



DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



IMPIANTI TECNOLOGICI  
ILLUMINAZIONE ED IMPIANTI IN GALLERIA  
IMPIANTI IN GALLERIA  
GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 1 7 5 I S 2 1 0 G A 0 3 K R H 1 0 6 B

Scala:  
---

F						
E						
D						
C						
B	Novembre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	R. TARSÌ	G. MONORCHIO	M. LITI	P. PAGLINI
A	Aprile 2011	EMISSIONE	R. TARSÌ	G. MONORCHIO	M. LITI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 1 di 14</p>

## INDICE

<b>1. OGGETTO DELLA RELAZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>2</b>
<b>3. PRINCIPI DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>4. IMPIANTI IN GALLERIA.....</b>	<b>3</b>
4.1. Illuminazione.....	3
4.1.1. Obiettivi.....	3
4.1.2. Requisiti dell'impianto .....	4
4.1.3. Dati di base per il dimensionamento dell'impianto .....	5
4.1.4. Requisiti costruttivi .....	5
4.1.5. Sistemi complementari dell'impianto d'illuminazione .....	5
4.2. Segnaletica luminosa.....	6
4.3. Impianti per chiudere la galleria.....	6
4.3.1. Obiettivi.....	6
4.3.2. Impianto indicatore agibilità pista in galleria.....	6
4.3.3. Impianto di pannelli a messaggio variabile.....	6
4.4. Impianto fonico e di richiesta soccorso (SOS).....	7
4.5. Sistema di telecontrollo .....	8
4.5.1. Introduzione .....	8
4.5.2. Caratteristiche generali del sistema di gestione della galleria.....	8
4.5.3. Architettura del sistema.....	9
4.5.4. Composizione dell'impianto .....	11
4.6. Alimentazione elettrica e circuiti elettrici .....	11
4.6.1. Obiettivi.....	11
4.6.2. Requisiti degli impianti .....	11
4.6.3. Dati di base per il dimensionamento degli impianti.....	12
4.7. Opere complementari .....	14

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 2 di 14</p>

## 1. Oggetto della relazione

La presente relazione tecnica descrive il progetto esecutivo degli impianti elettromeccanici a servizio della galleria San Cataldo, nell'ambito dell'adeguamento alla categoria B della S.S. n. 640 di Porto Empedocle, tronco tra il km 44+400 fino allo svincolo con la A19.

La galleria sarà di tipo artificiale, costituita da due fornici monodirezionali a due corsie di marcia di lunghezza pari a circa 190 m.

Gli impianti previsti a corredo del tunnel sono:

- impianto di illuminazione normale e di sicurezza;
- impianto di segnaletica luminosa;
- impianti per chiudere la galleria (pannelli a messaggio variabile e semafori);
- impianto fonico e di richiesta di soccorso (SOS);
- sistema di telecontrollo;
- impianti elettrici di alimentazione da rete per il funzionamento normale, mediante gruppi elettrogeni per il funzionamento in emergenza e gruppi statici di continuità per l'alimentazione di sicurezza.

## 2. Riferimenti normativi

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della Legge 1/3/1968, n. 186. Le loro caratteristiche e quelle dei singoli componenti corrisponderanno alle norme vigenti, restando inteso che, al momento della presa in consegna degli impianti da parte della Committente, gli stessi impianti dovranno soddisfare tutte le eventuali nuove norme e prescrizioni (o loro aggiornamenti) che nel frattempo saranno state emanate; in particolare, saranno conformi:

- alle prescrizioni applicabili contenute nelle disposizioni legislative;
- alle prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali;
- alle prescrizioni delle Norme UNI, CEI ed UNEL;
- alle prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali;
- alle raccomandazioni AIPCR e CIE;
- alle prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL e TELECOM.

Sono di particolare rilevanza per gli impianti oggetto del presente progetto le seguenti norme di riferimento:

- Direttiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea e sua successiva rettifica;
- Decreto Legislativo n° 264 del 5 ottobre 2006 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea";
- D.M. del 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali";
- la Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche";
- la Norma UNI 11095 "Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie";
- linee guida ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, seconda edizione 2009.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 3 di 14</p>

### 3. Principi di progettazione

I criteri di base che informeranno la progettazione degli impianti saranno i seguenti:

- \* sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti;
- \* semplicità ed economia di manutenzione;
- \* scelta di apparecchiature improntata a criteri di elevata qualità, semplicità e robustezza, per sostenere le condizioni di lavoro più gravose;
- \* risparmio energetico;
- \* affidabilità degli impianti e massima continuità di servizio.
- \* cura dei vincoli architettonici e di restauro conservativo, in modo da non interferire negativamente con il contesto ambientale.

