



# 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)

 <p><b>IL PROGETTISTA</b>                  Dott. Ing. F. Colla                  Ordine Ingegneri                  Milano                  n°20355                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n°15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI CALABRIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> SISTEMAZIONI IDRAULICHE</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> ACQUEDOTTI, FOGNATURE E VASCHE</p> <p><i>Titolo del documento</i> VASCA LAMINAZIONE CANNITELLO - RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">CS0766_F0</div>
--	--

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	I	D	C	S	C	S	I	F	0	0	0	0	0	0	0	2	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	S. BIANCHI	F. BERTONI	F. COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....		3
Premessa .....		4
1 Parametri pluviometrici di progetto.....		4
2 Descrizione complessiva dell'intervento.....		5
3 Verifica del bacino di affinamento e laminazione.....		9

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## Premessa

La presente relazione illustra le metodologie di calcolo utilizzate ed i risultati dello studio idraulico eseguito per il progetto delle opere di scarico della vasca di trattamento delle acque di piattaforma delle rampe autostradali e dell'opera di attraversamento, del bacino di laminazione e del relativo manufatto di scarico a mare in località Cannitello, nell'ambito del progetto delle infrastrutture viarie di collegamento con il Ponte sullo Stretto di Messina nel versante calabrese.

I principi generali considerati nella progettazione della vasca di affinamento e laminazione in località Cannitello sono i seguenti:

- la portata complessiva di scarico dalla vasca di trattamento delle acque di piattaforma, valutata con Tr di 100 anni risulta di 16,584 m<sup>3</sup>/s;
- la sistemazione dell'area impone un tracciato della canalizzazione che percorre dapprima la strada di accesso al piazzale tecnologico, dov'è ubicata la vasca stessa, attraversa la strada statale Tirrena e si immette nel bacino; a valle, prima dello scarico a mare, esso interferisce con la variante ferroviaria di Cannitello, che dovrà essere attraversata mediante spingitubo, e la strada litoranea;
- il volume del bacino è previsto pari a 1900 m<sup>3</sup>.

### 1 Parametri pluviometrici di progetto

La verifica del bacino di affinamento e laminazione è stata condotta facendo riferimento alle curve di possibilità pluviometrica calcolate per i tempi di ritorno di 5, 10, 30 e 100 anni.

Le curve sono state ottenute a partire dalle elaborazioni condotte per la valutazione delle portate di progetto relative ai corpi idrici interferenti; si rimanda alla relazione idrologica generale per la descrizione di dettaglio delle procedure utilizzate e dei risultati ottenuti.

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica di progetto, valide per durate inferiori all'ora ed espresse secondo la formulazione monomia  $h = a \cdot t^n$  sono indicati in Tabella 1.1 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica validi per durate inferiori all'ora.

per l'area di interesse (tratto 4) e per i Tr 5, 10, 30, 50, 100 e 200 anni. In Tabella 1.2 si riportano anche le altezze di pioggia associate ai vari tempi di ritorno per alcune durate significative.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

TR [anni]	parametro	tratto 4
200	<i>a [mm/h<sup>n</sup>]</i>	88,17
	<i>n [-]</i>	0,433
100	<i>a [mm/h<sup>n</sup>]</i>	79,57
	<i>n [-]</i>	0,433
50	<i>a [mm/h<sup>n</sup>]</i>	68,63
	<i>n [-]</i>	0,433
30	<i>a [mm/h<sup>n</sup>]</i>	64,50
	<i>n [-]</i>	0,433
10	<i>a [mm/h<sup>n</sup>]</i>	50,46
	<i>n [-]</i>	0,433
5	<i>a [mm/h<sup>n</sup>]</i>	41,18
	<i>n [-]</i>	0,433

Tabella 1.1 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica validi per durate inferiori all’ora.

TR [anni]	tempo di pioggia [minuti]				
	5	10	15	30	45
200	30,1	40,6	48,4	65,3	77,8
100	27,1	36,6	43,7	58,9	70,3
50	23,4	31,6	37,7	50,8	60,6
30	22,0	29,7	35,4	47,8	56,9
10	17,2	23,2	27,7	37,4	44,6
5	14,0	19,0	22,6	30,5	36,4

Tabella 1.2 – Altezze di pioggia di progetto [mm] per alcune durate inferiori all’ora.

