

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J54H17000130009

U.O. TECNOLOGIE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE
PM CARGNACCO**

**PRG e ACC del nuovo PM di Cagnacco e delle opere sostitutive dei
P.L. interferenti con il nuovo PM.**

IMPIANTI LFM

Relazione tecnica impianto alimentazione SIAP

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I Z 0 9 0 0 D 5 8 R O L F 0 2 4 0 0 0 2 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|----------------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------------------------|
| A | Emissione Definitiva | G. Drisaldi | Sett. 2019 | C. Vacca | Sett. 2019 | S. Lo Presti | Sett. 2019 | M. Gambaro Sett. 2019 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

File: IZ0900D58ROLF0240002A

n. Elab.:

INDICE

| | | |
|-----|--|--|
| 1 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 3 |
| 1.1 | LEGGI, NORME E DECRETI | 3 |
| 1.2 | NORMATIVA RFI | 4 |
| 2 | OGGETTO | 4 |
| 2.1 | APPARATO SIAP DI TIPO B | 5 |
| 2.2 | QUADRI ELETTRICI QUE E QUP | 7 |
| 2.3 | PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI | 8 |
| 2.4 | PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI | 8 |
| 2.5 | GESTORE DI AREA 1 | ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO. |
| 2.6 | GESTORE DI AREA 2 | ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO. |
| 3 | IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE DI TRATTA | ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO. |
| 3.1 | ARMADI DI STAZIONE | ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO. |

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

1.1 LEGGI, NORME E DECRETI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature previste devono essere conformi alle vigenti Leggi, Norme, capitolati e Regolamenti ed in particolare:

- Legge n. 791 del 18/10/1977: Attuazione delle direttive CEE 72/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico;
- Direttiva "bt" CEE 73/23 e 93/68
- DPR 4/12/1992 n. 476: "Direttiva EMC"
- Legge 1 Marzo 1968 n° 186 (G.U. n° 77 del 23/3/68) "Disposizioni concernenti la produzione di macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici".
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministro dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare n. 37 del 22 Gennaio 2008: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 Dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Ente Nazionale di Unificazione (UNI) Norme applicabili.
- Comitato elettrotecnico Italiano (CEI) Norme Applicabili.
- Norme CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
- Norme CEI 21-6 - Batterie di accumulatori al piombo;
- Norme CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- Norme CEI 20-40. Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- Tabella CEI-UNEL 35024/1 -Portata dei cavi;
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/3/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.;
- Decreto 13/ Luglio 2011: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o altra macchina operatrice e di unità cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizio.

1.2 NORMATIVA RFI

- IS 365: Trasformatori di isolamento monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria destinati agli impianti di sicurezza e segnalamento;
- IS 732 "Sistema integrato di alimentazione e protezione per impianti di sicurezza e segnalamento;
- RFI DTC ST E SP IFS ES 728 A: "Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione"
- nota RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000152 Modifica della tipologia di cavi presenti nelle specifiche LFM riguardanti il Miglioramento della sicurezza in galleria
- Sistemi integrati di alimentazione e protezione, trasmessa con nota RFIDMA\A0011\P\2007\3553 del 03/12/2007.
- IS 228: Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudi di dispositivi indicatori dello stato di isolamento dei cavi degli impianti di sicurezza e segnalamento;
- IS 394: Norme tecniche per l'alimentazione degli impianti del blocco automatico, dei sistemi di rilevamento temperatura boccole e delle stazioni radio base;
- ES 410: Cavi armati per posa fissa non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi. Tensione di esercizio $U_0/U = 2,3/3$ kV con classificazione di reazione al fuoco ai sensi del regolamento UE 305/2011;
- IS 768: Norme tecniche per la fornitura di cavi elettrici per posa fissa per l'alimentazione del blocco automatico non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi con conduttore in alluminio adatti per l'alimentazione delle utenza lungo linea. Tensione di esercizio $U_0/U = 2,3/3$ kV;
- "Criteri di applicazione della specifica tecnica di fornitura IS 732 Rev. D per l'elaborazione dei progetti dei sistemi di alimentazione degli ACC ed ACC_M da porre a base di gara" emessa dalla DNSSO della Direzione Tecnica RFI in data 7/7/2010, n. RFI-DTC-DNS\A0011\P\2010\1025
L'edizione delle Norme sopra richiamate si intende quella vigente al momento della stipula del contratto.

