
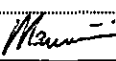



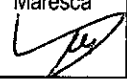
	
<b>DIREZIONE RICERCA, INGEGNERIA E COSTRUZIONI</b> Tecnica e Ricerca Tecnologie Specialistiche	Cod. identificazione: n° 308474 esp. 6	Pagina 1 di 32

# VETRI DI SICUREZZA FRONTALI PER CABINE DI GUIDA DEI ROTABILI FERROVIARI

**Specifica tecnica n° 308474 esp.6**

Redatto	Verificato	Approvato
<i>Daniilo Fiesoli</i> 	<i>Giampaolo Mancini</i> 	<i>Domenico Maresca</i> 

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

Esp.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	28.05.98	Sostituisce: S.MR/A.03/ST 115.1 Ed. Dic. 88	Puliti Bartumioli	Cavaliere	Maresca
01	28.12.98	Aggiornata	Puliti Bartumioli	Cavaliere	Maresca
02	30.09.99	Aggiornato Figura 4 e aggiunto caratteristiche proiettile, modificato punto 1.2 , 2.3 e 2.7	Fiesoli	Cavaliere	Maresca
03	16/05/00	Modificata composizione della malta a Pag. 32	Fiesoli		Maresca
04	30/05/00	Modificato pag.16 riferimento a istituti per prove di tipo	Puliti		Maresca
05	23/06/03	Modificato contenuto	Fiesoli	Mancini	Maresca
06	12/01/04	Modificato contenuto ai punti 1.2, 1.4.1, 1.5.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.4.5.1, 3.8, 6.2.7, 6.3.1, 6.3.2, 6.4.4, 6.4.5, 7.3, 9	Fiesoli 	Mancini 	Maresca 

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

## Indice

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>6</b>
1.1	OGGETTO.....	6
1.2	CAMPO DI APPLICAZIONE.....	6
1.3	NORME DA APPLICARE .....	6
1.4	DEFINIZIONI .....	6
1.4.1	TIPOLOGIE DI VETRO.....	6
1.4.2	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ' .....	7
1.4.3	ATTESTATO DI CONFORMITÀ'.....	7
1.4.4	CERTIFICATO DI COLLAUDO .....	7
1.4.5	CLASSI DI QUALITÀ' DEI PRODOTTI FERROVIARI.....	7
1.5	DOCUMENTAZIONE RELATIVA AI VSF .....	7
1.5.1	DOCUMENTAZIONE PER NUOVE APPLICAZIONI.....	8
1.5.2	DOCUMENTAZIONE PER FORNITURA DI RICAMBI.....	8
1.6	SIMBOLOGIA .....	8
<b>2</b>	<b>CONDIZIONI AMBIENTALI ED OPERATIVE .....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI VSF .....</b>	<b>9</b>
3.1	CLASSIFICAZIONE DEI VSF .....	9
3.2	CLASSE DI QUALITÀ' DEI VSF .....	9
3.3	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE .....	9
3.3.1	SPESSORE .....	9
3.3.2	GEOMETRIA DEI VSF PIANI.....	10
3.3.3	GEOMETRIA DEI VSF CURVI .....	10
3.4	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE .....	11
3.4.1	COLORE .....	11
3.4.2	STRATIFICAZIONE.....	11
3.4.3	BORDI.....	11
3.4.4	VISIBILITÀ RESIDUA DOPO ROTTURA .....	11
3.4.5	DISPOSITIVO DI RISCALDAMENTO .....	11
3.5	CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE .....	13
3.6	CARATTERISTICHE OTTICHE.....	13
3.7	DIFETTI.....	13
3.7.1	DEFINIZIONE DELLE ZONE DI VISIONE .....	14
3.7.2	AMMISSIBILITÀ DEI DIFETTI DELLA SUPERFICIE DEL VSF .....	14
3.7.3	AMMISSIBILITÀ DEI DIFETTI DEI BORDI.....	15
3.7.4	DIFETTI GENERATI DAL DISPOSITIVO DI RISCALDAMENTO .....	15

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

<b>3.8</b>	<b>DURATA E DECADIMENTO NEL TEMPO .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>MARCATURA E RINTRACCIABILITA'.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>MARCATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2</b>	<b>RINTRACCIABILITÀ.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CONSEGNA DEI VSF .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>IMBALLAGGIO .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>ETICHETTATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>PROVE .....</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>PROVE DI QUALIFICAZIONE DEI FORNITORI.....</b>	<b>16</b>
<b>6.2</b>	<b>PROVE DI TIPO PER LA QUALIFICAZIONE DELLO STRATIFICATO.....</b>	<b>17</b>
6.2.1	GENERALITÀ SULLE PROVE DI TIPO PER LA QUALIFICAZIONE DELLO STRATIFICATO .....	17
6.2.2	PROVINI PER LA QUALIFICAZIONE DELLO STRATIFICATO .....	17
6.2.3	PROVA DI RESISTENZA ALL'ALTA TEMPERATURA .....	19
6.2.4	PROVA DI RESISTENZA ALL'UMIDITÀ .....	19
6.2.5	MISURA DELL' HAZE .....	19
6.2.6	PROVA DI TRASMISSIONE DELLA LUCE .....	19
6.2.7	PROVA DI DEVIAZIONE OTTICA .....	19
6.2.8	PROVA DI RESISTENZA ALL'INVECCHIAMENTO ARTIFICIALE .....	20
6.2.9	PROVA DI RESISTENZA ALL'URTO .....	20
6.2.10	PROVA DI RESISTENZA ALL'IMPATTO.....	21
6.2.11	PROVA DI RESISTENZA ALL'ABRASIONE DELLA PELLICOLA ANTISCHEGGIA.....	22
6.2.12	PROVA DI RESISTENZA AGLI AGENTI CHIMICI DELLA PELLICOLA ANTISCHEGGIA.....	22
6.2.13	PROVA DI INVECCHIAMENTO DEL DEPOSITO RISCALDANTE .....	22
<b>6.3</b>	<b>PROVE DI TIPO DEI VSF .....</b>	<b>22</b>
6.3.1	PROVE DI TIPO DEI VSF DI RICAMBIO .....	22
6.3.2	PROVE DI TIPO DEI VSF PER ROTABILI DI NUOVA COSTRUZIONE .....	23
<b>6.4</b>	<b>PROVE DI SERIE .....</b>	<b>23</b>
6.4.1	GENERALITÀ SULLE PROVE DI SERIE .....	23
6.4.2	VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E GEOMETRICHE DEL VSF .....	23
6.4.3	VERIFICA DELL'AMMISSIBILITÀ DEI DIFETTI DEL VSF .....	24
6.4.4	VERIFICA DELLA DEVIAZIONE OTTICA SUL VSF .....	24
6.4.5	VERIFICA DELL'ISOLAMENTO ELETTRICO DEL SISTEMA RISCALDANTE .....	24
6.4.6	VERIFICA DELLA RESISTENZA ELETTRICA DEL SISTEMA RISCALDANTE .....	24
<b>7</b>	<b>ASSICURAZIONE QUALITA'.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1.</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>25</b>

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

<b>7.2</b>	<b>APPROVAZIONE PIANO DI QUALITA'.....</b>	<b>25</b>
<b>7.3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE RELATIVA AL SISTEMA QUALITÀ.....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b><u>GARANZIA.....</u></b>	<b><u>25</u></b>
<b>9</b>	<b><u>REVOCA QUALIFICAZIONE DEL FORNITORE E PENALI .....</u></b>	<b><u>25</u></b>
	<b>ALLEGATO A TIPOLOGIA DI ROTTURE DELLE LASTRE ESTERNE DEI VSF .....</b>	<b>26</b>
	<b>ALLEGATO B.....</b>	<b>27</b>
	<b>METODOLOGIA DI MISURA E DI CALCOLO PER LA PROVA DI TRASMISSIONE DELLA LUCE.....</b>	<b>27</b>
B.1	DEFINIZIONI.....	27
B.2	METODOLOGIA DI MISURA DEL FATTORE SPETTRALE DI TRASMISSIONE REGOLARE .....	27
B.3	METODOLOGIA DI CALCOLO DEL FATTORE LUMINOSO DI TRASMISSIONE RISPETTO AGLI ILLUMINANTI DI RIFERIMENTO .....	27
B.4	FATTORE SPETTRALE DI VISIBILITÀ $V(\lambda)$ PER LA VISIONE FOTOPICA.....	28
B.5	DISTRIBUZIONI SPETTRALI RELATIVE DI ENERGIA DEGLI ILLUMINANTI DI RIFERIMENTO .....	29
	<b>ALLEGATO C TELAIO PER PROVE DI RESISTENZA ALL'URTO .....</b>	<b>30</b>
	<b>ALLEGATO D PROIETTILE PER PROVE DI TIPO DELLO STRATIFICATO.....</b>	<b>31</b>
	<b>ALLEGATO E PROIETTILE PREVISTO DALLA NORMA UIC 651.....</b>	<b>32</b>

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 OGGETTO

Il presente documento definisce i differenti tipi e le caratteristiche alle quali devono rispondere i vetri frontali nonché le loro condizioni di accettazione e controllo.

Il presente documento non definisce l'interfaccia vetro frontale/veicolo né la messa in opera.

### 1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente documento si applica ai vetri di sicurezza frontali delle cabine di guida di tutti i rotabili ferroviari circolanti sulla rete ferroviaria italiana sia nel caso di nuove forniture, sia nel caso di ricambi.

Nel caso di vetri di sicurezza frontali per rotabili di nuova fornitura destinati a circolare anche su reti estere devono essere soddisfatti anche tutti i requisiti previsti per l'ammissione tecnica su tali reti. L'individuazione di tali requisiti è a cura del fornitore del rotabile.

### 1.3 NORME DA APPLICARE

Le norme da applicare sono le seguenti:

- UNI EN 572-1
- UNI EN 572-5
- UNI EN 1036
- UNI EN 12150 -1
- UNI EN ISO 12543 da 1 a 6
- UNI ISO 2859/1
- UNI EN 572-4
- UNI EN 572-2

### 1.4 DEFINIZIONI

Per le definizioni utilizzate nella presente specifica, relativamente ai vetri di sicurezza e qui di seguito non richiamate, si fa riferimento a quanto riportato nelle norme UNI EN 572-1 e UNI EN 1036.

#### 1.4.1 Tipologie di vetro

Di seguito sono riportate le definizioni relative alle differenti tipologie di vetri.

##### *VETRO DI SICUREZZA FRONTALE*

Sono definiti Vetri di Sicurezza Frontali (VSF) i vetri utilizzati nella parte frontale della cabina di guida.

Sono considerati VSF tutti i vetri che, comunque disposti, sono soggetti all'urto e quindi alla eventuale perforazione causata da oggetti lanciati da altri treni incrocianti, caduti dalla scarpata, etc.

##### *VETRO DI SICUREZZA*

Vetro con maggiore resistenza alle sollecitazioni meccaniche e minore pericolosità in caso di rottura.

##### *VETRO STRATIFICATO*

Vetro costituito da due o più lastre di vetro ed uno o più strati interposti di materiale plastico incollati tra di loro per l'intera superficie.

##### *VETRO RICOTTO*

Lastra allo stato iniziale. Vetro privo di tensioni, di conseguenza facilmente tagliabile e lavorabile.

##### *VETRO TEMPRATO*

Vetro che ha subito un trattamento termico tale da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti di compressione.

Specifica tecnica n° 308474 esp. 6	Pagina 6 di 32
------------------------------------	----------------

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

#### *VETRO SEMITEMPRATO*

Vetro ricotto trattato termicamente per migliorarne le caratteristiche meccaniche mantenendo comunque una visibilità residua dopo la rottura. Nel caso del vetro semitemprato gli sforzi di compressione superficiali sono compresi fra 30 e 65 MPa.

#### *VETRO RINFORZATO CHIMICAMENTE*

Vetro ricotto trattato termicamente per migliorarne le caratteristiche meccaniche (il processo conferisce al vetro caratteristiche meccaniche superiori a quelle del semitemprato) mantenendo comunque una visibilità residua dopo la rottura. Nel caso del vetro rinforzato chimicamente gli sforzi di compressione superficiali sono maggiori di 250 MPa e la profondità del trattamento è non inferiore a 20 µm.