## 2 Descrizione complessiva dell’intervento

A valle della vasca di trattamento delle acque di prima pioggia verrà realizzata una vasca di carico nella quale dovranno convergere i contributi di portata provenienti dal manufatto sopraccitato e dal by-pass di allontanamento delle acque di pioggia successive (complessivamente 16,584 m<sup>3</sup>/s).

La vasca di carico è prevista di forma rettangolare, con le seguenti caratteristiche dimensionali: larghezza 3,00 m, lunghezza 15,30 m e altezza complessiva circa 9,00 m (quota fondo e scarico 28,00 m s.l.m., sommità vasca 37,00 m s.l.m.).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Lateralmente alla vasca di carico è prevista una tubazione in PEAD corrugato esternamente DN2000 mm di lunghezza complessiva in asse 128,60 m circa, baulettata in c.a. con spessore minimo di 0,30 m, deputata a convogliare la portata complessiva di scarico nel bacino di laminazione. La quota di fondo scorrevole all'imbocco è pari a 28,00 m s.l.m. e lo sbocco nel bacino è previsto a 19,30 m s.l.m..

L'ipotesi di tracciato vasca-bacino percorre la strada di accesso al piazzale e, prima dello sbocco nel bacino, attraversa la strada statale Tirrena Inferiore n. 18.

L'attraversamento delle strade verrà realizzato in scavo e la condotta verrà posizionata in modo tale da non interferire con i sottoservizi (la rete idrica, la rete fognaria e le condotte del gas) esistenti lungo la strada statale. Il ricoprimento minimo della tubazione previsto sotto strada (ciglio di monte) risulta infatti di 1,0 m circa. La quota del piano stradale in corrispondenza dell'attraversamento è attualmente di circa 27,85 m s.l.m.

A monte della SP sarà realizzato un pozzetto di ispezione e disconnessione di dimensioni in pianta di 4,0 x 3,0 m e altezza 3,70 m che prevede una quota di fondo di 24,45 m s.l.m. e un salto di 0,25 m rispetto alle quote di fondo in ingresso e uscita della condotta (24,95 m – 24,70 m s.l.m.).

Lungo il tracciato saranno innestati sulla condotta in PEAD corrugato dei pozzetti di ispezione ad interasse di circa 50 m, costituiti da passi d'uomo per rendere possibili eventuali operazioni di manutenzione e controllo del manufatto.

Circa 11 m a monte dello scarico nel bacino, sarà realizzato un ulteriore pozzetto di disconnessione di dimensioni in pianta di 4,0 x 3,0 m e altezza 4,40 m che prevede una quota di fondo di 19,35 m s.l.m. e un salto di 1,00 m rispetto alle quote di fondo in ingresso e uscita della condotta (20,60 m – 19,60 m s.l.m.).

I pozzetti di disconnessione suddividono la condotta in PEAD corrugato in tre tratte, rispettivamente di 85,0 m e pendenza 3,6%, 33,20 m e pendenza 12,5% e 7,30 m e pendenza 4,1%.

La condotta di scarico, dopo un primo tratto in pressione, funzionerà a pelo libero e nel tratto a

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

minore pendenza (3,6%) la portata di progetto defluirà con un grado di riempimento del 50% circa, ovvero con un tirante idrico di 1,00 m (scabrezza per condotte in esercizio di  $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Lo scarico nel bacino di affinamento e laminazione avviene a quota 19,30 m s.l.m.. In corrispondenza dell'immissione nel bacino da parte della tubazione DN2000 mm, è prevista la realizzazione di una vasca in gabbioni metallici di dimensioni adeguate per garantire una corretta funzione di dissipazione delle portate idriche di scarico; le dimensioni interne della vasca sono di 14,0 m di larghezza per quasi 13,0 m di lunghezza. A contatto con il fondo del bacino si prevede la posa di un geotessile di peso non inferiore ai  $400 \text{ g/m}^2$  con funzioni di separazione, rinforzo e protezione del terreno naturale.

