



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MIT  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



RegioneLombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



un progetto di  
FNM FERROVIENORD TRENORD

CODICE  
COMMESSA

B 3 5

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.  
207/10

b

PROGRESSIVO  
ELABORATO

0 1 2

CATEGORIA  
OPERA

I M

NUMERO  
OPERA

0 2

REVISIONE

R 0

SCALA

===

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE  
DI IDROGENO DI EDOLO  
Progetto Definitivo

Relazione tecnica specialistica  
Impianti elettrici, illuminazione e speciali  
(controllo accessi, TVCC)

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Lug. 2024	PRIMA EMISSIONE		

FERROVIENORD

APPALTATORE



Progettista



BTP INFRASTRUTTURE S.p.A.  
Via di Torre Rossa 66 - 00165 ROMA  
☎ (+39) 06 8710088    ✉ info@btpinfra.it  
Web: www.btpinfrastrutture.com

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
G.STAMMATI	D.PERSIA	N. SBARIGIA	09/07/2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2. NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3. STATO DI PROGETTO</b>	<b>9</b>
<b>4. CRITERI GENERALI DI PROGETTO</b>	<b>11</b>
4.1 SEZIONAMENTO E COMANDO	11
4.2 SCELTA DEI CAVI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE E ALL'AMBIENTE DI INSTALLAZIONE	11
4.3 SCELTA DELLA SEZIONE IN FUNZIONE DELLA PORTATA E DEL TIPO DI POSA	13
<b>5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI</b>	<b>14</b>
5.1 GENERALITÀ	14
5.2 PROTEZIONE TOTALE	14
5.3 PROTEZIONE PARZIALE	14
5.4 GRADI DI PROTEZIONE	14
<b>6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI TN</b>	<b>16</b>
<b>7. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI</b>	<b>17</b>
7.1 GENERALITÀ	17
7.2 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI	17
7.3 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI	18
<b>8. IMPIANTI ELETTRICI</b>	<b>19</b>
8.1 CABINE ELETTRICHE	19
8.1.1 Cabina Elettrica "Consegna Enel"	19
8.1.2 Cabina Elettrica "Impianto"	20
8.2 COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO	21
8.2.1 Quadri Elettrici di Media Tensione	21
8.2.2 Trasformatori MT/BT	22

---

8.2.3	Quadri Elettrici di Bassa Tensione	22
8.2.4	Gruppi Statici di Continuità	23
8.2.5	Gruppo Elettrogeno	23
8.2.6	Cavi, Vie Cavi	23
8.2.7	Utenze e sistemi di sgancio di emergenza	25
<b>8.3</b>	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE</b>	<b>25</b>
<b>8.4</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DAI FULMINI</b>	<b>26</b>
8.4.1	Configurazione dell'impianto	26
8.4.2	Proporzionamento per guasto lato BT	27
<b>9.</b>	<b><i>IMPIANTI SPECIALI</i></b>	<b>29</b>
<b>9.1</b>	<b>TV A CIRCUITO CHIUSO</b>	<b>29</b>
<b>9.2</b>	<b>SISTEMA DI CONTROLLO ACCESSI</b>	<b>30</b>

## **1. PREMESSA**

La presente relazione descrive le caratteristiche degli impianti elettrici, di illuminazione e speciali, relativi al progetto di realizzazione di un nuovo impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione di gas idrogeno a servizio della rete ferroviaria della FERROVIENORD (FNM GROUP), ubicato nel comune di Edolo (BS), all'interno della stazione ferroviaria e compreso tra Via Industriale e Via Rassiche.

## **2. NORME DI RIFERIMENTO**

Gli impianti dovranno rispettare, dove richiesto, le seguenti normative e standard. La lista riportata potrà essere aggiornata in fase esecutiva del progetto.

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
Legge 186 del 1968	Componenti elettrici ed impianti a regola d'arte
D.M. 22/01/08 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli edifici” e successive integrazioni e modifiche
Decreto legislativo 9 aprile 2008 N. 81	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
Testo coordinato di prevenzione incendi - DM 03 agosto 2015	Capitolo V2: Aree a rischio per atmosfere esplosive.
CEI EN 60079-10-1	Atmosfere esplosive per la presenza di gas - Classificazione dei luoghi
CEI EN 50122-1	“Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra”. CEI EN 50122-2 “Applicazioni ferroviarie,

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
	tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua”.
EN 50119	Linee di trazione elettrica.
CEI 9-6/1 - EN 50122-1	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
CEI 9-6/2 - EN 50122-2	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua
CEI EN 62271-1	Apparecchiatura di manovra e comando in alta tensione
CEI EN 62271-200	Apparecchiature in involucro metallico per correnti alternate AT
CEI EN 62271-100	Interruttori per correnti alternate AT
CEI EN 62271-106	Contattori e avviatori basati su contattori in corrente alternata ad alta tensione
CEI EN 62271-102	Sezionatori in corrente alternata e sezionatori di terra
CEI EN 62271-103	Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per alta tensione
CEI EN 62271-105	Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata
CEI EN 61869-2	Trasformatori di corrente
CEI EN 61869-3	Trasformatori di tensione
CEI EN 60044-8	Trasformatori di corrente elettronici
CEI EN 60282-1	Fusibili a tensione superiore a 1000 V
CEI EN 61000-4-4	Compatibilità elettromagnetica
D. M. Interno 23/10/2018	Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione.

NORMA	DESCRIZIONE
D. M. Interno 07/07/2023	Regola tecnica di prevenzione incendi per l'individuazione delle metodologie per l'analisi del rischio e delle misure di sicurezza antincendio da adottare per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti di produzione di idrogeno mediante elettrolisi e sistemi di stoccaggio.
D.Lvo 19/05/2016, n. 85	Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva
D.Lvo 12/06/2003, n. 233 (Direttiva ATEX II)	Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive, Gazzetta Ufficiale n. 197 del 26 Agosto 2003
D.Lvo 26/06/2015, n. 105 (Seveso III) Allegato 1 Parte 2	Quantità limite sostanze pericolose specificate
D.Lvo 9/04/2008, n.81	Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro (aggiornamento gennaio 2023)
D.Lvo 15/02/2016, n. 26	Attuazione della direttiva 2014/68/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relativa alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione (rifusione)
DM 20/12/2012	Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi
D.P.R. n. 126 del 23 Marzo 1998 (Direttiva ATEX)	Regolamento recante norme per l'attuazione della Direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva
2014/68/CE PED Pressure Equipment Directive	Direttiva europea sulle attrezzature a pressione

