

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 **IL PROGETTISTA**
 Dott. Ing. D. Spoglianti
 Ordine Ingegneri
 Milano
 n° 20953
 Dott. Ing. E. Pagani
 Ordine Ingegneri Milano
 n° 15408


IL CONTRAENTE GENERALE
 Project Manager
 (Ing. P.P. Marcheselli)

STRETTO DI MESSINA
 Direttore Generale e
 RUP Validazione
 (Ing. G. Fiammenghi)

STRETTO DI MESSINA
 Amministratore Delegato
 (Dott. P. Ciucci)

Unità Funzionale COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA
Tipo di sistema CANTIERI
Raggruppamento di opere/attività SITI DI RECUPERO AMBIENTALE E PRODUZIONE INERTI
Opera - tratto d'opera - parte d'opera SITI RECUPERO AMBIENTALE
Titolo del documento SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CZ0602_F0

CODICE

C G 0 7 0 0 A R I D S I 7 0 0 I A 0 0 0 0 0 0 0 1 F0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	M.BATTISTON	M.SALOMONE	D.SPOGLIANTI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
Premessa	4
1 Approccio metodologico	4
1.1 Pluviometria	4
1.2 Determinazione delle portate di riferimento	6
1.3 Dimensionamento delle opere	8
1.4 Vasca di sedimentazione	8
2 Criteri di orientamento per le scelte progettuali	11
3 Descrizione dei tipologici	12
4 Descrizione dell'intervento	16
5 Dimensionamento idraulico degli elementi	18

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Premessa

Il presente Progetto Definitivo del sito di deposito denominato “SRA4 Venetico” rientra tra i siti di nuova identificazione, all’interno del macro settore di territorio denominato “Area di Venetico”, precedentemente individuato dal Progetto Preliminare dell’Opera di Attraversamento approvato dal CIPE con delibera n°66 del 01/08/2003.

Il sito ha una capacità complessiva di circa 1.154.381 metri cubi.

Il sito di recupero è stato progettato a seguito delle valutazioni di fattibilità, svolte sia sotto il profilo tecnico che di idoneità da un punto di vista ambientale, tenuto conto delle esigenze imposte dalla tutela delle risorse naturali.

La fattibilità ambientale è stata principalmente valutata sulla base dei vincoli, delle relazioni con l’edificato residenziale e delle pressioni rispetto al grado di naturalità e di uso del suolo.

1 Approccio metodologico

Il dimensionamento del reticolo di regimazione delle acque superficiali necessita dell’approfondimento degli aspetti idrologici (ai fini della determinazione delle portate di riferimento) e idraulici (per valutare l’adeguatezza delle opere progettate).

Si descrive qui la metodologia adottata per l’individuazione dei parametri pluviometrici dell’area di interesse, per l’individuazione delle portate di riferimento e per la conduzione del dimensionamento idraulico delle opere in progetto.

1.1 Pluviometria

L’analisi idrologica non può prescindere dall’individuazione dei parametri pluviometrici caratteristici del sito di intervento. A tal fine si ricerca, nello specifico, il valore dei parametri “a” e “n” che definiscono la curva di probabilità pluviometrica, che relaziona, scelto un tempo di ritorno, l’altezza di pioggia alla durata della precipitazione. Il tutto nell’ipotesi di corrispondenza tra l’entità della pioggia e la magnitudo della trasformazione afflussi-deflussi.

La relazione che descrive la curva di probabilità pluviometrica è la seguente:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$h_{(TR)} = a \times t^n$$

In cui “a” è la precipitazione associata alla durata di 1 ora, espressa in mm, e “n” l’esponente della curva, che rappresenta il rating di crescita della precipitazione in funzione della durata della stessa. Per il caso in esame detti parametri sono stati ricavati dalla Relazione Generale del “Piano Stralcio per l’Assetto Idrologico della Regione Sicilia”, che classifica il dato sull’intero territorio in seguito ad elaborazione statistica (EV1) delle registrazioni della rete di rilevamento pluviometrico con almeno 10 anni di funzionamento anche non consecutivo.

Le tavole 4, 5 e 6 allegate alla suddetta relazione riportano cartograficamente i dati rispettivamente di “a”, “n” e “CV” sull’intero territorio regionale. A queste si fa specifico riferimento, ricavando che, per l’area in esame:

- Il valore di “a” ricade nella classe 33.01-36 mm: si assume cautelativamente il valore “a” = 35 mm;
- Il valore di “n” ricade nella classe 0.33-0.36: si assume cautelativamente “n” = 0.36;
- Il valore di “CV”, ossia il coefficiente di variabilità, è inferiore all’unità, ma cautelativamente è assunto pari a CV=1.

