

# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio  
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

**PROGETTISTI:**

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI    Dott. Ing. Alessandro MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116            Ordine Ing. di Roma n. 19645

**IL GEOLOGO**

Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

Geom. Fabio QUONDAM

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

## PROGETTO STRADALE

### Relazione sulle barriere di sicurezza

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

LOPLSP    E    1701

NOME FILE

T00PS00TRARE02-A.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00PS00TRARE02

A

-

D

C

B

A

EMISSIONE

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**Indice**

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE DELLE BARRIERE E SCELTA DEI DISPOSITIVI DA INSTALLARE.....</b>	<b>8</b>
3.1	ASSE PRINCIPALE E ZONE DI SVINCOLO .....	8
3.2	VIABILITÀ LOCALE (SP 125) .....	12
3.3	VIABILITÀ A DESTINAZIONE PARTICOLARE .....	12
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONALI DELLE BARRIERE DI PROGETTO .....</b>	<b>13</b>
4.1	BARRIERE ANAS .....	13
4.1.1	<i>Barriera bordo laterale classe H2 .....</i>	<i>13</i>
4.1.2	<i>Barriera bordo ponte classe H2 .....</i>	<i>15</i>
4.1.3	<i>Barriera bordo laterale classe H3 .....</i>	<i>18</i>
4.1.4	<i>Barriera bordo ponte classe H3.....</i>	<i>20</i>
4.2	BARRIERE COMMERCIALI .....	22
4.2.1	<i>Barriera spartitraffico monofilare classe H3 (ancorata alla sottostruttura in c.a.).....</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Barriera spartitraffico monofilare classe H3 (infissa).....</i>	<i>23</i>
4.2.3	<i>Barriera bordo ponte classe H2 .....</i>	<i>23</i>
4.2.4	<i>Barriera bordo laterale classe H2 .....</i>	<i>24</i>
4.2.5	<i>Barriera bordo laterale classe H1 .....</i>	<i>24</i>
4.2.6	<i>Barriera bordo laterale classe N2 .....</i>	<i>24</i>
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE BORDO LATERALE.....</b>	<b>25</b>
5.1	CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLA MODALITÀ DI INSTALLAZIONE.....	25
5.1.1	<i>Verifica dell'infissione.....</i>	<i>25</i>
5.1.2	<i>Verifica geometrica .....</i>	<i>27</i>
<b>6</b>	<b>MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE BORDO OPERA .....</b>	<b>28</b>
6.1	CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLA MODALITÀ DI INSTALLAZIONE.....	28
6.2	INSTALLAZIONE SU NUOVE OPERE D'ARTE.....	28
6.3	INSTALLAZIONE SU OPERA D'ARTE ESISTENTE.....	29
6.3.1	<i>Premessa .....</i>	<i>29</i>
6.3.2	<i>Descrizione degli interventi.....</i>	<i>30</i>
6.3.3	<i>Materiali.....</i>	<i>31</i>
6.3.4	<i>Inquadramento degli interventi nell'ambito normativo vigente.....</i>	<i>32</i>
6.3.5	<i>Verifiche Strutturali.....</i>	<i>34</i>
<b>7</b>	<b>LUNGHEZZE DI INSTALLAZIONE .....</b>	<b>35</b>

<b>8</b>	<b>TRANSIZIONI</b> .....	<b>37</b>
8.1	TRANSIZIONI TRA BARRIERE ANAS .....	38
8.2	TRANSIZIONI TRA BARRIERE ANAS E BARRIERE COMMERCIALI (DI PROGETTO).....	39
8.3	TRANSIZIONI TRA BARRIERE ANAS E BARRIERE ESISTENTI .....	40
8.4	TRANSIZIONI TRA BARRIERE COMMERCIALI (ESISTENTI E DI PROGETTO).....	42
8.5	TRANSIZIONI TRA BARRIERE COMMERCIALI (DI PROGETTO) .....	43
8.6	TRANSIZIONI TRA BARRIERE H2BL ANAS E PROFILO REDIRETTIVO/MURI DI CONTRORIPA.....	44
<b>9</b>	<b>MODALITÀ DI PROTEZIONE DEGLI OSTACOLI</b> .....	<b>45</b>
9.1	OSTACOLI SUL BORDO LATERALE .....	45
<b>10</b>	<b>ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI</b> .....	<b>49</b>
10.1	TERMINALI SEMPLICI .....	49
10.2	TERMINALI SPECIALI .....	50
10.3	ATTENUATORI D'URTO.....	52
<b>11</b>	<b>ALLEGATI</b> .....	<b>53</b>
11.1	- ALLEGATO 1: PROVE DI CARICO SU PIASTRA .....	53
11.2	- ALLEGATO 2: ESTRATTO RAPPORTO DI PROVA AISICO .....	55
11.3	- ALLEGATO 3: VERIFICHE STRUTTURALI – CASO URTO VEICOLO IN SVIO .....	57
11.4	- ALLEGATO 4: VERIFICHE STRUTTURALI – CASO AZIONE DEL VENTO SU BARRIERA INTEGRATA .....	67

## 1 Generalità

La presente relazione illustra il progetto esecutivo dell'installazione delle barriere di sicurezza stradali relative all'asse principale, i rami di svincolo e le viabilità secondarie nell'ambito della realizzazione dell'Adeguamento e messa in sicurezza della "S.S. 131" - Risoluzione dei nodi critici - 1° stralcio dal km 158+000 al km 162+700.

La presente relazione tecnica, in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223, fornisce le indicazioni per l'installazione delle barriere di sicurezza lungo i bordi laterali, sulle opere d'arte e nei punti del tracciato che necessitano di una specifica protezione per la presenza di ostacoli laterali, con particolare riferimento a quelle condizioni in cui si può determinare un urto frontale con veicoli in svio.

E' opportuno premettere che, nei casi in cui la classe delle barriere di sicurezza da installare rientri nelle tipologie disponibili tra le barriere "tipo Anas" (attualmente consistenti in barriere bordo laterale di classe H2 e H3 e barriere bordo ponte di classe H2, H3 e H4), occorrerà prevederne l'impiego, considerando la fornitura delle stesse a carico dell'Amministrazione ed inserendo la sola posa in opera nell'ambito dell'importo dei lavori.

Resta inteso che l'adozione delle barriere "tipo Anas" potrà effettuarsi solo nei tratti di relativa competenza escludendone pertanto l'installazione nel caso di interventi riguardanti strade di altri gestori.

Il progetto di installazione dei dispositivi di sicurezza è costituito, oltre che dalla presente relazione tecnica, anche dai seguenti elaborati, compresi comunque nel progetto esecutivo generale.

S	0	1	PS	0	0	TRA	PN	1	1	A	SP125. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 1/3	1:1000
S	0	1	PS	0	0	TRA	PN	1	2	A	SP125. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 2/3	1:1000
S	0	1	PS	0	0	TRA	PN	1	3	A	SP125. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 3/3	1:1000
V	0	1	PS	0	0	TRA	PN	0	9	A	Svincolo BONORVA SUD. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 1/2	1:1000
V	0	1	PS	0	0	TRA	PN	1	0	A	Svincolo BONORVA SUD. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 2/2	1:1000
V	0	1	PS	0	0	TRA	DC	0	1	A	Particolari costruttivi - Barriera Anas bordo laterale H2 con terminale semplice (TS)	varie
V	0	1	PS	0	0	TRA	DC	0	2	A	Particolari costruttivi - Barriera Anas bordo ponte H2 con terminale semplice (TS)	varie

V	0	1	PS	0	0	TRA	DC	0	3	A	Particolari costruttivi - Transizione T3 Barriera Anas bordo laterale H2 con bordo Ponte H2	varie
V	0	1	PS	0	0	TRA	DC	0	4	A	Particolari costruttivi – Transizioni barriera Anas bordo laterale H2 / barriere esistenti Imeva (t3)	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	PN	0	9	A	Svincolo BONORVA NORD. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 1/2	1:1000
V	0	2	PS	0	0	TRA	PN	1	0	A	Svincolo BONORVA NORD. Planimetria ubicazione barriere di sicurezza Tav 2/2	1:1000
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	1	A	Particolari costruttivi Barriere di Sicurezza - Barriera Anas bordo laterale H2 con terminale semplice (TS)	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	2	A	Particolari costruttivi barriere di sicurezza - Barriera Anas bordo laterale H3 con terminale semplice	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	3	A	Particolari costruttivi barriere di sicurezza - Barriera Anas bordo ponte H3 con terminale semplice	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	4	A	Particolari costruttivi barriere di sicurezza - Transizione (T1) barriere Anas H3 bordo ponte / H3 bordo laterale	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	5	A	Particolari costruttivi barriere di secur. - Transizione (T2) barriere Anas H2 bordo laterale / H3 bordo laterale	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	6	A	Particolari costruttivi barriere di secur. - Transizioni barriere Anas H2BL / Profilo Redirettivo (t9) / muro (tm)	varie
V	0	2	PS	0	0	TRA	DC	0	7	A	Particolari costruttivi – Transizione barriera Anas bordo laterale H2/ barriere esistenti Imeva (t3)	varie

## 2 Riferimenti tecnici e normativi

Per quanto concerne i criteri di scelta ed installazione delle barriere di sicurezza si farà riferimento alle seguenti fonti normative e/o riferimenti di letteratura tecnica di settore:

✓ Leggi e Decreti:

- DM 18-02-92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" [1];
- DM 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale" [2];
- DM 28-06-2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale", pubblicato sulla G.U. n. 233 del 06-10-2011 [3];
- D.Lgs. 30-04-92, n. 285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada" [4];
- D.P.R. 16-12-1992 n. 495 e s.m.i.: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada" [5];
- DM 05-11-01, n. 6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" [6];
- DM 19-04-06 "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n. 170 del 24-07-06 [7].

✓ Circolari Ministeriali:

- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 62032 del 21-07-2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" [8];
- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 80173 del 05-10-2010 "Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale" [9];
- Circolare del Ministero dei Trasporti N. 104862 del 15-11-2007 "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004" [10].

✓ Norme Europee:

- UNI EN 1317-1:2010 – Sistemi di ritenuta stradali – Terminologia e criteri generali per i metodi di prova [11];

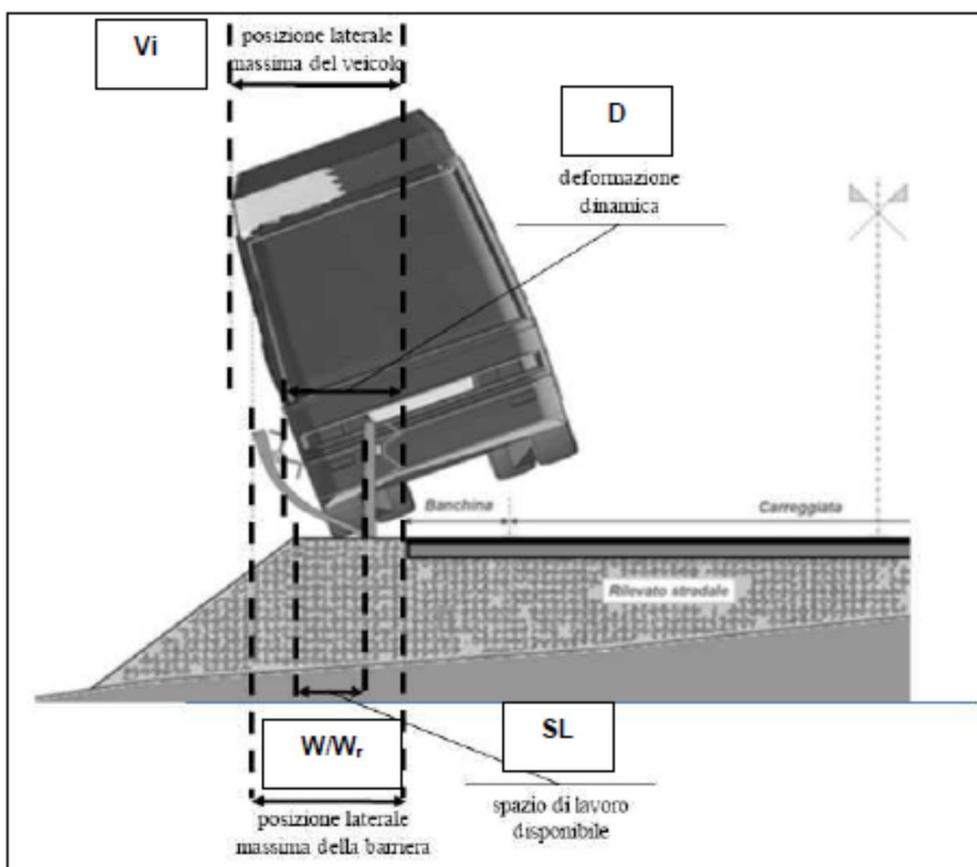
- UNI EN 1317-2:2010 – Sistemi di ritenuta stradali – Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari [12];
  - UNI EN 1317-3:2010 – Sistemi di ritenuta stradali – Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto [13];
  - EN 1317-4:2012 - Road restraint systems - Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions and removable barrier sections – DRAFT [14];
  - UNI EN 1317-5:2008 – Barriere di sicurezza stradali – Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli [15].
- ✓ Letteratura tecnica:
- Decreto dirigenziale relativo all'aggiornamento delle istruzioni tecniche inerenti l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale. Numero di notifica: 2014/483/I, trasmesso alla Commissione Europea il 6/10/2014: pur non essendo stato ancora emanato nell'ordinamento giuridico nazionale, ma avendo ottenuto il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, reso con voto n. 14/2013 nell'adunanza del febbraio 2014, si ritiene che tale documento possa essere utilmente preso quale "riferimento tecnico" per le parti non trattate e/o non in contrasto con il vigente DM 21/06/04. [16]

Occorre specificare che l'aggiornamento della normativa europea avvenuto nel 2010 non è stato ancora "formalmente" recepito dalla normativa nazionale (come esplicitamente indicato nella circolare ministeriale sopra citata del 5/10/2010. Tuttavia tali norme sono invece cogenti per i Laboratori di Prova Europei accreditati in base alla UNI CEI EN ISO /IEC 17025:2005 e quindi i rapporti di prova delle barriere di sicurezza sono redatti in conformità alle UNI EN 1317 parti 1 e 2 del 2010, che hanno introdotto una diversa terminologia in relazione alle caratteristiche prestazionali dei dispositivi in merito alla quale è assolutamente necessario esporre alcune precisazioni.

In particolare ci si riferisce alla definizione di larghezza operativa (W) che nella precedente versione, così come anche chiarito da un parere espresso in merito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, era da assegnarsi considerando, in fase dinamica, il valore maggiore tra la posizione laterale massima della barriera e quella del veicolo.

La versione attuale ha invece introdotto la seguente distinzione: la larghezza operativa ( $W$ ) è riferita ora alla massima posizione laterale di una qualunque parte della barriera, mentre la massima posizione laterale del veicolo è rappresentata dal parametro intrusione del veicolo pesante ( $VI$ ).

Quindi, per chiarezza di esposizione, per tutto quanto di seguito si utilizzeranno le definizioni aggiornate di larghezza operativa ( $W$ ) e intrusione del veicolo ( $VI$ ), schematizzate nella figura seguente.



*Definizione di VI e W in base alla norma Uni en 1317:2-2010.*

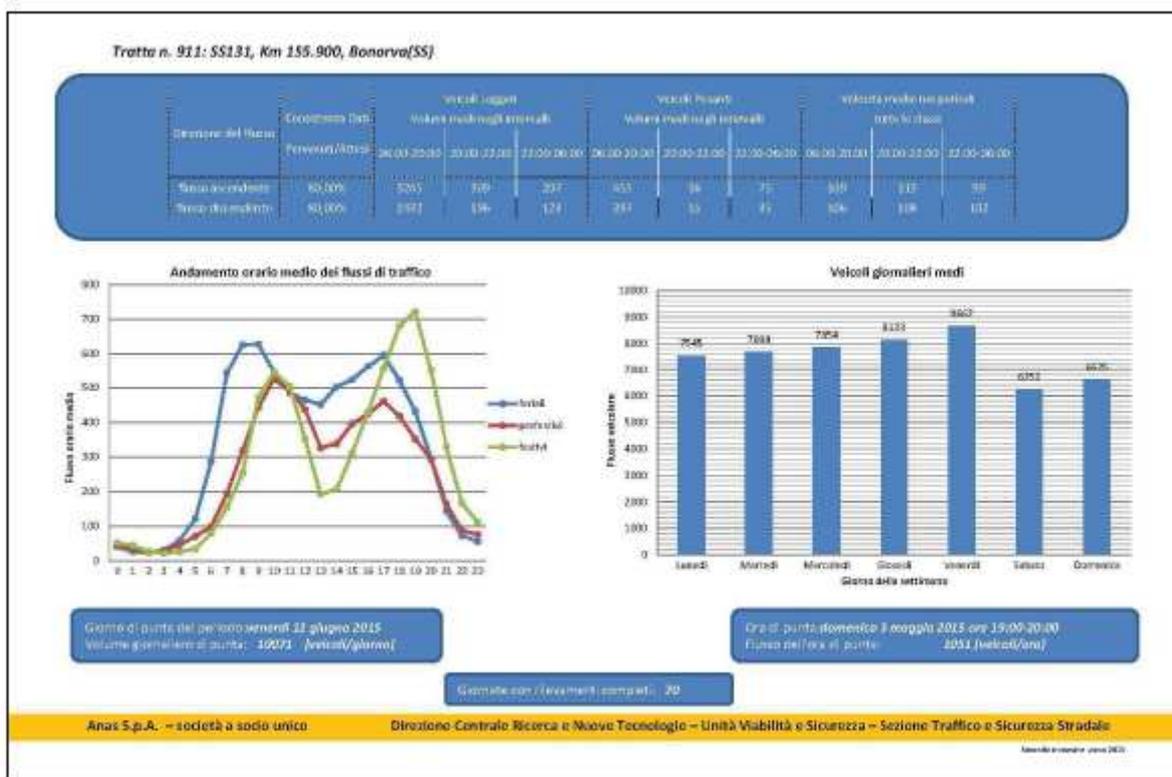
### **3 Definizione del tipo e della classe delle barriere e scelta dei dispositivi da installare**

#### **3.1 Asse principale e zone di svincolo**

La definizione della classe minima di barriere nelle diverse situazioni è fissata dal D.M. 21.6.2004 in funzione della tipologia di strada e del livello di traffico.

La statale SS 131 "Carlo Felice" sia in termini funzionali sia in virtù degli elementi caratteristici della sezione tipo (strada a carreggiate separate da spartitraffico) assolve i compiti di una tipologia B (secondo il DM 05/11/2001); tuttavia il modulo ridotto delle corsie e soprattutto la presenza in tutto il tratto di intersezioni a raso ed accessi ha portato l'ente gestore e proprietario di tale viabilità ad inserirla come tipo C nella classifica provvisoria delle strade. Tale situazione di una strada tipo C a carreggiate separate da spartitraffico ma con limite a 90 Km/h rappresenta un'anomalia nella rete statale dell'Anas, da sanare sia per motivi di sicurezza che funzionali e pertanto nell'intervento di progetto le verifiche e le scelte progettuali sull'asta principale S.S.131 sono state condotte per una strada extraurbana principale (tipo B).

In riferimento ai "Rapporti trimestrali del Traffico" (anno 2015) di ANAS Direzione centrale Ricerca e Nuove Tecnologie – Sezione Traffico e Sicurezza Stradale" rilevati nel tratto interessato della S.S.131 esistente, si può dedurre che nel medesimo tratto (vedi figura seguente) il TGM sia pari a circa 7.600 veic/g con una percentuale di mezzi pesanti del 13% circa.



*Dati traffico 2015 (Rapporto trimestrale ANAS)*

In base ai criteri del DM 21/06/04, riassunti nella tabella sotto riportata, si è nel caso di un traffico di tipo II cui corrispondono le classi minime H2 bordo laterale e H3 bordo ponte e spartitraffico.

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
<b>II</b>	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Per il TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

Il tratto oggetto di intervento presenta per l'asse principale della Statale S.S.131 una estensione totale di circa 2.8 km con un sottopasso di L>10m e relativi muri di sostegno andatori per uno sviluppo totale di circa 200 m (130m lato Carr. Sud + 70m lato Carr. Nord) Nel tratto in oggetto non sono presenti gallerie né viadotti.

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte <sup>(1)</sup>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 <sup>(2)</sup>	H2-H3 <sup>(2)</sup>	H3-H4 <sup>(2)</sup>
Strade extraurbane	I	H1	N2	H2
secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Risulta evidente che il dispositivo prevalente è quello per la destinazione bordo laterale di cui sarà da adottarsi una barriera bordo laterale tipo Anas di classe H2. Tali dispositivi H2BL presentano una estensione totale di circa 3743 m di cui 1463 m in corrispondenza del tratto relativo allo svincolo di Bonorva Nord (888 m lato Carr. Nord + 575 m lato Carr. Sud) e 1847 sul tratto relativo allo svincolo di Bonorva Sud (857 m lato Carr. Nord + 990 m lato Carr. Sud) da installare in corrispondenza dei rilevati con altezza maggiore di circa 1 m o in presenza di ostacoli significativi quali portali di segnaletica o pali di illuminazione. Si rendono necessari tuttavia tratti di dispositivo H3BL che presentano una estensione totale di circa 120 m +18 m per transizioni tutti disposti in corrispondenza del tratto relativo allo svincolo di Bonorva Nord (69 m lato Carr. Nord + 69 m lato Carr. Sud) nelle zone di approccio (30 m + 4,5 m per ciascun lato) ai muri andatori del sottopasso di attraversamento.

I tratti in cui è necessaria la barriera bordo ponte hanno quindi una minore estensione, pari a circa 244 m e sono ubicati lungo i muri andatori ed in corrispondenza del sottopasso e del tombino T2: sono previste barriere Anas Bordo Ponte di classe H3 (218 m) ed H2 (26 m).

In trincea, considerando che laddove sia presente la cunetta alla francese non è possibile prevedere l'utilizzo di dispositivi di ritenuta, i portali di segnaletica ed i pali di illuminazione sono stati traslati in alto lungo la scarpata, ad opportuna distanza dal ciglio, in modo da non costituire

ostacolo alla viabilità e quindi in posizione tale da non richiedere l'installazione di alcun dispositivo di ritenuta.

