



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



E.G.A.S. – SARDEGNA
ENTE DI GOVERNO DELL'AMBITO DELLA SARDEGNA

ABBANO S.p.A.

Gestore Unico del Servizio Idrico Integrato
della Regione Sardegna

SETTORE COMPLESSO GESTIONE ATTIVA PERDITE – U.B. RETI IDRICHE



On Technology S.R.L.

SEDE LEGALE: ROMA - Via Cola di Rienzo SEDE OPERATIVA: PORTO TORRES -
Via Fratelli Vivaldi n°24 Tel. 079516036 - 07951693 Fax. 079517142

SCHEMA N° 1 "VIGNOLA – CASTELDORIA –PERFUGAS"
PRGA REV.2006

DIRAMAZIONI PER SEDINI BULZI E PERFUGAS

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA

6A

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Serafino Meloni

PROGETTISTA:

Ing. Paolo Naccari



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA DI SASSARI

N. 564 Dr. ing. FRANCESCO P. NACCARI

COLLABORATORI:

Geom. Davide Depalmas

DATA : OTTOBRE 2017

FILE:

REV.: 05

SCALA: -

01. GENERALITA'

A seguito di procedura aperta per la progettazione e l'esecuzione dei lavori inerenti: "Schema n. 1, Vignola, Casteldoria, Perfugas. Diramazioni per Sedini, Bulzi, Perfugas e Laerru" in data 23/04/2012 l'U.O. Appalti della società Abbanoa S.p.A., con nota n. 33590, comunicava l'aggiudicazione dell'appalto all'Impresa Turritana Costruzioni Generali s.r.l., pertanto in base all'art. 6 dello Schema di Contratto l'Impresa deve presentare il progetto esecutivo. Il sottoscritto Ing. Francesco Paolo Naccari, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Sassari al n. 564, è stato designato in fase di gara dall'Impresa aggiudicataria come tecnico incaricato della progettazione esecutiva.

I lavori sono finanziati con fondi derivanti dalla L.R. del 05/03/2008, N° 3 (D.G.R. 41/23 del 29/08/2008), per un importo pari a € 4.000.000,00.

Sono stati già redatti ed approvati i progetti preliminare e definitivo dell'intervento a firma dell'ing. Ugo Corda, ingegnere libero professionista, su incarico della società Abbanoa S.p.A.

Scopo dell'intervento è quello di approvvigionare i Comuni di Sedini, Bulzi e nel futuro, Laerru e Perfugas, dal nuovo impianto di potabilizzazione di "Pedra Majore

Le ragioni che muovono il presente intervento sono dovute dalla necessità di sostituire condotte obsolete prevalentemente in cemento amianto e con capacità di trasporto insufficiente rispetto alle richieste odierne. La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto esecutivo e precisamente è la relazione dell'impianto elettrico da realizzare all'interno dell'impianto di Potabilizzazione di Pedra Majore per l'alimentazione delle nuove pompe al servizio della condotta in progetto.

Nella relazione sono indicate la tipologia dei componenti elettrici da installare, le particolarità costruttive e dimensionali dell'impianto, ed i criteri utilizzati per la progettazione.

Lo sviluppo della presente relazione tecnica è individuabile nei seguenti punti fondamentali:

- a. Prescrizioni particolari costruttive e di installazione dei componenti elettrici in relazione alle influenze esterne presenti negli ambienti in cui saranno installati;
- b. Elencazione dei dati elettrici di progetto;
- c. Descrizione della consistenza e della tipologia dell'impianto elettrico progettato;
- d. Elenco allegati.

2. LEGGI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto devono essere rispettate le disposizioni legislative specifiche e le norme tecniche CEI attualmente in vigore.

Nell'elenco che segue sono riportate in ordine cronologico le principali disposizioni di legge inerenti il settore elettrico:

- D.Lgs 81/2008 (TESTO UNICO SICUREZZA)

- norme CEI, in particolare:

1. Norme CEI 11/17: IMPIANTI DI PRODUZIONE, TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA LINEE IN CAVO;

2. Norme CEI 17/6: QUADRI MT, CEI 17/13-1-2-3-4 QUADRI BT;

3. Norme CEI 20/11, 20/13, 20/29, 20/35, 20/37, 20/38: NORME SUI CAVI;

4. Norme CEI 64/8: IMPIANTI ELETTRICI UTILIZZATORI BT;

5. Norme CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

6. Norme CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione

7. Norme CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua; Parti da 1 a 7.

8. Norme CEI-UNEL 35756 Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni

9. Norme CEI-UNEL 35757 Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni

10. Norme CEI-UNEL 35375 Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni.

11. prescrizioni ASL, ISPESL, VV.F. e delle autorità locali (per quanto di competenza);

12. prescrizioni o indicazioni dell'Ente Distributore Energia Elettrica (per quanto di competenza);

13. Capitolato Speciale Impianti Elettrici;

14. Legge n.791 del 18.10.1977 Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n° 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

15. Legge n.123 del 03.08.2007 Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia, e successive variazioni ed integrazioni;

16. DLgs n. 81 del 9.04.2008 testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro e successive variazioni ed integrazioni.

17. Legge 380/01 testo unico edilizia e successive variazioni ed integrazioni. "Direttiva di Bassa Tensione".

Inoltre le caratteristiche dell'impianto elettrico, nonché dei suoi componenti devono essere conformi:

3. DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

L'impianto di potabilizzazione è installato prevalentemente all'aperto.

Le influenze ambientali e climatiche presenti nei diversi ambienti sono una premessa indispensabile per una corretta scelta dei componenti elettrici e della tipologia degli impianti da installare.

In particolare sono stati individuati i seguenti ambienti:

□ AMBIENTI CON PRESENZA DI LIQUIDI: considerando che l'impianto è installato prevalentemente all'aria aperta, tutti i componenti elettrici installati all'esterno devono presentare un grado di protezione almeno pari a IP X3 (protezione contro la pioggia). Per i componenti elettrici installati in prossimità di parti di impianto per i quali è prevista la pulizia mediante idranti, il grado di protezione prescritto diventa IP X5 (protezione contro i getti d'acqua in tutte le direzioni).

□ AMBIENTI CON PRESENZA DI FLORA E FAUNA: tutti i componenti elettrici installati all'esterno sono protetti contro la penetrazione di corpi estranei mediante grado di protezione almeno pari a IP 3x (protezione contro corpi solidi $\geq 2,5$ mm). Per quanto riguarda i locali interni, devono essere adottate tutte le precauzioni necessarie al fine di evitare l'ingresso di corpi estranei, per esempio mediante l'installazione sulle aperture di apposite griglie a maglie strette.

□ AMBIENTI CON PRESENZA DI POLVERE: i componenti elettrici installati in zone adiacenti alla movimentazione di polielettroliti devono essere protetti contro la polvere pertanto devono presentare un grado di protezione almeno pari a IP 5X (penetrazioni di polvere in quantità trascurabili).

□ AMBIENTI CON PRESENZA DI AGENTI CORROSIVI: i componenti elettrici installati in prossimità della zona di stoccaggio reagenti all'aperto, non devono essere costruiti con acciaio o altri materiali ferrosi che resistono relativamente al contatto dell'agente corrosivo presente.

