



# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei lavori pubblici

## Ente acque della Sardegna

Servizio Progetti e Costruzioni



**“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -  
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -  
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”  
CIG- 7291196547- CUP: I86B05000050002**

### PROGETTO ESECUTIVO

#### OGGETTO DELL'ELABORATO

Relazione tecnica impianti elettrici  
Parte generale

#### ID ELABORATO

**R.16.1**

SCALA

-

CODIFICA ELAB

R.16-ENAS539Rti081R2

**Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche e coordinatore di progetto:**  
Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

**Responsabile progettazione strutturale e geotecnica:**

Ing. Pietro Diliberto (S.T.P. s.r.l.)

Collaboratori:

Ing. Ettore Galbo (H.E. s.s.)

**Responsabile della progettazione idraulica:**

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

Prof. Ing. Gabriele Freni

Ing. Fulvio Galbo (H.E. s.s.)

Ing. Piera De Luca (H.E. s.s.)

**Il Responsabile Unico del Procedimento**  
**Ing. Stefano Serra**

**Responsabile della progettazione impianti elettrici e TLC:**  
Ing. Giovanni Gabellone (H.E. s.s.)

**Responsabile rilievi GPS/LS:**

Geom. Alberto Bianco

Collaboratori:

Geom. Lorenzo Verme (H.E. s.s.)

**Responsabile coordinamento sicurezza in fase di progetto:**

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Giampiero Pili (S.T.P. s.r.l.)

Ing. Giovambattista Lombardo (H.E. s.s.)



(Capogruppo Mandataria)



(Mandante)



Prof. Ing. Gabriele Freni  
(Mandante)



Dott. Geol. Mario Strinna  
(Mandante)



Società cooperativa  
(Mandante)

2	settembre 2019	osservazioni verificatore	STP	PD	DG
1	Aprile 2019	Istruttoria RUP 13/03/2019	STP	PD	DG
0	FEBBRAIO 2019	PRIMA EMISSIONE	STP	PD	DG
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	RED.	VER.	APPR.



## Sommario

Sommario .....	1
1   PREMESSA .....	2
2   DESCRIZIONE DEI LUOGHI – STATO DI FATTO .....	3
2.1 Stato di fatto - Vasca di carico di Casteldoria .....	3
2.2 Stato di fatto - Vasca terminale di Porto Torres .....	4
2.3 Stato di fatto - Vasca terminale di Truncu Reale .....	6
3   RIFERIMENTI NORMATIVI .....	8
4   DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E FORNITURA DEGLI IMPIANTI .....	11
4.1 Definizioni .....	13
Distribuzione principale e secondaria .....	14
Distribuzione terminale .....	14
5   PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA .....	15
5.1 Protezione contro i contatti diretti .....	15
5.2 Protezione contro i contatti indiretti .....	15
5.3 Protezione contro le sovracorrenti .....	16
5.3.1   Protezione contro i sovraccarichi .....	16
5.3.2   Protezione contro i corto circuiti .....	17
6   DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICO .....	19
6.1 Impianto luce ordinaria .....	19
6.2 Impianto luce d'emergenza .....	19
6.3 Simulazione illuminotecnica .....	20
7   Dimensionamento impianto .....	21
7.1 Calcolo del carico e delle portate .....	23
7.2 Calcolo della caduta di tensione .....	24
7.3 Corrente di corto circuito .....	25
8   Impianto di terra .....	27
9   INTERFERENZE DELLE NUOVE OPERE CON QUELLE ESISTENTI .....	30



## **1 PREMESSA**

Gli interventi del presente progetto sono relativi all’adeguamento delle strutture idrauliche, murarie e della sostituzione di opere elettromeccaniche su tre impianti del sistema idrico Enas presenti nella provincia di Sassari. Più precisamente, le vasche oggetto di intervento sono: **la vasca di Carico di Casteldoria e le due vasche terminali di Porto Torres e Truncu Reale.**



## **2 DESCRIZIONE DEI LUOGHI – STATO DI FATTO**

I 3 impianti oggetto d'intervento sono simili tra loro, composti da una vasca (di carico per Casteldoria e terminale le restanti due) ed una camera di manovra parzialmente interrata, nonché di pozzetti interrati all'interno dei quali sono alloggiati le opere elettromeccaniche di sezionamento, by-pass e misuratore di portata delle linee idrauliche. Attualmente alimentati in BT con sistema TT (per le vasche di Casteldoria e Truncu Reale) e TN-S (per la vasca di Porto Torres) gli impianti sono già dotati di un punto di consegna ad esclusione della vasca di carico di Casteldoria, sarà pertanto, nell'impianto di Casteldoria, realizzata una nicchia di ricezione della fornitura elettrica posta in prossimità del cancello di ingresso. Tutti gli impianti elettrici saranno soggetti ad adeguamento ed ampliamento per la gestione dei nuovi sistemi elettromeccanici previsti in progetto.

### **2.1 Stato di fatto - Vasca di carico di Casteldoria**

Nel seguente paragrafo vengono illustrate sinteticamente le condizioni dell'impiantistica elettrica presente sul sito della vasca di carico della linea Coghinas 2° di Casteldoria, così come riscontrate durante il sopralluogo effettuato in data 22/10/18 e documentate graficamente negli allegati, rispetto a quanto indicato dal progetto definitivo.

Attualmente privo di alimentazione elettrica propria (non c'è uno specifico punto di consegna), l'impianto risulta inoltre, in conformità con quanto descritto dal progetto definitivo, privo di un sistema di condutture esterne che permetta la distribuzione di linee di alimentazione per l'illuminazione esterna, di potenza per l'alimentazione delle paratoie, di segnale per la gestione dei misuratori di livello delle vasche e per la realizzazione dell'impianto di terra. All'interno della camera di manovra è presente un piccolo quadro di gestione e protezione in uno stato di degrado avanzato e, conseguentemente, con un grado di protezione compromesso e non conforme alle norme vigenti in materia (da dismettere secondo progetto definitivo) così come, sempre all'interno del suddetto quadro, sono presenti dei dispositivi di protezione datati, non funzionanti anch'essi destinati alla dismissione (come da progetto definitivo).

Dal quadro di gestione e protezione si dirama una linea che alimenta un sottoquadro avente il compito di proteggere e gestire la linea luce e la linea f.m. interne.



La linea f.m. è costituita da due prese industriali interbloccate dotate di fusibili del tipo 2P+T 230V e 3P+T 400V. Entrambe le prese si presentano in buono stato e quindi riutilizzabili (secondo progetto definitivo) previa verifica di corretto funzionamento ed eventuale revisione.

