

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)
1° stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

COD. AN58

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



sinergo

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL PROGETTISTA:

Ing. Alberto Rinaldi – Società Erre.vi.a. Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 16951

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica – Società Pro Iter Srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.vi.a. Srl
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Dott. ing. Vincenzo Catone



PROTOCOLLO:

DATA:

05.04 - SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA

Relazione delle barriere di sicurezza

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00PS01TRARE01A.pdf		
LO702M	E	2101	CODICE ELAB. T00PS01TRARE01	A	-
D					
C					
B					
A	EMISSIONE		FEBBRAIO 2023	FORMAIANI	VISCHIONI RINALDI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	3
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
4.	SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA.....	5
5.	CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI	9
6.	REQUISITI BARRIERE DI SICUREZZA BORDO LATERALE	11
7.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO	12
8.	DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI	12
8.1	Collegamenti alle barriere esistenti	13
8.2	Terminali semplici	13
8.3	Terminali speciali.....	14
9.	ADATTAMENTO DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE	15
9.1	Verifica delle condizioni di funzionamento dei dispositivi su rilevato	15
9.2	Verifica del funzionamento su rilevato nelle configurazioni di progetto.....	18
9.3	Ancoraggi terminali dei dispositivi metallici ad elementi rigidi in c.a.	19
9.3.1	<i>Infittimento Montanti</i>	19
9.3.2	<i>Ancoraggio Terminale Barriera</i>	19

1. PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto esecutivo delle barriere di sicurezza stradali e degli altri dispositivi di ritenuta dell'asse principale, degli svincoli e delle interconnessioni relative: ITINERARIO E78 S.G.C. GROSSETO – FANO, Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa, Adeguamento a 2 corsie della galleria della Guinza (lotto 2) e del tratto Guinza - Mercatello Ovest (lotto 3) e prevede l'installazione dei dispositivi di sicurezza metallici a protezione degli ostacoli lungo la direttrice stradale in progetto.

L'intervento in esame riguarda il completamento delle opere già in parte realizzate all'inizio degli anni 90 (galleria Guinza – Lotto 2) e ultimati nel 2004. I lavori relativi al tratto adiacente localizzati in regione Marche (Lotto 3) furono affidati nel 2001 ed ultimati nel 2006. I tratti stradali realizzati, privi di opere di finitura e completamento, non sono stati mai aperti al traffico.

Il progetto di riferimento per la presente progettazione è il Progetto Definitivo rielaborato nel 2019 a seguito delle prescrizioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che prevedevano di valorizzare il fornice esistente regolando il traffico a senso unico, in direzione Marche-Umbria.

Le opere di progetto previste consistono nella realizzazione di un tratto stradale di circa 10km da inserirsi sul sedime delle opere parzialmente realizzate lungo la direttrice dell'itinerario E78.

Rispetto al progetto originario nel quale si prevedeva la realizzazione di una strada extraurbana principale, nel tratto compreso tra la E45 e l'abitato di Santo Stefano di Gaifa oggi si prevede l'adeguamento di alcune viabilità esistenti e l'inserimento di varianti per il superamento di centri abitati, in modo di migliorare la percorrenza del tratto stradale alla luce delle mutate condizioni di traffico che deriveranno dall'apertura della galleria Guinza.

Il progetto 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 o per la presenza di ostacoli potenzialmente esposti all'urto frontale da parte di veicoli in svio.

2. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto definisce la tipologia delle barriere da installare lungo i tratti citati, all'interno dei confini di intervento, ed individua le relative modalità di installazione, in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente richiamata al capitolo 4.

La presente relazione è redatta conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223.

Per lo sviluppo del progetto sono state effettuate le attività preliminari relative alla definizione dello stato di fatto al fine di pervenire ad un quadro completo ed esaustivo delle diverse situazioni e problematiche relative all'ambito d'intervento.

Lo stato di fatto è stato ricostruito a partire dai rilievi geometrici eseguiti sito per sito. Nello sviluppo del progetto delle barriere sono state svolte le seguenti attività:

- definizione della classe minima delle barriere di sicurezza;
- definizione delle modalità d'installazione dei diversi tipi di barriera previsti, in funzione delle caratteristiche costruttive dei bordi stradali.

Nella redazione del progetto esecutivo, all'interno degli elaborati codificati STD, viene rappresentato il posizionamento planimetrico delle nuove barriere e la descrizione delle relative lavorazioni.

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004.
“Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- A2. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04).
“Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.
- A3. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G.U. n. 63 del 16.03.92).
Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
- A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..
Nuovo codice della Strada.
- A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..
Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- A7. Circolare Ministero dei Trasporti 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”.
- A8. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010
“Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- A9. Norme UNI EN 1317 “Barriere di sicurezza stradali”:
 - UNI EN 1317-1:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”;*
 - UNI EN 1317-2:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”;*
 - UNI EN 1317-3:2010: *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto”;*
 - UNI ENV 1317-4:2003 *“Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;*
 - UNI EN 1317-5:2012 *“Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”.*
- A10. DM 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011)
“Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”.

4. SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

La definizione delle classi minime delle barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.6.2004, in funzione della classe funzionale a cui appartiene la strada e della classe di traffico che la impegna. Il caso in esame riguarda il progetto delle barriere di sicurezza per un'autostrada extraurbana - classe C secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada".

I valori di TGM bidirezionali sono pari a circa 7000 veicoli/giorno (molto maggiori di 1000 veicoli/giorno) e con percentuale di veicoli pesanti di circa il 40% (superiore al 15% indicato nella norma).

