

CITTA' di ARONA  
Provincia di Novara  
Regione Piemonte

NUOVO PORTO TURISTICO COMUNALE  
Progetto Preliminare

## **Elab. 02 – RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA**

**Enrico Brovelli – ingegnere**  
via Ronchetto, 20  
21020 - RANCO

## **PORTO TURISTICO di ARONA**

### **RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA**

Il Comune di Arona ha in animo di realizzare un attracco (porto) turistico nel territorio comunale, le cui attrezzature permetteranno l'ormeggio e l'attracco ottimale per ca. 195 unità di navigazione (u.d.n.) in base alle seguenti diverse caratteristiche dimensionali ottimali del posto barca:

n. 40 da 7,50 x 2,60 mt.

n. 80 da 10,00 x 3,60 mt.

n. 75 da 12,00 x 3,80 mt.

La presente relazione tecnica si limita a riportare lo sviluppo degli studi di prima approssimazione dei quali le conclusioni saranno sintetizzate nella relazione generale.

Particolare attenzione è stata posta alla redazione dello studio idraulico - lacuale preliminare articolato secondo la struttura base di seguito riportata.

#### **Studio idraulico lacuale della zona interessata**

##### *1 Inquadramento geografico del paraggio*

Il tratto di lago vicino alla costa interessata alla realizzazione della marina, localizzata all'estremità Sud del territorio di Arona a confine con il territorio di Dormelletto, si presenta abbastanza favorevole all'insediamento della marina soprattutto per tre motivi principali:

1.1 la zona non è interessata da moto ondoso elevato;

1.2 il fondale, per lo più sabbioso e melmoso, non presenta pronunciati declivi, anzi all'apparenza potrebbe essere considerato quasi a livello costante nei tratti interessati alla posa dei corpi morti;

1.3 la zona non è interessata dal transito, nelle vicinanze o al largo, dei battelli della navigazione pubblica di linea il cui elevato dislocamento provoca onde lunghe e creste importanti che potrebbero vanificare la barriera dei frangionde;

La zona è facilmente raggiungibile sia tramite veicoli di ogni tipo che possono trovare la possibilità di stazionare nell'esistente parcheggio sia tramite il percorso ciclopedonale che permetterebbe un breve diretto collegamento con la stazione ferroviaria e con il centro città.

##### *2 Individuazione del settore di traversia principale e di quello secondario*

Il settore di traversia risulta essere, per definizione, l'angolo riferito ad un punto della costa nel quale si immagina il suo vertice contenente tutte le direzioni possibili dalle quali possono pervenire dal largo le agitazioni del lago (è detto settore di traversia principale quello che comprende le direzioni delle agitazioni violente, mentre il settore di traversia secondario è quello che comprende il resto).

Nel caso specifico il settore di traversia è formato dall'angolo compreso fra due semirette con origine nel punto medio della spiaggia e tangenti alle due punte della barriera frangionde maggiormente protese verso il lago, posizioni che coincidono con le estremità sud e nord della stessa. Siccome nel caso specifico le agitazioni significative del lago, ma pur sempre di modesta intensità, lambiscono quasi tangenzialmente la barriera frangionde in progetto, lo studio e/o l'individuazione del settore di traversia, sia principale che secondario, è da considerarsi trascurabile.

##### *3 Fetches geografici ed efficaci*

Il Lago Maggiore o Verbano è un tipico bacino lacustre prealpino che si estende su una superficie di 212,5 kmq presentando una forma allungata che si sviluppa prevalentemente nella direttrice Nord/Nord Est – Sud/Sud Ovest per una lunghezza di ca. 65 km dalla Piana di Magadino in Svizzera dove il fiume Ticino (immissario) si immette nel lago, a Sesto Calende / Castelletto Ticino ove le acque del lago formano il fiume Ticino (emissario).

In un bacino imbrifero molto esteso di 6.668 kmq, di cui per la metà in territorio elvetico, che abbraccia per intero l'arco delle Alpi Lepontine dal Monte Rosa ad Ovest, il Gottardo a Nord, fino allo Spluga ad Est, costituito in parte da rocce ad elevata impermeabilità la cui superficie è in costante annuale aumento per il ritiro dei ghiacciai, durante i periodi di piogge intense, causate dall'ostacolo verso Nord che le nubi calde e cariche di umidità provenienti dal Mediterraneo e dal Nord Africa trovano nella barriera delle Alpi, vengono confluiti nel bacino del lago tramite i ca. 16 fiumi e torrenti maggiori dai 7.000 ai 9.000 mc/sec di acqua piovana.

Presentando il fiume Ticino in uscita quale unico emissario una capacità di erogazione massima di ca. 2.000 / 2.200 mc/sec si deduce che durante queste precipitazioni intense per ogni secondo la quantità di acqua che viene accumulata nel lago è compresa fra 5.000 e 7.000 mc.

Questo accumulo comporta un aumento del livello del lago compreso fra 8 e 8,5 cm all'ora (ca. 2 metri al giorno), a seconda della direzione del vento e della durata e dell'intensità delle precipitazioni (l'aumento medio degli ultimi 20 anni in periodi di piogge intense è stato di circa 1 mt al giorno).

Ritengo utile ricordare che ad un livello di 195 mt s.l.m. il lago è esondato a Laveno ed al livello medio di 192,99 mt s.l.m. viene limitata la navigazione con i battelli di linea.

Essendo il perimetro del Lago Maggiore circondato per metà nella parte superiore da catene montuose (Prealpi ed Alpi) e da colline anche imponenti nella parte centrale, la sua superficie nel corso dell'anno viene normalmente "lambita" da brezze di modesta intensità che trovano origine dalla differenza di temperatura tra le più fredde cime delle alture e le più calde del lago stesso.

Queste brezze, incanalandosi nelle valli che si proiettano verso il lago, percorrono le sue acque dando origine ad un fenomeno di agitazione ondosa di modesta entità e di breve durata.