La linea d'illuminazione interna, gestita da interruttore unipolare posto all'ingresso della camera, è costituita da due plafoniere del tipo FL2\*58 non funzionanti e comunque non sufficienti a garantire l'illuminamento medio richiesto dalla normativa e, pertanto, da eliminare (come da progetto definitivo). L'intero sistema di condutture delle linee risulta datato nonché deteriorato e, pertanto, da sostituire completamente (come da progetto definitivo). Non presente il sistema d'illuminazione di sicurezza.

Per quanto riguarda l'impianto di terra, sono state individuate alcune corde nude in rame interrotte e completamente deteriorate o comunque compromesse; risulta quindi necessario il completo rifacimento dell'impianto di terra (come da progetto definitivo).

Nel complesso, quanto verificato dell'impianto elettrico risulta congruo con i relativi interventi previsti dal progetto definitivo.

## **2.2 Stato di fatto - Vasca terminale di Porto Torres**

Nel seguente vengono illustrate sinteticamente le attuali condizioni dell'impiantistica elettrica della vasca terminale della linea Coghinas 1° di Porto Torres, così come riscontrate durante il sopralluogo effettuato in data 23/10/2018, rispetto a quanto indicato dal progetto definitivo.

Attualmente in esercizio, l'impianto è alimentato dall'ente fornitore con una linea MT il cui punto di consegna risulta ubicato nella camera di sollevamento. L'impianto di alimentazione è caratterizzato da un sistema di distribuzione del tipo TN-S.

### **Camera di sollevamento**

Non interessata da interventi di tipo strutturale secondo progetto definitivo, nella Camera di Sollevamento sono presenti il quadro Q.S.A. (da verificare e riutilizzarsi, come da progetto definitivo), i trasformatori MT/BT nonché il quadro generale da cui parte la linea di alimentazione del quadro QCMVES (ubicato nella camera di manovra) con composizione 5G25 attraverso posa interrata (come da progetto definitivo).



Sono inoltre presenti quadri di gestione e protezione, linee luce e forza motrice e gestione valvole e segnali in buone condizioni in quanto di recente installazione (confermato anche nel progetto definitivo) ma di cui non si conoscono le caratteristiche tecniche. Anche la parte d'illuminazione esterna a servizio della camera di sollevamento risulta funzionante ed in buone condizioni.

### **Camera di manovra**

Piano Terra: al piano terra della camera di manovra è presente il quadro QCMVES che si presenta in buono stato da revisionare al fine del suo riutilizzo (come da progetto definitivo). Tale quadro gestisce le linee luci e forza motrice della camera di manovra nonché l'alimentazione dei quadri QCOMANDO+E1 e Q.POTENZA+EP entrambi da eliminare (come da progetto definitivo). Sempre al piano terra sono presenti un gruppo prese ed una plafoniera, entrambi funzionanti e riutilizzabili previa revisione e ricollocazione (come da progetto definitivo).

Piano Interrato: Nel piano interrato risultano presenti e funzionanti sia i corpi illuminanti che le prese interbloccate che possono quindi essere riutilizzate dopo revisione e riposizionamento (come da progetto definitivo). Per quanto riguarda le condutture, sia metalliche che non, si riscontrano lunghi tratti rovinati, datati e, pertanto, da eliminare (come da progetto definitivo). Sempre nel piano interrato è presente un quadro a bordo macchina che gestisce i segnali e le valvole da eliminare (come da progetto definitivo).

### **Camera opera di presa**

Interessata anche da interventi di tipo strutturale (come indicato nel progetto), nella camera opera di presa è presente un quadretto di gestione e protezione, una linea luci e una linea forza motrice, funzionanti ma in pessime condizioni e, pertanto, da eliminare (come da progetto definitivo).

### **Area esterna**

Nell'area esterna, come indicato dal progetto, è presente un solo cavidotto interrato utilizzato per la linea di alimentazione del Q.CM. Si riscontra la presenza di n° 4 proiettori da parete per l'illuminazione dell'area circostante la camera di manovra, funzionanti e riutilizzabili, dopo revisione (come da progetto definitivo). Non risultano presenti armature stradali in funzione mentre sono presenti due proiettori a



parete posizionati sulla camera opera di presa, rivolti verso le vasche, da eliminare e sostituire (come da progetto definitivo).

Nel complesso, quanto verificato dell'impianto elettrico risulta congruo con i relativi interventi indicati dal progetto definitivo.

### **2.3 Stato di fatto - Vasca terminale di Truncu Reale**

Nel seguente paragrafo vengono illustrate sinteticamente le condizioni dell'impiantistica elettrica presente nella vasca terminale della linea Coghinas 2° di Truncu Reale, così come riscontrate durante il sopralluogo effettuato in data 24/10/2018, e documentate graficamente negli allegati, rispetto a quanto indicato dal progetto definitivo.

Attualmente in funzione, l'impianto è alimentato dall'ente fornitore con una linea BT con punto di consegna ubicato in prossimità del cancello d'ingresso dell'impianto. Dal punto di consegna, l'alimentazione giunge al Q.G. attraverso una linea 4\*10 con posa interrata, coerentemente a quanto riportato nel progetto definitivo. Dal Q.G. vengono gestite le linee riguardanti la camera di manovra, l'illuminazione esterna, di segnale sov e le linee di alimentazione del Q.ACEP e del Q. comando valvole ubicato al piano primo.

#### **Camera di manovra**

PIANO TERRA: nel piano terra è presente il Q.G che risulta in buone condizioni e, pertanto, potrebbe essere riutilizzato previa revisione e verifica dell'isolamento, benché il progetto definitivo preveda il suo completo rifacimento. Il Quadro gestisce le linee di alimentazione valvole e sensori, l'illuminazione e la forza motrice della camera di manovra. Le condutture della linea luci e della forza motrice risultano per gran parte in buone condizioni, eccezione fatta per alcuni tratti in cui risulta necessaria la sostituzione sia delle condutture che delle cassette di derivazione (come da progetto definitivo). Risultano in buone condizione e funzionanti, i corpi illuminanti e le prese interbloccate che possono essere riutilizzati, dopo eventuale revisione e riposizionamento (come da progetto definitivo). Viceversa, la canalina metallica e le condutture di alimentazione valvole e sensori si presentano in molti tratti logore e fatiscenti e, conseguentemente, da eliminare (come da progetto definitivo).