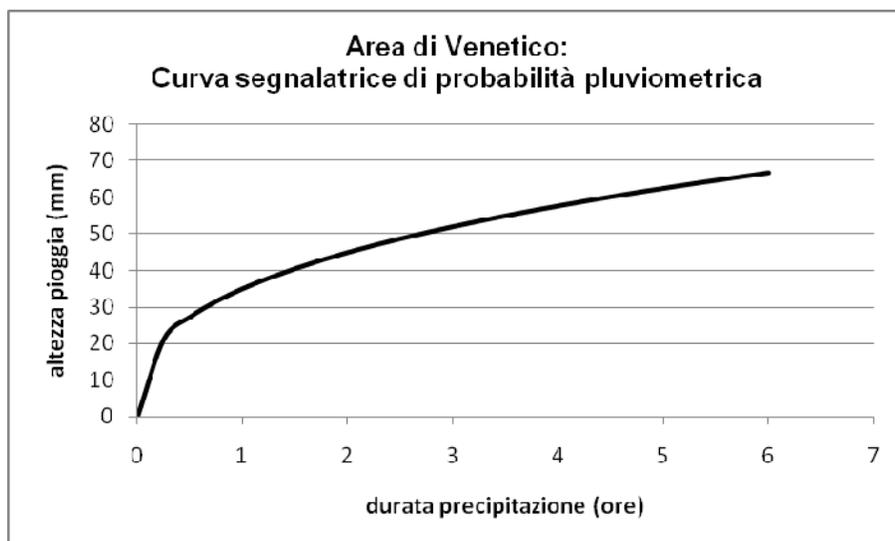
Pertanto la curva segnalatrice di probabilità pluviometrica viene scritta nella forma seguente:

$$h_{(TR)} = 35 \times t^{0.36}$$

E consente di individuare l’altezza massima di precipitazione attesa per la precipitazione di durata “t” (in ore).

Il seguente grafico riporta l’andamento della curva per l’area in esame.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



1.2 Determinazione delle portate di riferimento

Data la limitata estensione delle superfici oggetto di intervento, per la determinazione delle portate di riferimento si ricorre al Metodo Razionale, che imposta il bilancio afflussi-deflussi attraverso la relazione

$$Q_{\max} = \frac{A \times C \times h_c}{3.6 \times t_c}$$

In cui “ Q_{\max} ” è la portata al colmo in m^3/s , “ A ” la superficie del bacino o dell’area scolante in km^2 , “ h_c ” la precipitazione critica, “ t_c ” il “tempo di corrivazione” e $1/3.6$ un coefficiente per omogeneizzare le unità di misura.

Va notato che la relazione prevede tre assunti fondamentali: la precipitazione è considerata uniforme sulla superficie; inoltre è considerata costante nel tempo; infine si dimostra che la durata di precipitazione critica per il bacino risulta essere pari al “tempo di corrivazione”, ovvero all’intervallo che necessita alla particella d’acqua precipitata nel punto idraulicamente più lontano a contribuire in termini di portata in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino sotteso.

Le premesse esposte sembrano essere applicabili al caso in esame in quanto proprio la limitata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

estensione delle superfici considerate fanno ritenere verosimile l'uniformità della precipitazione e la costanza nel tempo.

Nel caso in esame l'applicazione del metodo viene sviluppata per ogni tratto del reticolo di regimazione in progetto, individuando così le portate di riferimento che progressivamente devono essere convogliate dalla rete.

La misura delle superfici (parametro "A") è stata fatta mediante disegno su supporto informatico, e riportata in m² rispetto ad ogni elemento del reticolo.

Il coefficiente "C", che quantifica la precipitazione efficace, considerando la riduzione di afflusso meteorico dovuta alla copertura del suolo, e alla natura dello stesso, assumerebbe, data la elevata permeabilità del materiale abbancato, anche in caso di presenza di sviluppo di forme di vegetazione, valori modesti (dell'ordine di 0.3-0.4). Tuttavia, per maggior cautela, si è ritenuto opportuno assumere un valore C = 0.7.

Per la valutazione del tempo di corrivazione si è fatto uso della formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_{mr}}}$$

In cui "A" è la superficie del bacino in km², "L" la lunghezza idraulica in km e "H_{mr}" l'altezza media relativa, ossia la differenza tra l'altitudine media del bacino e la quota della sezione di chiusura. La relazione fornisce il tempo di corrivazione espresso in ore.

Nell'impiego del Metodo Razionale, come anticipato, la durata critica di precipitazione, ossia quella che produce la portata al colmo più elevata, si dimostra essere pari al tempo di corrivazione.

