

# 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>IL PROGETTISTA <b>c.s.i.a.</b> Prof. Ing. Lorenzo Domenichini Ordine Ingegneri di Roma N° 9585 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE  Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	--	---	---

<p><i>Unità Funzionale</i> GENERALE <i>Tipo di sistema</i> TECNICO <i>Raggruppamento di opere/attività</i> Elementi di carattere generale <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> Generale <i>Titolo del documento</i> Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">GE0025_F0</div>
--	--

CODICE	C G 3 4 0 0	P	R G	D G	T C	0 0	G 0	0 0	0 0	0 0	0 6	F0
--------	-------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	M. Miranda	M. Miranda	L. Domenichini



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## INDICE

INDICE.....	3
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie .....	5
1 Protezione Nicchie SOS .....	7
2 Protezione Piazzole di Sosta .....	9
3 Protezione By-Pass Pedonali (BPP).....	10
4 Protezione By-Pass Carrabili (BPC).....	12
ALLEGATO A.....	15
ALLEGATO B.....	18

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p>Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie</p>	<p><i>Codice documento</i>  GE0025_F0</p>	<p><i>Rev</i>  F0</p>	<p><i>Data</i>  20/06/2011</p>	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie

### OGGETTO: Ponte sullo Stretto di Messina

Progettazione definitiva

***Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie.***

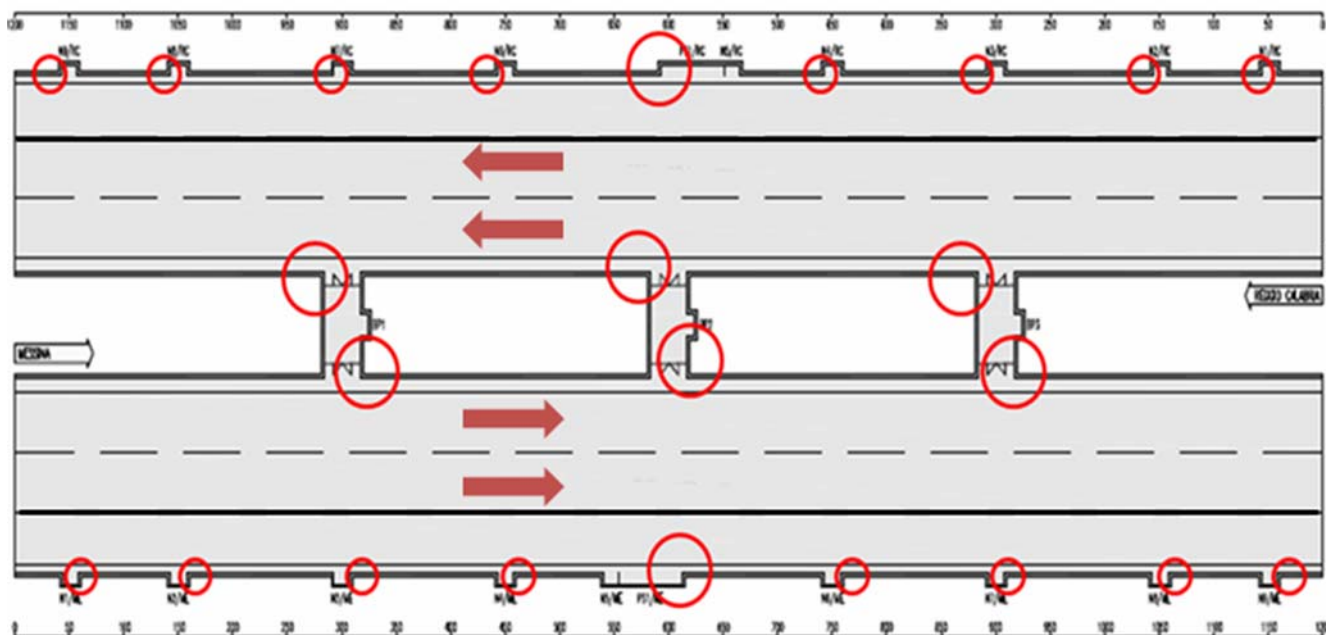
Dall'esame della documentazione di progetto definitivo (PDE) messa a disposizione è emersa la presenza di una serie di spigoli vivi generati nel rivestimento della gallerie (v. Figura 1) con la realizzazione di:

- Nicchie SOS;
- Piazzole di sosta;
- By-pass pedonali (BPP);
- By-pass carrabili (BPC).

A questi si aggiungono gli spigoli generati negli eventuali punti di interruzione del profilo redirettivo. E' necessario che si provveda alla eliminazione o alla riduzione della pericolosità per la circolazione stradale di detti spigoli di modo da mitigare il rischio legato alle gravi conseguenze che possono generarsi in caso di un urto frontale di un veicolo in svio.