PIANO PRIMO: nel piano primo sono attualmente presenti due camere servite dall'impianto elettrico. Nella prima sono presenti il Q.COM.VALV (da eliminare secondo progetto definitivo), il quadro Q.ECOS e Q.SAT (in ottime condizioni e riutilizzabili come indicato nel progetto) ed il quadro di gestione della centrale oleodinamica (da eliminare, in conformità con il progetto definitivo); risultano in buono stato le condutture e gli utilizzatori delle linee di gestione luci e forza motrice.

Nella seconda camera, posta a ridosso delle vasche, è presente un quadretto di protezione e gestione destinato alla dismissione (come da progetto definitivo), due proiettori a parete dedicati all'illuminazione delle vasche, passibili di riutilizzo previa revisione (come da progetto definitivo).

### **Camera di manovra opere di erogazione**

La camera di manovra opere di erogazione, che nel progetto definitivo risulta oggetto di intervento di tipo strutturale, è dotata di impianto di illuminazione e forza motrice funzionante ma composto da condutture in alcuni tratti rovinate e, pertanto, destinata al totale rifacimento (come da progetto definitivo).

### **Area esterna**

Nell'area esterna non sono presenti sufficienti cavidotti interrati che permettano la distribuzione dell'alimentazione in tutto l'impianto (come da progetto definitivo). Tutte le armature stradali presenti sono funzionanti ma necessitano di revisione e riposizionamento (come indicato nel progetto definitivo); nel complesso l'illuminazione esterna non pare sufficiente a soddisfare l'illuminamento necessario e quindi sarà necessario l'ampliamento (come da progetto definitivo).

### **Torrino piezometrico**

Le condutture utilizzate per l'alimentazione della linea SOV non riversano in buone condizioni e sarà quindi necessario il rifacimento delle stesse nonché la sostituzione dei corpi di segnalazione degli ostacoli al volo (come da progetto definitivo).

Nel complesso, quanto verificato dell'impianto elettrico risulta congruo con i relativi interventi indicati dal progetto definitivo.





### **3 RIFERIMENTI NORMATIVI**

La presente progettazione è stata sviluppata secondo quanto disposto dalle normative tecniche di settore, in particolare le Norme CEI, al fine di realizzare l'impianto a regola d'arte.

Inoltre, l'impianto elettrico è stato progettato in conformità a quanto previsto dalle seguenti leggi, decreti e circolari ministeriali:

NORME CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in AC e 1500 in CC
Norme CEI 20-22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
Norme CEI 20-115	Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio
Norma CEI 14-8	Trasformatori di potenza a secco
D.M. Ambiente n° 145 del 1/4/98	Norme in materia di trasporto di rifiuti
D.L. n. 209 del 22.5.99	Direttiva smaltimento policlorofenili e policloro-trifenili
D.M. n° 37 del 22/1/2008	Norme per la sicurezza degli impianti
Legge n° 186 del 1/3/1968	Regola d'arte per gli impianti elettrici
D. LGS. n° 81 del 9/4/08	Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

I quadri saranno conformi alla normativa nazionale ed internazionale per le apparecchiature elettroniche ed elettriche funzionanti a 400 V, 50 Hz e in particolare:



NORME CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in ca e 1500 in cc
Norme CEI 44-5	Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine.
Norma CEI 23-48	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili
IEC EN 60439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra tipo AS e ANS
IEC EN 60439-2	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra – condotti sbarre
Norma CEI EN 61131	Controllori programmabili
Legge n° 168 del 1/3/1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
Legge n° 791 del 18/10/1977	Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n. <a href="#">73/23/CEE</a> ) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Eventuali normative specifiche richiamate in altri documenti del progetto o applicabili ad impianti o parti d’impianto;</li></ul>	



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres - Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas - Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*

Progetto esecutivo

---

- Tutte le leggi, le norme, i regolamenti e quant'altro applicabile agli impianti in questione in vigore all'atto della realizzazione delle opere.



## **4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E FORNITURA DEGLI IMPIANTI**

I lavori da eseguire nei tre impianti consistono nella:

- Rimozione e/o revisione degli impianti elettrici ed elettromeccanici esistenti;
- Installazione nuovi impianti elettromeccanici di potenza adeguata;
- Installazione del gruppo elettrogeno di emergenza 20kVA (esclusa la vasca di carico di Casteldoria);
- Realizzazione dell'impianto elettrico comprendente:
  - Il rifacimento completo dell'impianto di Casteldoria, l'ampliamento e la revisione degli impianti delle vasche terminali di Porto Torres e Truncu Reale;
  - L'installazione di nuovi quadri in Bt nel locale quadri e in prossimità delle camere di manovra per l'alimentazione e la gestione delle apparecchiature elettromeccaniche.
  - La realizzazione e/o la revisione e l'ampliamento dell'impianto di terra.

In ogni impianto è prevista la rimozione e la rottamazione di alcune vecchie apparecchiature d'impianto; più precisamente i trasformatori, i quadri ed i cavi afferenti queste apparecchiature. Di seguito vengono indicate le caratteristiche delle forniture elettriche dei vari impianti

- Per quanto riguarda gli impianti di Casteldoria e Truncu Reale:

Ente fornitore dell'energia:	ENEL;
Stato del neutro e delle masse	Sistema TT;
Tensione di alimentazione:	400 V $\pm$ 10%;
Tipo di distribuzione:	3F + N;
Frequenza	50 Hz;
Tensione di Isolamento	1000 V
Corrente di corto circuito (presunta) al punto di consegna:	
• Per la vasca di Porto Torres:	10kA;
Ente fornitore dell'energia:	Cabina di trasformazione;
Stato del neutro e delle masse	Sistema TN.S;



---

Tensione di alimentazione:	400 V $\pm$ 10%;
Tipo di distribuzione:	3F + N;
Frequenza	50 Hz;
Tensione di Isolamento	1000 V
Corrente di corto circuito (presunta) al punto di consegna:	16kA;

Nelle vasche di Porto Torres e Truncu reale, nel caso dovesse venire a mancare la fornitura dell'energia da parte dell'ente di distribuzione la continuità del servizio verrà garantita dal gruppo elettrogeno 20KVA di nuova installazione. Il dimensionamento dei Gruppi Elettrogeni sono stati effettuati considerando per i motori il valore  $k_c=0,5$  e garantendo la contemporanea funzionalità delle luci di emergenza. Lo scambio rete-gruppo sarà gestito automaticamente dal quadro di controllo del gruppo elettrogeno stesso. È prevista, sempre per ogni stazione, anche l'installazione di un UPS da 2kVA per una maggiore continuità della fornitura di energia.