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
2014/34/UE Direttiva ATEX	Direttiva ATEX di prodotto
06/42/EC Direttiva Macchine	Direttiva Macchine
ASME Sec.VIII Div.1	Rules for Construction of Pressure Vessels
ASME Sec.VIII Div.2	Rules for Construction of Pressure Vessels-Alternative Rules
ASME Sec.VIII Div.3	Alternative Rules for Construction of High-Pressure Vessels
ASME Sec.X	Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels
ASME Sec.XII	Transportation Tanks
ASME Code Case 2390	Composite Reinforced Pressure Vessels
ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines
ASME B31.3	Process Piping
ASME STP- PT-006	Design Guidelines for Hydrogen Piping and Pipelines
EN 13445 (intera serie)	Recipienti a pressione non esposti a fiamma
EN 17124:2022	Hydrogen fuel - Product specification and quality assurance for hydrogen refuelling points dispensing gaseous hydrogen - Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for vehicles
CGA G-5	Hydrogen
CGA- G5.4	Standard for Hydrogen Piping Systems At Consumer Sites
CGA G-5.5	Hydrogen Vent Systems
CGA G-5.6	Hydrogen Pipeline Systems
EIGA Doc 121/04	CGA Publication G-5.6 Hydrogen Pipeline Systems
EIGA Doc 211/17	H2 vent systems for customer applications
IEC 60079 (tutte le parti)	Explosive atmospheres

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
IEC 62282-3-100	Fuel cell technologies. Stationary fuel cell power systems. Safety
ISO 11114-1	Gas Cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents Part2: Metallic materials
ISO 11114-2	Gas Cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents Part2: Non-Metallic materials
ISO 11114-4	Gas Cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents Part4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
ISO 14687:2019	Hydrogen fuel quality — Product specification
ISO/TR 15916:2015	Basic considerations for the safety of hydrogen systems
ISO 16110-1	Hydrogen generators using fuel processing technologies Part 1- Safety
ISO 16110-2	Hydrogen generators using fuel processing technologies Part 1- Test methods for performance
ISO 17268:2020	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices
ISO 19880-1:2020	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 1: General requirements
ISO 19880-3:2018	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 3: Valves
ISO 19880-5:2019	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 5: Dispenser hoses and hose assemblies
ISO 19880-8:2019	Gaseous hydrogen — Fuelling stations — Part 8: Fuel quality control
ISO 19881:2018	Gaseous hydrogen — Land vehicle fuel containers
ISO 19882:2018	Gaseous hydrogen — Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers
ISO 19884 (intera serie)	Gaseous hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage
ISO 22734:2019	Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications
ISO 23273:2013	Fuel cell road vehicles — Safety specifications — Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen



<b>NORMA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
ISO 26142:2010	Hydrogen detection apparatus — Stationary applications
ISO/IEC 80079 (tutte le parti)	Explosive atmospheres
NFPA 2	Hydrogen Technologies Code
NFPA 15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
NFPA 55	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
NTC 2018 e smi	Norme Tecniche delle Costruzioni
OSHA: 29 CFR 1910.103 29 CFR 1910 Subpart H	Hazardous Materials
UNI EN 1012-3:2014	Compressori e pompe per vuoto - Requisiti di sicurezza - Parte 3: Compressori di processo
UNI 10779	Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio
UNI 11292	Locali gruppi di pompaggio impianti antincendio
UNI EN 12845	Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler: Progettazione, installazione e manutenzione
UNI CEN/TS 14816:2009	Sistemi spray ad acqua – Progettazione, installazione e manutenzione
UNI 1608391	Qualità del combustibile a Idrogeno-Specifiche del prodotto
SAE J2719	Hydrogen Fuel quality for Fuel Cell Vehicles
SAE J2601_202005	Fuelling Protocols For Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles
SAE J2799_201912	Hydrogen Surface Vehicle To Station Communications Hardware And Software
SAE J2601/2_2014 09	Fuelling Protocol For Gaseous Hydrogen Powered Heavy Duty Vehicles

### 3. STATO DI PROGETTO

Nell'insediamento sussistono due distinte aree tecnologiche, la prima per la produzione e lo stoccaggio di idrogeno, la seconda per l'erogazione ai treni.

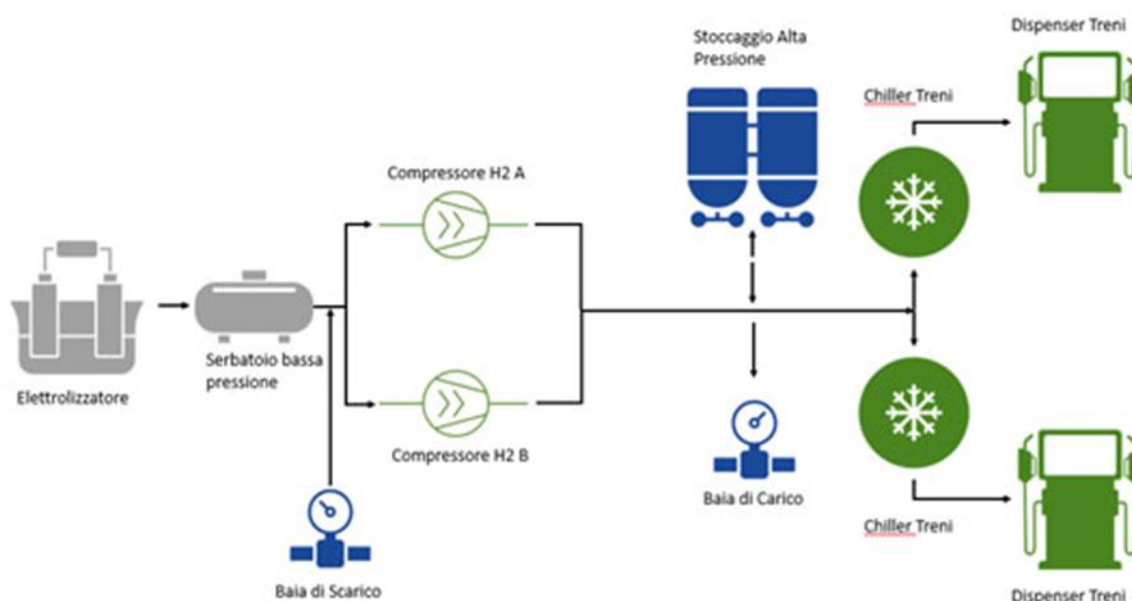
In particolare, la prima area (AREA 1) sarà costituita da:

- Impianto di produzione di idrogeno H2 verde;
- Area nella quale saranno realizzate due strutture distinte in calcestruzzo armato, ossia due "fortini", uno dedicato allo stoccaggio fisso in alta pressione ed uno dedicato allo stoccaggio tramite carro bombolaio.