Fra queste si distinguono due brezze importanti come la brezza mattutina da Nord-Est chiamata Tramontana ed una pomeridiana da Sud chiamata Inverna, anch'essa generatrice di un moto ondoso ma più modesto.

Invece la circolazione delle masse d'aria a livello di perturbazione genera venti di intensità e durata certamente superiori ai periodici cicli di brezza. Tale circolazione interessa due direzioni principali, una dal quadrante settentrionale ed una dal quadrante meridionale.

#### *4 Fonti di dati meteorologici a disposizione*

Per la zona interessata alla realizzazione del porto turistico non esistono rilievi del moto ondoso per cui non è possibile determinare statisticamente con l'aiuto degli usuali metodi le caratteristiche del moto ondoso; ciò nonostante basandoci sulla conformazione geografica della zona consistente in una modesta insenatura sottovento (al riparo dalle agitazioni del lago più consistenti) e sulle caratteristiche anemologiche della stessa, è stato possibile determinare le caratteristiche del moto ondoso con metodi di previsione empirica in grado di comparare lo stato di agitazione di un paraggio con il proprio regime anemologico.

Studi effettuati con il metodo adottato dalla "Costal Engineering Research Center" della US Army hanno permesso di definire il valore preliminare dell'onda per il più significativo fetch di N-NE che corrisponde per il paraggio di Arona ad un'altezza significativa preliminare  $H_s = 1,1$  mt

#### *5 Regime anemologico locale*

La zona di Arona dove è prevista la realizzazione della marina è certamente interessata dalle brezze e dai venti sopra descritti con una intensità e durata che andremo a descrivere

##### *5.1 Brezze*

Tale regime è caratterizzato da intensità e direzione decisamente costanti e conosciute: nella prima metà della giornata si hanno brezze provenienti da Nord, più precisamente dai monti verso la pianura, mentre dopo l'inversione termica, il cui inizio si manifesta con un periodo di calma di ca. 2 ore verso mezzogiorno, le brezze iniziano a spirare fino a tardo pomeriggio dalla pianura verso le montagne.

Per il sito interessato le brezze provenienti da Sud sono irrilevanti come generatrici di moto ondoso in quanto spirano su una distesa d'acqua breve per non dire nulla, mentre le intensità massime delle brezze di monte si possono ritenere in condizioni metereologiche normali intorno ai 20 nodi con direzione N/NE.

#### 5.2 Venti generati da eventi barici rilevanti

Si distinguono in:

##### *Libeccio*

spirando da S/O il moto ondoso generato prende origine dal litorale dove è localizzata la marina, quindi irrilevante come increspatura delle acque.

##### *Ernina (v. All. 1)*

Trovando origine dalla valle del Toce, dal Cusio in genere, mentre per la maggior parte dei casi spira nella direzione Ovest verso Est con il nome di *Mergozzo*, in alcuni casi riesce ad incanalarsi nella valle dell'Erno, torrente che sfocia nel lago tra Lesa e Solcio, interessando anche il litorale di Arona.

Pur avendo una intensità inferiore all'originario Mergozzo in quanto risulta in parte mitigato dal promontorio del Mottarone, tuttavia può raggiungere picchi di ca. 50 nodi generando un moto ondoso di una consistente entità. Fortunatamente la zona scelta per la costruenda marina risulta abbastanza protetta dal promontorio del Lido di Arona la cui lingua di terra proiettata verso il centro del lago fa da sbarramento al moto ondoso che trae origine dal litorale di Solcio/Lesa.

##### *Maggiore (v. All. 2)*

Questo vento proveniente dal settore Nord/Nord-Est si genera nei periodi in cui è presente un forte gradiente barico tra la regione a Nord delle Alpi e le regioni mediterranee ed è così denominato sia per la sua intensità, con raffiche che raggiungono i 60 nodi, sia per la sua durata che spazia dalle 24 alle 48 ore. Incanalandosi nella profonda Valcuvia lambisce la superficie del lago generando delle onde di notevole altezza per un lago le cui creste, sospinte da intense e prolungate raffiche, arrivano ad infrangersi generando schiuma d'acqua non solo in presenza di bassi fondali ma anche su tutta la superficie del lago. Il moto ondoso generato da tale vento che dovrebbe interessare la zona della costruenda marina trae origine dal litorale lombardo compreso fra Santa Caterina/Arolo/Monvalle per infrangersi, sempre con direzione diretta e di conseguenza con maggior intensità, sulla sponda piemontese che si estende dal litorale Sud del Comune di Meina al litorale centrale di Arona.

Fortunatamente nella zona più direttamente interessata alla costruenda marina non arrivano onde generate a lunga distanza in quanto il promontorio della collina di San Quirico in territorio di Ranco e Angera agisce come "cono d'ombra" annullando completamente il moto ondoso che si è generato a partire dal litorale lombardo sopra precisato.

Di conseguenza l'altezza del moto ondoso che andrà ad interessare la zona interessata risulterà ridotta di circa la metà per cui, per far fronte al moto ondoso generato dal *Maggiore*, che come ricordato sopra è senz'altro il più significativo per intensità e durata, e rendere di conseguenza più riparato l'interno della marina, risulta necessario, come prospettato nella pianta in allegato 3 posizionare n.3 moduli frangionde sul lato Nord della barriera in direzione quasi perpendicolare a quella del moto ondoso che si vuole infrangere.

Questa conclusione scaturisce, oltre che dalle considerazioni e constatazioni personali maturate in oltre 60 anni di presenza in zona, da studi e letteratura che considerano il moto ondoso generato dal vento su uno specchio d'acqua dipendente da tre fattori fondamentali considerati nel loro insieme:

- la velocità del vento;
- la durata del vento;
- l'ampiezza e la forma dello specchio d'acqua su cui si esercita la forza del vento oltre alla distanza da cui ha avuto origine il moto ondoso nella propria propagazione senza incontrare ostacoli.