#### *VETRO STRATIFICATO ANTIPROIETTILE*

Vetro stratificato in grado di resistere all'azione dei proiettili sparati dalle armi da fuoco.

#### *VETRO STRATIFICATO ANTIPROIETTILE ANTISCHEGGE*

Vetro stratificato in grado di resistere all'azione dei proiettili sparati da armi da fuoco, senza generare schegge.

### **1.4.2 Dichiarazione di conformità'**

Documento con il quale il fornitore dichiara e sottoscrive che i VSF sono stati fabbricati coerentemente alla documentazione del Sistema Qualità approvata ed in conformità alle prescrizioni specificate nell'ordine e che i VSF prodotti sono conformi allo stratificato testato con tutte le prove di cui al successivo punto 6.1. e 6.2

### **1.4.3 Attestato di conformità'**

Documento con il quale il fornitore attesta e sottoscrive che i VSF forniti sono conformi a quanto specificato nell'ordinazione, senza indicare alcun risultato di controllo.

### **1.4.4 Certificato di collaudo**

Documento contenente i risultati delle prove chimiche, meccaniche, tecnologiche, ecc. prescritte, effettuate dal fornitore su VSF prelevati dalla fornitura, nelle condizioni di lottizzazione previste.

Il certificato di collaudo è firmato dal fornitore.

In casi particolari, secondo quanto previsto dai documenti contrattuali, le operazioni di collaudo possono essere effettuate da un organismo indipendente sia da Trenitalia, sia dal fornitore, preventivamente accettato da Trenitalia. In questo caso spetta al rappresentante di detto organismo firmare il certificato di collaudo.

### **1.4.5 Classi di qualità' dei prodotti ferroviari**

I prodotti ferroviari sono suddivisi nelle seguenti tre classi:

- **Classe A:**  
Prodotti la cui difettosità o guasto provoca la perdita della sicurezza con la possibilità di danni fisici alle persone.  
Prodotti la cui difettosità o guasto provoca gravi distruzioni di materiali ovvero gravi perturbazioni nella circolazione ferroviaria o l'impossibilità di completare la missione di servizio.
- **Classe B:**  
Prodotti la cui difettosità o guasto conduce ad un degrado delle condizioni di trasporto direttamente percepite e subite dal Cliente.  
Prodotti la cui difettosità o guasto ha scarse ripercussioni direttamente sul Cliente ma ha conseguenze sui costi di esercizio.
- **Classe C**  
Altri prodotti per i quali la difettosità o guasto non è percepita dal Cliente e il costo non è rilevante.

## **1.5 DOCUMENTAZIONE RELATIVA AI VSF**

Per ogni tipo di VSF deve essere elaborata la documentazione di seguito specificata.

Specifica tecnica n° 308474 esp. 6	Pagina 7 di 32
------------------------------------	----------------

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

Tutta la documentazione relativa ai VSF, dopo la prima fornitura, può essere utilizzata da Trenitalia per l'acquisto di VSF di ricambio da qualsiasi Fornitore di VSF, vincitore di gara, che abbia conseguito la qualificazione come fornitore e la qualificazione dello stratificato con le modalità indicate al punto 6.

### 1.5.1 Documentazione per nuove applicazioni

Per VSF per rotabili di nuova fornitura deve essere fornita la seguente documentazione:

#### *Da parte del Progettista del rotabile*

- un disegno dell'interfaccia del VSF sul rotabile, raffigurante il sistema di montaggio, completo di quote e relative tolleranze dimensionali
- un documento contenente le caratteristiche di rigidità dell'interfaccia del VSF sul rotabile, rispetto ai carichi di esercizio (vedi punto 2)
- uno specifico documento in cui deve essere indicato:
  - VSF di tipo 2 con pellicola antisceggiata (vedi punto 3.1);
  - il valore nominale dello spessore del VSF;
  - l'angolo di montaggio, sul rotabile, del VSF rispetto al piano verticale;
  - la posizione e le caratteristiche elettriche dell'alimentazione del sistema riscaldante del VSF per la funzione di sbrinamento nonché eventuali protezioni termiche (vedi 3.4.5);
  - la dimensione e l'ubicazione della zona riscaldata di sbrinamento;
  - il disegno con le dimensioni della Zona 1 e Zona 2 (vedi punto 3.7.1);
  - eventuali caratteristiche estetiche di colorazione che il VSF può assumere per il deposito riscaldante interposto (se rotabile a due cristalli frontali);
  - eventuali accorgimenti costruttivi tipo antiriflesso, barriere ad infrarossi, serigrafie laterali e quanto altro serve alla definizione del VSF.
- la documentazione prevista dal presente documento al par. 7.3

#### *Da parte del Costruttore del vetro*

- un disegno di insieme sia del VSF, sia della sua interfaccia sul rotabile, quotato e con le tolleranze dimensionali, in cui devono essere riportate tutte le notizie/indicazioni elaborate dal progettista, come richiesto al paragrafo precedente
- per vetri curvi, un disegno di insieme sia del VSF, sia della sua interfaccia sul rotabile, quotato e con le tolleranze dimensionali, in cui devono essere riportate tutte le notizie/indicazioni elaborate secondo le indicazioni di cui al punto 3.3.3 della presente specifica
- la documentazione prevista dal presente documento al par. 7.3

### 1.5.2 Documentazione per fornitura di ricambi

Per la fornitura di VSF per ricambi deve essere prodotta la seguente documentazione:

#### *Da parte di Trenitalia:*

il disegno di insieme del VSF, quotato e con le tolleranze dimensionali, e/o un'eventuale specifica che indichi:

- il tipo di VSF (vedi punto 3.1)
- la posizione e le caratteristiche elettriche dell'alimentazione per il sistema di sbrinamento
- le dimensioni della zona 1 o 2 del VSF (vedi punto 3.7.1).

#### *Da parte del Costruttore del vetro:*

la documentazione prevista dal presente documento al par. 7.3

## 1.6 SIMBOLOGIA

V.S.F.	Vetri di Sicurezza Frontali
S.T.	Specifica Tecnica
A.Q.	Assicurazione Qualità
S.Q.	Sistema Qualità
PdC.	Personale di Condotta



<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

P.d.Q. Piano della Qualità  
 P.d.A. Piano degli Approvvigionamenti  
 P.F.C. Piano di Fabbricazione e Controllo

## 2 CONDIZIONI AMBIENTALI ED OPERATIVE

I VSF devono resistere senza alterazioni delle loro caratteristiche alle differenti sollecitazioni che si presentano nell'esercizio dei rotabili.

Le condizioni di riferimento sono le seguenti:

- variazione di pressione max  $\pm 10000$  Pa
- temperatura dell'ambiente esterno compresa fra  $- 25^{\circ}\text{C}$  ,  $+ 45^{\circ}\text{C}$  con umidità massima relativa del 100% per temperature fino a  $19^{\circ}\text{C}$  e 0,014 kg d'umidità per kg d'aria secca al di sopra di  $19^{\circ}\text{C}$
- irraggiamento solare massimo estivo  $800\text{ W/m}^2$
- temperatura dell'aria all'interno del rotabile fino al valore max di  $70^{\circ}\text{C}$ .
- variazioni di temperatura fra il giorno e la notte di  $15^{\circ}\text{C/ora}$ .
- condizioni climatiche quali: pioggia, grandine, gelo, neve
- abrasioni causate da polvere, graniglia, foglie morte, volatili, insetti, etc

## 3. CARATTERISTICHE DEI VSF

### 3.1 CLASSIFICAZIONE DEI VSF

I VSF sono classificati nei seguenti tipi:

- tipo 1: senza pellicola antisceggiia
- tipo 2: con pellicola antisceggiia sulla faccia interna (lato cabina di guida).

Di norma, i VSF rappresentati nei disegni in cui non è riportata la sezione con l'individuazione della pellicola antisceggiia ed in cui non risulta indicato il tipo 2, devono essere considerati di tipo 1.

Per i rotabili di nuova costruzione i VSF devono essere di tipo 2.

### 3.2 CLASSE DI QUALITA' DEI VSF

I VSF oggetto della presente specifica sono nella classe di qualità A (punto 1.4.5).

### 3.3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

#### 3.3.1 Spessore

In relazione alla velocità massima dei rotabili, lo spessore nominale dei VSF deve essere:

- 20 mm per rotabili con velocità massima fino a 220 km/h;
- 27 mm per rotabili con velocità massime maggiori di 220 km/h e fino a 320 km/h;
- da concordare con Trenitalia in relazione all'esito di prove specifiche per rotabili con velocità massime superiori.

Le tolleranze ammesse sullo spessore nominale del VSF sono quelle riportate nella tabella 1.

**Tabella 1 – Tolleranze sullo spessore nominale del VSF**

Spessore nominale VSF	Tolleranza max ammessa
20 mm	+2 mm , -0 mm
27 mm	+2 mm , -0 mm

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

Definiti i valori nominali e le tolleranze ammesse sullo spessore del VSF, le tolleranze ammesse in produzione sullo spessore dei componenti del VSF sono indicate nella tabella 2.

**Tabella 2 – Tolleranze sullo spessore dei componenti del VSF**

Componente del VSF	Tolleranza ammessa
Lastra di vetro singola	spessore $\leq 6$ mm : $\pm 0.2$ mm 6 mm < spessore $\leq 12$ mm : $\pm 0.3$ mm spessore = 15 mm : $\pm 0.5$ mm spessore = 19 mm : $\pm 1.0$ mm (in conformità alle norme UNI EN 572-2)
Materiale plastico	10 % dello spessore nominale previsto a disegno
Foglio adesivo intercalare	0,04 mm per mm di spessore nominale previsto a disegno

In assenza di indicazione di tolleranza sullo spessore dei componenti del VSF sui disegni costruttivi, sono validi i valori riportati nella tabella 2.

### 3.3.2 Geometria dei VSF piani

La planarità dei VSF piani deve essere compresa entro 2 mm per metro.

In assenza di tolleranze sui disegni costruttivi, per le dimensioni dei lati dei VSF piani sono validi i valori di tolleranza riportati nella tabella 3:

**Tabella 3 – Tolleranze per le dimensioni dei lati dei VSF piani**

Dimensione nominale lato VSF piano	Tolleranza
$\leq 1000$ mm	+ 0 mm ; - 3 mm
1000 mm ÷ 2500 mm	+ 0 mm ; - 4 mm

### 3.3.3 Geometria dei VSF curvi

La geometria dei VSF curvi e in particolare di quelli con superfici non sviluppabili sul piano deve essere concordata con Trenitalia.

Qualora i disegni quotati non siano sufficienti per la definizione della geometria VSF per la complessità della forma, la fornitura deve comprendere anche la dima che definisce la forma del cristallo.

Per ciascun punto della superficie del VSF, salvo diversa indicazione nel disegno e per quanto non in contrasto con quanto riportato nelle tabelle 1 e 2, la tolleranza rispetto alla dimensione nominali deve essere compresa nel campo:

0 mm –4 mm.

La tolleranza della curvatura perimetrale deve essere compresa nel campo 0 mm +4 mm. Tali scostamenti non devono essere localizzati ma devono presentare andamenti gradualità.

Nel caso di VSF cilindrici gli scostamenti rispetto alla generatrice del cilindro devono essere misurate mediante un regolo appoggiato sul VSF lungo la generatrice stessa. Lo scostamento massimo ammesso per la superficie del VSF rispetto alla generatrice del cilindro deve essere inferiore al 0.2 % della distanza del punto in cui è rilevato lo scostamento dal bordo di riferimento del VSF.

Nel caso in cui un VFS con geometria curva sia destinato a rotabili di nuova fornitura e la forma debba essere definita per mezzo di dima, il Costruttore del VSF e il progettista del rotabile devono definire tutti i parametri per la sua accettazione. I disegni devono pertanto indicare almeno i seguenti scostamenti massimi ammessi:

- dimensioni esterne;

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

- tolleranza della curvatura periferica rispetto clima;
- indicazioni di altri punti soggetti a controllo durante la produzione.