La seconda area (AREA 2) sarà:

- Banchina con n.2 dispenser per la distribuzione dell'idrogeno ai treni;
- Stazione di ricarica delle motrici, costituita da n. 4 punti di presa elettrici;

Il processo è schematizzato nel seguente diagramma a blocchi semplificato.



L'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione d'idrogeno sarà costituito dalle seguenti apparecchiature principali:

- n.1 Elettrolizzatore PEM da 5 MW con relativi accessori.
- n.1 Serbatoio buffer a bassa pressione (30 - 40 barg) con relativi accessori.
- n.2 Compressori con pressione di scarico di 500 barg per idrogeno con relativi accessori.

- n.1 Sistema di stoccaggio ad alta pressione (500 barg) da circa 2850 kg di H2 con relativi accessori.
- n.2 Chiller per il raffreddamento della corrente di rifornimento H2 ai treni con relativi accessori.
- n.2 Dispenser H2 ad uso ferroviario con doppio erogatore con relativi accessori.
- n.4 Colonnine elettriche ad uso ferroviario costituite ciascuna da spina pentapolare CEE 3P+N+T da 400VAC 125A.
- n.1 Sistema di produzione e distribuzione Aria Strumenti con relativi accessori.
- n.2 Sistemi di stoccaggio e distribuzione Azoto gassoso con relativi accessori.
- n.1 Serbatoio per l'accumulo del ritentato osmotico.
- n.1 Pompa di distribuzione del ritentato osmotico (1 in funzione+ 1 spare in magazzino).
- n.1 Gruppo elettrogeno da 160 kVA.
- n.2 Serbatoi antincendio.
- n.1 Skid gruppo pompe antincendio.
- n.2 locali per alloggiamento e sosta di carro bombolaio per stoccaggio "bidirezionale" (supporto al sistema di stoccaggio dell'impianto / approvvigionamento impianti esterni).

Per la progettazione dell'impianto è stata considerata una capacità garantita (oggetto di garanzia prestazionale) pari a 1644 kg H<sub>2</sub>/giorno; tuttavia per il dimensionamento dell'elettrolizzatore è stata utilizzata una capacità di design (ovvero al 100% del carico elettrico) di circa 89 kg H<sub>2</sub>/ora in previsione di un futuro ampliamento dell'impianto.

Il rifornimento dei mezzi avverrà con una massima capacità di erogazione per il rifornimento di 1 treno con due manichette in parallelo (totale portata massima di 240g/s con protocollo di temperatura T20). La ricarica dei mezzi avverrà in modalità back to back (la ricarica del secondo treno inizia immediatamente al termine della ricarica del primo treno).

Elettrolizzatore, compressori e stoccaggi saranno da considerarsi sempre operativi durante la tipica giornata lavorativa, al contrario di Chiller e Dispenser, che avranno un funzionamento discontinuo, in base alla richiesta momentanea di Idrogeno da rifornire.

---

## **4. CRITERI GENERALI DI PROGETTO**

### **4.1 SEZIONAMENTO E COMANDO**

Ogni impianto elettrico sarà sezionabile dalla rete di alimentazione per mezzo di un dispositivo generale mentre dei dispositivi parziali saranno installati su ciascun circuito principale.

Nel caso di quadri con più alimentazioni dovrà essere apposto un cartello monitore che evidenzi il pericolo e informi sulle corrette modalità di sezionamento.

Il sezionatore dovrà interessare tutti i poli attivi del circuito, compreso il conduttore di neutro, escluso il conduttore di protezione.

Dovranno essere prese tutte le precauzioni al fine di evitare che qualunque componente elettrico possa essere alimentato intempestivamente.

Al solo fine del comando funzionale, nei circuiti fase neutro, l'interruttore potrà anche essere unipolare purché inserito sul conduttore di fase.

### **4.2 SCELTA DEI CAVI IN RELAZIONE ALLA TENSIONE E ALL'AMBIENTE DI INSTALLAZIONE**

I cavi dei circuiti di potenza avranno tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_o/U$ ) non inferiore a 450/750V; quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando saranno adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V.

I conduttori saranno idonei ad essere utilizzati nel relativo ambiente di installazione e saranno conformi al regolamento CPR.

Nello specifico il Regolamento CPR riguarda tutti i prodotti fabbricati per essere installati in modo permanente negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile (esempi: abitazioni, edifici industriali e commerciali, uffici, ospedali, scuole, metropolitane, ecc.).

Per i cavi, la Commissione Europea ha deciso di considerare, all'interno delle caratteristiche ritenute rilevanti ai fini della sicurezza delle costruzioni (7 requisiti di base), la reazione e la resistenza al fuoco in caso di incendio.




Tutti i cavi installati permanentemente nelle costruzioni, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati, di qualsiasi livello di tensione e con qualsiasi tipo di

conduttore metallico o in fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione.

I cavi sono classificati in 7 classi di reazione al fuoco Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca, Fca identificate dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti.

Oltre a questa classificazione principale, le autorità europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti parametri aggiuntivi:

- a = acidità che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per le cose. Varia da a1 a a3
- s = opacità dei fumi. Varia da s1 a s3
- d = gocciolamento di particelle incandescenti che possono propagare l'incendio. Varia da d0 a d2. La tabella seguente, basata sulla norma CEI UNEL 35016 definisce i luoghi di applicazione dei cavi in correlazione con le classi di reazione al fuoco.