Ricorrendo poi al metodo adottato da conclamati centri di ricerca specializzati in materia si può dedurre con buona approssimazione che il valore caratteristico dell'onda nel paraggio di Arona in occasione del più impetuoso fetch di N-NE provoca un'altezza significativa dell'onda che non supera il valore di 1,1 mt.

Comunque nella realtà locale questo valore è stato dedotto non tenendo conto di tutti quei fenomeni naturali di variazione di direzione e di attenuazione del moto ondoso causate dalla rifrazione e diffrazione dell'onda e che variano in relazione all'angolo di incidenza del moto ondoso rispetto alla linea ed alla conformazione della costa adiacente alla localizzazione della marina.

#### *6 Clima del moto ondoso al largo*

Il clima del moto ondoso al largo, inteso come altezza dell'onda, si può considerare non eccessivamente differente da quello della zona interessata in quanto il vento più significativo spirava in direzione parallela alla barriera frangionde del costruendo porto.

#### *7 statistica degli eventi estremi al largo*

Come descritto nel capitolo dei venti anche "il largo" non risultando esposto a direzioni dirette di moto ondoso originatosi ad una considerevole distanza, non è caratterizzato da agitazioni della massa d'acqua di una certa intensità.

Inoltre, risultando la direzione dei moti ondosi più significativi quasi parallela, come già affermato, alla costa interessata oltre alla breve distanza che intercorre fra il largo e la costa (circa 800 mt) e la bassa profondità del fondale in quel punto, ca 21 mt si può affermare che gli eventi estremi al largo sono di poco differenti e di conseguenza ininfluenti per la zona interessata.

#### *8 Considerazioni sulla rifrazione del moto ondoso*

Come in precedenza descritto il fenomeno di attenuazione del moto ondoso generato dalla rifrazione e diffrazione dell'onda è per la zona interessata quasi ininfluente proprio per la sua configurazione consistente in una modesta insenatura riparata dal promontorio del lido di Arona localizzato sopra vento dalla direzione dei venti che spirano in direzione tangenziale alla stessa, per cui ritengo non necessario far ricorso ad una modellistica matematica.

#### *9 Considerazioni sul regime della variazione del livello medio del lago*

La variazione del livello del lago comporta solo l'onere di tesare o di allentare le catene di ancoraggio dei pontili.

Una semplice struttura, formata da un tavolino sul cui piano d'appoggio è ancorato un modestissimo paranco, posizionato di volta in volta in corrispondenza dei pozzetti di ancoraggio, permetterà in brevissimo tempo di modificare la lunghezza delle catene con l'intervento di un solo operatore.

#### *10 Individuazione dell'altezza d'onda di progetto in corrispondenza delle opere foranee e dell'imboccatura portuale*

Stabilito che l'altezza d'onda più significativa per il paraggio di Arona non supera il valore di 1,1 mt, è stato preso in considerazione il funzionamento dei frangionde ancorati al fondale mediante catene, del tipo di quelli che saranno descritti nel successivo capitolo.

Le prove in vasca eseguite dal Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Marittima, Ambientale e Geotecnica dell'Università degli Studi di Padova hanno evidenziato come il valore dell'onda trasmessa  $H_t$  in funzione di varie altezze significative dell'onda incidente  $H_i$  risulta circa la metà in base al periodo dell'onda incidente (il valore  $H_t$  è variabile in funzione del periodo dell'onda incidente  $H_i$ ).

Nel diagramma riportato in allegato 4 i valori relativi alle onde avendo il medesimo periodo di picco  $T_p$  sono stati interpolati con una retta di cui viene riportata l'equazione.

Nel diagramma in allegato 5 il coefficiente di trasmissione  $K_t$  quale rapporto tra l'altezza dell'onda trasmessa e quella incidente viene riportato in funzione rispettivamente dell'altezza significativa e del periodo di picco  $T_p$  dell'onda incidente.

Il coefficiente di trasmissione  $K_t$  è stato calcolato utilizzando la formula CARR dove entrano in gioco le seguenti grandezze:

- peso del frangionde
- periodo naturale di oscillazione del frangionde

- lunghezza d'onda
- periodo dell'onda
- densità dell'acqua
- profondità dell'acqua in corrispondenza del posizionamento del frangionde

E' utile precisare che il periodo di oscillazione naturale del frangionde é funzione della sua massa complessiva (massa propria + massa elementi aggiunti) e dell'elasticità del sistema di ancoraggio.

Dal citato Dipartimento dell'Università di Padova sono state pure studiate le sollecitazioni agenti sulle catene di ancoraggio, con particolare attenzione all'andamento degli sforzi massimi riscontrati sulla fiancata rivolta verso il largo, in funzione dell'altezza dell'onda incidente. Dai risultati ottenuti, il rapporto tra le due grandezze sembra essere di tipo lineare (vedi foto in allegato 6).

### *11 Dimensionamento di massima delle opere foranee*

La necessità di assicurare alle u.d.n. , la cui parte immersa costituita dall'opera viva e dalla deriva nel caso delle barche a vela sia abbastanza pronunciata, l'accessibilità ai punti di attracco in tutti i periodi dell'anno, in cui il livello del lago può presentare situazioni di magra e di piena (il lago negli ultimi 50 anni ha raggiunto una escursione massima di ca. 5,56 mt. misurata fra il periodo di magra (192,38 mt. s.l.m.) e massima piena (197,94 mt. s.l.m.), la quota ideale del fondale per l'ormeggio delle u.d.n. è 190,00 mt s.l.m.

Il complesso attrezzato per l'ormeggio delle u.d.n. interamente galleggiante è collegato a terra tramite passerella e pontili fissi esistenti, saldamente ancorate ad un manufatto esistente, che permettono la possibilità di accedere e di utilizzare la struttura in qualsiasi condizioni del livello del lago.

