza, and M.Buccino. Trasmissione ondosa a tergo di scogliere a cresta bassa. *Studi Costieri* 2003.

M. Calabrese, M. Buccino, B. Zanuttigh, L. Cappietti, A. Paris. Riflessione e trasmissione di scogliere a cresta bassa. *Studi Costieri* 2006.

L. Cappietti, P.L. Aminti. Rehabilitation of highly protected/beaches by using environment-friendly structures. Environmental Friendly Coastal Protection. Nato Sciences Series, Vol. 53, pages 163-175, 2005.

L. Cappietti, L. Martinelli, B. Zanuttigh, Experimental analysis of piling-up and filtration in presence of low crested structures. XXIX *Convegno di idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Trento 2004a.

L. Cappietti, L. Pratola, A. Rinaldi. Esperimenti sull'idrodinamica indotta da moto ondoso in presenza di barriere sommerseseparate da un varco. Risultati preliminari. XXIX *Convegno di idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Trento 2004a.

L. Cappietti, E. Mori, P.L. Aminti. Studio sperimentale dell'influenza della larghezza di berma sulla trasmissione di moto ondoso sottoflutto a scogliere sommerse. XXX° *Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche- IDRA* 2006.

G.Chiaia, L.Damiani, and A.Petrillo. Evolution of a beach with and without a submerged breakwater: experimental investagation. 23° *International Conference on Coastal Engineering*, pages 1959–1972, 1992.

K. D'Angremond, J.W.van der Meer, and R.J. De Jong. Wave trasmission at low-crested structures. 25° *International Conference on Coastal Engineering*, 2:2418–2427, 1996.

R.G.Dean, R.Chen, and A.E.Browder. Full scale monitoring study of submerged breakwater, Palm Beach, Florida, USA. *Coastal Engineering*, (29):291–315, 1997.

Diskin, M.H. et al. (1970). Piling-up behind low and submerged permeable breakwaters.

Downes B.J. & Keough M.J. (1998). Scaling of colonisation processes in streams: parallels and lessons from marine hard substrata. *Australian Journal of Ecology* 23:8–26.

X. Gironella, Augustin Sanchez-Arcilla, Ricardo Briganti, Joan Pau Sierra and Louis Moreno. Submerged detached breakwaters: towards a functional design. *Coastal Engineering: 1768-1777*, 2002.

Y. Goda, Y. Suzuki. Estimation of incident and reflected waves in random wave experiments. Proc. Of 15th Int. Conf. Coastal Engineering, pages 828-845, 1976.

M. Kramer, B. Zanuttigh, J.V. van der Meer, C. Vidal, F.X Gironella. Laboratory on low-crested breakwaters. *Coastal Engineering*, 52: 867-855, 2005.

A.Lamberti and U.Tomasicchio. Le barriere sommerse possibile strutture a difesa della costa. *Porti Mare Territorio*, (1):29–37, Gen.-Mar. 1981.

A.Lamberti and A.Mancinelli. Italian experience on submerged barriers as beach defence structures. *25° International Conference on Coastal Engineering*, 2:2352–2365, 1996.

A.Lamberti and A.Atzeni. Rapporto n°1 sulla spiaggia di Perd'e Sali (Sarroch, Sardegna) protetta da frangiflutti tracimabili. 2001.

A.Lamberti, B.Zanuttigh, and M.Tirindelli. Evaluation of overtopping processes over lowcrested structures. *6° International conference on the Mediterranean coastal environment, MEDCOAST*, 3:1929–1940, Oct. 2003.

A.Lamberti, R.Archetti, M.Kramer, D. Paphitis, C.Mosso, M.Di Risio. European experience of low crested structures for coastal management. *Coastal Engineering* (52): 841-866, 2005.

M.S.Longuet-Higgins. On the wave-induced difference in mean sea water level between the two sides of a submerged breakwater, (*Journal of Marine research* 1967).

J.Loveless and D.Debski. Wave transmission and set-up at detached breakwaters. *Coastal Dynamics*, pages 674–683, 1997.

J.H.Loveless, D.Debski, and A.B.MacLeod. Sea level set-up behind detached breakwaters. *26° International Conference on Coastal Engineering*, 2:1665–1678, 1998.

J. W. Van der Meer, I.F.R. Deamen. Stability and wave trasmission at low crested rubble-mound structures. *Journal of Waterway Port Coastal and Ocean Engineering*, 120, 1994.

J. W. Van der Meer, R. Briganti, B. Zanuttigh, B. Wang. Wave trasmission and reflection at low crested structures: Design formulae, oblique wave attack and spectral change. *Journal of Coastal Engineering*, 52, 2005.

M.Petti and P.Ruol. Experimental study on the behaviour of submerged detached breakwaters. *3th International Conference on Coastal & Port Engineering in development countries*, 1:1–12, Sept. 1991.

M.Petti and P.Ruol. Laboratoy tests on the interaction between nonlinear long wave and submerged breakwaters. *23° International Conference on Coastal Engineering*, pages 792– 803, 1992.

P.Ruol, A.Faedo, and A.Paris. Prove sperimentali sul comportamento di una scogliera a cresta bassa e sul fenomeno del piling-up a tergo di essa. *Studi Costieri* (7):41-59, 2003.

P.Ruol, L.Martinelli, B.Zanuttigh, L.Cappietti, D.Vicinanza A.Faedo. Sui fenomeni di tracimazione, filtrazione e sovrizzo per opere di difesa longitudinale a cresta bassa. *Studi Costieri* (7):41-59, 2003.

A.Sanchez-Arcilla, J.M.Alsina, X.Gironella, I.Cáceres, and D.Gonzáles. The role of low crested detached breakwater in *coastal engineering*. 2003.

A.Sanchez-Arcilla. D32 Wave channel experiment final form. Environmental Design of Low Crested Coastal Defence Structures (DELOS). *EU Fifth Framework Programme 1998-2002. Energy, Environment and Sustainable Development*.

S.R. Seabrook, K.R. Hall. Wave trasmission at submerged rubble mound breakwater. *Proc. of 26th. Int. Conf. On Coastal Engineering*, pages 2000-2013, 1998.

Tesi di laurea di Marco Di Muro e Luciano Viscanti, *Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, Università di Firenze*, 2006: Sovrizzo

Bibliografia

indotto sottoflutto a scogliere tracimabili: studio sperimentale della dipendenza della porosità della barriera.

Tesi di laurea di Enrica Mori, *Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, Università di Firenze, 2005*: Studio sperimentale sulla idrodinamica e morfodinamica indotta da barriere a cresta bassa. Applicazione al caso di Marina di Massa.