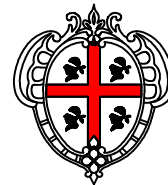


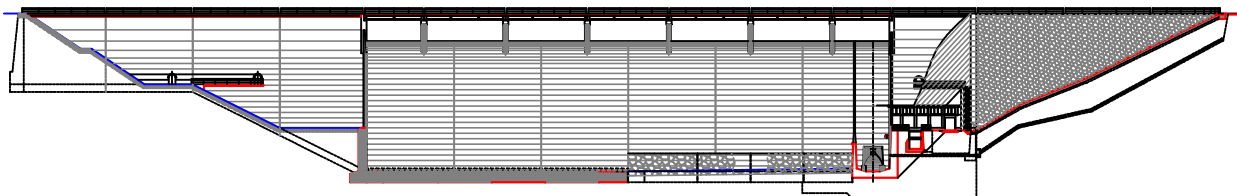


**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**  
*Ente acque della Sardegna*



**Piano regionale delle infrastrutture: linea d.3**  
**Interventi sulle opere di sbarramento esistenti gestiti dall'Ente acque della Sardegna**

**d.3.5 :Adeguamento dei locali della casa di guardia della diga S. Lucia sul torrente Sa Teula  
alle disposizioni contenute nel D.Lgs. n. 81/2008 e sue smi  
nei riguardi della salute e sicurezza dei lavoratori  
Manutenzione alveo a valle della diga per ripristino  
regolare deflusso portate sfiorate**



**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI**

Allegato

**A.18**

Scala

*Redatto dal Servizio Dighe*

**I Progettisti**  
*opere civili*

*P.Ed. Alessandro Fois*

*Geom. Giuseppe Vulpiani*

**Il Coordinatore della sicurezza in  
progettazione**  
*P.Ed. Alesssandro Fois*

**Il Progettista  
impianti elettrici**  
*Ing. Alessandro Acciu*

**Il Responsabile Unico del Procedimento**  
*Ing. Enrica Palomba*

**Il Direttore del Servizio Dighe**  
*Ing. Roberto Meloni*

**Agosto 2022**

## Sommario

1.	PREMESSA .....	2
1.1	Criteri utilizzati per le scelte progettuali .....	2
1.2	Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati .....	2
2.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	2
3.	NORME DI RIFERIMENTO .....	2
3.1	Leggi e norme di carattere generale .....	3
3.2	Leggi e norme relative agli impianti elettrici .....	4
3.3	Leggi e norme relative alla Prevenzione Incendi .....	4
4.	PROTEZIONE DI COSE E PERSONE .....	5
4.1	Protezione contro contatti indiretti .....	5
4.2	Protezione contro contatti diretti .....	5
4.3	Protezione contro le sovracorrenti .....	5
4.4	Protezione contro il sovraccarico .....	5
4.5	Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione .....	6
4.6	Corrente di corto circuito .....	6
4.7	Classificazione degli ambienti .....	6
4.8	Calcolo della sezione dei conduttori di fase e neutro .....	6
4.9	Calcolo della sezione dei conduttori di protezione- PE .....	7
4.10	Interruttori automatici .....	8
4.11	Caduta di tensione .....	8
4.12	Distribuzione Generale .....	8
4.13	Verifiche prima della messa in servizio dell'impianto .....	8
4.14	Esami a vista .....	9
4.15	Prove .....	9
5.	REQUISITI MINIMI DELLE FORNITURE .....	10
5.1	Quadri elettrici e apparecchiature assiemate .....	10
5.2	Tubazioni protettive e canaline portacavi .....	10
5.3	Cavi e conduttori .....	11
5.4	Cassette o scatole di derivazione .....	12
5.5	Morsettiere di giunzione e capicorda .....	12
5.6	Apparecchi di comando e presa .....	12
5.7	Livello di qualità dei materiali – Marche di riferimento .....	12
6.	STRUTTURA QUADRI .....	13
7.	NOMENCLATURA LINEE .....	13

## 1. PREMESSA

Il presente documento progettuale è redatto con il fine di descrivere in modo dettagliato le opere che si andranno a realizzare presso il sito Enas, nel comune di Villagrande Strisaili, nell'opera denominata Diga di Santa Lucia.