Nel tratto in esame risultano pertanto condizioni di traffico di tipo III.

Le classi minime di contenimento per le barriere sono:

TIPO DI STRADA	TIPO DI TRAFFICO	BARRIERA SPARTITRAFFICO	BARRIERA BORDO LATERALE	BARRIERA BORDO PONTE (1)
Strade extraurbane C	III	H2	H2	H3

(1) per ponti e viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 m; opere di luce minore sono equiparate al bordo laterale analogamente al caso di muri di sostegno

Tabella 1 – classi minime di contenimento

Ovvero dei livelli di contenimento, garantiti dai sistemi di ritenuta pari a:

CLASSE DEL DISPOSITIVO	TIPO DI CONTENIMENTO	LIVELLI DI CONTENIMENTO Lc [KJ]
H2	Elevato	288
H3	Elevatissimo	463

Il criterio generale seguito per la scelta del tipo e delle caratteristiche delle barriere è stato quello di utilizzare in tutti i casi in cui ciò è stato ritenuto possibile, barriere caratterizzate dalla classe minima di contenimento (Lc) e dal livello minimo di severità dell'urto sugli occupanti dei veicoli in svio (ASI, PHD e THIV), nel rispetto delle prescrizioni normative. Tale scelta è motivata dalla considerazione che classi di protezione più elevate rendono le barriere più rigide, caratterizzate da valori degli indici ASI, PHD e THIV (che quantificano il danno arrecato durante l'urto agli occupanti dei veicoli) più elevati (per quanto rientranti nei limiti normativi) e più critiche, pertanto, le conseguenze degli urti coinvolgenti veicoli leggeri che rappresentano la stragrande maggioranza degli eventi possibili, come richiamato anche dalla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 62032/2010.

Nella Tabella seguente sono indicati i criteri adottati nella redazione del progetto definitivo per la definizione del livello di contenimento delle barriere da installare in relazione alle diverse caratteristiche fisiche degli elementi costituenti il corpo stradale.

TIPO DI STRADA	DESTINAZIONE	CLASSE
Asse Principale e interconnessioni (rotatorie)	Bordo Laterale con $H_{rit} < 1,0m$	Nessuna protezione
	Bordo Laterale con $2,5m < H_{rit} < 1,0m$	H2
	Bordo Laterale con $H_{rit} > 2,5m$	H2
	Opera d'arte di luce con $L < 10,0m$	H2
	Opera d'arte di luce con $L > 10,0m$	H3

Tabella 2: Classe dispositivi

Per questione di omogeneizzazione e per evitare continue discontinuità nel sistema di ritenuta non si prevede il cambio di classe su tratti di lunghezza inferiore a 50 m che ammettano una classe di barriera inferiore a quella corrente.

I dispositivi di ritenuta da impiegare in opera dovranno essere tutti dotati di marcatura CE ai sensi del D.M. 28.06.2011 e della norma UNI EN 1317-5. Negli elaborati di progetto e nella presente relazione tecnica sono indicati i requisiti prestazionali delle diverse barriere utilizzabili in progetto.

Viste le caratteristiche costruttive dei bordi stradali, (cunette, fossi di guardia rivestiti) e non potendo escludere la presenza di rocce affioranti nei tratti in trincea, il progetto prevede su quest'ultimi, preventivamente alla posa in opera dei paletti, il carotaggio $\varnothing 200$ per l'intera altezza di infissione e il successivo riempimento con sabbia e la sigillatura con malta reoplastica.

Per questo progetto per le barriere da bordo ponte sono state considerate pertanto le barriere indicate in Tabella 3 dove sono sintetizzate le caratteristiche principali di ognuna di esse.

CLASSE	TIPO	MATERIALE	MARCA	NOME	L_f	ASI	W_{b1}	W_{b2}	L_b
H3	Bordo Ponte	Metallico	Anas	H3BP S M	90	1,3	0.7	1.6	0.51

Tabella 3: barriere da "bordo ponte" adottate in progetto

dove:

Lf	Lunghezza di funzionamento
ASI	Indice di severità
Wb1	larghezza operativa impatto veicolo leggero
Wb2	larghezza operativa impatto veicolo pesante
Lb	Larghezza dispositivo

La prescrizione riportata sul parere del Ministero della Cultura (MiTE 0018497 DEL 15.02.2022) allegato alla presente relazione, riporta la richiesta di adozione di guard rail in legno o acciaio corten per le tratte all'aperto come di seguito indicato:

Per quanto riportato sopra riportato, sulla base della documentazione progettuale trasmessa dal Proponente e di tutto quanto pubblicato nel sito ufficiale del MiTE, relativamente all'intervento in oggetto, nonché sulla base dei sopra riportati pareri e contributi istruttori della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Ancona e Pesaro e Urbino, della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio dell'Umbria e dei Servizi II e III di questa DG, per i profili di propria competenza, **esprime parere tecnico favorevole**, con riferimento alla compatibilità ambientale dell'intervento in oggetto, così come definito dalla documentazione progettuale presentata, **alle seguenti condizioni:**

- 1) Qualora la normativa di sicurezza stradale non prescriva altrimenti, si prescrive la resa a verde delle aree interne dei "nodi" a rotatoria e l'inserimento di guard-rail in legno o acciaio *corten*, per le parti esterne alle gallerie situate in entrambe le regioni;

A seguito di ricerca presso i principali produttori di barriere di sicurezza stradali, si è potuto verificare che le barriere previste in progetto classe H3 (sia bordo laterale che bordo ponte) non sono presenti in commercio con le caratteristiche richieste (in acciaio Corten).