Per lo spartitraffico, sia in corrispondenza del tratto relativo allo svincolo di Bonorva Nord che per quello relativo allo Svincolo di Bonorva Sud, si prevede l'installazione di barriera monofilare del tipo H3 infissa. Solo per un breve tratto (complessivamente pari a circa 46 m) in corrispondenza del sottopasso di attraversamento dello svincolo di Bonorva Nord ed in corrispondenza del Tombino T2 (Svincolo di Bonorva Sud) è prevista l'adozione di barriera ancorata (H3BP) in quanto l'opera non è ricoperta da uno strato sufficiente (minimo 1,00 m) di terreno tale da consentirne l'infissione. Non rientrando tali tipologie tra quelle a disposizione di ANAS, per lo spartitraffico monofilare (sia di tipo ancorato che infisso) si farà affidamento a fornitura di barriere di tipo commerciale presenti sul mercato.

Si riassumono di seguito le tipologie di barriera da installare sull'asse principale della S.S.131:

- Barriera bordo opera tipo Anas classe H3 con DSM (in alcuni tratti dotata di rete antilancio)
- Barriera bordo rilevato tipo Anas classe H3 con DSM
- Barriera bordo opera tipo Anas classe H2 con DSM
- Barriera bordo rilevato tipo Anas classe H2 con DSM

Per quanto concerne le zone di svincolo, si ipotizza, relativamente alle rampe di uscita, la stessa composizione di traffico dell'asse principale e, conseguentemente, le stesse tipologie, anche in relazione al fatto che, essendo dotate di corsie di accelerazione e decelerazione, è opportuno avere la continuità della barriera adottata sul tratto parallelo che si sviluppa sull'asse principale. Analogamente prevale il criterio della continuità lungo le rampe di immissione che sono tutte dotate di corsia di accelerazione.

Per lo svincolo di Bonorva Nord (Rampe monodirezionali e tratto di collegamento bidirezionale) sarà necessario l'impiego di barriere H2BL tipo Anas in misura pari a circa 1970 m. In corrispondenza del sottovia si prevede l'impiego di Profilo Redirettivo, lungo entrambi i lati, in misura pari alla lunghezza dell'opera e quindi pari a  $2 \times 47 \text{ m} = 94 \text{ m}$ .

Per lo svincolo di Bonorva Sud (rampe monodirezionali e tratto bidirezionale) sarà necessario l'impiego di barriere H2BL tipo Anas in misura pari a circa 907 m.

Si riassumono di seguito le tipologie di barriere da installare per le rampe di svincolo ed i relativi tratti bidirezionali:

- Barriera bordo laterale tipo Anas classe H2 con DSM

➤ Profilo redirettivo

### **3.2 Viabilità locale (SP 125)**

Il tracciato dell'asse principale ed in particolare la realizzazione/sistemazione dei 2 svincoli di Bonorva Nord e Bonorva Sud viene completato dall'intervento di adeguamento della viabilità provinciale della S.P.125 che, potendo costituire inoltre una viabilità alternativa alla statale, in casi eccezionali di chiusura della statale stessa tra i 2 svincoli, sarà riqualificata per l'intero tratto.

La strada provinciale è stata assimilata ad una strada locale extraurbana (tipo F) e, non essendo disponibili dati sull'entità e composizione del traffico, a favore di sicurezza è stato ipotizzato il traffico più gravoso di tipo III, in base ai criteri del DM 21/06/04 le classi di barriere da adottare saranno H2 bordo ponte e H1 bordo laterale che, non essendo la stessa una strada a gestione Anas, saranno da reperire sul mercato.

### **3.3 Viabilità a destinazione particolare**

Trattandosi di tronchi di viabilità necessari alla ricucitura di viabilità poderali o vicinali per garantire l'accessibilità ai fondi altrimenti interclusi, riconducibili a quanto indicato al par. 3.5 del DM 5/11/2001 ed essendo percorse a velocità di progetto inferiore a 70 km/h, esse non rientrano nel campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, come espressamente indicato nel Capitolo 3 della Circolare del Ministero dei Trasporti N. 62032 del 21-07-2010.

Stante quanto sopra detto in merito alle barriere di sicurezza lungo i margini di tali strade, esse sono adottate solo per alcuni tratti, di sufficiente estensione per il corretto funzionamento, ed in particolare dove si sia evidenziata la loro necessità per la sicurezza dell'utenza; occorre infatti rilevare che la eventuale realizzazione di tratti isolati di barriera su queste tipologie di strade potrebbe introdurre paradossalmente elementi di inutile pericolosità, dovuti alla presenza di numerosi elementi terminali che, per loro natura, costituiscono gli elementi di maggior pericolo nel caso di urto con autovetture, anche a bassa velocità.

Nei casi necessari sono state previste quindi barriere di sicurezza bordo laterale di classe N2 e bordo ponte di classe H2 (in corrispondenza delle opere), riferendosi per tali strade a quelle di tipo F con traffico di tipo II, anche al fine di ridurre le tipologie di dispositivi per motivi di ottimizzazione di gestione, così come indicato all'art. 6 del DM 21/06/04.

## 4 Caratteristiche tecniche e prestazionali delle barriere di progetto

La completa definizione delle caratteristiche delle barriere da installare è essenziale ai fini della definizione del progetto di installazione delle stesse. Pertanto per quanto riguarda le barriere Anas, si riportano di seguito le caratteristiche complete sia tecniche, desumibili anche dai disegni di progetto, allegati al progetto esecutivo, e relativi alle tipologie in uso, sia prestazionali, desunti dai rapporti di prova.

Per le barriere non Anas, così come prescritto dalla normativa vigente, si riporteranno le caratteristiche prestazionali di equivalenza atte a reperire sul mercato i dispositivi idonei ad essere installati nel rispetto delle modalità indicate in progetto.

### 4.1 Barriere Anas

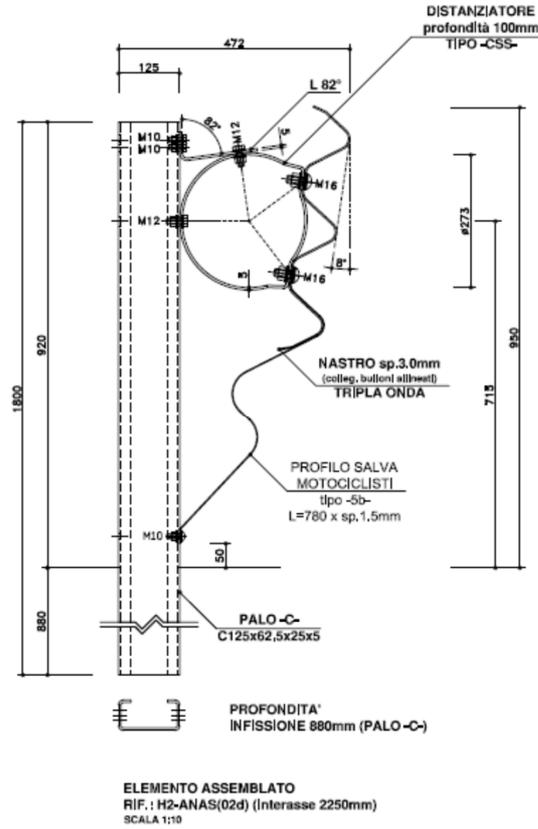
#### 4.1.1 Barriera bordo laterale classe H2

La barriera di classe H2 Bordo Laterale, ha una struttura composta da una tripla onda superiore da 3 mm. di spessore, posta ad un'altezza media di circa 950 mm., e da un profilato a basso spessore (1,5mm) destinato alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo termina a 50 mm dalla superficie del terreno per permettere lo smaltimento delle acque di pioggia, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso.

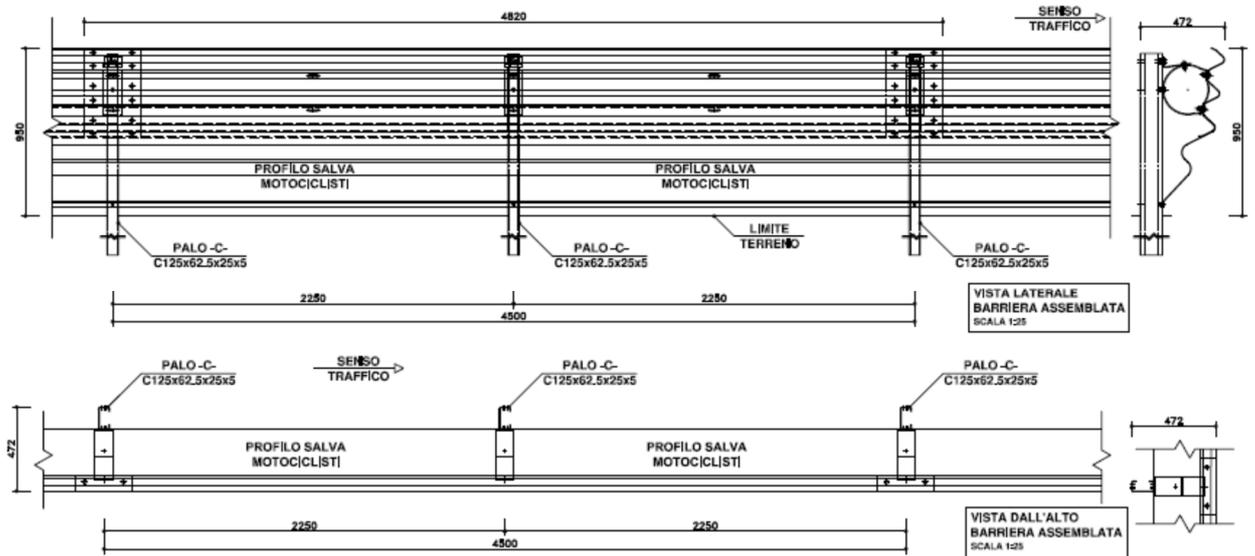
La lama e la parte inferiore del profilo SM sono collegati ai paletti infissi nel terreno; il profilo in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 125x62,5x25 di 5 mm di spessore, posti ad interasse di 2250 mm., lunghi 1800 mm. ed infissi nel terreno per 880 mm.

L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 472 mm.



Sezione barriera ANAS H2 BLSM



Vista laterale e dall'alto barriera ANAS H2 BLSM

Per quanto concerne le **caratteristiche prestazionali**, con riferimento all'esito delle prove al vero, si riportano di seguito le risultanze salienti.

- Prova AISICO n. 463 – TB 11 (veicolo leggero):
  - Indice di severità dell'accelerazione - ASI : 1.0 (A)
  - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 25 Km/h
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 0.8 m (W2)
  - Deformazione dinamica: 0.4 m
  - Massima deformazione permanente: 0.2 m
  
- Prova AISICO n. 464 - TB 51 (veicolo pesante):
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.7 m (W7)
  - Deformazione dinamica 1.6 m
  - Intrusione del veicolo: 2.3 m (VI7)
  - Massima deformazione permanente 1.4 m

#### 4.1.2 Barriera bordo ponte classe H2

La barriera di classe H2 Bordo Ponte, è caratterizzata da una piastra di appoggio di due tipi: quella di minor resistenza, testata nei crash test di riferimento, è progettata per cordoli stretti di almeno 40 cm di larghezza e va montata a filo del cordolo; in questo modo l'ancoraggio è montato a 95 mm dal bordo e può esplicare tutta la resistenza necessaria.

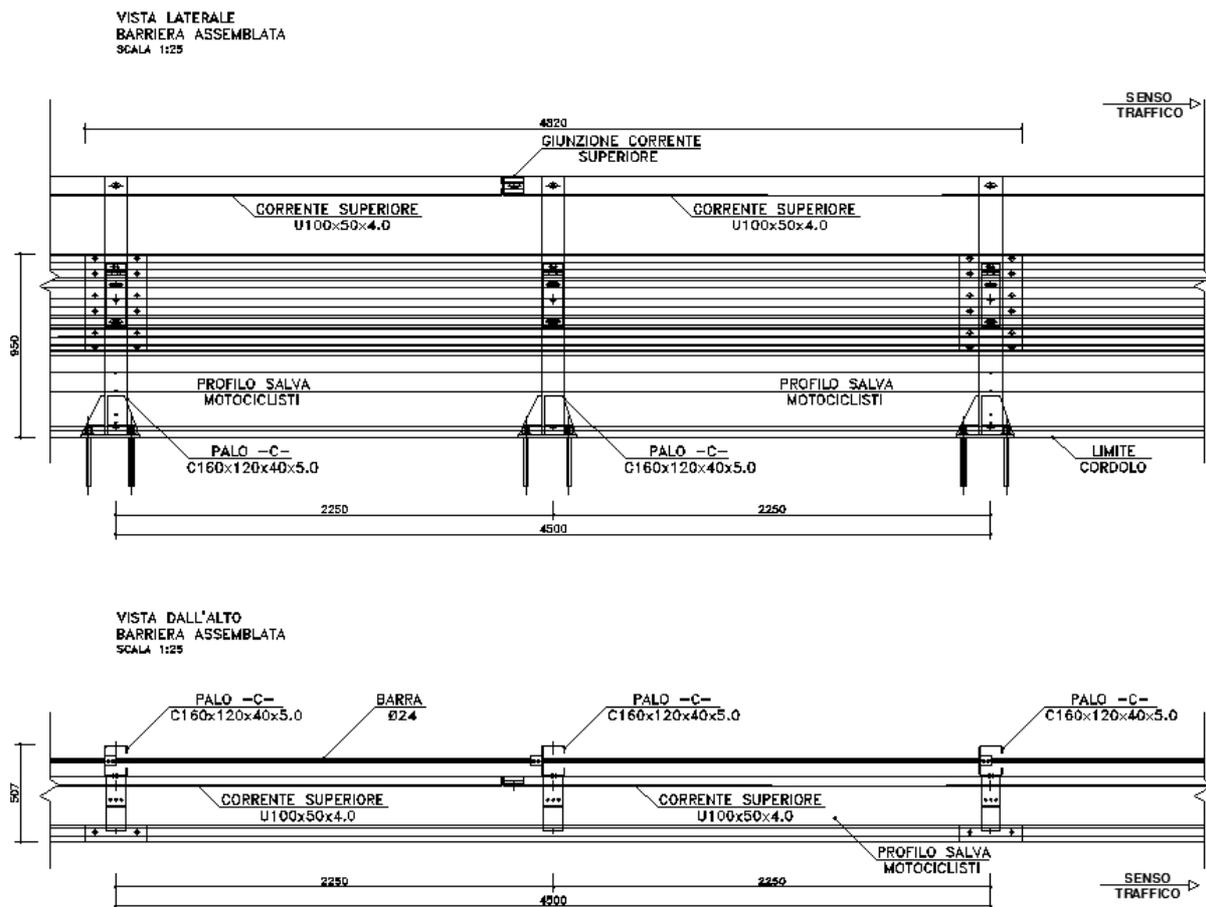
Della barriera esiste una variante equivalente in prestazioni, per cordoli larghi, cioè di almeno 50 cm, che permette l'appoggio completo della piastra di base per cui l'elemento ad U 150x125x10 mm non è necessario: tale versione sarà quella da installare nel progetto.

La parte frontale, ha montato un profilo continuo che eviti danni gravi ai motociclisti urtanti impedendo l'urto diretto su elementi discontinui come i paletti e/o sui bordi taglienti della lama.

Ai fini di ottimizzare le manutenzioni, distanziatore, DSM, tondino e manicotti anti-spianciamento sono sempre gli stessi in tutte le barriere di progetto ANAS della serie "con tondino".

La barriera è composta da un mancorrente superiore di profilato scatolare di 4,0 mm di spessore rinforzato che ricopre un tondino di acciaio B450C  $\Phi$ 24mm inserito nell'anima dei paletti e da una tripla onda sottostante da 3,0 mm. di spessore; ad essa è connesso un profilato sottile (1,5 mm) destinato, alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo passa con la sua parte più bassa, a circa 50 mm dalla superficie





Vista laterale e dall'alto barriera ANAS H2 BPSM

Per quanto concerne le **caratteristiche prestazionali**, con riferimento all'esito delle prove al vero, si riportano di seguito le risultanze salienti:

- Prova AISICO n. 856 – TB 11 (veicolo leggero):
  - Indice di severità dell'accelerazione - ASI : 1.1 (B)
  - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 30 Km/h
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 08 m (W2)
  - Deformazione dinamica: 0.4 m
  - Massima deformazione permanente: 0.2 m
- Prova AISICO n. 857 - TB 51 (veicolo pesante):
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.2 m (W4)
  - Deformazione dinamica 1.0 m
  - Intrusione del veicolo: 1.0 m (VI3)
  - Massima deformazione permanente 0.7 m

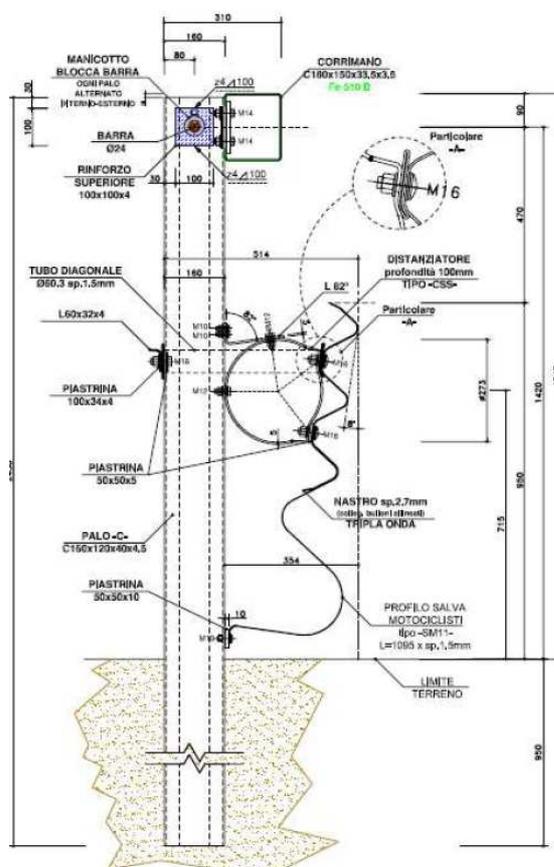
### 4.1.3 Barriera bordo laterale classe H3

La barriera di classe H3 Bordo Laterale, ha una struttura composta da una tripla onda superiore da 2.7 mm. di spessore, posta ad un'altezza media di circa 950 mm., e da un profilato a basso spessore (1,5mm) destinato alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo termina a 50 mm dalla superficie del terreno per permettere lo smaltimento delle acque di pioggia, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso.

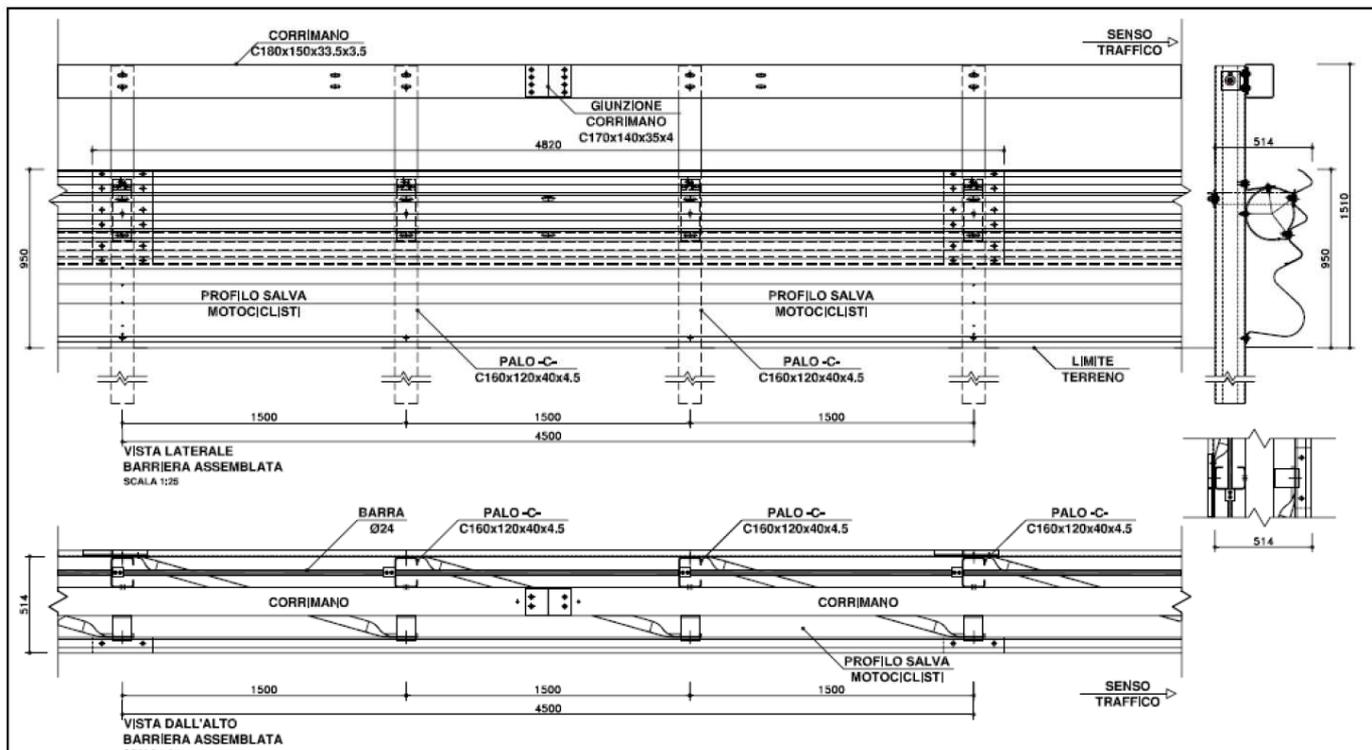
La lama e la parte inferiore del profilo SM sono collegati ai paletti infissi nel terreno; il profilo in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 160x120x40 di 4.5 mm di spessore, posti ad interasse di 1500 mm., lunghi 1510 mm. ed infissi nel terreno per 950 mm.

L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 514 mm.



Sezione barriera ANAS H3 BPSM



*Vista laterale e dall'alto barriera ANAS H2 BPSM*

Per quanto concerne le **caratteristiche prestazionali**, con riferimento all'esito delle prove al vero, si riportano di seguito le risultanze salienti:

- Prova AISICO n. 852 – TB 11 (veicolo leggero):
  - Indice di severità dell'accelerazione - ASI : 1.1 (B)
  - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 3.1 Km/h
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 0.8 m (W2)
  - Deformazione dinamica: 0.4 m
  - Massima deformazione permanente: 0.2 m
- Prova AISICO n. 857 - TB 61 (veicolo pesante):
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.7 m (W5)
  - Deformazione dinamica 1.3 m
  - Intrusione del veicolo: 2.1 m (VI6)
  - Massima deformazione permanente 1.0 m

#### **4.1.4 Barriera bordo ponte classe H3**

La barriera di classe H3 Bordo Ponte, è caratterizzata da una piastra di appoggio di due tipi: quella di minor resistenza, testata nei crash test di riferimento, è progettata per cordoli stretti di almeno 40 cm di larghezza e va montata a filo del cordolo; in questo modo l'ancoraggio è montato a 95 mm dal bordo e può esplicare tutta la resistenza necessaria.