LUOGO		LIVELLO DI RISCHIO	DESIGNAZIONE CPR	CLASSE DI PRESTAZIONE
	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee, gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m	ALTO	FG18OM16-0,6/1kV	B2 <sub>ca</sub> – s1a, d1, a1
	Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo, a/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto, strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio. Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, sia a carattere pubblico che privato. Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico alberghiere, studentali, villaggi, turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti letto. Strutture turistico ricettive nell'aria aperta, (campeggi, villaggi turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone. Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti, asili nido, con oltre 30 persone presenti. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m.	MEDIO	FG16OM16-0,6/1kV FG17 – 450/750 V	C <sub>ca</sub> – s1b, d1, a1
	Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sale d'attesa, bar, ristorante, studio medico.	BASSO *	FG16OR16-0,6/1kV FG17 – 450/750 V	C <sub>ca</sub> – s3, d1, a3
	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose	BASSO **	H07RNF	E <sub>ca</sub>
* cavi installati in fascio ** cavi installati singolarmente				

### 4.3 SCELTA DELLA SEZIONE IN FUNZIONE DELLA PORTATA E DEL TIPO DI POSA

La sezione dei conduttori sarà scelta in modo che la corrente di impiego non superi la portata massima in regime permanente secondo le indicazioni della tabella CEI-UNEL. Per più cavi posati assieme si terrà conto del mutuo riscaldamento, attraverso opportuni coefficienti di riduzione della portata. Per quanto riguarda le condizioni ambientali si presuppone una temperatura ambiente di 30°C.

---

## **5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

### **5.1 GENERALITÀ**

Verranno prese opportune precauzioni al fine di proteggere le persone dal contatto con parti attive, dette protezioni saranno di tipo totale o parziale a seconda della destinazione d'uso dei locali.

### **5.2 PROTEZIONE TOTALE**

La protezione totale si attua mediante l'isolamento, gli involucri e/o le barriere.

Per protezione mediante isolamento si intende che tutte le parti che possono anche temporaneamente, in condizioni normali di funzionamento dell'impianto, assumere potenziali diversi da zero, siano dotate di adeguati isolanti rimovibili solo mediante loro distruzione.

Involucri e barriere invece sono così definiti:

Involucro - Elemento che assicura un grado di protezione appropriato contro determinati agenti esterni e un determinato grado di protezione contro i contatti diretti in ogni direzione.

Barriera - Elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nelle direzioni abituali d'accesso.

### **5.3 PROTEZIONE PARZIALE**

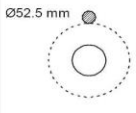
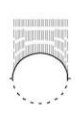
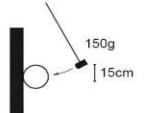
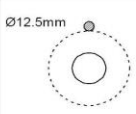

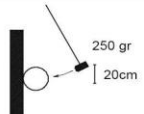
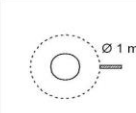

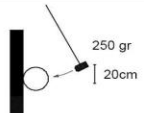
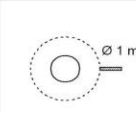

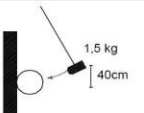
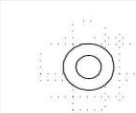
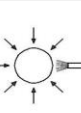

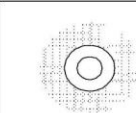
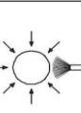
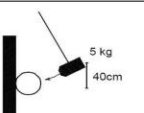

La protezione parziale, attuabile solo nei locali dove l'accesso è riservato esclusivamente a personale addestrato, è realizzata mediante:

Ostacolo – interponendo cioè un elemento che previene i contatti involontari con le parti attive di un circuito; l'ostacolo non è in grado di impedire il contatto intenzionale.  
Distanziamento – ponendo fuori dalla portata di mano parti a potenziale diverso simultaneamente accessibili.

### **5.4 GRADI DI PROTEZIONE**

Il grado di protezione degli involucri verrà scelto, oltre che in base al tipo di protezione contro i contatti diretti attuata, anche in base alla necessità di impedire l'ingresso negli involucri di polveri o liquidi.

Per l'identificazione del grado di protezione si è utilizzato il codice composto dalle lettere IP seguite da due cifre ed eventualmente da una terza lettera addizionale dove la prima cifra indica il grado di protezione contro i corpi estranei e contro i contatti diretti, la seconda contro la penetrazione di liquidi mentre la lettera addizionale (deve essere usata solo se la protezione contro l'accesso è superiore a quella definita con la prima cifra caratteristica) ha lo scopo di designare il livello di inaccessibilità dell'involucro alle dita o alla mano, oppure ad oggetti impugnati da una persona. Nelle tabelle seguenti sono riassunte le prestazioni e le prove delle varie designazioni dei gradi IP:

1 <sup>a</sup> cifra : protezione contro i corpi solidi			2 <sup>a</sup> cifra : protezione contro i liquidi			3 <sup>a</sup> cifra : protezione meccanica		
IP	Prove	Descrizione	IP	Prove	Descrizione	IP	Prove	Descrizione
0		Nessuna protezione	0		Nessuna protezione	0		Nessuna protezione
1		Protetto contro i corpi solidi superiori a 50 mm (es. contatti involontari della mano)	1		Protetto contro le cadute verticali di gocce d'acqua (condensazione)	1		Energia d'urto 0.225 joules
2		Protetto contro i corpi solidi superiori a 12mm (es. dito della mano)	2		Protetto contro le cadute di gocce d'acqua fino a 15° dalla verticale	2		Energia d'urto 0.375 joules
3		Protetto contro i corpi solidi superiori a 2,5mm (arnesi, fili)	3		Protetto contro le cadute d'acqua a pioggia fino a 60° dalla verticale	3		Energia d'urto 0.500 joules
4		Protetto contro i corpi solidi superiori a 1 mm (arnesi fini, fili sottili)	4		Protetto contro getti d'acqua da tutte le direzioni	4		Energia d'urto 2.00 joules
5		Protetto contro le polveri (nessun deposito nocivo)	5		Protetto contro getti d'acqua con lancia da tutte le direzioni	7		Energia d'urto 6.00 joules
6		Totalmente protetto contro le polveri	6		Protetto contro proiezioni d'acqua simili a onde marine	9		Energia d'urto 20.00 joules
			7		Protetto contro gli effetti dell'immersione			



## 6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI TN

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante collegamento di tutte le masse all'impianto di terra al quale verrà collegato anche il polo di neutro del trasformatore MT/BT; si applica il criterio di protezione previsto per i sistemi di II categoria con propria cabina di trasformazione.