Inoltre, in ossequio alle disposizioni del D.Lgs. 81/08, che all'art. 22 obbliga i progettisti degli impianti al rispetto dei principi generali di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche ed alla scelta di macchine nonché dispositivi di protezione rispondenti ai requisiti essenziali di sicurezza previsti nelle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, si terrà conto delle misure generali di tutela indicate all'art. 15, con particolare riferimento alle seguenti:

- eliminazione dei rischi in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico e, ove ciò non sia possibile, loro riduzione al minimo;
- sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso.

### 4. Impianti in galleria

#### 4.1. Illuminazione

##### 4.1.1. Obiettivi

Il ruolo dell'illuminazione delle gallerie consiste nel ridurre o eliminare la differenza di qualità della visione di un conducente, causata dal livello di adattamento necessario per scorgere i dettagli della strada all'esterno ed all'interno del tunnel; l'illuminazione della galleria è più critica durante le ore diurne, perché il sistema di visione umano non può essere conscio dei dettagli spaziali in presenza di così differenti livelli d'illuminazione, come la brillantezza all'esterno e l'oscurità all'interno del tunnel.

Benché il sistema di visione può adeguarsi ad ampie diminuzioni dell'illuminazione dell'ambiente, come quelle che si incontrano quando si passa dall'illuminazione diurna all'oscurità della galleria, il processo necessita di un tempo dipendente dall'ampiezza della diminuzione; maggiore è la differenza tra i livelli di illuminazione, più lungo è il periodo di adattamento.

Ciò significa che, ad ogni data velocità, la maggiore differenza di illuminazione tra l'interno e l'esterno del tunnel comporta una maggiore estensione della distanza, lungo la quale, la capacità di visione del guidatore è ridotta.

Per valutare tale problematica, sono state identificate 5 zone di illuminazione:

- 1) zona di accesso;
- 2) zona di soglia;
- 3) zona di transizione e adattamento;
- 4) interno della galleria;

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 4 di 14</p>

5) zona di uscita.

La zona di accesso è la porzione di strada immediatamente prima dell'imbocco della galleria, di lunghezza pari alla distanza di arresto, lungo la quale il conducente deve essere in grado di riconoscere la presenza di un ostacolo all'interno della galleria.

La zona di soglia è la prima porzione di strada all'interno della galleria; la sua estensione è pari alla distanza di frenatura. L'illuminazione deve garantire in questo tratto un valore di luminanza media tale da consentire al conducente in avvicinamento di individuare eventuali ostacoli dalla distanza di arresto; la prima metà della zona avrà luminanza media costante, mentre la seconda metà prevederà luminanza media trasversale decrescente.

La zona di transizione e adattamento è la porzione di strada che segue la soglia; in questo tratto, il livello di illuminamento al termine della zona di soglia viene gradualmente ridotto fino al livello dell'interno.

L'interno della galleria segue la zona di transizione; l'illuminazione è mantenuta ad un livello permanente lungo tutta la sua estensione.

La zona di uscita è la porzione di galleria nella quale la visione del conducente, che si avvicina all'uscita, è influenzata dalla brillantezza esterna.

#### **4.1.2. Requisiti dell'impianto**

L'impianto di illuminazione di rinforzo sarà del tipo a controflusso, caratterizzato da un rapporto tra luminanza della superficie della strada e l'illuminazione verticale superiore a 0,6; l'illuminazione permanente sarà del tipo simmetrico.

I valori di illuminazione della zona di soglia e di quella di transizione sono determinati in base alle prescrizioni contenute nella Norma UNI 11095 nell'apposita relazione di calcolo; la diminuzione progressiva di luminanza sarà attuata a gradini, ma nessun punto della curva a gradini può avere luminanza minore dei valori limite individuati. Inoltre, il valore della luminanza di ciascun gradino non può essere minore della metà della luminanza del gradino precedente.

La metà dell'illuminazione permanente sarà collegata a circuiti di alimentazione in continuità assoluta, che prevedono l'utilizzo di cavi resistenti all'incendio, in modo che possa fungere anche da illuminazione di sicurezza della galleria.

L'illuminazione di rinforzo della galleria sarà adeguata automaticamente a quella naturale mediante regolazione del flusso luminoso emesso; le variazioni discontinue della luminanza non presenteranno variazioni con rapporti maggiori di 2.

L'adattamento della visuale ad aumenti dell'illuminazione è rapida e, quindi, non è richiesto un incremento dell'illuminazione all'uscita della galleria.

La luminanza media delle pareti della galleria, fino ad un'altezza di 2 m, non sarà essere inferiore alla media della luminanza della superficie stradale.

L'uniformità dell'illuminazione sarà assicurata sulla superficie stradale e sulle pareti, fino a 2 m di altezza; la parte inferiore delle pareti funge da sfondo per il traffico, così come la strada, per cui entrambe devono essere considerate allo stesso modo. Il valore ammesso sarà contenuto entro un rapporto tra luminanza minima e media di 0,4 per quella generale e di 0,6 per quella longitudinale.