2 OGGETTO

La presente relazione tecnica ha per oggetto la descrizione degli impianti e delle opere necessarie alla fornitura e posa in opera del sistema di alimentazione del nuovo PM di Cargnacco (Udine).

Il nuovo apparato di sicurezza e gli impianti annessi saranno alimentati da Sistemi Integrati di Alimentazione e Protezione (SIAP) rispondenti alla Norme Tecniche IS 732 Rev D. Nella tabella seguente sono elencati le località di servizio e le fermate nelle quali verranno forniti e posati i nuovi sistemi di alimentazione.

| IMPIANTO | SISTEMA IMPLEMENTATO | POTENZA SISTEMA SIAP [KVA] | POTENZA GRUPPO ELETTROGENO [KVA] |
|--------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| PM CARGNACCO | SIAP TIPO B | 60 | 120 |

2.1 APPARATO SIAP DI TIPO B

Nelle località di servizio e nelle fermate dove è prevista la fornitura e la posa di un SIAP di tipo B l'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera di:

- una sezione ENEL/GE composta da:
 - N. 1 gruppo elettrogeno in versione da interno;
 - N. 1 quadro di commutazione rete/G.E;
- una sezione di continuità composta da:
 - N. 1 quadro gestore;
 - N. 2 centraline di continuità;
 - N. 1 stabilizzatore di tensione (sezione c.a.).
 - N. 1 batterie di accumulatori al piombo della capacità idonea ad assicurare una autonomia di 30 minuti a piano carico;
 - N. 1 quadro di rifasamento automatico;

Il Quadro Gestore del SIAP deve essere dotato di porte seriali RS232 e RS485 compatibili con protocollo standard per il comando e controllo dei vari organi di sezionamento e protezione. Nella specifica IS 732 D sono elencati dettagliatamente tutti i comandi, i controlli e le misure che il quadro mette a disposizione e che devono essere gestite dal sistema di diagnostica.

Le attività di posa in opera del SIAP comprendono:

il trasporto, lo scarico ed il posizionamento all'interno dei locali;

- le interconnessioni tra le apparecchiature compresa la fornitura e posa in opera dei cavi del tipo FG16OM16 della sezione e formazione adeguata, compresi i connettori;

- la posa in opera del gruppo elettrogeno, completo di tutti gli accessori e sicurezze elettriche e meccaniche;

- il collegamento tra il serbatoio di servizio ed il serbatoio di accumulo;

- le prove di esercizio, collaudo e la messa in servizio.

Nelle tavole di progetto è riportato lo schema elettrico del sistema di alimentazione per ciascuna località di servizio/fermata.

L'appaltatore, se l'apparato lo richiede, dovrà inoltre provvedere alla fornitura e posa in opera di una sezione in corrente continua con ingresso 3x400 V ed uscita a 48 V, di potenza adeguata all'apparato, avente le caratteristiche descritte al punto 2.02.7 della specifica tecnica IS 732 Rev. D.

Gli oneri per la fornitura e posa in opera di tale dispositivo sono compresi e compensati nella tariffa dei prezzi AC richiamata nella convenzione.

2.1.1 PRESCRIZIONI PER IL GRUPPO ELETTROGENO

Per l'installazione del Gruppo Elettrogeno l'Appaltatore dovrà rispettare le disposizioni contenute nel DM 13 Luglio 2011: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"

In particolare :

- per le installazioni all'aperto occorre rispettare il punto 2, capo II circa la distanza di sicurezza dalle zone circostanti;
- per le installazioni all'interno, dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza tra la macchina e le pareti circostanti (almeno 60 cm).