Tutti gli interventi proposti dovranno essere fatti nel pieno rispetto delle normative sulla sicurezza dell'impianto e sulla prevenzione incendi ove necessarie. In occasione di ristrutturazioni elettriche è necessario adempiere, oltre che alle normative di sicurezza e di prevenzione incendi, a una serie di normative di legge in campo di contenimento energetico e sfruttamento delle fonti rinnovabili dell'energia.

La progettazione del nuovo impianto elettrico tiene conto di tutti questi fattori: saranno particolarmente curati gli aspetti legati alla salvaguardia del mantenimento delle condizioni ottimali di funzionamento nel corso degli anni e, soprattutto, verranno rispettate le condizioni di continuità di servizio e flessibilità dell'impianto.

### 1.1 Criteri utilizzati per le scelte progettuali

Per soddisfare i requisiti dell'impianto elettrico, si sono fissati questi due fondamentali obiettivi:

- la flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze abitative ed organizzative;
- la sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose, che in qualche modo debbano interagire con l'ambiente in piena coerenza con la norma CEI 64-8.

### 1.2 Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati sono adatti all'ambiente in cui sono installati e hanno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi sono rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Inoltre tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità sono muniti del contrassegno IMQ.

## 2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi in progetto ed oggetto della presente relazione sono:

- Rifacimento impianti elettrici nella struttura adibita a casa di guardia, con una nuova distribuzione interna delle linee illuminazione forza motrice e servizi;
- Nuovo impianto di forza motrice, con nuovi punti presa sia di tipo monofase che di tipo trifase, con presa del tipo serie civile e sia di tipo industriale negli ambienti di lavoro;
- Nuovo impianto di illuminazione, con apparecchi illuminanti di nuova generazione del tipo led, con applicazione a soffitto e parete, come indicato in planimetria;
- Nuove alimentazioni impianto di climatizzazione, con installazione di nuove macchine di climatizzazione.

Il nuovo quadro elettrico per alimentazione dell'intera casa di guardia sarà posizionato all'interno del locale al piano terra, adibito ad officina, posizione da definire in fase realizzativa, e dovrà essere realizzato secondo le indicazioni progettuali. Si allega lo schema a blocchi dei quadri.

L'alimentazione del nuovo quadro elettrico sarà realizzata con linea in cavo adatto all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), realizzato in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, con Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, di adeguata sezione.

## 3. NORME DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è prodotto in conformità alle seguenti normative.

### 3.1 Leggi e norme di carattere generale

Nella redazione del presente progetto, così come nella realizzazione degli impianti elettrici, sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nella esecuzione delle opere, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

Legge 01.03.1968 n. 186	“Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici”;
Legge 18.10.1977 n. 791	“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”
Legge 09.01.1989 n. 13	“Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati”
DM 14/06/1989 n. 236	“Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche”
DPR 24.7.1996 n. 503	“Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”
DM 22.01.2008 n. 37	“Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”
DLgs 09/04/08 n.81	“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
DLgs 03/08/09 n. 106	“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
Direttiva 2004/108/CE 194/2007”	“Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica” recepita con DLgs
Direttiva 2006/95/CE	“Direttiva Bassa Tensione”
norma CEI 0-21	“Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”; -norma CEI 99-2: “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: (CEI EN 61936-1) Prescrizioni comuni”;
norma CEI 11-17	“Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
norma CEI 16-2	Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo macchina, (CEI EN 60445): marcatura e identificazione – Individuazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori”
norma CEI 17-113	“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa (CEI EN 61439-1): tensione (quadri BT).  Parte 1: Regole generali”;

norma CEI 23-51	"Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare";
norma CEI 64-8	"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
norma CEI 70-1	"Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
norma CEI 81-10/1÷4	"Protezione contro i fulmini":
Parte 1:	"Protezione contro i fulmini. Principi generali",
Parte 2:	"Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio",
Parte 3:	"Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone",
Parte 4:	"Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
norma UNI 9795	"Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio";
norme UNI 54	"Norme di prodotto delle apparecchiature di allarme incendio";

### 3.2 Leggi e norme relative agli impianti elettrici

Legge 18 ottobre 1977, n. 791 - "Attuazione della dir. CEE n. 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".