Si porrà attenzione ad evitare il fenomeno dello sfarfallio luminoso causato dal periodico cambio di luminanza prodotto da corpi illuminanti impropriamente spazati; in generale, tale fenomeno è trascurabile a frequenze inferiori a 4 Hz e oltre 11 Hz.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 5 di 14</p>

### 4.1.3. Dati di base per il dimensionamento dell'impianto

Per il dimensionamento dell'impianto, oltre alle caratteristiche geometriche della galleria, saranno applicate le prescrizioni contenute nella Norma UNI 11095; inoltre, si terrà conto delle raccomandazioni ANAS per i colori delle pareti e cioè colore bianco RAL 9010 e colore arancio RAL 2002 come illustrato dalla Figura 1 dell'Allegato 1 delle linee guida ANAS.

I risultati del calcolo dell'illuminazione sono riportati nell'apposita relazione, tenendo conto della velocità di progetto e, quindi, della distanza di frenatura conseguente; al loro interno si potranno trovare, inoltre, i valori dell'illuminazione di rinforzo nelle varie zone, oltre all'estensione delle zone stesse.

Nella zona interna della galleria si avrà un illuminamento permanente che si estenderà dal termine della zona di adattamento a fine galleria.

L'illuminazione interna nelle ore notturne ed in caso di mancanza dell'alimentazione principale sarà assicurata ad un livello non inferiore a  $1 \text{ cd/m}^2$ .

### 4.1.4. Requisiti costruttivi

L'illuminazione della galleria farà uso di adeguati corpi illuminanti in acciaio inossidabile, con grado di protezione IP65, che montano lampade al sodio ad alta pressione per l'illuminazione di rinforzo e lampade con 6 moduli da 6 LED per l'illuminazione permanente; gli apparecchi saranno installati sotto le passerelle elettriche che portano i cavi di alimentazione. Ogni apparecchio sarà collegato alla dorsale mediante una connessione realizzata con presa CEE 2P+T 16A nella scatola e spina sul corpo illuminante; la presa deve avere un grado di protezione non inferiore a IP65.

Gli apparecchi di rinforzo avranno ottica a controflusso con lampade di potenza da 400, 250 e 150 W; quelli permanenti avranno ottica simmetrica con lampade da 36 LED da 1 W. Tutti gli apparecchi saranno in classe di isolamento II.

L'alimentazione degli apparecchi dell'illuminazione di rinforzo avverrà tramite variatori di tensione, che provvedono a stabilizzare la tensione di alimentazione ed a regolarla, nel campo  $190 \div 250 \text{ V}$ , per adeguare il flusso luminoso alle varie condizioni di visibilità. I circuiti saranno derivati da quadri installati in cabina.

La regolazione degli apparecchi di illuminazione permanente avverrà tramite moduli ricetrasmittenti ad onde convogliate, installati all'interno di ciascun corpo illuminante, collegati ad modulo principali installato in cabina elettrica.

Il sistema di regolazione provvederà ad adeguare l'illuminamento reso dall'impianto in base all'ora ed a scenografie associate; inoltre, provvederà ad effettuare l'accensione e lo spegnimento delle lampade mediante rampe di salita e di discesa della corrente di pilotaggio renda il più dolce possibile lo stress associato a tali operazioni, in modo da massimizzare la vita utile di tali sorgenti.

Tutti i circuiti che attraversano la galleria faranno uso di cavi conformi alle norme CEI non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi o gas tossici.

### 4.1.5. Sistemi complementari dell'impianto d'illuminazione

Per il controllo automatico del livello di luminanza in galleria, si installerà un sistema fotoelettrico misuratore di luminanza.

Tale dispositivo consentirà di adattare il livello dell'illuminazione artificiale a quello della luce diurna, mutevole con le ore del giorno, con le condizioni meteorologiche e con le stagioni, al fine

	<p align="center">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</p>	<p align="center">Rev. B</p>
	<p align="center"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p align="center">Pag. 6 di 14</p>

di garantire ai conducenti sempre un rapporto ottimale tra l'illuminazione esterna e quella interna alla galleria.

Il funzionamento generale dell'impianto è attuato con il criterio di rilevare le luminanze esterne ed interne, di comparare tali valori e di riferirli ad un determinato rapporto percentuale mediante un elaboratore, di procedere alla parzializzazione del flusso luminoso.

## **4.2. Segnaletica luminosa**

Per completare l'informazione agli utenti delle gallerie in caso di emergenza, si predisporrà una conveniente segnaletica luminosa.

Tutti i cartelli segnaletici in galleria saranno illuminati dall'interno, a causa della limitata riproduzione dei colori, dovuta al tipo di sorgenti luminose impiegate per l'impianto di illuminazione.

Ogni 75 m, alternativamente sui due piedritti della galleria, saranno posti i segnali luminosi che indicano le vie di fuga e la relativa distanza; in particolare, si utilizzeranno segnali su sfondo verde che indicheranno la distanza dalle uscite all'aperto (gli imbocchi).

In corrispondenza della mezzeria di ciascun fornice, sarà installato un cartello retroilluminato per la segnalazione di incidente in galleria.