La potenza totale installata negli impianti di Truncu Reale e Casteldoria sarà pari a circa 18 kW, la potenza installata nell'impianto di Porto Torres sarà di circa 18 kW, i carichi saranno composti da:

- 1.Prese CEE: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 2 \text{ kW}$ ;
- 2.Prese 10/16 A: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 1 \text{ kW}$ ;
- 3.Ill. d'Emergenza: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 0.5 \text{ kW}$ ;
- 4.Linea Luci: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 1 \text{ kW}$ ;
- 5.Illuminazione Esterna: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 1 \text{ kW}$ ;
- 6.UPS: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 1.8 \text{ kW}$ ;
- 7.Riserva Trifase: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 0 \text{ kW}$ ;
- 8.Riserva Monofase: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 0 \text{ kW}$ ;
- 9.Quadro di Motori: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 16.5 \text{ kW}$ ;
- 10.PLC: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 1 \text{ kW}$
- 11.Alimentazione Inverter 1: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 7 \text{ kW}$
- 12.Alimentazione Inverter 2: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 5 \text{ kW}$
- 13.Alimentazione Inverter 3: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 4 \text{ kW}$
- 14.Alimentazione Inverter 4: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P= 3 \text{ kW}$



15.Apparecchi di Misura: con una potenza assorbita ipotizzata pari a  $P = 0.5 \text{ kW}$

La distribuzione principale verso i quadri generali avverrà attraverso una linea interrata con cavo multipolare FG16OM16 0,6/1kV conforme alle prescrizioni EN 50575 ed EN 13501 isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), in formazione e di sezione secondo quanto riportato nelle tabelle di calcolo allegate alla presente relazione. Le linee di alimentazione che collegano le elettropompe agli inverter saranno cablate con specifici conduttori che permettono l'attenuarsi dei disturbi relativi ai campi elettromagnetici presenti e per tal motivo scorreranno lungo cavidotti dedicati alle sole linee di segnale. Tali conduttori saranno schermati del tipo Unidral 100C o OlflexStatic.

I quadri degli impianti delle vasche del presente progetto saranno dotati di relativi dispositivi di misura di rete digitali, in grado di misurare l'energia elettrica consumata in circuiti monofase o trifase, in versione da pannello, tutti i contatori sono certificati MID e possono essere utilizzati per conteggi a scopo fiscale. I dispositivi di rete digitali devono essere capaci di misurare sia la tensione ai capi dei conduttori, sia la corrente in ogni singolo conduttore (L1, L2 ed L3).

#### **4.1 Definizioni**

Ai fini della seguente descrizione s'intende per:

- "la distribuzione principale" - l'insieme dei cavi che trasportano l'energia dal quadro generale di bassa tensione al quadro generale di stazione, nonché le vie cavo che li contengono e li proteggono meccanicamente;
- "la distribuzione secondaria" - l'insieme dei cavi che trasportano l'energia dal quadro generale di stazione ai quadri apparato, nonché le vie cavo che li contengono e li proteggono meccanicamente;
- "la distribuzione terminale" - l'insieme dei cavi che trasportano l'energia dal quadro apparati agli utilizzatori.



### **Distribuzione principale e secondaria**

È realizzata mediante linee in cavo del tipo FG16Om16, non propaganti l'incendio (EN 50575 ed EN 13501), posati entro apposite vie cavo realizzate con tubazioni, i cui percorsi si evincono dagli elaborati grafici.

Tutte le linee di distribuzione principali e secondarie dell'alimentazione normale sono realizzate con cavi del tipo FG16Om16.

Dalla nicchia in muratura in cui trova posto il contatore di energia o dal QSA a valle del trasformatore, ci si collega ad un centralino o ad un quadro BT in cui trova posto un interruttore magnetotermico differenziale per la protezione della linea.

Dal suddetto centralino/quadro BT parte il montante di alimentazione che arriva al quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT), passando nella conduttura adeguatamente predisposta entro il percorso identificato negli elaborati di progetto.

### **Distribuzione terminale**

È realizzata con cavi multipolari del tipo FG16Om16, non propaganti l'incendio (EN 50575 ed EN 13501). Le vie cavo impiegate sono realizzate con canala e minicanal isolante rigido di PVC autoestinguente serie pesante, per le linee di alimentazione dei motori verranno utilizzate canale metalliche del tipo forato o chiuso con coperchio, tubi rigidi in acciaio zincato e guaine guidacavi con anima in acciaio e rivestimento in pvc, ad esclusione dei tratti interrati che sono realizzati con tubo in PVC rigido per cavidotti interrati di tipo leggero, secondo quanto illustrato negli elaborati grafici di progetto.





## **5 PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA**

### **5.1 Protezione contro i contatti diretti**

Si verifica quando la persona entra in contatto con parti attive dell'impianto senza deliberato proposito. Le parti che sono normalmente in tensione devono essere ricoperte completamente da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso, rispondente ai requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione del relativo componente. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il funzionamento. Considerando, per esempio, un cavo elettrico, si dovrà provvedere alla sua protezione da calpestii, strappi ecc. nel caso che questi possano verificarsi durante l'esercizio, mediante delle appropriate modalità di posa.

Se l'isolamento è applicato durante l'installazione del componente, la sua efficacia deve essere equivalente a quella di analoghi componenti costruiti in fabbrica.

E' evidente che vi sono delle parti attive, come i morsetti, che devono essere accessibili e non possono essere completamente isolati. In questi casi la protezione può essere effettuata tramite involucri e barriere.

Gli involucri assicurano un determinato grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi o liquidi, mentre le barriere sono degli elementi che assicurano un determinato grado di protezione contro i contatti diretti solo lungo le normali direzioni d'accesso.

Il grado minimo di protezione richiesto dalla norma CEI 64-8 è IP 2X, con accessibilità al dito di prova. Per le superficie superiori di involucri orizzontali a portata di mano è richiesto un grado di protezione minimo IP 4X, corrispondente all'inaccessibilità da parte di un filo di diametro 1 mm. Questa regola non si applica a quei componenti che, per la loro specifica funzione, non ammettono il grado di protezione richiesto, come i portalampada e certi tipi di portafusibili

In base all'art. 412.5 della norma 64-8, è stata inoltre prevista la protezione aggiuntiva contro i contatti indiretti mediante l'uso di interruttori differenziali con corrente di intervento non superiore a 30 mA in tutti i circuiti terminali previsti.