2.1.2 PRESCRIZIONE PER IL LOCALE BATTERIE

Durante il funzionamento la batteria, soprattutto durante la fase di carica rapida e di sovraccarico, emette una miscela di gas costituita da idrogeno ed ossigeno che può costituire una miscela esplosiva nell'atmosfera circostante se la concentrazione di idrogeno nell'aria supera il 4% in volume (Norma CEI EN 50272-2). Pertanto è necessario che nel locale batteria sia presente una ventilazione preferibilmente naturale (ma anche forzata) che mantiene la concentrazione di idrogeno al di sotto del limite di cui sopra.

Come riportato nella Norma, la portata minima d'aria da assicurare per la ventilazione del locale batterie è data dalla formula:

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Dove

Q = flusso d'aria di ventilazione in [m³/h];

n = numero di elementi della batteria;

I_{gas} = corrente che produce gas espressa in [mA/Ah];

C_{rt} = Capacità della batteria al piombo espressa in [Ah]

La formula per calcolare I_{gas} è la seguente:

$$I_{\text{gas}} = I_{\text{float}}/I_{\text{boost}} \cdot f_g \cdot f_s$$

Dove:

I_{float} = corrente di carica in tampone in condizione di carica totale;

I_{boost} = corrente di carica rapida in condizione di carica totale;

f_g = fattore di emissione del gas;

f_s = fattore di sicurezza per tenere conto di elementi difettosi

La stessa Norma CEI EN 50272-2 riporta i valori da considerare per ciascuna tipologia di batteria. Utilizzando in ambito ferroviario batterie al Piombo VRLA (Valve Regulated Lead Acid), e mettendoci nel caso peggiore rappresentato dalla batteria in carica rapida, si avrà:

$$f_g = 0,2;$$

$$f_s = 5;$$

$$I_{\text{boost}} = 8$$

Da cui si ricava il valore I_{gas} = 8 [mA/Ah]

I valori di "n" - numero di elementi della batteria e della capacità delle batterie in funzione della potenza dell'impianto è riportata nella Specifica Tecnica IS-732 Rev. D.

Infine nelle immediate vicinanze delle batterie, deve essere osservata una distanza di sicurezza in aria entro la quale sono vietati dispositivi incandescenti o che possono emettere scintille (es. gli interruttori dei quadri elettrici).

La distanza minima "d" da rispettare è data dalla seguente formula:

$$d = 28,8 \sqrt[3]{I_{\text{gas}}} \sqrt[3]{C_{\text{rt}}} \sqrt[3]{N}$$

dove I_{gas} e C_{rt} sono stati definiti sopra, ed N rappresenta il numero di elementi per monoblocco.

Dalla sviluppo della formula risulta una distanza di circa 50 cm.

Pertanto al di fuori dello spazio sopra definito, l'impianto elettrico può essere considerato ordinario.

2.2 QUADRI ELETTRICI QUE e QUP

Nelle località di servizio e nelle fermate a valle del sistema SIAP è prevista la fornitura e la posa di due quadri elettrici denominati rispettivamente:

- Quadro utenze privilegiate (QUP)
- Quadro utenze essenziali (QUE)

In detti quadri è prevista l'installazione degli organi di protezione e comando delle linee in uscita e la posa dei trasformatori di separazione galvanica.

La prescritta separazione galvanica tra le barre preferenziale/no-break e le utenze derivate è ottenuta mediante trasformatori di isolamento rispondenti alla specifiche IS 365 dotati di circuito di limitazione delle correnti di spunto.

I quadri QUE e QUP saranno costituiti da un armadio modulare dotato di più scomparti affiancati.