Anche le postazioni SOS saranno evidenziate mediante appositi cartelli luminosi.

I segnali luminosi dovranno rimanere sempre accesi, per cui saranno alimentati da una linea in cavo di tipo G10 resistente al fuoco, collegata al gruppo statico di continuità.

## **4.3. Impianti per chiudere la galleria**

### **4.3.1. Obiettivi**

L'arresto della circolazione in galleria viene principalmente espletata dai semafori e dai pannelli a messaggio variabile.

Il controllo di questo impianto è affidato al sistema di telecontrollo, ma sarà comunque possibile il loro azionamento manuale.

### **4.3.2. Impianto indicatore agibilità pista in galleria**

Sui portali di imbocco saranno installati dei cartelli a messaggio variabile segnalatori di disponibilità di corsia, costituiti da pannelli grafici, appesi ad una struttura metallica, realizzata con carpenteria metallica zincata a caldo, in corrispondenza della mezzeria di ciascuna corsia.

I pannelli saranno in grado di presentare all'utenza:

- una freccia verde verticale con la punta diretta verso il basso, quando la corsia è agibile;
- una freccia gialla con la punta diretta verso destra o sinistra, quale preavviso di chiusura corsia ed indicazione del lato verso cui occorrerà spostarsi;
- una croce rossa a forma di X, quando la corsia è chiusa.

La finalità di tali cartelli è correlata alla capacità di indicare tempestivamente, anche mediante procedure automatiche, condizioni critiche in galleria, come veicoli fermi in carreggiata, o anche situazioni di congestione, che potrebbero consigliare l'arresto del flusso veicolare in galleria.

### **4.3.3. Impianto di pannelli a messaggio variabile**

Ad una distanza di circa 150 m dall'ingresso in galleria, da entrambi le direttrici del traffico, saranno installate delle postazioni informative costituite da:

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 7 di 14</p>

- cartello a messaggio variabile a pittogramma con tecnologia LED di tipo full color in grado di rappresentare i segnali stradali e l'indicazione di illuminazione galleria spenta;
- semaforo a tre luci;
- portale a bandiera su opportuna fondazione;
- unità elettronica di controllo;
- periferica per comunicazione via Ethernet;
- punto di alimentazione completo di quadro elettrico di protezione e comando;
- manufatto prefabbricato per alloggiamento apparecchiature elettriche ed elettroniche, completo di fondazione, accessori antinfortunistici, impianti interni di illuminazione eF.M., impianto di terra, torrino di estrazione aria ed impianto di condizionamento.

In particolare, la postazione sita prima del viadotto "Fosso Mumia", sulla carreggiata in direzione A 19, è comune con il sistema di segnalazione vento forte.

#### **4.4. Impianto fonico e di richiesta soccorso (SOS)**

In corrispondenza della mezzeria di ciascun fornice, sarà installato un armadio stagno di segnalazione soccorso in acciaio inox AISI 316 equipaggiato con:

- un estintore a polvere da 6 kg;
- una plafoniera con tubo fluorescente da 18 W;
- n. 2 pulsanti di richiesta di soccorso - incidente;
- n. 1 modulo contatti ausiliari per collegamento remoto;
- n. 1 stazione di dialogo in fonia con tecnologia IP;
- finecorsa per controllo apertura porte e prelievo estintore;
- sistema di allarme ottico-acustico;
- punto di alimentazione

Alla pressione dei pulsanti di richiesta soccorso, viene comandata l'accensione dei cartelli retroilluminati di "*segnalazione pericolo*", ubicati in corrispondenza degli imbocchi, con la seguente sequenza di attività correlate:

1. pressione pulsante richiesta soccorso per avaria o incidente in galleria di veicoli senza presenza di merci pericolose: accensione dei quadranti di pericolo e di incidente generico;
2. pressione pulsante richiesta soccorso per avaria o incidente in galleria di veicoli con presenza di merci pericolose: accensione di tutti e tre i quadranti ed attivazione dei semafori agli imbocchi.

La segnalazione di un veicolo fermo sulla carreggiata o in corsia di emergenza all'interno della galleria, fatta attraverso il sistema di telefonia SOS o attraverso l'uso di estintori in dotazioni alle cassette SOS, attiverà le lanterne gialle lampeggianti del semaforo ubicato all'imbocco del fornice e del semaforo installato sul pannello a messaggio variabile ubicato circa 150 m prima dell'imbocco, e dovrà comparire il relativo segnale su detto cartello di "VEICOLO FERMO IN GALLERIA".

L'attivazione dei pulsanti protetti è intesa, invece, quale strumento di estrema gravità il loro azionamento interdirà l'accesso alla galleria mediante le lanterne rosse del semaforo installato sul pannello a messaggio variabile ubicato circa 150 m prima dell'imbocco, in associazione con il



	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 8 di 14</p>

pittogramma di “INCIDENTE” e la conseguente segnalazione di interdizione di entrambe le piste del fornice interessato dall’evento attraverso i pannelli indicatori di agibilità piste. In questo modo, si intende prevenire il pericolo di innesco di incidenti a catena all’interno della galleria a causa di veicoli fermi all’interno.

