

# S.S. N. 9 "VIA EMILIA"

## VARIANTE DI CASALPUSTERLENGO ED ELIMINAZIONE PASSAGGIO A LIVELLO SULLA S.P. EX S.S. N.234

### PROGETTO ESECUTIVO

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| <br><br>Ing. Renato Vaira<br><small>(Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)</small> | ING.<br><b>RENATO DEL PRETE</b><br><br>Ing. Renato Del Prete<br><small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</small>  | DOTT. GEOL.<br><b>DANILO GALLO</b><br><br>Dott. Geol. Danilo Gallo<br><small>Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</small>  | <b>INTEGRAZIONE PRESTAZIONI</b><br>Ing. Renato Del Prete   | <b>PROGETTISTA</b><br>Ing. Valerio Bajetti<br><small>(I.T. S.r.l.)</small>                    |
|  |  |  | <b>PROGETTAZIONE STRADALE</b><br>Ing. Gaetano Ranieri<br><small>(Ga&amp;M S.r.l.)</small>                | <b>PROGETTAZIONE IDRAULICA</b><br>Ing. Fabrizio Bajetti<br><small>(I.T. S.r.l.)</small>       |
| <br>Ing. Valerio Bajetti<br><small>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211</small>    | <b>SETAC</b> Srl<br>Servizi & Engineering<br>Trasporti Ambiente Costruzioni<br><br>Prof. Ing. Luigi Monterisi<br><small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</small> | <br>E&G Engineering & Graphics S.r.l.<br><br>Ing. Gabriele Incecchi<br><small>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</small> | <b>PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI</b><br>Ing. Renato Vaira<br><small>(Studio Corona S.r.l.)</small> | <b>PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI</b><br>Ing. Nicola Ligas<br><small>(I.T. S.r.l.)</small> |
|  |  |  | <b>COMPUTI</b><br>Ing. Valerio Bajetti<br><small>(I.T. S.r.l.)</small>                                   | <b>CANTIERISTICA</b><br>Ing. Gaetano Ranieri<br><small>(Ga&amp;M S.r.l.)</small>              |
| <br>Prof. Ing. Matteo Ranieri<br><small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</small> | <b>ECOPLAN</b><br><small>Studio di Ingegneria e Architettura</small><br><br>Arch. Nicoletta Frattini<br><small>Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</small>      | <b>ARKE'</b><br>INGEGNERIA s.r.l.<br><small>Via Impugnatura Trapano n. 4 - 70129 Bari</small><br><br>Ing. Gioacchino Angarano<br><small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</small>                           | <b>GEOLOGIA</b><br>Dott. Danilo Gallo  | <b>GEOTECNICA</b><br>Ing. Gianfranco Sodero<br><small>(Studio Corona S.r.l.)</small>          |
|  |  |  | <b>AMBIENTE</b><br>Dott. Emilio Macchi<br><small>(ECOPLAN S.r.l.)</small>                                | <b>SICUREZZA</b><br>Ing. Gaetano Ranieri<br><small>(Ga&amp;M S.r.l.)</small>                  |

|  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
| VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO<br><br><br>Dott. Ing. Fabrizio CARDONE | IL RESPONSABILE DELLA INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE<br><br>Ing. Renato DEL PRETE | PROGETTISTA<br><br>Ing. Valerio BAJETTI | GEOLOGO<br><br>Dott. Danilo GALLO | IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE<br><br>Ing. Gaetano RANIERI |
|--|---|--|---|---|

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <h1 style="font-size: 2em;">DN00</h1> | <h2 style="font-size: 1.5em;">D - DN - BARRIERE DI SICUREZZA</h2> <h3 style="font-size: 1.2em;">RELAZIONE TECNICA BARRIERE DI SICUREZZA</h3> |
|---------------------------------------|--|

|   |                                     |               |  |                            |                       |              |
|---|-------------------------------------|---------------|--|----------------------------|-----------------------|--------------|
| CODICE PROGETTO<br>PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.<br><b>COMI</b> <b>E</b> <b>1701</b> |                                     |               | NOME FILE<br>DN00-T00PS00TRARE01_B.dwg |                            | REVISIONE<br><b>B</b> | SCALA:<br>-- |
| CODICE ELAB. <b>T00PS00TRARE01</b>  |                                     |               |  |                            |                       |              |
| D   |                                     |               |  |                            |                       |              |
| C   |                                     |               |  |                            |                       |              |
| B   | EMMISSIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA | LUGLIO 2018   | ING. LUCREZIA POLI                     | PROF. ING. LUIGI MONTERISI | ING. VALERIO BAJETTI  |              |
| A   | EMMISSIONE                          | DICEMBRE 2017 | ING. ROSALIA PISCOPO                   | PROF. ING. LUIGI MONTERISI | ING. VALERIO BAJETTI  |              |
| REV.  | DESCRIZIONE                         | DATA          | REDATTO                                | VERIFICATO                 | APPROVATO             |              |

**SOMMARIO**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Generalità.....  | 2  |
| 2     | Riferimenti tecnici e normativi .....  | 3  |
| 3     | Definizione dei livelli di traffico nei tratti oggetto di studio .....       | 5  |
| 3.1   | Asse principale e zone di svincolo.....                                      | 5  |
| 3.1.1 | 3.1.1 Definizione dei livelli di traffico nei tratti oggetto di studio ..... | 8  |
| 3.2   | Viabilità secondaria .....   | 8  |
| 4     | Caratteristiche tecniche e prestazionali delle barriere di progetto .....    | 9  |
| 4.1   | Barriere Anas.....   | 9  |
| 4.1.1 | Barriera bordo laterale classe H2.....                                       | 9  |
| 4.1.2 | Barriera bordo ponte classe H2.....  | 11 |
| 4.1.3 | Barriera bordo laterale classe H3.....                                       | 14 |
| 4.1.4 | Barriera bordo ponte classe H3.....  | 16 |
| 4.1.5 | Barriera bordo ponte classe H4.....  | 18 |
| 4.2   | Barriere commerciali.....  | 20 |
| 4.2.1 | Barriera bordo ponte classe H2.....  | 20 |
| 4.2.2 | Barriera bordo laterale classe H2.....                                       | 21 |
| 4.2.3 | Barriera bordo laterale classe H1 .....                                      | 21 |
| 5     | Modalità di installazione delle barriere bordo laterale .....                | 21 |
| 5.1   | Criteri per la definizione della modalità di installazione .....             | 21 |
| 5.1.1 | Verifica dell'infissione .....   | 22 |
| 5.1.2 | Verifica geometrica.....   | 24 |
| 6     | Modalità di installazione delle barriere bordo opera.....                    | 24 |
| 6.1   | Criteri per la definizione della modalità di installazione .....             | 24 |
| 6.2   | Installazione su nuove opere d'arte.....                                     | 25 |
| 7     | Lunghezze di installazione .....   | 25 |
| 8     | Transizioni.....   | 26 |
| 8.1   | Transizioni tra barriere Anas .....  | 27 |
| 8.2   | Transizioni tra barriere Anas e barriere commerciali (di progetto).....      | 28 |
| 8.3   | Transizioni tra barriere Anas e barriere esistenti.....                      | 28 |
| 8.4   | Transizioni tra barriere commerciali (di progetto) .....                     | 29 |
| 9     | Modalità di protezione degli ostacoli .....                                  | 30 |
| 9.1   | Ostacoli sul bordo laterale .....  | 30 |
| 10    | Elementi di protezione complementari .....                                   | 34 |
| 10.1  | Terminali semplici .....   | 34 |
| 10.2  | Attenuatori d'urto.....  | 35 |