D.L. 16 febbraio 1982 - "Modificazioni al decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi".

D.L. 17 marzo 1995 - "Attuazione della direttiva CEE relativa alla sicurezza generale dei prodotti".

CEI 0-2 - "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

CEI 0-3 - "Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati".

CEI 64-8/1 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali".

CEI 64-8/2 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 2: Definizioni".

CEI 64-8/3 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali".

CEI 64-8/4 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza".

CEI 64-8/5 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici".

CEI 64-8/6 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche".

CEI 64-8/7 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata ed a 1.500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari".

### 3.3 Leggi e norme relative alla Prevenzione Incendi

D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122

D.M. 12 aprile 1996 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.

D.M. 13 luglio 2011 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.

D.M. 26 giugno 2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

## 4. PROTEZIONE DI COSE E PERSONE

### 4.1 Protezione contro contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni e carcasse metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensioni esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

L'impianto sarà realizzato in conformità alle prescrizioni della Norma CEI 64/8.

Tutte le masse estranee sono collegate all'impianto di terra secondo le prescrizioni della già citata Norma CEI 64/8.

### 4.2 Protezione contro contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive.

In linea generale le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X, inteso nel senso che il "dito di prova" non possa toccare parti in tensione; gli involucri e le barriere devono essere saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazioni delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

Il grado di protezione minimo richiesto è, in linea generale, IP40.

Nelle zone tecniche è richiesto un grado di protezione IP44/55.

In aggiunta e non in sostituzione delle protezioni totali e parziali contro i contatti diretti, è prevista la protezione attiva mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità, cioè con corrente differenziale non superiore ai 30 mA.

### 4.3 Protezione contro le sovracorrenti

I circuiti del sistema di categoria I devono essere protetti contro le sovracorrenti come richiesto dalla norma CEI 64-8; la protezione verrà realizzata in accordo a:

art. 473.1 per quanto riguarda i sovraccarichi;

art. 473.2 per quanto riguarda i cortocircuiti.

I circuiti del sistema di categoria II si devono proteggere contro le sovracorrenti come richiesto dalla norma CEI 11-17; la protezione deve essere realizzata in accordo all'articolo 2 della norma stessa.

I dispositivi di protezione devono essere posti in quadri elettrici o zone protette, accessibili solo da personale addestrato, essere protetti contro le manomissioni da parte di personale esterno e devono avere targhe identificatrici dei circuiti interessati.

### 4.4 Protezione contro il sovraccarico

La protezione dai sovraccarichi, effettuata con interruttori magnetotermici che rispettino le norme CEI 23-3 (per correnti nominali inferiori a 125 A) o CEI 17-5 (per correnti nominali superiori a 125 A), deve rispettare la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego della linea;
- $I_n$  è la corrente nominale dell'interruttore;
- $I_z$  è la portata del cavo.

Si ricava in tal modo la corrente nominale dei dispositivi di interruzione utilizzati.

Per tutti gli interruttori la caratteristica di intervento da impiegare, la corrente nominale, il potere di interruzione, le correnti di taratura e l'eventuale ritardo intenzionale saranno indicati negli elaborati di progetto.

#### 4.5 Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione

Una volta eseguito l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata attuando il coordinamento fra l'impianto di messa a terra e interruttori automatici (magnetotermici differenziali).

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con interruttori che assicurino l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Nel caso specifico, affinché il coordinamento sia efficiente, deve essere osservata la relazione:

$$R_t < 50/I_d$$

dove  $R_t$  è il valore in ohm della resistenza di terra nelle condizioni più sfavorevoli,  $I_d$  il più elevato fra i valori in ampère delle correnti differenziali nominali di intervento dei dispositivi di protezione dei singoli impianti utilizzatori.

#### 4.6 Corrente di corto circuito

I conduttori attivi sono protetti dalle correnti di cortocircuito che possono provocare gravi effetti termici e meccanici nei confronti dell'isolante dei conduttori, dei collegamenti e dell'ambiente circostante, mediante dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione.