Il ripristino delle condizioni ordinarie di funzionalità sarà comandato da un pulsante di reset installato all’uscita di ogni fornice in direzione opposta al senso di marcia.

Da ogni postazione SOS di galleria, sarà possibile una comunicazione fonica con il centro di presidio, attraverso un unico sistema di comunicazione con tecnologia IP in grado di consentire, oltre alle attività di emergenza, anche le normali attività di manutenzione ordinaria e straordinaria.

## **4.5. Sistema di telecontrollo**

### **4.5.1. Introduzione**

Tutti gli impianti presenti in galleria sono eserciti tramite un sistema di controllo centralizzato, in grado di gestire il funzionamento della galleria in modo automatico, con la sorveglianza di personale specializzato in un’apposita sala di controllo.

L’impianto di telecontrollo si assumerà il compito di controllare e di gestire tutti gli impianti tecnologici della galleria.

Il controllo e la gestione degli impianti tecnologici constano di diverse attività tra loro strettamente interconnesse; esse sono così riassumibili:

- acquisizione dei dati ambientali ed elettrici, quali presenza di incendio, stato impianti di illuminazione, stato degli impianti elettrici, dei dispositivi di segnaletica, di SOS, ecc.;
- trasmissione delle informazioni dai dispositivi locali ai dispositivi del sistema di controllo;
- elaborazione dei dati sopramenzionati da parte del sistema di controllo in base ai parametri di funzionamento ed agli algoritmi preimpostati dai posti di controllo supervisione;
- attuazione delle azioni previste e comando dei dispositivi delle apparecchiature degli impianti; in particolare, deve attuare la gestione, dell’illuminazione, del controllo di traffico e della segnaletica.

La gestione dell’intera galleria sarà effettuata da un unico Centro di Controllo, presidiato 24 h su 24; sarà comunque disponibile presso la cabina elettrica una postazione di comando locale.

Da tale postazione, non presidiata, sarà possibile verificare lo stato dei sottosistemi presenti in galleria, aggiornare e riconfigurare i software di gestione ed attivare le procedure per il controllo e comando in locale degli impianti a servizio della galleria.

Fermo restando l’elevato livello di autonomia operativa degli impianti installati, tutte le procedure di allarme che comportano l’interdizione del traffico in galleria, devono essere confermate dagli operatori presenti nel Centro di Controllo.

### **4.5.2. Caratteristiche generali del sistema di gestione della galleria**

Il sistema di gestione della galleria deve permettere, localmente e in remoto, il comando e controllo degli impianti della galleria e l’autodiagnosi degli stessi.

Il sistema di controllo sarà strutturato in modo da mantenere le funzioni vitali delle unità elementari degli impianti, cosicché un’interruzione del sistema stesso non pregiudichi in alcun modo l’intervento di base dei sistemi di sicurezza.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 9 di 14</p>

Le informazioni raccolte dai sensori saranno processate da sistemi che, in accordo ad algoritmi, allertano il personale di controllo e disporranno una procedura di reazione alla variazione delle condizioni di esercizio, sia per le condizioni di normale esercizio, sia in caso di eventi incidentali.

Il sistema di controllo e gestione di una galleria dovrà:

- attuare procedure di risparmio energetico in condizioni di esercizio;
- mantenere la struttura in efficienza al fine di gestire al meglio l'esercizio;
- comunicare segnalazioni agli utenti;
- assistere l'operatore del centro di controllo a mobilitare le unità di emergenza per risolvere gli eventi incidentali all'interno della galleria;
- assistere l'operatore del centro di controllo a dare inizio alle operazioni appropriate di emergenza, quando necessario;
- monitorare di continuo l'equipaggiamento di sicurezza della struttura, in modo da conservarlo sempre operativo;
- gestire la manutenzione degli impianti di sicurezza;
- indicare con precisione e tempestività la zona dell'incidente e del potenziale conseguente incendio;
- assistere l'operatore del centro di controllo ad attivare, quando necessario, il piano di soccorso e/o di evacuazione;
- archiviare all'interno di una base dati i valori misurati dai sensori, gli allarmi avvenuti, le azioni intraprese.

Il sistema di controllo e gestione della galleria, inoltre, deve essere in grado di:

- gestire le variazioni di esercizio e le segnalazioni a messaggio variabile;
- gestire l'impianto di illuminazione in condizioni di esercizio e di emergenza;
- gestire l'impianto di alimentazione elettrica in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza;
- gestire le procedure di manutenzione ordinaria e straordinaria dei sistemi tecnologici a servizio del tunnel;
- gestire gli allarmi derivanti da malfunzionamento dei vari sistemi;
- fornire un'interfaccia di comunicazione locale e remota con gli addetti alla sicurezza;

Il sistema di gestione della galleria prevederà la ridondanza dell'hardware di gestione, di cui almeno una parte sarà in grado di realizzare procedure minime di emergenza.