Si è ritenuto quindi, visto che tali barriere classe H3 non sono in produzione con le caratteristiche richieste, di accogliere parzialmente la richiesta del Ministero inserendo solo barriere in corten sui rilevati (classe H2 Bordo laterale) e confermare le barriere classe H3 (Bordo laterale e bordo ponte tipo ANAS) in acciaio zincato sulle opere strutturali così come previsto nel Progetto Definitivo di riferimento. Si fa presente che utilizzando le sole classi H2 bordo laterale in corten, andiamo comunque a interessare la maggior parte dei tracciati di progetto (circa 80% dello sviluppo complessivo delle barriere nei tratti all'aperto).

Per quanto attiene alle barriere tipo “bordo laterale” e ai dispositivi complementari negli elaborati che costituiscono il progetto, nella presente relazione e nel “capitolato speciale d’appalto parte II – barriere di sicurezza” sono stati definiti i criteri geometrici e prestazionali che devono essere rispettati, indipendentemente dal tipo di dispositivo utilizzato. Con riferimento a queste tipologie di dispositivi quanto rappresentato negli elaborati delle barriere di sicurezza corrisponde pertanto un’esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto esecutivo.

L’Appaltatore dovrà individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, dispositivi installabili secondo normativa vigente che possano garantire prestazioni analoghe e in linea con i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi (in particolare le transizioni tra le barriere proposte e tra queste ultime e le barriere esistenti, gli elementi terminali e di avvio delle barriere di sicurezza) dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche dei dispositivi effettivamente utilizzati.

Sarà cura ed onere dell’Appaltatore effettuare le prove sperimentali in situ volte a verificare che le barriere abbiano, nell’installazione su STRADA e nelle condizioni di rilevato stradale, prestazioni e comportamento analoghi a quanto mostrato nelle prove di crash test eseguite nei LABORATORI PROVE per la certificazione CE.

5. CRITERI DI PROTEZIONE IN PRESENZA DI OSTACOLI

Gli ostacoli laterali che in caso d'urto potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada o subire danni comportando quindi un pericolo per i non utenti della strada, se non eliminabili, vengono protetti con barriere di sicurezza in tutti i casi in cui la posizione e la natura dell'ostacolo consente alla barriera di realizzare una protezione efficace.

Con riferimento a questa modalità le condizioni ottimali di installazione richiedono una distanza tra il fronte del dispositivo di ritenuta e l'ostacolo non inferiore alla larghezza operativa della barriera.

Le installazioni prevedono generalmente condizioni di continuità del dispositivo lungo i margini della carreggiata ricorrendo a quanto previsto dal D.M. 21/6/2004, che individua le zone da proteggere:

- 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; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;
- lo spartitraffico ove presente;
- il margine laterale della strada nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc. e i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc., che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia tenendo anche conto dei criteri generali indicati nell'art.6, in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art.6; in particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati.

Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista.

Lungo l'asse sono previste gallerie artificiali aperte/trincee e sottopassi scatolari che con il paramento verticale della struttura creano un ostacolo indeformabile posto a margine della piattaforma stradale ad una distanza dal ciglio che non garantisce un adeguato spazio per la deformazione durante l'urto a nessuna barriera di

sicurezza attualmente in commercio.

All'interno della galleria/sottopassi scatolari, lungo il margine laterale, è prevista la collocazione di un profilo redirettivo attaccato al paramento verticale. In corrispondenza dell'imbocco è stato previsto un muro d'ala sagomato degradante a terra dall'altezza massima del portale (con una pendenza $\geq 3/1$), che gradatamente si allontana dalla piattaforma stradale (fino ad un massimo di 1.20 m nel punto iniziale).

Su questo muro, a sua volta, è prevista la rastremazione del profilo redirettivo, di sviluppo 3 m in modo tale da consentire l'installazione della barriera avanti al muro. In prossimità dei manufatti in c.a. si prevede l'ancoraggio terminale delle lame della barriera al profilo redirettivo.

6. REQUISITI BARRIERE DI SICUREZZA BORDO LATERALE

Nel seguito per i dispositivi da bordo laterale si riportano i requisiti geometrici e prestazionali previsti in progetto analizzando le barriere commercialmente disponibili, compatibilmente con i vincoli imposti dal progetto, secondo la banca dati in possesso dello scrivente.

Per quanto attiene ai **requisiti geometrici** dovranno essere impiegati dispositivi:

- con nastro longitudinale principale a tripla onda ed altezza da terra non superiore ad 1 metro, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia;
- di ingombro trasversale non inferiore a 30 cm, per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine stradale di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma;
- di ingombro trasversale non superiore a 50 cm, per consentirne la corretta installazione in relazione alle geometrie delle scarpate stradali;
- dotate di dispositivo salva motociclisti

Per quanto attiene ai **requisiti prestazionali** si evidenzia che il progetto ha individuato tali requisiti in relazione alle specifiche installazioni previste in progetto (ad esempio in relazione alla presenza di ostacoli o altri elementi di potenziale interferenza a tergo dei dispositivi di ritenuta) e ne ha successivamente prevista l'estensione all'intero ambito di intervento secondo un criterio di uniformità dei dispositivi da installare nell'ottica di ottimizzazione della futura gestione dell'infrastruttura, nello spirito di quanto richiesto all'art. 6 del D.M. 21.06.2004.