Adottando questo approccio si sono determinate, per ogni elemento del reticolo idrografico, le portate di riferimento, che, chiaramente, aumentano progressivamente procedendo da monte verso valle. Nella computazione delle aree si è tenuto conto anche di eventuali superfici esterne che afferiscono le acque nell'ambito dell'abbancamento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1.3 Dimensionamento delle opere

Per il dimensionamento idraulico delle opere si è operato sotto l'ipotesi di moto uniforme, calcolando la portata attraverso l'equazione di continuità:

$$Q = A \times V$$

Con "Q" portata in l/s, "A" la sezione bagnata in m² e "V" la velocità media della corrente in m/s.

La velocità media viene calcolata attraverso la nota relazione di Chèzy, esprimendo il le resistenze idrodinamiche al moto attraverso il coefficiente di scabrezza "n" di Manning. Nello specifico si è impiegato un valore n = 0.1 per quantificare le resistenze idrodinamiche al moto nel caso di flusso confinato all'interno del materasso "Reno", e n = 0.030 per la scabrezza della sezione aperta. La velocità pertanto risulta essere

$$V = \frac{1}{n} \times r^{\frac{2}{3}} \times i^{0.5}$$

In cui "r" è il raggio idraulico, ovvero il rapporto tra la superficie ed il contorno bagnati (in m) e "i" la pendenza motrice della corrente, ovvero l'inclinazione della piezometrica, che nell'ipotesi di moto uniforme si approssima con la pendenza del fondo.

L'applicazione delle relazioni di cui sopra consente, più che di valutare l'altezza del pelo libero della corrente in occasione del transito delle portate attraverso la costruzione delle relative scale di portata, di individuare immediatamente la capacità di convogliamento delle sezioni ipotizzate, che possono essere accettate o non in seguito alla semplice comparazione con le portate di riferimento calcolate per ogni elemento del reticolo.

Si ritiene quindi correttamente dimensionato l'elemento che, nei confronti della portata di riferimento, presenta una capacità di convogliamento ampiamente sufficiente.

1.4 Vasca di sedimentazione

Il dimensionamento della vasca consiste nell'individuazione delle dimensioni che inducono

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

condizioni di corrente tali per cui la particella di dimensione media desiderata sia in grado di sedimentare all'interno della struttura.

Ci si riferisce alla sedimentazione di particelle isolate di peso specifico superiore a quello dell'acqua prodotta dall'azione della forza di gravità. Tale processo può essere studiato attraverso le leggi di sedimentazione formulate da Newton-Stokes.

Una particella solida immersa in un fluido è soggetta alla forza peso e alla spinta di Archimede, e si muoverà nel fluido (verso il fondo se la forza peso supera la spinta di Archimede) risentendo della resistenza del mezzo.

Forza peso: $P = \rho g V$; spinta di Archimede: $S = \rho_f g V$; resistenza del mezzo :
 $F_D = 0.5 \times C_D \rho_f v^2 A$

In cui " ρ " e " ρ_f " sono rispettivamente la densità della particella e del fluido (in kg/m³), "g" l'accelerazione di gravità (m/s²), V il volume della particella, "v" la velocità relativa della particella nel fluido (m/s), A la sezione della particella in direzione del moto. C_D è un coefficiente di attrito idrodinamico, funzione del "numero di Reynolds".

Considerato valido il secondo principio della dinamica, la particella subisce una accelerazione, fino al raggiungimento di una velocità limite. E' questa la "velocità limite di sedimentazione", parametro fondamentale per l'analisi in corso.

In condizioni di moto laminare (numero di Reynolds Re < 2100) la velocità di sedimentazione è ricavabile dalla legge di Stokes:

$$v_s = \frac{g(\rho - \rho_f)D^2}{18\mu} \quad (1) \quad \text{e quindi anche:} \quad D = \left(\frac{18\mu \times v_s}{g(\rho - \rho_f)} \right)^{0.5} \quad (2)$$

dove "m" è la viscosità dinamica del fluido (Ns/m²).

Si ricorda che $Re = \phi(vD/\nu_c)$ in cui " ν_c " è la viscosità cinematica del fluido, espressa in m²/s nel Sistema Internazionale.

Le relazioni ci consentono di calcolare:

- La velocità di sedimentazione della particella di diametro D, note le densità dei materiali e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

la viscosità dinamica del fluido.

- Il diametro minimo della particella in grado di sedimentare con velocità di sedimentazione nota, dipende dalle caratteristiche della struttura di sedimentazione.

Ponendosi nella situazione a regime in cui la vasca è piena di acqua e la corrente transita al di sopra del piano della soglia di ingresso (zona di corrente) trasportandovi il materiale solido in sospensione: si esaminano le caratteristiche interessanti ai fini della valutazione della sedimentazione.