### **4.5.3. Architettura del sistema**

#### **4.5.3.1. Generalità**

Il sistema di controllo e gestione della galleria previsto è composto da:

- nodo per la connessione alla rete principale di tratta;
- logiche programmabili (PLC), installate nella cabina elettrica;
- moduli I/O, per il controllo della galleria e della cabina elettrica;
- stazione di supervisione locale nella cabina elettrica;
- rete locale.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 10 di 14</p>

Tale sistema ha lo scopo di controllare gli impianti a servizio della galleria; in particolare, controllerà:

- l'acquisizione dei segnali di stato, misura ed allarme della distribuzione elettrica, dei servizi nelle cabine, dei servizi e dell'illuminazione della galleria;
- le variazioni di esercizio e le segnalazioni a messaggio variabile.

#### **4.5.3.2. Nodo per la connessione alla rete principale di tratta**

Il nodo è costituito da due switch di rete connessi tra loro e alla rete principale di tratta tramite fibre ottiche monomodali. Per il nodo è previsto l'impiego di un pannello ottico per l'attestazione delle fibre ottiche principali e della rete secondaria. Le apparecchiature saranno poste all'interno di un apposito armadio rack.

#### **4.5.3.3. Apparati di controllo**

All'interno dei quadri elettrici nei locali tecnologici, saranno installati i PLC, che avranno il compito di raccogliere i dati dei sensori installati in prossimità del relativo armadio.

I PLC controllano i sistemi di gestione della galleria quali illuminazione e servizi (stato interruttori di protezione e sezionamento ubicati negli armadi SOS, fine corsa, ecc.).

Tutti i sistemi di controllo presenti in galleria ed in cabina, provenienti dai quadri di potenza, dai quadri di controllo del gruppo statico di continuità, dal gruppo elettrogeno, saranno connessi in Ethernet al relativo switch.

#### **4.5.3.4. Sistemi di supervisione**

Per la supervisione e controllo locale degli impianti, la cabina elettrica sarà dotata di un sistema di supervisione.

Da questa postazione sarà possibile il controllo locale della galleria ed interventi di set-up, diagnostica, rilievo dati e soprattutto il controllo manuale e di manutenzione.

Dalla postazione di supervisione locale sarà possibile visualizzare e controllare:

- lo stato attuale dell'impianto in tempo reale, tramite le pagine video;
- gli allarmi attuali e storici;
- le misure delle varie grandezze e delle variabili di processo;
- i trend delle variabili di processo;
- il set-up delle varie funzioni.

#### **4.5.3.5. Rete locale**

Dal punto di vista impiantistico, la progettazione integrata dei sistemi comprende anche l'ottimizzazione delle reti; pur mantenendo separati servizi voce, immagini e dati, è possibile utilizzare la medesima struttura di dorsale per tutti i servizi TCP/IP, con ottimizzazione e razionalizzazione dei percorsi cavi e dei cavi stessi in fibra ottica.

I principi base del progetto sono pertanto raggruppabili nelle due scelte fondamentali:

- standardizzazione delle interfacce Modbus TCP/IP;
- utilizzo della dorsale di rete per i tutti i servizi TCP/IP.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 11 di 14</p>

#### **4.5.4. Composizione dell'impianto**

L'impianto di telecontrollo associato alla galleria San Cataldo prevederà una rete locale costituita da un anello in cavo contenente 6 fibre ottiche multimodali.

Questo anello avrà origine nel nodo per la connessione alla rete principale di tratta e collegherà tutti gli switch presenti nei pannelli a messaggio variabile, nelle postazioni SOS, presso i cartelli di indicatori agibilità di pista.

Alla rete locale di galleria, così costituita, faranno dunque capo i sistemi SOS, i pannelli a messaggio variabile e le periferiche di acquisizione dati previste in cabina.

### **4.6. Alimentazione elettrica e circuiti elettrici**

#### **4.6.1. Obiettivi**

L'impianto elettrico dovrà alimentare le utenze della galleria con l'assegnato grado di affidabilità e continuità di servizio, nel rispetto dei criteri di sicurezza.

Per assicurare la necessaria continuità di servizio alla galleria, l'energia elettrica dovrà essere erogata all'impianto tramite tre possibili sorgenti:

- a) quella fornita dall'ENEL in bassa tensione per una potenza presunta di 120 kW;
- b) quella fornita da un gruppo elettrogeno a motore diesel, della potenza nominale di 160 kVA, con serbatoio di accumulo di capacità pari a 6000 litri di gasolio;
- c) quella fornita da un gruppo statico di continuità da 20 kVA, con autonomia di 120 minuti.

Le apparecchiature necessarie saranno installate in un apposito fabbricato che sarà realizzato nei pressi dell'imbocco in galleria.