Tali scostamenti devono essere determinati in modo da evitare rotture causate da eventuali tensioni di montaggio sui vani dedicati.

### 3.4 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

#### 3.4.1 Colore

I VSF possono essere chiari, colorati, semiriflettenti su tutta o parte della superficie (tale caratteristica deve essere riportata sui disegni di progetto).

#### 3.4.2 Stratificazione

I VSF delle cabine di guida devono essere del tipo vetro stratificato con le seguenti caratteristiche:

- la lastra di vetro costituente la faccia esterna dei VSF deve avere uno spessore nominale non inferiore a 5 mm.
- la lastra costituente la faccia interna dei VSF di tipo 1 deve avere uno spessore nominale compreso fra 2,5 e 3 mm; deve inoltre essere trattata in modo da rendere minima l'eventuale proiezione di schegge del VSF per urto da corpo esterno.
- lo spessore nominale della lastra costituente la faccia interna dei VSF di tipo 2 non deve essere inferiore a 2 mm.

Fra i vari strati di vetro deve essere interposto Polivinilbutirale (PVB) oppure Poliuretano. L'utilizzo di altri materiali deve essere preventivamente approvato da Trenitalia.

Le caratteristiche della stratificazione dei VSF devono essere descritte in un disegno che rappresenta la sezione tipica del VSF. In tale disegno devono essere indicati i seguenti dati:

- spessore totale
- spessore vetro esterno
- eventuale spessore vetro centrale e sua posizione rispetto all'esterno
- spessore e tipo di materiale di interposizione fra i vari vetri componenti la stratificazione
- spessore del vetro esterno (interno cabina)
- posizione del deposito riscaldante rispetto al vetro esterno
- spessore della pellicola antischeggia per il VSF tipo 2
- materiali dei componenti dello stratificato

Il disegno con le caratteristiche della stratificazione deve essere consegnato a Trenitalia allegato alla richiesta di qualificazione dello stratificato.

#### 3.4.3 Bordi

Il costruttore deve applicare una protezione periferica ai bordi del VSF qualora le modalità di applicazione sul vano del rotabile non garantiscano sufficiente tenuta agli agenti esterni. La necessità di tale protezione deve essere concordata con Trenitalia.

La finitura dei bordi deve essere indicata sui disegni costruttivi.

Per particolari esigenze costruttive Trenitalia si riserva di approvare soluzioni che prevedano bordi in vista.

#### 3.4.4 Visibilità residua dopo rottura

E' obbligatorio l'uso di vetri che garantiscano una visibilità residua dopo la rottura.

Le figure in allegato A mostrano esempi della frantumazione in funzione del tipo di trattamento che ha subito il vetro; i vetri dopo la rottura devono presentare un aspetto del tipo di quello riportato nelle figure A1 e A2 .

#### 3.4.5 Dispositivo di riscaldamento

##### 3.4.5.1 Caratteristiche del dispositivo di riscaldamento

Il sistema di riscaldamento deve essere realizzato con pellicola conduttiva costituiti da depositi diretti di ossidi metallici sulla faccia interna del vetro esterno. La posizione delle zone riscaldate deve essere indicata nei disegni da fornire a Trenitalia, come specificato al punto 1.5.

Se la presenza del dispositivo di riscaldamento modifica l'aspetto del vetro, la zona non riscaldata deve avere lo stesso aspetto di quella riscaldata.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

Per la delimitazione della zona riscaldate è ammessa una linea non colorata per tutta la larghezza del VSF. Essa deve avere uno spessore non superiore a 3 mm per VSF di ricambio su rotabili costruiti precedentemente al 1990 e non superiore a 1,5 mm per le applicazioni successive. Il limite sullo spessore della linea di delimitazione è valido solo all'interno delle zone di visibilità Zona 1 e 2.

Il dispositivo di riscaldamento del VSF deve essere esteso almeno quanto la zona 1 (vedi punto 3.7.1). Configurazioni diverse devono essere concordate con Trenitalia.

Una eventuale separazione di zone riscaldate sotto tensione non deve avere una larghezza superiore a 1 mm e può essere eseguita solo in caso di alimentazione elettrica del VSF in corrente alternata.

#### 3.4.5.2 Connessione elettrica

La connessione elettrica al circuito riscaldante del VSF deve essere situata sulla faccia interna ed al margine del VSF.

La posizione della connessione elettrica del circuito riscaldante deve essere quella riportata a disegno e non deve arrecare disturbo alla visuale del Personale di Condotta verso i segnali (pertanto deve trovarsi disposto al di fuori della Zona 1).

Ad eccezione di casi particolari, l'attacco all'alimentazione elettrica del VSF deve essere realizzato con capicorda ad occhiello per filettatura M4.

La posizione della connessione elettrica deve essere indicata nel disegno del VSF (punto 1.5.1).

Per tensioni di alimentazioni superiori a 24 Vcc, la connessione elettrica deve garantire un grado di protezione idonea contro i contatti diretti.

#### 3.4.5.3 Alimentazione elettrica

Le caratteristiche dell'alimentazione elettrica del dispositivo riscaldante del VSF devono essere approvate da Trenitalia e indicate sul disegno del VSF.

Sul disegno devono essere riportati i seguenti dati in funzione del tipo di alimentazione.

*Per alimentazione in corrente continua:*

- tensione nominale
- tensione massima e minima d'utilizzazione

*Per alimentazione in corrente alternata:*

- tensione nominale
- tensione efficace di utilizzazione e campo di tolleranza
- frequenza
- valore di picco
- forma del segnale

#### 3.4.5.4 Resistenza e potenza

Il valore nominale di resistenza del circuito di riscaldamento deve essere determinata in relazione alla forma del manufatto e ai parametri elettrici fissati dal costruttore del rotabile.

Il campo ammesso per la resistenza del circuito di riscaldamento è  $\pm 15\%$  il valore nominale ad una temperatura di  $20 \pm 3$  °C.

Il valore nominale di resistenza e la tolleranza ammessa deve essere riportata sul disegno del VSF.

La potenza specifica, riferita alla tensione nominale, deve essere di 6.5 W/dm<sup>2</sup>.

Possono essere ammessi valori differenti, che, in tal caso, devono essere riportati sul disegno del VSF.

Per rotabili nuovi ed in caso di utilizzo di potenze specifiche più elevate di 6.5 W/dm<sup>2</sup> è necessario che il circuito riscaldante sia provvisto di un sistema di controllo della temperatura tale da evitare danneggiamenti del VSF causati da prolungati tempi di accensione del sistema riscaldante stesso. Il sistema di controllo deve garantire il non superamento di temperature tali da compromettere le qualità ottiche e meccaniche del VSF.

Nel caso in cui il sistema di controllo della temperatura sia integrato nel VSF, il disegno del VSF da fornire a Trenitalia (punto 1.5.1) deve riportarne tutte le caratteristiche tecnico-funzionali per la sua costruzione e per la fornitura di VSF di ricambio.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

### 3.5 CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Le caratteristiche fisico/meccaniche dei VSF devono essere quelle indicate nella tabella 4.

**Tabella 4 – Caratteristiche fisico - meccaniche**

Caratteristica	Requisito
Resistenza all'alta temperatura	Conforme al punto 5 dell'Allegato II A del Decreto Ministro Trasporti del 30/3/94 <i>Attuazione direttiva 92/22 CEE relativa Vetri di sicurezza</i> (Vedi punto 6.2.3)
Resistenza all'umidità	Conforme al punto 7 dell'Allegato II A del Decreto Ministro Trasporti del 30/3/94 <i>Attuazione direttiva 92/22 CEE relativa Vetri di sicurezza</i> (Vedi punto 6.2.4)
Resistenza all'invecchiamento artificiale	Vedi punto 6.2.8
Resistenza all'urto	Vedi punto 6.2.9
Resistenza all'impatto	Vedi punto 6.2.10
Resistenza all'abrasione della pellicola antisceggiia Solo per VSF tipo 2	Conforme al punto 2 dell'Allegato II K del Decreto Ministro Trasporti del 30/3/94 <i>Attuazione direttiva 92/22 CEE relativa Vetri di sicurezza</i> . (Vedi punto 6.2.11)
Resistenza agli agenti chimici della pellicola antisceggiia Solo per VSF tipo 2	Conforme al punto 6 dell'Allegato II K del Decreto Ministro Trasporti del 30/3/94 <i>Attuazione direttiva 92/22 CEE relativa Vetri di sicurezza</i> . (Vedi punto 6.2.12)

### 3.6 CARATTERISTICHE OTTICHE

Le caratteristiche ottiche dei VSF devono essere quelle indicate nella tabella 5.

**Tabella 5 – Caratteristiche ottiche**

Caratteristica	Valori
Colore, riflettanza, barriera infrarossi etc.	Conformi a documentazione di progetto e/o campione
Effetto "haze"	Vedi punto 6.2.5
Trasmissione della luce	Vedi punto 6.2.6
Deviazione ottica	Vedi punto 6.2.7

### 3.7 DIFETTI

I termini e le definizioni per i difetti dei VSF, nonché la loro graduazione ed intensità, sono quelli riportati nelle norme UNI EN ISO 12543, UNI EN 572- 4 e UNI EN 572 – 2.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

### 3.7.1 Definizione delle zone di visione

#### ZONA 1

Per zona 1 si intende la superficie del VSF finito all'interno del cono di visibilità dei segnali, individuato in conformità ai requisiti della norma UIC 651. L'ampiezza della ZONA 1 è definita dal progettista.

#### ZONA 2

Per zona 2 si intende la superficie del VSF non appartenente alla Zona 1.

In caso di mancata indicazione della zona 1 sui disegni del VSF, si considera zona 1 tutta la superficie del VSF ad eccezione di una fascia di ampiezza 25 mm dal perimetro del VSF, che deve essere considerata zona 2.

### 3.7.2 Ammissibilità dei difetti della superficie del VSF

Per la superficie del VSF sono ammessi i difetti con le limitazioni indicate nella tabella 6.

**Tabella 6 – Condizioni di ammissibilità dei difetti nelle Zone 1 e 2**

Tipologia del difetto	Condizioni di ammissibilità Zona 1	Condizioni di ammissibilità Zona 2
Difetti del vetro stratificato	Ammessi in conformità alla norma UNI EN ISO 12543 1-6 (compresi i difetti delle lastre UNI EN 572-4 e 2)	Ammessi anche i difetti non accettabili per la Zona 1 se non pregiudicano la resistenza meccanica del VSF.
Difetti puntiformi con diametro minore di 0,8 mm	Ammessi se la loro concentrazione non arreca disturbo alla visione	Ammessi se la loro concentrazione non arreca disturbo alla visione
Difetti puntiformi con diametro compreso tra 0,8 mm e 2 mm	Ammessi al massimo 3 difetti iscritti (all'esterno) in una circonferenza di diametro maggiore o uguale a 300 mm	Ammessi al massimo 3 difetti iscritti (all'esterno) in una circonferenza di diametro maggiore o uguale a 100 mm
Graffi inscrivibili in una circonferenza con diametro 15 mm	Ammessi se la loro concentrazione non arreca disturbo alla visione	Ammessi se la loro concentrazione non arreca disturbo alla visione
Graffi inscrivibili in una circonferenza con diametro compreso fra 15 mm e 50 mm	Ammessi al massimo 3 difetti iscritti (all'esterno) in una circonferenza di diametro maggiore o uguale a 300 mm e non visibili a distanza maggiore o uguale a 1 m	Ammessi al massimo 3 difetti iscritti (all'esterno) in una circonferenza di diametro maggiore o uguale a 100 mm
Opacizzazioni inscrivibili in una circonferenza con diametro 2 mm o con superficie minore di 10 mm <sup>2</sup>	Ammessi se la loro concentrazione non arreca disturbo alla visione	Ammessi se la loro concentrazione non arreca disturbo alla visione
Opacizzazioni inscrivibili in una circonferenza con diametro compreso tra 2 mm e 4 mm o con superficie compresa fra 10 mm <sup>2</sup> e 20 mm <sup>2</sup>	Ammessi al massimo 3 difetti iscritti (all'esterno) in una circonferenza di diametro maggiore o uguale a 300 mm se non arrecano disturbo alla visione	Ammessi al massimo 3 difetti iscritti (all'esterno) in una circonferenza di diametro maggiore o uguale a 100 mm

È inoltre ammesso qualsiasi difetto in una fascia di ampiezza 15 mm dal perimetro del VSF (in quanto interessato all'ancoraggio del VSF).