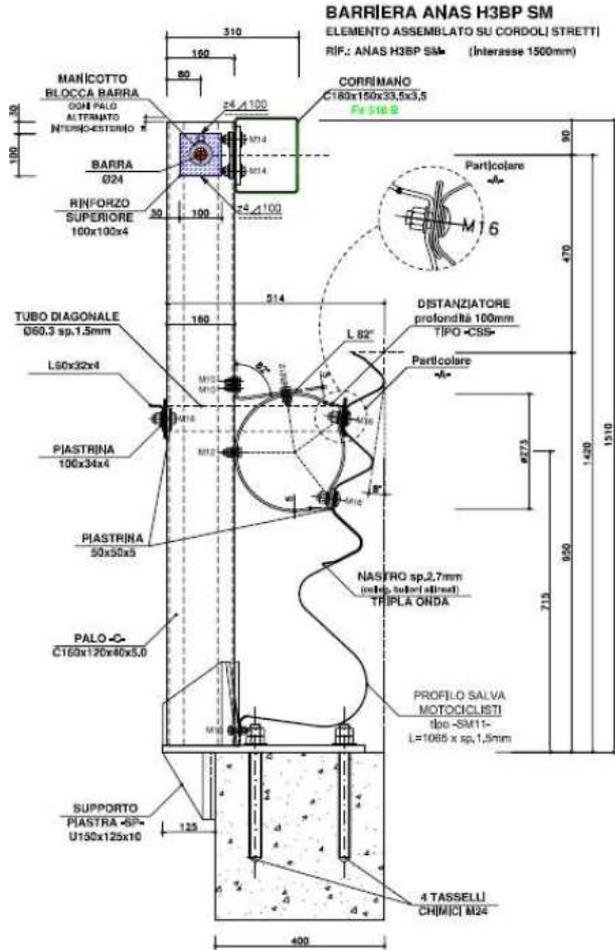
Della barriera esiste una variante equivalente in prestazioni, per cordoli larghi, cioè di almeno 50 cm, che permette l'appoggio completo della piastra di base per cui l'elemento ad U 150x125x10 mm non è necessario: tale versione sarà quella da installare nel progetto.

La parte frontale, ha montato un profilo continuo che eviti danni gravi ai motociclisti urtanti impedendo l'urto diretto su elementi discontinui come i paletti e/o sui bordi taglienti della lama.

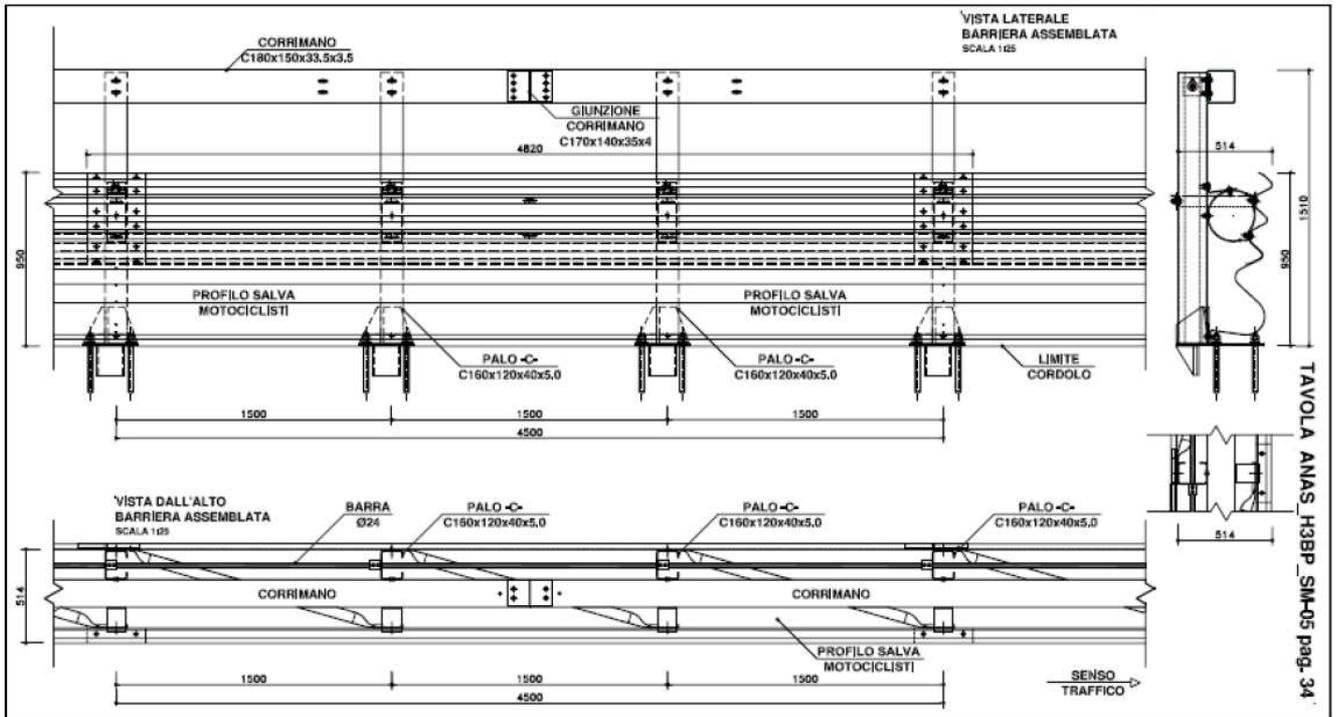
Ai fini di ottimizzare le manutenzioni, distanziatore, DSM, tondino e manicotti anti-spanciamento sono sempre gli stessi in tutte le barriere di progetto ANAS della serie "con tondino".

La barriera è composta da un mancorrente superiore di profilato scatolare di 3,5 mm di spessore rinforzato che ricopre un tondino di acciaio B450C  $\Phi 24$ mm inserito nell'anima dei paletti e da una tripla onda sottostante da 2,7 mm. di spessore; ad essa è connesso un profilato sottile (1,5 mm) destinato, alla protezione dei motociclisti, opportunamente sagomato, collegato alla parte inferiore della lama; detto profilo passa con la sua parte più bassa, a circa 50 mm dalla superficie del cordolo di supporto, senza che sia possibile l'infilamento al di sotto del corpo del motociclista o di parti di esso. La lama e la parte inferiore del DSM sono collegati ai paletti ancorati al cordolo; il DSM in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

I paletti sono a sezione a "C" 160x120x40 di 5,0 mm di spessore, posti ad interasse di 15000 mm., lunghi 1510 mm. e saldati alle piastre. L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 514 mm.



Sezione barriera ANAS H3BPSM



Vista laterale e dall'alto barriera ANAS H4 BLSM

Per quanto concerne le caratteristiche prestazionali, esse sono riferite alla prove al vero eseguite sulla barriera senza rete, che si riportano di seguito, in quanto la presenza della rete è stata valutata con la prova di laboratorio consistenti di cui al Report AISICO N. PS/052/16/16 del 02/08/2016.

- Prova AISICO n. 847 – TB 11 (veicolo leggero):
  - Indice di severità dell'accelerazione - ASI : 1.3 (B)
  - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 30 Km/h
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 0.7 m (W2)
  - Deformazione dinamica: 0.3 m
  - Massima deformazione permanente: 0.3 m
- Prova AISICO n. 848 - TB 61 (veicolo pesante):
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.6 m (W5)
  - Deformazione dinamica 1.2 m
  - Intrusione del veicolo: 1.9 m (VI6)
  - Massima deformazione permanente 0.8 m

## **4.2 Barriere commerciali**

Per le tipologie non previste nel parco barriere Anas o per quella da installare su rete di altri gestori si dovrà fare riferimento a dispositivi da reperire sul mercato, da individuare mediante indicazione delle caratteristiche prestazionali di equivalenza, in modo che si possa installare qualsiasi dispositivo soddisfi i requisiti richiesti. Per tal motivo si sono indicate delle caratteristiche prestazionali consone per l'installazione ma riscontrabili nel parco barriere esistente. Per quanto concerne le barriere bordo opera è richiesto che la prova al vero sia stata effettuata simulando il vuoto a tergo del supporto.

Resta confermato, inoltre, tutti gli obblighi di legge in particolare la marcatura CE.

#### 4.2.1 Barriera spartitraffico monofilare classe H3 (ancorata alla sottostruttura in c.a.)

E' da installarsi lungo lo spartitraffico della SS131 nel breve tratto di scavalco del sottopasso di attraversamento dello Svincolo di Bonorva Nord in continuità (sia lato Nord che lato Sud) con la barriera infissa di pari classe. Analogo tipo è previsto in corrispondenza del Tombino T2 nel tratto relativo allo svincolo di bonorva Sud. Occorrerà installare una barriera in acciaio, avente le seguenti caratteristiche prestazionali salienti, da riscontrarsi dalle prove al vero.

Le caratteristiche prestazionali richieste sono di seguito riportate:

*Con riferimento alla prova con veicolo leggero:*

- ✓ Indice di severità dell'accelerazione – ASI max B

*Con riferimento alla prova con veicolo pesante:*

- ✓ Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.7 m (W5)

#### 4.2.2 Barriera spartitraffico monofilare classe H3 (infissa)

E' da installarsi lungo lo spartitraffico della SS131 in entrambi i tratti oggetto del presente intervento in continuità con quanto previsto attualmente. Occorrerà installare una barriera in acciaio, avente le seguenti caratteristiche prestazionali salienti, da riscontrarsi dalle prove al vero.

Le caratteristiche prestazionali richieste sono di seguito riportate:

*Con riferimento alla prova con veicolo leggero:*

- ✓ Indice di severità dell'accelerazione – ASI max B

*Con riferimento alla prova con veicolo pesante:*

- ✓ Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.7 m (W5)

#### 4.2.3 Barriera bordo ponte classe H2

E' da installarsi lungo il bordo laterale della viabilità locale nei tratti di oggetto del presente intervento che non saranno a gestione Anas, in corrispondenza delle zone ove sono presenti cordoli di ancoraggio o in corrispondenza di tombini con insufficiente strato di ricoprimento (Tombino T3 e Tombino T4) o lungo i 2 cavalcavia che collegano la SP125 con la viabilità locale 1 (Svincolo Bonorva Sud). Occorrerà installare una barriera in acciaio, avente le seguenti caratteristiche prestazionali salienti, da riscontrarsi dalle prove al vero che devono essere effettuate con il vuoto a tergo.

*Con riferimento alla prova con veicolo leggero:*

- ✓ Indice di severità dell'accelerazione – ASI max B

*Con riferimento alla prova con veicolo pesante:*

- ✓ Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.7 m (W5)

#### 4.2.4 Barriera bordo laterale classe H2

Ne è prevista l'installazione in particolare sulla viabilità locale (SP 125) al fine di realizzare il dispositivo misto con la barriera H2 bordo ponte. E' inoltre prevista nei tratti di approccio ai 2 cavalcavia presenti nel tratto di svincolo di Bonorva Sud.

Sarà anch'essa in acciaio con le caratteristiche prestazionali di seguito riportate:

*Con riferimento alla prova con veicolo leggero:*

- ✓ Indice di severità dell'accelerazione – ASI max A

*Con riferimento alla prova con veicolo pesante:*

- ✓ Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.7 m (W5)

Deformazione dinamica massima: 1.30 m

#### 4.2.5 Barriera bordo laterale classe H1

Ne è prevista l'installazione sulla viabilità locale (SP 125). Sarà metallica in acciaio con le caratteristiche prestazionali di seguito riportate:

*Con riferimento alla prova con veicolo leggero:*

- ✓ Indice di severità dell'accelerazione – ASI max A

*Con riferimento alla prova con veicolo pesante:*

- ✓ Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.7 m (W5)

- ✓ Deformazione dinamica massima: 1.30 m

#### 4.2.6 Barriera bordo laterale classe N2

Ne è prevista l'installazione sulla viabilità locale (strade locali ed interpoderali) al fine di realizzare le protezioni nei tratti di effettivo pericolo.

Sarà in acciaio con le caratteristiche prestazionali di seguito riportate:

*Con riferimento alla prova con veicolo leggero:*

- ✓ Indice di severità dell'accelerazione – ASI max A

*Con riferimento alla prova con veicolo pesante:*

- ✓ Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.3 m (W4)

Deformazione dinamica massima: 1.20 m

## 5 Modalità di installazione delle barriere bordo laterale

### 5.1 Criteri per la definizione della modalità di installazione

Le prove d'urto di barriere da bordo laterale sono generalmente eseguite su terreni pianeggianti, con estensione dietro la barriera che, rispetto alle dimensioni della stessa, può essere considerata indefinita, caratterizzate da proprietà geotecniche elevate (generalmente terreni di classe A1a). Tali condizioni non sono quelle realizzabili in pratica (in particolare per quanto attiene alla possibilità di avere un'estensione indefinita di terreno a tergo della barriera) dove, oltre ad avere larghezze dell'arginello contenute, si hanno, generalmente, materiali con caratteristiche meccaniche diverse da quelle considerate nelle prove d'urto.

Appare quindi evidente la necessità di verificare che le modalità di installazione previste in progetto siano tali da garantire il corretto funzionamento dei dispositivi riproducendo, sotto entro determinati limiti, le condizioni della prova al vero.

Nel caso di installazione di barriere bordo laterale le verifiche da condurre sono di due tipi:

- a) **Verifica di resistenza dell'infissione**: si tratta di una verifica essenzialmente di natura geotecnica, mirante a determinare se il terreno risulti in grado di offrire una resistenza pari o maggiore a quella delle condizioni di riferimento;
- b) **Verifica geometrica**: si riferisce alla valutazione delle potenziali condizioni di rollo associabili ad un mezzo in svio date le dimensioni dello spazio sub-orizzontale del margine esterno (distanza tra il fronte barriera esposto al traffico ed il vertice della scarpata).

#### 5.1.1 Verifica dell'infissione

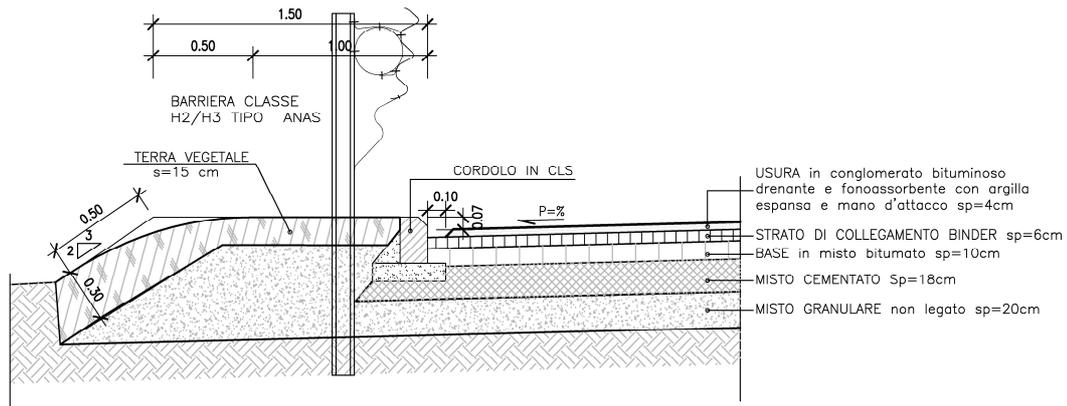
Per quanto concerne la verifica di natura geotecnica possono essere d'ausilio le prove di carico su piastra effettuate da Anas su di un arginello, con larghezza sub orizzontale di 1.25 m, realizzato con uno strato di misto granulare di spessore di circa 25 cm le cui risultanze, riportate nell'allegato 1 sono state confrontate con quelle eseguite da AISICO sul terreno di prova, e riportate nell'allegato 2.

La prova di carico su piastra eseguita da AISICO nel campo prove mostra, nell'intervallo di carico 250-350 KPa, un modulo di deformazione Md del I ciclo di carico pari a 27 MPa e del II ciclo di carico pari a 125 Mpa; nelle prove effettuate sull'arginello realizzato con misto granulare stabilizzato granulometricamente (terreno A1a), previa compattazione con un compattatore manuale al fine di realizzare le condizioni realmente riscontrabili in cantiere date le dimensioni

contenute degli arginelli, si sono ottenuti dei valori del modulo di deformazione  $M_d$ , sia al I che al II ciclo di carico, maggiori di quelli del campo prove, rispettivamente pari a 81 e 158 MPa.

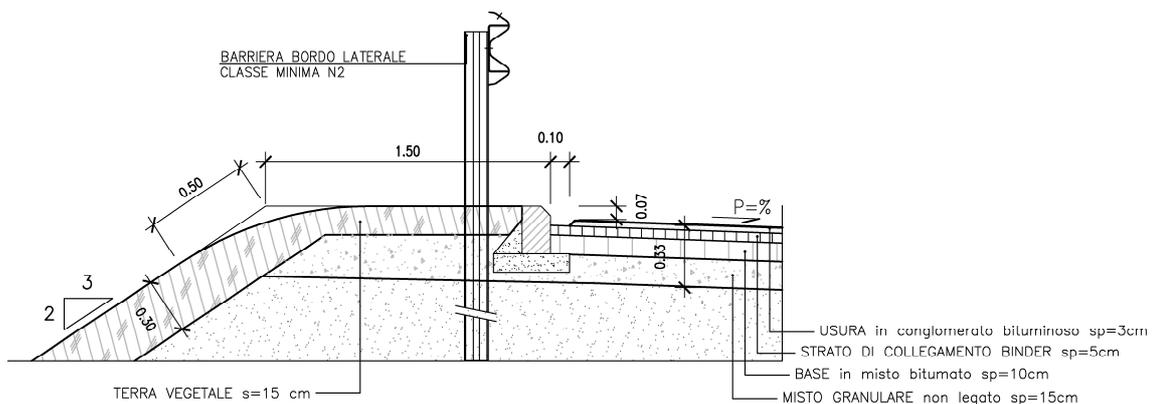
Le soluzioni progettuali adottate per le installazioni delle barriere su bordo rilevato, di classe H2 tipo Anas e di classe H2/H1/N2 tipo commerciale sono riportate negli schemi sotto riportati.

#### DETTAGLIO MARGINE S.S. 131 IN RILEVATO



*Margine laterale tipo della viabilità principale con barriera H3/H2 bordo laterale Anas*

#### DETTAGLIO MARGINE VIABILITA' LOCALE IN RILEVATO



*Margine laterale tipo della viabilità secondaria con barriere metalliche H2/H1/N2 commerciali.*

In entrambi i casi si può notare che lo strato di misto granulare della fondazione è stato esteso fino al limite della scarpata, con spessore maggiorato rispettivamente a circa 50 e 30 cm in

corrispondenza dell'arginello, in modo che la coltre vegetale superiore abbia uno spessore ridotto a 15 cm.

Alla luce delle risultanze delle prove effettuate si può senz'altro affermare che le configurazioni adottate sono tali da garantire le corrette modalità di infissione dei montanti.

Resta inteso che tale modalità di infissione è da adottarsi anche in quei casi in cui si necessita di sostituire un tratto di barriera esistente: occorre quindi in tali circostanze effettuare la bonifica dell'arginello nelle modalità sopra indicate.

### 5.1.2 Verifica geometrica

La verifica di natura geometrica è basata su considerazioni inerenti la stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte rispetto alla deformazione sotto urto della barriera. La posizione del mezzo durante l'urto dipende, oltre che dalla configurazione della scarpata, dalla deformazione trasversale dinamica della barriera (la massima registrata durante la prova di crash) e dalla configurazione geometrica del mezzo impattante. Nella normativa attuale non vi sono prescrizioni specifiche in merito a tale aspetto; tuttavia nella letteratura tecnica di settore sono riscontrabili indicazioni che, sulla base di considerazioni legate all'angolo di rollio ed alla configurazione a ruote gemellate del mezzo pesante in fase di urto, stabiliscono che la larghezza del tratto sub-orizzontale dell'arginello debba essere almeno pari alla deformazione dinamica della barriera, ridotta di una certa quantità che, ad esempio, le *Istruzioni* [15] fissano pari a 70 cm per le prove con veicoli pesanti e 20 cm per le prove con i veicoli leggeri.

Gli arginelli previsti in progetto, sia in corrispondenza della barriera H2 Anas che delle barriere di tipo commerciale, hanno una larghezza di 1.50 m; considerando che la deformazione dinamica della barriera Anas è pari a 1.60 m e quella (richiesta) della barriera H1 è pari a (massimo) 1.30 m, in riferimento a quanto soprariportato circa la riduzione della larghezza del tratto sub-orizzontale dell'arginello (dell'entità di 70 cm) le condizioni richieste risultano ampiamente soddisfatte.

## **6 Modalità di installazione delle barriere bordo opera**

### **6.1 Criteri per la definizione della modalità di installazione**

Le barriere bordo opera sono generalmente testate realizzando, nei campi prova, il vuoto a tergo del supporto: questo è avvenuto infatti per le barriere Anas previste nel progetto ed è un requisito richiesto per quelle commerciali. Ne consegue che le verifiche di installazione saranno pertanto solo quelle relative a:

- Altezza del cordolo rispetto al piano viabile: le prove al vero sono in genere realizzate con cordolo a filo pavimentazione; tuttavia, in relazione anche alle indicazioni de DM 5/11/01, è possibile realizzare un'altezza fino a 7 cm, utile ai fini del convogliamento dell'acqua sui margini e tale da non inficiare le condizioni d'urto, essendo tale altezza generalmente inferiore a quella di uno pneumatico di veicolo leggero.
- Ancoraggi: sarà sufficiente verificare che siano realizzati in piena conformità alle specifiche del produttore desunte dal manuale d'installazione della barriera.
- Resistenza del cordolo: le caratteristiche di resistenza meccanica del cordolo dovranno essere pari o superiori a quelle del supporto della prova al vero: sulle nuove costruzioni tale circostanza non pone particolari problemi, e le verifiche relative alle azioni trasmesse alla struttura dalla barriera in caso di urto sono state valutate nelle relazioni di calcolo delle singole opere, alle quali si rimanda. Diverso è il caso di installazione su cordoli di opere esistenti, in cui deve essere valutata l'idoneità sia del cordolo che della struttura ed eventualmente previsti interventi di adeguamento localizzati di cui si darà conto nel seguito della presente relazione.

### **6.2 Installazione su nuove opere d'arte**

Le barriere bordo opera su nuove opere d'arte, siano esse su viadotto o in testa muro, prevedono sempre la realizzazione di un cordolo in c.a. con Rck 40, di larghezza pari a 75 cm ed altezza, rispetto al piano viabile, di 7 cm.