Nel caso di sistemi TN, la norma CEI 64-8 richiede per attuare la protezione mediante dispositivi a massima corrente che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la condizione:

$$ZS \times I_A \leq U_0$$

dove:

$ZS$  è l'impedenza dell'anello di guasto per guasto franco a massa [Ohm].

$U_0$  è la tensione verso terra [Volt].

$I_A$  è il valore della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella tabella seguente [Ampere].

Sistemi TN - TEMPI DI INTERRUZIONE DELL'ALIMENTAZIONE [s]				
NATURA DELLA CORRENTE	LOCALI MEDICI CANTIERI STALLE		ALTRI LUOGHI	
	Circuiti di distribuzione e circuiti terminali oltre 32A	Circuiti terminali fino a 32A	Circuiti di distribuzione e circuiti terminali oltre 32A	Circuiti terminali fino a 32A
CORRENTE ALTERNATA	5,0	0,2	5,0	0,4
CORRENTE CONTINUA	5,0	0,4 <sup>(1)</sup>	5,0	5,0
<b>NOTE</b> (1) a favore della sicurezza; Quando la prescrizione di questo articolo sia soddisfatta mediante l'uso di dispositivi di protezione a corrente differenziale, i tempi di interruzione della presente Tabella si riferiscono a correnti di guasto differenziali presunte significativamente più elevate della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente 5 I <sub>dn</sub> ).				

Nel caso in cui la condizione di protezione non fosse soddisfatta con l'impiego di dispositivi a massima corrente, si ricorrerà a dispositivi differenziali.

Interruttori differenziali saranno comunque installati su tutti i circuiti terminali alimentanti prese a spina e tutti i circuiti luce, nel primo caso la corrente nominale differenziale non sarà superiore a 0,03A.

## **7. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACCORRENTI**

### **7.1 GENERALITÀ**

Verranno installati dei dispositivi in grado di proteggere tutte le condutture dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, tali dispositivi potranno essere: interruttori automatici magnetotermici, interruttori con fusibile, fusibili.

### **7.2 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI**

La protezione contro i sovraccarichi sarà realizzata tenendo presente quanto segue:

Non è necessario, ad eccezione degli ambienti a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione, prevedere dispositivi di protezione da sovraccarichi per: condutture poste a valle di variazioni di natura, modo di posa o di costituzione già protette contro i sovraccarichi da dispositivi di protezione posti a monte; condutture che alimentano apparecchi utilizzatori che non possono dare luogo a sovraccarichi, quali apparecchi di illuminazione e termici, a condizione che queste condutture siano protette contro i cortocircuiti e che non abbiano derivazioni o prese a spina; condutture di impianti di telecomunicazione, co- mando, segnalazione.

L'omessa installazione dei dispositivi di protezione da sovraccarico per ragioni di sicurezza è invece raccomandabile per circuiti che alimentano: circuiti di eccitazione delle macchine rotanti; circuiti di alimentazione degli elettromagneti di sollevamento; circuiti secondari dei trasformatori di corrente; circuiti che alimentano dispositivi di estinzione antincendio. In questi casi è raccomandabile avere un dispositivo di allarme che segnali il sovraccarico

La corrente di intervento del dispositivo di protezione contro i sovraccarichi risponderà alle seguenti relazioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad - \quad I_f \leq (1,45 \times I_Z)$$

dove:

- 
- IB      è la corrente di impiego del circuito
- In      è la corrente nominale del dispositivo di protezione
- IZ      è la portata in regime permanente della conduttura
- If      è il valore di corrente che assicura il funzionamento del dispositivo di protezione entro un tempo convenzionale

### **7.3    PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI**

La protezione contro i cortocircuiti sarà realizzata tenendo presente quanto segue:

I dispositivi di protezione avranno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione oppure sarà presente, a monte del dispositivo stesso, un altro apparecchio con potere di interruzione adeguato.

Il dispositivo di protezione sarà sempre posto nei punti di riduzione della sezione dei conduttori; in alternativa, sarà possibile installare il dispositivo in un punto diverso quando, per il tratto a monte del dispositivo, siano soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni: lunghezza della linea non superiore a 3 metri; minimo il rischio di corto circuito; assenza nei pressi della linea di materiale combustibile.

La protezione dai cortocircuiti potrà essere omessa nei seguenti casi: condutture che collegano generatori, trasformatori raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione quando le protezioni vengano poste all'interno di tali contenitori; in tutti i casi in cui l'improvvisa interruzione possa diventare fonte di pericolo.

Quando per i motivi di cui sopra si verrà omessa la protezione dovranno essere rispettate le seguenti condizioni: la conduttura sarà realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito e posta lontano dal materiale combustibile.

La corrente di intervento del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti dovrà rispondere alla seguente relazione:

$$I^2 \times t \leq K^2 \times S^2$$

dove:

$I^2 \times t$  l'integrale di joule per la durata del cortocircuito.

K=115 per i conduttori in rame isolati in PVC.

K=135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica.

K=143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato.

S      valore in mm<sup>2</sup> della sezione del cavo in esame.

## **8. IMPIANTI ELETTRICI**

### **8.1 CABINE ELETTRICHE**

L'impianto di produzione idrogeno è alimentato in media tensione dalla cabina elettrica "Consegna ENEL" tramite una propria cabina elettrica. Sono previste:

#### **8.1.1 Cabina Elettrica "Consegna Enel"**

Fuori dal Lotto è prevista la realizzazione della cabina elettrica di "Consegna ENEL" alimentata dall'ente distributore dell'energia elettrica in media tensione (15 kV).

La suddetta cabina alimenta, in media tensione (15 kV), la cabina elettrica "Impianto".

In particolare, nella cabina elettrica sono posizionati:

- Il quadro elettrico di media tensione "QMT-RICEZIONE" che alimenta a sua volta il quadro elettrico di media tensione della cabina elettrica "Impianto".
- Il quadro elettrico di bassa tensione "QAUX-CAB RICEZIONE" che provvede ad alimentare le utenze ausiliarie della cabina stessa.

Nella cabina sono inoltre previste le seguenti apparecchiature/impianti:

- Impianto di illuminazione normale e di emergenza.
- Impianto di forza motrice di servizio.
- Impianto di estrazione aria.
- Impianto di rivelazione fumi.
- Impianto ausiliario con UPS di gestione relè QMT.
- Impianto di terra.
- Sganci di emergenza.