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

### 3.7.3 Ammissibilità dei difetti dei bordi

Per i bordi del VSF sono ammessi i difetti con le limitazioni indicate nella tabella 7.

**Tabella 7 – Condizioni di ammissibilità dei difetti dei bordi**

Tipo di bordo	Condizioni di ammissibilità
Bordi in vista	Ammesse piccole zone brillanti. Non ammesse ondulazioni. Gli spigoli non devono risultare taglienti.
Bordi non in vista	Ammesse scheggiature con le seguenti dimensioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lunghezza <math>\leq 12</math> mm</li> <li>▪ larghezza <math>\leq 4</math> mm</li> <li>▪ profondità <math>\leq 1,5</math> mm</li> </ul> I bordi non devono risultare taglienti.

Per gli altri difetti dei bordi (ritiro della materia plastica e bordi non combacianti) devono essere applicate le prescrizioni della norma. UNI EN ISO 12543 1-6

### 3.7.4 Difetti generati dal dispositivo di riscaldamento

La concentrazione dei difetti generati dal dispositivo di riscaldamento non deve nuocere alla visibilità.

Tali difetti possono essere puntiformi (punti caldi) oppure del tipo a striscia. I difetti a striscia sono ammessi se l'angolo di inclinazione rispetto alla direzione del campo elettrico è minore di  $35^\circ$ .

Per i difetti generati dal dispositivo di riscaldamento nella Zona 1 sono ammessi i difetti con le limitazioni indicate nella tabella 8.

**Tabella 8 – Condizioni di ammissibilità dei difetti generati dal dispositivo di riscaldamento nella Zona 1**

Diametro o lunghezza [ mm ]	Numero difetti puntiformi ammessi	Numero difetti a striscia ammessi
$\leq 5$	Nessun limite se la concentrazione non arreca disturbo alla visione	Nessun limite se la concentrazione non arreca disturbo alla visione
$5 < \varnothing$ o Lunghezza $\leq 15$	5	5
$> 15$	0	0

## 3.8 DURATA E DECADIMENTO NEL TEMPO

Per quanto riguarda le caratteristiche di durata e decadimento nel tempo, i VSF devono poter superare le prove di tipo previste a nuovo per almeno quattro anni dalla data di fabbricazione riportata sul VSF utilizzato in esercizio.

Relativamente a tali prove devono essere soddisfatti i requisiti di seguito elencati.

- Le prove ottiche devono essere eseguite al di fuori del raggio di azione del tergicristallo. Esclusivamente per quanto riguarda la pellicola antischeggia sono considerati accettabili eventuali abrasioni accidentali e fenomeni di delaminazione con penetrazione massima 10 mm limitatamente ai bordi esterni del VSF.
- Nel caso di VSF piano con superficie maggiore o uguale a  $0,7 \text{ m}^2$  la prova balistica deve essere effettuata sui VSF stessi con le modalità indicate al punto 6.2.10 alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$ .
- Nel caso di VSF curvi o con superficie inferiore a  $0,7 \text{ m}^2$  Trenitalia può effettuare una prova di analisi in laboratorio per accertare che le caratteristiche dello stratificato corrispondono a quanto attestato nella dichiarazione di conformità di cui al punto 1.4.2.

Nel caso in cui Trenitalia decida l'effettuazione delle prove suddette, per anomalie verificatesi sui VSF durante l'esercizio commerciale dei rotabili, e nel caso in cui le prove non siano superate, Trenitalia stabilisce il decadimento della validità delle prove di tipo per la qualificazione dello stratificato utilizzato per la costruzione del VSF.

Specifica tecnica n° 308474 esp. 6	Pagina 15 di 32
------------------------------------	-----------------

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

L'effettuazione di nuove prove di tipo per la qualificazione della stessa tipologia di stratificazione può essere accettata da parte di Trenitalia sulla base della valutazione della documentazione, fornita dal Costruttore, che deve descrivere:

- le cause che hanno dato origine alla non conformità,
- i provvedimenti adottati per l'eliminazione dei difetti riscontrati.

## 4 MARCATURA E RINTRACCIABILITA'

### 4.1 MARCATURA

Sulla superficie di ciascun VSF devono essere riportati i seguenti dati di marcatura:

- nome o sigla del Costruttore;
- categoria e progressivo Trenitalia (se esistente);
- mese ed anno di fabbricazione;
- codice per la rintracciabilità;
- tensione di alimentazione e la potenza totale;
- eventuale presenza di pellicola antischeggia.

I dati suddetti devono essere marcati in modo indelebile ed in posizione visibile dall'interno del veicolo nella parte superiore del vetro a 40 mm circa dal bordo visibile.

### 4.2 RINTRACCIABILITÀ

Il Fornitore deve stabilire e mantenere attivo un sistema di identificazione e rintracciabilità di tutti i prodotti ed elementi costituenti il VSF, per tutti gli stadi di produzione, di controllo e di consegna.

## 5 CONSEGNA DEI VSF

### 5.1 IMBALLAGGIO

Per quanto riguarda l'imballaggio devono essere soddisfatti i requisiti del documento TV.102.3/6.3.450/C.

Ciascun VSF deve essere protetto con pellicole antigraffio su entrambe le superfici. La pellicola deve poter essere rimossa mediante la sola trazione della pellicola stessa. Successivamente alla rimozione di tali pellicole non deve essere richiesta in alcun modo l'utilizzazione di prodotti per la pulizia dei VSF.

### 5.2 ETICHETTATURA

Per quanto riguarda l'etichettatura devono essere soddisfatti i requisiti del documento TV.102.3/6.3.450/C.

## 6 PROVE

### 6.1 PROVE DI QUALIFICAZIONE DEI FORNITORI

Preliminarmente alla fornitura, i Fornitori dei VSF devono essere qualificati da Trenitalia per la fabbricazione di Vetri Stratificati. La qualificazione del Fornitore è conseguita mediante l'esecuzione ed il superamento delle prove di tipo per la qualificazione dello stratificato specificate al punto 6.2 utilizzato nei seguenti VSF:

- VSF tipo 1 con spessore nominale 20 mm
- VSF tipo 2 con spessore nominale 20 mm
- VSF tipo 1 con spessore nominale 27 mm
- VSF tipo 2 con spessore nominale 27 mm

Il Fornitore può fornire solo VSF per i quali ha conseguito la qualifica dello stratificato utilizzato.

Le prove di qualificazione del Fornitore devono essere eseguite presso un laboratorio che abbia un riconoscimento di idoneità da parte di Trenitalia.

I costi per l'effettuazione delle prove di qualificazione del Fornitore sono a carico del Fornitore stesso.

Specifica tecnica n° 308474 esp. 6	Pagina 16 di 32
------------------------------------	-----------------



<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

## 6.2 PROVE DI TIPO PER LA QUALIFICAZIONE DELLO STRATIFICATO

### 6.2.1 Generalità sulle prove di tipo per la qualificazione dello stratificato

Le prove di tipo per la qualificazione dello stratificato devono essere conformi ai requisiti dei punti 7.4, 7.5 e 7.6 del documento MT/CG.NC.S/SF.Q.05, ad eccezione di quanto diversamente indicato nella presente specifica.

Le prove di tipo per la qualificazione dello stratificato sono quelle di seguito elencate:

- prova di resistenza all'alta temperatura (punto 6.2.3);
- prova di resistenza all'umidità (punto 6.2.4);
- misura dell'haze (punto 6.2.5);
- prova di trasmissione della luce (punto 6.2.6);
- prova di deviazione ottica (punto 6.2.7);
- prova di resistenza all'invecchiamento artificiale (punto 6.2.8);
- prova di resistenza all'urto (punto 6.2.9);
- prova balistica (punto 6.2.10);
- prova di resistenza all'abrasione della pellicola antisceggiia (punto 6.2.11);
- prova di resistenza agli agenti chimici della pellicola antisceggiia (punto 6.2.12);
- prova di invecchiamento del deposito riscaldante (punto 6.2.13).

Qualora la tipologia dello stratificato sia diversa da quella tradizionalmente utilizzata in campo ferroviario, Trenitalia può richiedere ulteriori prove di tipo rispetto a quelle sopra specificate, nonché prove in esercizio a carico del Fornitore.

Il superamento di tutte le prove di tipo determina la concessione della qualificazione provvisoria per lo stratificato oggetto di prova. La qualificazione è resa definitiva al termine del periodo di garanzia (vedi punto 8) del VSF sul quale è utilizzato lo stratificato.

Il non superamento di una sola prova di tipo fra quelle elencate comporta la non concessione della qualificazione per lo stratificato oggetto di prova.

Le prove di tipo per la qualificazione dello stratificato hanno validità per 5 anni.

Il Fornitore può richiedere a Trenitalia l'estensione della validità delle prove di tipo per un massimo di altri 5 anni. Trenitalia può concedere l'estensione della validità delle prove di tipo per un numero di anni uguale o minore di 5 in relazione al comportamento in esercizio del VSF sul quale è utilizzato lo stratificato qualificato.

Le prove di tipo per la qualificazione dello stratificato devono essere eseguite presso un laboratorio che abbia un riconoscimento di idoneità da parte di Trenitalia o di un ente terzo riconosciuto.

Per ciascuna prova di tipo il fornitore deve indicare il laboratorio utilizzato e fornire la documentazione che attesta l'idoneità del laboratorio stesso all'esecuzione delle prove.

I risultati di ciascuna prova di tipo devono essere documentati in uno specifico rapporto di prova completo di tutte le informazioni necessarie ad identificare i provini, le condizioni e la procedura di prova e i risultati della prova. Il rapporto deve essere fornito a Trenitalia.

I costi per l'effettuazione delle prove di tipo per la qualificazione dello stratificato sono a carico del Fornitore. Sono inoltre a carico del Fornitore tutti gli oneri eventualmente derivanti dalle attività di un ente terzo incaricato per la qualificazione dello stratificato.

### 6.2.2 Provini per la qualificazione dello stratificato

I provini devono soddisfare i requisiti di seguito elencati.

- Tutti i provini devono essere realizzati in conformità a quanto indicato nel disegno con le caratteristiche di stratificazione (si veda il punto 3.4.2)
- Tutti i provini devono essere piani.
- Tutti i provini devono essere realizzati in una sola fase produttiva.
- Tutti i provini devono essere marcati in maniera indelebile con un marchio che deve indicare data di produzione, logo ditta, tipo di VSF, numero provino.

Il numero e le dimensioni dei provini da fornire al Laboratorio incaricato dell'esecuzione delle prove è quello di seguito specificato.

- n°7 provini piani con dimensioni 300 x 300 mm senza deposito riscaldante da utilizzare per le prove ai punti 6.2.3, 6.2.4 e 6.2.9.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

- n°3 provini piani con dimensioni 1000 x 700 mm da utilizzare per le prove ai punti 6.2.7 , 6.2.10.e 6.2.13 All'interno di tali provini deve essere inserita una termoresistenza tipo PT 100 per il rilevamento della temperatura durante le prove. Per la termoresistenza deve essere disponibile un certificato di taratura. La termoresistenza deve essere applicata nel centro dello spessore del VSF in un'area di dimensioni 40x40 mm posta ad una distanza di 300 mm dai bordi esterni del provino. I provini devono essere inoltre dotati di dispositivo riscaldante e reofori di alimentazione. La zona riscaldata deve avere resistenza per unità di superficie corrispondente al valore minimo richiesto al punto 3.4.5.4.
- n°4 provini piani con dimensioni 100 x 100 mm da utilizzare per le prove ai punti 6.2.5 e 6.2.6 e, successivamente all'esecuzione di tali prove, per le prove al punto 6.2.8. Tali provini devono essere dotati di dispositivo riscaldante. In relazione a quanto specificato al punto 6.2.6, la resistenza di 2 provini deve essere uguale al valore minimo, quella degli altri 2 uguale al valore massimo. I provini devono essere completi di reofori, per il controllo dei valori di resistenza dichiarati.
- Nel caso di stratificato per VSF tipo 2, n°2 provini piani con dimensioni 100 x 100 mm e foro centrale con diametro 6,4 mm per la prova al punto 6.2.11.
- Nel caso di stratificato per VSF tipo 2, n°10 provini piani con dimensioni 180 x 25 mm per la prova al punto 6.2.12.