Analogamente, nella sezione terminale del bacino è prevista una vasca, sempre realizzata in gabbioni metallici con geotessile sul fondo, di dimensioni interne 6,00 x 5,44 m per consentire l'imbocco della tubazione in uscita; tale vasca viene alimentata tramite una soglia di sfioro, sempre in gabbioni metallici, rialzata a quota 20,50 m s.l.m. rispetto ai 18,50 m s.l.m. previsti per la sistemazione del fondo bacino. Il rialzo in oggetto è previsto per mantenere un tirante idrico nel bacino di 2,00 m, favorire il trattenimento del materiale fine depositato sul fondo del bacino e salvaguardare la corretta funzionalità della tubazione di scarico.

Considerando una larghezza della soglia di 16,0 m, si verifica che il battente idrico massimo che si instaura sullo stramazzo risulta di 0,80 m circa, raggiungendo pertanto una quota di 21,30 m s.l.m. circa. Tale livello risulta ampiamente contenuto all'interno delle sponde del bacino, fissate a quota 22,50 m s.l.m..

Il bacino di affinamento e laminazione presenterà una forma all'incirca rettangolare, di lunghezza sul fondo 62,00 m circa e larghezza variabile tra i 10,60 e i 12,90 m. La parte intermedia del bacino, realizzata con sponde di pendenza 3/2 verrà rivestita da un geotessile di peso non inferiore ai  $400 \text{ g/m}^2$  e da uno strato di 0,4 m circa di ciottoli e pietrame di pezzatura media 20 - 25 cm, fino ad una quota sulle sponde di 19,50 m s.l.m..

Lo scarico del bacino sarà realizzato mediante una tubazione circolare DN 2000 mm in PEAD corrugato, che avrà una quota di fondo scorrevole all'imbocco pari a 18,70 m s.l.m., in modo tale che la sezione interessata dal deflusso risulti quasi interamente al di sotto della quota di massimo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

invaso del bacino (fissata a 20,50 m s.l.m.).

La tubazione sarà baulettata in c.a. con uno spessore di 30 cm e avrà una lunghezza complessiva di 153,60 m e una pendenza minima del 2,0%. Tale condotta sarà frazionata in 3 tratte da 2 pozzetti di ispezione e disconnessione in c.a. (larghezza 3,0 m), caratterizzate rispettivamente dai seguenti valori di lunghezza e pendenza di fondo: 93,00 m con pendenza 3,2%, 45,60 m con pendenza 30,2% e 15,00 m con pendenza 2,0%.

I 2 pozzetti di ispezione e disconnessione in progetto presentano dimensioni in pianta di 4,0 x 3,0 m, quote di fondo di 15,00 m s.l.m. e 1,55 m s.l.m. e individuano dei salti di fondo di 0,25 m rispetto alle quote di ingresso e uscita delle condotte (rispettivamente di 15,50 m s.l.m. – 15,25 m s.l.m. e di 2,05 m s.l.m. – 1,80 m s.l.m.).

L'ultima tratta di condotta DN2000 mm in PEAD recapita di un altro pozzetto di ispezione in c.a., di dimensioni in pianta di 4,0 x 3,0 m che, in fase realizzativa, sarà predisposto per l'alloggiamento delle apparecchiature di spinta per lo spingitubo al di sotto della linea ferroviaria variante di Cannitello. Il pozzetto di testa avrà un'altezza di 3,7 m e una quota di fondo di 1,25 m s.l.m.

Lungo tutto il tracciato, sia a monte che a valle del bacino, saranno inoltre innestati sulla condotta in PEAD corrugato dei pozzetti di ispezione ad interasse di circa 50 m, costituiti da passi d'uomo per rendere possibili eventuali operazioni di manutenzione e controllo del manufatto.

A valle del pozzetto di spinta, si prevede la posa mediante spingitubo di uno scatolare in c.a. di dimensioni B x H di 2,50 x 1,75 m per una lunghezza di circa 34,0 m e la prosecuzione dello stesso manufatto, con realizzazione in opera, fino allo sbocco a mare oltre la strada litoranea "lungomare Fata Morgana", per una lunghezza di 20,70 m e una pendenza del 2,0%.

Lo sbocco a mare è previsto a una quota di 0,40 m s.l.m. per evitare/limitare l'ingresso di sedimenti da parte delle mareggiate.