### **8.1.2 Cabina Elettrica “Impianto”**

Nel sito dell’Impianto di produzione dell’idrogeno è prevista la realizzazione di una apposita cabina elettrica dove è posizionato il quadro elettrico di media tensione “QMT-IMPIANTO” alimentato, come già precisato, dalla suddetta cabina elettrica “Consegna Enel”.

Il suddetto quadro elettrico alimenta in media tensione (15 kV) l’elettrolizzatore per una potenza elettrica da 5.800 kVA e i due trasformatori MT/BT 15,0/0,4 kV della potenza elettrica di 1.600 kVA, uno di riserva all’altro.

Nella suddetta cabina è anche posizionato il quadro elettrico generale di bassa tensione “QGBT-IMPIANTO” che provvede ad alimentare tutte le utenze in bassa tensione dell’impianto.

Come rappresentato negli schemi allegati il QGBT è suddiviso in due sezioni:

- Utenze elettriche “Normali”, quali ad esempio i “Chiller”, alimentate solo dalla rete ENEL;
- Utenze elettriche “Privilegiate”, quali ad esempio gli “Air Compressor Skid” che sono normalmente alimentate dalla rete ENEL ma che, in caso di guasto della stessa, sono alimentate, tramite un interruttore di commutazione, da un Gruppo elettrogeno che è stato previsto della potenza di 160 kVA;

Le elettropompe antincendio a servizio degli idranti e degli sprinkler saranno alimentate subito a valle dei trasformatori MT/BT, senza interposizione di interruttori di protezione, tramite un dispositivo di commutazione automatico fra i due trasformatori elettrici.

Nella suddetta cabina è inoltre posizionato il quadro elettrico di bassa tensione “QAUX-CAB IMPIANTO” che provvede ad alimentare le utenze ausiliarie della cabina stessa e, tramite un UPS da 5000 VA, l’Elettrolizzatore e la gestione dei relè del QMT della cabina stessa.

Nella cabina sono inoltre previste le seguenti impianti/apparecchiature:

- Impianto di illuminazione normale e di emergenza.
- Impianto di forza motrice di servizio.
- Impianto di estrazione aria.
- Impianto di rivelazione fumi.

- Impianto di terra.
- Sganci di emergenza.

## **8.2 COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

Nel seguito sono descritti i principali componenti dell'impianto elettrico di potenza a servizio dell'Impianto Idrogeno.

### **8.2.1 Quadri Elettrici di Media Tensione**

I quadri elettrici di media tensione (MT) e gli apparati MT in genere, saranno costruiti ed equipaggiati con apparecchiature compatibili con i parametri di consegna energia, saranno idonei al luogo di installazione e dimensionati almeno per le seguenti caratteristiche:

ITEM	VALORE	UNITA'
Tensione nominale	15	kV
Tra le fasi verso massa	50	KV 50 Hz / 1 mn
Sul sezionamento	60	mg/l
Tra le fasi verso massa	125	1 kV picco 1,2/50 $\mu$ s
Sul sezionamento	145	
Corrente nominale delle sbarre	630 – 1250	A
Corrente nominale Interruttore	630 – 1250	A
Corrente di breve durata	12,5 – 16 – 20	kA/1s
Tenuta Arco interno (AFL)	12,5	kA/1s
Tenuta Arco interno (AFLR)	12,5 – 16 – 20	kA/1s

Come riportato al paragrafo 4.1 sono previsti:

- Nella cabina elettrica "Consegna Enel" il quadro elettrico "QMT-RICEZIONE".
- Nella cabina elettrica "Impianto" il quadro elettrico "QMT-IMPIANTO".

### **8.2.2 Trasformatori MT/BT**

I trasformatori dovranno essere conformi alle più recenti edizioni normative nazionali e IEC/EN applicabili e realizzati in accordo alle seguenti norme:

- CEI/EN 60076-11: 2004 – Trasformatori di potenza – Parte 11: Trasformatori di tipo a secco.
- Normativa europea (EU) 548/2014 del 21 maggio 2014 in applicazione alla Direttiva 2009/125/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente i trasformatori a bassa, media ed alta tensione.
- EN 50558-1: 2015 – Trasformatori di media potenza 50 Hz, con voltaggio superiore per classe di isolamento fino a 36kV – Parte 1.
- IEC / EN 60076-1: 2011 – Trasformatori di potenza – Part 1: Generale.
- EN 60529: 1991 – Gradi di protezione forniti dall'indirizzo IP.

Come riportato al paragrafo 4.1 è previsto:

- Nella cabina elettrica "Impianto" N° 2 Trasformatori elettrici MT/BT 15/0.4 kV ciascuno della potenza di 1.600 kVA.

### **8.2.3 Quadri Elettrici di Bassa Tensione**

I quadri elettrici di bassa tensione (BT) saranno costruiti ed equipaggiati con apparecchiature compatibili con i parametri di consegna energia, saranno idonei al luogo di installazione e dimensionati almeno per le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale e d'esercizio: 400 V.
- Numero delle fasi: 3 F+N.
- Frequenza nominale: 50-60 Hz.
- Durata nominale del corto circuito: 1".
- Grado di protezione sul fronte: IP43.
- Grado di protezione a porta aperto: IP20.
- Accessibilità quadro: dal fronte o dal retro.

Come riportato al paragrafo 4.1 sono previsti:

- Nella cabina elettrica "Consegna Enel" il quadro elettrico "QAUX-CAB RICEZIONE".

- Nella cabina elettrica “Impianto” il quadro elettrico “QAUX-CAB IMPIANTO” e il quadro elettrico “QGBT IMPIANTO”.

In prossimità dei binari della ferrovia, come indicato negli elaborati grafici, è previsto:

- Il quadro elettrico “COLONNINE ELETTRICHE” che alimenta le i quadretti di alimentazione dei treni.

#### **8.2.4 Gruppi Statici di Continuità**

Come riportato al paragrafo 4.1 sono previsti:

- Nella cabina elettrica “Consegna Enel” N° 1 UPS con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60’.
- Nella cabina elettrica “Impianto” N° 1 UPS con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60’.
- Nel fabbricato “Control Room” N° 2 UPS ridondati con Tensione 230 V, Potenza 5000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60’ e N° 1 CPS con tensione 230 V, Potenza 10000 VA e batterie ausiliarie con autonomia di 60’ per l’alimentazione dell’illuminazione di sicurezza all’esterno.