Il presente rapporto illustra i provvedimenti di genio civile che è possibile introdurre in progetto per mitigare il rischio indotto da questi punti singoli in galleria.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie		<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



**Figura 1: Localizzazione schematica dei punti da proteggere in galleria**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singolari costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1 Protezione Nicchie SOS

Con riferimento agli spigoli generati nel rivestimento delle gallerie dalle nicchie SOS il problema può essere risolto mediante la limitazione del varco (interruzione) interruzione che occorre fare nel profilo redirettivo in corrispondenza della nicchia come indicato in Figura 2.

Riducendo al minimo la larghezza dell'apertura del profilo redirettivo (larghezza minima pari alla larghezza della porta di accesso), infatti, è possibile evitare che un veicolo in svio a 20° dalla sede stradale (valore di riferimento dei crash-test per l'omologazione delle barriere di sicurezza) possa urtare contro lo spigolo generato nel rivestimento della galleria dal recesso della nicchia.

Tale soluzione è adatta per nicchie centrate rispetto all'apertura del profilo redirettivo di larghezza interna massima di 3 m con profilo redirettivo posto ad un metro dal paramento.

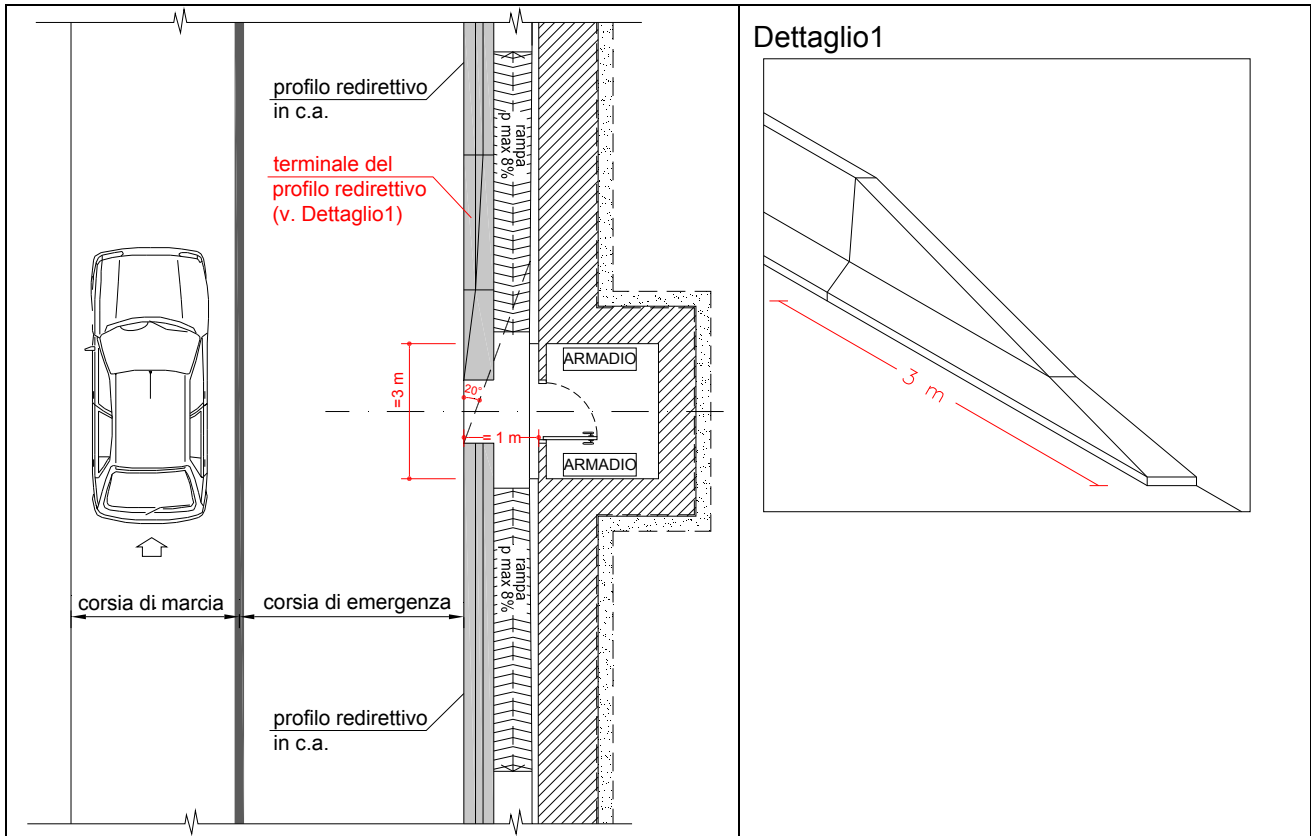
Quale ulteriore provvedimento da prevedere per evitare l'impatto con lo spigolo di avvio del profilo redirettivo a valle dell'interruzione, mantenendo al contempo la continuità longitudinale del camminamento di servizio rialzato posto alle spalle del profilo redirettivo, è possibile far nascere il profilo redirettivo a valle dell'interruzione con un terminale speciale con profilo rastremato con pendenza 1/3 (v. Dettaglio1).

Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie

Codice documento  
GE0025\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011



**Figura 2: Modalità di protezione delle nicchie SOS**



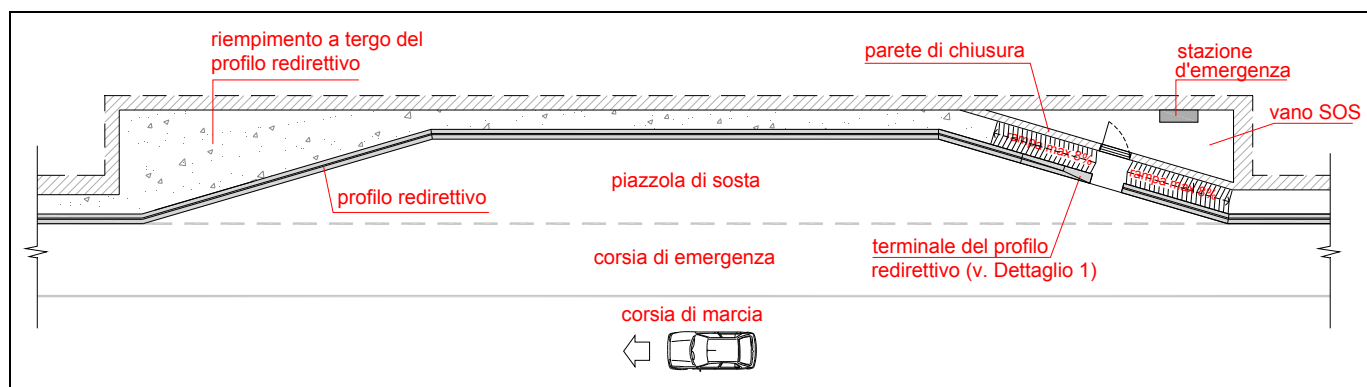
		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 2 Protezione Piazzole di Sosta

Con riferimento agli spigoli generati nel rivestimento delle gallerie dalle piazzole di sosta il problema può essere risolto mediante la prosecuzione del profilo redirettivo all'interno della piazzola in modo da dare continuità alla protezione prevista in tutta la galleria (v. Figura 3). Per assicurare la stabilità del profilo redirettivo in caso d'urto, il riempimento in cls a tergo del profilo stesso deve essere continuato lungo tutto lo sviluppo del profilo redirettivo in corrispondenza della piazzola di sosta.

Per quanto riguarda il vano SOS è preferibile collocarlo nell'angolo di monte in ombra rispetto alla direzione di marcia, in modo da porre gli utenti al sicuro nei riguardi di eventuali veicoli in svio o in accosto a velocità eccessiva. L'apertura del profilo redirettivo in corrispondenza vano SOS può essere prevista come descritto per le nicchie SOS.

Il vano SOS può rimanere a giorno.



**Figura 3: Modalità di protezione delle piazzole di sosta**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singolari costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### 3 Protezione By-Pass Pedonali (BPP)

Con riferimento agli spigoli generati nel rivestimento delle gallerie dai By-Pass pedonali il problema può essere risolto, come indicato per le nicchie SOS, mediante una opportuna modalità di limitazione dello sviluppo dell'interruzione del profilo redirettivo in corrispondenza del BPP come indicato in Figura 4.

Anche per i By-Pass pedonali è possibile evitare che un veicolo in svio a 20° dalla sede stradale urti contro lo spigolo generato nel rivestimento della galleria dal recesso del By-Pass riducendo al minimo la larghezza dell'apertura del profilo redirettivo (larghezza minima pari alla larghezza della porta di accesso).

Tale soluzione è idonea a proteggere le soluzioni di continuità del rivestimento generate dai BPP quando il BPP è centrato in corrispondenza dell'apertura, ha una larghezza interna massima di 3 m ed il profilo redirettivo è posto ad un metro dal paramento.