Il realizzando porto è costituito da: (vedi All. 3)

#### Pontili frangionde galleggianti

questi pontili, posizionati nella parte più avanzata verso il centro del lago a forma di "L" o "C" (si vedano le alternative proposte) con il lato maggiore lungo circa 150 mt ed il minore lungo 30 mt per complessivi 190 mt circa, hanno la funzione principale di infrangere o per lo meno attenuare il moto ondoso erigendosi in tal modo a protezione della zona interna del porto.

Ogni modulo consiste in un manufatto ad altissimo dislocamento) a galleggiamento continuo in speciale cemento armato con nucleo in polistirolo espanso a cellula chiusa che garantisce la galleggiabilità.

L'elevatissimo dislocamento e la rilevante larghezza al galleggiamento (minimo 3 mt) assicurano un eccezionale stabilità in acqua ed un sensibile effetto riflettente e smorzamento sull'onda breve (es. quella proveniente dal passaggio dei natanti ed imbarcazioni a motore).

I moduli presentano un piano di calpestio in calcestruzzo a vista con trattamento antisdrucchiolo , mentre la sezione trasversale è caratterizzata da profonde chiglie laterali che interferendo sul moto ondoso assicurano una certa stabilità; sono inoltre dotati di tubazioni per l'inserimento di reti tecnologiche.

L'ancoraggio è realizzato a mezzo di tubi passanti la struttura che consentono il recupero ed il bloccaggio delle catene stante sul piano di calpestio tramite vani ricavati alle estremità di ciascun modulo.

Gli stessi vani servono per il posizionamento ed il serraggio dei tiranti di collegamento fra modulo e modulo.

Anche se la sezione longitudinale presenta le testate con una modesta svasatura per evitare interferenze tra le catene dell'ancoraggio, assicura egualmente con la sua continuità tra i singoli moduli un'azione smorzante sull'onda pressoché continua.

Il relativo sistema di ancoraggio sarà costituito da catene in acciaio zincato collegate ai corpi morti posizionati sul fondale del peso di ca. 5 ton. ciascuno (2,50 x 2,50 x 0,40 mt).

Qualora la conferma del rilievo batimetrico confermasse una certa pendenza verso il centro lago sarebbe opportuno predisporre delle catene di ritenuta in acciaio zincato che collegano i corpi morti a dei picchetti o quant'altro di stabile incorporato in banchina.

Le caratteristiche tecniche dei moduli possono essere:

- dimensioni da 12,00 x 3,00 mt a 20x4 mt
- dislocamento variabile, circa 4 ton m
- bordo libero 60 cm
- pescaggio od opera viva 1,20 circa mt (comprensivo delle chiglie)
- sovraccarico max distribuito 500 kg/mq circa

#### Pontili galleggianti

All'interno del bacino creato dai pontili frangionde sopra descritti vengono predisposti su due file parallele alla linea esterna dei frangionde i pontili galleggianti atti all'ormeggio delle u.d.n. ; sono formati complessivamente da circa 25 moduli suddivisi in blocchi ed ogni blocco è incernierato ad una fila centrale di moduli quale prolungamento e completamento delle via d'accesso.

Ogni modulo ad alto dislocamento a galleggiamento discontinuo consiste in un robusto telaio in acciaio saldato e zincato con piano di calpestio in doghe scanalate di legno duro tropicale durevole avvitate su speciali longheroni imbullonati al telaio portante. Ogni modulo è supportato da unità galleggianti chigliate in speciale calcestruzzo armato con nucleo in polistirolo espanso a cellula chiusa che garantiscono l'inaffondabilità ed è dotato di vani laterali, , per l'installazione degli impianti e la verifica dei telai e dei collegamenti con i galleggianti; staffoni permettono il collegamento tramite catene in acciaio ai corpi morti del peso di ca. 2,5 ton., ciascuno posato sul fondale.

L'eventuale catena di ritenuta avrà un diametro di 10 mm. Un più agevole ormeggio delle u.d.n può essere realizzato tramite catways da 8,00 x 0,70 mt con le stesse caratteristiche costruttive dei pontili.

#### *12 Considerazioni sul regime della dinamica litoranea locale*

La progettanda opera essendo tutta galleggiante e di conseguenza non provocando sbarramenti e deviazioni di acqua ma solo attenuazione del moto ondoso, non provoca erosioni della costa od accumuli di materiale litico in un determinato punto, anzi attenua l'eventuale erosione che il moto ondoso potrebbe causare.

La struttura frangionde ha una configurazione assimilabile ad una trave ad U che inviluppa, a protezione del moto ondoso, le u.d.n. ormeggiate all'interno.

La distanza delle estremità delle due ali laterali della battigia, il fatto che non ci si trovi in presenza di una struttura portuale vera e propria ancorata al fondale lungo tutto il proprio perimetro in acqua e che vi sia la comunicazione dello specchio d'acqua interno con il lago solo tramite un'imboccatura, fa sì che non ci siano fenomeni di insabbiamento.

#### *13 Individuazione degli eventuali provvedimenti mitigatori*

Come già descritto i pontili frangionde rappresentano un adeguato elemento smorzante del moto ondoso, per cui non si ravvisa nel caso specifico la necessità di far ricorso ad ulteriori elementi mitigatori.

#### *14 Considerazioni sulla agitazione interna portuale*

I pontili in progetto sono in grado, in quanto agiscono come barriera contro il moto ondoso, di assicurare all'interno del porto uno stato di agitazione della superficie dell'acqua abbastanza tranquilla in modo tale che le u.d.n. ivi ormeggiate non subiscano, in presenza dei venti, sussulti che possono provocare la rottura delle trappe di ormeggio e/o collisioni reciproche.