Il numero e le dimensioni dei provini da selezionare in relazione alla tipo di prova da eseguire è indicato nella tabella 9.

**Tabella 9 – Numero dei provini da utilizzare nelle prove di tipo**

PROVA	Dimensioni provino [ mm ]				
	300 x 300	100 x 100	1000 x 700	100 x 100 foro $\varnothing$ 6.4 mm	180 x 25
Resistenza all'alta temperatura (6.2.3)	3				
Resistenza all' umidità (6.2.4)	3				
Misura dell' Haze (6.2.5)		4 a)			
Trasmissione della luce (6.2.6)		4 a)			
Deviazione ottica (6.2.7)			1		
Invecchiamento artificiale (6.2.8)		2 a)			
Resistenza all' urto (6.2.9)	1				
Prova balistica (6.2.10)			2		
Resistenza all'abrasione pellicola (6.2.11)				2 b)	
Resistenza agli agenti chimici pell. (6.2.12)					10 b)
Invecchiamento sist. riscaldante (6.2.13)			1 c)		
<i>Totale provini</i>	<i>7</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2 b)</i>	<i>10 b)</i>

Note:

- Sugli stessi provini sono effettuate le prove ai punti 6.2.5, 6.2.6 e, successivamente, solo su 2 provini scelti casualmente nell'insieme di 4, le prove al punto 6.2.8
- Prove da eseguire solo su stratificato per VSF tipo 2
- Sullo stesso provino sono effettuate in successione le prove ai punti 6.2.7 e 6.2.13

La selezione deve essere documentata in un modulo che, per ciascun provino, deve riportare il numero di identificazione del provino, la prova da eseguire ed il laboratorio di prova.

Dopo l'effettuazione delle prove di tipo i provini devono essere conservati dal Fornitore per tutta la durata della validità della qualificazione e per l'eventuale prolungamento della qualificazione, qualora sia richiesto e concesso.

<p style="text-align: center;"><b>TRENITALIA</b></p> <p style="text-align: center;">Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche</p>	<p style="text-align: center;"><b>Specifica tecnica</b></p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b></p>
--	---

### 6.2.3 Prova di resistenza all'alta temperatura

La prova ha lo scopo di stabilire se l'intercalare del vetro stratificato esposto a lungo ad alte temperature presenta bolle o altri difetti.

La prova di resistenza all'alta temperatura deve essere eseguita in conformità al punto 5 dell'Allegato II A del Decreto Ministro Trasporti del 30 marzo 1994 *"Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n.92/22 del 31 marzo 1992 relativa ai vetri di sicurezza ed ai materiali per vetri sui veicoli a motore e sui loro rimorchi"*.

### 6.2.4 Prova di resistenza all'umidità

La prova ha lo scopo di stabilire se un vetro stratificato è in grado di resistere a lungo all'effetto dell'umidità senza presentare difetti rilevanti.

La prova di resistenza all'umidità deve essere eseguita in conformità al punto 7 dell'Allegato II A del Decreto Ministro Trasporti del 30 marzo 1994 *"Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n.92/22 del 31 marzo 1992 relativa ai vetri di sicurezza ed ai materiali per vetri sui veicoli a motore e sui loro rimorchi"*.

### 6.2.5 Misura dell' haze

La prova ha lo scopo di verificare il valore del rapporto percentuale tra fattore luminoso di trasmissione diffusa e fattore luminoso di trasmissione totale.

La prova deve essere in conformità a quanto previsto dalla norma ASTM D 1003 Procedura A.

Sui 4 provini previsti, aventi dimensioni 100 x 100 mm, devono essere determinati :

- il fattore luminoso di trasmissione totale  $\tau$
- il fattore luminoso di trasmissione diffusa  $\tau_d$

Mediante tali misure è possibile determinare il fattore "Haze" espresso dalla relazione seguente:

$$d\% = \tau_d / \tau$$

Il valore del fattore haze d% deve risultare inferiore o uguale al 2%.

### 6.2.6 Prova di trasmissione della luce

La prova e la successiva analisi ha lo scopo di verificare che la colorazione del VSF non alteri la corretta identificazione dei colori impiegati nel segnalamento ferroviario.

La prova deve essere effettuata su 4 provini, aventi dimensioni 100 x 100 mm, con superficie riscaldata di almeno 80 x 80 mm e reofori di alimentazione accessibili.

La zona riscaldata deve presentare valori della resistenza per unità di superficie pari al limite minimo del campo previsto sul disegno su 2 provini e al limite massimo sugli altri 2. I valori di resistenza devono essere indicati sui provini.

La metodologia di prova consiste nel rilievo, da effettuarsi mediante uno spettrofotometro, del fattore spettrale di trasmissione regolare e nel calcolo del fattore luminoso di trasmissione rispetto agli illuminanti di riferimento. Le metodologie di misura e di calcolo delle grandezze suddette sono descritte in dettaglio nell'allegato B.

I valori del fattore luminoso di trasmissione rispetto agli illuminanti di riferimento devono essere determinati sia con provini posizionati ortogonalmente al pavimento del laboratorio, sia posizionati a 45° (in quanto la colorazione dei segnali deve poter essere identificata qualunque sia l'angolo di montaggio del vetro frontale).

In relazione al campo di resistenza per unità di superficie individuato dai valori minimo e massimo, misurati sui quattro provini, l'esito della prova è positivo se per ciascun provino e per ciascuna posizione del provino sono rispettate contemporaneamente le seguenti condizioni:

- $t_A \geq 0,65$
- $(t_R, t_G, t_V) \geq 0,65$
- $(t_R - t_G, t_R - t_V, t_G - t_V) = 0,05 + 2\% \text{ valore misurato}$

### 6.2.7 Prova di deviazione ottica

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

La prova ha lo scopo di evidenziare eventuali deviazioni e distorsioni ottiche del provino conseguenti al processo produttivo. Il controllo deve essere effettuato secondo quanto previsto dalla norma DIN 52305 metodo A - AZ.

La prova deve essere eseguita su una lastra piana con dimensioni 1000 x 700 mm. La prova deve essere eseguita con l'inclinazione della lastra pari a 55° rispetto al piano verticale e con le distanze previste dalla norma DIN 52305.

I valori limite per l'accettazione sono definiti nella tabella 10. Per zona centrale della lastra si intende tutta la superficie ad eccezione di una fascia di ampiezza 25 mm dal perimetro. Per zona periferica della lastra si intende una fascia di ampiezza 25 mm dal perimetro

**Tabella 10 – Criteri di accettazione della distorsione ottica dello stratificato**

Spessore nominale VSF	Angolo di posizionamento della lastra rispetto al piano verticale	Valori limite	
		Zona centrale	Zona periferica
20 mm	55°	0,03 Diottrie	0,06 Diottrie
27 mm	55°	0,04 Diottrie	0,06 Diottrie

La prova di deviazione ottica deve inoltre essere ripetuta con la metodologia di prova prevista dalla norma ISO 3538. I risultati di tale prova devono essere forniti a scopo informativo esclusivamente per la qualificazione dello stratificato e non hanno influenza su tale qualificazione.

#### 6.2.8 Prova di resistenza all'invecchiamento artificiale

Due dei provini sui quali è stata effettuata la verifica delle caratteristiche di trasmissione della luce devono essere sottoposti all'azione dell'invecchiamento artificiale, mediante una apparecchiatura con lampada allo xeno. Tale apparecchiatura deve sottoporre il provino ad un irraggiamento con potenza specifica massima di 1500 W/m².

Le modalità di prova sono quelle di seguito specificate.

- Esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi d'acqua.
- Ciclo di prova costituito da 102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi d'acqua.
- Energia specifica di irraggiamento:  $1100 \pm 50$  MJ/m² (corrispondente ad una durata della prova di circa 204 ore).
- Temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni:  $63 \pm 5^\circ\text{C}$  (misurata mediante termometro a bulbo nero).
- Umidità relativa:  $65 \pm 5\%$ .
- Temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo:  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Al termine della prova di invecchiamento artificiale i due provini devono essere nuovamente sottoposti alla prova di trasmissione della luce (vedi 6.2.6).

La metodologia di prova ed i criteri di valutazione sono gli stessi enunciati al punto 6.2.6; inoltre nessuno dei fattori luminosi di trasmissione  $t_A$ ,  $t_R$ ,  $t_G$ ,  $t_V$  deve risultare inferiore al 95% del valore misurato prima della prova di invecchiamento artificiale.

Al termine della prova di invecchiamento artificiale, i provini non devono presentare, all'esame visivo, delaminazioni, opacizzazioni e bolle, con l'eccezione di una zona di 10 mm a partire dai bordi del provino e di 10 mm da qualsiasi incrinatura che si sia formata durante la prova.

#### 6.2.9 Prova di resistenza all'urto

La prova ha lo scopo di verificare che lo strato esterno del vetro frontale resista ad urti di modesta energia e dopo rottura abbia un aspetto corrispondente a quello riportato in figura A.1 e A.2 dell'allegato A.

La prova è articolata in due fasi. Le modalità di prova della prima fase sono le seguenti.

- La prova deve essere eseguita su un provino di dimensioni 300 x 300mm.
- Il provino deve essere mantenuto, prima della prova, alla temperatura di  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  per 4 ore (allo scopo di assicurare una temperatura uniforme durante la prova).

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

- Il provino deve essere quindi posizionato su un telaio di legno disposto in modo che il piano del provino sia orizzontale, e la faccia su cui avviene l'impatto sia quella esterna. Le caratteristiche del telaio di legno sono descritte in allegato C.
- Una sfera di acciaio piena, con superficie liscia e massa di  $227 \pm 2$  g, deve essere lasciata cadere liberamente da un'altezza di 3 m lungo la verticale passante per il centro del provino.

Il risultato della prima fase della prova è positivo se non si verifica alcun tipo di rottura del provino.

La seconda fase della prova consiste nel portare a rottura il provino sia sul lato interno, sia sul lato esterno.

Il risultato della seconda fase della prova è positivo se l'aspetto del provino corrisponde a quello riportato in figura A.1 e A.2 dell'allegato A.

#### 6.2.10 Prova di resistenza all'impatto

La prova di resistenza all'impatto (prova balistica) ha lo scopo di verificare la resistenza dello stratificato dei VSF all'azione perforante di un oggetto scagliato contro di esso ad alta velocità.

Le modalità di prova sono quelle di seguito specificate.

- La prova balistica deve essere eseguita su 2 provini con dimensioni 1000 x 700 mm.
- Sul primo provino la prova balistica deve essere eseguita alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C; sul secondo provino la prova deve essere eseguita alla temperatura di  $0 \pm 0.5$  °C.
- La prova balistica alla temperatura  $0 \pm 0.5$  °C deve essere eseguita dopo aver mantenuto il provino per 24 ore in un ambiente (camera climatica) alla temperatura di  $-5 \pm 1$  °C.
- In ciascuna prova un proiettile con massa pari a  $1000 \pm 20$  g deve essere lanciato sul provino alla velocità di prova. Le caratteristiche geometriche e le dimensioni del proiettile sono definite in allegato D.
- Il provino deve essere montato su apposito telaio, interponendo una guarnizione di gomma (durezza IRHD 50 ÷ 60) tra il vetro e i due elementi di serraggio del telaio.
- Nel caso di provini con spessore nominale 20 mm il provino deve essere posizionato in modo che la direzione del proiettile sia ortogonale e centrata rispetto al piano del vetro.
- Nel caso di provini con spessore nominale 27 mm il provino deve essere posizionato in modo che la direzione del proiettile sia a 45° rispetto al piano del vetro ed il punto d'impatto sia centrato rispetto al provino.
- La temperatura del provino deve essere misurata mediante termoresistenza PT100 applicata all'interno del provino come specificato al punto 6.2.2.
- La velocità di lancio del proiettile deve essere misurata con dispositivo avente incertezza di misura non superiore al 2%.