□ AMBIENTI CON PRESENZA DI LIQUIDI INFIAMMABILI: i componenti elettrici installati in prossimità della zona dell'area adibita all'installazione del gruppo elettrogeno, in cui è presente gasolio in quantità considerevole, essendo l'area classificata come "Luogo a maggior rischio in caso di incendio" ed il grado di protezione dei componenti elettrici da installare deve essere almeno pari a IP 4X.

□ TEMPERATURA AMBIENTE: la scelta dei componenti elettrici deve essere compatibile con le temperature ambientali raggiungibili.

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE DEL PRESENTE PROGETTO

Il presente progetto prevede la costruzione di un nuovo ramo di acquedotto alimentato dall'impianto di potabilizzazione di Pedra Majore tramite due pompe della potenza di 132 kW di cui una di riserva da installarsi nell'esistente locale serbatoio di accumulo. L'alimentazione elettrica di queste pompe verrà prelevata da una delle cabine di media tensione presenti nell'impianto e precisamente la cabina denominata "cabina di trasformazione dell'impianto di potabilizzazione" situata nel locale n. 32 posta a circa 700 m dalla cabina di ricevimento. La cabina di trasformazione dell'impianto di potabilizzazione contiene n. 2 trasformatori MT/bt (2.500 kVA + 2.500 kVA), di cui solo uno attivo, l'altro è utilizzato come riserva fredda. Dalle sbarre del lato di bassa tensione dei trasformatori si alimenta un nuovo quadro power center da cui parte la nuova linea che alimenta il quadro di comando pompe situato nel locale serbatoio di accumulo. Dal quadro di comando pompe partono le linee di alimentazione delle due pompe. La nuova linea che parte dal power center ed arriva al quadro comando pompe è interrata in nuovi cavidotti circolari. Mentre la nuova linea che parte dal quadro di comando pompe ed arriva alle singole pompe verrà posata in passerelle aeree preforate. Vengono descritti di seguito gli impianti elettrici esistenti con le loro caratteristiche, mentre alla fine di ogni paragrafo (**in grassetto**) vengono riportate le analisi degli effetti del nuovo impianto su ogni singolo componente dell'impianto esistente.

5. DATI ELETTRICI DI PROGETTO

5.1 Lato media tensione

- Punto di consegna	cabina ENEL
- Tensione nominale	15.000 V
- Frequenza nominale	50 Hz
- Esercizio del neutro	a terra tramite impedenza
- Corrente di guasto monofase a terra	40 A
- Tempo di eliminazione guasto a terra	>> 10 s
- corrente di cortocircuito trifase massima di esercizio	2.640 [kA]
- corrente di cortocircuito trifase minima di esercizio	2.640 [kA]
- corrente di cortocircuito minima convenzionale	2.640 [kA]
- corrente di doppio guasto massimo monofase a terra	10.8 [kA]

5.2 Lato bassa tensione

- Sistema di distribuzione	TN-S
- Tensione di alimentazione	3F+N 400/230 V
- Frequenza nominale	50 Hz
- Potenza massima trasformatore	2.500 kVA
- Stato del neutro	messo a terra
- Caduta di tensione massima ammissibile	4 %
- fattore di potenza $\cos \varphi$	0,9

6. DISTRIBUZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

6.1 Lato media tensione

La consegna dell'energia da parte dell'ENEL avviene nel locale n. 31, adibito a cabina di ricevimento, ubicato nel lato nord dell'impianto ai confini della proprietà.

Il quadro elettrico di media tensione nella cabina di ricevimento contiene l'interruttore generale dell'impianto con relative protezioni realizzato in conformità alla specifica ENEL DK5600, da cui sono derivate n. 2 partenze con sezionatori fusibili che alimentano rispettivamente:

- 1) la cabina di trasformazione dell'impianto di sollevamento (locale n. 6), posta a circa 60 m dalla cabina di ricevimento, che contiene n. 2 trasformatori MT/bt entrambi attivi (2.500 kVA + 160 kVA);
- 2) la cabina di trasformazione dell'impianto di potabilizzazione (locale n. 32), posta a circa 700 m dalla cabina di ricevimento, che contiene n. 2 trasformatori MT/bt (2.500 kVA + 2.500 kVA), di cui solo uno attivo, l'altro è utilizzato come riserva fredda.

Tutti i cavi di media tensione con tragitto esterno sono posati in apposite tubazioni interrate, nelle cabine sono posati in cunicoli ricavati nel pavimento.

Lo schema unifilare generale di media tensione è rilevabile nella tavola PRD001S01 del progetto dei lavori di costruzione dell'impianto.

6.2 Lato bassa tensione

La cabina di trasformazione dell'impianto di potabilizzazione (locale n. 32) contiene il quadro generale di bassa tensione QE32 alimentato dal trasformatore in servizio attivo TR1 da 2.500 kVA.

Dal quadro generale QE32 sono alimentati tutti i quadri principali di distribuzione installati nell'impianto di potabilizzazione, di seguito elencati:

QE12: Quadro produzione ozono (locale n. 12), distante 40 m c.a.;

QE18: Quadro filtrazione su sabbia (locale n. 18), distante 119 m c.a.;

QE34: Quadro stoccaggio calce e carbone (locale n. 34), distante 180 m c.a.;

QE27: Quadro disidratazione fanghi (locale n. 27), distante 282 m c.a.;

QE15: Quadro ricircolo flottazione (locale n. 15), distante 38 m c.a.;

QE33: Quadro edificio servizi (locale n. 33), distante 255 m c.a.;

QE8: Quadro vasca di carico e regolazione (locale n. 8), distante 100 m c.a.;

QE29: Quadro ricircolo e ispessimento fanghi (locale n. 29), distante 222 m c.a..

Lo stesso quadro generale QE32 alimenta utenze minori (agitatori, miscelatori, ecc.), e n. 3 circuiti che distribuiscono la luce generale esterna dell'impianto, e che alimentano i proiettori per lampade a scarica installati su pali con altezza di 10 m fuori terra.

L'alimentazione dei pali della luce esterna è prelevata dal quadro generale QE32 per contenere le cadute di tensione entro i limiti accettabili, e quindi per consentire il corretto funzionamento delle lampade evitando perdite di potenza eccessive sulle linee distribuite.

Tutti i cavi di bassa tensione con tragitto esterno sono posati in apposite tubazioni interrato, viceversa nei locali i cavi sono posati in apposite passerelle grigliate, staffate a parete/soffitto.

nel quadro QE32 esistente troverà spazio, nella prima colonna per chi guarda il quadro frontalmente , nella sezione utenze normali, il nuovo interruttore generale di alimentazione e protezione della nuova linea e del nuovo quadro comando pompe al servizio della condotta di cui al presente progetto denominato IQE.

Anche il nuovo interruttore verrà alimentato dal trasformatore in servizio attivo TR1 da 2.500 kVA a valle dell'interruttore esistente.

Dal nuovo interruttore verrà alimentato il quadro di avviamento pompe installato nel locale serbatoio di accumulo distante 175 m.