Le caratteristiche complete dei materiale dei cordoli sono riportate di seguito.

## CALCESTRUZZO PER SOLETTE E CORDOLI

- A PRESTAZIONE GARANTITA CONFORME ALLA UNI EN 206-1:2006
- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA A COMPRESSIONE: C 32/40
- CLASSE DI CONSISTENZA SLUMP: S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE: XC3 + XD1
- DIMENSIONE MASSIMA DEGLI AGGREGATI:  $D_{max}$  25
- RAPPORTO A/C MAX: 0.55
- CONTENUTO MINIMO DI CEMENTO 320 Kg/mc
- COPRIFERRO: 35mm

Per le ragioni prima esposte non sono necessarie ulteriori verifiche ed i casi previsti in progetto sono semplicemente di seguito elencati:

- Barriera bordo opera Anas H3 su viadotto
- Barriera bordo opera Anas H3 in testa muro
- Barriera bordo opera H2 (commerciale) in testa muro o comunque su cordolo

### **6.3 Installazione su opera d'arte esistente**

#### **6.3.1 Premessa**

Le considerazioni esposte in questo paragrafo riguardano il dimensionamento delle opere connesse all'intervento di sostituzione delle barriere di sicurezza sull'impalcato del cavalcavia esistente di scavalco della SS131 (prg 1+330 circa), all'interno dell'intervento dello svincolo di Bonorva Sud.

Per la sostituzione delle barriere di sicurezza esistenti con nuove barriere si prevede la demolizione dei cordoli laterali esistenti e la successiva conseguente realizzazione di nuovi cordoli.

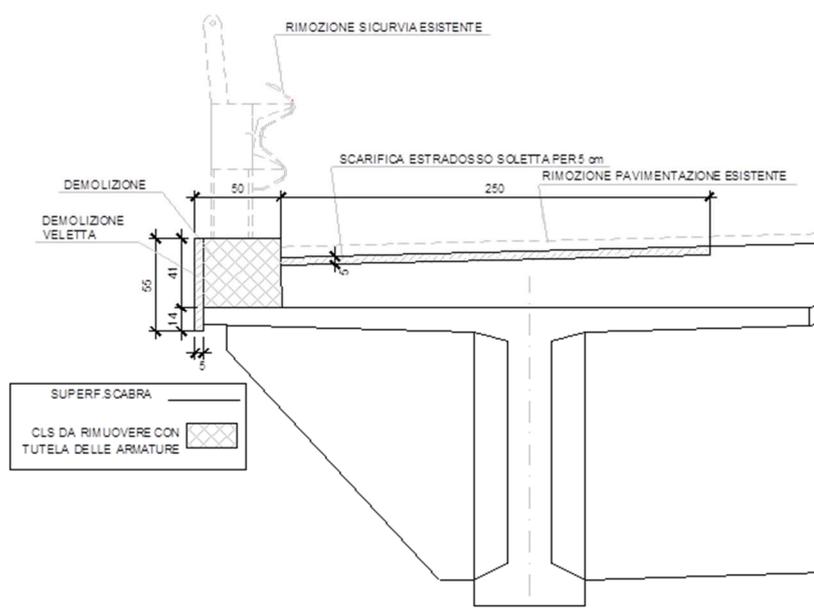
Le barriera di sicurezza saranno di tipo H2 bordo ponte di tipo commerciale poiché il tratto non è a gestione ANAS.

Nella presente trattazione sono riportate le verifiche strutturali dei nuovi cordoli sia per la condizione eccezionale di urto di veicolo in svio, che per la condizione di carico di vento sulla barriera integrata (eventualmente installabile ma per ora non prevista nella quale il vento è l'azione dominante) che in ogni caso copre l'azione sulla rete antilancio ora effettivamente prevista, in modo da contemperare entrambe le tipologie di installazione.

### 6.3.2 Descrizione degli interventi

Gli interventi connessi con la sostituzione delle barriere di sicurezza bordo opera sono elencati di seguito:

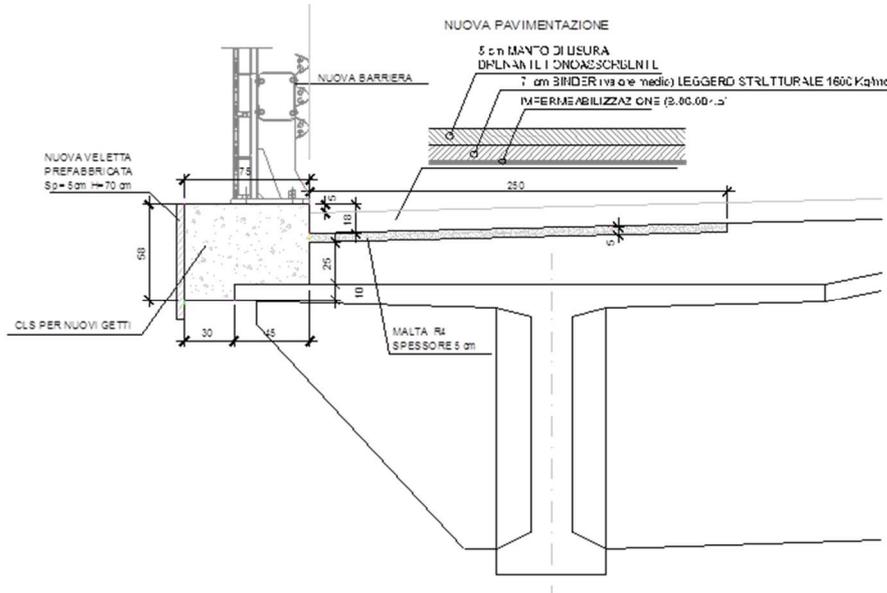
- rimozione del pacchetto stradale esistente, inclusi i giunti di sottopavimentazione, fino all'estradosso della soletta;
- demolizione dei cordoli e delle velette, con tutela delle armature esistenti;
- asportazione, con intervento di idrodemolizione, di uno spessore di calcestruzzo della soletta pari a 5 cm per una larghezza di 2,50 m a partire dal filo interno dei cordoli, per tutta l'estensione del viadotto.



Sezione impalcato esistente con evidenza dell'intervento di demolizione.

Terminate le operazioni di demolizione si procederà al ripristino della soletta, per uno spessore di 5 cm, con una malta a fluidità modulabile, rinforzata con fibre di polipropilene antiritiro e anticorrosione, previo posizionamento di nuove barre di armatura, alla ricostruzione dei cordoli in cemento armato con velette prefabbricate e, successivamente, alla posa in opera di una nuova barriera bordo-ponte.

Infine verrà posato lo strato di impermeabilizzazione e verranno realizzati i nuovi giunti di sottopavimentazione. terminate queste operazioni si procederà a realizzare un nuovo pacchetto di pavimentazione che consenta di ripristinare la quota del piano viabile.



Sezione impalcato con evidenza dell'intervento di ricostruzione.

### 6.3.3 Materiali

#### ➤ Intervento di idrodemolizione di parti in calcestruzzo:

A conclusione dell'intervento le superfici devono essere pulite, prive di elementi estranei e deve essere eliminato ogni altro elemento che possa alterare la coesione per i successivi trattamenti e/o getti

#### Intervento di ripristino:

- Nuovi cordoli:

Calcestruzzo: C32/40

Acciaio per c.a.: B450C

- Soletta d'impalcato:

Malta da ripristino Classe R4

La ricostruzione dei centimetri di spessore del calcestruzzo della soletta verrà eseguita con malta tixotropica o a fluidità modulabile, rinforzata con fibre polipropilene, antiritiro, anticorrosione, contenente inibitori di corrosione.

L'applicazione della malta va eseguita su un supporto saturato a superficie asciutta.

Immediatamente dopo la saturazione applicare la malta per il ripristino della sezione fino allo spessore utile lasciando una finitura a fratazzo. Il prodotto non va applicato con temperature inferiori ai 5° C e va applicato con attenzione nel caso in cui le temperature superino i 35°C.

Il prodotto applicato dovrà essere conforme a quanto previsto dalla EN 1504-3 e i documenti da questa richiamati.

#### Caratteristiche tecniche della malta R4 secondo UNI EN 1504-3:

- Resistenza a compressione (UNI EN 12190)  $\geq 45$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza alla penetrazione della Co<sub>2</sub> (UNI EN 13295)  $\mu = 10.000$
- Contenuto ioni cloruro (UNI EN 1015-17)  $\leq 0.05$  %
- Modulo elastico (UNI EN 13412)  $\geq 20.000$  N/mm<sup>2</sup>
- Adesione al cls per trazione diretta a 28gg (EN 1542)  $\geq 2,0$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a flessione a 28gg (UNI EN 196/1)  $\geq 8$  N/mm<sup>2</sup>
- Pull-out a 28 gg (UNI EN 15184)  $> 15$  N/mm<sup>2</sup>
- Ritiro/espansione impedita (EN 12617-4)  $\geq 2,0$  MPa

#### 6.3.4 Inquadramento degli interventi nell'ambito normativo vigente

L'intervento descritto nella presente relazione è progettato secondo la vigente normativa e più precisamente è disciplinato dal capitolo 8 "Costruzioni esistenti" delle NTC2008: nel caso specifico la categoria di interventi in cui ricade il ponte è quella di cui al paragrafo 8.4.3 "Riparazione o interventi locali che interessino elementi isolati" in quanto lo stato di fatto delle opere comporta l'effettuazione di interventi locali, che non comportano ampliamento dell'opera, alterazione dello schema statico, cambio di destinazione d'uso e né variazione dei carichi globali in fondazione in misura eccedente il 10%.

Per tale intervento è necessario procedere alla verifica anche delle porzioni di struttura del ponte interagenti con le nuove barriere e quindi alla verifica dei cordoli laterali. Tale verifica si estenderà alla valutazione della sicurezza della connessione tra i cordoli stessi e la soletta esistente.

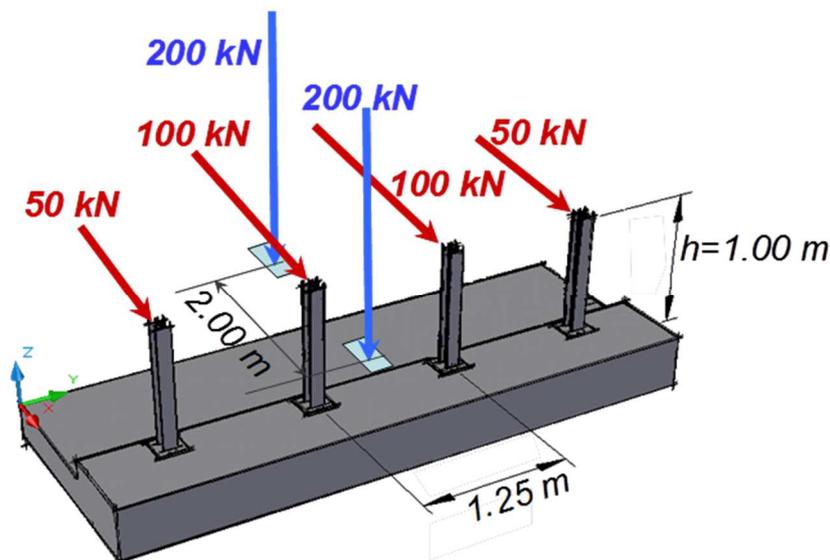
Per le valutazioni si sono assunti i seguenti dati:

- Spessore della soletta (getto in opera + ala superiore della trave in c.a.p.) post-operam:  
 $s = 45$ cm
- Altezza del cordolo sopra l'estradosso di soletta:  $c = 18$ cm
- Spessore della pavimentazione:  $p = 10$ cm
- Armatura di collegamento cordolo soletta: in assenza di dati sull'armatura esistente si dispone armatura aggiuntiva B450C
- Calcestruzzo: per i nuovi cordoli C32/40
- Fattore di confidenza FC  $FC = 1.00$

In assenza di maggiori elementi di conoscenza, provenienti da risultanze sperimentali e conseguenti valutazioni teoriche, specifiche per la tipologia di barriere prevista in progetto e per le condizioni locali di installazione, nel progetto strutturale si deve tener conto delle forze causate da collisioni sugli elementi di sicurezza attraverso il seguente sistema di forze equivalenti:

- **Forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, la cui interdistanza è stabilita in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato.
- **Carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC e costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezziera della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

Lo schema di carico equivalente sopra descritto può pertanto rappresentarsi come mostrato nella figura successiva.



Sistema di forze equivalenti per condizioni di progetto ordinarie

Lo schema della figura precedente risulta idoneo a rappresentare le azioni equivalenti alle forze di collisione, riferite a condizioni ordinarie della strada e delle barriere, con particolare riferimento alle connessioni tra queste e la struttura.

Le azioni orizzontali equivalenti all'urto sono azioni a carattere eccezionale e pertanto, ai sensi delle vigenti NTC08, comportano coefficienti parziali unitari sui materiali.

Nel caso specifico non sarà considerata l'azione stabilizzante dei carichi verticali dovuti ai veicoli viaggianti.

### 6.3.5 Verifiche Strutturali

Le verifiche strutturali sono riportate negli allegati 3 e 4 e sono riferite sia al caso urto di veicolo in svio (azione eccezionale), sia sotto l'azione del vento su eventuale barriera antirumore (azione dominante) e carichi da traffico.

## 7 Lunghezze di installazione

In base al DM 21/06/04 [2] le protezioni devono in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella installata nella prova al vero, integrando il dispositivo con i terminali semplici indicati nel certificato di prova. Quando non è possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), è possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta H3 nel solo caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale.

Nel progetto in esame, sull'asse principale è previsto solo un tratto di barriere H3 bordo ponte di estensione inferiore alla minima testata e precisamente tra prg. 0+960 e +1.028 (estesa di 68 m): in questo caso tuttavia la barriera è compresa tra 2 tratti di 30m cadauno di barriere bordo laterale di classe H3 e quindi il loro collegamento strutturale garantisce quanto richiesto dalla normativa. Negli altri casi, tra estese di barriere comunque superiori alla minima testata, sono previsti collegamenti tra barriere di classi diverse, a diversa od uguale destinazione, nelle modalità descritte di seguito, ma sempre in modo che sia garantita la lunghezza minima di quella avente classe maggiore e la continuità strutturale con la tipologia superiore per quella di classe inferiore avente lunghezza minore di quella minima testata.

In corrispondenza delle barriere bordo ponte di classe H2 (previste nei tratti su cordolo lungo la SP125 di estesa pari rispettivamente a 50 m e 55m, e a protezione dei n.2 cavalcavia di attraversamento del tratto Bonorva Sud che collegano la SP125 con la Viabilità Locale 1) si è reso necessario un dispositivo misto, aggiungendo alla barriera bordo ponte H2 in acciaio due tratti di barriera bordo laterale H2 in acciaio di 30 m cadauna, al fine di ottenere comunque una estesa superiore a quella minima. Inoltre per la SP125, data la presenza di accessi privati immediatamente a ridosso del pavimentato, in corrispondenza del tratto di cordolo in c.a. di progetto previsto tra le prg. 4+107 e +4.157, la lunghezza del dispositivo misto è comunque condizionata risultando leggermente inferiore (L=84 m) a quella minima testata.

Infine, sempre per la S.P. 125, limitatamente alla zona compresa tra le prg 0+800 e 0+880 circa, data la presenza di accessi privati, l'applicazione della barriera bordo laterale H1 risulta inferiore (L= 66m) a quella minima testata.

Ciò tuttavia l'installazione di una estesa inferiore a quella minima testata può considerarsi ammissibile limitatamente a tali casi specifici, in quanto tali tratti sono percorsi a velocità di progetto inferiore a 70 km/h e pertanto non soggetti all'applicazione del D.M. 18/02/1992 n.223 (e s.m.i.) in base all'art.2 del citato decreto e in riferimento a quanto previsto dal par.3 della Circolare Esplicativa del 21/07/2010 (Ministero Infrastrutture e Trasporti).

## 8 Transizioni

In base alla normativa le transizioni tra diversi tipi di barriere non devono necessariamente essere sottoposte a prove di crash in scala reale od a calcolazioni numeriche, essendo tuttavia sempre possibile, a maggior garanzia, prevederne l'effettuazione nei casi che si dovessero rendere necessari per la peculiarità delle transizione. La definizione delle transizione può avvenire nel rispetto di requisiti di carattere geometrico funzionale che possono essere desunti anche dalla Norma EN 1317-4:2012 [14] che essendo in versione "DRAFT" può essere presa come riferimento tecnico. Di seguito si riporta una sintesi dei criteri di maggior importanza:

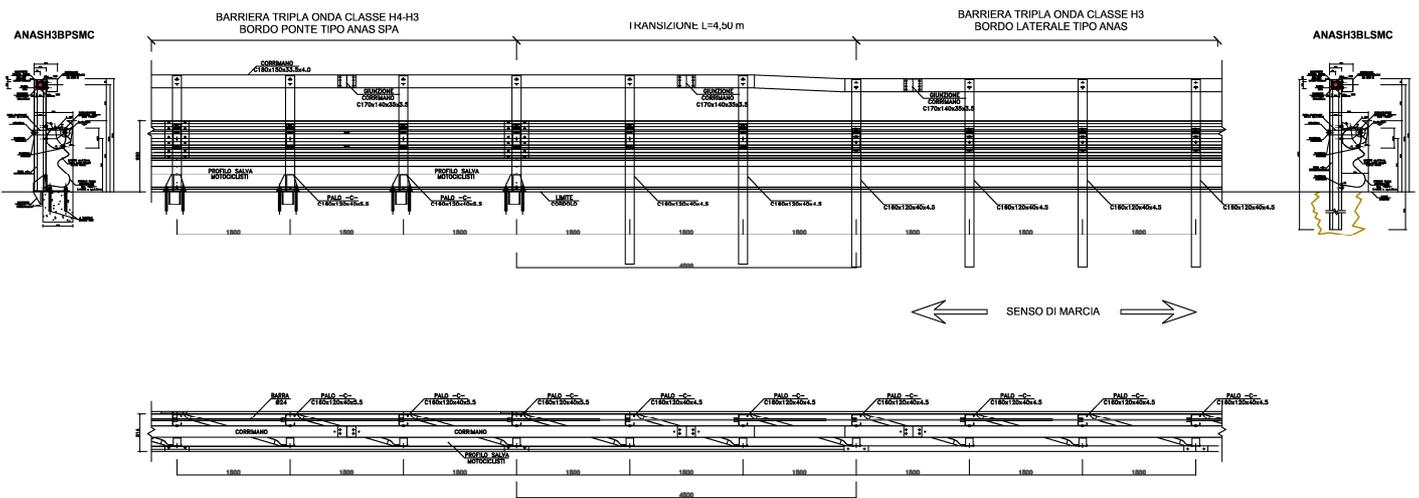
- il collegamento tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più dell'8% e non più di 5° sul piano orizzontale;
- si considerano elementi longitudinali "resistenti" la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori pararuota;
- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione;
- nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedono quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima;
- poiché dal punto di vista strutturale, il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

### 8.1 Transizioni tra barriere Anas

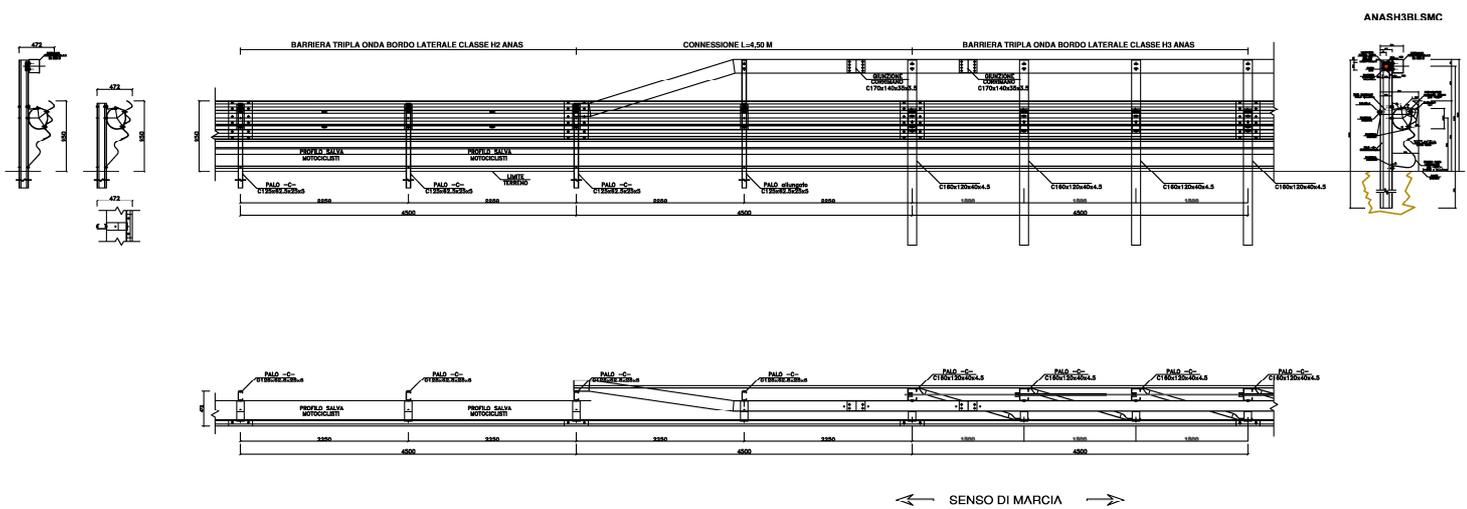
Si tratta di transizioni tra barriere della stessa famiglia e quindi la continuità strutturale ed i requisiti di cui al paragrafo precedente sono sicuramente soddisfatti.