La velocità del proiettile e la temperatura del provino in ciascuna prova sono specificate in tabella 10.

**Tabella 11 – Velocità del proiettile e temperatura del provino nella prova balistica**

Parametri di prova	Prova n° 1	Prova n° 2
Temperatura [ °C ]	$20 \pm 5$	$0 \pm 0.5$
Velocità proiettile per stratificato per VSF spessore 20 mm [ km/h ]	$360^{+10}_{-20}$	$200^{+10}_{-20}$
Velocità proiettile per stratificato per VSF spessore 27 mm [ km/h ]	$460^{+10}_{-20}$	$250^{+10}_{-20}$

La prova balistica è superata se si verificano le seguenti condizioni:

- provini di stratificato per VSF tipo 1 (senza pellicola)*  
I provini, pur lesionandosi per effetto dell'impatto, non sono stati perforati dal proiettile.
- provini di stratificato per VSF tipo 2 (con pellicola)*
  - I provini, pur lesionandosi per effetto dell'impatto, non sono stati perforati dal proiettile.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b> <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

- La pellicola antischeggia non deve presentare nessuna rottura che possa essere associata ad una possibile proiezione di schegge del vetro interno.

La verifica dell'assenza di abrasioni / lacerazioni deve essere eseguita mediante esame visivo ed esame al tatto. In alternativa tale verifica può essere eseguita utilizzando un foglio di alluminio avente spessore 0,15 mm, teso in un telaio e posto posteriormente e parallelamente al provino alla distanza di 500 mm dalla superficie interna del provino. Il foglio di alluminio non deve presentare perforazioni causate da schegge. Il foglio di alluminio deve essere verificato visivamente prima della prova accertando l'assenza di qualsiasi impronta.

#### 6.2.11 Prova di resistenza all'abrasione della pellicola antischeggia

La prova di resistenza all'abrasione deve essere eseguita solo su stratificato per VSF tipo 2. La prova ha lo scopo di stabilire la resistenza all'abrasione supera un valore prescritto.

La prova di resistenza all'abrasione deve essere eseguita in conformità al punto 2 dell'Allegato II K del Decreto Ministro Trasporti del 30 marzo 1994 *"Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n.92/22 del 31 marzo 1992 relativa ai vetri di sicurezza ed ai materiali per vetri sui veicoli a motore e sui loro rimorchi"*.

#### 6.2.12 Prova di resistenza agli agenti chimici della pellicola antischeggia

La prova di resistenza agli agenti chimici deve essere eseguita solo su stratificato per VSF tipo 2. La prova ha lo scopo di verificare che la faccia interna dello stratificato resista agli effetti di un'esposizione agli agenti chimici che possono essere presenti o utilizzati in un veicolo senza presentare alterazioni.

La prova di resistenza agli agenti chimici deve essere eseguita in conformità al punto 6 dell'Allegato II K del Decreto Ministro Trasporti del 30 marzo 1994 *"Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n.92/22 del 31 marzo 1992 relativa ai vetri di sicurezza ed ai materiali per vetri sui veicoli a motore e sui loro rimorchi"*.

#### 6.2.13 Prova di invecchiamento del deposito riscaldante

La prova ha lo scopo di verificare le caratteristiche di durata del deposito riscaldante.

La prova si esegue sullo stesso provino utilizzato per la prova di deviazione ottica, punto 6.2.7. Per tale verifica si applica la seguente procedura:

- il provino deve essere sottoposto alla prova descritta al punto 6.4.3; per i difetti generati dal dispositivo di riscaldamento.
- al termine della prova prevista al punto precedente deve essere eseguita una mappatura dei difetti sul provino;
- nel caso in cui i difetti siano ammissibili, il deposito riscaldante sul provino deve essere alimentato per una durata ininterrotta di 1000 ore alla tensione nominale;
- al termine di tale periodo, il provino deve essere nuovamente sottoposto alla prova descritta al punto 6.4.3.
- al termine della prova prevista al punto precedente deve essere eseguita la mappatura finale dei difetti sul provino.

La prova è superata se, al termine di essa, i difetti rilevati sul provino sono ammessi in base ai criteri specificati nella tabella 8 ed il sistema riscaldante risulta efficiente.

### 6.3 PROVE DI TIPO DEI VSF

#### 6.3.1 Prove di tipo dei VSF di ricambio

Nel caso di forniture di VSF piani di ricambio, Trenitalia si riserva la possibilità di eseguire, su un campione scelto a caso nella fornitura in corso di consegna, una o più prove balistiche.

Nel caso in cui le dimensioni del VSF piano di ricambio risultino uguali o superiori alla dimensione dei provini utilizzati nelle prove di tipo per la qualificazione dello stratificato utilizzato, la prova balistica deve essere eseguita in conformità a quanto prescritto al punto 6.2.10.

Nel caso in cui le dimensioni del VSF piano di ricambio siano inferiori alla dimensione dei provini, Trenitalia può effettuare analisi in laboratorio per accertare che le caratteristiche dello stratificato corrispondano a quanto attestato nella dichiarazione di conformità di cui al punto 1.4.2.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

Nel caso di forniture di VSF curvi di ricambio, Trenitalia si riserva la possibilità di eseguire, su un campione scelto a caso nella fornitura in corso di consegna, analisi in laboratorio per accertare che le caratteristiche dello stratificato corrispondano a quanto attestato nella dichiarazione di conformità di cui al punto 1.4.2.

Gli oneri delle eventuali prove sono a carico di Trenitalia.

### 6.3.2 Prove di tipo dei VSF per rotabili di nuova costruzione

Nel caso di forniture di VSF per rotabili di nuova costruzione, il primo VSF prodotto nella fornitura deve essere sottoposto a prova balistica.

Per l'esecuzione della prova devono essere soddisfatti i requisiti di seguito elencati.

- Il VSF deve essere montato su di una interfaccia corrispondente alle reale configurazione del rotabile oggetto della fornitura (devono pertanto essere riprodotti fedelmente la struttura del vano di alloggiamento, il sistema di fissaggio e l'inclinazione di montaggio).
- Il proiettile da utilizzare deve essere conforme a quanto previsto dalla norma UIC 651 (si veda lo schema in allegato E).
- La temperatura del VSF deve essere uguale a 20 °C.
- La velocità di sparo deve essere uguale alla velocità massima del rotabile incrementata di 160 Km/h con tolleranza  
+20  
di -0 km/h.

La prova è superata se si verificano le seguenti condizioni:

- il VSF non è perforato dal proiettile;
- la pellicola antischeggia posta sulla faccia interna del VSF rimane integra;
- il VSF resta solidale al vano di contenimento.

I risultati della prova di qualificazione del VSF devono essere documentati da uno specifico rapporto di prova che deve essere fornito a Trenitalia e deve essere inserito nella documentazione relativa alle prove di tipo del rotabile.

Gli oneri della prova sono a carico del Fornitore.

Sui VSF appartenenti a rotabili destinati a circolare su altre reti europee devono essere eseguite, oltre alle prove di serie e di tipo già elencate nella presente specifica, anche tutte le prove di tipo richieste per l'ammissione tecnica sulle reti su cui è previsto il servizio commerciale. L'individuazione delle metodologie di prova, dei criteri di accettazione e l'esecuzione delle prove è cura del fornitore del rotabile.

## 6.4 PROVE DI SERIE

### 6.4.1 Generalità sulle prove di serie

Per ciascun VSF oggetto di fornitura, il Fornitore deve accertare la loro rispondenza ai requisiti della presente Specifica Tecnica mediante prove di serie.

Le prove di serie devono essere inserite nel Piano di Fabbricazione e Controllo del VSF.

Il campionamento per le prove di serie devono essere eseguito in conformità alla norma UNI ISO 2859 parte 1<sup>a</sup>, livello di collaudo corrente (prospetto ?) con LQA=0,65 (prospetto ??-A per piani di campionamento semplice per il collaudo ordinario).

Devono essere eseguite le seguenti prove di serie:

- verifica delle caratteristiche dimensionali e geometriche del VSF (punto 6.4.2);
- verifica dell'ammissibilità dei difetti del VSF (punto 6.4.3);
- verifica della deviazione ottica sul VSF (punto 6.4.4);
- verifica dell'isolamento elettrico del sistema riscaldante (punto 6.4.5);
- verifica della resistenza elettrica del sistema riscaldante (punto 6.4.6).

### 6.4.2 Verifica delle caratteristiche dimensionali e geometriche del VSF

Le dimensioni dei VSF devono essere conformi ai disegni costruttivi indicati nel contratto di fornitura.

Il controllo dimensionale deve verificare la conformità delle dimensioni e delle tolleranze dei VSF a quelle specificate nei disegni del VSF e nel punto 3.3 della presente Specifica Tecnica.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

#### 6.4.3 Verifica dell'ammissibilità dei difetti del VSF

Il controllo dell'ammissibilità dei difetti del vetro stratificato, dei difetti puntiformi, dei graffi, delle opacizzazioni e dei difetti dei bordi deve essere eseguito mediante esame visivo. I criteri di ammissibilità di tali difetti sono quelli specificati ai punti 3.7.2 e 3.7.3. Il controllo dell'ammissibilità dei difetti generati dal dispositivo di riscaldamento deve essere eseguito con le modalità di seguito specificate:

- deve essere applicata all'elemento riscaldante del VSF la tensione di progetto per almeno 30 minuti;
- con il dispositivo di riscaldamento in funzione, il VSF deve essere illuminato da un proiettore a luce bianca posto ad una distanza compresa tra 2 m e 5 m in funzione della potenza della lampada di proiezione
- gli eventuali punti scuri generati dal sistema riscaldante devono essere visualizzati con l'ausilio di uno schermo bianco opaco posto a 1 m dietro il VSF.

I criteri di ammissibilità dei difetti generati dal dispositivo di riscaldamento sono quelli specificati al punto 3.7.4. Tabella 8.

#### 6.4.4 Verifica della deviazione ottica sul VSF

La verifica della deviazione ottica sui VSF deve essere effettuata con le stesse modalità utilizzate per la prova di tipo su provini (si veda il punto 6.2.7).

La prova deve essere eseguita applicando il VSF nell'inclinazione reale di montaggio sul rotabile. In assenza dell'informazione sull'inclinazione di montaggio la prova deve essere eseguita nel campo da 0° a 55°.

I criteri di accettazione sono quelli definiti nella tabella 12.

**Tabella 12 – Criteri di accettazione della distorsione ottica dei VSF**

Spessore nominale VSF	Angolo di posizionamento VSF rispetto al piano verticale	VSF piani		VSF curvi con raggi <sup>3</sup> 5000 mm	
		Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
20 mm	0° ÷ 35°	0,03 Diottrie	0,05 Diottrie	0,03 Diottrie	0,05 Diottrie
	36° ÷ 55°			0,04 Diottrie	0,06 Diottrie
27 mm	0° ÷ 55°	0,04 Diottrie	0,06 Diottrie	0,04 Diottrie	0,08 Diottrie

Per i VSF curvi con raggi di curvatura diversi da quelli indicati nella tabella 12 i criteri di accettazione saranno concordati con Trenitalia.

#### 6.4.5 Verifica dell'isolamento elettrico del sistema riscaldante

Al fine di verificare l'isolamento del sistema riscaldante rispetto al bordo esterno del VSF, deve essere effettuata una prova di isolamento elettrico sotto tensione.

Le condizioni di prova sono le seguenti:

- applicazione in modo progressivo di una tensione di prova uguale a  $2 \times V_n + 1500$  V tra i morsetti del sistema di riscaldamento e un conduttore elettrico periferico a contatto dei bordi esterni del vetro;
- velocità d'applicazione della tensione di prova non superiore a 500 V/s.
- tempo di applicazione della tensione di  $60 \pm 5$  s.

La prova è superata nel caso in cui:

- non sono rilevati inneschi di arco e/o scariche elettriche;
- le dispersioni di corrente rilevate non siano superiori a 5 mA.