BARRIERA BORDO LATERALE CLASSE H2 (codice alfanumerico H2BL – codice colore VERDE)

- DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA:
Tabella 1 - Test TB51: Deflessione Dinamica Normalizzata $\leq 1,6$ m
- LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA:
Tabella 2 - Test TB11: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 0,8$ m
Tabella 3 - Test TB51: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,7$ m
- POSIZIONE DINAMICA LATERALE MASSIMA VEICOLO
Tabella 4 - Test TB51: Posizione laterale del veicolo (*) $\leq 2,3$ m
- CLASSE DI SEVERITA' (ASI) A

BARRIERA BORDO LATERALE CLASSE H3 (codice alfanumerico H3BL – codice colore VERDE ACIDO)

- DEFLESSIONE DINAMICA NORMALIZZATA:
Tabella 5 - Test TB61: Deflessione Dinamica Normalizzata $\leq 1,3$ m
- LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA:
Tabella 6 - Test TB11: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 0,8$ m
Tabella 7 - Test TB61: Larghezza Operativa Normalizzata $\leq 1,7$ m
- POSIZIONE DINAMICA LATERALE MASSIMA VEICOLO
Tabella 8 - Test TB61: Posizione laterale del veicolo (*) $\leq 2,4$ m
- CLASSE DI SEVERITA' (ASI) A

(*) se tale grandezza non è riportata nei certificati di crash test del dispositivo si è fatto o si farà riferimento alla Vehicle Intrusion secondo EN1317-2:2010.

7. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROGETTATO

Nell'ottica di stabilire un livello di sicurezza adeguato, si provvederà a realizzare un'installazione di barriera continua su tutto il singolo intervento, ed i lavori consisteranno essenzialmente nella fornitura e posa in opera di barriere metalliche a tripla onda a pali infissi di classe H2; che saranno installati su:

- Terra;
- Opere sottili (pavimentazione, opere sottili in cls)

8. DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI

Oggetto del presente paragrafo sono sia dispositivi di ritenuta ai sensi della EN1317 (transizioni, terminali speciali) che gli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza.

Per quanto riguarda i primi si rappresenta che ad oggi non è possibile la marcatura CE considerato che la ENV 1317-4 che ne stabilisce i requisiti per la valutazione di conformità è norma volontaria (nonché in fase di revisione) mentre la EN 1317-7 (terminali speciali) è in bozza.

Sarà onere dell'Appaltatore presentare i progetti costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le barriere esistenti nonché degli elementi terminali e di avvio delle barriere equivalenti proposte. Relativamente ai collegamenti con i dispositivi esistenti sarà in ogni caso onere dell'Appaltatore provvedere al rilievo delle barriere e alla predisposizione dei disegni costruttivi dei pezzi speciali. Le soluzioni tecniche dovranno comunque attenersi al rispetto delle regole di progettazione riportate nei seguenti paragrafi.

Le transizioni (standard) tra barriere di diverso tipo e classe dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

I raccordi tra elementi longitudinali posti ad altezze e posizioni in pianta differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati verticalmente e orizzontalmente, con angolo d'inclinazione, rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti tale da garantire il trasferimento degli sforzi orizzontali.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

8.1 Collegamenti alle barriere esistenti

I criteri previsti per le transizioni tra dispositivi di progetto saranno validi in generale anche per il collegamento con le barriere esistenti in corrispondenza dei limiti di intervento del progetto delle barriere di sicurezza.

Per quanto attiene a tali collegamenti, in relazione alle effettive caratteristiche dei dispositivi in opera dovrà essere garantita quantomeno la continuità dell'elemento principale e utilizzati accorgimenti volti a scongiurare che il dispositivo di ritenuta diventi esso stesso elemento di pericolo.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

8.2 Terminali semplici

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che impedisca l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il terminale di inizio impianto delle barriere metalliche dovrà essere costituito da elementi inclinati trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto. In particolare, lo stesso sarà costituito da una lama standard di barriera deviata verso l'esterno della carreggiata con angolo di inclinazione pari a 5° e da un elemento iniziale calandrato con raggio di curvatura pari a 1.80m e lungo 1.50m (1 campata) più terminale (manina).

Potranno essere impiegati dispositivi testati con ancoraggi terminali di geometria diversa dalla suddetta configurazione (ad esempio terminali degradanti ed infissi nel terreno) solo nel caso in cui venga data evidenza che l'impiego di un terminale con le geometrie sopra descritte garantisce il medesimo ancoraggio offerto al dispositivo nella prova di crash test. Saranno accettate modifiche alla zona di inizio impianto esclusivamente volte a ripristinare l'ancoraggio di estremità senza alterare la geometria sopra descritta e solo se ritenute ininfluenti rispetto al comportamento del terminale in caso di urto diretto da parte di un veicolo. Analoghe considerazioni valgono in caso di impiego di terminali "speciali" testati.

Nel merito si ribadisce che *"i terminali semplici non devono essere confusi con gli ancoraggi terminali che possono essere utilizzati in fase di prova, secondo quanto previsto dall'art. 5.3.2 della norma UNI EN 1317-2. Questi ultimi hanno lo scopo di sviluppare tensione ma non di assicurare soddisfacenti condizioni di sicurezza derivanti dall'eventuale impatto contro il terminale e, se usati nella prova, devono essere impiegati anche nelle installazioni su strada"* laddove il progetto non preveda soluzioni alternative per garantire il corretto funzionamento delle barriere.