## 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 della variante di Casalpusterlengo della SS.9 "Via Emilia".

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.

## 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:

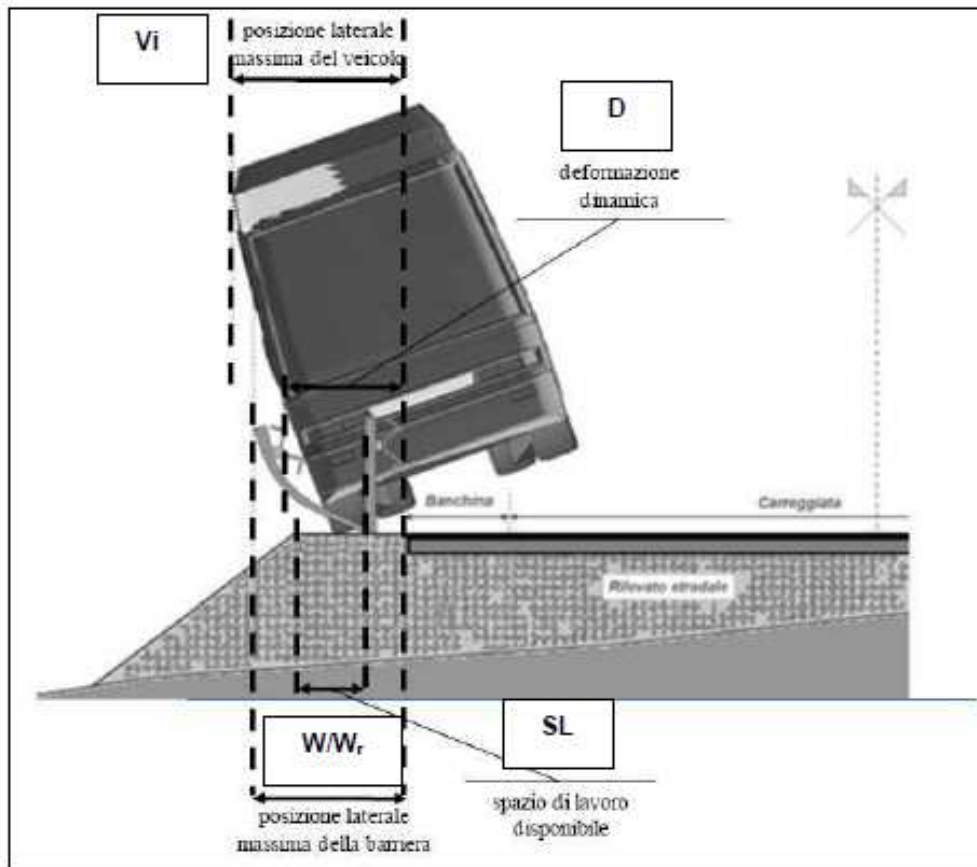
- Decreto dirigenziale relativo all'aggiornamento delle istruzioni tecniche inerenti l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale. Numero di notifica: 2014/483/I, trasmesso alla Commissione Europea il 6/10/2014: pur non essendo stato ancora emanato nell’ordinamento giuridico nazionale, 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]
- Rete Ferroviaria Italiana – Manuale di progettazione del corpo stradale - RFI DINIC MA CS 00 001 C [17].

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 DEI LIVELLI DI TRAFFICO NEI TRATTI OGGETTO DI STUDIO

#### 3.1 ASSE PRINCIPALE E ZONE DI SVINCOLO

Ai sensi della normativa vigente devono essere protette con appositi dispositivi di ritenuta almeno le seguenti situazioni:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna;
- il margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a  $2/3^1$ ;

<sup>1</sup> Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a  $2/3$  è demandata al progettista la definizione delle situazioni nelle quali sia necessario prevedere una barriera di sicurezza in funzione della combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili).



- gli ostacoli fissi che possono costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, in funzione della classe funzionale a cui appartiene la strada, della classe di traffico e della destinazione delle protezioni.

Per quanto riguarda la classe funzionale dell'asse principale, si è fatto riferimento a quanto indicato per strade di Classe B (Strade extraurbane principali) in ambito extraurbano e per le relative pertinenze e strade di servizio.

Per tutte le destinazioni di barriere il D.M. 21.06.2004 indica come primo fattore per la definizione della classe di barriera da adottare il livello di traffico definito in base al TGM bidirezionale ed alla percentuale di veicoli pesanti (massa >3,5t) presenti nella mix, secondo lo schema di Tabella 3-1.

| Classe | TGM bidirezionale | % VP      |
|--------|-------------------|-----------|
| I      | ≤ 1000            | qualunque |
|        | > 1000            | ≤ 5       |
| II     | > 1000            | 5 – 15    |
| III    | > 1000            | > 15      |

TABELLA 3-1 SCHEMA PER LA DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI TRAFFICO

Il D.M. 21.06.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente.

| Tipo di strada   | Traffico | Destinazione barriere               |                                     |                                  |
|--|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|  |          | Barriere spartitraffico<br><i>a</i> | Barriere bordo laterale<br><i>b</i> | Barriere bordo ponte<br><i>c</i> |
| Autostrade (A) e<br>Strade<br>extraurbane<br>principali (B)                      | I        | H2                                  | H1                                  | H2                               |
|  | II       | H3                                  | H2                                  | H3                               |
|  | III      | H3-H4                               | H2-H3                               | H3-H4                            |
| Strade<br>extraurbane<br>secondarie (C) e<br>Strade urbane di<br>scorrimento (D) | I        | H1                                  | N2                                  | H2                               |
|  | II       | H2                                  | H1                                  | H2                               |
|  | III      | H2                                  | H2                                  | H3                               |
| Strade urbane di<br>quartiere (E) e<br>strade locali (F)                         | I        | N2                                  | N1                                  | H2                               |
|  | II       | H1                                  | N2                                  | H2                               |
|  | III      | H1                                  | H1                                  | H2                               |

TABELLA 3-2 CLASSI MINIME DI BARRIERE (TAB. A)

Nei casi in cui è ammessa la adozione di due classi diverse il D.M. 21.04.2006 demanda la scelta al progettista.