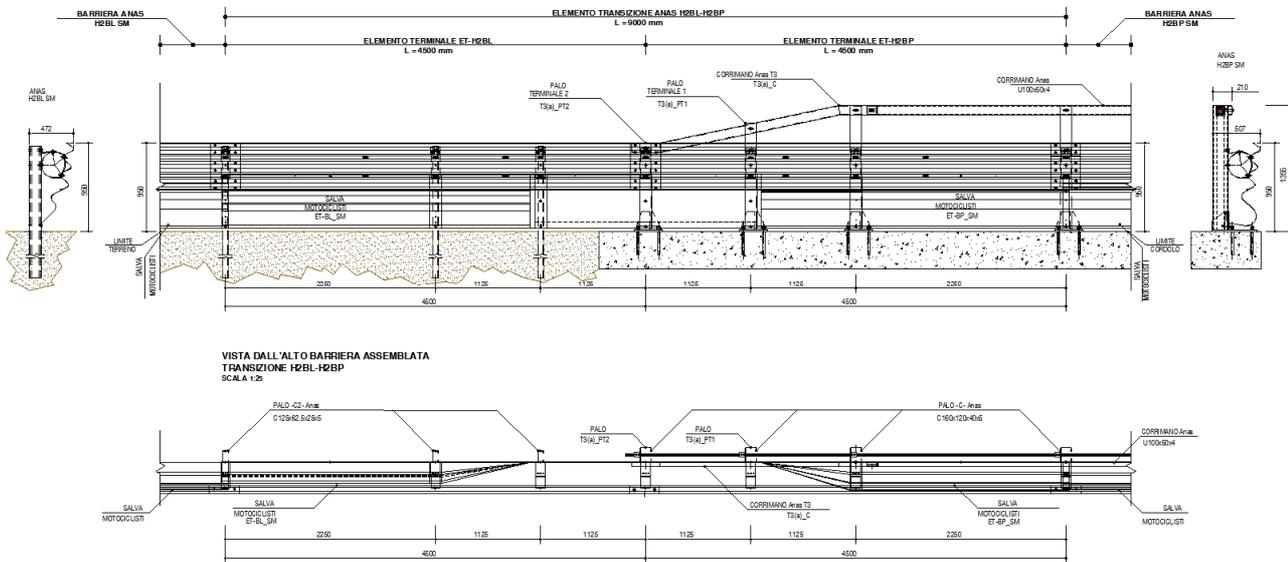
Le transizioni di questo tipo previste in progetto sono 3; si riportano di seguito gli schemi adottati.

➤ **T1: H3 bordo ponte / H3 bordo laterale:**



➤ **T2: H3 bordo laterale / H2 bordo laterale:**



➤ **T3: H2 bordo ponte / H2 bordo laterale:****8.2 Transizioni tra barriere Anas e barriere commerciali (di progetto)**

In questo caso, non essendo nota a priori la geometria ed i dettagli della barriera commerciale, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre che sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

Nel progetto ne sono previste di tre tipologie:

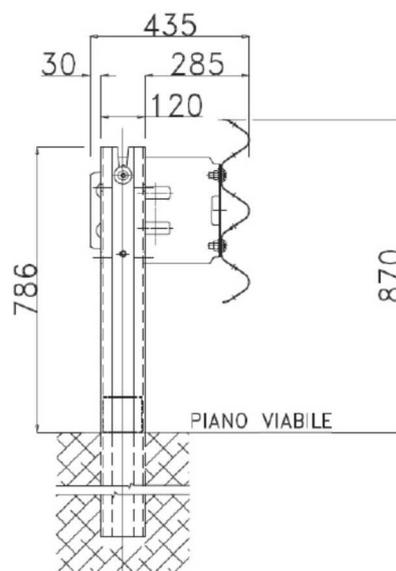
- **t0:** tra H2 bordo laterale Anas e H2 bordo ponte commerciale (in corrispondenza dell'innesto a raso della rampa bidirezionale dello Svincolo Bonorva Sud sulla SP 125, in attacco al tombino T3 di attraversamento della stessa SP125 (prg 0+692).
- **t1:** tra H2 bordo laterale Anas e H1 (in corrispondenza dell'innesto a raso della rampa bidirezionale dello Svincolo Bonorva Sud, lato carreggiata nord, sulla SP125 prg 0+700 circa e della rotatoria Nord - Svincolo Bonorva nord-attacco rampa di immissione svincolo Bonorva Nord direzione Nord/Sassari).
- **t2:** tra H2 bordo laterale Anas e N2 (in corrispondenza della Rotatoria Sud -attacco rampa di immissione svincolo Bonorva Nord direzione Sud/Cagliari).

### 8.3 Transizioni tra barriere Anas e barriere esistenti

In questi casi, dopo aver indentificato la barriera esistente con la quale occorre effettuare la transizione con la barriera Anas, si è studiata la geometria della transizione.

Nel caso in progetto le transizioni di questa tipologia sono quelle di seguito riportate:

- **t3: tra H2 bordo laterale Anas e H2 bordo laterale Imeva.** Si tratta di due transizioni necessarie nel tratto relativo allo Svincolo di Bonorva Sud, ad inizio intervento, da entrambi i lati e di una transizione necessaria nel tratto relativo allo Svincolo di Bonorva Nord, ad inizio intervento, dal lato della caregiata Sud. La barriera Imeva di classe H2 bordo laterale presenta una lama a tripla onda, paletti ad interasse 3.00 m ed altezza da terra di 870 cm. Di seguito si riporta la sezione della barriera, estratta dalla scheda tecnica del produttore, le immagini della barriera installata in loco ed il disegno della transizione.

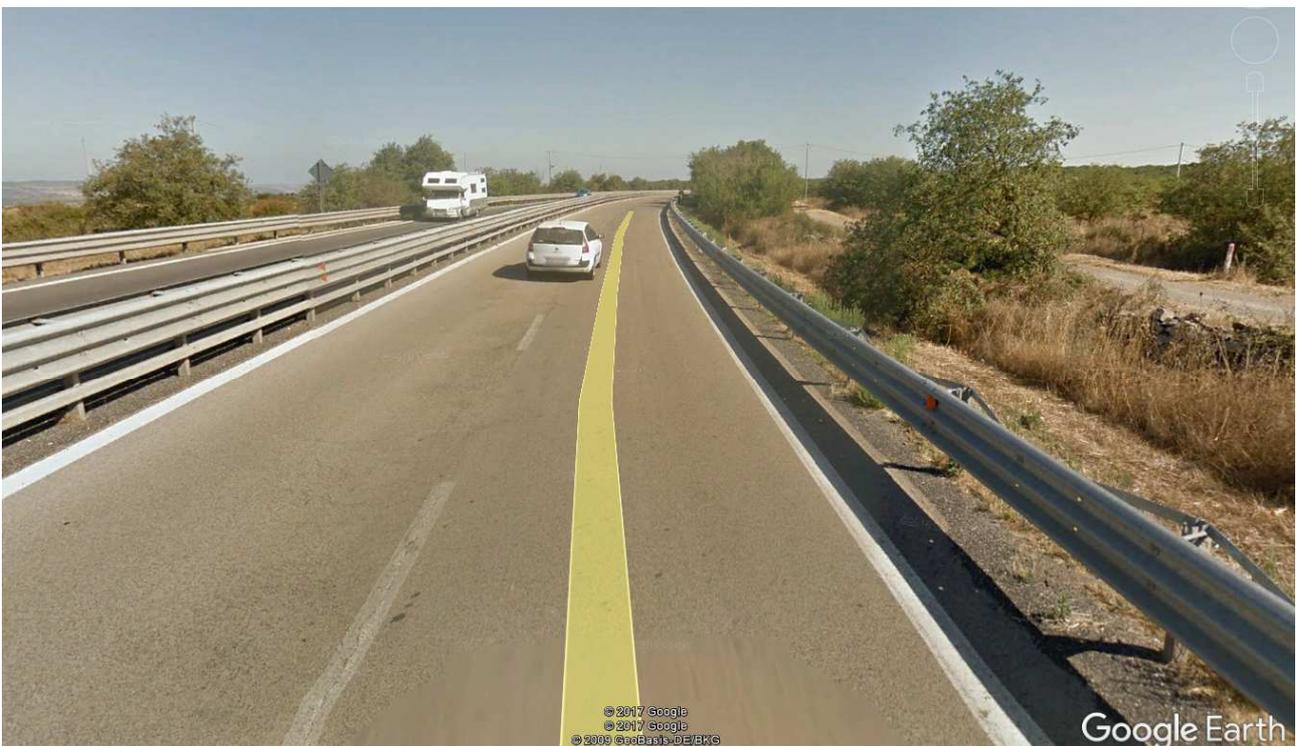


● **DIS.: H2BL300**  
Interasse Paletti: **3.000 mm**

*Barriera H2 bordo laterale Imeva - Dati estratti dalla scheda tecnica del produttore*



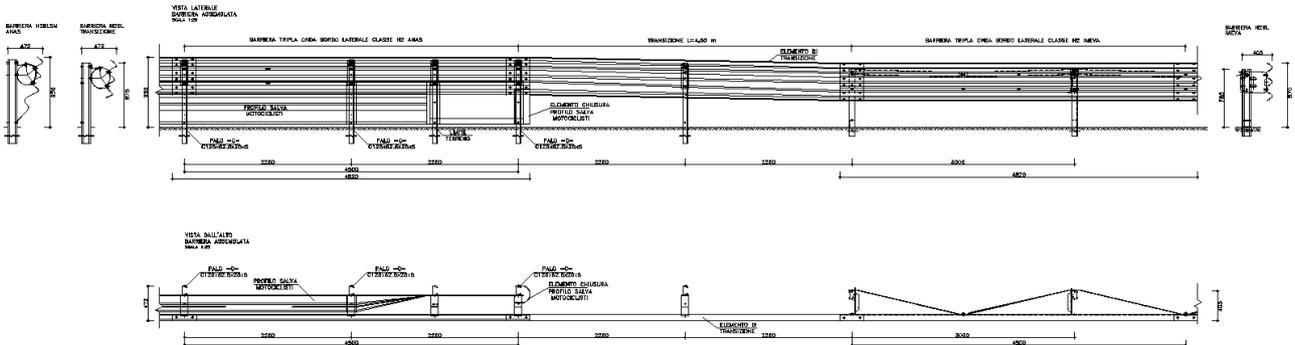
*Barriera H2 bordo laterale Imeva esistente (Bonorva Sud -attacco lato Carr. Sud)*



*Barriera H2 bordo laterale Imeva esistente (Bonorva Sud -attacco lato Carr. Nord)*



Barriera H2 bordo laterale Imeva esistente (Bonorva Nord -attacco lato Carr. Sud)



Transizione barriera H2 bordo laterale Anas / H2 bordo laterale Imeva (t3)

### 8.4 Transizioni tra barriere commerciali (esistenti e di progetto)

Si prevede di un solo tipo descritto di seguito:

**t4:** tra H3 spartitraffico monofilare esistente ed H3 spartitraffico monofilare di progetto, in corrispondenza dei punti di attacco con l'esistente sia lato Sud (Cagliari) che lato Nord (Sassari) e per entrambi i tratti in progetto (vale a dire sia per Bonorva Sud che per Bonorva Nord). In questo

caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli della barriere commerciali di progetto, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre che sia demandato al fornitore della barriera commerciale. Resta inteso che per facilitare la transizione con la barriera esistente sarebbe auspicabile l'adozione di un dispositivo il più possibile simile geometricamente.

## **8.5 Transizioni tra barriere commerciali (di progetto)**

In progetto ne sono previste di quattro tipologie:

**t5:** tra H3SP ed H3SPBP: è prevista in corrispondenza del sottovia di svincolo, in quanto non esiste franco di terreno sufficiente a consentire l'infissione della barriera spartitraffico. Sulla soletta del sottovia sarà pertanto realizzato un cordolo in modo da garantire l'allineamento verticale. Superiormente allo scatolare, quindi, la barriera sarà ancorata con bulloni su tale cordolo, in analogia a quanto si effettua per il bordo ponte. Non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli della barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre che sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

**t6:** tra barriera metallica H2BP (bordo ponte) e barriera metallica H2BL (bordo laterale). E' necessaria in corrispondenza di n.2 cordoli lungo la SP125 ed in approccio, da entrambi i lati, ai 2 cavalcavia che mettono in collegamento la SP125 e la Viabilità Locale 1 nel tratto di Bonorva SUD, in modo da poter realizzare il dispositivo misto di lunghezza superiore a quella minima. Non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli della barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre che sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

**t7:** tra H2BL (bordo laterale) ed H1 (bordo laterale), in prosecuzione dei tratti H2BL a ridosso dei cordoli o dei cavalcavia, per consentire il passaggio alla barriera di classe inferiore H1 da adottarsi lungo la SP125. In questo caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli della barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre che sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

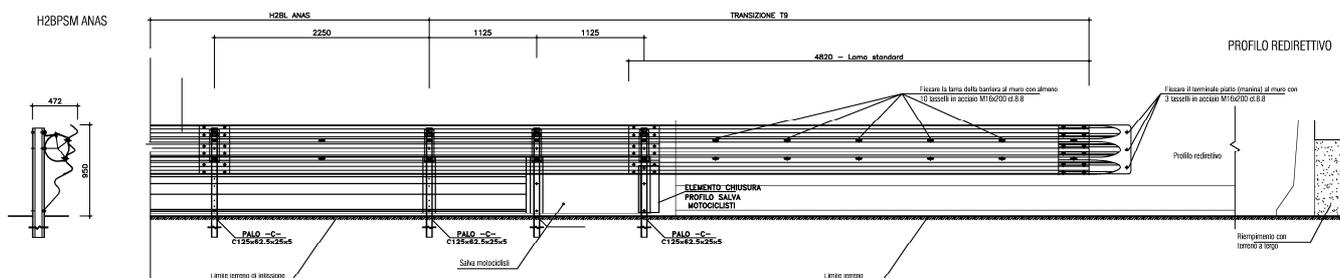
**t8:** tra H2BL (bordo laterale) ed H1 (bordo laterale), in prosecuzione dei tratti H2BL in adiacenza ai cordoli o dei cavalcavia, per consentire il passaggio alla barriera di classe inferiore N2 da adottarsi lungo i tratti di viabilità locale/interpodereale. In questo caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli della barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre che sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

## 8.6 Transizioni tra barriere H2BL Anas e profilo redirettivo/muri di controripa

In ottemperanza al DM 5/11/01 nel sottopasso di svincolo è prevista l'adozione del profilo redirettivo che rappresenta una mera configurazione geometrica dell'elemento marginale e non una barriera testata.

In corrispondenza di tale opera di attraversamento, relativo allo svincolo di Bonorva Nord, da entrambi gli imbocchi e da entrambi i lati, si prevede di adottare una transizione tra il profilo redirettivo uscente dal sottopasso e la prevista barriera H2BL Anas al fine di garantire una continuità del sistema di ritenuta. Tale transizione (**t9**) sarà attuata prevedendo il prolungamento del profilo redirettivo fino al termine della barriera H2BL e collegando la lama di quest'ultima sul profilo redirettivo stesso mediante tasselli in acciaio. Di seguito si riporta il prospetto della transizione.

La medesima configurazione si adotta nel caso di muri di controripa presenti in prossimità del ciglio stradale. In questo caso la transizione può essere assunta quale vero e proprio terminale semplice su muro garantendo continuità tra profilo redirettivo/muro e barriera in modo da proteggere dall'impatto contro l'ostacolo costituito dalla superficie laterale di testata del muro stesso. Tale transizione (**tm**) sarà attuata prevedendo l'infissione della barriera fino al termine dell'opera presente a margine della sede stradale (muro di controripa/paratia) e collegando la lama di quest'ultima sul profilo della stessa parete mediante tasselli in acciaio.



## 9 Modalità di protezione degli ostacoli

### 9.1 Ostacoli sul bordo laterale

Lungo i margini dell'asse principale sono presenti elementi di arredo funzionale che possono essere considerati "ostacoli" e quindi occorre agire in modo da proteggerli dagli urti in modo che il dispositivo utilizzato possa assolvere appieno a questa funzione. A tal fine occorre dapprima distinguere tra tipologie di ostacoli e di seguito stabilire le opportune distanze dalla barriera di sicurezza cui posizionarli.

In merito alla consistenza degli ostacoli, riferimenti sono riportati sia nel DM 5/11/01 dove, al paragrafo 4.3.7, è indicata la necessità di adottare maggiorazione dei margini in presenza di barriere antirumore, pali di illuminazione e portali per segnaletica, sia nella Istruzioni [16] in cui è specificato che i sostegni dei segnali con momento di plasticizzazione alla base non superiore a 5.7 KNm possono essere considerati cedibili e pertanto non soggetti all'obbligo di protezione.

Alla luce di quanto sopra i sostegni di segnaletica verticale con tubolari  $\Phi$  60 mm singoli o a cavalletto, sono stati considerati ostacoli leggeri non in grado di influenzare significativamente il funzionamento delle barriere in caso d'urto e che, se rotti a seguito dell'urto, non creano rilevanti danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire seri pericoli né per l'utenza stradale, né per l'utenza esterna. Pertanto, in loro corrispondenza non è stata prevista una apposita protezione e, nel caso siano previsti dispositivi per altre esigenze (in rilevato o opere d'arte) in corrispondenza di tale segnaletica si è mantenuto il tipo e la classe di barriera corrente, indipendentemente dalla distanza esistente tra questa e l'ostacolo.

Sull'asse principale e rami di svincolo gli ostacoli da considerare sono pertanto:

- eventuali barriere antirumore;
- i pali di illuminazione, presenti lungo le corsie di decelerazione/accelerazione dell'asse principale e sui rami delle intersezioni, in particolare nelle rotatorie;
- i sostegni dei portali monopalo posti a circa 30m e 500m prima delle corsie di decelerazione o dei portali con indicazioni turistiche.

In questi casi occorre pertanto valutare la possibile interazione tra il sistema veicolo/barriera e l'ostacolo: su tale argomento si riportano i punti salienti dei relativi riferimenti normativi e tecnici.

Dalla Circolare MIT del 2010 [8] che approfondisce i contenuti del DM 21/06/04 [2] ed ha quindi carattere di cogenza si riassumono in via sintetica i criteri indicati (tenendo che nella

circolare per larghezza operativa si intende ancora il massimo spostamento del veicolo o della barriera) e quello che ne consegue:

- a) le valutazioni dovranno essere effettuate in base alla classe di contenimento prevista in progetto (a prescindere quindi da eventuali innalzamenti rispetto a quella minima);
- b) non deve modificarsi la severità d'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri; ne consegue che con riferimento alle condizioni corrispondenti alla prova TB11 non vi deve essere alcuna interazione con l'ostacolo;
- c) nel caso di urto con veicolo pesante con ostacolo posto entro la larghezza operativa il progettista dovrà valutarne le conseguenze: tale criterio è del tutto generale in quanto è assai difficile adottare delle metodologie che possano fornire sufficienti garanzie in quanto le grandezze in gioco sono molte e tutte fortemente variabili (p.es. tipo di veicolo, tipo di barriera, rigidità dell'ostacolo etc.).
- d) nel caso di protezione di sostegni di pannelli a messaggio variabile (vale a dire strutture ad elevata rigidità) è però indicato esplicitamente di "valutare" anche l'interazione tra la struttura e la posizione massima dinamica del veicolo;
- e) infine è anche indicato che, nel caso di nuove opere, il progettista dovrà preliminarmente determinare la sostenibilità di soluzioni che prevedano la rimozione di qualsiasi interazione tra ostacolo e sistema veicolo/barriera.

In aggiunta ulteriori indicazioni, seppur a carattere non cogente ma non in contrasto con la norma, possono essere tratte dalle Istruzioni [16]; nello specifico:

- f) si ribadisce quanto riportato al punto a) in relazione al fatto le considerazioni devono essere fatte con riferimento al livello di contenimento standard previsto in progetto, prescindendo quindi da eventuali elevazioni di classe;
- g) si conferma quanto detto al precedente punto b) in merito all'urto dei veicoli leggeri;
- h) si afferma che in caso di interazione della barriera con l'ostacolo (considerando quindi la larghezza operativa così come definita dalle UNI EN 1317-2:2010) l'eventuale cedimento dell'ostacolo non sia accompagnato da conseguenze pregiudizievoli per gli utenti e per le persone presenti negli insediamenti limitrofi al sedime stradale;
- i) in aggiunta è specificato che qualora gli ostacoli si trovino all'interno del parametro "intrusione del veicolo" (VI, come definito dalla norma UNI EN 1317-2:2010) ma non all'interno della larghezza operativa (W, come definito dalla norma UNI EN 1317-2:2010) non saranno necessarie le verifiche di cui al punto precedente ma potranno

essere previsti, in alternativa, provvedimenti atti ad evitare la caduta di elementi dell'ostacolo che possono costituire pericolo per la circolazione o per i terzi.

Tutte le considerazioni sopra riportate non portano ad una definizione univoca del criterio, pertanto sembra opportuno agire come indicato al punto h), e cioè valutare la possibilità di evitare qualsiasi interazione con l'ostacolo, in riferimento alle classi standard previste in progetto: tale scelta progettuale è sicuramente a favore di sicurezza ed è quindi da adottare qualora tecnicamente realizzabile.

Come riportato al paragrafo 3, le classi di riferimento da considerare per l'asse principale sono H2 per il bordo rilevato e H3 per il bordo opera.

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, quale scelta progettuale gli ostacoli saranno posizionati ad una distanza costante dal filo barriera pari a 2,30 m, sia in rilevato (in corrispondenza della barriera H2 ed H3) che su opera d'arte in corrispondenza della barriera H3 anche se è il caso specificare che nella casistica progettuale specifica non sono previsti ostacoli in corrispondenza di Barriere H3 sia per bordo laterale che per bordo ponte.

Le ragioni di tale scelta sono di seguito riassunte:

- con riferimento al livello di contenimento standard previsto nel progetto la distanza di 230 cm garantisce la completa non interazione tra ostacolo ed il sistema veicolo/barriera;
- con riferimento al livello di contenimento proprio delle barriere, sia nel caso di barriera bordo laterale H2 che bordo ponte H3, la distanza di 230 cm è tale da garantire che l'ostacolo sia fuori della larghezza operativa della barriera;
- l'uniformità della distanza consente la realizzazione dello stesso tipo di mensola a sbalzo sui viadotti;
- la costanza della distanza dei pali di illuminazione consente uniformità delle condizioni di illuminamento della piattaforma.