Tutti i cavi di bassa tensione con tragitto esterno sono posati in apposite tubazioni interrate, viceversa nei locali i cavi sono posati in apposite passerelle grigliate, staffate a parete/soffitto.

7. LATO MT. CABINA DI POTABILIZZAZIONE

7.1 Generalità

La cabina di potabilizzazione è ubicata in apposito edificio, a notevole distanza dalla cabina di ricevimento (700 metri c.a.), e serve per l'alimentazione dell'impianto di potabilizzazione.

La cabina è suddivisa in diversi locali, ciascuno per il contenimento delle seguenti apparecchiature:

- quadri elettrici: di media tensione e bassa tensione
- trasformatore TR1 da 2.500 kVA
- trasformatore TR2 da 2.500 kVA
- gruppo elettrogeno

Il trasformatore TR2 costituisce la riserva "fredda" dell'impianto di potabilizzazione, quindi in condizioni ordinarie di esercizio dell'impianto di potabilizzazione è messo fuori tensione, sia sul lato primario che su quello secondario.

Per evitare la messa in parallelo (per errore) dei due trasformatori sono adottate le seguenti precauzioni:

1) interblocco elettrico tra gli interruttori generali di media tensione, in particolare un contatto NC dell'interruttore TR1 inibisce la bobina di chiusura dell'interruttore TR2;

2) interblocco elettrico e meccanico a chiave tra gli interruttori generali di bassa tensione; l'interblocco elettrico è realizzato allo stesso modo di cui al punto 1);

3) contatto di trascinalimento dell'interruttore di media tensione TR1 (TR2) posto in serie alla bobina di apertura del rispettivo interruttore di bassa tensione TR1 (TR2).

In ogni caso in cabina deve essere presente un cartello di avvertimento, con la dicitura chiara e ben leggibile: "DIVIETO DI METTERE IN PARALLELO I DUE TRASFORMATORI!".

7.2 Quadro M.T. caratteristiche principali

Il quadro di media tensione dell'impianto di potabilizzazione è simile a quello di sollevamento, con la sola eccezione dello scomparto 3-IFT che in questo caso è completamente aderente allo scomparto "-IF, essendo i trasformatori derivati perfettamente identici.

Tuttavia si riportano nuovamente le caratteristiche tecnico-elettriche, per ragioni di completezza.

Il quadro di media tensione è costituito da una struttura metallica modulare in lamiera d'acciaio suddivisa in scomparti, nei quali sono installate le apparecchiature di media tensione.

Le caratteristiche elettriche principali sono:

- Tensione nominale 15 kV
- Tensione nomnale di isolamento 24 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale sbarre 630 A
- Corrente di breve durata, 1 s 16 kA
- Tensione di prova per minuto 55 kV a 50 Hz
- Tensione di impulso 125 kV
- Tensione ausiliaria 230 V - 50 Hz
- Tensione di servizio 230 V - 50 Hz
- Dimensioni (Lxhxp) 2500x1950x1150 mm
- Grado di protezione IP 30 (esterno)
- Ingresso/uscita cavi dal basso

Il quadro di media tensione è costituito da tre scomparti distinti.

7.3 Scomparto 1-SS

Lo scomparto dell'arrivo linea, denominato "1-SS", è destinato al contenimento del sezionatore generale del quadro. Le caratteristiche elettriche sono:

SEZIONATORE ROTATIVO

• Marca e tipo	ISARC 1-04
• Tensione nominale	15 kV
• Tensione nominale di isolamento	24 kV
• Corrente nominale	630 A

Il sezionatore di linea sottocarico è condizionato all'apertura con la chiusura del coltello di terra associato ed interbloccato meccanicamente con chiave, secondo la normativa.

Sul sezionatore di terra il blocchetto chiave, con chiave di sezionatore libera all'apertura, serve per interbloccare le cabine di ricevimento e trasformazione.

In definitiva è consentito chiudere il sezionatore di terra sull'arrivo linea, solo a tensione mancante sulle fasi, ovvero previa apertura del sezionatore a monte, posto in cabina di ricevimento.

Nello scomparto 1-SS sono inoltre installati:

- ° n. 3 segnalatori capacitivi di presenza tensione su singola fase (a monte)
- ° n.1 blocchetto chiavi estraibile a sezionatore di terra aperto (a monte)

7.4 Scomparti 2-IFT / 3-IFT

Gli scomparti principali, denominati "2-IFT" e "3-IFT", sono identici e destinati al contenimento degli interruttori generali del lato di media tensione dei rispettivi trasformatori TR1 (TR2) entrambi da 2.500 kVA.

Le caratteristiche elettriche sono:

SEZIONATORE ROTATIVO

• Marca e tipo	ISARC 1-04
• Tensione nominale	15 kV
• Tensione nominale di isolamento	24 kV
• Corrente nominale	630 A

INTERRUTTORE SOTTO VUOTO

• Marca e tipo	VEI VACUUM L24 630 16 mot
• Tensione nominale	15 kV
• Tensione nominale di isolamento	24 kV
• Tensione di tenuta a 50 Hz	50 kV
• Tensione di impulso	125 kV

• Frequenza nominale	50 Hz
• Corrente termica nominale (40 °C)	630 A
• Potere di breve durata per 1 s	16 kA
• Potere di stabilimento	31,5 kA
• Relè di massima corrente	VEI VPR-P1 (50-51-51N)
• Trasformatori di corrente	2 TA 250/1 A accorpati
• Trasformatore toroidale	1 TO 100/1 A
• Tensione di alimentazione sganciatori	230 V - 50 Hz

Nello scomparto 2-IFT sono inoltre installati:

- ° n.1 sganciatore di apertura YO1 (230 V)
- ° n. 1 sganciatore di chiusura YC + motore caricamolle (230 V)
- ° n.1 selettore comando interruttore locale-distanza
- ° n.2 pulsanti interruttore aperto-chiuso
- ° n.2 lampade spia interruttore aperto-chiuso
- ° n.3 segnalatori capacitivi di presenza tensione su singola fase (a monte)
- ° n.1 blocchetto contatti ausiliari 4NA+3NC
- ° n.1 blocchetto chiavi estraibile ad sezionatore di terra aperto (a monte)
- ° n.2 interruttori magnetotermici:
 - 2x10 A C (P.d.i. = 6 kA), alimentazione sganciatore chiusura YC
 - 2x6 A C (P.d.i. = 6 kA), alimentazione sganciatore apertura YO1

Lo sganciatore di apertura dell'interruttore generale può essere comandato da:

- ° comando manuale da pulsante posto su fronte quadro
- ° comando manuale da pulsante di emergenza fuori porta della cabina
- ° comando automatico per guasto elettrico di massima corrente, guasto a terra da relè a microprocessore di protezione 50-51-51N
- ° comando automatico, Il soglia termometro a contatti (26) installato a bordo del trasformatore
- ° comando automatico, Il soglia relè Buchholz (97) installato a bordo del trasformatore.