Ai sensi della normativa vigente le classi di contenimento delle barriere "bordo ponte" si applicano "per opere (ponti e viadotti) di luce superiore a 10 m"; opere di luce inferiore e muri di sostegno sono equiparati (ai sensi dei livelli di contenimento minimi da garantire) al bordo laterale.

Per quanto attiene alla severità degli urti il D.M. 2367/2004 prevede che le barriere siano classificate in funzione dei valori assunti dagli indici:

- A.S.I. - Indice di Severità dell'accelerazione
- T.H.I.V. - Indice di Velocità teorica della testa
- P.H.D. - Indice di Decelerazione della testa dopo l'impatto come definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2.

La norma UNI EN 1317-2 prevede la seguente classificazione delle barriere in termini di severità degli urti.

| LIVELLO DI SEVERITA' DELL'URTO | VALORI DEGLI INDICI |                   |           |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| A                              | ASI ≤ 1.0           | THIV ≤ 33<br>km/h | PHD ≤ 20g |
| B                              | ASI ≤ 1.4           |                   |           |

TABELLA 3-3

La citata UNI EN 1317-2 chiarisce altresì che:

- "il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono";
- "in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova".

In termini di deformabilità si è fatto riferimento, a due parametri desunti dalle prove di crash:

- La deflessione dinamica (D) ovvero è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;
- La larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.



### 3.1.1 3.1.1 DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI TRAFFICO NEI TRATTI OGGETTO DI STUDIO

Per la definizione dei livelli di traffico si è fatto riferimento all'orizzonte temporale di progetto individuato nello studio trasportistico contenuto nel progetto definitivo, cui si rimanda.

Con riferimento all'art. 6 conformemente alla tabella A dell'aggiornamento del 2004 del D.M, il livello di traffico previsto è di tipo II con TGM>1000 e percentuale di veicoli pesanti minore del 15%.

In conformità con le previsioni del progetto definitivo, si è prudenzialmente ritenuto di ipotizzare una maggior presenza di veicoli pesanti lungo l'asse principale innalzando il tipo di traffico alla categoria III.

Si riassumono di seguito le tipologie di barriere da installare sull'asse principale:

- Barriera bordo opera tipo Anas classe H2 con DSM (in alcuni tratti dotata di rete antilancio)
- Barriera bordo opera tipo Anas classe H3 con DSM (in alcuni tratti dotata di rete antilancio)
- Barriera bordo opera tipo Anas classe H4 con DSM (in alcuni tratti dotata di rete antilancio)
- Barriera bordo rilevato tipo Anas classe H2 con DSM
- Barriera bordo rilevato tipo Anas classe H3 con DSM

Il tipo di barriera corrente è dunque la H2 bordo rilevato con dispositivo salva motociclisti (DSM), mentre sullo spartitraffico è prevista la installazione di un doppio filare di barriere H3 bordo rilevato anch'esse dotate di DSM. Sulle opere d'arte di lunghezza superiore ai 10 m è prevista la installazione di manufatti H3 bordo ponte salvo che sugli scavalchi ferroviari dove è prevista la barriera H4.

Per quanto concerne le zone di svincolo, si ipotizza, relativamente alle rampe di uscita e di ingresso, la stessa composizione di traffico dell'asse principale e, conseguentemente, si sono adottate le stesse tipologie di barriere; questo soprattutto per garantire un'uniformità di gestione ed anche in relazione al fatto che, essendo presenti di corsie di decelerazione, si è ritenuto opportuno avere una continuità della barriera adottata sul tratto che si sviluppa parallelamente all'asse principale.

## 3.2 VIABILITÀ SECONDARIA

La viabilità secondaria di progetto su cui è prevista l'installazione di barriere di sicurezza comprende per la quasi totalità strade extraurbane di categoria C, in particolare gli assi 3, 43, 4, 2, 80. A questi si aggiungono alcune rotatorie (R04, R06, R07, R09 e R10) con i rami che su di esse si innestano e l'asse 7, che presenta una sezione di categoria F urbana.

Sono stati analizzati il traffico previsto e la percentuale di veicoli pesanti, rilevati nei giorni 07 e 09/11/2006, indicati nello studio trasportistico (cfr. elab. 0000-0004 del progetto definitivo).

Con riferimento all'art. 6 conformemente alla tabella A dell'aggiornamento del 2004 del D.M sulle barriere di sicurezza, il livello di traffico previsto è di tipo II, essendo il TGM>1000 e la percentuale di veicoli pesanti compresa tra il 5% e il 15%.

Per omogeneità, nonché per motivi di ottimizzazione della gestione dell'infrastruttura, su tutta la viabilità secondaria di progetto sono state adottate le stesse tipologie di barriere.

E' stata quindi prevista l'installazione di barriere H1 bordo laterale sul rilevato e H2 bordo ponte sulle opere d'arte.

## 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

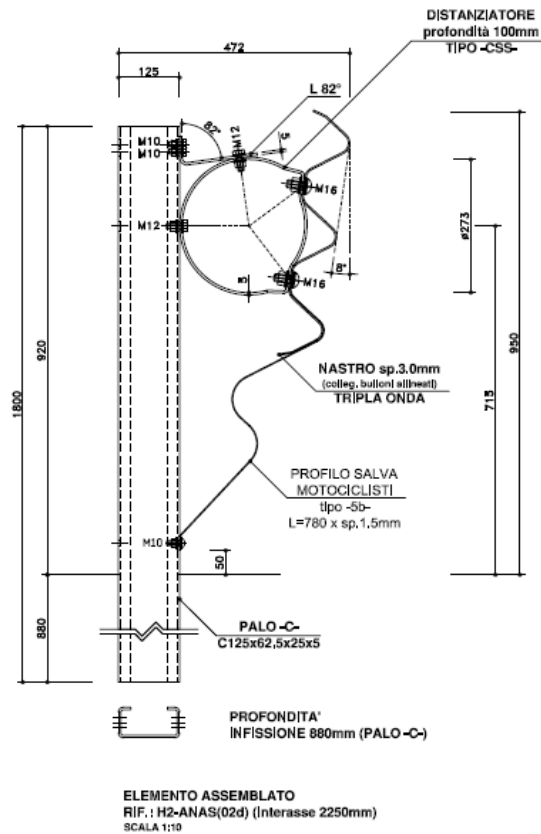
#### 4.1.1 BARRIERA BORDO LATERALE CLASSE H2

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.