#### 6.4.6 Verifica della resistenza elettrica del sistema riscaldante

La resistenza elettrica del circuito di riscaldamento deve essere conforme a quanto specificato al punto 3.4.5.4. Il controllo della resistenza elettrica deve essere eseguito misurandone il valore mediante un ohmetro provvisto di certificato di taratura.



<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

## 7 ASSICURAZIONE QUALITA'

### 7.1. Generalità

I VSF oggetto della presente specifica tecnica devono essere fabbricati da fornitori operanti in regime di Assicurazione Qualità, in conformità alla UNI EN ISO 9001 e in accordo a quanto richiesto contrattualmente.

### 7.2 Approvazione piano di qualità

La fabbricazione del VSF è subordinata all'approvazione da parte di Trenitalia del Piano di Qualità della fornitura presentato dal Fornitore secondo quanto richiesto dai documenti contrattuali.

### 7.3 Documentazione relativa al sistema qualità

Sulla base di quanto richiesto contrattualmente, il Fornitore deve rilasciare:

- Attestazione di Conformità (punto 1.4.2);
- Attestazione di superamento delle prove di tipo per la qualificazione dello stratificato (punto 6.2.1);
- Certificato di collaudo (punto 1.4.4) attestante l'esito positivo delle prove di serie (punto 6.4) eseguite con il campionamento previsto;
- Documentazione relativa a tutte le prove sia di tipo sia di serie relative eseguite sul primo VSF prodotto per i rotabili di nuova costruzione (tale documento deve essere inserito da parte del fornitore del rotabile nella distinta base del mezzo).
- Documentazione relativa a eventuali prove supplementari richieste in fase di gara.

## 8 GARANZIA

Le caratteristiche dei VSF definite nella presente Specifica Tecnica devono essere garantite due anni.

Qualora la difettosità riscontrata su una medesima fornitura di VSF sia superiore al 5%, la garanzia deve essere estesa a quattro anni.

## 9 REVOCA QUALIFICAZIONE DEL FORNITORE E PENALI

La validità delle prove di tipo può essere revocata (ed in tal caso la fornitura dei VSF in corso è di conseguenza sospesa) qualora si verifichino le seguenti condizioni:

- sia realizzata da parte del Fornitore una qualsiasi variazione nella composizione del materiale o nel processo produttivo dello stratificato;
- il VSF sul quale è utilizzato lo stratificato qualificato evidenzia in esercizio non conformità rispetto a requisiti richiesti nella presente specifica.

In tal caso, Trenitalia provvede alla revoca della qualificazione del Fornitore. Per il completamento della fornitura o per eventuali forniture successive, il Fornitore deve essere nuovamente qualificato secondo le modalità specificate al punto 6.1.

Inoltre l'esito negativo delle prove di tipo al punto 6.3 comporta da parte di Trenitalia:

- l'annullamento della fornitura;
- l'annullamento della qualificazione del Fornitore;
- la richiesta di rimborso degli oneri per l'esecuzione delle prove;
- la richiesta di rimborso degli oneri derivanti dall'interruzione della fornitura;
- la richiesta di rimborso degli oneri richiesti dal Fornitore dei VSF acquistati da Trenitalia in sostituzione di quelli risultati non conformi.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	---

## ALLEGATO A      TIPOLOGIA DI ROTTURE DELLE LASTRE ESTERNE DEI VSF

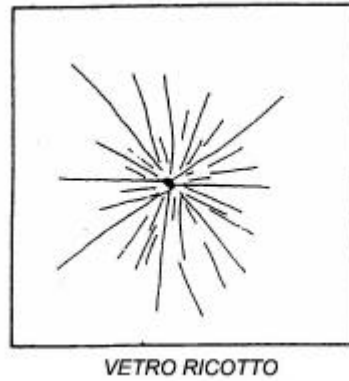


Figura A.1 – Tipologia di frammentazione nel caso di lastra di vetro ricotto

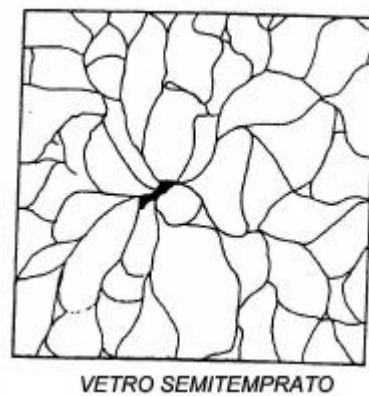


Figura A.2 – Tipologia di frammentazione nel caso di lastra di vetro semitemprato

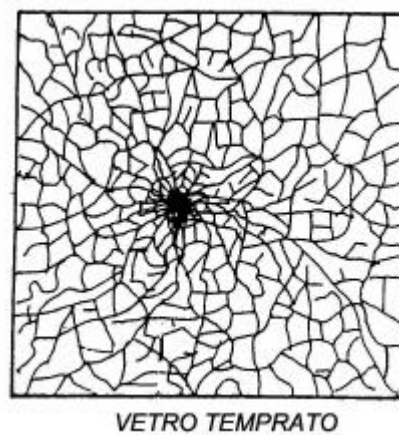


Figura A.3 – Tipologia di frammentazione nel caso di lastra di vetro temprato

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	<b>Specifica tecnica</b>  <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	--

## ALLEGATO B

### METODOLOGIA DI MISURA E DI CALCOLO PER LA PROVA DI TRASMISSIONE DELLA LUCE

#### B.1 Definizioni

*Fattore spettrale di trasmissione (per una radiazione monocromatica)*

È il rapporto, ad un'assegnata lunghezza d'onda, fra il flusso radiante uscente e quello incidente sul provino.

*Fattore luminoso di trasmissione (rispetto ad un illuminante assegnato)*

È il rapporto tra il flusso luminoso uscente e quello incidente sul provino.

#### B.2 Metodologia di misura del fattore spettrale di trasmissione regolare

Per la prova di trasmissione della luce (si veda il punto 6.2.6) deve essere misurato, mediante uno spettrofotometro, il fattore spettrale di trasmissione regolare. Esso viene misurato con flusso radiante collimato, incidente sul provino in direzione normale come prima sequenza di prova, e con direzione di 45° per la seconda sequenza di prove, ad intervalli di lunghezza d'onda non superiore a 5 nanometri, e rilievo del flusso uscente anch'esso in direzione normale.

#### B.3 Metodologia di calcolo del fattore luminoso di trasmissione rispetto agli illuminanti di riferimento

Per la prova di trasmissione della luce (si veda il punto 6.2.6) deve essere calcolato il fattore luminoso di trasmissione rispetto agli illuminanti di riferimento.

Esso viene valutato mediante la relazione seguente:

$$t = \frac{\sum_{380}^{780} S_1 \cdot V(\lambda) \cdot t(\lambda) \cdot D \lambda}{\sum_{380}^{780} S_1 \cdot V(\lambda) \cdot D \lambda}$$

dove:

- ***S<sub>1</sub>*** è la distribuzione spettrale relativa di energia (DSRE) dell'illuminante di riferimento;
- ***V(λ)*** è il fattore spettrale di visibilità per la visione fotopica;
- ***??*** è l'intervallo di lunghezza d'onda utilizzato per il calcolo.

La presente Specifica Tecnica prende in considerazione il fattore luminoso di trasmissione relativo all'illuminante normalizzato A della CIE (con DSRE SA) ed i fattori luminosi di trasmissione relativi a tre illuminanti corrispondenti alle tre luci: rossa, gialla e verde di tinta media impiegate nel segnalamento ferroviario (rispettivamente con DSRE SR, SG, Sv).

Ai fini delle verifiche previste, le sommatorie devono essere effettuate ad intervalli di 10 nanometri, utilizzando i valori di *V(λ)* riportati nella Tabella B1 ed i valori delle distribuzioni spettrali relative di energia SA, SR, SG, Sv, riportati nella Tabella B2.

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

#### B.4 Fattore spettrale di visibilità $V(\lambda)$ per la visione fotopica

Nella tabella B.1 sono riportati i valori, ad intervalli di 10 nanometri, del fattore spettrale di visibilità  $V(\lambda)$  per la visione fotopica (si veda la pubblicazione CIE n.15, "Colorimetry", 1971).

**Tabella B.1 – Fattore spettrale di visibilità  $V(\lambda)$  per la visione fotopica**

Lunghezza d'onda [ nm ]	$V(\lambda)$
380	0,0000
390	0,0001
400	0,0004
410	0,0012
420	0,0040
430	0,0116
440	0,0230
450	0,0380
460	0,0600
470	0,0910
480	0,1390
490	0,2080
500	0,3233
510	0,5030
520	0,7100
530	0,8620
540	0,9540
550	0,9950
560	0,9950
570	0,9520
580	0,8700
590	0,7570
600	0,6310
610	0,5030
620	0,3810
630	0,2650
640	0,1750
650	0,1070
660	0,0610
670	0,0320
680	0,0170
690	0,0082
700	0,0041
710	0,0021
720	0,0010
730	0,0005
740	0,0002
750	0,0001
760	0,0001
770	0,0000
780	0,0000

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

### B.5 Distribuzioni spettrali relative di energia degli illuminanti di riferimento

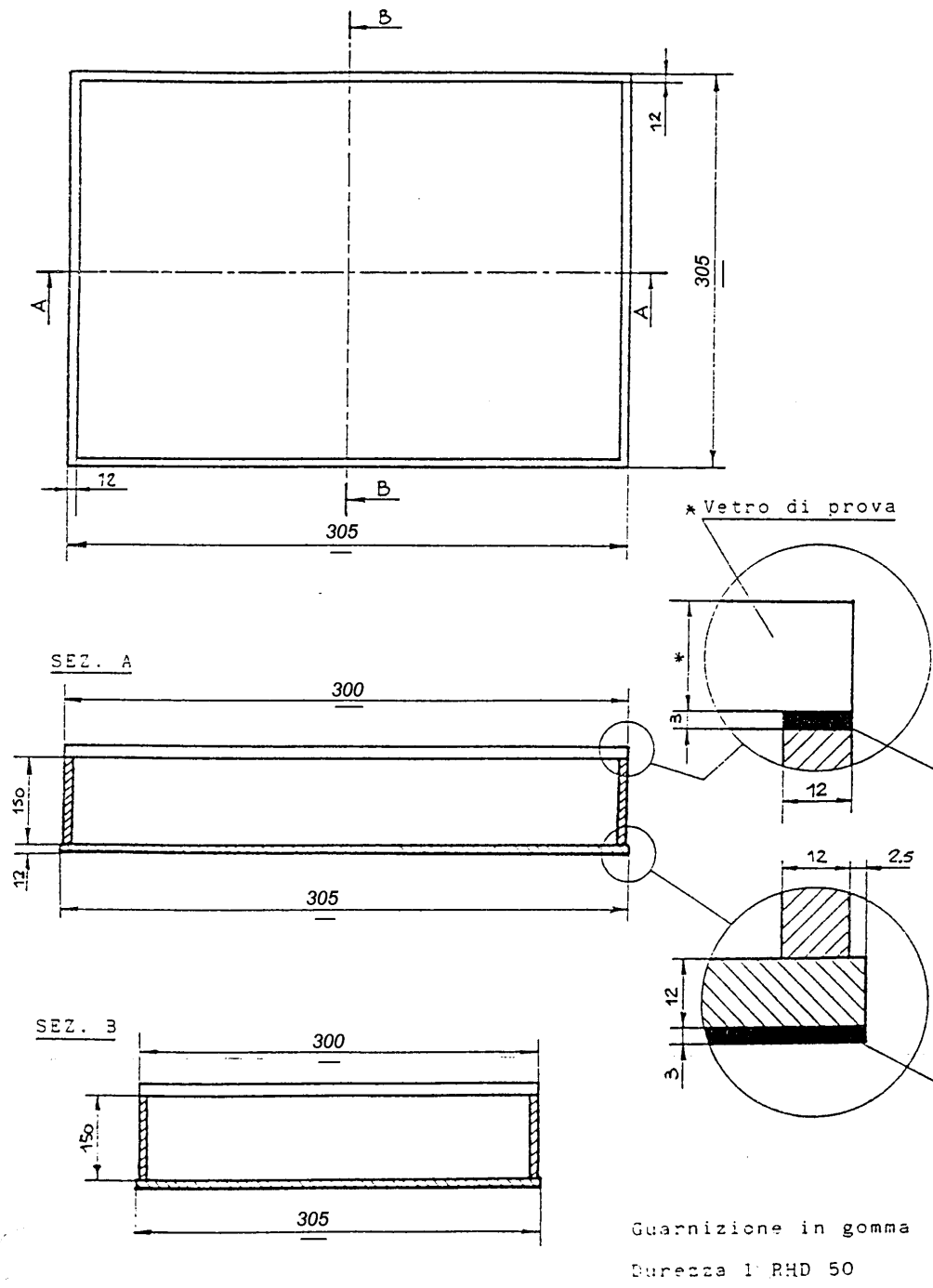
Nella tabella B.2 sono riportati i valori, ad intervalli di 10 nanometri, della distribuzione spettrale relativa di energia  $S_A$  dell'illuminante "A" della CIE (si veda la pubblicazione CIE n.15, "Colorimetry", 1971) e delle distribuzioni spettrali relative di energia  $S_R$ ,  $S_G$  e  $S_V$  corrispondenti rispettivamente agli illuminanti delle tre luci rossa, gialla e verde di tinta media impiegate nel segnalamento ferroviario.