#### **4.6.2. Requisiti degli impianti**

##### **4.6.2.1. Sorgenti di alimentazione**

Come già affermato, l'alimentazione elettrica degli impianti a servizio della galleria è affidata ad una combinazione di tre sorgenti distinte.

L'alimentazione principale verrà fornita dalla società erogatrice selezionata dalla Committente, mediante la sua rete in bassa tensione 230/400 V – 50 Hz.

Per assicurare l'alimentazione del sistema anche in caso di mancanza della sorgente primaria, interverrà automaticamente il gruppo elettrogeno che, entro 15 s, provvederà a rialimentare tutte le utenze collegate.

Alcune utenze necessitano di essere alimentate senza soluzione di continuità; questo obiettivo verrà raggiunto mediante l'installazione di un gruppo statico di continuità da 20 kVA, con autonomia di 120 minuti.

La rete così alimentata, denominata di sicurezza, vedrà ad essa collegati i seguenti carichi:

- metà dell'illuminazione permanente in galleria;
- l'illuminazione di sicurezza;
- impianti di comunicazione, guida traffico, sicurezza e controllo a servizio della galleria;
- la segnaletica luminosa.

##### **4.6.2.2. Composizione della cabina elettrica**

La cabina elettrica prevederà l'installazione delle seguenti dotazioni:

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 12 di 14</p>

- \* il collegamento in bassa tensione alla rete della società erogatrice;
- \* il quadro di protezione generale, con interruttore automatico magnetotermico quadri polare, in cassetta stagna;
- \* il collegamento a valle della protezione generale;
- \* il quadro di bassa tensione “QBT3”, che comanda e protegge tutte le utenze del sistema;
- \* un gruppo statico di continuità da 20 kVA, completo di armadio batterie, di tipo ermetico senza manutenzione, che assicuri un'autonomia di 120 minuti;
- \* il gruppo elettrogeno da 160 kVA a servizio continuo con motore diesel e serbatoio di accumulo da 6000 litri;
- \* il quadro di rifasamento automatico;
- \* gli impianti luce e F.M. del fabbricato;
- \* l'impianto di condizionamento della cabina;
- \* l'impianto di messa a terra;
- \* impianto telefonico.

Tutte le apparecchiature della cabina saranno dotate delle opportune interfacce con l'impianto di telecontrollo, che sarà così in grado di ricevere le informazioni sullo stato di funzionamento della stessa, le misure delle principali grandezze elettriche, le segnalazioni di guasto od allarme e di effettuare i comandi necessari.

All'ingresso della cabina, in posizione facilmente raggiungibile ed adeguatamente segnalata, saranno installati tre pulsanti sotto vetro frangibile che consentano l'interruzione di ognuna delle reti elettriche (normale, privilegiata, continuità); il numero di pulsanti e la rete distaccata con il loro azionamento sarà verificato con i Vigili del Fuoco.

### **4.6.3. Dati di base per il dimensionamento degli impianti**

#### **4.6.3.1. Distribuzione elettrica**

La distribuzione in bassa tensione, a partire dal quadro generale di protezione e comando, sarà del tipo TT e farà uso di cavi elettrici multipolari aventi conduttori in rame; gli isolamento saranno dei seguenti tipi:

- a) in gomma G7 e rivestimento esterno in PVC, del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici, sigla di designazione U/R/FG7(O)R 0,6-1 kV, se i circuiti si sviluppano all'interno della cabina od all'esterno, ma senza interessare la galleria;
- b) in gomma G7 e rivestimento esterno in termoplastico speciale di qualità M1, del tipo non propagante l'incendio ed a bassissima emissione di fumi e gas tossici o nocivi, sigla di designazione U/R/FG7(O)M1 0,6-1 kV, se i circuiti percorrono la galleria;
- c) in gomma G10 e rivestimento esterno in termoplastico speciale di qualità M1, del tipo non propagante l'incendio ed a bassissima emissione di fumi e gas tossici o nocivi, sigla di designazione U/R/FTG10(O)M1 0,6-1 kV (CEI 20-26 / 20-22 / 20-35 / 20-37 / 20-38 / 20-45), resistenti al fuoco per tre ore a 750°C , se alimentano circuiti vitali, generalmente alimentati dalla rete di sicurezza;
- d) in PVC, del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici, sigla di designazione N07V-K, se i circuiti si sviluppano all'interno del locale tecnico per l'alimentazione delle utenze di luce e F.M.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 13 di 14</p>

e) in gomma G9, del tipo non propagante l'incendio ed a bassissima emissione di gas tossici o nocivi, sigla di designazione N07G9-K, per collegamenti equipotenziali all'interno della galleria.

Le vie cavi per le diverse reti saranno distinte, avendo cura, per quanto possibile, di prevedere percorsi separati nei tratti orizzontali ed opportunamente distanziati nei percorsi verticali, al fine di evitare che un eventuale guasto sui cavi di una rete possa ripercuotersi anche all'altra.