Nei tratti di rilevato basso o trincea riscontrabili in tratti di rampe e rotatorie, per i quali secondo quanto previsto dal DM 05/11/2001 (cfr. 4.3.4) e dall'art.3 del DM 21/06/2004, non si rende necessaria la protezione mediante dispositivo di ritenuta, si è ritenuto cautelativo mantenere l'ostacolo (nel caso specifico il palo di illuminazione) ad una distanza minima D maggiore di 3,00

m, misurata tra il margine esterno della corsia e l'ostacolo stesso, con riferimento alla tabella relativa all'ampiezza degli spazi liberi da ostacoli (clear zone) riportate nelle figure seguenti desunta dalla letteratura tecnica di settore (Esposito, Mauro - "Progettazione Funzionale delle strade" – Hevelius Editori)

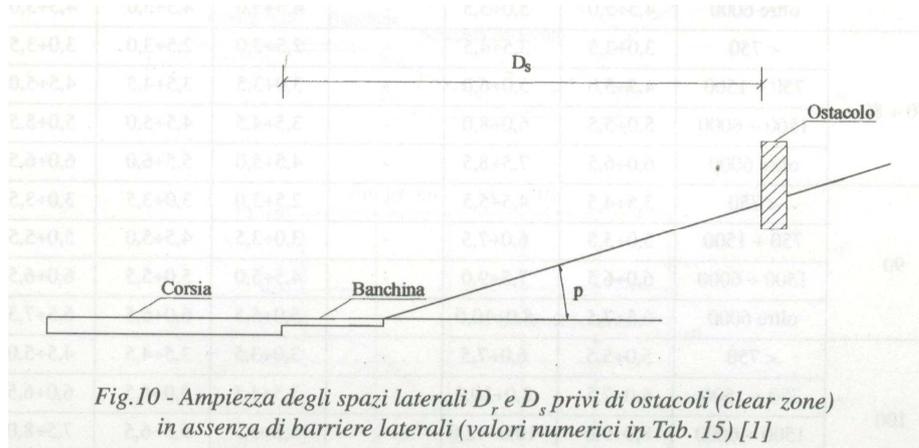


Fig.10 - Ampiezza degli spazi laterali  $D_r$  e  $D_s$  privi di ostacoli (clear zone) in assenza di barriere laterali (valori numerici in Tab. 15) [1]

V (km/h)	TGM (veic/giorno)	Spazi laterali (m)					
		Rilevati ( $D_r$ )			Trincee ( $D_s$ )		
		$p \leq 1/6$	$1/5 \leq p < 1/4$	$p = 1/3$	$p = 1/3$	$1/5 \leq p < 1/4$	$p \leq 1/6$
60 o meno	< 750	2,0+3,0	2,0+3,0	-	2,0+3,0	2,0+3,0	2,0+3,0
	750 + 1500	3,0+3,5	3,5+4,5	-	3,0+3,5	3,0+3,5	3,0+3,5
	1500 + 6000	3,5+4,5	4,5+5,0	-	3,5+4,5	3,5+4,5	3,5+4,5
	oltre 6000	4,5+5,0	5,0+5,5	-	4,5+5,0	4,5+5,0	4,5+5,0
70 + 80	< 750	3,0+3,5	3,5+4,5	-	2,5+3,0	2,5+3,0	3,0+3,5
	750 + 1500	4,5+5,0	5,0+6,0	-	3,0+3,5	3,5+4,5	4,5+5,0
	1500 + 6000	5,0+5,5	6,0+8,0	-	3,5+4,5	4,5+5,0	5,0+5,5
	oltre 6000	6,0+6,5	7,5+8,5	-	4,5+5,0	5,5+6,0	6,0+6,5
90	< 750	3,5+4,5	4,5+5,5	-	2,5+3,0	3,0+3,5	3,0+3,5
	750 + 1500	5,0+5,5	6,0+7,5	-	3,0+3,5	4,5+5,0	5,0+5,5
	1500 + 6000	6,0+6,5	7,5+9,0	-	4,5+5,0	5,0+5,5	6,0+6,5
	oltre 6000	6,5+7,5	8,0+10,0	-	5,0+5,5	6,0+6,5	6,5+7,5
100	< 750	5,0+5,5	6,0+7,5	-	3,0+3,5	3,5+4,5	4,5+5,0
	750 + 1500	6,0+7,5	8,0+10,0	-	3,5+4,5	5,0+5,5	6,0+6,5
	1500 + 6000	8,0+9,0	10,0+12,0	-	4,5+5,5	5,5+6,5	7,5+8,0
	oltre 6000	9,0+10,0	11,0+13,5	-	6,0+6,5	7,5+8,0	8,0+8,5
110	< 750	5,5+6,0	6,0+8,0	-	3,0+3,5	4,5+5,0	4,5+5,0
	750 + 1500	7,5+8,0	8,5+11,0	-	3,5+5,0	5,5+6,0	6,0+6,5
	1500 + 6000	8,5+10,0	10,5+13,0	-	5,0+6,0	6,5+7,5	8,0+8,5
	oltre 6000	9,0+10,5	11,5+14,0	-	6,5+7,5	8,0+9,0	8,5+9,0

Tab.15 - Ampiezza degli spazi laterali  $D_r$  e  $D_s$  liberi da ostacoli (cfr. Fig.10) [1]

## 10 Elementi di protezione complementari

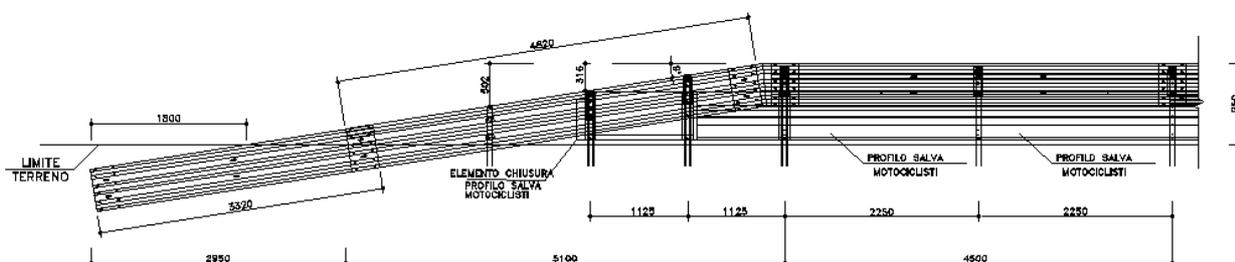
### 10.1 Terminali semplici

Le interruzioni della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovranno essere dotate di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera. Dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore ed indicati nei certificati di prova dei dispositivi. Nei casi di strade con traffico bidirezionale dovranno essere usati terminali inclinati verso l'esterno dell'arginello e con il nastro infisso nel terreno. Solo per carreggiate monodirezionali, e solo per la fine della barriera, può essere usato il terminale semplice "a manina".

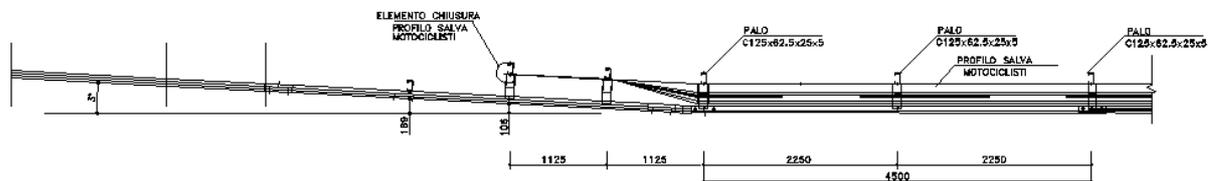
Nel progetto, nel caso di barriere Anas, è previsto l'utilizzo di una sola tipologia di terminali semplici:

- TS: terminale semplice per barriera bordo laterale H2 Anas, riportato nello schema seguente:

VISTA LATERALE  
TERMINALE SEMPLICE (SI) IN ZONA D'AVVIO  
SCALA 1:50



VISTA DALL'ALTO  
TERMINALE SEMPLICE (SI) IN ZONA D'AVVIO  
SCALA 1:50



Terminale H2 bordo laterale (SI)

Nel caso di barriere commerciali occorrerà adottare terminali semplici, sempre di tipo inclinato, propri del produttore della barriera. In progetto sono previste le tipologie di seguito indicate:

- T<sub>H2</sub>: terminale semplice inclinato per barriera bordo laterale H2
- T<sub>H1</sub>: terminale semplice inclinato per barriera bordo laterale H1
- T<sub>N2</sub>: terminale semplice inclinato per barriera bordo laterale N2

Nei casi in cui il terminale della barriera si trovi in corrispondenza di tratti in cui è presente la cunetta, si dovrà provvedere a posizionare quest'ultima a partire dal termine della lama interrata al fine di eliminare l'interferenza che si verrebbe a creare tra questi due elementi. Nel tratto sprovvisto di cunetta, la raccolta delle acque di piattaforma sarà assicurata prevedendo l'inserimento di un cordolo.

## 10.2 Terminali speciali

Nei casi in cui la barriera comincia in un tratto aperto e non è sicuro o possibile usare il terminale semplice o in altri casi, potenzialmente a rischio di urto frontale, è opportuno utilizzare un terminale speciale appositamente testato (anche come attenuatore generico).

In base alla tabella C del DM 21/06/04 [02] la classe dei terminali dovrà essere P2 (sede principale) e P1 (rampe di svincolo).

Tabella C – Terminali speciali testati

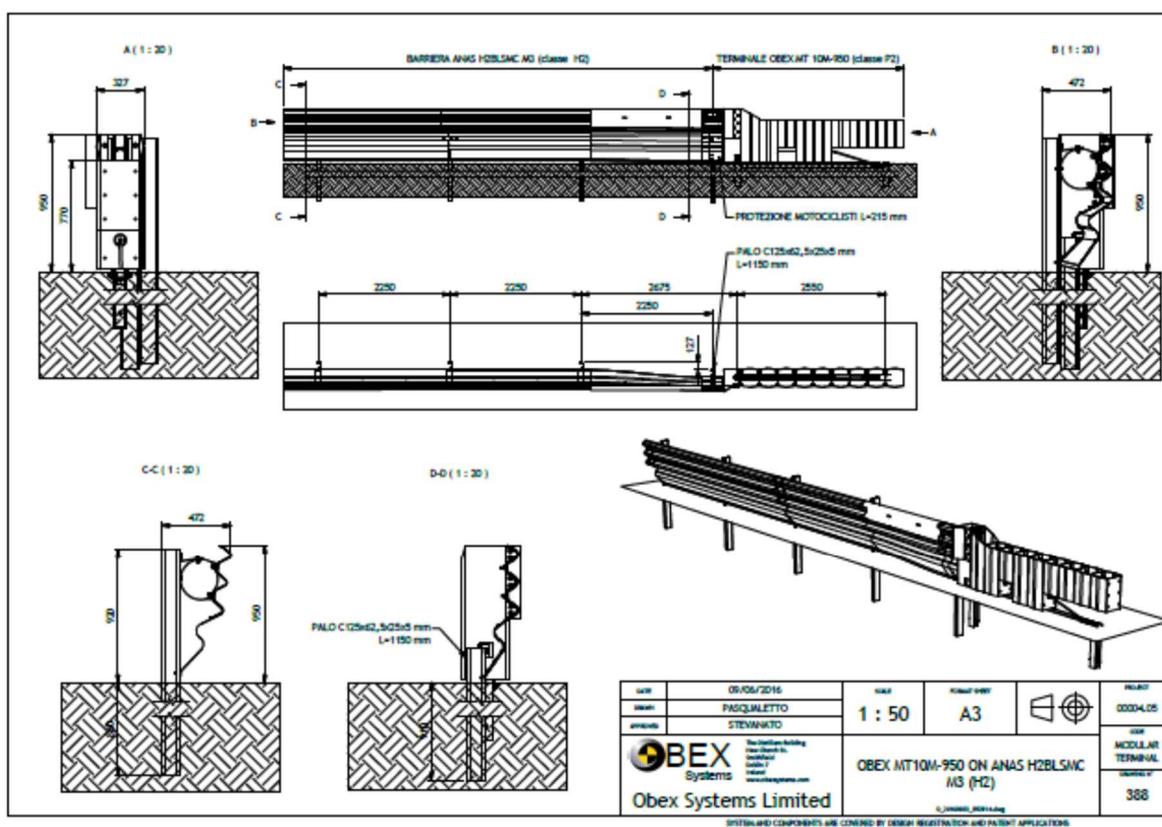
Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità $v \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	P2
Con velocità $v < 90$ km/h	P1

Nel progetto terminali speciali sono stati adottati per eliminare i punti critici di inizio barriera e quindi, in particolare, per dare continuità alle barriere H2BL tipo Anas nei tratti monodirezionali (SS131 e rampe di svincolo). Sono previste le tipologie di seguito indicate:

- T<sub>P2</sub>: terminale speciale di classe P2 per barriera bordo laterale H2 Anas
- T<sub>P1</sub>: terminale speciale di classe P1 per barriera bordo laterale H2 Anas

Il terminale dovrà essere stato testato presso laboratori accreditati secondo normativa europea ENV1317-4 e/o prEN1317-7, completo di rapporti di prova e manuale di installazione; dovrà essere costituito da moduli compressibili assial-simmetrici, paletti, guide in acciaio o altro materiale; dovrà anche avere continuità geometrica fino a terra in ottica di protezione urto motociclisti.

Al solo fine di testimoniare la realizzabilità di tali installazioni, si riporta di seguito una tipologia di terminale compatibili con le barriere Anas, senza che tuttavia che l'individuazione dello specifico prodotto sia vincolante ai fine dell'appalto, potendosi installare prodotti che prestazionalmente rispondano ad i requisiti richiesti.



*Terminale speciale tipo*

### 10.3 Attenuatori d'urto

Così come prescritto dal DM 21/06/04 [2] in corrispondenza delle cuspidi delle uscite dall'asse principale, negli svincoli di Bonorva Sud e Bonorva Nord, sono stati previsti quattro attenuatori d'urto di classe 80, in conformità alla tabella B della normativa citata, sotto riportata.

Tabella B – Attenuatori frontali

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $v \geq 130$ km/h	100
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	80
Con velocità $v < 90$ km/h	50

Analogamente in corrispondenza delle cuspidi di ingresso sono stati previsti tre attenuatori d'urto di classe 50, tenendo conto della velocità ridotta in tali tratti.

Tutti gli attenuatori saranno di tipo redirettivo.

# 11 Allegati

## 11.1 - Allegato 1: prove di carico su piastra

**GNIA EMPRISE**  
 LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE E BITUMIACI

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Relativizzato: Ing. Riccardo LAPORTA (Direttore dei Lavori) Verbale di acc. n° 02066 del 01/06/2016  
 Clienti: Anas SpA Verbale di delibera del: 01/06/2016  
 Compimento della Viabilità per la Fuga Rapporto di Prova n°: 1001 del 02/06/2016

Cantieri: S.S. 131 "Carlo Felice" Lavori di Completamento funzionale e messa in sicurezza tra km 158+000 e km 162+700  
 Impresa: Marcografica BitTech S.r.l. - Albasola S.p.A.  
 Corso Vittorio Emanuele, 52 10122 - Bari

Ubicazione: SS 130 Santeramo di Bari - Arginato in stabilizzato Memoranda di riferimento: CDR n. S.U. 148  
 Tipo di terreno: Misto stabilizzato  
 Data Prova: 01/06/2016  
 Prova n°: 1

CARICHI	CEDIMENTI	TEMPI
Mpa	mm	Il ciclo sec.
I° Prova		
0,05	0,35	1,25
0,15	0,62	1,42
0,25	1,08	1,63
0,35	1,63	1,94
II° Prova		
0,05	0,21	1,21
0,15	0,45	1,22
0,25	0,71	1,37
0,35	1,08	1,56

\*In tabella sono riportati i risultati ottenuti in prove di carico su piastra pre-compattazione.

**PROVA DI CARICO SU PIASTRA PRE-COMPATTAZIONE**

Moduli di Deformazione (MD) calcolati nell'intervallo di carico 0,15 - 0,25 Mpa

Il ciclo	Il ciclo		
Il ciclo	Il ciclo		
ϕ piastra	300	300	mm
Δ p (0,15 - 0,25)	0,10	0,10	Mpa
Δ s (0,15 - 0,25)	0,48	0,21	mm
MD1 =	65,22	MD2 =	142,86
MD1/MD2 =	0,46		

MD = Δ p / Δ s x ϕ piastra

Moduli di Deformazione (MD) calcolati nell'intervallo di carico 0,25 - 0,35 Mpa

Il ciclo	Il ciclo		
Il ciclo	Il ciclo		
ϕ piastra	300	300	mm
Δ p (0,25 - 0,35)	0,10	0,10	Mpa
Δ s (0,25 - 0,35)	0,55	0,31	mm
MD1 =	54,55	MD2 =	96,77
MD1/MD2 =	0,56		

MD = Δ p / Δ s x ϕ piastra

Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica e Bitumi  
 (Stampato) Del. GEA PIERO MARZETTA  
 Lo Sperimentatore Del. GEA ANTONIO CONSOLUS

**PROVA DI CARICO SU PIASTRA**

Verbale di acc. n°: 02056 del 01/06/2016  
 Rapporto di Prova n°: 1500 del 03/06/2016

Restituzione Fotografica



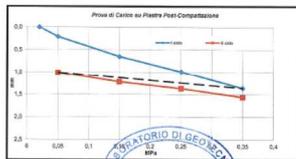
**II° PROVA DI CARICO SU PIASTRA POST-COMPATTAZIONE**

Moduli di Deformazione (Md) calcolati nell'intervallo di carico 0,15 - 0,25 Mpa

	I ciclo	II ciclo
Ø piastra	300	300
Δ p (0,15 + 0,25)	0,10	0,10
Δ s (0,15 + 0,25)	0,26	0,15
Md = $\frac{\Delta p}{\Delta s} \times \text{Ø piastra}$	<b>Md1 = 115,38 MPa</b>	<b>Md2 = 200,0 MPa</b>
		<b>Md1Md2 = 0,58</b>

Moduli di Deformazione (Md) calcolati nell'intervallo di carico 0,25 - 0,35 Mpa

	I ciclo	II ciclo
Ø piastra	300	300
Δ p (0,25 + 0,35)	0,10	0,10
Δ s (0,25 + 0,35)	0,37	0,19
Md = $\frac{\Delta p}{\Delta s} \times \text{Ø piastra}$	<b>Md1 = 81,08 MPa</b>	<b>Md2 = 157,9 MPa</b>
		<b>Md1Md2 = 0,51</b>



Il Direttore del Laboratorio di Geotecnica e EMPIRE S.r.l. Lo Sperimentatore  
 Dott. Sc. Romolo GOTTICATO Dott. Sc. Alessio CORRADI

Il presente documento è proprietà intellettuale del Laboratorio di Geotecnica e Bitumati S.p.A. e non può essere riprodotto o diffuso senza permesso scritto dalla GNA EMPIRE S.p.A. Le informazioni contenute in questo documento sono fornite "come sono" e non vengono garantite. Il cliente è responsabile della verifica della correttezza e dell'adeguatezza delle informazioni fornite. Il presente documento è valido solo per il progetto e le condizioni di lavoro specificate nel contratto di lavoro. Il cliente è responsabile della verifica della correttezza e dell'adeguatezza delle informazioni fornite. Il presente documento è valido solo per il progetto e le condizioni di lavoro specificate nel contratto di lavoro.





**11.3 - Allegato 3: verifiche strutturali – caso urto veicolo in svio****Cordolo in c.a.**

sezione rettangolare costruita a sbalzo dalla soletta

**Materiali****ClS del cordolo**

$f_{ck}$ :	<b>32</b>	Mpa, resistenza cilindrica caratteristica a compressione del cls
	<b>25</b>	KN/m <sup>3</sup> , peso specifico
$\gamma_{c1}$ :	<b>1,00</b>	, coefficiente di sicurezza

**ClS della soletta**

$f_{ck}$ o $f_{cm}$ :	<b>25</b>	Mpa, resistenza cilindrica caratteristica (o media) a compressione del cls
	<b>25</b>	KN/m <sup>3</sup> , peso specifico
$\gamma_{c2}$ :	<b>1,00</b>	, coefficiente di sicurezza
FC:	<b>1,00</b>	, fattore di confidenza

**Armatura NUOVA di rinforzo in estradosso di soletta**

$f_y$ :	<b>450</b>	Mpa, resistenza caratteristica
$\gamma_{s1}$ :	<b>1,00</b>	, coefficiente di sicurezza
E:	<b>200.000</b>	, Mpa modulo elastico

**Armatura ESISTENTE di rinforzo in estradosso di soletta**

(non inserire valori nulli in queste celle)

	Tipo 1	Tipo 2	
$f_{yk}$ o $f_{ym}$ :	<b>390</b>	<b>1600</b>	Mpa, resistenza caratteristica o media
$\gamma_{s2}$ :	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	, coefficiente di sicurezza
FC:	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	, fattore di confidenza
E:	<b>200.000</b>	<b>190.000</b>	, Mpa modulo elastico

**Armatura interna del cordolo**

$f_{yk}$ :	<b>450</b>	Mpa, resistenza caratteristica
$\gamma_{s3}$ :	<b>1,00</b>	, coefficiente di sicurezza
E:	<b>200.000</b>	, Mpa modulo elastico

**Geometria delle armature****Armatura NUOVA e aggiuntiva di rinforzo in estradosso di soletta**

(utilizzata per le verifiche a tenso flessione di soletta)

	Sez. S2	Sez. S3	Sez. S4	Sez. S5	
Ds:	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	mm, diametro
ps:	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	mm, passo
c:	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	mm copriferro

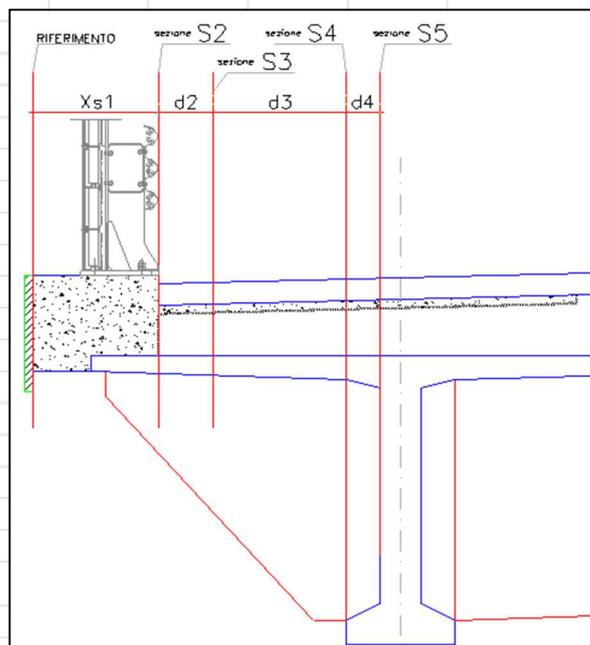
**Armatura ESISTENTE di rinforzo in estradosso di soletta**

(per un solo tipo di armatura assegnare valori a "tipo 1")

	Sez. S2 tipo 1	Sez. S2 tipo 2	Sez. S3 tipo 1	Sez. S3 tipo 2	Sez. S4 tipo 1	Sez. S4 tipo 2	Sez. S5 tipo 1	Sez. S5 tipo 2	
Ds:	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	mm, diametro
ps:	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	mm, passo
c:	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	mm copriferro

**Armatura interna del cordolo**

Staffe		Barre longitudinali dedicate alla sola flessione orizzontale	
Ds:	<b>12</b> mm, diametro	Ds:	<b>12</b> mm, diametro
ps:	<b>100</b> mm, passo	numero:	<b>1</b>
c:	<b>30</b> mm copriferro		
Barre longitudinali per torsione			
Ds:	<b>12</b> mm, diametro		
numero:	<b>10</b>		