La portata in ingresso nella struttura di sedimentazione sarà caratterizzata da una velocità V , che consideriamo costante e che rappresenta la velocità di traslazione longitudinale della particella in sospensione. Questa grandezza determina il tempo di percorrenza (t_1) della dimensione longitudinale della vasca (L):

$$V = Q/(b \times h) \quad \text{e} \quad t_1 = L/V = (L \times b \times h)/Q$$

Con “ V ” velocità media della corrente, “ Q ” la portata in ingresso, “ b ” la larghezza della vasca, “ h ” la profondità della zona di corrente (misurata sul livello della soglia di ingresso).

Contemporaneamente la particella si muove nel fluido in direzione del fondo, con una velocità pari alla velocità di sedimentazione, impiegando il tempo $t_2 = h/v_s$ per raggiungere il limite inferiore della zona di corrente.

La condizione di minima velocità di sedimentazione affinché la particella riesca a depositarsi nella vasca è quella per cui si percorre lo spazio longitudinale “ L ” con un affondamento contestuale pari a “ h ”, ovvero quando:

$$t_1 = t_2 \Rightarrow \frac{L \times b \times h}{Q} = \frac{h}{v_s} \Rightarrow v_s = \frac{Q}{b \times L} = \frac{Q}{S} \quad \text{indicando con “S” la superficie planimetrica della vasca.}$$

Tutte le particelle che affondano in un tempo inferiore a “ t_1 ”, ovvero tutte quelle di dimensione superiore a quella caratterizzata da velocità limite di sedimentazione “ v_s ” vengono sedimentate all’interno della vasca. Cautelativamente non si considerano le particelle che, pur presentando tempi di affondamento più lunghi, riescono a sedimentare nella vasca perché l’ingresso avviene ad

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

una quota $h' < h$.

Nel dimensionamento della vasca si propone la valutazione della $v_s = Q/S$ (detto CIS = Carico Idraulico Superficiale) e si determina quindi attraverso la (2) il valore della dimensione minima sedimentabile, che andrà poi confrontata con quella del materiale che intendiamo far sedimentare nella vasca.

2 Criteri di orientamento per le scelte progettuali

Vista la conformazione del piano finale di abbancamento, risulta evidente la predominanza di zone sub-pianeggianti e a debolissima pendenza su quelle caratterizzate invece da acclività moderata. Queste ultime comunque mantengono una pendenza mai superiore al 36%, e sono, nel complesso, alquanto ridotte in lunghezza e superficie.

Inoltre si considera la natura del materiale abbancato, prevalentemente costituito da ghiaie e sabbie, e quindi caratterizzato da elevata permeabilità.

In prossimità del margine occidentale dell'abbancamento scorre il T. Senia, individuato come corpo recettore finale della regimazione delle acque oggetto della presente relazione.

Data la conformazione dell'abbancamento e le caratteristiche di permeabilità del materiale, si attendono contributi modesti, in termini di portata, al recettore finale, comunque non tali da modificarne il regime idraulico.

Da queste osservazioni discendono i criteri che hanno informato la progettazione delle opere di regimazione, ossia:

1. Risulta preferibile operare con strutture caratterizzate da bassa profondità, dato l'aspetto pianeggiante del sito, elemento che conferisce alla sistemazione anche un maggior grado di sicurezza essendo l'area limitrofa all'urbanizzato, di facile accesso e in un futuro fruibile a scopi ludico-sportivi;
2. Si ritiene comunque necessario limitare la velocità di scorrimento dell'acqua all'interno dei canali, cercando di privilegiare, se possibile, il deflusso ipodermico delle acque, comunque

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

confinato, all'interno dei canali, mantenendo la sezione "libera", come detto di modesta profondità, attivabile solo in occasione del transito di portate più gravose, in occasione di precipitazioni brevi ed intense.

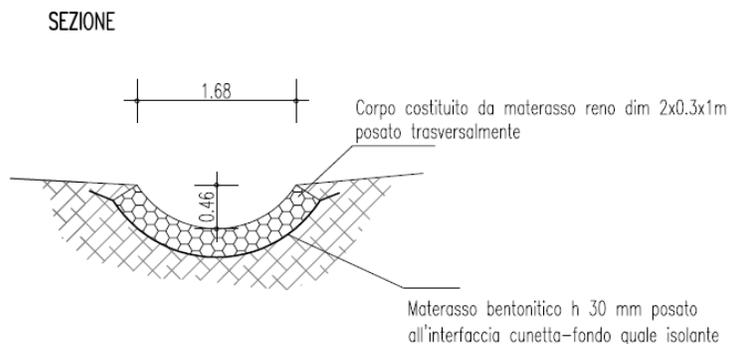
3 Descrizione dei tipologici

In base ai criteri suesposti, per la sistemazione idraulica del sito si propone lo sviluppo di un reticolo di drenaggio costituito da elementi di intercettazione delle acque confluenti in elementi la cui funzione principale è il convogliamento delle medesime in direzione del recettore finale. Inoltre si propone, alla base del tratto più meridionale, caratterizzato da modesta acclività, la realizzazione di una vasca di raccordo che costituisca anche elemento in cui le sabbie fini possano depositarsi, a maggior garanzia di efficienza idraulica, soprattutto per quanto riguarda il deflusso ipodermico confinato, dei tratti di valle.