### *15 Considerazioni sull'agibilità dell'imboccatura portuale e degli specchi acquei interni ai fini della navigazione*

Come raffigurato nelle piante in allegato 3 l'ampia distanza esistente fra le due ali laterali di sbarramento al moto ondoso e la battigia permettono un agevole accesso delle u.d.n. all'interno del porto, e susseguente fuoriuscita, come pure la predisposizione dei pontili galleggianti permette una tranquilla navigazione nello specchio d'acqua interno in modo tale che le u.d.n. possano raggiungere agevolmente il punto di ormeggio.

### *16 Considerazioni sulla qualità delle acque interne portuali*

La qualità dell'acqua del lago all'interno del porto è esattamente quella che si trova al largo per cui non necessitano provvedimenti mitigatori.

Sarà comunque opportuno imporre agli utilizzatori delle u.d.n. ormeggiate il divieto di scarico di acque luride provenienti dai servizi igienici installati a bordo, di oli e di quant'altro che possa causare inquinamento.

### **Rilievo batimetrico del fondale**

Per una corretta progettazione del sistema di ancoraggio della struttura portante è necessario fare riferimento all'allegato rilievo batimetrico del fondale nello specchio d'acqua interessato, in modo da potere dimensionare, in fase di progetto definitivo, la lunghezza delle catenarie in considerazione delle escursioni del livello del lago, mentre per la consistenza del fondale restano valide le conclusioni della relazione geologica, allegata al presente progetto preliminare.

### **Servizi**

#### *Erogazione di acqua e di energia elettrica per le u.d.n. ormeggiate.*

Sul pontile frangionde e su quelli galleggianti saranno previsti erogatori di servizi in numero sufficiente consistenti in colonnine standard.

In tal caso gli erogatori dei servizi saranno alimentati da cavi elettrici e tubazioni per l'acqua disposti sui pontili galleggianti all'interno di appositi vani a scomparsa ispezionabili, mentre per i pontili frangionde in apposite tubazioni.

Gli impianti elettrico ed idrico saranno corredati da quadri elettrici e valvole di intercettazione.

#### *Impianto antincendio*

Un impianto idrico antincendio alimenterà idonei idranti collocati in colonnine su ogni pontile ove verranno ormeggiate le u.d.n.

Per i pontili frangionde l'alimentazione avverrà tramite tubazioni predisposte nel loro interno mentre per i pontili galleggianti le tubazioni saranno collocate all'interno di appositi vani a scomparsa ispezionabili.

Qualora ci fosse difficoltà ad allacciarsi alla rete idrica comunale, l'acqua per l'alimentazione potrà essere prelevata direttamente dal lago con l'ausilio di idonee pompe sommerse.

In quest'ultimo caso l'apparato immerso di aspirazione dell'acqua dovrà essere protetto in modo da evitare ostruzioni di diverso genere (alghe, fango, ecc.) e dovrà essere sottoposto a prova di funzionamento almeno due volte all'anno.

### **Conclusioni**

In conclusione posso tranquillamente affermare che la scelta delle Autorità cittadine di realizzare un porto turistico in Arona attrezzato per l'ormeggio delle u.d.n. può essere giudicata felice e strategica per i seguenti motivi:

- il sito individuato risulta adatto come collocazione in acqua in quanto non sottoposto a moto ondoso di una certa rilevanza ed abbastanza protetto dalle raffiche di vento impetuoso;



- è sufficientemente ben esposto affinché le barche a vela possano raggiungere con un breve tratto spazi acquei aperti e normalmente ventilati;
- il sito risulta ben posizionato geograficamente in quanto facilmente raggiungibile da utilizzatori che risiedono in territorio piemontese e lombardo che gravita sul Lago Maggiore;
- la marina di nuova realizzazione sarà dotata di ogni servizio e di sistemi di sicurezza previsti dalla legislazione vigente in materia;
- la richiesta di posti barca per l'ormeggio invernale e/o estivo è attualmente abbastanza consistente;
- presenta tutte le caratteristiche potenziali per funzionare in un prossimo futuro anche come interporto fra l'auspicata navigazione fluviale lungo il Ticino (con approdo in prossimità della Malpensa ) ed i Navigli e la consolidata navigazione lacuale.

Il Tecnico

brovelli enrico - ingegnere  
Via Ronchetto 20  
21020 RANCO - Tel. 0331/975.666  
Iscritto Ordine Ingegneri  
di Varese N. 564