In particolare detti dispositivi soddisfano contemporaneamente, così come previsto dalla norma CEI 64-8 art. 434.3, le seguenti prescrizioni:

il potere di interruzione non è inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione,

le correnti di cortocircuito vengono interrotte in un tempo tale da non superare la temperatura massima ammissibile per i conduttori, condizione, quest'ultima, che viene sintetizzata, per durata dei cortocircuiti inferiore a 5 secondi, dalla seguente relazione:

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

dove:

- $I$  = corrente effettiva di cortocircuito, in valore efficace, misurata in ampere,
- $t$  = durata in secondi,
- $S$  = sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>,
- $K$  = coefficiente variabile in base al materiale conduttore ed al tipo di isolamento (= 115 per conduttori in rame isolati in PVC e = 135 per conduttori in rame isolati in gomma).

In particolare, nell'impianto in oggetto si utilizzano, per la protezione contro le correnti di cortocircuito, i dispositivi che assicurano la protezione contro i sovraccarichi, in accordo con la norma CEI 64-8 art. 435.1.

In questo caso, di unico dispositivo di protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti, la verifica della corrente di cortocircuito minima, da calcolarsi a fondo linea, non è necessaria in ossequio al commento all'art. 533.3 della norma CEI 64-8.

Nel caso in cui il potere d'interruzione dei dispositivi risulti inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, si ricorre alla tecnica del back-up, secondo quanto previsto dall'art. 434.3.1. della norma CEI 64-8.

#### 4.7 Classificazione degli ambienti

La definizione del tipo di ambiente di installazione deve essere effettuata in accordo alle seguenti normative:

norma CEI 64-8/7 per ambienti a maggior rischio in caso di incendio ed altri ambienti particolari (bagni, piscine, saune, cantieri, agricoli o zootecnici, luoghi conduttori ristretti, CED, campeggi, locali medici, pubblico spettacolo, ecc.);

Gli impianti elettrici devono essere quindi progettati e realizzati in esecuzione idonea alla tipologia di ambiente definito.

Si devono inoltre considerare le tipologie di impianti da utilizzare con i gradi di protezione stabiliti dalla norma CEI EN 60529 in relazione alle condizioni ambientali locali (presenza di liquidi, polveri, ecc.).

La tipologia di ambiente oggetto di questo progetto è classificabile come un ambiente ordinario.

#### 4.8 Calcolo della sezione dei conduttori di fase e neutro

L'art. 25.5 della Norma CEI 64-8 definisce portata di un cavo "il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato". In base a questa definizione, si può affermare che la portata di un cavo, indicata convenzionalmente con  $I_z$ , deriva:



- dalla capacità dell'isolante a tollerare una certa temperatura;
- dai parametri che influiscono sulla produzione del calore, quali ad esempio resistività e la sezione del conduttore;
- dagli elementi che condizionano lo scambio termico tra il cavo e l'ambiente circostante.

Quindi, per un corretto dimensionamento del cavo, si devono verificare:

$$I_z \geq I_b$$

$$\Delta V_c \leq \Delta V_M$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego
- $I_z$  la portata del cavo, cioè il valore efficace della massima corrente che vi può fluire in regime permanente
- $\Delta V_M$  è la caduta di tensione massima ammissibile per il cavo (la regola tecnica consiglia entro il 4% della tensione di alimentazione).

Per determinare la sezione dei conduttori di fase si tiene conto di due fattori:

la corrente di impiego  $I_b$  che la conduttura deve sostenere (in coordinamento con la corrente  $I_n$  delle protezioni);

la caduta di tensione massima, che si è stabilito debba essere contenuta entro il 4% del valore nominale;

Per determinare la portata delle condutture si fa riferimento alle disposizioni delle norme CEI 64-8 e CEI 20-21, applicando per ogni circuito un fattore di declassamento stabilito in base alle temperature ambiente prevista, al numero dei circuiti adiacenti, al tipo di posa.

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame od a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup> se in rame oppure a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio, il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro; [NOTA: la corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi]
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame oppure a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio.