### **5.2 Protezione contro i contatti indiretti**

Si verifica quando la persona tocca parti normalmente non in tensione ma che, in condizioni di guasto o di difetto di isolamento, possono trovarsi in tensione. Tenen-



do conto che l'impianto in oggetto è dotato di un sistema di distribuzione di tipo TN-S, la protezione dai contatti indiretti è assicurata sia dall'adozione di dispositivi di interruzione differenziale che dalla realizzazione di un idoneo sistema di collegamento equipotenziale all'impianto di terra della cabina di trasformazione esistente nella centrale di sollevamento. Si riporta comunque di seguito la relazione a cui fare riferimento per il dimensionamento dell'impianto di terra:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

**$Z_s$**  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il guasto e la sorgente (in ohm);

**$I_a$**  è la corrente d'intervento in ampere del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella tabella 4 (in funzione della tensione nominale  $U_0$ ) per i circuiti terminali con correnti non superiori a 32A oppure entro 5 secondi per i circuiti di distribuzione e per i circuiti terminali con correnti superiori a 32A, se si usa un interruttore differenziale  $I_a$  è la corrente differenziale nominale d'intervento.

**$U_0$**  è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

### 5.3 Protezione contro le sovracorrenti

Tutti i conduttori attivi saranno protetti dalle sovracorrenti. La protezione dei componenti dagli effetti dannosi causati dalle sovracorrenti sarà garantita da dispositivi automatici in grado di interrompere le correnti di sovraccarico fino al cortocircuito. I dispositivi prevedono quelli ammessi dalla norma CEI 64/8-4 (par. 432.1):

- interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili;

Le caratteristiche della protezione contro il sovraccarico saranno quelle previste al paragrafo 433.2 della norma CEI 64/8-4.

#### 5.3.1 Protezione contro i sovraccarichi

Per la protezione dalla correnti di sovraccarico, la norma CEI 64-8 sez.4 par. 433.2, "Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione" prevede che il dispositivo di protezione selezionato soddisfi le seguenti condizioni:



$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego
- $I_n$  la corrente nominale o portata del dispositivo di protezione
- $I_z$  la corrente sopportabile in regime permanente da un determinato cavo senza superare un determinato valore di temperatura
- $I_f$  la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale.

### 5.3.2 Protezione contro i corto circuiti

Per la protezione dalle correnti di corto circuito, il dispositivo di protezione selezionato deve essere in grado di interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose. In particolare devono essere verificate le seguenti condizioni:

$$I_{ccMax} \leq P.d.i.$$

dove:

$I_{ccMax}$  = Corrente di corto circuito massima

P.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione ( $I_k$ )

$$(I^2 t) \leq K^2 S^2$$

dove:

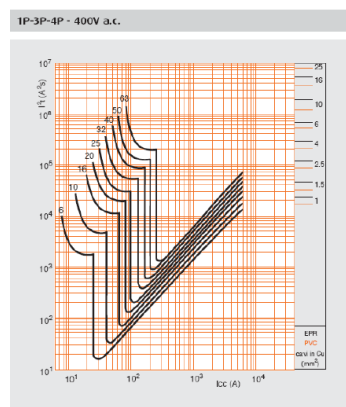
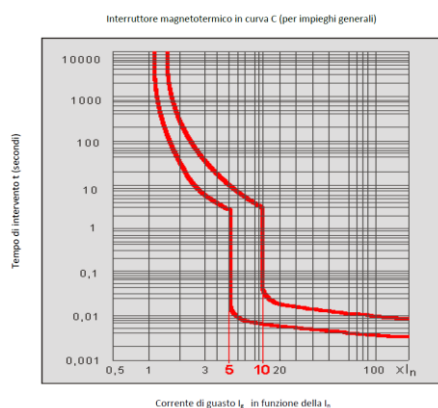
- $(I^2 t)$  è l'integrale di joule per la durata del corto circuito
- $K$  è un parametro che dipende dal tipo di conduttore e isolamento (dipende dal calore specifico medio del materiale conduttore, dalla resistività del materiale conduttore, dalla temperatura iniziale e finale del conduttore)
- $S$  è la sezione del conduttore
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione

Per garantire la protezione sia dal corto circuito che dal sovraccarico nelle linee degli utilizzatori (escluse le linee di alimentazione di valvole e paratoie) si è optato per l'utilizzo di dispositivi di protezione magnetotermici, dotati di modulo differenziale e non, con curva caratteristica di tipo C le cui curve di intervento sono di seguito illustrate:



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres - Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas - Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*

Progetto esecutivo



Nelle tabelle di calcolo allegate alla presente relazione sono contenuti i valori di energia specifica passante e portata delle condutture comparabili con i grafici sopra illustrati.

Per quanto riguarda la protezione delle linee di alimentazione di valvole e paratoie si è preferito rimandare la scelta dei dispositivi più consoni affinché sia garantito un perfetto coordinamento tra l'impianto di automazione che verrà realizzato e i dispositivi stessi.



## **6 DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICO**

### **6.1 Impianto luce ordinaria**

Gli impianti di illuminazione interna dovranno essere in grado di fornire un illuminamento, per livello e per qualità, commisurato alle esigenze specifiche delle operazioni da svolgere nei singoli ambienti secondo la Norma UNI 12464-1, che indica un livello di illuminamento medio  $\geq 200$  lux (valore medio mantenuto a livello del piano di lavoro) come riportato nel paragrafo 4.3 della relazione.

L'impianto di illuminazione sarà costituito da corpi illuminanti con lampada fluorescente aventi le seguenti caratteristiche:

- Corpo e schermo in policarbonato autoestinguente;
- Tubi fluorescenti 2x36W o 2x58W, temperatura di colore 4000K, resa cromatica  $R_a > 80$ ;
- Cablaggio elettronico, fattore di potenza  $> 0,90$ .

Il tipo di apparecchio impiegato dovrà presentare un fascio di emissione adatto all'impiego. Il collegamento degli apparecchi alla linea di alimentazione sarà realizzato mediante scatola di derivazione (IP65) dedicata entro la quale saranno eseguite le giunzioni dei cavi tramite appositi morsetti a vite. Il circuito di accensione farà capo ad un interruttore unipolare IP65 posto all'ingresso della camera. Tutti i corpi illuminanti funzionanti, presenti attualmente nell'impianto, dovranno essere sottoposti a revisione e reinstallati nelle posizioni indicate nelle tavole grafiche allegate alla relazione.

### **6.2 Impianto luce d'emergenza**

L'illuminazione di emergenza è riferita solo a quella di sicurezza, con lo scopo di permettere al personale eventualmente presente all'interno della camera, di raggiungere in sicurezza l'uscita di esodo presente e di raggiungere il luogo più sicuro. Allo scopo, saranno utilizzati gli stessi apparecchi per l'illuminazione ordinaria, ma dotati di gruppo autonomo di emergenza capace di soddisfare i livelli di illuminamento minimi prescritti dalla norma UNI 1838. I gruppi autonomi di emergenza installati negli apparecchi illuminanti dovranno garantire l'autonomia di un'ora.