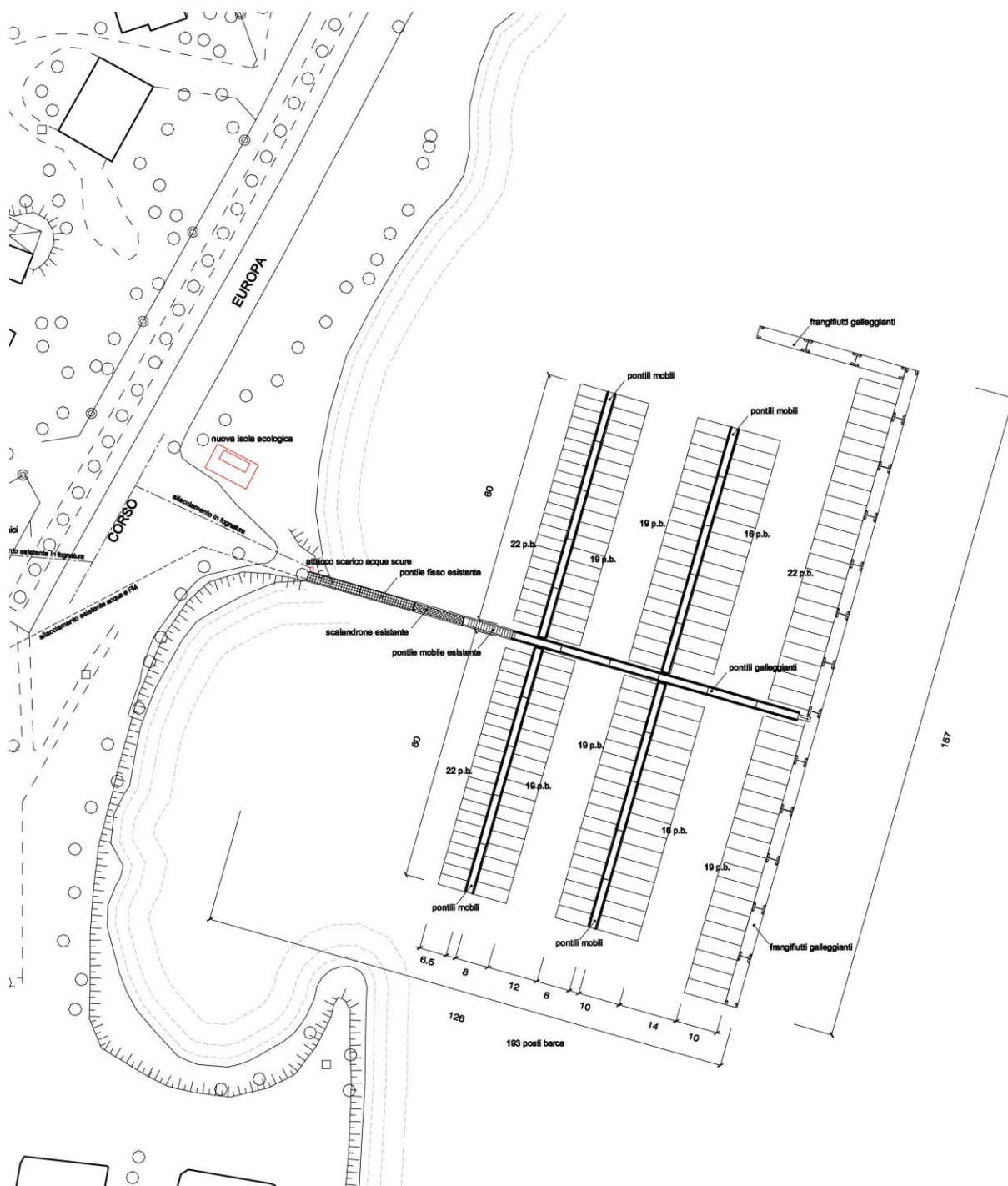




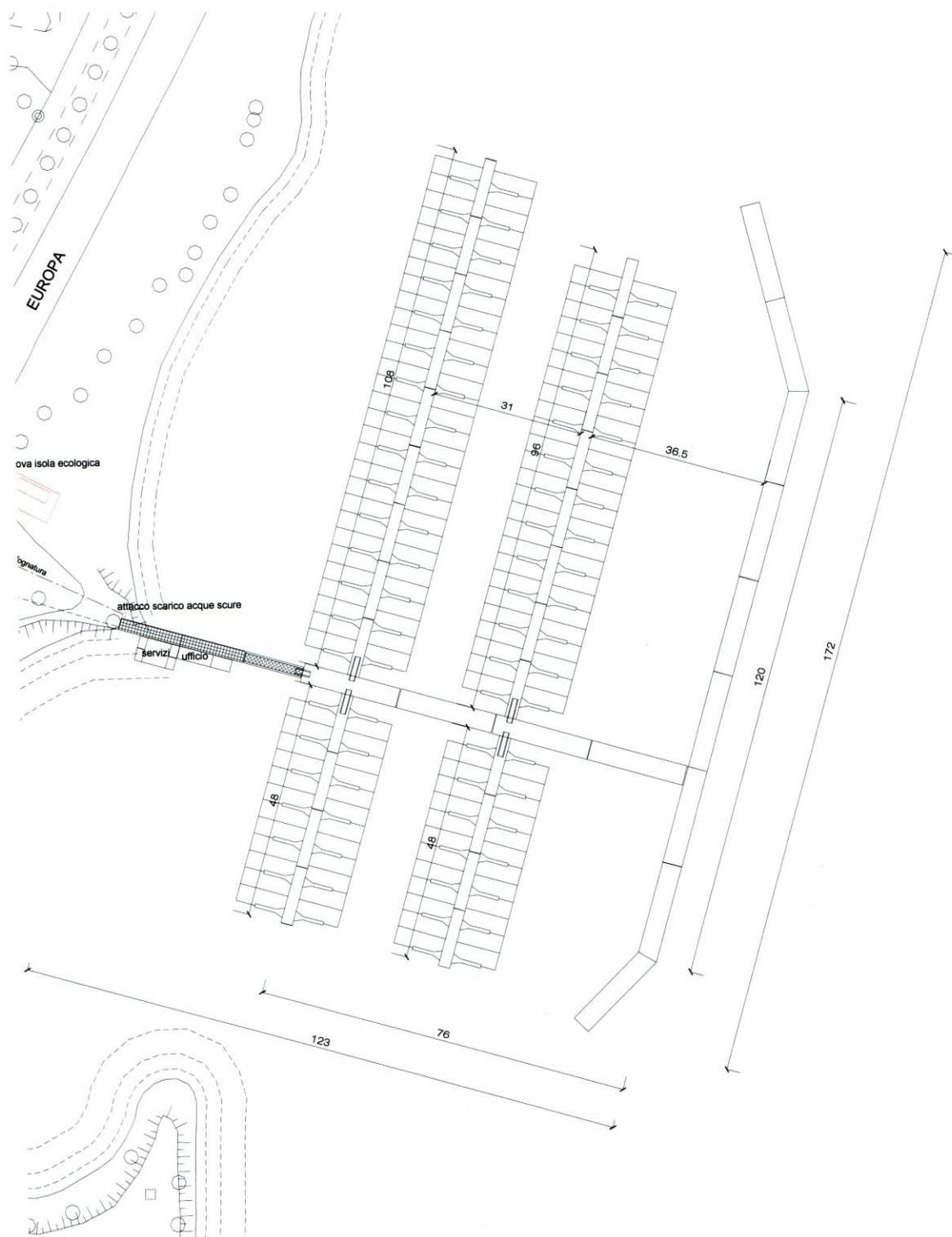


Allegato 2