I tipologici realizzativi sono pertanto tre:

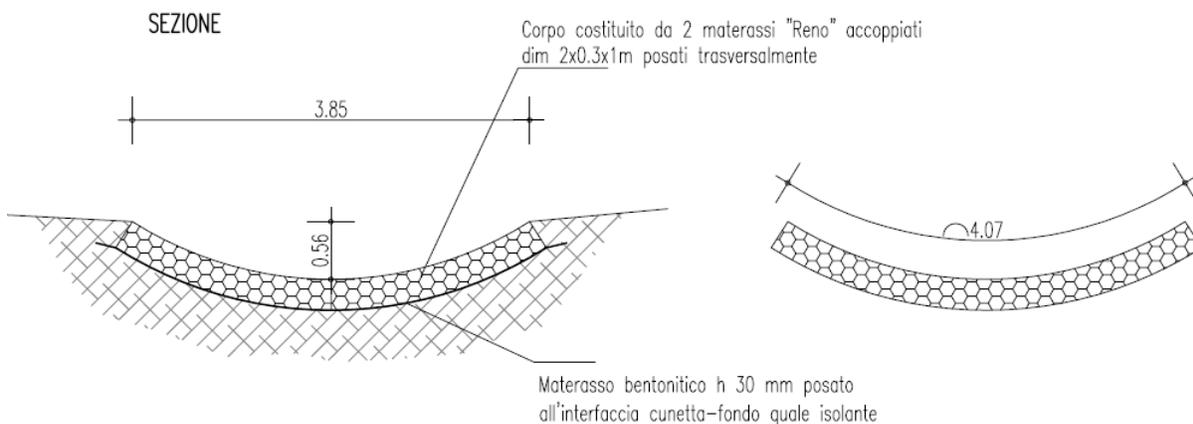
- Cunetta di intercettazione primaria delle acque superficiali. Si tratta di una struttura alquanto semplice, con sezione quasi-semicircolare, costituita da elementi di materasso tipo "Reno" adagiati in uno scavo di alloggiamento minimo. La lunghezza, misurata sull'arco, è pari a quella del materasso (2.0m). La profondità non supera i 50 cm. La struttura, separata dall'incavo di appoggio mediante la posa di un materasso bentonitico dello spessore di 30 mm, consente il deflusso ipodermico delle portate ordinarie e medie, che avviene con velocità assai contenute, trovandosi l'acqua a scorrere nel labirinto costituito dai ciottoli di riempimento del materasso "Reno". La sagoma comunque assicura la disponibilità di una sezione "libera" che viene percorsa dalle acque qualora queste, data l'entità delle portate, non riescano a raggiungere la zona di deflusso ipodermico.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



Negli elaborati grafici il codice identificativo del tipologico è AEPI-1.