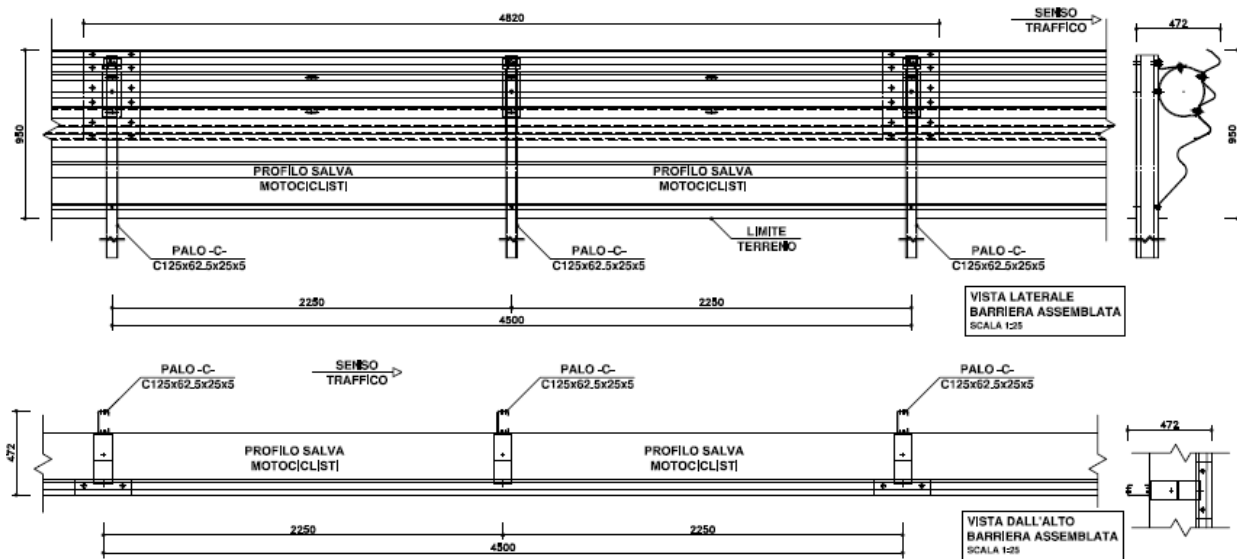
La lama e la parte inferiore del profilo SM sono collegati ai paletti infissi nel terreno; il profilo in modo diretto e la lama tramite specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato descritto nel seguito.

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.

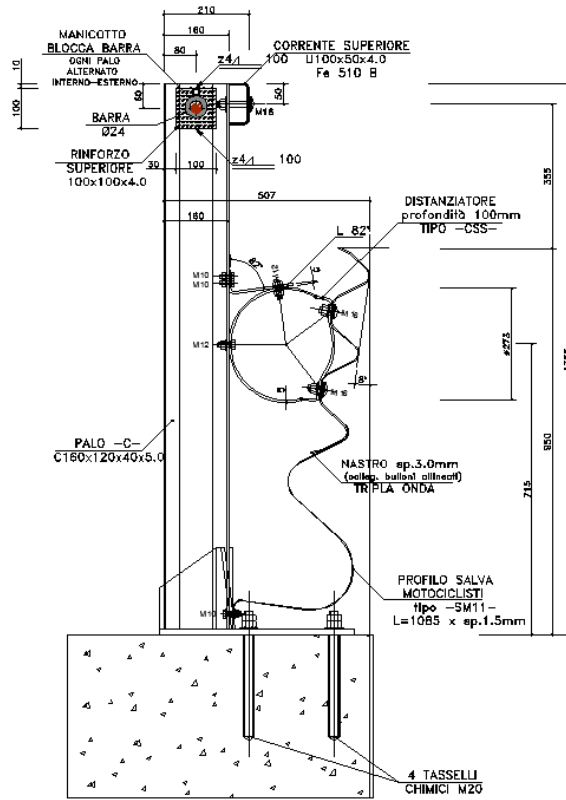
La parte frontale, ha montato un profilo continuo che eviti danni gravi ai motociclisti urtanti impedendo l'urto diretto su elementi discontinui come i paletti e/o sui bordi taglienti della lama.

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".

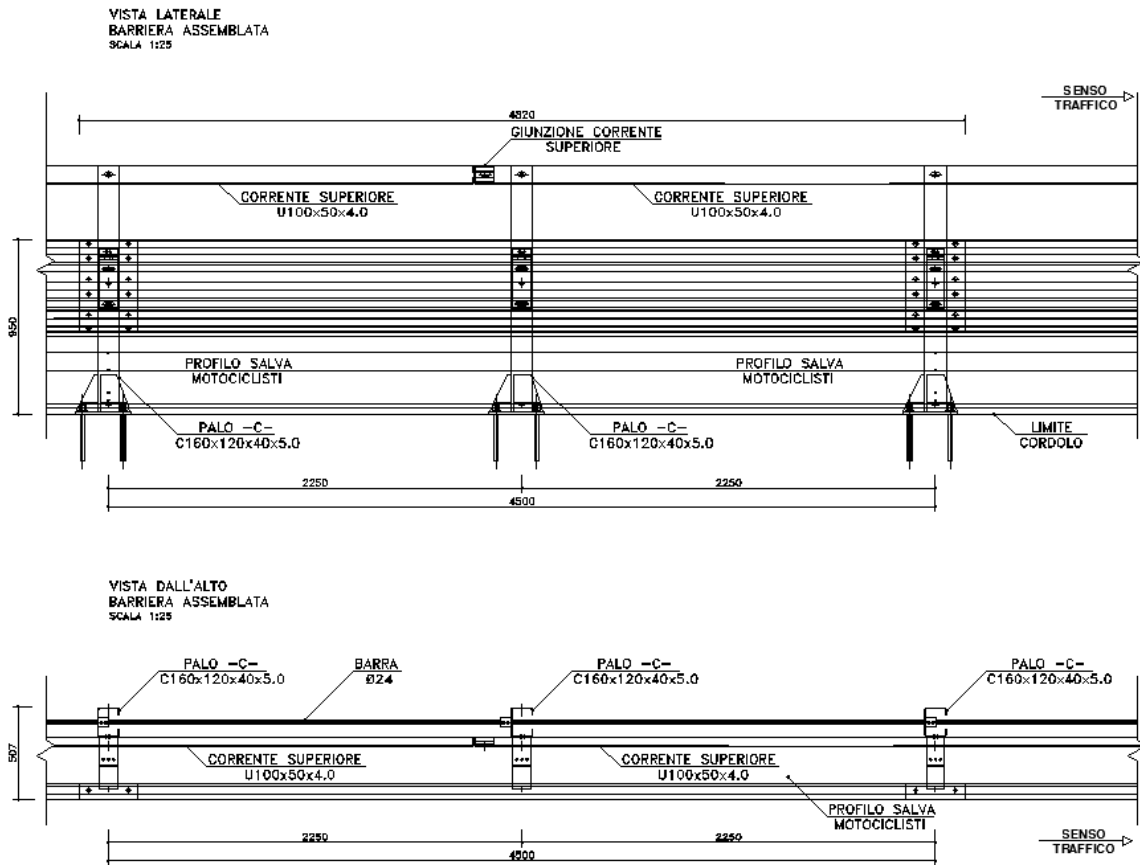
La barriera è composta da un mancorrente superiore di profilato scatolare di 4,0 mm di spessore rinforzato che ricopre un tondino di acciaio B450C  $\Phi$ 24mm inserito nell'anima dei paletti e da una tripla onda sottostante da 3,0 mm. di spessore; ad essa è connesso un profilato sottile (1,5 mm) destinato 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 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 2250 mm., lunghi 1355 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 507 mm.