La struttura del quadro sarà realizzata con strutture in lamiera snervata di acciaio con spessore 15/10 e 20/10 di millimetro e pannelli di chiusura. La struttura sarà chiusa su ogni lato e posteriormente, ed il pannello posteriore dovrà poter essere rimosso unicamente tramite attrezzo al fine di poter ispezionare o rimuovere eventuali apparecchiature fuori uso. La carpenteria nel complesso dovrà essere opportunamente trattata, internamente ed esternamente, contro la corrosione mediante cicli di verniciatura esenti da ossidi di metalli pesanti, di colore RAL7035. Le portine anteriori saranno incernierate ed avranno una tenuta garantita da apposite guarnizioni di gomma con chiusura a serratura con chiave tipo Yale o ad impronta incassata, quadra o triangolare. Le portine saranno provviste di opportune asole, comprensive di idonee cornici coprifilo, al fine di consentire la fuoriuscita delle leve di comando degli interruttori di potenza installati all'interno del quadro.

Le principali caratteristiche elettriche del quadro in oggetto sono:

- Tensione nominale di impiego: 400/230 V trifase con neutro
- Tensione di isolamento: 1000 V
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta impulso: 8 kV
- Corrente nominale di c.to c.to I_{cw} : almeno 70 kA
- Segregazione: Forma 3
- Grado di protezione: IP 30
- Portelle: In lamiera incernierata
- Installazione: A pavimento
- Entrata/uscita cavi: Dal basso
- Classe di isolamento: II

La carpenteria dovrà essere dimensionata affinché la temperatura di esercizio assicuri una adeguata dissipazione del calore prodotto dalle apparecchiature ed in particolare dai trasformatori. Allo scopo qualora necessario si dovranno installare dei torrini di estrazione aria sulla parte sommitale del quadro.

Sulla parte bassa del quadro sarà presente una morsettiera DIN per l'attestazione dei cavi di alimentazione delle varie utenze, di sezione adeguata al cavo da morsettare di volta in volta. I quadri dovranno contenere le apparecchiature indicati sugli schemi di progetto.

Le sbarre presenti nel quadro saranno in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati, fissate alla struttura a mezzo di appositi supporti isolanti (porta barre). Sia le sbarre sia i supporti isolanti saranno disposti in modo tale da permettere modifiche e/o ampliamenti futuri nel quadro.

Tutti i conduttori presenti nel quadro dovranno essere identificati a mezzo di apposite targhette identificative installate alle estremità di ciascun cavo per la loro univoca identificazione, così come le morsettiere, del tipo componibile su guida unificata, a cui si attestano i singoli cavi, dovranno essere munite di numerazione corrispondente agli schemi elettrici di progetto e opportunamente separate con diaframmi isolanti tra le varie utenze.

Le sbarre principali dovranno essere dimensionate termicamente per un'intensità pari al doppio della taglia degli interruttori generali della rispettiva sezione, mentre le sbarre di distribuzione secondaria dovranno essere dimensionate termicamente per un'intensità pari a 1,5 volte quella degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Tutte le sbarre, comunque, dovranno essere dimensionate per sopportare le sollecitazioni dinamiche per i valori delle correnti di corto circuito previste. Nel quadro dovrà essere installato il conduttore di protezione, in barra di rame, che dovrà essere dimensionata sulla base delle sollecitazioni dovute alle correnti di guasto (vedi CEI 17-13/1).

2.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti, intesi ad evitare il contatto delle persone con parti normalmente in tensione dell'impianto, sarà ottenuta con l'uso di scatole, quadri e contenitori apribili solo con utensile e cavi elettrici in doppio isolamento o cavi a semplice isolamento opportunamente protetti.

2.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà ottenuta con le modalità appresso descritte in funzione del sistema elettrico presente.

2.4.1 SISTEMA TT

Questo sistema è presente tra il punto di consegna dell'energia elettrica della rete Pubblica in bassa tensione (400V 3F+N) ed il primario dei trasformatori dei vari rami del sistema di alimentazione di continuità e delle utenze privilegiate.

La protezione sarà ottenuta con il metodo dell'interruzione automatica dell'alimentazione.

La norma CEI 64/8 nel caso del sistema TT prevede che venga soddisfatta seguente relazione (art. 413.1.3.2):

$$R_A * I_A < 50$$

dove:

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, espresse in ohm;

I_A è la corrente che provoca il funzionamento del dispositivo di protezione, in ampere.