I terminali semplici, intesi come normali elementi iniziali di una barriera di sicurezza, potranno essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI pr-EN 1317-7, installabili secondo normativa vigente, e di classe adeguata in base alla velocità imposta nel sito da proteggere.

8.3 Terminali speciali

Per terminali speciali si intendono dispositivi ad assorbimento di energia, da installare in corrispondenza della porzione iniziale di un impianto di barriera di sicurezza.

Sarà facoltà dell'Appaltatore avvalersi di dispositivi che quindi dovranno rispettare i seguenti requisiti:

- classe P4;
- testato secondo pr-EN1317-7 e collegato a una barriera con caratteristiche analoghe a quella di progetto per geometria ed altezza dell'elemento longitudinale (a tripla onda);
- ingombro longitudinale complessivo $L \leq 12,00\text{m}$.

Per maggiori dettagli si rimanda agli specifici elaborati facenti parte del presente progetto e al capitolato d'appalto parte seconda – barriere di sicurezza.

9. ADATTAMENTO DISPOSITIVI ALLA SEDE STRADALE

Le prove di crash ai sensi della norma EN1317-2 sulle 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 risultano in genere non 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, già richiamata dall'art. 6 del DM 21.6.2004, di adattare il supporto dei dispositivi alla sede stradale dove questi dovranno essere installati.

Il presente capitolo illustra i criteri adottati per adattare detti supporti alle diverse possibili configurazioni dell'arginello previste nel progetto in esame.

9.1 Verifica delle condizioni di funzionamento dei dispositivi su rilevato

Criteri adottati nella verifica delle modalità di installazione delle barriere

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risultasse in grado di offrire una resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica-analitica per valutare 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.

La verifica geotecnica è stata condotta schematizzando il terreno con il modello di Broms per valutare il momento resistente massimo offerto dal terreno. Ai fini della resistenza meccanica del terreno sono state considerate come "equivalenti" due configurazioni alle quali possa essere associato un pari momento resistente.

Il modello di Broms risulta applicabile, nella sua formulazione originaria, al caso di terreno indefinito (fig 1). L'applicazione del modello ad un terreno con una configurazione diversa richiede la schematizzazione dei cunei di spinta passiva in uno spazio tridimensionale, come illustrato in (fig 2).

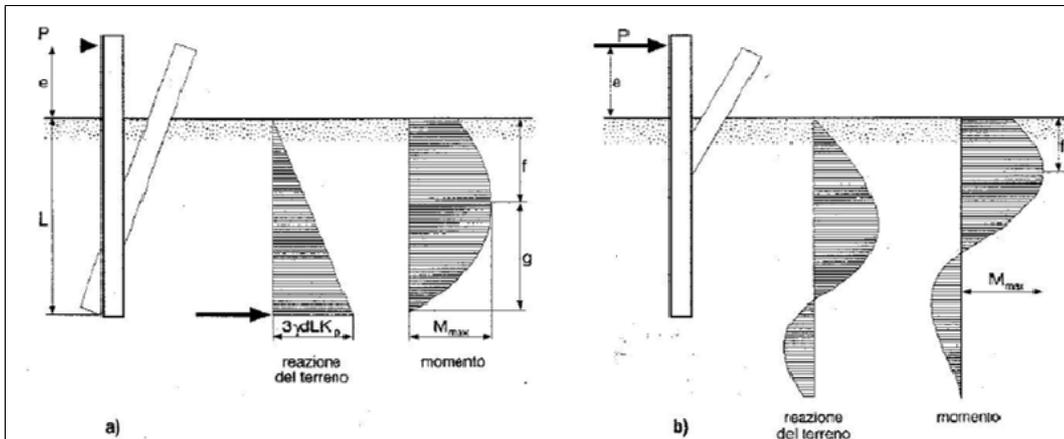


Figura 1: schematizzazione dell'azione del terreno su un palo infisso secondo Broms

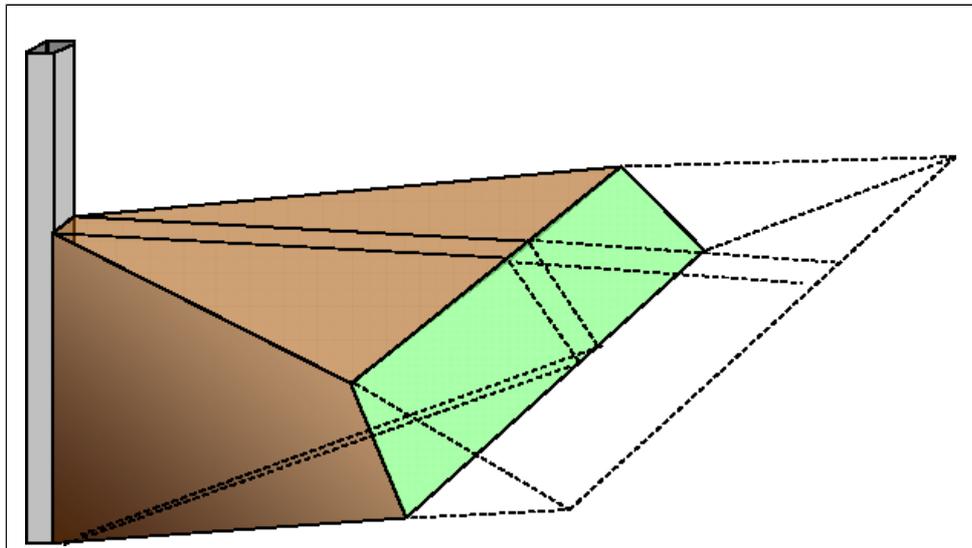


Figura 2: estensione del modello di Broms al caso di terreno con scarpata

Al diminuire della larghezza dell'arginello o all'aumentare della pendenza della scarpata (per le verifiche geotecniche, a favore di sicurezza, sono state considerate pendenze delle scarpate pari a 1/1) il cuneo di spinta passiva si riduce ed è necessario aumentare la profondità di infissione del montante per garantire lo stesso momento resistente.