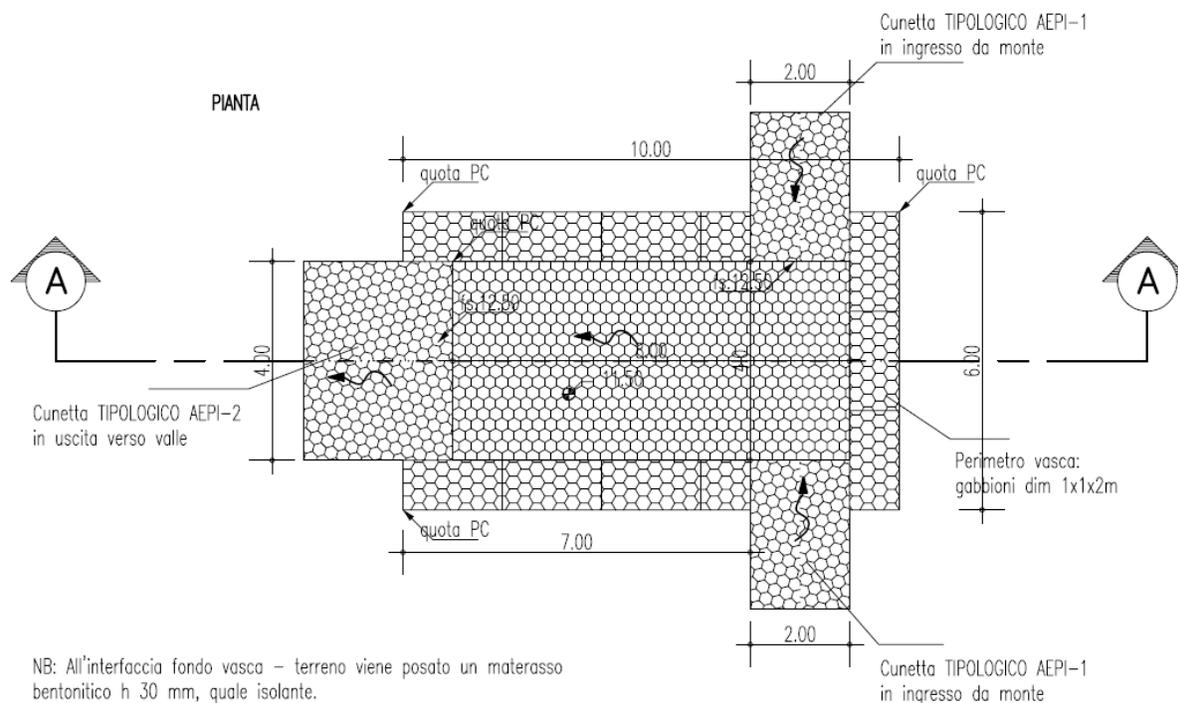
- Cunetta per il convogliamento delle acque. Del tutto simile alla precedente, sia per forma che per funzionamento, differisce da quella solo per quanto concerne le dimensioni, essendo deputata a ricevere la confluenza delle acque intercettate da altre cunette. E' costituita da 2 elementi di materasso "Reno" affiancati, in modo da ottenere una sezione più ampia (4 m misurata sull'arco). Sempre presente l'isolamento dall'incavo mediante materasso bentonitico h 30 mm, per il confinamento del deflusso ipodermico. La profondità si mantiene entro i 60 cm.



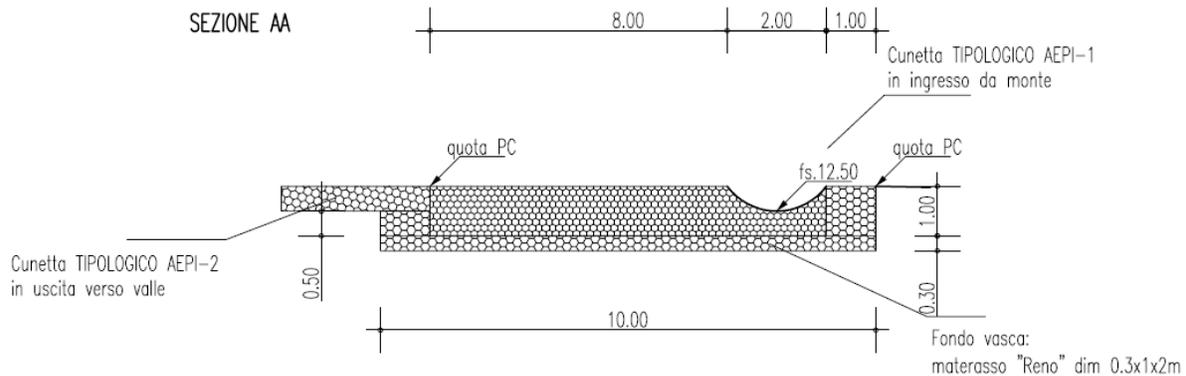
Il codice del tipologico è AEPI-2.

- Laddove occorra una vasca di collegamento che favorisca contestualmente la sedimentazione delle sabbie fini, si propone il tipologico AEPI-4. Si tratta di una vasca di