**Tabella B.2 – DRSE relative all'illuminante A e alle tre luci gialla, rossa e verde del segnalamento ferroviario**

Lunghezza d'onda [ nm ]	$S_A$	$S_R$	$S_G$	$S_V$
380	9,80	0,00	0,00	2,45
390	12,09	0,00	0,00	4 05
400	14,71	0,00	0,00	5,96
410	17,68	0,00	0,00	8,31
420	20,99	0,00	0,00	11,12
430	24,67	0,00	0,30	14,26
440	28,70	0,00	0,34	17,59
450	33,09	0,00	0,40	21,28
460	37,81	0,00	0,45	25,26
470	42,87	0,00	0,47	29,32
480	48,24	0,00	0,48	33,48
490	53,91	0,00	0,48	37,20
500	59,86	0,00	0,57	40,23
510	66,06	0,00	0,69	42,41
520	72,50	0,00	0,94	43,50
530	79,13	0,00	1,62	43,21
540	85,95	0,00	3,95	41,60
550	92,91	0,00	32,89	38,84
560	100,00	0,00	74,10	34,60
570	107,18	0,00	92,87	29,47
580	114,44	0,00	102,42	24,03
590	121,73	0,00	110,35	19,35
600	129,04	0,26	117,75	14,45
610	136,35	3,48	125,10	10,36
620	143,62	28,58	131,91	6,46
630	150,84	77,15	138,77	3,92
640	157,98	121,88	145,34	2,21
650	165,03	143,41	151,83	1,32
660	171,96	155,02	158,20	1,03
670	178,77	162,41	164,47	0,71
680	185,43	169,20	170,60	0,37
690	191,93	175,14	176,58	0,00
700	198,26	180,91	182,40	0,00
710	204,41	186,52	188,06	0,00
720	210,30	191,95	193,53	0,00
730	216,12	197,21	198,83	0,00
740	221,67	202,27	203,94	0,00
750	227,00	207,14	208,84	0,00
760	232,12	211,81	213,55	0,00
770	237,01	216,39	218,05	0,00
780	241,68	220,65	222,35	0,00

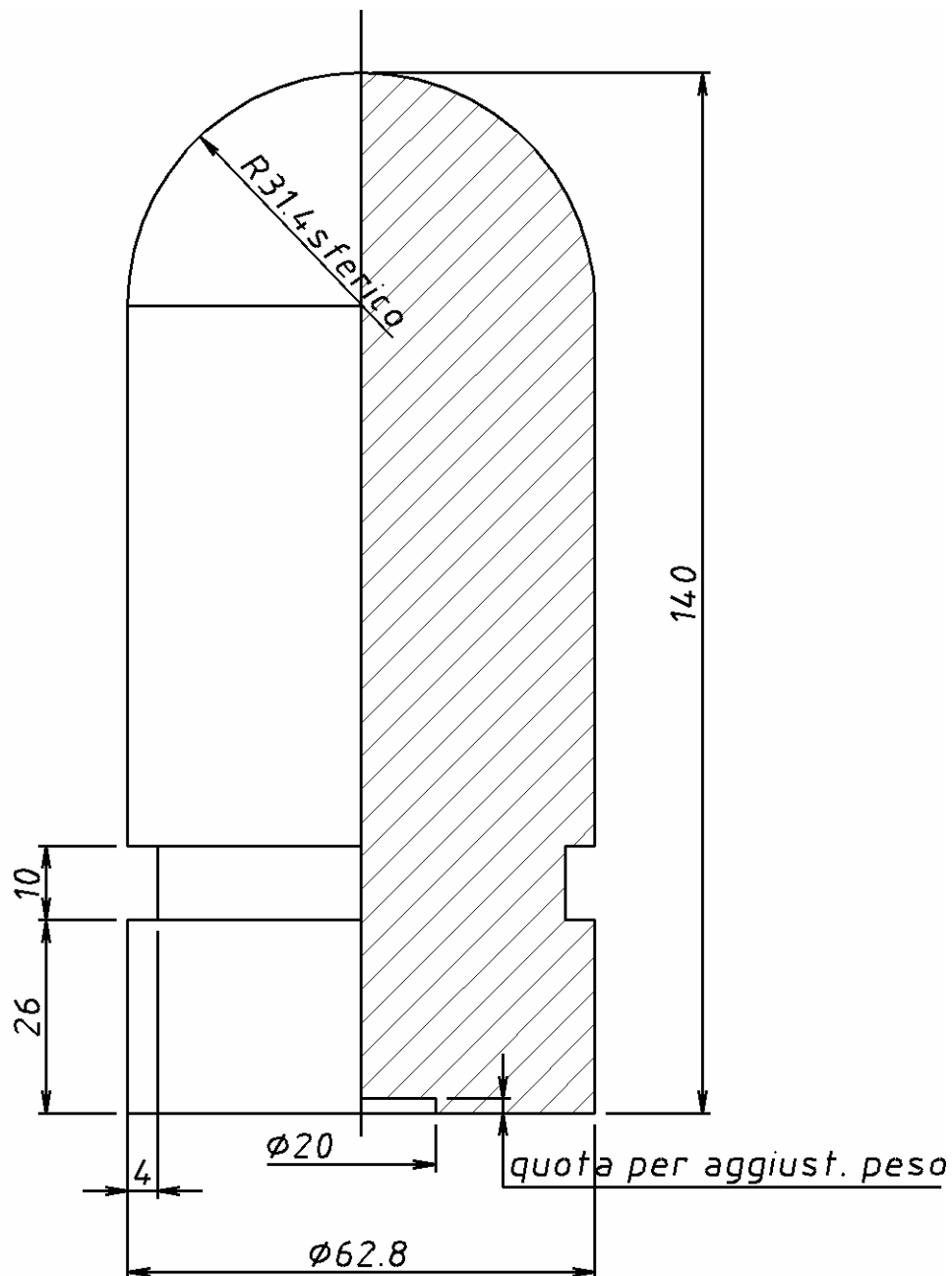
<p><b>TRENITALIA</b></p> <p>Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche</p>	<p>Specifica tecnica</p> <p><b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b></p>
--	--

**ALLEGATO C      TELAIO PER PROVE DI RESISTENZA ALL'URTO**



**Figura C.1 – Schema del telaio per prove di resistenza all'urto**

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica
	<b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>

**ALLEGATO D**
**PROIETTILE PER PROVE DI TIPO DELLO STRATIFICATO**


Materiale: lega leggera Al 2014 Uni 9002/3

Figura D.1 – Geometria del proiettile per prove di tipo per la qualificazione dello stratificato

<b>TRENITALIA</b> Unità Tecnologie Materiale Rotabile Direzione Ricerca Ingegneria e Costruzioni Tecnica e Ricerca – Tecnologie Specialistiche	Specifica tecnica <b>Vetri di sicurezza frontali per cabine di guida dei rotabili ferroviari</b>
---	---

ALLEGATO E

PROIETTILE PREVISTO DALLA NORMA UIC 651

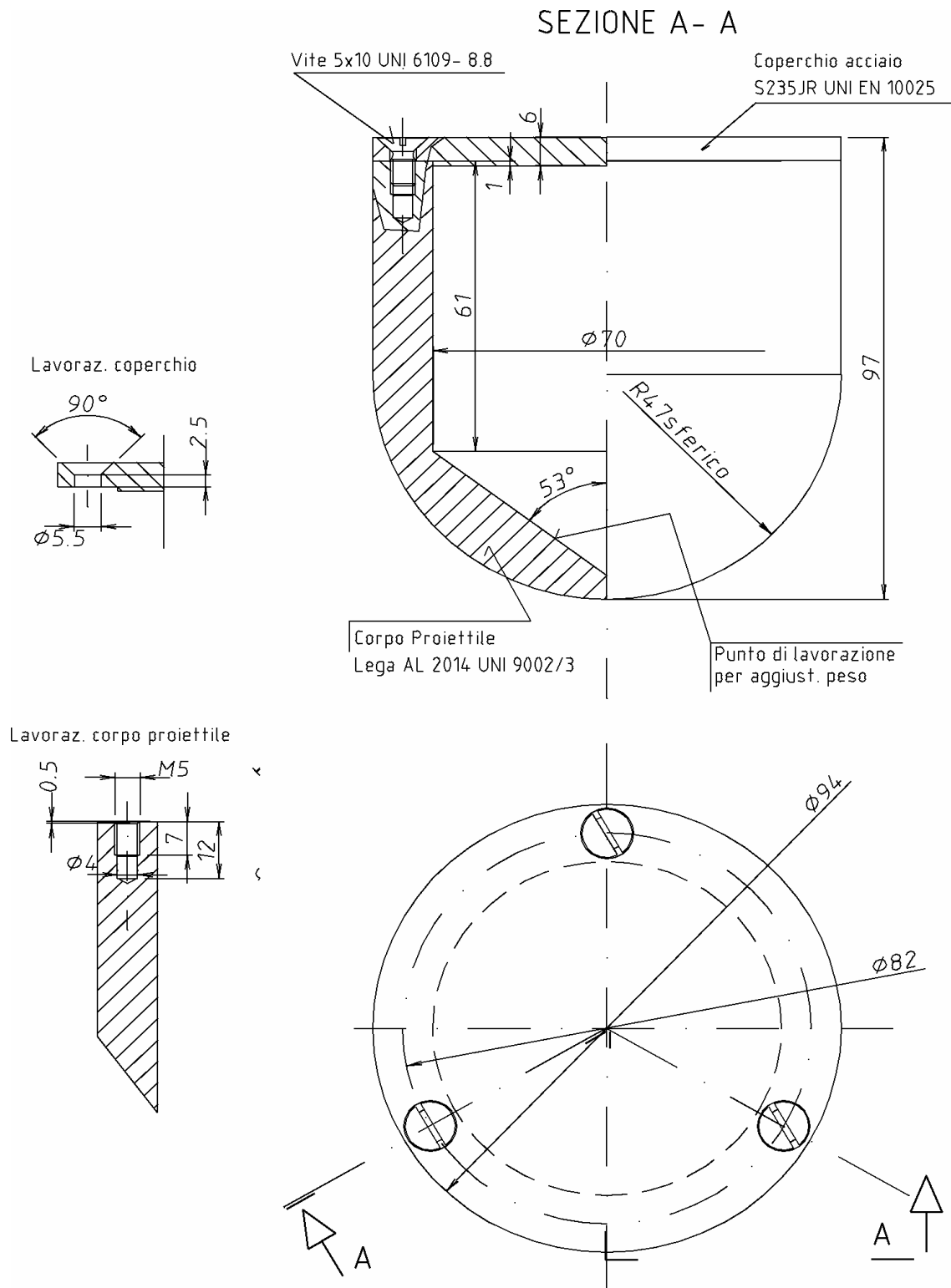


Figura E.1 – Geometria del proiettile previsto dalla norma UIC 651