Sezione barriera ANAS H2 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. 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

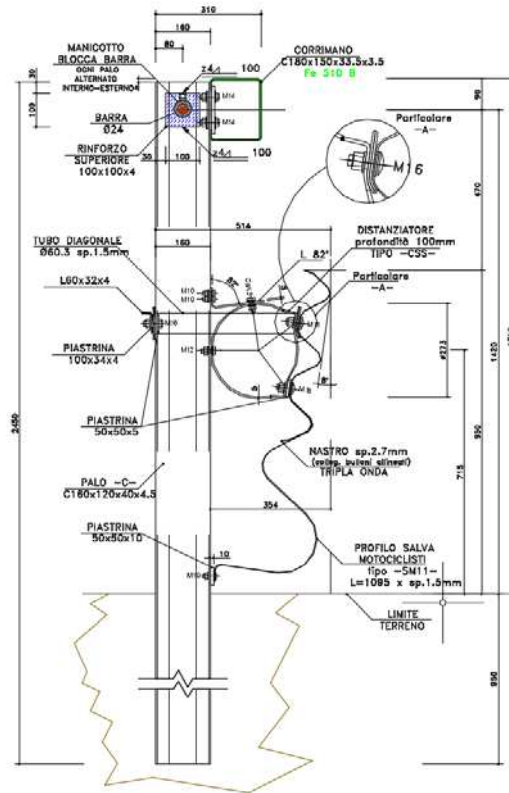


#### 4.1.3 BARRIERA BORDO LATERALE CLASSE H3

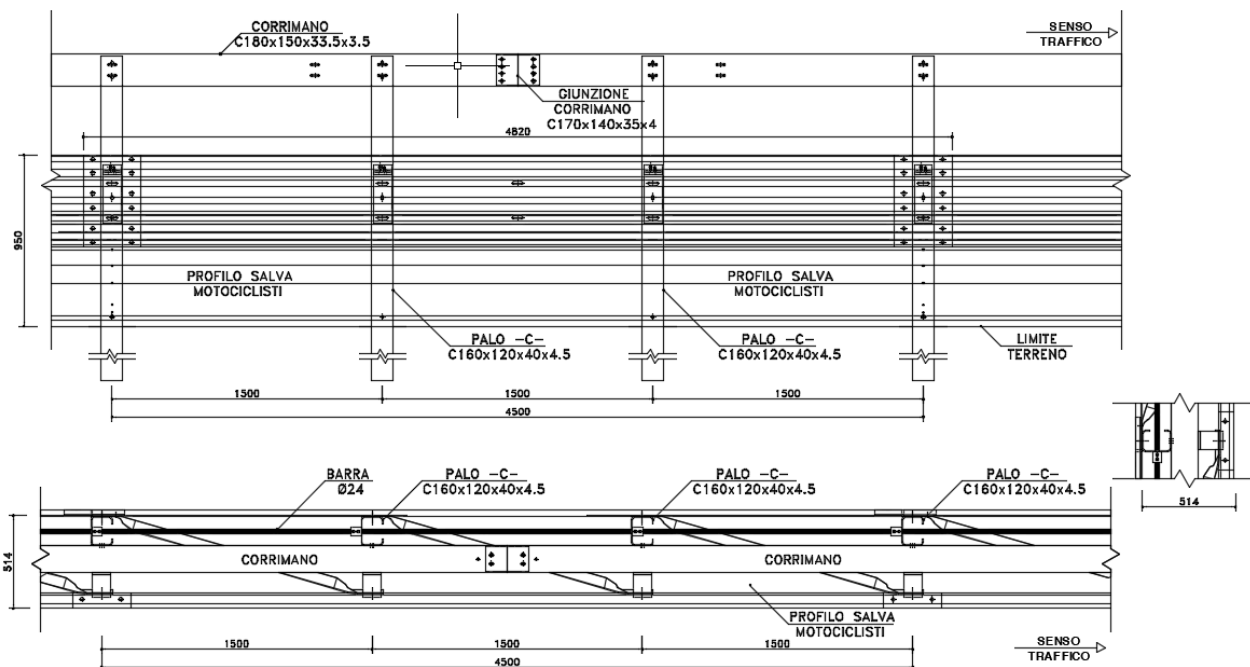
La barriera di classe H3 Bordo Laterale, ha una struttura composta da un mancorrente superiore di profilato scatolare di 4.0 mm di spessore rinforzato che ricopre un tondino di acciaio B450C  $\Phi 24$ mm inserito nell'anima dei paletti e da una tripla onda sottostante da 2.7 mm di spessore; ad essa è connessa 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 che il corpo del motociclista, o parti di esso, vi si infilino al di sotto. La parte inferiore del DSM è collegata ai paletti ancorati al cordolo mediante bulloni su piastrine mentre la lama si collega ad essi tramite uno specifico distanziatore universale a tempo di deformazione rallentato, tipo CSS. I paletti sono a sezione a "C" 160x120x40 di 4.5 mm di spessore, posti ad interasse di 1500 mm, lunghi 2450 mm ed infissi nel terreno per 950 mm.