#### **8.2.5 Gruppo Elettrogeno**

Come indicato negli elaborati grafici è previsto N° 1 Gruppo Elettrogeno con Tensione 400/230 V e Potenza 160 kVA, posizionato in apposito Shelter ubicato in prossimità della cabina elettrica “Impianto”.

#### **8.2.6 Cavi, Vie Cavi**

I cavi utilizzati all’interno dell’area in oggetto dovranno essere conformi al CPR 305/2011 e dovranno essere opportunamente dimensionati e posati secondo quanto previsto dalle normative.

Per l’alimentazione delle utenze saranno utilizzati:



- condotti sbarre blindati con involucro in acciaio zincato e conduttori in rame o alluminio, separati mediante isolatori in materiale plastico autoestinguente, completi di cassette di derivazione con dispositivo di sezionamento.
- cavi FG16OM16-0,6/1kV non propaganti l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici a norme CEI 20-22/2.
- cavi FG16OR16-0,6/1kV non propaganti l'incendio di fumi e gas tossici a norme CEI 20-22/20-37/20-38-CPR (impianti esterni).
- cavi FG18OR16-0,6/1kV non propaganti l'incendio, non provocanti la fiamma, zero emissione di alogeni, bassissima emissione fumi, gas tossici e corrosivi, buona resistenza agli oli e ai grassi industriali e buon comportamento alle basse temperature, a norme CEI 20-38.
- cavi FTG18(O)M16-0,6/1kV non propaganti l'incendio e resistenti al fuoco per 3 ore a norme CEI 20-38/20-37, impiegati nei circuiti di sicurezza, quali l'alimentazione dell'illuminazione di emergenza, gli impianti antincendio in generale.
- cavi unipolari tipo FG17, entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi simili, per alimentazioni specifiche.

Le utenze poste in zone ATEX, considerato che è stato previsto di ubicare i quadri elettrici all'esterno di tali zone, saranno dotate di singoli interruttori di manovra, posti in scatola di materiale termoisolante o alluminio ATEX IP65 3f 400V-32 A.

Le tubazioni di acciaio da utilizzare per l'esecuzione della "via cavi" ed in particolare per le diramazioni all'interno delle zone ATEX saranno del tipo inox AISI 304 elettrosaldato (secondo UNI EN 10088).

I raccordi meccanici pressacavi saranno marchiati ATEX, a serraggio meccanico, in metallo con corpo, dadi ed anelli di tenuta in ottone UNI EN 12165 CW617N con nichelatura di spessore tra i 2 ed i 5 micron, gommino in elastomero termoisolante e rondella in acciaio zincato.

Saranno utilizzati morsetti con certificazione LCIE 02 ATEX 0039 U II 2, compatibili con le cassette e i pressacavi individuati in precedenza.

Le guaine di collegamento alle utenze saranno tipo flessibile, in PVC con anima di acciaio corrugata, a Marchio Italiano di Qualità ed IP 65.

Per quanto riguarda le vie cavi verranno utilizzate prevalentemente tubazioni interrato a doppia parete a norme CEI-EN 50086 con resistenza allo schiacciamento di 450 N.

### **8.2.7 Utenze e sistemi di sgancio di emergenza**

Le utenze sono costituite essenzialmente dalle apparecchiature di sistema che l'impianto elettrico alimenta: per le caratteristiche si rimanda al progetto specifico.

Per le utenze all'interno degli edifici, in particolare della Control Room, e la relativa distribuzione elettrica si rimanda all'elaborato "B35Db011IM02R0".

Oltre agli sganci di emergenza previsti in corrispondenza della Cabina elettrica "Impianto", "Cabina elettrica "Consegna Enel" e "Fabbricato Control Room" specifici dell'impianto elettrico (per i quali si rimanda all'elaborato "B35Dd027IM02R0), per gli altri sistemi di sgancio di emergenza delle apparecchiature di sistema si rimanda al progetto specifico.

## **8.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

I corpi illuminanti sono stati previsti nel rispetto della norma UNI 12464-2, tenendo in considerazione i riferimenti per le corsie di accostamento o stazionamento dei veicoli nei pressi dell'impianto (zone di circolazione veicolare regolare: max 10 km/h); in base a tale classificazione si è verificato il rispetto dei seguenti valori: potenza luminosa di 61 W – 8600 lm, con una temperatura di colore di 4.000 K e efficienza di 141 lm/W.

Per l'illuminazione del piazzale sono stati previsti corpi illuminanti del tipo a led installati con "tilt 0" su pali di acciaio ad un'altezza di 6 m e interdistanza di circa 25 m.

Nei quadri elettrici che alimentano le armature sono installati orologi astronomici per l'accensione e spegnimento, oltre a sonde di luminanza.

Per le zone Atex sono previsti apparecchi illuminanti di tipo antideflagrante installati a soffitto o a parete.

Si è inoltre verificato che i valori determinati dal calcolo illuminotecnico risultassero conformi anche a quanto previsto dalle seguenti norme:

- UNI 11248 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche.
- UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale" – Parte 2. Requisiti prestazionali.
- UNI EN 13201-3 "Illuminazione stradale" – Parte 3. Calcolo delle prestazioni.

- UNI EN 13201-4 “Illuminazione stradale” – Parte 4. Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.

Per l'illuminazione generale è previsto il seguente valore:

- Per i Piazzale Em (lx) = 20.
- Per le pensiline delle piazzole di carico Em (lx) = 50.

Per l'illuminazione di emergenza è previsto il seguente valore:

- Per i Piazzale Em (lx) = 10.
- Per le pensiline delle piazzole di carico Em (lx) = 50.

Per dare maggiore sicurezza al sito è stata inoltre prevista l'illuminazione di Via Rassiche, attualmente priva di illuminazione pubblica. È prevista l'installazione di un apposito quadro elettrico la cui alimentazione sarà derivata dall'illuminazione pubblica. Sono previste n. 14 armature stradali con lampade da 28 W a LED su palo hft da 6 m. Nello stradello a nord del sito è prevista la realizzazione di una pista ciclopedonale. È prevista l'installazione di un apposito quadro elettrico la cui alimentazione sarà derivata dall'illuminazione pubblica. Sono previste n. 12 lampioni decorativi con lampade da 10 W a LED.