Allegato 3a

**Allegato 3b**

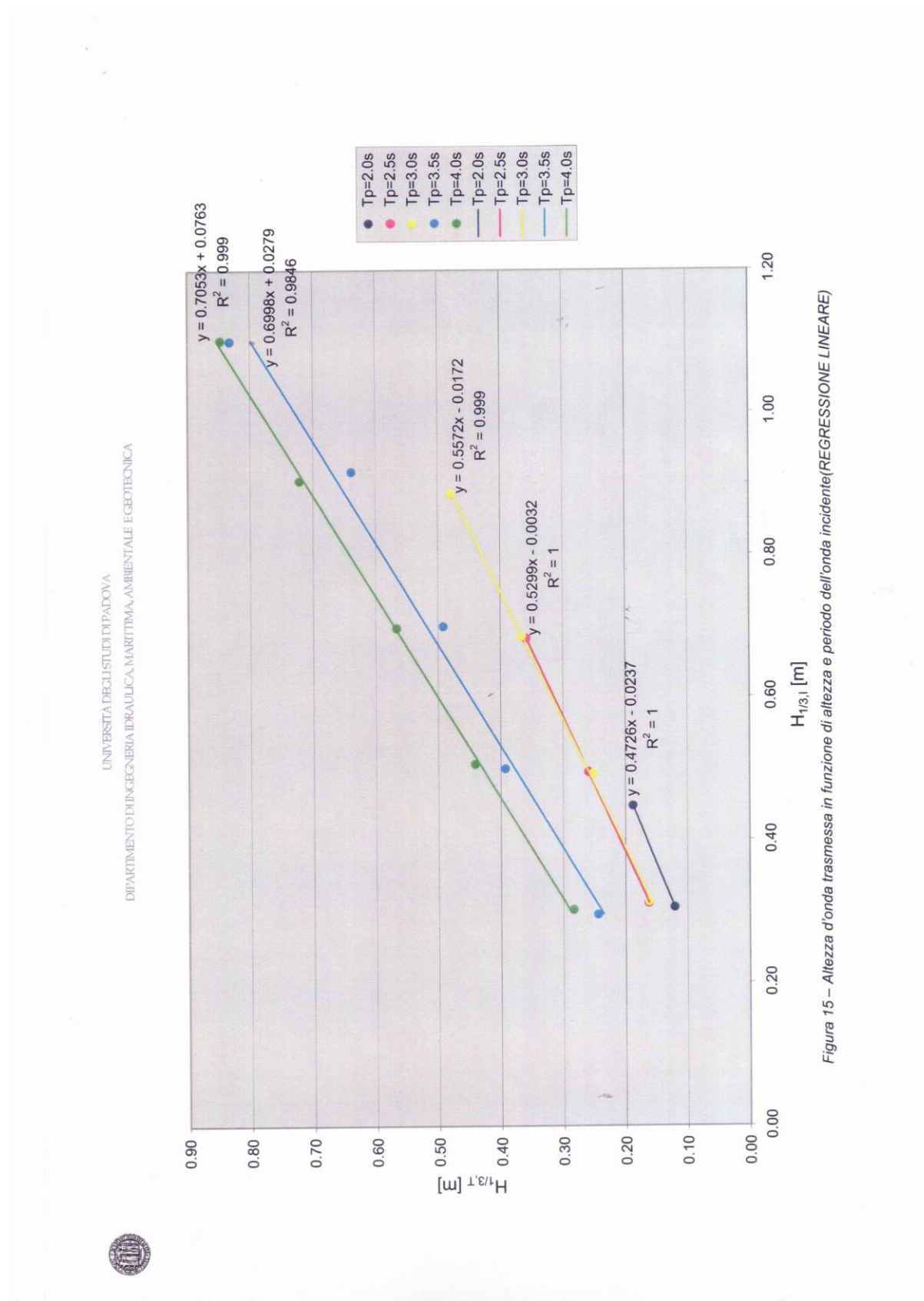
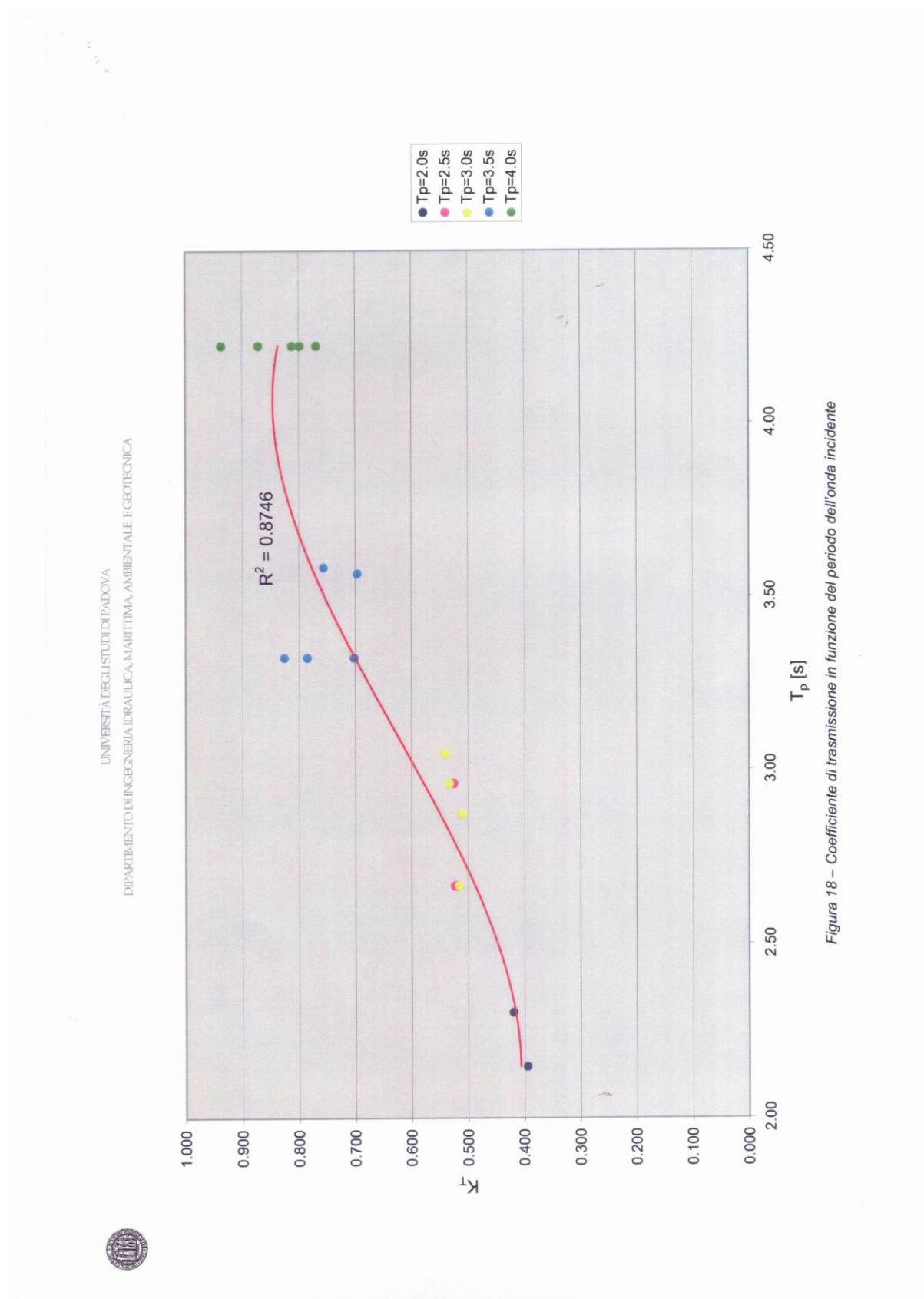