La verifica del secondo aspetto, ossia 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 (v. Figura 5).

Per quanto concerne il mezzo in svio le verifiche sono state effettuate facendo riferimento alle caratteristiche dei veicoli pesanti adottati nella prova di crash-test TB32, TB51, TB61 e TB71.

Per verificare la stabilità del mezzo in svio è stato stimato l'angolo di inclinazione del mezzo (α) nell'ipotesi che il veicolo mantenga il contatto con la superficie stradale e con quella dell'arginello (o della scarpata) e che non avvenga la rottura dell'asse del veicolo stesso (v. Figura 4). L'angolo di inclinazione del mezzo è stato calcolato per le barriere di riferimento, stimando (per ogni classe) l'accelerazione trasversale conseguente all'inclinazione del mezzo. I valori limite di accelerazione trasversale per i quali si considera assai probabile il ribaltamento di un mezzo pesante sono stati assunti, in campo dinamico, pari a 0.2-0.3 g.

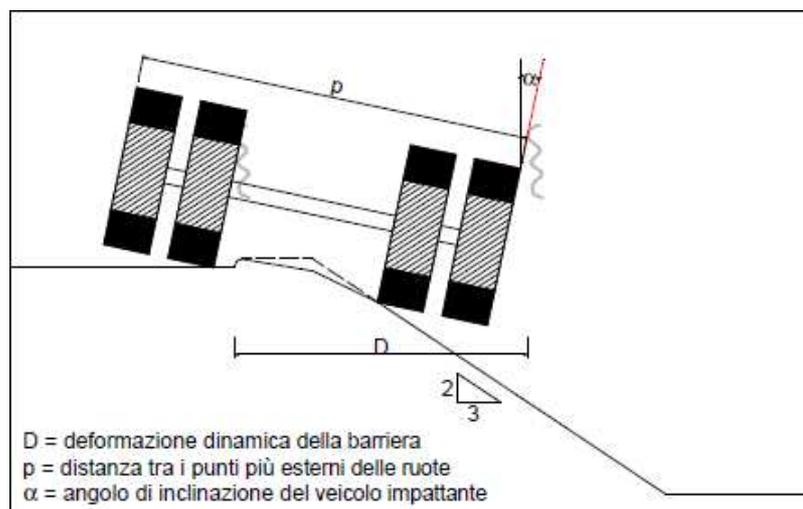


Figura 4

9.2 Verifica del funzionamento su rilevato nelle configurazioni di progetto

Per quanto concerne l'asse principale il terreno in cui vengono infissi i montanti è costituito da un arginello di larghezza di 130 cm la cui composizione stratigrafica comprende (v. Figura 5):

- una coltre vegetale: superficiale di spessore pari a 15 cm (di cui 5 cm sopra la quota del piano stradale);
- un riempimento con materiale da rilevato stabilizzato con leganti idraulici, di spessore pari a 35 cm;
- il corpo del rilevato in terra stabilizzata con leganti idraulici.

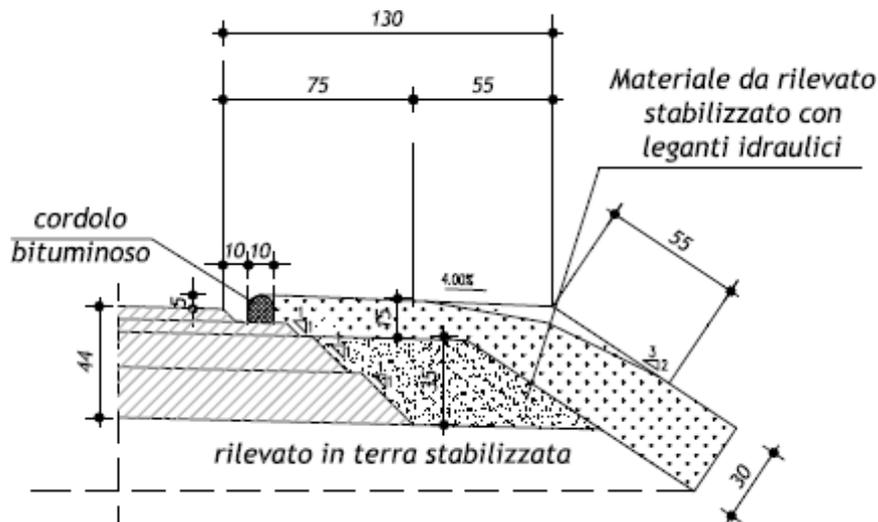


Figura 5

Per le caratteristiche geotecniche del terreno del rilevato sono state definite in modo da essere compatibili con i terreni stabilizzati presenti nell'infrastruttura in progetto, considerando cautelativamente una coesione (c) nulla ed un angolo d'attrito (j) pari a 28°.