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

RELAZIONE TECNICA BARRIERE DI SICUREZZA



Sezione barriera ANAS H3 BLSM



Vista laterale e dall'alto barriera ANAS H3 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. 853:
  - Indice di severità di accelerazione - ASI : 1.1 (B)
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 1.7 (W5)
  - Deflessione dinamica normalizzata: 1.3 m
  - Intrusione veicolo normalizzata: VI6 (2.1 m)
  - 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 400 mm 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. Sulla parte frontale è 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 antispanciamento 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 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 4,5 mm di spessore, posti ad interasse di 1500 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.



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

- Prova AISICO n. 848:
  - o Indice di severità di accelerazione - ASI : 1.1 (B)
  - o Larghezza di lavoro dispositivo: 1.6 (W5)
  - o Deflessione dinamica normalizzata: 1.2 m
  - o Intrusione veicolo normalizzata: VI6 (1.9m)
  - o Massima deformazione permanente: 0.8 m

#### 4.1.5 BARRIERA BORDO PONTE CLASSE H4

La barriera di classe H4 Bordo Ponte, è caratterizzata da una piastra di appoggio di due tipi: quello di minor resistenza, testato nei crash test di riferimento, è progettato per cordoli stretti di almeno 400 mm di larghezza e va montato a filo del cordolo; in questo modo l'ancoraggio è montato a 95 mm dal bordo e può esplicare tutta la resistenza necessaria.

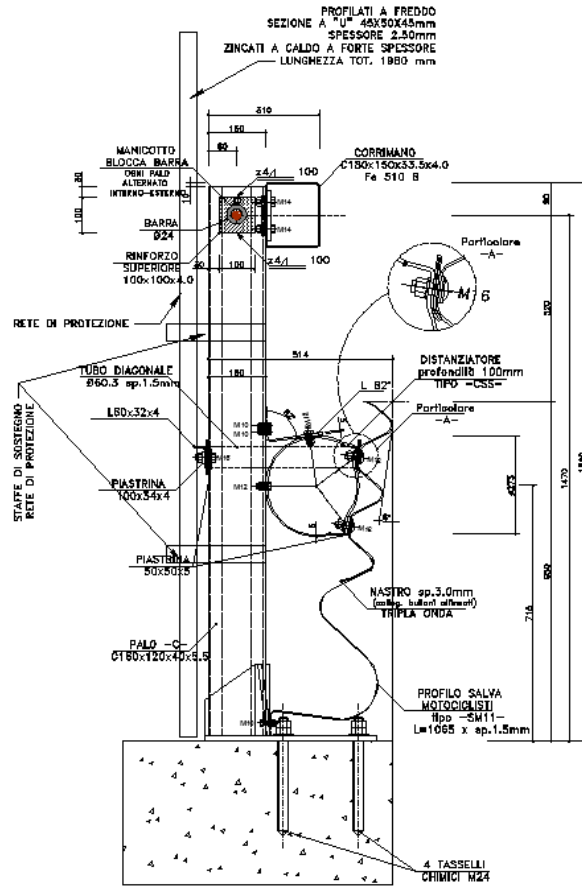
Della barriera esiste una variante equivalente in prestazioni, per cordoli larghi, cioè di almeno 50 cm, che permette l'appoggio completo della piastra di base per cui l'elemento ad U 150x125x10 mm non è necessario: tale versione è quella adottata in progetto, unitamente all'adozione della rete anti lancio, sostenuta da profilati ad U di sezione 45x50x45 mm di spessore 2.50 mm

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 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 e 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.

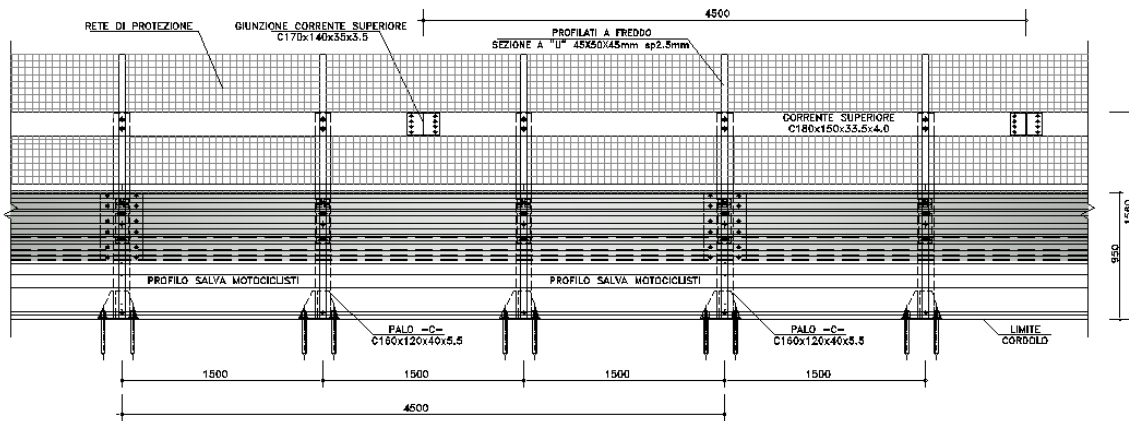
I paletti sono a sezione a "C" 160x120x40 di 5,5 mm di spessore, posti ad interasse di 1500 mm., lunghi 1560 mm. e saldati alle piastre. L'altezza massima della barriera (filo superiore della tripla onda) è di 950 mm., mentre l'ingombro trasversale tra paletto lato esterno e fronte strada è di 514 mm.

RELAZIONE TECNICA BARRIERE DI SICUREZZA

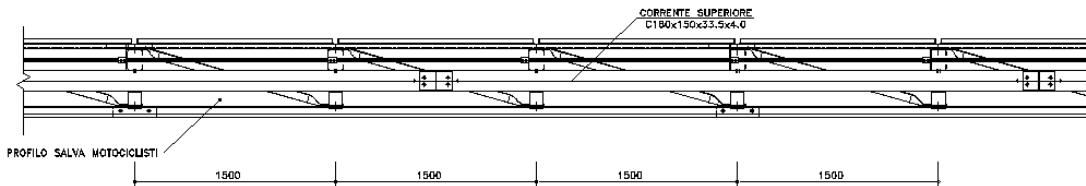


Sezione barriera ANAS H4 BPSM con rete

VISTA LATERALE  
BARRIERA ASSEMBLATA  
SCALA 1:20



VISTA DALL'ALTO  
BARRIERA ASSEMBLATA  
SCALA 1:25



Vista laterale e dall'alto barriera ANAS H4 BPSM



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. 868 – TB 11 (veicolo leggero):
  - Indice di severità dell'accelerazione - ASI : 1.2 (B)
  - Velocità teorica d'urto della testa - THIV: 33 Km/h
  - Larghezza di lavoro dispositivo: 0.7 m (W2)
  - Deformazione dinamica: 0.2 m
  - Massima deformazione permanente: 0.1 m
- Prova AISICO n. 869 - TB 81 (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

## 4.2 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 BORDO PONTE CLASSE H2

È prevista la installazione di 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)

#### 4.2.2 BARRIERA BORDO LATERALE CLASSE H2

Ne è prevista l'installazione sulla viabilità secondaria al fine di realizzare il dispositivo misto con la barriera H2 bordo ponte.