7.5 Calcoli delle correnti e tarature dei dispositivi di protezione (TR1/TR2 2.500 kVA)

Le tarature amperometriche e cronometriche del relè di protezione 50-51-51N sono tarate in modo da assicurare le seguenti protezioni:

- protezione contro il corto circuito sul lato di media tensione (50);
- protezione contro il corto circuito sul lato di bassa tensione (51), selettiva con le protezioni poste a valle, sul secondario, ovvero con l'interruttore generale di bassa tensione;
- protezione contro i guasti a terra (51N), selettiva con la protezione a monte in cabina di ricevimento (per quanto possibile: infatti la taratura a monte è imposta dall'ENEL).

Nella seguente tabella si riportano i calcoli delle correnti nominali e di guasto, riportate sia sul primario, sia sul secondario del trasformatore 2.500 kVA, nonché le tarature delle protezioni 50-51-51N e la taratura dell'interruttore generale di bassa tensione, raccomandate.

Calcoli trasformatore TR1 2500 kVA				
	descrizione		Lato bassa tensione	Lato media tensione
DATI TRASFORMATORE	Potenza nominale	S_{nT}	2.500 [kVA]	2.500 [kVA]
	Tensione c.to c.to	U_{kr}	8,41 [%]	8,41 [%]
	Rapporto trasform.	m	0,4 [kV]	15 [kV]
	Corrente nominale	I_{rt}	3.609 [A]	96,2 [A]
CORRENTI CORTO CIRCUITO	3 F massima	I_k	42.908 [A]	1.144,2 [A]
	F-F minima	I_{k2}	37.158 [A]	537,8 [A]
	F-N minima	I_{k1}	42.908 [A]	629,3 [A]
INTERRUTTORE GENERALE b.t.	Corrente nominale	I_{nbt}	4.000 [A]	106,7 [A]
	Corrente regolata	I_{rbt}	3.600 [A]	96,0 [A]
	Fattore moltiplicativo	K	5	
	Corrente magnetica	I_{mbt}	18.000 [A]	480,0 [A]
TARATURA PROTEZIONI INTERRUTTORE M.T.	51 - $t = 0,3$ s	I_{51}		200,0 [A]
	50 - $t = 0,12$ s	I_{50}		650,0 [A]
	51N - $t = 0,12$ s	I_{51N}		2,0 [A]

Nota: i tempi indicati sono complessivi di: risposta del relè. Sgancio interruttore, e solo per il relè 51 ritardo intenzionale.

7.6 Protezione dei cavi M.T. contro le sovracorrenti (TR1/TR2 2.500 kVA)

La linea che alimenta il trasformatore è una conduttura costituita da cavi di tipo RG7H1R sezione 50 mm², posati in cunicolo ventilato, è protetta dal cortocircuito dalla soglia superiore del relè (50) e dal sovraccarico dal rispettivo interruttore generale, posto a valle, nel quadro di bassa tensione.

La protezione del cavo dal corto circuito è assicurata perché è soddisfatta la seguente relazione:

$$S \geq \frac{I \sqrt{t}}{K} \geq \frac{12500 \sqrt{0,12}}{143} \geq 30,3 \text{ mm}^2$$

dove:

I = 12,5 kA è la corrente di corto circuito trifase sulla media tensione (dato ENEL);

t = 0,12 s è il tempo di eliminazione del guasto considerato (in realtà è molto inferiore);

K = 143 per cavi in gomma;

S = sezione nominale minima del conduttore.

La protezione contro il sovraccarico è assicurata dall'interruttore generale di bassa tensione installato nel locale quadri, il quale è tarato a 3.600 A (lato b.t.) che riportato sulla media tensione equivale a 96 A.

I cavi di sezione 50 mm² hanno una portata di 254 A che, tenuto conto dell'opportuno declassamento diventa 228 A (coefficiente = 0,9).

Tale corrente è superiore alla corrente nominale di 96 A, il cavo è quindi protetto contro il sovraccarico.

Pertanto il nuovo quadro è il relativo carico (pompa da 132 kw) non incide in nessun modo sul lato MT.

7.7 Caduta di tensione della linea M.T.

La caduta di tensione (Volt) sulle linee è trascurabile.

Anche l'aggiunta del nuovo carico non comporta nessuna variazione della caduta di tensione.

8. CABINE ELETTRICHE: PRESCRIZIONI COMUNI

Nella seguente tabella sono riassunte le principali prescrizioni di sicurezza relative alle cabine elettriche ed i riferimenti normativi e legislativi.

TABELLA			
Verifiche alle normative e alla legislazione vigente			
Descrizione	Leggi e Norme		Note
Protezione contro i contatti diretti	DPR 547/55 CEI 11-1	Si	Quadri di media tensione di tipo protetto IP3X
Distanze di passaggio	CEI 11-1	Si	> 80 cm
Messa a terra	CEI 11-1 CEI 64-8	Si	
Interblocchi meccanici	CEI 17-6	Si	
Comando di emergenza	DM 8/3/85 CEI 64-8/5	Si	Sulla porta esterna
Pozzetto di raccolta olio infiammabile > 500 kg	DPR 547/55	Si	Trasformatori in olio
Protezioni trasformatore	CEI 14-26	Si	Termometro a contatti + relè Buchholz (a doppia soglia)
Quadro di bassa tensione	CEI 17-13	Si	Quadri di bassa tensione di tipo protetto IP3X
Illuminazione artificiale normale	CEI 11-1	Si	200 Lux c.a.
Illuminazione di emergenza (sussidiaria)	DPR 547/55	Si	Apparecchi fissi e portatili
Prese a spina di servizio	CEI 64-8	Si	Pannelli presa IEC 309
Alimentazione servizi ausiliari	CEI 11-1	Si	UPS autonomia 2 ore
Limitazione delle tensioni di contatto	CEI 11-1	Si	
Cartelli di avvertimento	DPR 547/55 DLgs 494/96 CEI 11-1	Si	
Accessori di cabina	DPR 547/55 CEI 11-1	Si	
Ventilazione	CEI 11-1	Si	

Nei paragrafi successivi saranno approfondite le seguenti tematiche:

- messa a terra nelle cabine elettriche
- cartelli di avvertimento e accessori
- ventilazione

- limitazione delle tensioni di guasto in media tensione (vedere prossimo capitolo)

8.1 Messa a terra nelle cabine elettriche

Nella cabine elettriche è installato un collettore equipotenziale di terra, al quale devono fare capo, tutte le masse e masse estranee presenti, ed i conduttori di protezione in arrivo ed in partenza. In particolare:

- i neutri del trasformatore (centri stella)
- le carcasse metalliche dei trasformatori (masse)
- le schermature dei cavi di media tensione
- il conduttore di protezione principale PE dei quadri elettrici M.T. e b.t.
- gli eventuali secondari dei TA di misura
- l'eventuale rete elettrosaldato sotto pavimento
- il conduttore di terra che interconnette il dispersore generale dello stabilimento
- tutti i conduttori di protezione in partenza
- i telai delle finestre e delle porte, qualora siano da considerarsi masse estranee (resistenza verso terra $< 1.000 \Omega$)
- bandelle perimetrali che connettono le strutture di cui sopra.