<b>Carpenterie</b>					
<b>Barriera stradale</b>					
ip:	1,500	m, interasse dei paletti della barriera			
dcl:	0,000	m, distanza tra il limite della carreggiata (la lama della barriera) e il ciglio interno del cordolo			
<b>Cordolo</b>					
l12	0,750	m, larghezza del cordolo			
delta_c:	0,050	m, sovralzato del cordolo rispetto alla <b>pavimentazione</b>			
scp:	0,350	m, distanza dell'intradosso del cordolo dall'estradosso di soletta post operam			
hc=	0,51	m, altezza del cordolo			
<b>Pavimentazione</b>					
	Sez. S2	Sez. S5			
Spessori	0,11	0,14	metri	24	KN/m3, peso specifico
<b>Soletta</b>					
	Sez. S2	Sez. S3	Sez. S4	Sez. S5	
Spessori	0,30	0,31	0,33	0,33	metri
		I23	I34	I45	
Distanze	0,75	0,33	0,79	0,20	metri
Lo sbalzo della soletta (escluso il cordolo) risulta pari a =					1,32 m
Lo sbalzo della soletta (incluso il cordolo) risulta pari a =					2,07 m
<b>Predalla NON collaborante</b>					
spessore=	0,00	m			
	25	KN/m3, peso specifico			
<b>Azioni</b>					
<b>Forze d'urto orizzontali agenti sulla barriera</b>					
P=	100,00	KN, forza agente sul singolo paletto			
	1,00	m, altezza rispetto al pavimentato			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza			
<b>Forze del vento orizzontali agenti sulla barriera</b>					
W=	0,00	KN, forza agente sul singolo paletto			
	2,50	m, altezza rispetto al pavimentato			
gamma=	1,50	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE della barriera</b>					
Gb=	1,00	KN/m			
	0,38	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE della veletta esterna</b>					
Gv=	1,05	KN/m			
	0,00	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE dei sottoservizi appesi in intradosso</b>					
Gv=	0,50	KN/m			
	1,08	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE del cordolo</b>					
Gc=	9,56	KN/m			
	0,38	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza			
<b>Altri coefficienti di sicurezza</b>					
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza per il secondo schema di carico veicolare agente in aderenza alla barriera			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza per il peso proprio della pavimentazione			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza per il peso proprio della soletta			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza per il peso proprio della predalla non collaborante			

Verifica della sezione S2			
Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez.:			
Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.			
		Med	Ved
azioni di progetto carichi permanenti	-4,25	0,00	-11,61
azioni di progetto carichi orizzontali	-84,00	-6,67	0,00
azioni di progetto carichi verticali da traffico	-4,50	0,00	-33,07
Med=	-93,25 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)		
Ned=	-66,67 KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)		
Ved=	-44,68 KN, taglio di progetto		
Verifica a flessione della sezione			
	ds	barre aggiuntive	barre esist. Tipo 1
fy o fc =	25	450	390
			barre esist. Tipo 2
			1600
gamma=	1,00	1,00	1,00
			1,00
			1,00
			1,00
numero barre=	10,00	4,00	10,00
cs=	30,0	60,0	70,0
			mm, copriferro rispetto estradosso soletta
W=	1000 mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)		
D=	300 mm, altezza della sezione		
A.N.=	35 mm, profondità asse neutro		
Med=	-93,25 KNm, momento resistente		
Ned=	-66,67 KN, momento agente		
FS=Med/Med=	1,26		
Verifica a taglio (configurazione senza staffe)			
$V_{ed} = [0,18 + 0,00 \rho_1 \sigma_{cp}] \cdot V_{ed} + 0,15 \sigma_{cp} \cdot V_{ed} \cdot d \cdot (2 \cdot \rho_{1a} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot V_{ed}$			
larghezza sezione	b_w	[mm]	1000
altezza sezione	h	[mm]	300
altezza utile sezione	d	[mm]	263
armatura longitudinale tesa: area	A_s	[mm <sup>2</sup> ]	1541
rapporto geometrico di armatura longitudinale	\rho_1		0,006
	k		1,872
	V_{red}	[MPa]	0,448
tensione media nella sezione (neg.=traz.)	\sigma_{cp}	[MPa]	-0,22
resistenza caratteristica o media cilindrica	f_{ctd}	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente	\tau_{red}	[MPa]	0,79
taglio resistente	V_{rd}	[kN]	208,19
taglio di progetto agente	V_{ed}	[kN]	44,68
	FS=Ved/Vrd=		4,66

**Verifica della sezione S3**

Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta interrotta dalla sez. S3. Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.

	Med	Ned	Ved
azioni di progetto carichi permanenti	-9,14	0,00	-15,03
azioni di progetto carichi orizzontali	-84,33	-66,67	0,00
azioni di progetto carichi verticali da traffico	-15,10	0,00	-50,16
Med=	-108,57 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)		
Ned=	-66,67 KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)		
Ved=	-65,19 KN, taglio di progetto		

**Verifica a tensione flessione della sezione**

	barre cls	barre appiuvite	barre esist. Tipo 1	barre esist. Tipo 2	
fy o fc=	25	450	390	1600	Mpa
gamma=	1,00	1,00	1,00	1,00	coef. Sicurezza
gamma_c=	1,00	1,00	1,00	1,00	coef. confidenza
numero barre		10,00	4,00	10,00	
c=		30,0	60,0	70,0	mm, copriferro rispetto estradosso soletta
W=		1000			mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)
D=		310			mm, altezza della sezione
A.N.=		35			mm, profondità asse neutro
Med=		-170,34			KNm, momento resistente
Med=		-108,57			KNm, momento agente
FS=Med/Me=		1,57			

**Verifica a taglio (configurazione senza staffe)**

$$V_{Ed} = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ctd})^{1/3} \cdot \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \leq 2 \cdot (v_{Rd1} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm]	1000
altezza sezione	h	[mm]	310
altezza utile sezione	d	[mm]	275
armatura longitudinale tesa: area	A <sub>s</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	350
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ <sub>1</sub>		0,006
	k		1,856
	v <sub>Rd1</sub>	[MPa]	0,442
tensione media nella sezione (neg.=traz.)	σ <sub>cp</sub>	[MPa]	-0,22
resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>ctd</sub>	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente	tau <sub>rd1</sub>	[MPa]	0,78
taglio resistente	V <sub>Rd1</sub>	[kN]	211,60
taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[kN]	65,19
	FS=V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd1</sub> =		0,31

Verifica della sezione S4			
<b>Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez.:</b>			
Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.			
		Med	Ned
azioni di progetto carichi permanenti		-24,81	0,00
azioni di progetto carichi orizzontali		-84,93	-66,67
azioni di progetto carichi verticali da traffico		-44,59	0,00
Med=	-154,33 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)		
Ned=	-66,67 KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)		
Ved=	-78,64 KN, taglio di progetto		
<b>Verifica a tenso flessione della sezione</b>			
		barre	barre
		est. Tipo	est. Tipo
		1	2
fy o fc =		25	450
		390	1600
			Mpa
gamma=	1,00	1,00	1,00
			coef. Sicurezza
gamma=	1,00	1,00	1,00
			coef. confidenza
numero barre=	10,00	4,00	10,00
c=	30,0	60,0	70,0
			mm, copriferro rispetto estradosso soletta
W=	1000 mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)		
D=	328 mm, altezza della sezione		
A.N.=	35 mm, profondità asse neutro		
M=	-182,23 KNm, momento resistente		
M=	-154,33 KNm, momento agente		
FS=Med/M=	1,18		
<b>Verifica a taglio (considerazione asnesso staffe)</b>			
$V_{ed} \leq [0,18 + 0,00 \rho_1 \cdot (d_1)^2] \eta_1 + 0,15 \sigma_{tj} \cdot b_w \cdot d_2 \cdot (v_{tm} + 0,15 \sigma_{tj}) \cdot b_w \cdot d$			
larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm]	1000
altezza sezione	h	[mm]	328
altezza utile sezione	d	[mm]	291
armatura longitudinale tesa: area	A <sub>s</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	2541
rapporto geometrico di armatura longitudinale	r <sub>1</sub>		0,005
	k		1,829
	v <sub>tm</sub>	[MPa]	0,433
tensione media nella sezione (neg.-traz.)	σ <sub>cp</sub>	[MPa]	-0,20
resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>ct</sub>	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente	tau <sub>rd</sub>	[MPa]	0,75
taglio resistente	V <sub>rd</sub>	[kN]	217,78
taglio di progetto agente	V <sub>ed</sub>	[kN]	78,64
	FS=Ved/Vrd=		2,77

**Verifica della sezione S5**

Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez. :  
 Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.

	Med	Ned	Ved
azioni di progetto carichi permanenti	-29,90	0,00	-26,59
azioni di progetto carichi orizzontali	-5,10	-66,67	0,00
azioni di progetto carichi verticali da traffico	-50,02	0,00	-49,04
Med=	-165,02	KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)	
Ned=	-66,67	KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)	
Ved=	-75,63	KN, taglio di progetto	

**Verifica a tensio flessione della sezione**

	ds	barre aggiunte	barre esist. Tipo 1	barre esist. Tipo 2	
fy o fc=	25	450	390	1000	Mpa
gamma=	1,00	1,00	1,00	1,00	coeff. Sicurezza
xi=	1,00	1,00	1,00	1,00	fatt. confidenza
numero barre=	---	10,00	4,00	10,00	
xi=	---	30,0	60,0	70,0	mm, copri ferro rispetto estradosso soletta
W=	1000 mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)				
D=	333 mm, altezza della sezione				
A.N=	35 mm, profondità asse neutro				
Med=	-185,54 KNm, momento resistente				
Med=	-165,02 KNm, momento agente				
FS=Med/Med=	1,12				

**Verifica a taglio (configurazione senza staffe)**

$$V_{Ed} = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_s \cdot f_{td})^{1/2} \cdot \chi + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \cdot (1 + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

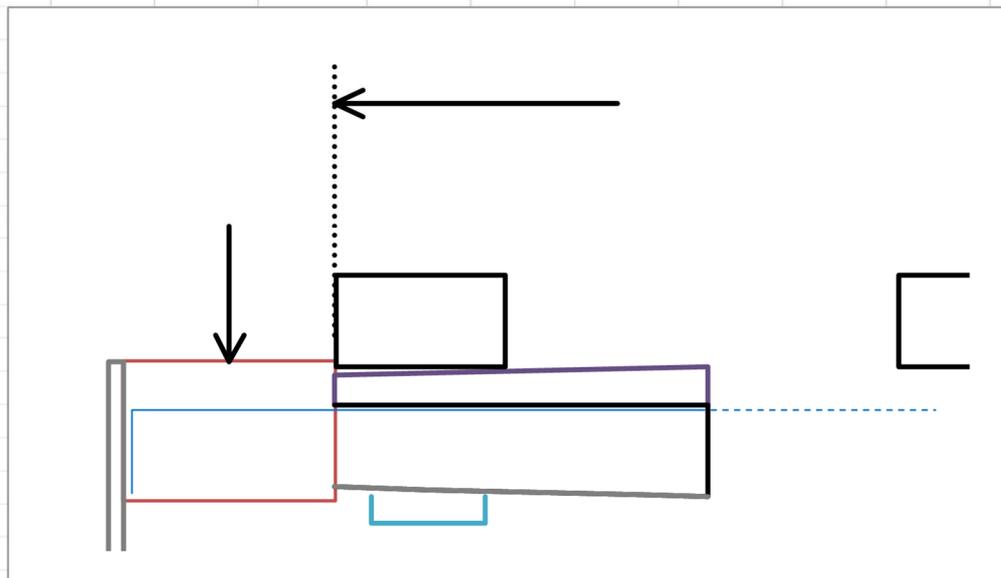
larghezza sezione	b <sub>w</sub>	(mm)	1000
altezza sezione	h	(mm)	333
altezza utile sezione	d	(mm)	296
armatura longitudinale lica: area	A <sub>sl</sub>	(mm <sup>2</sup> )	3541
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ <sub>s</sub>		0,005
	k		1,822
	v <sub>adm</sub>	[MPa]	0,430
tensione media nella sezione (neg.=traz.)	σ <sub>p</sub>	[MPa]	-0,20
resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>td</sub>	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente	tau <sub>rd</sub>	[MPa]	0,74
taglio resistente	V <sub>rd</sub>	[kN]	219,47
taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[kN]	75,63
	FS=Ved/Ved=		2,50

<b>Verifica a flessione del cordolo nel piano orizzontale</b>						
Azioni orizzontali agenti sul cordolo:						
		Urto	Vento			
	valore di progetto=	100,00	0,00	KN, forza agente sul singolo paletto		
	ip:	1,50 m, interasse dei paletti della barriera				
	H=	100,00 KNm, valore di progetto della forza totale agente sul singolo paletto				
Il momento agente vale:						
	Med=	18,75 KNm, = (0,5*H)*(0,25*ip)				
Verifica a flessione del rettangolo orizzontale del cordolo:						
	W	510 mm, larghezza della sezione				
	D	750 mm, altezza della sezione				
	Diam	1 mm, diametro barre				
	num	1 numero barre				
	d	30 mm, distanza delle barre dal lembo teso				
	A.N.=	4 mm, profondità asse neutro				
	Mrd=	35 KNm, momento resistente				
	<b>FS=Mrd/Med=</b>	<b>1,88</b>				
<b>Verifica a taglio del cordolo nel piano orizzontale</b>						
Il taglio agente vale:						
	Ved=	50,00 KN, =0,5*H				
<b>Verifica a taglio (configurazione senza staffe)</b>						
$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ctk})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$						
		larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm]	510	
		altezza sezione	h	[mm]	750	
		altezza utile sezione	d	[mm]	702	
		armatura longitudinale tesa: area	A <sub>sl</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	113,1	
		rapporto geometrico di armatura longitudinale	r <sub>l</sub>		0,00032	
			k		1,534	
			v <sub>min</sub>	[MPa]	0,376	
		resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>ck</sub>	[MPa]	32	
		tensione tangenziale resistente	tau,rd	[MPa]	0,38	
		taglio resistente	V <sub>Rd</sub>	[kN]	134,64	
		taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[kN]	50,00	
			<b>FS=Vrd/Ved=</b>		<b>2,69</b>	

<b>Verifica a taglio (configurazione con staffe)</b>				
$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$				
$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$				
	larghezza sezione	$b_w$	[mm]	510
	altezza sezione	$h$	[mm]	750
	altezza utile sezione	$d$	[mm]	702
	interasse staffe	$s$	[mm]	100
	area dell'armatura trasversale <b>disponibile</b> per il taglio	$A_{sw}$	[mm <sup>2</sup> ]	226,2
		$f_{yd}$	[MPa]	450
		$f_{cd}$	[MPa]	32
	inclinazione delle staffe rispetto all'asse elemento	$\alpha$	[DEG]	90
		$\text{ctg}\theta$	$\leq 2,5$	1,00
	tensione tangenziale al baricentro	$\tau = 1,5 \cdot V_{ed} / (b_w \cdot d) =$	[MPa]	0,21
	tensione principale di trazione al baricentro	$\sigma_1$	[MPa]	-0,21
		$\text{ctg}\theta_1$	$= \tau / \sigma_1 =$	1,00
		$\text{ctg}\theta$	$\Rightarrow \text{ctg}\theta_2$	1,00
		$\theta$	[DEG]	45,02
	coefficiente maggiorativo in elementi compressi	$\alpha_c$		1,00
		$V_{Rsd}$	[kN]	643,1
	resistenza a taglio trazione	$V_{Rsd}$	[kN]	643,1
	resistenza a compressione del cls ridotta	$f'_{cd}$	[MPa]	16,0
	resistenza a taglio compressione (funzione di $b_{w,nom}$ )	$V_{Rcd}$	[kN]	2577,74
	resistenza a taglio	$V_{Rd}$	[kN]	643,09
		$V_{Ed}$	[kN]	50,00
		$FS = V_{rd} / V_{ed} =$		12,86
	Percentuale di staffe necessaria ad equilibrare il solo taglio=			0,00
		<b>FS_taglio</b> = $V_{rd} / V_{ed} =$		<b>2,69</b>

<b>Verifica a torsione del cordolo</b>			
Ai sensi del par. 6,3,1,(3) dello EC2 la resistenza torsionale di una sezione ad "L" può essere calcolata come la somma delle resistenze torsionali dei singoli elementi rettangolari che la compongono.			
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	32	Mpa	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	450	Mpa	
Geometria della sezione			
$h =$	750	mm	altezza della sezione rettangolare
$b =$	510	mm	larghezza della sezione rettangolare
$c =$	30	mm	copriferro sulle staffe
$d =$	702	mm	altezza utile della sezione
<b>Calcolo della resistenza a torsione dell'elemento orizzontale del cordolo</b>			
<u>Resistenza delle staffe nel meccanismo COMBINATO TAGLIO - TORSIONE</u>			
Area della staffa esterna strettamente necessaria per equilibrare il solo taglio			
$A_s(1\phi) =$	0,00	mm <sup>2</sup>	area singolo braccio
Armadura trasversale che viene dedicata alla sola torsione			
$s =$	100	mm	passo staffe
$A_s(1\phi)_{\text{torsione}} =$	113,10	mm <sup>2</sup>	area di un braccio disponibile per la torsione
$A_c =$	382500	mm <sup>2</sup>	area della sezione
$u =$	2520	mm	perimetro della sezione
$t =$	152	mm	spessore della sezione cava ideale
$u_m =$	1913	mm	perimetro medio del nucleo resistente
$A =$	214289	mm <sup>2</sup>	area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico
Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza torsionale vale:			
$T_{Rsd} =$	218,1	KNm	
<u>Resistenza del cls nel meccanismo COMBINATO TAGLIO - TORSIONE</u>			
La resistenza di progetto a torsione pura, ovvero non penalizzata dalla presenza del taglio, calcolata con riferimento alla rottura delle bielle compresse del cls vale:			
$T_{Rcd\_pura} =$	520,4	KNm	
La resistenza di progetto a torsione, tenendo in conto della presenza del taglio, calcolata con riferimento alla rottura delle bielle compresse del cls vale:			
$TRcd =$	510,3	KNm, = $TRcd\_pura \cdot (1 - V_{ed}/V_{rdc})$	
<u>Resistenza della armatura longitudinale nel meccanismo di torsione pura</u>			
$S_{A_l} =$	1131	mm <sup>2</sup>	area complessiva delle barre longitudinali
Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza per torsione pura vale:			
$T_{Rld} =$	114,0	KNm	
<u>Calcolo del momento torcente resistente di progetto</u>			
$T_{Rd} =$	<b>114,0 kNm</b> = $\min(TRsd; TRcd; TRld)$		
<b>Verifica a torsione del cordolo</b>			
Il centro di taglio della sezione ad "L" è individuato nel punto di intersezione tra gli assi mediani dei rettangoli che la compongono. I bracci di leva e le forze che generano torsione valgono:			
		Urto	Vento
valore di progetto =	100,00	0,00	KN, forza agente sul singolo paletto
braccio di leva con il centro di taglio =	1,21	2,71	m
momento torcente = $T_{edi} =$	120,50	0,00	KNm
Il momento torcente agente vale:			
$T_{ed} =$	60,25 KNm, = $0,5 \cdot \text{Somma}(T_{edi})$		
Il momento torcente resistente vale:			
$T_{rd} =$	114,03 KNm		
$FS = T_{rd} / T_{ed} =$	<b>1,89</b>		

### Riepilogo dei coefficienti di sicurezza



#### Sezione S2

sicurezza a tenso flessione:	FS=	1,76
sicurezza a taglio:	FS=	4,66

#### Sezione S3

sicurezza a tenso flessione:	FS=	1,57
sicurezza a taglio:	FS=	3,25

#### Sezione S4

sicurezza a tenso flessione:	FS=	1,18
sicurezza a taglio:	FS=	2,77

#### Sezione S5

sicurezza a tenso flessione:	FS=	1,12
sicurezza a taglio:	FS=	2,90

#### Cordolo

sicurezza a flessione:	FS=	1,88 (nel piano orizzontale)
sicurezza a taglio:	FS=	2,69 (nel piano orizzontale)
sicurezza a torsione:	FS=	1,89

## **11.4 - Allegato 4: verifiche strutturali – caso azione del vento su barriera integrata**

# Cordolo in c.a.

## sezione rettangolare costruita a sbalzo dalla soletta

### Materiali

#### Cls del cordolo

$f_{ck}$ :	<b>32</b>	Mpa, resistenza cilindrica caratteristica a compressione del cls
	<b>25</b>	KN/m <sup>3</sup> , peso specifico
gamma <sub>c</sub> :	<b>1,50</b>	, coefficiente di sicurezza

#### Cls della soletta

$f_{ck}$ o $f_{cm}$ :	<b>25</b>	Mpa, resistenza cilindrica caratteristica (o media) a compressione del cls
	<b>25</b>	KN/m <sup>3</sup> , peso specifico
gamma <sub>c</sub> :	<b>1,50</b>	, coefficiente di sicurezza
FC:	<b>1,00</b>	, fattore di confidenza

#### Armatura NUOVA di rinforzo in estradosso di soletta

$f_y$ :	<b>450</b>	Mpa, resistenza caratteristica
gamma <sub>s</sub> :	<b>1,15</b>	, coefficiente di sicurezza
E:	<b>200.000</b>	, Mpa modulo elastico

#### Armatura ESISTENTE di rinforzo in estradosso di soletta

(non inserire valori nulli in queste celle)

	Tipo 1	Tipo 2	
$f_{yk}$ o $f_{ym}$ :	<b>390</b>	<b>1600</b>	Mpa, resistenza caratteristica o media
gamma <sub>s</sub> :	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	, coefficiente di sicurezza
FC:	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	, fattore di confidenza
E:	<b>200.000</b>	<b>190.000</b>	, Mpa modulo elastico

#### Armatura interna del cordolo

$f_{yk}$ :	<b>450</b>	Mpa, resistenza caratteristica
gamma <sub>s</sub> :	<b>1,15</b>	, coefficiente di sicurezza
E:	<b>200.000</b>	, Mpa modulo elastico

### Geometria delle armature

#### Armatura NUOVA e aggiuntiva di rinforzo in estradosso di soletta

(utilizzata per le verifiche a tenso flessione di soletta)

	Sez. S2	Sez. S3	Sez. S4	Sez. S5	
Ds:	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	mm, diametro
ps:	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	mm, passo
c:	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	mm copriferro