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: <1.3 m (W4)
- Deformazione dinamica massima: 1.2 m

#### 4.2.3 BARRIERA BORDO LATERALE CLASSE H1

Ne è prevista l'installazione sulla viabilità secondaria. 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 l'autoveicolo pesante:

- Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.3 m (W4)
- Deformazione dinamica massima: 1.1 m

#### 4.2.4 BARRIERE BORDO LATERALE CLASSE N2

Ne è prevista l'installazione sulla viabilità secondaria. 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 l'autoveicolo pesante:

- Larghezza di lavoro massima del dispositivo: <1.1 m (W4)
- Deformazione dinamica massima: 1.1 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:

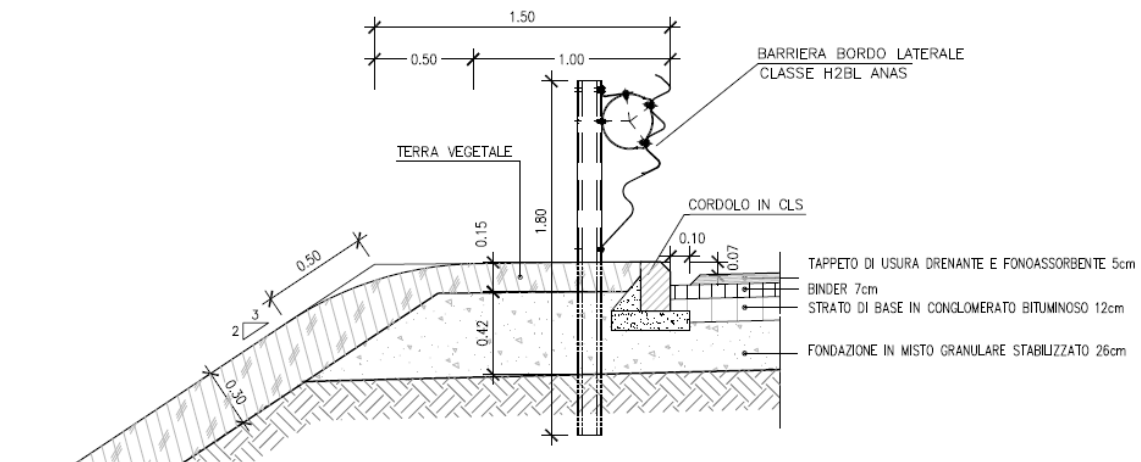
- a) **Verifica di resistenza dell'infissione**: si tratta di una verifica essenzialmente di natura geotecnica, mirante a determinare se il terreno risulti in grado di offrire una resistenza pari o maggiore a quella delle condizioni di riferimento;
- b) **Verifica geometrica**: si riferisce alla valutazione 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

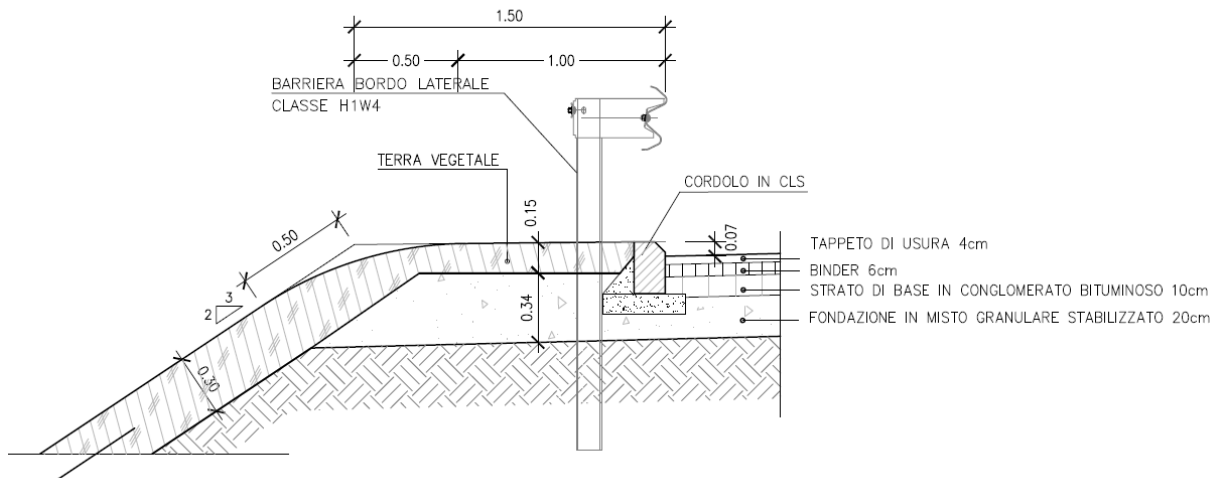
Per quanto concerne la verifica di natura geotecnica possono essere d'ausilio le prove di carico su piastra effettuate da Anas su di un arginello, con larghezza sub orizzontale di 1.25 m, realizzato con uno strato di misto granulare di spessore di circa 25 cm le cui risultanze, riportate nell'allegato 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 Md, 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 N2/H2 tipo commerciale sono riportate negli schemi sotto riportati.



*Margine laterale con barriera H2 bordo laterale Anas*



*Margine laterale con barriere H1/H2 commerciale.*

In entrambi i casi si può notare che lo strato di misto granulare compattato della fondazione è esteso fine al limite della scarpata ed è sovrastato con spessore maggiorato rispettivamente di 31 e 36 cm in corrispondenza dell'arginello, in modo che la coltre vegetale superiore abbia uno spessore ridotto.

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 occorre 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 in corrispondenza delle barriere H2 ed H3 Anas hanno una larghezza di 1.50 m; considerando che la deformazione dinamica delle barriere Anas è massimo pari a 1.60 m (1.60 m per la barriera H2 e 1.30 per la barriera H3), le condizioni richieste risultano ampiamente soddisfatte.