## **8.4 IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DAI FULMINI**

### **8.4.1 Configurazione dell'impianto**

Tutte le masse metalliche collegabili o nella possibilità di poter essere a contatto con l'alimentazione elettrica, saranno poste a terra.

La protezione avverrà attraverso la connessione diretta delle masse metalliche ad un anello corrente attorno alla struttura, con dispersione verso terra; anche tutte le terre funzionali, facenti capo ai relativi quadri elettrici, saranno collegate ai nodi di cabina elettrica e da questi al centro stella dei trasformatori.

Al piano calpestio degli impianti esterni sarà inoltre eseguita una maglia equipotenziale, annegata nel massetto, alla quale saranno collegate le diverse masse potenzialmente in grado di poter essere a contatto con l'alimentazione elettrica e collegata all'anello di messa a terra.

Per la protezione dalle scariche atmosferiche si sono previsti singoli equalizzatori di potenziale, per tutte le strutture metalliche anch'essi collegati all'anello di dispersione perimetrale.

Gli impianti saranno realizzati in conformità al D.L. 37 del 22.01.2008 ed alla seguente principale normativa: Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua"; Norma CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. Parte 1: prescrizioni comuni"; Norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."; Norme CEI EN 62305 (serie) "Protezione contro i fulmini"; Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica"; Norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"; Norma CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a."; Norma CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori"; Norma CEI 64-18 "Effetti della corrente elettrica attraverso il corpo umano e degli animali domestici. Parte 1: Aspetti generali".

#### **8.4.2 Proporzionamento per guasto lato BT**

Un guasto a terra lato B.T. equivale ad un corto circuito tra la fase guasta ed il conduttore di protezione. In questo caso la corrente di guasto a terra interessa solo marginalmente la rete disperdente. Le norme CEI richiedono che le protezioni siano coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto per evitare che le tensioni di contatto superino i 50 V per 5s. Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile, in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro un tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Dove:

---

$U_0$  = tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

$Z_s$  = impedenza dell'anello di guasto.

$I_a$  = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro 0,4 s; se si usa un interruttore differenziale  $I_a$  è la corrente differenziale nominale  $I_n$ .

Dal nodo collettore di terra, posto nel quadro generale di cabina, collegato con l'anello dispersore, partirà il conduttore di protezione per i quadri di smistamento.

Dai quadri di smistamento partiranno conduttori di protezione per i quadri di zona e da questi ultimi i conduttori di protezione per gli utilizzatori finali.

I suddetti conduttori viaggeranno insieme ai conduttori di fase e avranno sezione secondo quanto esposto sulla tabella 54F delle norme CEI 64-8. Cioè

$S_p = S_f$                       fino a 16 mm<sup>2</sup>

16 mm<sup>2</sup>                      fino a  $S_f = 35$  mm<sup>2</sup>

$S_p/2$                       per  $S_f > 35$  mm<sup>2</sup>

Le linee in partenza saranno protette da interruttori automatici magnetotermici e/o differenziali.

Per ciascuno dei cavi sarà calcolata la corrente di guasto a terra e si verificherà che detto valore rientri nel campo dell'intervento della protezione magnetica dell'interruttore posto a monte del guasto con tempi di intervento nell'ordine di 0,4 s.

Detti tempi consentono al corpo umano di sopportare senza alcun effetto letale la corrente di 85 mA (curva IEC 479-1) che circolerebbe in esso con una tensione sulle masse di 110 V ed una resistenza di 1300 (percorso mano-piede del 90% della popolazione adulta).

Nella distribuzione secondaria saranno previsti, interruttori differenziali con corrente di dispersione regolabile tra 0,03 e 3 A, per cui detto valore moltiplicato per l'impedenza di guasto verifica ampiamente la formula [1].

Tutti i pilastri in acciaio saranno collegati a terra mediante una maglia formata con corda di rame nuda con sezioni pari a 95 e 120 mm<sup>2</sup>. Saranno inoltre collegate alla rete di terra tutte le parti metalliche soggette, per cause accidentali, ad andare in tensione, quali:

- Telai di sostegno.
- Scale e pianerottoli in ferro.
- Corrimano.

- 
- Canali di ventilazione e ventilatori.
  - Porte in ferro.
  - Passerelle portacavi.
  - Quadri ed apparecchiature elettriche.

La rete di terra sarà interrata ad una profondità di 0,8 m sarà collegata ai previsti dispersori interdistanti 20 m circa. Nei quadri di zona sarà creato un nodo equipotenziale, dal quale saranno derivati i conduttori di protezione per gli utilizzatori, ed i conduttori equipotenziali delle masse estranee all'impianto elettrico, quali tubazione di adduzione e scarico delle acque, pilastri metallici.

## **9. IMPIANTI SPECIALI**

### **9.1 TV A CIRCUITO CHIUSO**

Il sistema TV a circuito chiuso è utilizzato per osservare la recinzione esterna, l'ingresso e la movimentazione dei carri bombolai e verificare il corretto andamento delle manovre dell'operatore.

Il sistema è composto da telecamere fisse, unità centrale con server, console operatore per la visualizzazione delle immagini, monitors.

Il sistema deve essere basato su una architettura hardware dedicata e dovrà adottare un protocollo IP.

Il sistema centrale deve essere basato su una architettura ridondata e consentire l'archiviazione delle immagini e deve essere dimensionato per una continua registrazione di tutte le telecamere per un periodo di almeno 30 giorni.

Le telecamere dovranno essere installate su pali rigidi per una altezza massima di 4 metri.

Tutti gli strumenti come storage, servers, switch, etc., devono essere allocati all'interno di un cabinet situato nella sala quadri.

Una postazione operatore dovrà essere fornita per la visualizzazione delle immagini e dovrà essere posta all'interno della sala controllo.

## **9.2 SISTEMA DI CONTROLLO ACCESSI**

Il Sistema di Controllo Accessi deve essere fornito per prevenire l'entrata di veicoli o persone non autorizzati all'interno dell'impianto.

Il sistema deve essere allocato all'interno di un cabinet situato nella sala quadri.

Una stazione operatore dovrà essere installata nella guardiola in modo tale da assegnare un badge ad un visitatore/manutentore per accedere in impianto.

Gli accessi dei veicoli e del personale alla struttura potranno essere autorizzati previo utilizzo degli appositi lettori badge situati agli accessi perimetrali dell'impianto.