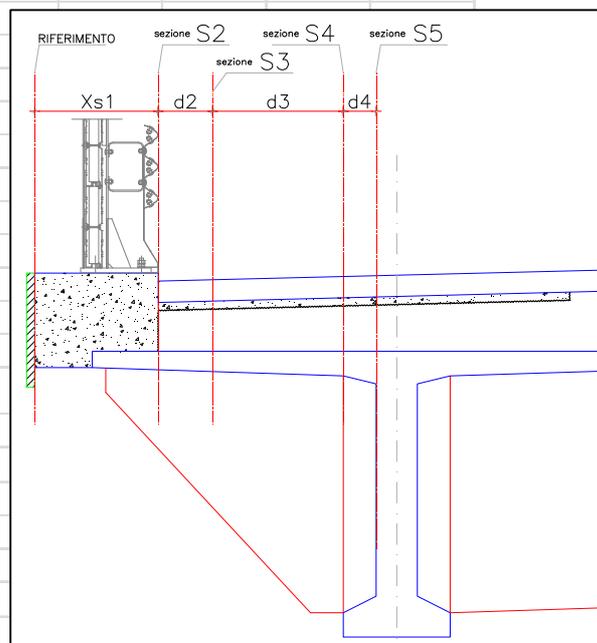
#### Armatura ESISTENTE di rinforzo in estradosso di soletta

(per un solo tipo di armatura assegnare valori a "tipo 1")

	Sez. S2 tipo 1	Sez. S2 tipo 2	Sez. S3 tipo 1	Sez. S3 tipo 2	Sez. S4 tipo 1	Sez. S4 tipo 2	Sez. S5 tipo 1	Sez. S5 tipo 2	
Ds:	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	mm, diametro
ps:	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	mm, passo
c:	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	mm copriferro

#### Armatura interna del cordolo

	Staffe		Barre longitudinali dedicate alla sola flessione orizzontale
Ds:	<b>12</b>	mm, diametro	Ds: <b>12</b> mm, diametro
ps:	<b>100</b>	mm, passo	numero: <b>1</b>
c:	<b>30</b>	mm copriferro	
	Barre longitudinali per torsione		
Ds:	<b>12</b>	mm, diametro	
numero:	<b>10</b>		





<b>Carpenterie</b>					
<b>Barriera stradale</b>					
ip:	1,500	m, interasse dei paletti della barriera			
dcl:	0,000	m, distanza tra il limite della carreggiata (la lama della barriera) e il ciglio interno del cordolo			
<b>Cordolo</b>					
l12	0,750	m, larghezza del cordolo			
delta_c:	0,050	m, sovrizzo del cordolo rispetto alla pavimentazione			
scp:	0,350	m, distanza dell'intradosso del cordolo dall'estradosso di soletta post operam			
hc=	0,51	m, altezza del cordolo			
<b>Pavimentazione</b>					
	Sez. S2	Sez. S5			
Spessori	0,11	0,14	metri	24	KN/m3, peso specifico
<b>Soletta</b>					
	Sez. S2	Sez. S3	Sez. S4	Sez. S5	
Spessori	0,30	0,31	0,33	0,33	metri
		l23	l34	l45	
Distanze	0,75	0,33	0,79	0,20	metri
Lo sbalzo della soletta (escluso il cordolo) risulta pari a =					1,32 m
Lo sbalzo della soletta (incluso il cordolo) risulta pari a =					2,07 m
<b>Predalla NON collaborante</b>					
spessore=	0,00	m			
	25	KN/m3, peso specifico			
<b>Azioni</b>					
<b>Forze d'urto orizzontali agenti sulla barriera</b>					
P=	0,00	KN, forza agente sul singolo paletto			
	1,00	m, altezza rispetto al pavimentato			
gamma=	1,00	, coefficiente di sicurezza			
<b>Forze del vento orizzontali agenti sulla barriera</b>					
W=	17,44	KN, forza agente sul singolo paletto			
	1,55	m, altezza rispetto al pavimentato			
gamma=	1,50	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE della barriera</b>					
Gb=	2,30	KN/m			
	0,38	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE della veletta esterna</b>					
Gv=	1,05	KN/m			
	0,00	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE dei sottoservizi appesi in intradosso</b>					
Gv=	0,50	KN/m			
	1,08	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza			
<b>Peso AL METRO LINEARE del cordolo</b>					
Gc=	9,56	KN/m			
	0,38	m, distanza orizzontale dal ciglio esterno del cordolo			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza			
<b>Altri coefficienti di sicurezza</b>					
gamma=	1,01	, coefficiente di sicurezza per il secondo schema di carico veicolare agente in aderenza alla barriera			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza per il peso proprio della pavimentazione			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza per il peso proprio della soletta			
gamma=	1,35	, coefficiente di sicurezza per il peso proprio della predalla non collaborante			

Verifica della sezione S2				
<b>Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez.:</b>				
Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.				
	Med	Ned	Ved	
azioni di progetto carichi permanenti	-7,07	0,00	-12,43	
azioni di progetto carichi orizzontali	-31,56	-12,44	0,00	
azioni di progetto carichi verticali da traffico	-4,55	0,00	-33,48	
Med=	-43,18 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)			
Ned=	-12,44 KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)			
Ved=	-50,91 KN, taglio di progetto			
<b>Verifica a tenso flessione della sezione</b>				
	ds	barre aggiuntive	barre esist. Tipo 1	barre esist. Tipo 2
fy o fe =	25	450	390	1600
gamma=	1,50	1,15	1,00	1,00
FC=	1,00	1,00	1,00	1,00
numero barre=		10,00	4,00	10,00
e=		30,0	60,0	70,0
W=		1000 mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)		
D=		300 mm, altezza della sezione		
A.N.=		49 mm, profondità asse neutro		
Mrd=		-144,65 KNm, momento resistente		
Med=		-43,18 KNm, momento agente		
FS=Mrd/Med=		3,35		
<b>Verifica a taglio (con il tipo sezione senza staffe)</b>				
$v_{td} = [0,18 + 0,00 \beta_1 \sigma_{td} / f_{td}] \cdot \gamma + 0,15 \sigma_{td} \cdot \beta_1 \cdot 4,2 \cdot (v_{td} + 0,15 \sigma_{td}) \cdot \beta_1 \cdot d$				
larghezza sezione		bw	[mm]	1000
altezza sezione		h	[mm]	300
altezza utile sezione		d	[mm]	263
armatura longitudinale tesa: area		As	[mm <sup>2</sup> ]	3542
rapporto geometrico di armatura longitudinale		n		0,006
		k		1,872
		v <sub>adm</sub>	[MPa]	0,448
tensione media nella sezione (neg.=traz.)		σ <sub>cp</sub>	[MPa]	0,06
resistenza caratteristica o media cilindrica		f <sub>td</sub>	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente		tau <sub>rd</sub>	[MPa]	0,54
taglio resistente		V <sub>rd</sub>	[kN]	142,29
taglio di progetto agente		V <sub>ed</sub>	[kN]	50,91
		FS=V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub> =		2,79

**Verifica della sezione S3**

Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez. Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.

	Med	Ned	Ved
azioni di progetto carichi permanenti	-13,58	0,00	-22,05
azioni di progetto carichi orizzontali	-31,65	-17,44	0,00
azioni di progetto carichi verticali da traffico	-15,29	0,00	-50,79
Med=	-60,51		
Ned=	-17,44		
Ved=	-72,84		

Med= -60,51 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)  
 Ned= -17,44 KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)  
 Ved= -72,84 KN, taglio di progetto

**Verifica a tenso flessione della sezione**

	barre ds	barre aggiuntive	barre esist. Tipo 1	barre esist. Tipo 2	
fy o fc=	25	450	390	1600	Mpa
gamma=	1,50	1,15	1,00	1,00	coeff. Sicurezza
C=	1,00	1,00	1,00	1,00	fact. confidenza
numero barre=	10,00	4,00	10,00		
cs=	30,0	60,0	70,0		mm, copriferro rispetto estradosso soletta
W=	1000 mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)				
D=	310 mm, altezza della sezione				
A.N.=	49 mm, profondità asse neutro				
Med=	-150,60 KNm, momento resistente				
Meda=	-60,51 KNm, momento agente				
FS=Med/Med=	2,48				

Verifica a taglio (configurazione senza staffe)

$$V_{Rd} = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ctd})^{2/3} \cdot \eta \cdot 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \cdot (1 + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm]	1000
altezza sezione	h	[mm]	310
altezza utile sezione	d	[mm]	273
armatura longitudinale tesa: area	A <sub>s</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	1542
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ <sub>l</sub>		0,006
	k		1,856
	V <sub>max</sub>	[MPa]	0,442
tensione media nella sezione (neg.=irraz.)	σ <sub>cp</sub>	[MPa]	-0,06
resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>ctd</sub>	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente	tau <sub>rd</sub>	[MPa]	0,53
taglio resistente	V <sub>Rd</sub>	[KN]	144,64
taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[KN]	72,84
	FS=V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub> =		1,59

Verifica della sezione S4			
Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez.:			
Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.			
	Med	Ned	Ved
azioni di progetto carichi permanenti	-36,12	0,00	-34,51
azioni di progetto carichi orizzontali	-31,81	-17,44	0,00
azioni di progetto carichi verticali da traffico	-45,14	0,00	-55,05
Med=	-113,07 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)		
Ned=	-17,44 KN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)		
Ved=	-89,56 KN, taglio di progetto		
Verifica a tenso flessione della sezione			
	ds	barre aggiuntive	barre esist. Tipo 1
fy o fc =	25	450	390
			1600
gamma=	1,20	1,15	1,00
			1,00
gamma=	1,00	1,00	1,00
			1,00
numero barre=	10,00	4,00	10,00
cs=	30,0	60,0	70,0
			mm, copriferro rispetto estradosso soletta
Wx=	1000	mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)	
D=	328	mm, altezza della sezione	
A.N.=	49	mm, profondità asse neutro	
Med=	-161,30	KNm, momento resistente	
Med=	-113,07	KNm, momento agente	
FS=Med/Med=	1,43		
Verifica a taglio (configurazione senza staffe)			
$V_{Rd} = [0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ctd})^{2/3} \cdot \eta_1 + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \cdot (v_{Rd1} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm]	1000
altezza sezione	h	[mm]	328
altezza utile sezione	d	[mm]	291
armatura longitudinale tesa: area	A <sub>s</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	1542
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ <sub>l</sub>		0,005
	k		1,829
	v <sub>Rd1</sub>	[MPa]	0,433
tensione media nella sezione (neg.=traz.)	σ <sub>cp</sub>	[MPa]	-0,05
resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>ctd</sub>	[MPa]	25
tensione tangenziale resistente	tau <sub>rd</sub>	[MPa]	0,51
taglio resistente	V <sub>Rd</sub>	[KN]	148,80
taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[KN]	89,56
	FS=V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub> =		1,66

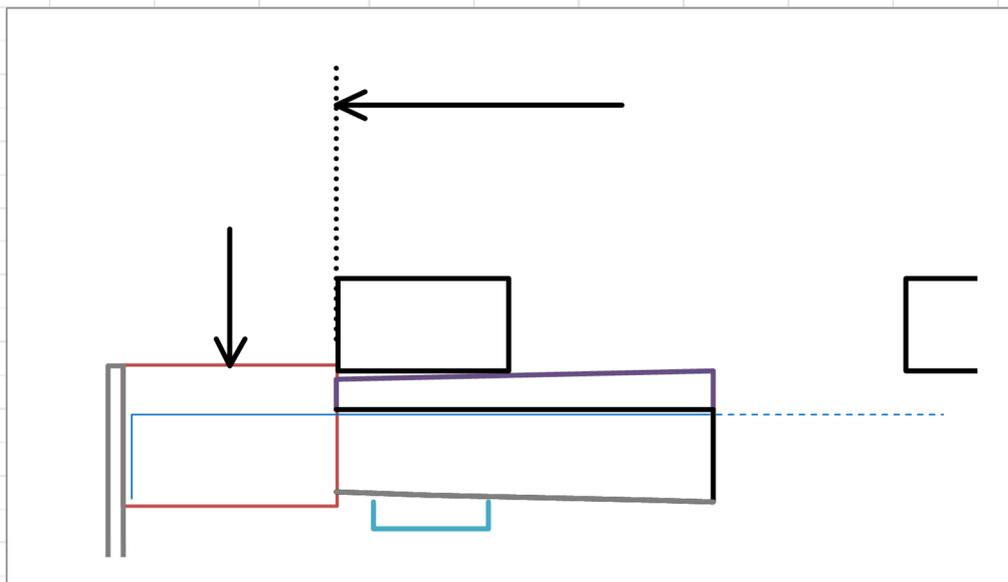
Verifica della sezione SS				
<b>Calcolo delle sollecitazioni agenti rispetto al baricentro della sezione verticale di soletta intercettata dalla sez.:</b>				
Tutte le sollecitazioni sono riferite ad una larghezza di soletta pari a 1,00m.				
		Med	Med	Ved
azioni di progetto carichi permanenti		-43,33	0,00	-32,65
azioni di progetto carichi orizzontali		-31,85	-17,44	0,00
azioni di progetto carichi verticali da traffico		-50,65	0,00	-49,65
Med=	-125,83 KNm, momento agente di progetto (negativo tende le fibre di estradosso soletta)			
Ned=	-17,44 kN, forza assiale di progetto (negativo = trazione)			
Ved=	-87,30 kN, taglio di progetto			
<b>Verifica a tenso flessione della sezione</b>				
		barre resist. tipo 1	barre resist. tipo 2	
fy o fc=	25 / 450	390	1600	Mpa
gamma=	1,50 / 1,15	1,00	1,00	coeff. Sicurezza
psi=	1,00	1,00	1,00	fatt. confidenza
numero barre	10,00	4,00	10,00	
cm	30,0	60,0	70,0	mm, copriferro rispetto estradosso soletta
Wx	1000 mm, larghezza della sezione (calcolo per metro lineare)			
D=	333 mm, altezza della sezione			
A.N.=	49 mm, profondità asse neutro			
Mrd=	-164,28 KNm, momento resistente			
Med=	-125,83 KNm, momento agente			
FS=Mrd/Med=	1,31			
<b>Verifica a taglio (configurazione senza staffe)</b>				
$V_{Ed} = [0,18 \leq (0,0 \leq \rho_1 \leq 0,01) \eta_1 + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d_2 (v_{adm} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d$				
larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm]	1000	
altezza sezione	h	[mm]	333	
altezza utile sezione	d	[mm]	296	
armatura longitudinale tesa: area	A <sub>s1</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	1542	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ <sub>1</sub>		0,005	
	k		1,822	
	v <sub>adm</sub>	[MPa]	0,430	
tensione media nella sezione (neg.=traz.)	σ <sub>cp</sub>	[MPa]	-0,05	
resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>yk</sub>	[MPa]	25	
tensione tangenziale resistente	tau <sub>rd</sub>	[MPa]	0,51	
taglio resistente	V <sub>Ed,rd</sub>	[kN]	149,93	
taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[kN]	87,30	
	FS=Ved/Ved=		1,72	

<b>Verifica a flessione del cordolo nel piano orizzontale</b>			
Azioni orizzontali agenti sul cordolo:			
	Urto	Vento	
valore di progetto=	0,00	26,16	KN, forza agente sul singolo paletto
ip:	1,50 m, interasse dei paletti della barriera		
H=	26,16 KNm, valore di progetto della forza totale agente sul singolo paletto		
Il momento agente vale:			
Med=	4,904297 KNm, = (0,5*H)*(0,25*ip)		
Verifica a flessione del rettangolo orizzontale del cordolo:			
W	510 mm, larghezza della sezione		
D	750 mm, altezza della sezione		
Diam	1 mm, diametro barre		
num	1 numero barre		
d	30 mm, distanza delle barre dal lembo teso		
A.N.=	6 mm, profondità asse neutro		
Mrd=	31 KNm, momento resistente		
<b>FS=Mrd/Med=</b>	<b>6,26</b>		
<b>Verifica a taglio del cordolo nel piano orizzontale</b>			
Il taglio agente vale:			
Ved=	13,08 KN, =0,5*H		
<b>Verifica a taglio (configurazione senza staffe)</b>			
$V_{Rd} = \left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
	larghezza sezione	b <sub>w</sub>	[mm] 510
	altezza sezione	h	[mm] 750
	altezza utile sezione	d	[mm] 702
	armatura longitudinale tesa: area	A <sub>sl</sub>	[mm <sup>2</sup> ] 113,1
	rapporto geometrico di armatura longitudinale	r <sub>l</sub>	0,00032
		k	1,534
		v <sub>min</sub>	[MPa] 0,376
	resistenza caratteristica o media cilindrica	f <sub>ck</sub>	[MPa] 32
	tensione tangenziale resistente	tau,rd	[MPa] 0,38
	taglio resistente	V <sub>Rd</sub>	[kN] 134,64
	taglio di progetto agente	V <sub>Ed</sub>	[kN] 13,08
		<b>FS=Vrd/Ved=</b>	<b>10,30</b>

<b>Verifica a taglio (configurazione con staffe)</b>			
$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$			
$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$			
	larghezza sezione	$b_w$ [mm]	510
	altezza sezione	$h$ [mm]	750
	altezza utile sezione	$d$ [mm]	702
	interasse staffe	$s$ [mm]	100
area dell'armatura trasversale <b>disponibile</b> per il taglio			
		$A_{sw}$ [mm <sup>2</sup> ]	226,2
		$f_{yd}$ [MPa]	391,3043
		$f_{cd}$ [MPa]	21,33333
inclinazione delle staffe rispetto all'asse elemento			
		$\alpha$ [DEG]	90
		$\text{ctg}\theta$	<= 2,5
			1,00
	tensione tangenziale al baricentro	$\tau = 1,5 \cdot V_{ed} / (b_w \cdot d) =$	[MPa] 0,05
	tensione principale di trazione al baricentro	$\sigma_1$	[MPa] -0,05
		$\text{ctg}\theta_1 = \tau / \sigma_1 =$	1,00
		$\text{ctg}\theta = \Rightarrow \text{ctg}\theta_2 =$	1,00
		$\theta$ [DEG]	45,02
coefficiente maggiorativo in elementi compressi			
		$\alpha_c$	1,00
		$V_{Rsd}$ [kN]	559,2
	resistenza a taglio trazione	$V_{Rsd}$ [kN]	559,2
	resistenza a compressione del cls ridotta	$f'_{cd}$ [MPa]	10,7
	resistenza a taglio compressione (funzione di $b_{w,nom}$ )	$V_{Rcd}$ [kN]	1718,50
	resistenza a taglio	$V_{Rd}$ [kN]	559,21
		$V_{Ed}$ [kN]	13,08
		$FS = V_{rd} / V_{ed} =$	42,76
	Percentuale di staffe necessaria ad equilibrare il solo taglio =		0,00
		<b><math>FS_{\text{taglio}} = V_{rd} / V_{ed} =</math></b>	<b>10,30</b>

<b>Verifica a torsione del cordolo</b>			
Ai sensi del par. 6,3,1,(3) dello EC2 la resistenza torsionale di una sezione ad "L" può essere calcolata come la sovrapposizione delle resistenze torsionali dei singoli elementi rettangolari che la compongono.			
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	21	Mpa	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391	Mpa	
<b>Geometria della sezione</b>			
$h =$	750	mm	altezza della sezione rettangolare
$b =$	510	mm	larghezza della sezione rettangolare
$c =$	30	mm	copriferro sulle staffe
$d =$	702	mm	altezza utile della sezione
<b>Calcolo della resistenza a torsione dell'elemento orizzontale del cordolo</b>			
<u>Resistenza delle staffe nel meccanismo COMBINATO TAGLIO - TORSIONE</u>			
Area della staffa esterna strettamente necessaria per equilibrare il solo taglio			
$A_s(1\phi) =$	0,00	mm <sup>2</sup>	area singolo braccio
Armatura trasversale che viene dedicata alla sola torsione			
$s =$	100	mm	passo staffe
$A_s(1\phi)_{torsione} =$	113,10	mm <sup>2</sup>	area di un braccio disponibile per la torsione
$A_c =$	382500	mm <sup>2</sup>	area della sezione
$u =$	2520	mm	perimetro della sezione
$t =$	152	mm	spessore della sezione cava ideale
$u_m =$	1913	mm	perimetro medio del nucleo resistente
$A =$	214289	mm <sup>2</sup>	area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico
Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza torsionale vale:			
$T_{Rsd} =$	189,7	KNm	
<u>Resistenza del cls nel meccanismo COMBINATO TAGLIO - TORSIONE</u>			
La resistenza di progetto a torsione pura, ovvero non penalizzata dalla presenza del taglio, calcolata con riferimento alla rottura delle bielle compresse del cls vale:			
$T_{Rcd\_pura} =$	346,9	KNm	
La resistenza di progetto a torsione, tenendo in conto della presenza del taglio, calcolata con riferimento alla rottura delle bielle compresse del cls vale:			
$TRcd =$	344,3	KNm, =TRcd_pura*(1-Ved/Vrdc)	
<u>Resistenza della armatura longitudinale nel meccanismo di torsione pura</u>			
$S_{A_l} =$	1131	mm <sup>2</sup>	area complessiva delle barre longitudinali
Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza per torsione pura vale:			
$T_{Rld} =$	99,2	KNm	
<u>Calcolo del momento torcente resistente di progetto</u>			
$T_{Rd} =$	<b>99,2</b>	<b>kNm = min(TRsd;TRcd;TRld)</b>	
<b>Verifica a torsione del cordolo</b>			
Il centro di taglio della sezione ad "L" è individuato nel punto di intersezione tra gli assi mediani dei rettangoli che la compongono. I bracci di leva e le forze che generano torsione valgono:			
		Urto	Vento
valore di progetto=	0,00	26,16	KN, forza agente sul singolo paletto
braccio di leva con il centro di taglio=	1,21	1,76	m
momento torcente=Tedi=	0,00	45,90	KNm
Il momento torcente agente vale:			
$T_{ed} =$	22,95	KNm, = 0,5*Somma(Tedi)	
Il momento torcente resistente vale:			
$T_{rd} =$	99,15	KNm	
<b>FS=T<sub>rd</sub>/T<sub>ed</sub>=</b>	<b>4,32</b>		

### Riepilogo dei coefficienti di sicurezza



#### Sezione S2

sicurezza a tenso flessione: FS= 3,35

sicurezza a taglio: FS= 2,79

#### Sezione S3

sicurezza a tenso flessione: FS= 2,49

sicurezza a taglio: FS= 1,99

#### Sezione S4

sicurezza a tenso flessione: FS= 1,43

sicurezza a taglio: FS= 1,66

#### Sezione S5

sicurezza a tenso flessione: FS= 1,31

sicurezza a taglio: FS= 1,72

#### Cordolo

sicurezza a flessione: FS= 6,26 (nel piano orizzontale)

sicurezza a taglio: FS= 10,30 (nel piano orizzontale)

sicurezza a torsione: FS= 4,32