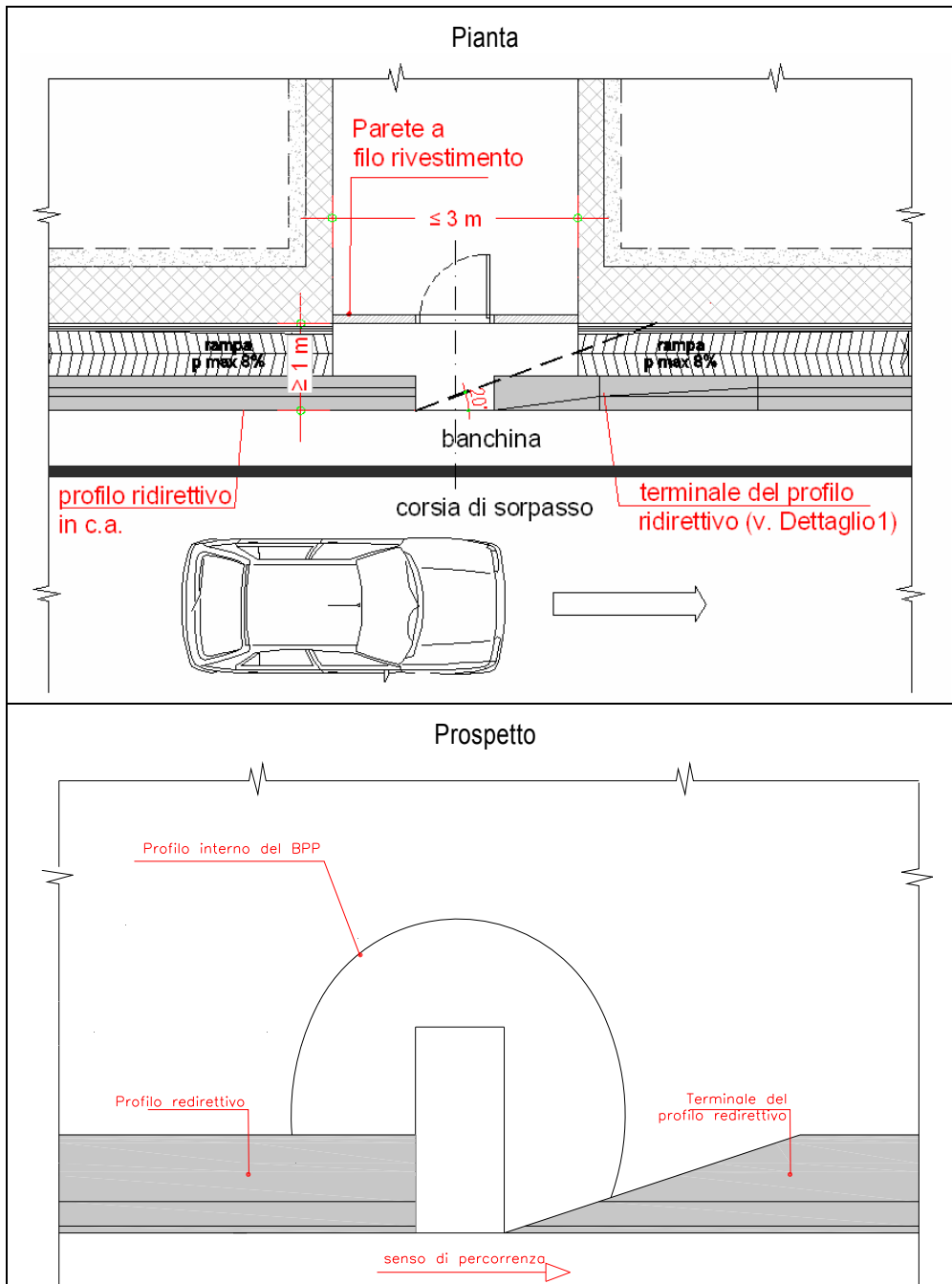
Quale ulteriore provvedimento da prevedere per evitare l'impatto con lo spigolo di avvio del profilo redirettivo a valle dell'apertura, mantenendo al contempo la continuità longitudinale del camminamento di servizio rialzato posto alle spalle del profilo redirettivo, è possibile far nascere il profilo redirettivo a valle dell'interruzione con un terminale speciale con profilo rastremato con pendenza 1/3 (v. Dettaglio1 di Figura 2).

Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie

Codice documento  
GE0025\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011



**Figura 4: Modalità di protezione BPP**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singolari costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

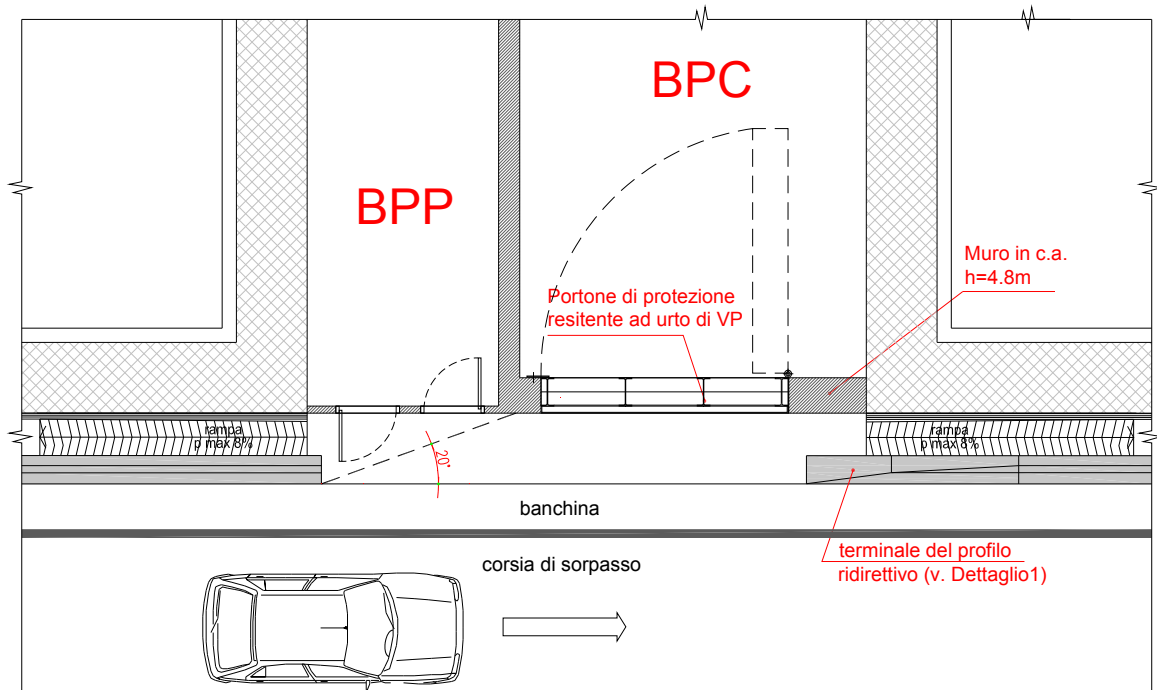
## 4 Protezione By-Pass Carrabili (BPC)