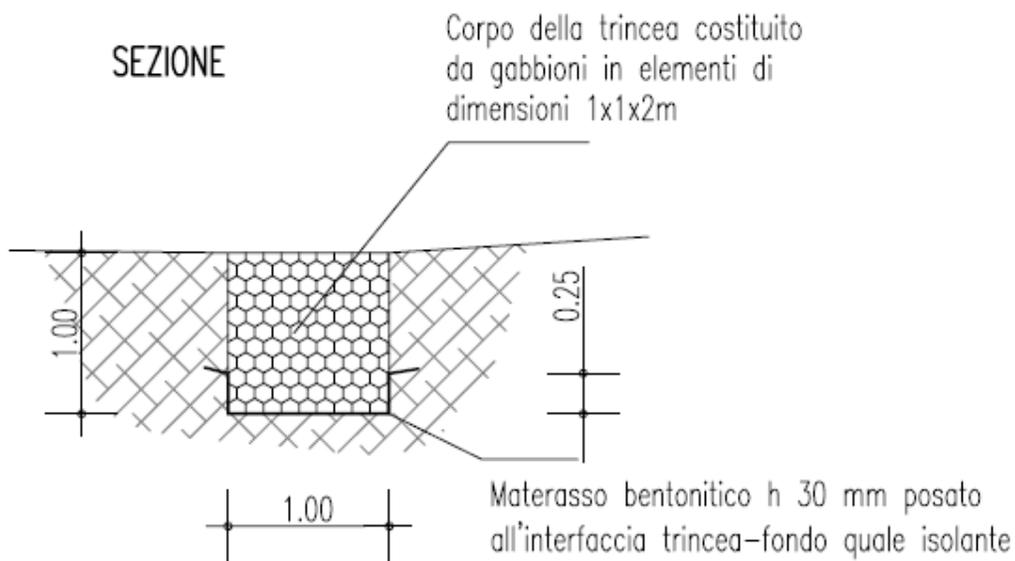
dimensioni interne pari a 6 m di larghezza per 8m di lunghezza, della profondità di 1 m, delimitata, lungo il perimetro, da una corona di gabbioni delle dimensioni di 1x1x2 m, poggianti su un fondo costituito da materassi tipo “Reno” isolati inferiormente dall’interposizione di un materasso bentonitico dello spessore di 30 mm. L’ingresso alla vasca, come l’uscita, presentano quote di fondo scorrevole di circa 50-60 cm superiori a quella del fondo della struttura, assicurando spazio sufficiente al collegamento delle canalette confluenti e defluenti (tipologici precedenti) e dimensioni tali da garantire la sedimentazione delle sabbie fini. La profondità limitata (1 m) non conferisce all’opera caratteristiche di particolare pericolosità per eventuali frequentatori.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



- Per drenare le acque della porzione più settentrionale dell'abbancamento, essendo l'area ai confini dell'edificato e di facile accesso, e data la modesta portata da smaltire, si preferisce, in luogo di un canale aperto, adottare una tipologia che consenta il deflusso ipodermico confinato, e che nello stesso tempo sia percorribile e calpestabile senza particolari rischi. La soluzione proposta è la realizzazione di una trincea drenante superficiale a fondo confinato (materasso bentonitico) in grado di ricevere le acque di ruscellamento superficiale nel lato superiore, e di emungere (grazie al gradiente di pressione) le acque sub superficiali di permeazione lungo le pareti laterali. La struttura è costituita da una fila di gabbioni delle dimensioni di 1x1x2m posati in continuità (tipologico AEPI-6).



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 Descrizione dell'intervento

Per la distribuzione planimetrica del reticolo si fa riferimento alla tavola specifica allegata al presente progetto. Qui ci si limita a citare la sequenza logica della distribuzione dei tratti, con le principali caratteristiche.

Il conferimento delle acque al recettore (T.Senia) avviene in due punti distinti: il primo, più a monte, in cui confluiscono le acque di gran parte dell'abbancamento, il secondo, più a valle, in cui pervengono solo le acque provenienti dal settore settentrionale.

Lo schema è il seguente:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tratto	Area drenata	Portata	Pendenza	Tipologico
	m ²	l/s	%	
T1	17250	427	3.5%	AEPI-1
T2	20750	453	3.0%	AEPI-1
C1				
T3	58300	1050	0.5%	AEPI-2
T4	6720	123	1.5%	AEPI-1
C2				
T5	82120	1366	0.5%	AEPI-2
C3	Recapito a T. Senia			
T6	15000	169	3.0%	AEPI-6
T7	15000	169	1.1%	Condotta
	Recapito a T. Senia			

Il collegamento al T. Senia, a partire dal limite della trincea superficiale, avviene in condotta in cls autoportante del diametro di 600mm, posata con una pendenza pari al 1,1%.

Le lunghezze dei tratti sono le seguenti:

T1 (AEPI-1)	131m
T2 (AEPI-1)	151m
T3 (AEPI-2)	123m
T4 (AEPI-1)	130m
T5 (AEPI-2)	116m
T6 (AEPI-6)	165m
T7 (AEPI-7)	165m
Condotta diam 600 mm	70m

Si propone poi, alla confluenza di T1 e T2 in T3, la realizzazione della vasca di raccordo e sedimentazione (AEPI-4).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0

5 Dimensionamento idraulico degli elementi

Procedendo come indicato in precedenza si individuano le aree scolanti afferenti al reticolo di regimazione, calcolando le relative portate:

Area	Sup. mq	L m	Hsup m	Hinf m	Hmr m	Tc ore	hc mm	C	Qmax l/s
A0	5350	63.0	67.00	31.00	36.0	0.08	14.1	0.7	182
A1	2950	35.0	31.50	31.00	0.5	0.48	26.8	0.7	32
A2	8950	70.0	31.00	13.00	18.0	0.14	17.4	0.7	212
A3	5250	33.0	55.00	31.00	24.0	0.09	14.5	0.7	171
A4	5100	58.0	31.50	31.00	0.5	0.66	30.1	0.7	45
A5	10400	72.0	31.00	13.00	18.0	0.15	17.8	0.7	236
A6	1620	30.0	16.00	13.00	3.0	0.15	17.6	0.7	37
A7	5100	35.0	16.00	13.00	3.0	0.24	21.1	0.7	86
A8	3100	28.0	13.00	12.00	1.0	0.33	23.5	0.7	43
A9	17200	115.0	13.00	12.00	1.0	0.87	33.3	0.7	128
A10	11450	99.0	13.00	12.00	1.0	0.72	31.1	0.7	96
A11	5650	50.0	16.00	12.00	4.0	0.23	20.8	0.7	97
A12	15000	160.0	12.00	8.00	4.0	0.46	26.4	0.7	169

Quindi si procede all'attribuzione del contributo delle arre in afferimento ai singoli tratti del reticolo:

Tratto	Area drenata m ²	Portata l/s	Pendenza %
T1	17250	427	3.5%
T2	20750	453	3.0%
C1			
T3	58300	1050	0.5%
T4	6720	123	1.5%
C2			
T5	82120	1366	0.5%
C3	Recapito a T. Senia		
T6	15000	169	3.0%
T7	15000	169	1.1%
	Recapito a T. Senia		

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Codice documento CZ0602_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

Poi, in funzione della pendenza e delle caratteristiche geometriche dei vari tipologie realizzati, si provvede alla determinazione della capacità di convogliamento, intesa come massima portata convogliabile “a piene rive”, distinguendo, mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di scabrezza (macroscabrezza per il deflusso ipodermico confinato) la portata convogliabile dal “corpo” della cunetta da quella transitabile nella sezione “libera”. Si confrontano le portate di riferimento con la capacità di convogliamento totale e, se quest'ultima risulta ampiamente superiore alla prima, si accetta il dimensionamento come verificato (con adeguato margine di sicurezza):

Tratto	Area drenata	Portata	Pendenza	Capacità di convogliamento			Verificato
				l/s corpo	l/s libera	l/s Tot	
	m ²	l/s	%				SI/NO
T1	17250	427	3.5%	546	2172	2718	SI
T2	20750	453	3.0%	506	2011	2517	SI
C1							
T3	58300	1050	0.5%	392	1758	2150	SI
T4	6720	123	1.5%	358	1422	1780	SI
C2							
T5	82120	1366	0.5%	392	1758	2150	SI
C3	Recapito a T. Senia						
T6	15000	169	3.0%	589	0	589	SI
T7	15000	169	1.1%	0	598	598	SI
	Recapito a T. Senia						

Per la verifica della condotta si applicano le ipotesi di moto uniforme:

Diametro D (m) 0.6
Pendenza j 0.011
Scabrezza n (m^{-1/3} s) 0.015

y	Rapp. riemp. (y/D)	V	l/s	T	alpha	C	A	R
0.23	0.38	1.73	169	0.58	2.65	0.79	0.0977	0.12

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
SRA4-RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		<i>Codice documento</i> CZ0602_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Per quanto concerne la vasca di raccordo e sedimentazione, procedendo come su esposto, si conclude che le dimensioni sono idonee a consentire la sedimentazione di sabbie fini (160 micron), come qui illustrato.

Portata in ingresso	1.050	mc/s
Larghezza netta della vasca	6.00	m
Lunghezza netta vasca	8.00	m
Profondità vasca	1.00	m
Tirante lama stramazante	0.219	m
Velocità traslazione longitud.	0.80	m/s
		moto
Numero di Reynolds	3.021E+00	laminare
Densità acqua	1000	kg/mc
Densità particella	2600	kg/mc
Viscosità dinamica fluido	1.002E-03	Ns/mq
Viscosità cinematica fluido	1.003E-06	mq/s
Fattore di forma particella	0.85	
Dimensione particella	160	micron
Velocità sedimentazione	0.02	m/s
Tempo percorrenza orizz.	10.020	s
Tempo di caduta	9.839	s
CIS vs	0.02	m/s
Diam. minimo sedimentabile (Do)	159	micron
Volume vasca	48.00	mc
Portata solida	1.92	l/s
Tempo di riempimento	0.76	min
Tempo interrimento	416.53	min

Si conclude che gli elementi costituenti il reticolo di drenaggio sono correttamente dimensionati.