In ogni caso, il conduttore di neutro deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con le prescrizioni dell'articolo 473.3.2 della norma CEI 64-8 riportate di seguito:

a) quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale o equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore.

b) quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario, prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.

c) non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono contemporaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

#### 4.9 Calcolo della sezione dei conduttori di protezione- PE

Le sezioni minime dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori in tabella; se risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.



Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio $S_F$ [mm <sup>2</sup> ]	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase $S_{PE}$ [mm <sup>2</sup> ]	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase $S_{PE}$ [mm <sup>2</sup> ]
$S_F \leq 16$	$S_{PE} = S_F$	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$	$S_{PE} = 16$
$35 < S_F$	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme

$S_F$ : sezione dei conduttori di fase dell'impianto

$S_{PE}$ : sezione minima del corrispondente conduttore di protezione

#### 4.10 Interruttori automatici

Per quanto riguarda gli interruttori automatici, questi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, devono comunque essere soddisfatte le relazioni:

$$I_{cc} \text{ della linea} < I_{cc} \text{ dell'interruttore} - I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

$I$  = corrente di corto circuito in valore efficace

$t$  = durata in secondi

$S$  = sezione del conduttore in mmq

$K$  = parametro pertinente il tipo di isolamento del cavo impiegato

Nel presente progetto si è scelto, l'impiego di interruttori con potere di interruzione pari a 10 KA per gli interruttori principali ed anche per gli interruttori dei vari quadri di distribuzione.

Gli interruttori automatici di protezione di ogni circuito sono stati scelti nel rispetto delle relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ e } I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego della linea in Ampere

$I_n$  = corrente nominale interruttore automatico in Ampere

$I_z$  = portata in corrente del conduttore in Ampere

$I_f$  = corrente di funzionamento in ampere

#### 4.11 Caduta di tensione

Le condutture elettriche nell'impianto in oggetto sono state dimensionate in modo tale da contenere la caduta di tensione a regime, tra l'origine dell'impianto nel punto di consegna dell'energia ed un qualunque apparecchio utilizzatore, entro il limite del 4% della tensione nominale dell'impianto (norma CEI 64-8 art. 525).

Per i periodi transitori di avviamento motori o altro sono state considerate ammissibili cadute di tensione entro il limite del 12% della tensione nominale dell'impianto.

#### 4.12 Distribuzione Generale

L'impianto elettrico, caratterizzato da un sistema di distribuzione in bassa tensione, risulterà protetto contro i contatti indiretti mediante interruttori differenziali, mentre la protezione contro sovraccarichi e cortocircuiti sarà affidata a interruttori magnetotermici e fusibili.

**Nel reparto lavorazioni e, in generale, in tutti i locali o le aree ove è possibile il danneggiamento meccanico, i cavi elettrici dovranno essere protetti fino ad una altezza di 2,5m sul piano di lavoro mediante tubazioni, canaline dotate di coperchio e guaine flessibili in acciaio zincato. I componenti elettrici quali prese, interruttori, pulsanti e condutture elettriche verranno installati ad una altezza minima di 1,5m sul pavimento.**

**I condotti sbarre dovranno essere equipaggiati di appositi accessori al fine di mantenere il grado di protezione ad IP55.**

#### 4.13 Verifiche prima della messa in servizio dell'impianto

In seguito alla realizzazione di un nuovo impianto, od alla integrazione e/o modifica ad un impianto esistente è necessario procedere ad una serie di verifiche iniziali prima della messa in servizio.

Le verifiche iniziali devono essere conformi a quanto richiesto nella parte sesta della norma CEI 64-8 e devono essere effettuate da persone esperte competenti in lavori di verifica.

Le verifiche iniziali dell'impianto elettrico devono comprendere:

- esame a vista;
- prove;

rapporto di verifica, cioè la registrazione dei risultati dell'esame a vista e delle prove.

Al termine delle verifiche iniziali è necessario infatti preparare un rapporto di prova da allegare alla documentazione finale di certificazione degli interventi eseguiti.

Ogni difetto ed omissione eventualmente rilevato durante le verifiche deve essere eliminato prima della consegna dell'impianto.

#### 4.14 Esami a vista

L'esame a vista deve precedere le prove e generalmente deve essere eseguito con l'intero impianto fuori tensione.