Con riferimento agli spigoli generati nel rivestimento delle gallerie dai By-Pass carrabili il problema può essere risolto mediante la realizzazione di una parete in c.a. di chiusura del BPC, realizzate a filo del rivestimento (all'altezza del piano dei centri) (v. Figura 5), con la caratteristica di resistere all'urto di un veicolo pesante (VP). Le azioni di progetto per il dimensionamento strutturale di questa parete sono indicate nell'Allegato A del presente rapporto.

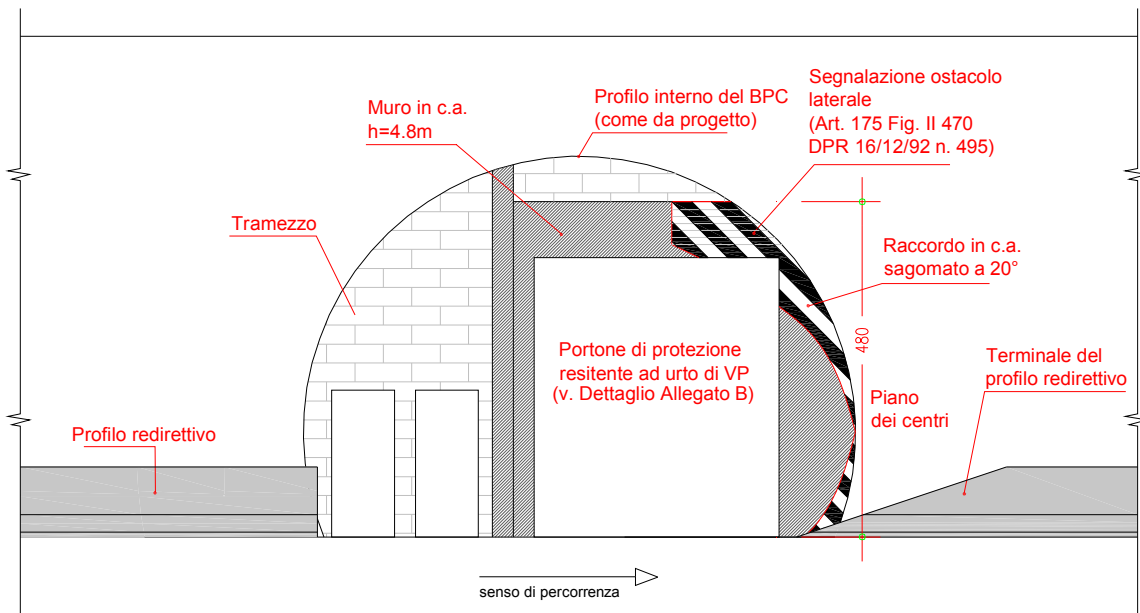
Nel caso dei BPC la porta d'ingresso dovrà avere anche essa una resistenza agli urti dei VP, avendo il recesso dimensioni tali che un veicolo in svio penetri troppo all'interno dello stesso e non riesca più, in conseguenza, ad uscirne (un esempio di porta d'ingresso BPC resistente ad urti di VP è rappresentata in Allegato B).

Per la chiusura del vano BPP non è necessaria l'adozione di una parete resistente ad urti dei VP, essendo le porte del By-Pass pedonale all'interno del cono d'ombra generato da un possibile svio a 20° di un veicolo (v. Figura 5).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie		<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