Se il dispositivo è un interruttore differenziale, questa è la corrente differenziale.

2.4.2 SISTEMA TN-S

Questo sistema è presente a valle dei trasformatori MT/bt (funzionamento ordinario) e del Gruppo Elettrogeno (funzionamento in emergenza) in quanto il centro stella dei trasformatori e dell'alternatore devono essere collegati allo stesso impianto di terra.

E' inoltre presente a valle dei trasformatori d'isolamento che presentano il centro stella connesso a terra.

La protezione da adottare è quella dell'interruzione dell'alimentazione come previsto dalle CEI 64-8 che prevede che venga soddisfatta la seguente relazione (punto 413.1.3.3):

$$Z_s * I_A < U_0$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto;

I_A è la corrente che provoca il funzionamento del dispositivo di protezione entro un tempo predefinito;

U_0 è la tensione nominale del sistema verso terra.

Il centro stella dell'alternatore del GE deve essere connesso all'unico impianto terra;

2.4.3 SISTEMA IT

Tale sistema consente di soddisfare la continuità di esercizio, infatti in caso di guasto a terra il sistema evolve da IT a TN senza l'intervento delle protezioni e senza pericolo per le persone.

La norma CEI 64/8 nel caso del sistema IT prevede che venga soddisfatta seguente relazione (art. 413.1.5.3):

$$R_T * I_d < 50$$

dove:

R_T è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse, in ohm;

I_d è la corrente di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa, in ampere.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI

- Installazione di un controllore di isolamento sulla barra di continuità in c.a.;
- Realizzazione di un unico impianto di terra;
- Separazione della barra di continuità dalle utenze alimentate ottenuta con trasformatori d'isolamento a NT IS 365;
- Creazione di un'area equipotenziale tra il SIAP ed i quadri elettrici con l'uso di conduttori aventi una sezione minima di 25 mm² in modo da soddisfare la seguente relazione:

$$R < 50/I$$

Dove I è la corrente che provoca per sovracorrente l'intervento degli interruttori.

Separazione elettrica

Per le utenze essenziali (ACC, TLC) si deve adottare il metodo della separazione elettrica, come previsto dalla CEI 64-8 art. 413.5 e 413.6.
L'alimentazione è ottenuta mediante un trasformatore d'isolamento a norma IS 365; le parti attive e le masse saranno isolate da terra.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI

- a) Le masse dei circuiti alimentati dallo stesso trasformatore devono essere isolate da terra e collegate tra loro per mezzo di conduttori equipotenziali non collegati terra di sezione idonea a garantire l'intervento delle protezioni a seguito di due guasti su conduttori di diversa polarità interessanti due diverse masse. Tale collegamento equipotenziale dovrà essere realizzato con doppio cavo da 16 mm² di colore blu chiaro fascettato con nastratura G/V ogni 50 cm circa.
- b) La tensione nominale del circuito separato, non deve superare 500 V. Le parti attive del circuito separato non devono essere connesse in alcun punto a terra e devono essere separate rispetto a quelle di altri circuiti con un isolamento equivalente a quello esistente tra avvolgimento primario e secondario del trasformatore di isolamento.
- c) In accordo con la CEI 64-8 parte 413.6.6 il prodotto della tensione nominale del circuito separato, in Volt, per la lunghezza, in metri, della relativa conduttanza elettrica non deve essere superiore a 100.000Vm;
- d) Deve essere apposto sul quadro uno schema elettrico con l'indicazione dei collegamenti equipotenziali non connessi all'impianto di terra, inoltre devono essere apposti idonei cartelli monitori con l'indicazione di non modificare nel tempo lo stato degli impianti.
- e) Per verificare l'isolamento dei cavi è necessario collegare periodicamente i collegamenti equipotenziali a terra ed a questo scopo l'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera per ciascun equipotenziale di un "chiuditore di terra" manuale da chiudere prima della prova ed aprire al termine della stessa;