Sono vietati tutti i ponticelli, in particolare quelli tra i telai e le ante delle porte, perché controproducenti per la sicurezza delle persone.

Il nuovo interruttore essendo sistemato all'interno del quadro esistente QE32 , essendo quest'ultimo già collegato alla rete di terra non necessita di collegamento aggiuntivi essendo la sezione esistente sovradimensionata

Per quanto concerne la sala macchine non essendo disponibile nessun nodo equipotenziale, le terre saranno collegate ad nuovo nodo previsto nel seguente progetto, ubicato in sala macchine lateralmente al nuovo quadro, e collegato direttamente all'anello di terra esistente mediante il collegamento al dispersore a croce posto nel pozzetto giacente in prossimità del locale sala macchine con una treccia rivestita avente sezione 2x70

8.2 Calcolo delle sezioni dei conduttori di terra/protezione

Tutti i conduttori sono in rame con isolamento in PVC di colorazione giallo/verde, e sezione dimensionata in relazione alla corrente di guasto che presumibilmente è destinata a sopportare.

Per i conduttori di terra e per quelli che mettono a terra le masse in media tensione, potrebbe circolare la corrente di guasto a terra sulla media tensione pari a 40 A (valore dichiarato dall'ENEL).

Data la modesta entità della corrente di guasto è prescritta una sezione minima di 25 mm² (sezione idonea anche per correnti di doppio guasto a terra).

Per i conduttori di protezione che mettono a terra le masse in bassa tensione, per i conduttori di messa a terra dei neutri dei trasformatori, per il conduttore di protezione principale al quadro esistente, la sezione minima prescritta è di seguito calcolata:

$$S \geq \frac{I \sqrt{t}}{K} \geq \frac{50000 \sqrt{0,50}}{228} \geq 155 \text{ mm}^2$$

dove:

I = 50000 A è la corrente di guasto a terra sulla bassa tensione (arrotondata per eccesso);

t = 0,50 s è il tempo di eliminazione del guasto per intervento del relè di protezione 51 (prima soglia) presente in cabina di ricezione;

K = coefficiente che tiene conto del tipo di conduttore;

Tuttavia, al fine di limitare le tensioni di contatto in cabina e sul quadro elettrico generale, il centro stella di ciascun trasformatore è messo a terra con n. 2 corde di sezione 240 mm².

9. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

9.1 Dispersore

L'impianto di terra è unico e generale, per le masse in media e bassa tensione e per il neutro, così da costituire un impianto di tipo TN-S, con neutro e conduttori di protezione separati.

Il dispersore è costituito da profilati di acciaio zincato d=18 mm L=1,5 m - conficcati nel terreno e collegati tra loro per mezzo di una corda in rame nudo sezione 70 mm² (diametro filo elementare 1,8 mm) interrata ad un m dal piano di calpestio.

L'accessibilità all'impianto disperdente è assicurata in più punti per mezzo di pozzetti interrati di tipo ispezionabile.

In prossimità delle cabine elettriche di ricevimento, sollevamento e potabilizzazione, le corde di rame nudo sono interrate ad un metro di profondità, in modo da realizzare una rete magliata, con lato della maglia pari a 5 metri.

Dalle altre parti dell'impianto la corda nuda di rame segue il percorso dei cavidotti interrati (nel medesimo scavo), e collega tra loro diversi dispersori verticali, conficcati nel terreno entro i pozzetti rompitratta (vedere tavola PRD001P01).

In prossimità degli edifici, comprese le cabine elettriche, il dispersore intercetta i ferri di fondazione delle strutture in cemento armato, con legatura da realizzarsi a regola d'arte.

9.2 collegamenti equipotenziali

Il collegamento equipotenziale principale consiste nel connettere parti metalliche suscettibili di introdurre potenziali pericolosi all'impianto di terra dell'edificio.

In particolare la norma CEI 64-8 parte 4 richiede che al collegamento equipotenziale siano connessi:

1. i conduttori di protezione, il conduttore di terra e il collettore principale di terra;
2. i tubi alimentanti i servizi dell'edificio (acqua e gas);
3. le parti strutturali metalliche dell'edificio e canalizzazioni eventuali del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria;
4. le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici.

I conduttori equipotenziali che collegano le masse estranee, i conduttori che interconnettono i collettori di terra dei quadri di distribuzione, sono costituiti da conduttori isolati di tipo N07V-K, con colorazione giallo-verde, ed infilati in tubazioni protettive interrate, che assicurano adeguata protezione meccanica.

La sezione di tali conduttori è uguale o superiore a 25 mm².

I collegamenti equipotenziali sulle tubazioni sono eseguiti per mezzo di appositi collari muniti di morsetto di collegamento.

Durante l'esecuzione dei collegamenti sono prese precauzioni per evitare le corrosioni dovute alle giunzioni di metalli di natura diversa, quali l'utilizzo di capicorda stagnati o cadmiati per diminuire il potenziale elettrochimico, soprattutto nei collegamenti tra le corde di rame ed i dispersori verticali di acciaio zincato.

La sezione dei conduttori di protezione derivati dai collettori principali e secondari è rilevabile dagli schemi elettrici allegati (vedere capitolo sul sistema di protezione dai contatti indiretti).

9.3 Limitazione delle tensioni di contatto a seguito di un guasto a terra in media tensione

L'impianto di terra rientra quindi nelle prescrizioni dettate nel par. 9.4.3 della Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", per i quali deve essere soddisfatta la seguente condizione:

- la tensione totale di terra non deve superare la tensione di contatto ammissibile:

$$U_E \leq U_{tp}$$

Per un tempo di durata del guasto in media tensione di $\gg 10$ s (valore dichiarato dall'ENEL) la tensione di contatto ammissibile U_{tp} equivale a 75 V (valore asintotico ricavato dalla tabella C-3 della Norma 11-1).

Il valore della resistenza di terra equivale quindi a :

$$R_t \leq \frac{U_E}{I_E} \Rightarrow R_t \leq \frac{U_{tp}}{I_E}$$

dove

I_E = corrente convenzionale verso terra = 40 A (dichiarato dall' ENEL)

Il valore di resistenza di terra equivale quindi a:

$$R_t \leq \frac{75 \text{ V}}{40 \text{ A}} \leq 1,8 \Omega$$

In conclusione: per contenere le tensioni di contatto entro limiti accettabili (secondo la norma vigente) la resistenza di terra deve essere minore di 1,8 Ω .

10. IMPIANTO DI BASSA TENSIONE

10.1 Quadri elettrici di distribuzione

I quadri elettrici di distribuzione sono destinati a contenere i dispositivi di protezione, sezionamento, comando e segnalazione.