**Figura 5: Modalità di protezione BPC (pianta)**

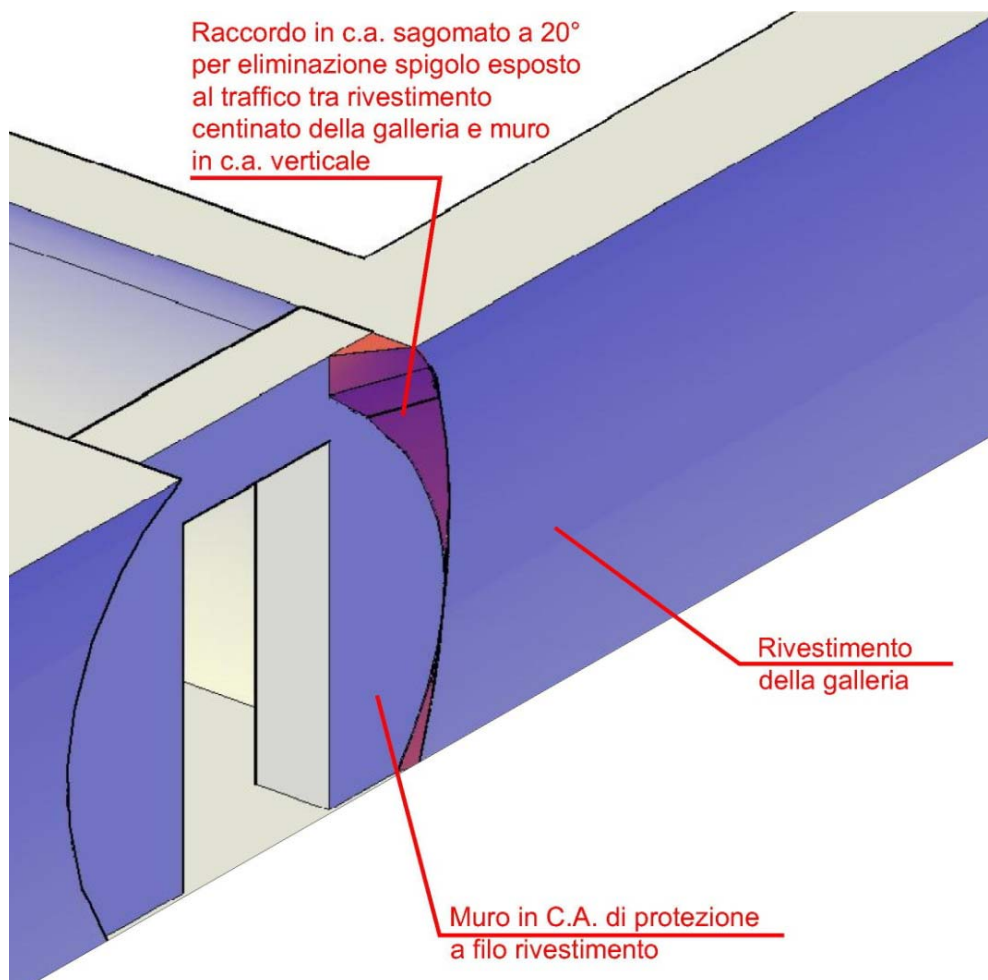


**Figura 6: Modalità di protezione BPC (prospetto)**

Ulteriore provvedimento da prevedere riguarda la realizzazione di un raccordo in c.a. sagomato a

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singolari costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

20° (unghiatura, v. Figura 6 in prospettiva) per eliminare lo spigolo residuo esposto all'urto che si crea, in alto, in corrispondenza della congiunzione della parete verticale in c.a. di delimitazione del BPC a valle dello stesso (con riferimento alla direzione del traffico) con il rivestimento centinato della galleria (v. spaccato assonometrico tipologico di Figura 7).



**Figura 7: spaccato assonometrico**

Quale ulteriore provvedimento da prevedere per evitare l'impatto con lo spigolo di avvio del profilo redirettivo a valle dell'apertura, mantenendo al contempo la continuità longitudinale del camminamento di servizio rialzato posto alle spalle del profilo redirettivo, è possibile far nascere il profilo redirettivo a valle dell'interruzione con un terminale speciale con profilo rastremato con pendenza 1/3 (v. Dettaglio1 di Figura 2).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## ALLEGATO A

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singolari costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## CALCOLO DELLA FORZA AGENTE SU MURI IN C.A. PARALLELI AL VERSO DI PERCORRENZA QUANDO URTATI DA UN VEICOLO COMMERCIALE IN SVIO CON TRAIETTORIA AVENTE ANGOLO DI INCIDENZA DI 20°

La forza d'urto da considerare per il dimensionamento delle pareti in c.a. a protezione degli spigoli vivi in galleria, disposti parallelamente al verso di percorrenza dei veicoli può essere stimata sulla base delle considerazioni di seguito riportate.

Ai sensi del paragrafo B.3 dell'appendice B della norma UNI EN 1317-1, la forza teorica media in caso di urto di un veicolo contro un elemento deformabile è espressa, con riferimento alla figura B.1 della norma (riportata per facilità di lettura in Figura 8), è data dall'espressione:

$$\bar{F} = \frac{M \cdot (V \cdot \sin \alpha)^2}{2 \cdot (c \cdot \sin \alpha + b \cdot (\cos \alpha - 1) + S_b)}$$