La tubazione DN2000 in PEAD corrugato risulta verificata dal punto di vista idraulico e il valore di portata con Tr 100 anni di 16,6 m<sup>3</sup>/s circa defluisce all'interno della condotta nel tratto a minor pendenza (2,0%) con un grado di riempimento del 60% circa, ovvero con un tirante idrico di 1,20 m



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

(scabrezza per condotte in esercizio di 90 m<sup>1/3</sup>/s).

La stessa portata di progetto defluisce nello scatolare in c.a. di dimensioni B x H di 2,50 x 1,75 m e pendenza del 2,0% con un grado di riempimento del 59,4% circa, ovvero con un tirante idrico di 1,04 m (scabrezza per manufatti in c.a. in esercizio di 67 m<sup>1/3</sup>/s).

Nei calcoli si è ipotizzato che tutta la portata massima in ingresso al bacino debba essere scaricata a mare, trascurando cautelativamente l'effetto laminazione.

L'attraversamento della strada litoranea da parte dello scatolare in c.a. sopraccitato è previsto in sovrappasso rispetto alle condotte fognarie esistenti. I sottoservizi più superficiali verranno deviati. Il piano stradale risulta infatti in questo tratto a quota 3,26 m s.l.m. e il ricoprimento al di sopra dello scatolare in progetto risulta di 0,68 m.

### 3 Verifica del bacino di affinamento e laminazione

La legge di Stokes permette di calcolare la velocità di sedimentazione mediante la seguente:

$$v_s = \frac{(\rho_s - \rho_l) \cdot g \cdot D^2}{18 \cdot \mu}$$

dove :

$\rho_s$  : densità della particella

$\rho_l$  : densità dell' acqua

$D$  : diametro della particella

$\mu$  : viscosità cinematica dell' acqua

L'obiettivo che si intende perseguire con la realizzazione del bacino è quello di garantire un affinamento del trattamento delle acque di piattaforma a valle della vasca deputata a tale funzione, prima dello scarico a mare; tale obiettivo risulta particolarmente importante per le acque di seconda pioggia che by-passano la vasca stessa.

Il tempo di permanenza è pari al volume del bacino (circa 1900 m<sup>3</sup>) riferito alla portata media oraria in ingresso  $t_p = V/Q_{in}$  e la velocità di sedimentazione  $v_s$  viene calcolata considerando il caso più gravoso in cui la particella è posta sul pelo libero in corrispondenza dell'altezza massima (2,00 m)  $v_s = h/t_p$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE IDRAULICA E DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> CS0766_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Ponendo come obiettivo la separazione delle particelle con diametro  $d \leq 0,2$  mm si è quindi verificato che il carico idraulico superficiale  $C_{is} = Q_{in}/S$ , sia inferiore alla velocità di sedimentazione con  $Q_{in}$  valutata con Tr 100, 30, 10 e 5 anni. Per una superficie di quasi 1200 m<sup>2</sup> si ottengono i seguenti valori:

Tempo di ritorno	Portata in ingresso	Tempo di permanenza	Velocità di sedimentazione	Carico idraulico superficiale	D particella sedimentabile
anni	m <sup>3</sup> /s	s	m/s	m/s	mm
100	16,60	114	0,0175	0,014	>0,2
30	13,95	136	0,015	0,012	0,2
10	10,88	175	0,011	0,009	0,19
5	8,90	213	0,0094	0,0074	0,17

**Tabella 3.1 – Velocità di sedimentazione nel bacino di laminazione.**

Tale condizione assicura tempi di permanenza superiori al tempo di sedimentazione delle particelle per eventi con tempi di ritorno inferiori ai 30 anni.

D particella (mm)	Vs (m/s)	Ts (s)
0,1	0,00273	257
0,11	0,00330	212
0,12	0,00392	178
0,13	0,00461	152
0,14	0,00534	131
0,15	0,00613	114
0,16	0,00698	100
0,17	0,00788	89
0,18	0,00883	79
0,19	0,00984	71
0,2	0,01090	64

**Tabella 3.2 – Velocità e tempi di sedimentazione in funzione del diametro delle particelle (h=1 m).**