I cavi saranno posati senza giunzioni intermedie, salvo i cavi delle linee di lunghezza che ecceda le pezzature commerciali, e comunque solo dopo autorizzazione scritta della D.L.

Il dimensionamento dei cavi ed il loro coordinamento con gli interruttori che li proteggono sarà fatto in accordo con le Norme CEI 64-8; i singoli circuiti saranno selezionati in modo da garantire una caduta di tensione, sull'utenza più sfavorita, non superiore al 4%.

Unitamente ai cavi per la distribuzione primaria, sarà posato il conduttore di protezione (PE) che sarà dimensionato in ossequio alla tabella 54F della Norma CEI 64-8; in caso di più circuiti nella stessa via cavi, si potrà ricorrere ad un unico PE, avente sezione almeno pari alla metà della sezione del conduttore di fase del cavo elettrico di alimentazione di maggiore sezione.

Anche la rete di distribuzione secondaria, che si dirama dai vari quadri alle utenze finali, ricorrerà a cavi multipolari aventi conduttori in rame, isolamento come al precedente paragrafo; le derivazioni terminali di circuiti non vitali saranno posate entro tubazioni termoplastiche e potranno utilizzare conduttori unipolari di tipo N07V-K.

Qualora l'utenza sia classificata di tipo vitale, quale, ad esempio, l'illuminazione di sicurezza, la garanzia di continuità di funzionamento, anche in presenza di fuoco, dovrà essere assicurata pure in corrispondenza delle derivazioni dalle dorsali, utilizzando scatole di derivazione aventi caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a quelle dei cavi costituenti la linea dorsale.

I singoli circuiti della distribuzione secondaria saranno dimensionati per garantire una caduta di tensione, dai morsetti del trasformatore fino all'utenza più sfavorita, non superiore al 4%.

Le sezioni minime da adottare sono le seguenti:

- 2,5 mm<sup>2</sup> per dorsali circuiti luce;
- 4 mm<sup>2</sup> per dorsali prese monofase;
- 6 mm<sup>2</sup> per dorsali prese trifase.

Gli stacchi per l'alimentazione delle singole utenze avranno conduttori di sezione mai inferiore a:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per il collegamento a singoli corpi illuminanti ed organi di comando locale (interruttori, deviatori, ecc.);
- 2,5 mm<sup>2</sup> per il collegamento delle singole prese monofase;
- 4 mm<sup>2</sup> per il collegamento delle prese trifase.

#### **4.6.3.2. Quadri elettrici**

Le caratteristiche elettriche principali dei quadri saranno:

- tensione di esercizio 230/400 V
- tensione di isolamento ≥ 600 V
- tensione di prova per circuiti di potenza 3.000 V
- tensione di prova per circuiti ausiliari 1.500 V.

	<p style="text-align: center;"><b>CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO – CALTANISSETTA – A19 S.S. N. 640 DI PORTO EMPEDOCLE AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5/11/2001 DAL KM 44+400 ALLO SVINCOLO CON L'A19 PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	<p style="text-align: center;">Rev. B</p>
	<p style="text-align: center;"><b>GALLERIA S. CATALDO - RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p style="text-align: center;">Pag. 14 di 14</p>

Inoltre, avranno:

- pannelli distinti per tipo di rete (normale, sicurezza);
- carpenterie metalliche con porte munite di serrature di sicurezza;
- eventuale retro quadro comodamente ispezionabile e illuminato.

#### **4.6.3.3. Impianto di messa a terra**

Sarà realizzato l'impianto di messa a terra per assicurare la protezione di cose e persone da contatti accidentali.

#### **4.6.3.4. Sistemi complementari degli impianti elettrici**

L'illuminazione permetterà di svolgere il compito visivo richiesto nel locale con il comfort più elevato possibile; per il dimensionamento dell'impianto interno, si prenderà come riferimento i requisiti proposti dalla Norma UNI EN 12464.

Gli utilizzatori elettrici saranno serviti mediante prese elettriche che, a secondo del luogo di installazione, potranno essere di tipo civile o industriale.

### **4.7. Opere complementari**

Per la posa dei cavi di collegamento delle varie apparecchiature impiantistiche a servizio della galleria, saranno predisposte vie cavi interrati, costituite da cunicoli coperti con lamiera striata e da tubazioni interrate, con pozzetti di infilaggio o derivazione.

Le vie cavi in galleria saranno passerelle e tubazioni in acciaio inossidabile, complete di tutti gli accessori di fissaggio e di eventuali coperchi, laddove richiesto esplicitamente o per motivi di sicurezza.

Le passerelle che non interessano la galleria autostradale saranno in acciaio zincato; anch'esse saranno complete di tutti gli accessori di fissaggio e di eventuali coperchi, laddove richiesto esplicitamente o per motivi di sicurezza.

Le tubazioni saranno normalmente in materiale termoplastico, ad eccezione di loro installazione a vista in zone dove possano essere soggette ad urti; in quest'ultimo caso, le tubazioni saranno in acciaio zincato.