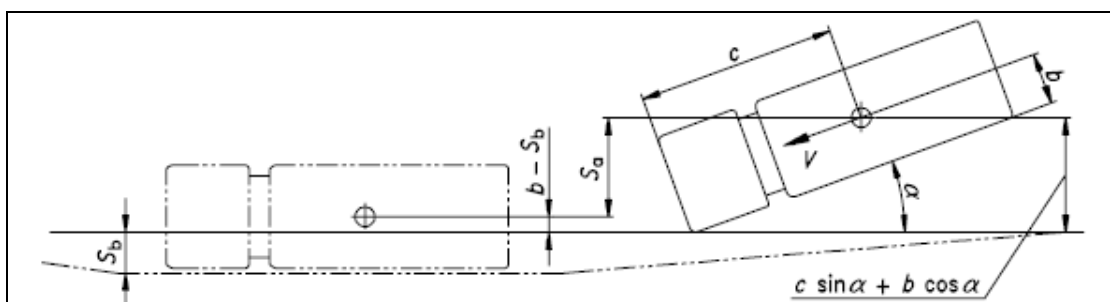


Figura 8

Nel caso di elemento rigido (muro in c.a.) la grandezza  $S_b$  assume il valore 0.

Sempre ai sensi della UNI EN 1317-1, il valore massimo significativo della forza che sollecita in fase dinamica il dispositivo durante l'urto è circa 2.5 volte maggiore di  $F$ .

Per il dimensionamento di tutti gli elementi di protezione in c.a. disposti, parallelamente alla direzione di marcia, si ritiene possibile fare riferimento al livello minimo di protezione previsto dal DM 21.06.2004 per barriere da bordo laterale per infrastrutture autostradali in presenza di traffico di classe III, e cioè alle condizioni di sollecitazione tipiche di prove d'urto per l'omologazione di dispositivi in classe H2 (prova TB51). Ciò in quanto, nel caso in esame, il potere di contenimento non è comunque in discussione in quanto offerto dal rivestimento della galleria.

I valori delle variabili di calcolo sono riportati in Tabella 1 :



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singolari costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie		<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**Tabella 1**

Grandezza	Simbolo	Unità di misura	Valori assunti nei calcoli
Massa del veicolo	M	kg	13400
Velocità	V	m/s	19.4
Angolo di impatto	$\alpha$	gradi	20°
Distanza baricentro – fronte veicolo (*)	c	m	6.24
Semilunghezza del veicolo	b	m	1.00
Deformazione del dispositivo	$S_b$	m	0.00
(*) Valore tipico desunto da una prova di crash reale di classe H2			

I valori delle forze di calcolo per gli elementi di protezione degli spigoli in galleria, corrispondenti alle sollecitazioni di una prova TB51 ai sensi della UNI EN 1317-1, risultano pertanto i seguenti:

Valore medio ( $\bar{F}$ )	143 kN
Valore massimo ( $F_{max}$ )	357 kN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie	<i>Codice documento</i> GE0025_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## ALLEGATO B

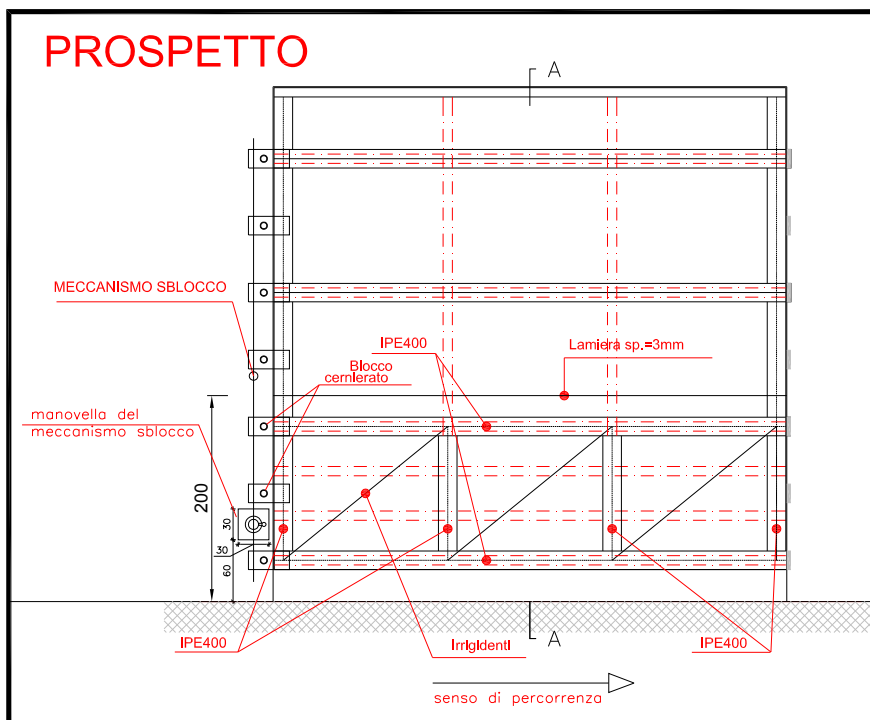
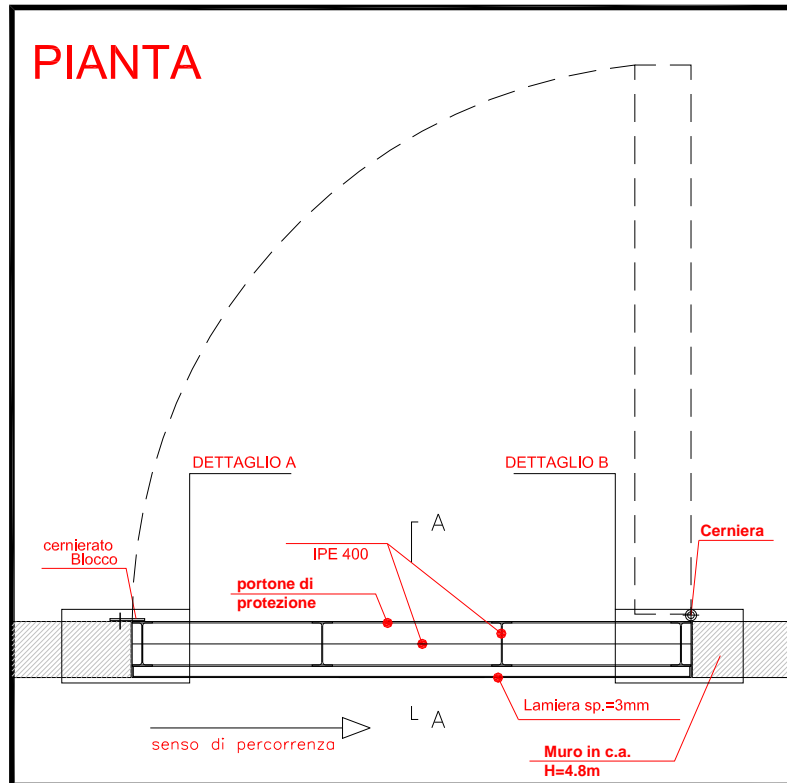
### Esempio di un portone di BPC resistente ad urto di VP

Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie

Codice documento  
GE0025\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011

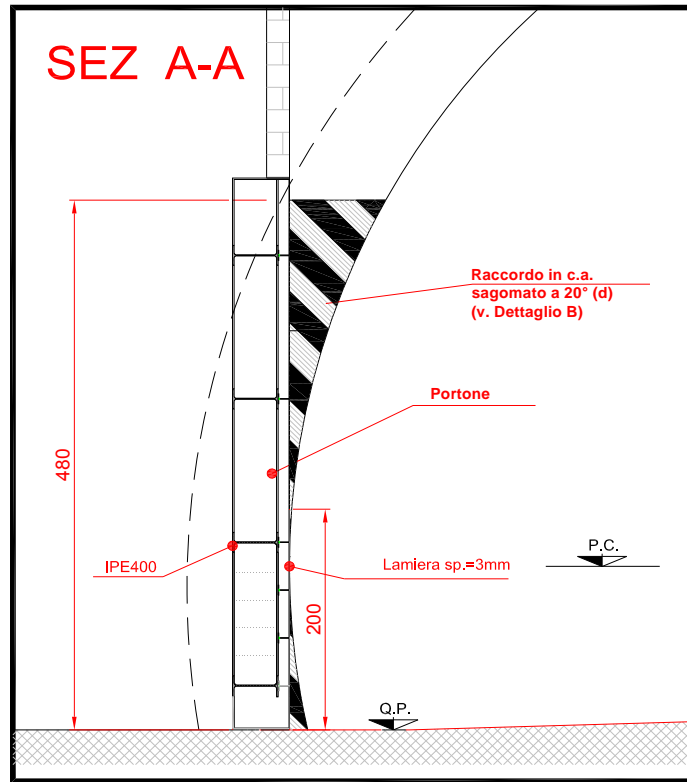


Nota circa la protezione dei punti singoli costituiti dagli spigoli nel rivestimento delle gallerie

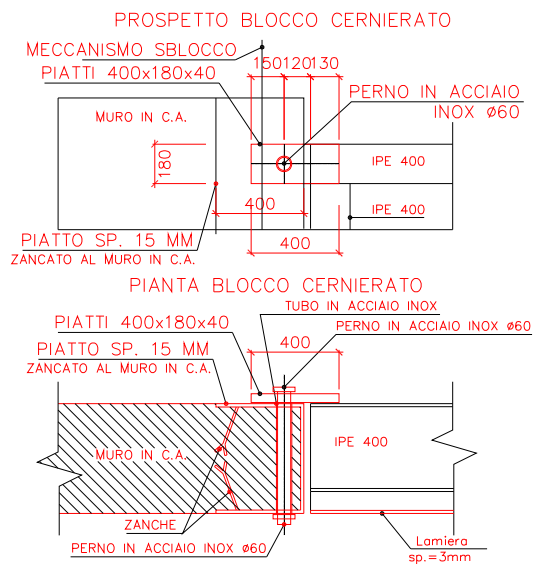
Codice documento  
GE0025\_F0

Rev  
F0

Data  
20/06/2011



**DETTAGLIO A**



**DETTAGLIO B**