Figura 15 – Altezza d'onda trasmessa in funzione di altezza e periodo dell'onda incidente (REGRESSIONE LINEARE)

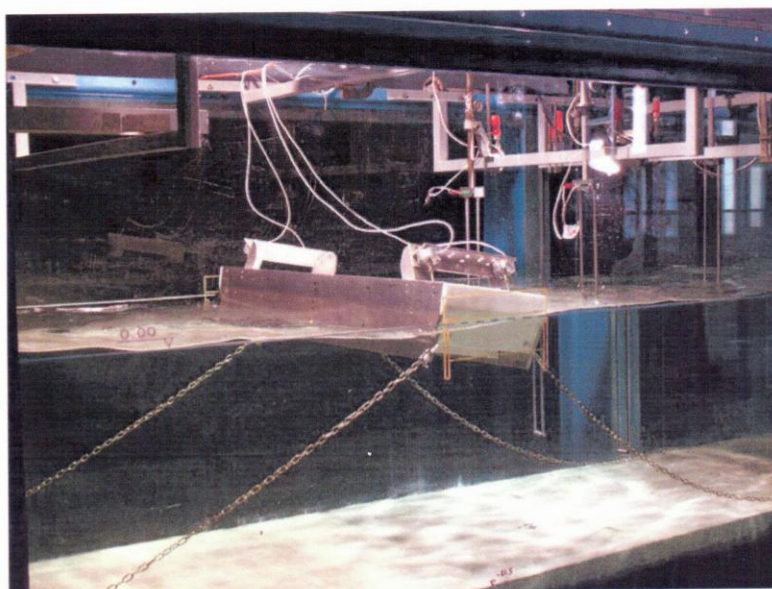
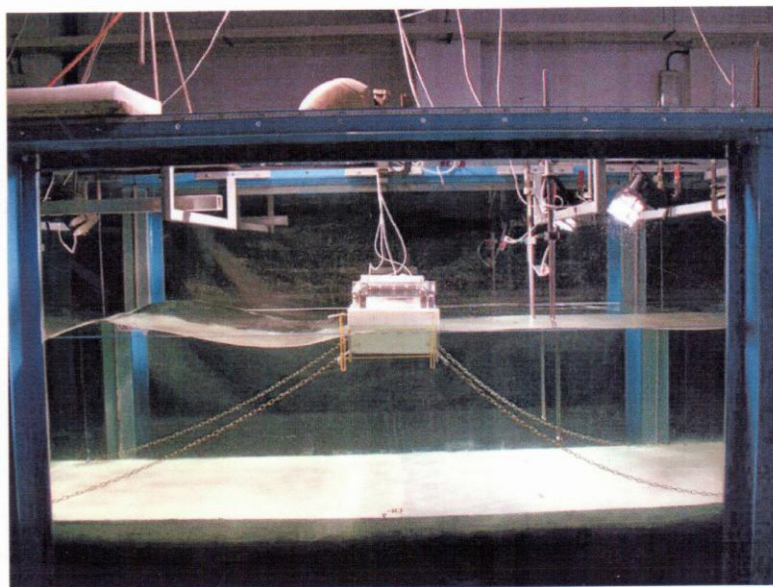


## Allegato 5





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, MARITTIMA, AMBIENTALE E GEOTECNICA



*Figura 11 – Esempio di funzionamento del frangiflutti ancorato mediante catene*

## Allegato 6