In particolare sono previsti i seguenti dispositivi di protezione:

- ° interruttori automatici magnetotermici: destinati alla protezione dei cavi e delle prese a spina contro le sovracorrenti (sovraccarichi e cortocircuiti)
- ° interruttori automatici differenziali: destinati alla protezione esclusiva dei contatti indiretti
- ° interruttori automatici magnetotermici differenziali: dispositivi che realizzano la protezione di cui al punto precedente unitamente alla protezione dei cavi e delle prese a spina contro le sovracorrenti
- ° interruttori automatici magnetotermici salvamotori: destinati alla protezione dei motori contro le sovracorrenti (sovraccarichi e cortocircuiti), servono anche per la protezione delle rispettive condutture
- ° fusibili: destinati alla protezione contro le sovracorrenti (sovraccarico e cortocircuito) principalmente dei circuiti ausiliari e delle batterie dei condensatori di rifasamento

I quadri elettrici sono realizzati in conformità alla norma CEI 17/13-1 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt): Parte 1..".

Le caratteristiche principali dei quadri installati sono di seguito elencate:

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- | | |
|-------------------------------|--|
| • Tipologia apparecchiatura | ANS |
| • Posa | a pavimento |
| • Accessibilità | anteriore |
| • Ingresso/uscita cavi | dal basso |
| • Morsettiere | separate circuiti di potenza e ausiliari |
| • Forma di segregazione | 2 |
| • Grado di protezione esterno | IP 30 |
| • Grado di protezione interno | IP XXB (dito di prova) |

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| • Tensione nominale | 415/230 V |
| • Tensione nominale di isolamento | 690 V |
| • Frequenza nominale | 50 Hz |
| • Corrente nominale | 100...4.000 A |
| • Corrente c.to c.to dimensionata | 10.... 50 kA |
| • Alimentazione ausiliari | 24-110-230 Vca |

CONDIZIONI DI SERVIZIO

- Temperatura ambiente -5/+40 °C
- Umidità relativa 75 %
- Altitudine s.l.m. < 1000 m

Per le caratteristiche tecniche e dimensionali delle carpenterie dei quadri elettrici e dei dispositivi contenuti si rimanda agli schemi elettrici unifilari ed ai topografici allegati.

10.2 Protezione contro le sovracorrenti

Il coordinamento dei dispositivi di protezione è realizzato in conformità alla norma CEI 64-8.

In particolare per quanto riguarda la protezione delle condutture contro le sovracorrenti, cioè il sovraccarico e il cortocircuito, gli interruttori automatici di protezione presentano le seguenti caratteristiche:

- sono di tipo magnetotermico;
- hanno potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

La protezione contro i cortocircuiti è realizzata nel rispetto della seguente condizione:

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

dove

I = corrente effettiva di cortocircuito valore efficace espressa in A;

t = durata in secondi del guasto (≤ 5 s);

K = coefficiente che dipende dal tipo di materiale del conduttore e dal tipo di isolamento;

S = sezione del conduttore espressa in mm²

La protezione contro i sovraccarichi è assicurata dagli stessi interruttori automatici magnetotermici nel rispetto di entrambe le seguenti condizioni:

1. $I_b \leq I_n \leq I_z$
2. $I_f \leq 1,45 I_z$

dove

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_z = portata in regime permanente della conduttura;

I_f = corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro un tempo convenzionale.

I dispositivi automatici di protezione contro le sovracorrenti sono installati nel punto di origine delle condutture derivate, ed hanno taratura termica inferiore alla portata ammissibile dei cavi protetti ($I_b \leq I_n \leq I_z$).

Il potere di interruzione di servizio (I_{cu}) degli interruttori automatici installati nei rispettivi quadri elettrici sono superiori al valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

Gli interruttori da installare appartengono alle seguenti tipologie:

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1) tipo aperto | (P.d.i. 65 kA) 4 poli 4.000 A |
| 2) tipo scatolato | (P.d.i. fino a 70 kA) 3,4 poli fino a 1.250 A |
| 3) tipo modulare salvamotore | (P.d.i. fino a 100 kA) 3 poli fino a 63 A (termica regolabile) |
| 4) tipo modulare magnetotermico | (P.d.i. fino a 25 kA) 2-3-4 poli fino a 63 A |

Per gli interruttori di tipo 4) che non presentano potere di interruzione adeguato, sono installati in serie (a monte) dei fusibili, di adeguata taratura, che assicurano la filiazione (back-up), innalzando quindi il potere di interruzione inadeguato dei medesimi interruttori, ad un valore accettabile, ovvero superiore alla corrente di cortocircuito massima presunta.

Le tabelle di back-up sono state rilevate dalla guida tecnica del costruttore. Gli interruttori che eseguono il back-up sono evidenziati negli schemi allegati.

Tutti gli interruttori automatici installati soddisfano la condizione $I_f \leq 1,45 I_n$, come indicato dal costruttore. La portata dei conduttori è stata calcolata secondo le tabelle CEI-UNEL 35024, tenendo conto dei fattori di correzione prescritti in relazione alla tipologia di posa, al tipo di isolamento e al numero dei circuiti adiacenti presenti.

In caso di posa mista di uno stesso cavo, la portata è stata calcolata considerando il caso che comporta un fattore di riduzione più basso.

Per la verifica dettagliata del coordinamento delle protezioni dei cavi contro le sovracorrenti si rimanda agli schemi elettrici allegati, dove possono leggersi i valori di corrente significativi calcolati ed i parametri considerati durante la fase progettuale. In particolare sono elencati per ogni partenza/utenza:

- denominazione e descrizione
- potenza assorbita (kW)
- corrente d'impiego (A)
- marca e tipo del dispositivo di protezione
- potere di interruzione (kA)
- n. poli x per corrente nominale (A)
- curva magnetica (dove indicato N.C., significa non classificata)
- taratura termica " I_{th} " e magnetica " I_m " (A)
- tipo di cavo (sigla armonizzata) ed isolante (EPR/PVC)
- formazione e sezione nominale del cavo: fasi, neutro e PE
- numerazione del cavo (sigla identificativa)
- lunghezza del cavo
- caduta di tensione a fondo linea con corrente di impiego (%)
- numero di posa (norma CEI 64-8) /temperatura /coefficiente K complessivo
- portata del conduttore di fase e del conduttore di neutro (A)
- corrente di c.c. trifase massima a fondo linea (A)
- corrente di guasto a terra minima a fondo linea (A)
- esito verifica protezione (SI/NO)

Per completezza, in tutti gli schemi, solitamente al foglio 7 sono elencate tutte le numerazioni delle tipologie di posa, nonché le descrizioni, indicate nella norma CEI 64-8 Tab. 52C.

10.3 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti è realizzata mediante interruzione automatica di alimentazione.

Il coordinamento dei dispositivi di protezione in caso di guasto verso terra in un sistema TN-S deve essere realizzato in modo che il tempo di interruzione del dispositivo sia compatibile con la tensione di contatto presente.

La relazione tra la tensione di contatto ed il proprio tempo di permanenza dovrebbe soddisfare per quanto possibile la curva di sicurezza del corpo umano.

La normativa prescrive che in caso di un guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione ed una massa, l'interruzione dell'alimentazione avvenga in un tempo specificato in relazione alla tensione nominale del sistema tra fase e terra.