### **6.3 Simulazione illuminotecnica**

I dati dimensionali utilizzati nel calcolo dell'impianto di illuminazione sono stati ricavati sulla base della normativa vigente. Il dimensionamento illuminotecnico delle camere e dell'area esterna è stato effettuato attraverso l'ausilio del software di calcolo e simulazione " Dialux " e in allegato vengono riportati i risultati ottenuti tenendo conto di un piano di lavoro posto ad altezze diverse a seconda della struttura della camera e delle operazioni a cui le camere sono destinate.



## **7 Dimensionamento impianto**

Tutti i componenti dell'impianto elettrico devono essere a regola d'arte (D.M. 37/08 art.5, art.6; DLgs 626/96) e idonei all'ambiente di installazione. Il materiale elettrico soggetto alla direttiva a bassa tensione, immesso sul mercato elettrico dopo il 1 gennaio 1997, deve essere marcato CE. Per il materiale elettrico non soggetto alla direttiva bassa tensione, come le prese a spina ad uso civile, si ricorre all'uso di prodotto con marchio di conformità alle norme, ad esempio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ).

La sezione del montante va scelta in funzione della potenza da trasportare, in modo da non superare la portata del cavo  $I_z$  e in relazione alla lunghezza per contenere la caduta di tensione. La caduta di tensione tra il gruppo di misura ed un qualsiasi punto dell'impianto non deve superare il 4% della tensione nominale (CEI 64-8/5) con il carico di progetto.

La corrente di cortocircuito nel punto di connessione alla rete è convenzionalmente stabilita in 6 kA per potenze monofasi e 10 kA per utenze trifasi. La progettazione di tutte le linee elettriche è stata eseguita in maniera da proteggerle dai sovraccarichi e dai corto circuiti verificando inoltre che la max caduta di tensione non superi il 4% della tensione nominale.

Dai calcoli le apparecchiature, contenute nei quadri elettrici, risultano avere idoneo potere di rottura secondo quanto indicato nelle Norme CEI 64-8 artt. 434.3, 434.3.1 e 434.3.2. Per tener poi conto del contributo dei vari motori elettrici, le sbarre del quadro devono essere dimensionate, per quanto riguarda gli effetti termici, in base ad una corrente di cortocircuito (valore efficace) superiore alla corrente di breve durata dell'interruttore generale e per quanto riguarda gli sforzi elettrodinamici, in base ad una corrente di picco superiore al potere di interruzione dell'interruttore stesso.

Di seguito sono elencati sia i criteri utilizzati per il dimensionamento delle varie parti dell'impianto elettrico, nelle tabelle di calcolo allegate alla relazione sono contenuti i valori ottenuti durante la progettazione.

I cavi avranno la seguente colorazione:

- cavi multipolari: colorazione della guaina prevista dalla tabella UNEL 00721-69; i cavi multipolari di tipo S senza conduttore di protezione avranno la colorazione delle anime conforme alle tabelle CEI UNEL





00722-78; i cavi multipolari di tipo T avranno il conduttore di protezione di colore giallo-verde.

- cavi unipolari :

- conduttore di terra: giallo-verde
- conduttore di neutro: blu
- conduttori in c.c.: rosso
- conduttori per le fasi: altri colori a scelta, contraddistinta in L1-L2-L3.

### **Dimensionamento conduttori di neutro**

La norma CEI 64-8 prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio.

Il criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

$$S_n = S_f \text{ se } S_f < 16 \text{ mm}^2;$$

$$S_n = 16 \text{ mm}^2 \text{ se } 16 \leq S_f \leq 35;$$

$$S_n = S_f / 2 \text{ se } S_f > 35 \text{ mm}^2.$$

Per i circuiti monofasi, oppure polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup>, se il conduttore è in rame, e 25 mm<sup>2</sup>, se il conduttore è in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

### **Dimensionamento conduttori di protezione**

Le norme CEI 64.8 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

$$S_{pe} = S_f \text{ se } S_f < 16 \text{ mm}^2;$$

$$S_{pe} = 16 \text{ mm}^2 \text{ se } 16 \leq S_f \leq 35;$$



$$S_{pe} = S_f / 2 \text{ se } S_f > 35 \text{ mm}^2.$$

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule.

### 7.1 Calcolo del carico e delle portate

La sezione di un determinato tipo di cavo deve essere scelta in relazione alla potenza dei carichi e alla caduta di tensione ammissibile. Per la realizzazione degli impianti negli edifici a bassa tensione sono stati prescelti i seguenti tipi di cavo (CEI 20-40; CEI 20-67): FG16OM16 per le linee principali e secondarie e FS17 per le linee terminali dei circuiti luci e prese.

Per il calcolo dei carichi da alimentare si fa riferimento alle seguenti formule:

$$P = 1.73 \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi \quad \text{per carichi trifase}$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi \quad \text{per carichi monofase}$$

dove:

V = Valore della tensione espresso in volt

I = Valore della corrente in ampere

Cosφ = Fattore di potenza del carico

Per quanto riguarda il calcolo della portata dei cavi si è tenuto conto della seguente relazione:

$$I_b \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_F \leq 1.45 I_Z \quad (2)$$

La portata del cavo  $I_Z$  è il più elevato valore di corrente che a regime il cavo può condurre, in condizione di installazione, senza superare la massima temperatura di servizio caratteristica dell'isolante. La corrente di impiego  $I_b$  di un circuito s'intende la corrente che fluisce in quel circuito nel servizio ordinario. La sezione dei cavi può essere scelta mediante le equazioni (1) e (2). Per soddisfare alla condizione (2) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente  $I_b$  è scelta la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione. La scelta è fatta in



base alla tabella che riporta la corrente ammissibile  $I_z$  in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove:

$I_0$ = Portata del cavo in base alla sezione (valori tabellati);

$K_1$ = Fattore di correzione per la temperatura dell'ambiente diversa da 30 gradi;

$K_2$ = Fattore di correzione per la resistività termica del terreno;

$K_3$ = Fattore di correzione per la profondità di posa per cavi interrati;

$K_4$ = Fattore di correzione per il numero di cavi multipolari o circuiti;

La condizione (2), in linea teorica, non necessita di verifica giacché gli interruttori che rispondono alla norma 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$ , e corrente nominale  $I_n$ , minore di 1,45 e costante per tutte le temperature inferiori a 125A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17-5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione b sarà sempre soddisfatta. Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

I valori di portata ottenuti in fase di progettazione sono illustrati negli allegati alla seguente relazione.