Gli arginelli previsti in progetto in corrispondenza delle barriere commerciali H2 ed H1 hanno una larghezza variabile da un minimo di 1.25 m ad un massimo di 1.50 m; considerando che la deformazione dinamica (richiesta) della barriera H2 è pari a (massimo) 1.20 m, e quella della barriera H1 è pari a (massimo) 1.10 m, 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 5 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: Dmax 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 H2 su viadotto
- Barriera bordo opera Anas H2 in testa muro
- Barriera bordo opera Anas H4 su viadotto
- Barriera bordo opera H2 (commerciale) in testa muro
- Barriera H4 e H2 bordo opera acustica integrata in testa muro

## 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, sia sull'asta principale che sulla viabilità secondaria si verificano vari situazioni del genere, tutte evidenziate nelle planimetrie di progetto.

## 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 6; si riportano di seguito gli schemi adottati.

- T1: H3 bordo laterale/ H2 bordo laterale:
- T2: H3 bordo ponte / H3 bordo laterale:
- T3: H3 bordo ponte / H2 bordo laterale:
- T4: H4 bordo ponte / H2 bordo laterale
- T5: H4 bordo ponte / H3 bordo laterale
- T6: 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 due:

- T7: H2 bordo laterale (Anas) / H1 bordo laterale (Commerciale)
- T11: H2 bordo laterale (Anas) / N2 bordo laterale (Commerciale)

## 8.3 TRANSIZIONI TRA BARRIERE ANAS E BARRIERE ESISTENTI

In questi casi si è studiata la geometria della transizione tra barriere stradali Anas e quelle (cfr. immagini sottostanti).

Nel caso specifico le transizioni di questa tipologia sono quelle individuate in corrispondenza dei collegamenti della variante con l'attuale sede della SS.9 a nord dell'abitato di Zorlesco ed a sud di Casalpusterlengo. In entrambi i casi si tratta di barriere a tripla onda raffigurate nelle immagini sottostanti e denominate con la sigla T8 negli elaborati.



*Barriera H2 BL esistente in corrispondenza dell'innesto della variante a nord di Zorlesco*



*Barriera H2 BL esistente in corrispondenza dell'innesto della variante a sud di Casalpusterlengo*



*Barriera H3 spartitraffico esistente in corrispondenza dell'innesto della variante a sud di Casalpusterlengo*

#### 8.4 TRANSIZIONI TRA BARRIERE COMMERCIALI (DI PROGETTO)

Sono previste in progetto:

t2: tra H2 bordo ponte e H1 bordo laterale. In questo caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli delle barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre sia demandato al fornitore della barriera commerciale.



t6: tra H2 bordo laterale e N2 bordo laterale. In questo caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli delle barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

t7: tra H1 bordo laterale e N2 bordo laterale. In questo caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli delle barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

t8: tra H2 bordo ponte e N2 bordo laterale. In questo caso, non essendo note a priori le geometrie ed i dettagli delle barriere commerciali, non è possibile studiare la transizione, il cui onere occorre sia demandato al fornitore della barriera commerciale.

## 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:

- le barriere antirumore;
- i pali di illuminazione, presenti lungo le corsie di decelerazione dell'asse principale e sui rami delle intersezioni;
- i sostegni dei portali dei PMV.

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 barriere adottate lungo l'asse principale sono quelle ANAS di classe tipo H2, H3 (entrambe sia BP che BL) e H4BP.

Con tali barriere è necessario assicurare che gli ostacoli siano posizionati ad una distanza costante dal filo barriera pari a **170 cm**, sia in rilevato (in corrispondenza della barriera H2) che su viadotto in corrispondenza sia della barriera H2, H3 ed H4.

Le ragioni di tale scelta sono di seguito riassunte:

- con riferimento al livello di contenimento standard previsto nel progetto la distanza di 170 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 e H4, la distanza di 170 cm è tale da garantire che l'ostacolo sia fuori della larghezza operativa della barriera;
- 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).

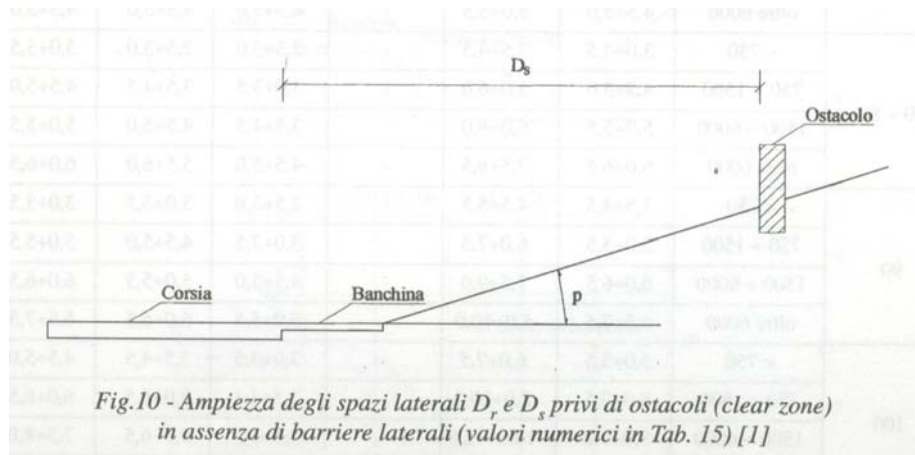


Fig.10 - Ampiezza degli spazi laterali  $D_r$  e  $D_s$  privi di ostacoli (clear zone) in assenza di barriere laterali (valori numerici in Tab. 15) [1]

| V (km/h)     | TGM<br>(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<br>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 cinque tipologie di terminali semplici:

- SI2: terminale semplice inclinato per barriera bordo laterale H2 Anas
- Sp2: terminale semplice inclinato per barriera bordo ponte Anas H2
- SI3: terminale semplice inclinato per barriera bordo laterale H3 Anas
- Sp3: terminale semplice inclinato per barriera bordo ponte Anas H3
- Terminale semplice d'uscita per barriera bordo laterale H2 Anas
- Terminale semplice d'uscita per barriera bordo laterale H3 Anas

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

- SI1: terminale semplice inclinato per barriera bordo laterale H1
- Sc2: terminale semplice inclinato per barriera bordo ponte H2
- Terminale semplice d'uscita per barriera bordo laterale H1

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 ATTENUATORI D'URTO

Così come prescritto dal DM 21/06/04 [2] in corrispondenza delle cuspidi delle uscite dall'asse principale, negli svincoli, sono stati previsti 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                       |

Nel progetto si sono individuate alcune situazioni che richiedono l'uso di tale dispositivi, in corrispondenza dell'accesso ai piazzali ove sono alloggiate le vasche di trattamento delle acque di piattaforma, in tutti i casi in continuità alla barriera bordo laterale Anas.

Gli attenuatori saranno di tipo redirettivo.