Per il peso di volume (g) si è assunto 19.5 kN/m³, lievemente superiore a quello che tipicamente caratterizza i terreni usati nei campi prova (19 kN/m³). Il contributo della coltre vegetale di 15 cm, che non è costipata, è stato tenuto in conto considerando uno spessore di materiale costipato equivalente, avente le stesse caratteristiche precisate sopra, pari 16 kN/m³.

L'applicazione del modello descritto nel § 9.1 alle caratteristiche degli arginelli sopra indicate ha evidenziato che è possibile installazione le barriere sul bordo laterale adottando la profondità di infissione standard prevista nei report di crash.

La verifica geometrica finalizzata a controllare l'ammissibilità del fenomeno di rollio dei veicoli impattanti indotto dalla limitazione della lunghezza dell'arginello ha portato ad individuare, quale ulteriore criterio di scelta per le barriere da installare lungo i margini laterali, la limitazione della deformazione dinamica massima ammissibile dalla barriera pari a 1.80m.

9.3 Ancoraggi terminali dei dispositivi metallici ad elementi rigidi in c.a.

Quando si è in presenza, lungo il margine del solido stradale, di ostacoli che impediscono fisicamente di installare lo sviluppo minimo di barriere previsto dalla normativa prima o dopo rispettivamente il primo o l'ultimo punto da proteggere, affinché la barriera possa correttamente funzionare se urtata proprio in corrispondenza di questi punti, sono stati adottati specifici accorgimenti atti a consentire di ristabilire la funzione di ancoraggio svolta dal tratto di barriera che non è possibile installare.

Gli accorgimenti adottati sono di due tipi:

- infittimento dei montanti della barriera in modo da garantire che il numero di montanti presenti in opera sia pari almeno al numero di montanti presenti lungo lo sviluppo minimo previsto dalla normativa;
- ancoraggio della lama e del profilato longitudinale superiore (se presente) al parametro di un muro in c.a. o del rivestimento di una galleria.

Entrambi gli accorgimenti mirano a ripristinare la reazione vincolare longitudinale offerta dal tratto di barriera che non è possibile installare.

9.3.1 Infittimento Montanti

La reazione vincolare generata dall'estensione di barriera richiesta dalla normativa prima e dopo la sezione in cui il dispositivo deve esplicare tutta la sua funzione di contenimento è proporzionale al numero di montanti presenti lungo tale estensione. Questi ultimi offrono infatti una forza resistente in senso longitudinale il cui valore massimo è funzione del momento di plasticizzazione dei montanti stessi.

Se non è possibile installare per tutta la sua lunghezza il tratto terminale o iniziale, per mantenere inalterata la reazione vincolare occorre ripristinare il numero di montanti che non è possibile installare, provvedendo ad esempio a dimezzare l'interasse standard tra i montanti (provvedimento di infittimento dei montanti).

Il provvedimento è adottabile se la lunghezza del tratto terminale installabile è almeno pari alla metà di quella prescritta dalla normativa. L'infittimento dei montanti, indicato in progetto con la dizione "montanti della barriera ad interasse dimezzato", è previsto in corrispondenza delle interruzioni delle barriere nei tratti dove la barriera avrebbe dovuto essere continua. Un'applicazione dell'infittimento si può trovare in prossimità degli impianti che richiedono accessi a tergo barriera. Nelle planimetrie del progetto delle barriere l'infittimento dei montanti è indicato con le modalità di installazione che terminano con la dizione "_d".

9.3.2 Ancoraggio Terminale Barriera

Nel caso in cui non sia possibile installare almeno metà dello sviluppo terminale prescritto dalla normativa, occorre integrare il provvedimento di infittimento dei montanti con la realizzazione di un ancoraggio terminale, mediante ancoranti ad espansione o chimici, degli elementi longitudinali resistenti del dispositivo di ritenuta. L'ancoraggio terminale può avvenire sfruttando la presenza di una struttura rigida (muro di controripa o tratto di imbocco del rivestimento della galleria) o, in assenza d'altro, realizzando un apposito manufatto.

Il dimensionamento dell'ancoraggio (numero e tipo di ancoranti) è funzione del valore della reazione vincolare longitudinale da ripristinare, funzione, a sua volta, del numero di montanti che non è possibile installare.

Il contributo che interessa andare a ristabilire è solo quello della trazione generata nella lama e nel corrente superiore (se presente) dagli N montanti che non vengono posti in opera. Lo schema statico equivalente è quello di una trave incastrata alla base, (vedi Figura 2).

Per valutare le forze (F_{p1} e F_{p2}) si parte dalla considerazione che un montante possa fornire al massimo un momento pari al Momento di plasticizzazione (M_p). Quindi le forze massime che il montante riesce ad opporre sono quelle che, applicate al centro della lama ed al centro del corrente superiore, inducono al piede del montante un momento pari a M_p da cui $M_p = F_{p1} \cdot x_{bp1} + F_{p2} \cdot x_{bp2}$.