## 7.2 Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo e la verifica della caduta di tensione delle linee di alimentazione delle utenze della camera valvole di sezionamento by-pass è stato effettuato facendo riferimento alle relazioni di seguito elencate, tenendo in considerazione i vincoli normativi che impongono un  $\Delta V\% \leq 4\%$

$$\Delta V = K * I_b * L * (r_l * \cos\varphi + x_l * \sin\varphi)$$

$$\Delta V \% = 100 * (\Delta V / V_n)$$

dove:

$V_n$  = Tensione nominale dell'impianto(V)

$\Delta V$  = caduta di tensione(V)

$K$  = fattore di tensione pari a 2 per linee monofasi e bifasi e a  $\sqrt{3}$  nei sistemi trifase



$I_b$  = corrente d'impiego(A)

$L$  = lunghezza della linea(Km)

$R$  = resistenza di un chilometro di cavo( $\Omega$ /Km)

$X$  = reattanza di un chilometro di cavo( $\Omega$ /Km)

$\cos\phi$  = fattore di potenza del carico

$\Delta V\%$  = caduta di tensione percentuale

### 7.3 Corrente di corto circuito

Il calcolo delle correnti di corto circuito, o più comunemente chiamate correnti di guasto, è di fondamentale importanza per la scelta dei dispositivi di protezione e la loro taratura. Tale calcolo deve tenere conto del punto della linea in cui il corto circuito potrebbe verificarsi, si prendono in considerazione quindi i guasti ad inizio linea e i guasti a fine linea.

Per il calcolo della correnti di corto circuito si è tenuto conto dei dati della linea MT dell'ente fornitore e dei dati di targa dei trasformatori, presenti nell'impianto ed indicati nell'allegato B16 del progetto esecutivo datato Luglio 2018, forniti dalla società ENAS, nonché delle disposizioni fornite dalle norme vigenti in materia.

La corrente massima di corto circuito ( $I_{ccMAX}$ ) viene calcolata seguendo determinate ipotesi. La prima ipotesi riguarda la tensione nominale, infatti tale tensione deve essere moltiplicata per un fattore pari ad 1. La seconda ipotesi riguarda l'impedenza di guasto minima, la quale è calcolata alla temperatura di 20 °C.

Quindi la corrente più alta si avrà, nel caso di corrente di corto circuito trifase, ad inizio linea; tale corrente viene determinata mediante la seguente relazione: (con riferimento ad un ipotetico circuito equivalente monofase ):

$$I_{cc_{\max 3F}} = \frac{E_o}{\sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}}$$

Dove:

$R_R$  e  $X_R$  sono la resistenza e reattanza della rete a monte considerata come un generatore di tensione equivalente di forza elettromotrice  $E_0$ ;

$R_F$  e  $X_F$  sono la resistenza e la reattanza del conduttore di fase fino al punto di corto circuito.

Si ottengono correnti inferiori nel caso di corto circuito fase-fase e fase-neutro le cui relazioni di calcolo vengono di seguito riportate:



$$I_{cc_{\max FF}} = \frac{\sqrt{3}E_o}{2\sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}} \quad \text{con} \quad I_{cc_{\max FF}} = 0,866 I_{cc_{\max 3F}}$$

$$I_{cc_{\max FN}} = \frac{E_o}{\sqrt{(R_R + R_F + R_N)^2 + (X_R + X_F + X_N)^2}}$$

Per il calcolo della correnti di guasto a fondo linea si è tenuto conto, in conformità con quanto prescritto dalle norme vigenti in materia, della seguente relazione:

$$I_{ccmin} \geq I_m$$

dove:

I<sub>ccmin</sub>= corrente di corto circuito minima a fondo linea

I<sub>m</sub>= corrente di intervento della protezione magnetica

Con:

I<sub>ccmin</sub> = 0.80VSF/1.5p2L conduttore di neutro non distribuito

I<sub>ccmin</sub> = 0.8VoSF /1.5p(1+m)L conduttore di neutro distribuito

dove:

V (V) = tensione concatenata di alimentazione

p (Ωmm<sup>2</sup>/m) = resistività dei conduttori a 20 gradi centigradi

L (m) = lunghezza della conduttura protetta

SF (mm<sup>2</sup>) = sezione del conduttore di fase

V0 (V) = tensione di fase di alimentazione

m = rapporto tra la sezione del conduttore di fase e la sezione del conduttore di neutro.

Tutti i valori ottenuti in fase di calcolo sono apprezzabili nelle tabelle allegate alla relazione.



## 8 Impianto di terra

Le principali finalità dell'impianto di messa a terra sono:

- disperdere nel terreno correnti del sistema elettrico in regime normale e perturbato senza danni per l'apparecchiatura;
- assicurare che le funzioni di cui sopra si svolgano in condizioni di sicurezza per le persone per quanto riguarda il rischio di folgorazione;
- disperdere nel terreno le correnti convogliate dagli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche. Nel seguente caso, come indicato negli elaborati allegati alla presente relazione, la struttura risulta autoprotetta e si provvederà al montaggio di dispositivi SPD di classe II a protezione dei quadri elettrici.

In bassa tensione si fa riferimento alla norme CEI 64-8, nella quale, in relazione alla messa a terra degli impianti vengono distinti con una sigla composta da due lettere. La prima lettera è indicativa dello stato del sistema di distribuzione rispetto a terra:

T collegamento a terra di un punto del sistema elettrico

I sistema isolato da terra

La seconda lettera è indicativa dello stato delle masse degli utilizzatori:

T collegamento a terra delle masse degli utilizzatori ad un impianto di terra diverso da quello del sistema elettrico,

N collegamento a terra unico per le masse.

In un sistema di distribuzione TT un punto dell'alimentazione è collegato direttamente a terra e le masse degli utilizzatori sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da primo. In particolare in caso di cedimento dell'isolamento che mette in tensione una massa, la corrente di guasto interessa entrambi gli impianti di terra.