Poiché la tensione nominale verso terra del sistema è $U_0 = 230 \text{ V}$, il tempo di intervento dei dispositivi di protezione deve essere:

- per circuiti di distribuzione e circuiti terminali con protezione termica superiore a 32 A $t = 5 \text{ s}$ [1]

- per circuiti terminali con protezione termica inferiore o uguale a 32 A $t = 0,4 \text{ s}$ [2]

Per quanto riguarda il circuito di guasto deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s = impedenza dell'anello di guasto

I_a = corrente che provoca l'interruzione automatica dell'alimentazione entro il tempo definito in [1] o [2]

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

In conclusione, per ottenere la protezione contro i contatti indiretti la corrente di intervento del dispositivo entro il tempo ammissibile in [1] o [2] deve essere inferiore alla corrente di guasto I_a .

La protezione contro i contatti indiretti sia delle linee principali di alimentazione, sia di tutte le utenze derivate dai quadri elettrici di distribuzione è sempre assicurata da interruttori a corrente differenziale.

Per gli interruttori generali dei sottoquadri di distribuzione è stata prevista l'installazione di relè differenziali di tipo indipendente, la cui rivelazione del guasto è assicurata da un toroide esterno nel quale passano i conduttori della linea.

Il contatto di scatto (TRIP) del relè comanda direttamente lo sganciatore di apertura del rispettivo interruttore.

Le tarature del relè differenziale sono:

soglie di intervento: 0,025.....25 A

tempo di intervento: 0,03.....5 s

Le tarature dei relè differenziali possono essere impostate sino ai valori di soglia massimi, cioè 25 A - 5 s, essendo comunque soddisfatta la condizione [1].

Sui circuiti delle utenze sono installati degli interruttori differenziali tri/tetrapolari di tipo modulare, associati agli interruttori automatici salvamotori.

Le correnti nominali differenziali possono essere 0,03-0,3-0,5 e la classe di appartenenza di tipo AC (per utenze generiche) e tipo A (per utenze con componenti continue, per es. gli inverter).

La presenza di interruttori di tipo differenziale rende superflua la misura dell'impedenza delle correnti di guasto. A conferma di ciò si vedano le correnti di guasto a terra a fondo linea riportate negli schemi allegati che, anche nelle condizioni più sfavorevoli (piccola sezione grande lunghezza), risultano essere sempre nell'ordine delle decine di ampere.

10.4 Distribuzione esterna

La distribuzione dell'energia è di tipo radiale, con origine dai quadri elettrici di distribuzione installati nei rispettivi edifici.

La distribuzione principale dell'energia, e l'alimentazione degli utilizzatori finali sono realizzate con cavi uni/multipolari di tipo FG7(O)R-0,6/1 kV aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- conduttori	rame ricotto
- isolamento	gomma HEPR ad alto modulo
- guaina	PVC qualità Rz
- tensione nominale	0,6/1 kV
- tensione di prova	4 kV in c.a.
- temperatura di esercizio	max 90 °C
- temperatura di c.c.	max 250 °C
- non propaganti l'incendio	CEI 20-22 II

I cavi sono posati all'interno di tubazioni interrato ad una profondità pari ad almeno 0,8 m dal piano di calpestio.

Le tubazioni sono costituite da materiale plastico autoestinguento corrugato esternamente e liscio internamente, caratterizzato da alta resistenza allo schiacciamento, secondo le norme CEI EN 50086.

Il sistema di cavidotti interrati è interrotto in prossimità dei cambi di direzione e delle utenze da alimentare, da pozzetti rompitratta con chiusino ispezionabile di tipo carrabile.

Durante la fase di dimensionamento si è considerato un diametro interno del cavidotto almeno pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. (vedere tavola PRD001L03).

10.5 Distribuzione interna

All'interno degli edifici la distribuzione avviene mediante posa in passerella a filo (a rete) in acciaio inox, fissata a parete o a soffitto, mediante appositi supporti.

Nella passerella sono posati esclusivamente cavi uni/multipolari di tipo FG7(O)R-0,6/1 kV.

Le derivazioni sono eseguite all'interno di cassette in pvc, munite di coperchio asportabile solo mediante attrezzo, ed aventi grado di protezione non inferiore a IP44.

Le condutture dei circuiti terminali sono realizzate mediante cavi multipolari di tipo FROR, ovvero conduttori isolati di tipo N07V-K, infilati in tubazioni portacavi in PVC rigido pesante autoestinguente (RK 15 - CEI EN 50086-2-1), fissate a parete mediante appositi collari di fissaggio.

I cavi di tipo FROR presentano le seguenti caratteristiche:

- conduttore in rame flessibile rosso ricotto
- isolamento in PVC qualità TI2
- guaina in PVC speciale qualità TM1 (TM2), colore grigio
- tensione di esercizio $U/U_0 = 450/750$ V
- tensione di prova 2,5 kV
- temperatura massima di lavoro + 70 °C
- temperatura massima in c.c. + 160 °C
- non propagante la fiamma (CEI 20-35)
- ridotta emissione di gas acidi e corrosivi in caso di combustione

In alternativa ai cavi FROR possono essere installati nelle tubazioni i conduttori isolati di tipo N07V-K:

- conduttore in rame flessibile rosso ricotto
- isolamento in PVC qualità R2
- tensione di esercizio $U/U_0 = 450/750$ V
- tensione di prova 2,5 kV
- temperatura massima di lavoro + 70 °C
- temperatura massima in c.c. + 160 °C
- non propagante la fiamma (CEI 20-35)
- non propagante l'incendio (CEI 20-22 II)
- ridotta emissione di gas acidi e corrosivi in caso di combustione

Il grado di protezione degli involucri è mantenuto anche nei punti di entrata delle condutture di alimentazione, mediante l'installazione di appositi raccordi tubo/cassetta o pressacavi.

10.6 Sezioni minime - cadute di tensione

Le sezioni minime dettate dalla normativa e dal progetto sono:

- 1,5 mm² per i circuiti luce e ausiliari;
- 2,5 mm² per i circuiti di forza motrice e prese a spina.

Inoltre le sezioni dei cavi sono calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti, affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione nominale di rete.

Le sezioni dei conduttori di neutro e dei conduttori di protezione devono essere almeno pari alla sezione del corrispondente conduttore di fase, per sezioni fino a 16 mm². Possono essere inferiori per sezioni più elevate.

Nello specifico sia il conduttore di neutro, sia il conduttore di protezione presentano una sezione pari alla metà del corrispondente conduttore di fase, ad eccezione di alcune linee di elevata portata, costituite da più conduttori in parallelo, per le quali il conduttore di protezione è stato dimensionato con la seguente formula:

$$S \geq \frac{I \sqrt{t}}{K}$$

dove:

I = è la corrente di guasto a terra;

t = è il tempo di eliminazione del guasto per intervento del dispositivo di protezione;

K = coefficiente che tiene conto del tipo di conduttore.

10.7 Identificazione dei cavi

L'identificazione dei cavi deve essere eseguita mediante targhette fascettate all'estremità degli stessi cavi in prossimità delle morsettiere del quadro e delle cassette di derivazione e infilaggio, e direttamente sui morsetti dell'utenza alimentata.

Nelle targhette sono riportati la sezione e formazione del cavo e la numerazione come da schemi allegati.

Le targhette devono essere di tipo imperdibile con scritte indelebili.