Relazione delle barriere di sicurezza

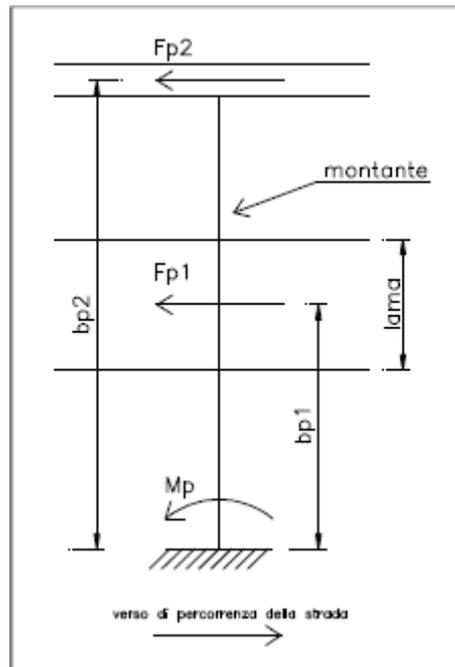


Figura 6

La forza totale F_{ptot} con la quale dimensionare l'ancoraggio si ricava moltiplicandolo per N (numero di montanti sostituiti dall'ancoraggio) il valore della sollecitazione F_{p1} per la lama e F_{p2} per il corrente superiore. Nel caso in cui il numero di montanti N sia elevato può accadere che la F_{ptot} ecceda la Forza di rottura per trazione della lama o del corrente superiore. In tal caso l'ancoraggio deve essere in grado al massimo di ristabilire quest'ultimo valore.

9.3.2.1 Verifica a taglio dei bulloni

Si verifica che la tensione tangenziale media agente nel gambo del singolo bullone sia minore o uguale della resistenza di progetto a taglio

$$\tau = \frac{T}{nA_{res}} = \frac{F_{p_tot}}{nA_{res}} \leq f_{d,V}$$

dove:

n è il numero di bulloni;

A_{res} è l'area resistente di un bullone, al netto della filettatura;

$f_{d,V}$ è la resistenza di progetto a taglio;

9.3.2.2 Verifica a rottura per trazione della lama

Si verifica la sezione della lama nella sezione ridotta dai fori del bullone.

$$\sigma = \frac{T}{A - \varphi t} = \frac{F_{p_tot}}{A - \varphi t} \leq f_d$$

dove:

A è l'area della sezione della lama dove viene praticato il foro;

f è il diametro del foro praticato (pari al diametro del bullone più un millimetro nel caso di bulloni inferiori all'M20);

t è lo spessore della piastra;

f_d è la tensione di snervamento per trazione della lama

Nel caso specifico, essendo le lame di tipo a tripla onda, questa è ancorabile su due file di tirafondi, la sezione

A è data dal prodotto della larghezza della lama (circa 749 mm) per lo spessore della lama stessa.

9.3.2.3 Verifica a rottura per rifollamento

Si verifica che:

$$\sigma = \frac{T}{n \times d \times t} \leq \alpha \times f_d$$

n è il numero di bulloni

d è il diametro del bullone;

t è lo spessore della lama; $\alpha = a / d$ con $2.0 < \alpha < 2.5$ dove a è la distanza dell'ultima fila di bulloni dalla testa lama

9.3.2.4 Risultati delle verifiche

Le verifiche effettuate sono divise in due:

- considerando che l'ancoraggio sia posto a valle del punto da proteggere "Ancoraggio di Fine impianto" (imbocco della galleria/muro di controripa) e che tra il punto da proteggere e l'ancoraggio non è possibile installare nessun montante della barriera.
- considerando che l'ancoraggio sia posto a monte del punto da proteggere "Ancoraggio di Inizio impianto" (imbocco della galleria/muro di controripa) e che tra l'ancoraggio e il punto da proteggere non è possibile installare nessun montante della barriera.

Entrambi i casi sono stati sviluppati per tutte le classi di barriera da ancorare (da bordo laterale H2, H3 ed H4; bordo ponte classe H410). Essendo il progetto redatto indipendente dal tipo di barriera che è possibile installare, le verifiche sono state condotte su barriere tipo aventi i requisiti indicati nel capitolo 6 e le caratteristiche indicate nella Tabella seguente.

Classe Dispositivo	Elementi longitudinali	Momento di plasticizzazione in direzione longitudinale	Numero montanti sostituiti		Sollecitazioni ancoraggio Avvio		Sollecitazioni ancoraggio Fine	
			Avvio	Fine	F _{p1}	F _{p2}	F _{p1}	F _{p2}
H2BL	Una lama tripla onda	6,7 KNm	(*)	20	(**)	-	10,5 KN	-
H3BL	Una lama tripla onda e corrente superiore	4,5 KNm	40	20	2,4	1,9	2,4 KN	1,9 KN
H4BL	Una lama tripla onda e corrente superiore	19,5 KNm	33	16	9,0	9,4	9,0 KN	9,5 KN

(*) L'Azione F_{ptot} eccede la forza di rottura per trazione della lama
(**) La forza totale a taglio della lama è pari a 415 KN

Il dimensionamento dell'ancoraggio è indicato nella Tabella successiva:

Classe Dispositivo	Elementi longitudinali	Ancoraggio di Avvio	Ancoraggio di Fine
H2BL	Lama	16 M20 (classe 6.8)	10 M16 (classe 6.8)
	Corrente superiore	-	-
H3BL	Lama	6 M12 (classe 6.8)	4 M12 (classe 6.8)
	Corrente superiore	4 M12 (classe 6.8)	3 M12 (classe 6.8)
H4BL	Lama	12 M16 (classe 6.8)	6 M16 (classe 6.8)
	Corrente superiore	8 M20 (classe 6.8)	4 M16 (classe 6.8)