Con riferimento all'impianto di terra dell'utente, la norma si pone in una condizione di sicurezza riferendosi alla tensione totale di terra, anziché alla tensione di contatto. I livelli di sicurezza di tale tensione sono: tensione a 50 V in condizioni ordinarie e 25 V in condizioni particolari, il tempo di permanenza del guasto è limitato a 5 s. Per soddisfare tali condizioni, la resistenza di terra  $R_E$  dell'impianto di terra deve essere:

$$R_E \leq \frac{50}{I_{dn}} \text{ in condizioni ordinarie}$$



$$R_E \leq \frac{25}{I_{dn}} \text{ in condizioni particolari}$$

L'impianto di terra sarà realizzato in conformità alle prescrizioni dimensionali e funzionali descritte nelle norme specifiche (Norme CEI 64-8). Secondo quanto esplicitamente richiesto nel progetto definitivo si è provveduto al solo ampliamento dell'impianto di terra già esistente per quanto riguarda gli impianti di Porto Torres e Truncu Reale, con la realizzazione di collegamenti equipotenziali verso le parti dell'impianto di nuova installazione, affinché venga garantito il corretto collegamento equipotenziale di tutto l'impianto elettrico all'impianto di terra della cabina MT/BT (Porto Torres) o al dispersore di terra (Truncu Reale) e di conseguenza il suo corretto funzionamento secondo quanto indicato dalle norme vigenti in materia. Mentre per l'impianto di Casteldoria verrà realizzato un nuovo impianto di terra secondo le seguenti condizioni:

$$I_{dn} \leq UI/RE$$

dove:

- RE è pari alla resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse
- UI è pari a 25 V per i contatti in condizioni particolari, 50 V per i contatti in condizioni ordinarie

- Idn è la corrente differenziale nominale d'intervento del dispositivo di protezione. Per il dimensionamento del dispersore di terra si è presa in considerazione la seguente relazione:

$$R_t = \rho/L$$

dove:

- **R<sub>t</sub>** indica la resistenza del dispersore di terra;
- **ρ** indica la resistività termica del terreno, che in questo caso risulta pari a 100 Ω;
- **L** indica la lunghezza del dispersore di terra.

Per la realizzazione dell'impianto di terra si è optato per l'utilizzo di un dispersore a croce in acciaio zincato di lunghezza pari a 1.5 m. Ottenendo così:

$$R_t = 100\Omega / 1.5 \text{ m} = 26.6 \Omega/\text{m}$$

sapendo che la relazione

$$I_{dn} \leq UI/RE = 83.3 \Omega,$$





possiamo concludere che il dispersore scelto è sufficiente a garantire un corretto coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di protezione presenti

E' necessario inoltre il collegamento equipotenziale principale (EQP) alle tubazioni dell'acqua entranti nello stabile.

L'impianto è altresì costituito da:

- Dorsale PE a servizio delle unità esterne di condizionamento;
- Dorsale PE che collega tutti i collettori equipotenziali dell'edificio;

PE secondari che collegano tutte le utenze elettriche di zona.

Per quanto riguarda la protezione contro le scariche atmosferiche, non è stato necessario realizzare un impianto dotato di LPS in quanto le strutture risultano autoprotette, come si può apprezzare nelle simulazioni allegate alla presente relazione, ma si è comunque optato per l'installazione sui quadri elettrici di dispositivi SPD DI TIPO II adeguatamente dimensionati (secondo quanto indicato negli elaborati grafici) e di SPD DI TIPO III per le utenze poste ad una distanza maggiore di 50m dal quadro di alimentazione.



## **9 INTERFERENZE DELLE NUOVE OPERE CON QUELLE ESISTENTI**

L'attività progettuale, così come nello spirito normativo, è consistita nel censimento delle interferenze e nell'ulteriore approfondimento dello studio del terreno di sedime dell'impianto attraversato, analizzando le interferenze esistenti e provvedendo all'individuazione delle operazioni da effettuare in prossimità delle stesse.

Poichè le opere previste ricadono in aree la cui disponibilità è in capo a ENAS o al Demanio Regionale ed entro le aree recintate dei siti in questione, non sono presenti servizi gestiti da Enti diversi che possono interferire con i lavori in progetto. Le interferenze individuate riguardano le linee di distribuzione della rete elettrica, di tipo interrate e costituenti l'attuale impianto elettrico presente nei siti in questione, che verranno utilizzate anche nella realizzazione del nuovo impianto elettrico o saranno comunque tenute attive per garantire la continuità di servizio dei siti durante la realizzazione delle opere oggetto del seguente progetto.

Tali interferenze sono state individuate nei siti delle Vasche terminali di Porto Torres e Truncu Reale dove la presenza di alcune linee interrate, contenenti parti dell'impianto elettrico che dovranno restare attive durante i lavori, richiedono particolare attenzione nella realizzazione delle opere murarie e nella realizzazione degli scavi per l'installazione delle nuove tubature idrauliche ed elettriche. Le interferenze sopra citate sono illustrate, oltre che nel seguente paragrafo, negli elaborati grafici costituenti il seguente progetto esecutivo con la dovuta indicazione al fine di rendere semplice e chiara la loro individuazione.

Gli interventi che si renderanno necessari per risolvere i pochi casi di interferenza con i sottoservizi presenti, saranno eseguiti in conformità alle disposizioni delle aziende di gestione del servizio ed alle loro specifiche costruttive e secondo le seguenti indicazioni:

Nei casi di parallelismi si posizioneranno gli impianti in progetto ad una distanza di 50 cm dalla condotta elettrica. In caso di attraversamenti con tubazioni adibite a usi diversi e non (tubi

per cavi elettrici e telefonici, condotte per le fognature e gli acquedotti) gli interventi che si renderanno necessari per risolvere i casi di interferenza saranno eseguiti in conformità alla normativa vigente, oltre che alle disposizioni delle aziende di gestione del servizio ed alle loro specifiche costruttive. In particolare si prevede



che, giunti in prossimità del sottoservizio con lo scavo in trincea eseguito a macchina, si sospenderà l'esecuzione dell'attività meccanizzata e si procederà alla messa a nudo del sottoservizio o del manufatto manualmente. Si dovrà pertanto far retrocedere l'escavatore per permettere l'accesso allo scavo ai lavoratori, in sicurezza; si procederà quindi a scoprire con molta cautela il sottoservizio ed alla messa in sicurezza dello stesso, mediante idonee protezioni e segnalazioni durante il periodo di apertura degli scavi. Una volta ultimate le operazioni in progetto si provvederà a ripristinare la preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione. In caso di rotture accidentali dei sottoservizi interferenti, si dovrà procedere alla riparazione degli stessi prima della posa delle nuove tubazioni. Nei casi in cui bisogna prevedere lo spostamento di sottoservizi interferenti con le opere in progetto per la risoluzione di tali interferenze, accertate a mezzo di preventivi scavi di saggio, si prevede lo spostamento del sottoservizio in accordo con quanto richiesto dall'Ente gestore dello stesso prima della posa dei manufatti in progetto.