La colorazione dell'isolante dei conduttori deve essere rispondente alla norma CEI 16-4, in particolare:

- il conduttore di neutro deve avere colorazione blu chiaro;
- per i conduttori di protezione, di terra ed equipotenziali è prescritta la colorazione doppia giallo-verde;
- per i conduttori di fase, indifferentemente nero, blu, grigio.

10.8 Distribuzione impianto di segnale

I cavi destinati al trasporto dei segnali analogici e/o digitali provenienti dagli strumenti in campo hanno le medesime caratteristiche tecniche dei cavi di potenza, anche se in alcuni casi sono di tipo schermato.

La posa dei cavi di segnale deve essere separata dai cavi di energia, mediante installazioni entro sistema di tubazioni indipendente da quelli destinati alla distribuzione di energia.

Per tutta la lunghezza delle passerelle, dove previsto, è installato un setto separatore che assicura la segregazione tra i cavi di distribuzione dell'energia ed i cavi di trasmissione dati.

Anche per i cavi di trasporto di segnale la sezione nominale è di 1,5 mm².

11. Calcoli elettrici del presente progetto

11.1 Carichi elettrici

Il nuovo impianto elettrico di cui al presente progetto serve esclusivamente per l'alimentazione di n. 2 pompe aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

- portata $Q= 34$ l/sec (cadauna);
- prevalenza $H= 280$ m;
- N° 2 poli;
- frequenza 50 Hz;
- Trifase;
- potenza motore 132 KW;
- tensione 400 v;

Nel quadro-QE32 esistente verrà installato un nuovo interruttore IQE che alimenta tutto il nuovo sistema di cui al presente progetto.

Anche il nuovo interruttore verrà alimentato dal trasformatore in servizio attivo TR1 da 2.500 kVA. In particolare sarà installato sul lato Sbarre utenza normale nella parte bassa della prima colonna del quadro esistente dello stesso e sarà collegato alle sbarre esistenti previa modifica e adattamento dello stesso direttamente alle sbarre poste a valle dell'interruttore di macchina Bt esistente nel quadro QE32

Dal nuovo interruttore verrà alimentato il quadro di avviamento pompe installato nel locale serbatoio di accumulo distante 175 m.

Tutti i cavi di bassa tensione con tragitto esterno sono posati in apposite tubazioni interrato, viceversa nei locali i cavi sono posati in apposite passerelle grigliate, staffate a parete/soffitto.

All'interno del quadro esistente verrà installato:

-n.1 interruttore magnetotermico differenziale tipo T4H PR221DS - LS/I 320 A RCQ della ABB o similare; avente le seguenti caratteristiche:

- poli	3P;
- corrente nominale	320 A;
- I _{dn}	0/3 A;
- I _{th}	268,8 A;
- I _m	1.440 A;
- I _{cu} /I _{cn}	70,0 kA

Dall' interruttore di cui sopra parte la linea che va ad alimentare il quadro di avviamento pompe situato nel locale serbatoio di accumulo che dista 175 m circa.

11.3 Linea da interruttore IQE su quadro esistente QE32 a quadro comando pompe.

La linea va ad alimentare il quadro di comando pompe situato nel locale serbatoio di accumulo che dista 175 m circa.

La linea è formato da cavi unipolari in rame con guaina in PVC della sezione di 3x(1x70) mmq per ciascuna fase, mentre il conduttore di protezione ha una sezione di 70 mmq.

La linea è interrata in tubi protettivi circolari posati in piano a contatto (n. posa 71);

le caratteristiche elettriche della linea sono:

- I _z	374,2 A
- I _b L1	260,3 A
- I _b L2	260,3 A

- Ib L3	260,3 A
- caduta di tensione tratto da quadro QE32/a e quadro comando pompe	1.31 %
- Ikmin	1,37 kA
- Ikmax	60,49 kA

11.4 Quadro comando pompe.

Il quadro comando pompe verrà situato nel locale serbatoio di accumulo e sarà costituito da cassa in metallo per installazione a parete, chiusura chiave circolare, protezione IP54 all'interno ci saranno:

- sezionatore generale tripolare con comando esterno interbloccato con la portella tipo ABB T5D 630 o similare con In 630 A;
- inverter per il comando e la protezione delle pompe;
- teleruttore tripolare di linea
- Interruttore magneto termico termico differenziale, autocompensato per la temperatura ambiente, per la protezione contro i sovraccarichi prolungati e/o la mancanza di fase. tipo T4N PR221DS - LS/I 320 A RCQ della ABB o similare ;

avente le seguenti caratteristiche:

- poli	3P;
- corrente nominale	320 A;
- I _{dn}	0/3A;
- I _{th}	268,8 A;
- I _m	1.440 A;
- I _{cu} /I _{cn}	36,0 kA;

- trasformatore circuito ausiliario protetto da fusibili, tensione d'uscita 24V;
- selettore M-O-A, posizione manuale stabile (protezioni attive), nella posizione automatico il consenso marcia arresto avviene tramite il segnale del pressostato e/o galleggiante;
- spie di segnalazione: presenza tensione nella rete, pompe in marcia, intervento relè termico;
- morsettiera per allacciamento cavi alla alimentazione motore e comando pressostato/galleggiante;
- morsettiera per allacciamento resistenza antincondensa nel motore se prevista;

Ogni inverter sarà costituito da:

- N° 6 ingressi digitali programmabili con logica PNP o NPN;

- N° 2 ingressi analogici;
- N° 2 ingressi impulsivi programmabili;
- N° 1 uscita analogica programmabile;
- N° 2 uscite relè programmabili;
- filtro di compatibilità elettromagnetica EMC (tipo H1);
- protocolli di comunicazione FC e Modbus RTU integrati, LonWorks, Devicenet e Profibus opzionali;
- display grafico integrato;
-

11.5 Linea da quadro pompe a motori.

La linea va ad alimentare le pompe che distano 30 m circa dal quadro.

La linea è formato da cavi unipolari in rame con guaina in PVC della sezione di 3x(1x70) mmq per ciascuna fase.

La linea è aerea su passerella perforata cavi posati in piano a contatto (n. posa 31);

le caratteristiche elettriche della linea sono:

- Iz	587,3 A
- Ib L1	260,3 A
- Ib L2	260,3 A
- Ib L3	260,3 A
- caduta di tensione tratto da quadro QE32/a e quadro pompe	0,32 %
- Ikmin	1,24 kA
- Ikmax	9,81 kA

11.6 Verifica dell'interruttore generale ITR1 e dell'impianto elettrico esistente.

L'interruttore esistente immediatamente a valle del trasformatore TR1 denominato negli schemi ITR1 è tarato per 4.000 A.

L'aumento percentuale della corrente che lo attraversa a causa del nuovo carico (132 kW della pompa del presente progetto pari a 260,3 A) è pari a 6,5 % trascurabile e compensata dai fattori di contemporaneità e continuità dell'intero impianto.

In conclusione il nuovo impianto di cui al presente progetto non modifica in alcun modo le protezioni e i coefficienti di sicurezza dei componenti dell'impianto elettrico esistente.