Per quanto riguarda i componenti elettrici si deve accertare che:

- siano conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme;
- siano stati scelti correttamente e messi in opera secondo le prescrizioni normative ed indicazioni del costruttore;
- non siano visibilmente danneggiati.

L'esame a vista deve riguardare i seguenti controlli (dove applicabili):

- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti;
- presenza di barriere tagliafiama o altre precauzioni contro la propagazione dell'incendio e metodi di protezione contro gli effetti termici;
- idonea scelta dei conduttori in merito alla loro portata e caduta di tensione;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e segnalazione;
- presenza e corretta esecuzione dei dispositivi di sezionamento e/o di comando;
- componenti elettrici e misure di protezione idonei alle influenze esterne;
- corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- dispositivi di comando unipolari connessi sui conduttori di fase;
- presenza di schemi, cartelli monitori ed informazioni analoghe;
- identificazione dei circuiti e dei morsetti, dei dispositivi di protezione e di comando;
- idonea connessione dei conduttori;
- presenza dei conduttori di protezione, dei collegamenti equipotenziali principali e supplementari, compresa la verifica dell'idoneità della sezione;
- agevole accessibilità dell'impianto per gli interventi operativi e di manutenzione;
- rispetto delle prescrizioni per gli ambienti particolari (maggior rischio in caso di incendio, locali con bagni e docce, locali ad uso medico, ecc.).

#### 4.15 Prove

Si devono eseguire (dove applicabili) le seguenti prove sull'impianto elettrico:

- continuità dei conduttori;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica;
- resistenza dei pavimenti e delle pareti;
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (prova dei dispositivi a corrente differenziale);
- prova di polarità;
- verifica della sequenza delle fasi;
- prove di funzionamento;
- verifica della caduta di tensione.

**Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tali prove ed ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.**

## 5. REQUISITI MINIMI DELLE FORNITURE

### 5.1 Quadri elettrici e apparecchiature assiemate

I quadri elettrici e le apparecchiature assiemate devono essere realizzati e sottoposti a tutte le prove di tipo, secondo le prescrizioni della norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) o della norma CEI 23-51, nei rispettivi ambiti di applicazione.

I quadri elettrici realizzati in lamiera di acciaio devono essere opportunamente verniciati previo trattamento antiruggine.

Le apparecchiature e le connessioni devono essere fissate e bloccate con molta cura al fine di evitare dannosi allentamenti della bulloneria.

La disposizione delle apparecchiature deve essere fatta in modo che sia rispettato un determinato ordine e ci sia una rispondenza tra le apparecchiature montate sul fronte e quelle montate all'interno; nello stesso tempo si deve tener conto delle future necessità di esercizio e manutenzione con un facile e comodo accesso a tutte le parti montate all'interno.

Le sbarre e le connessioni devono avere sezioni largamente dimensionate alle correnti convogliate e ancorate con sostegni adatti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito.

Le connessioni ausiliarie devono tutte essere appoggiate a morsettiere ad elementi componibili.

L'accesso alle parti interne deve tener conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente a contatto con parti sotto tensione.

Ogni quadro deve inoltre essere corredato di:

- targhette indicatrici montate sulla portella frontale ed all'interno in corrispondenza di ogni apparecchiatura nonché della targa del costruttore che deve essere marcata in maniera indelebile e posta in modo da essere visibile e leggibile;
- illuminazione interna che si accenda possibilmente automaticamente all'apertura della portella (quando esplicitamente richiesto);
- serratura apribile con chiave;
- schema elettrico aggiornato, completo delle diciture di riferimento dei conduttori e delle morsettiere;
- custodia interna nella quale porre copia degli schemi elettrici.

### 5.2 Tubazioni protettive e canaline portacavi

Tutte le distribuzioni sono da eseguire generalmente o con tubazioni portaconduttori o con canaline portacavi.

I tubi in materiale termoplastico in PVC devono essere di tipo pesante, rigido o flessibile secondo le norme CEI 23-80 (CEI EN 61386-1); resta escluso l'impiego delle tubazioni flessibili di tipo leggero.

La posa delle tubazioni a vista ed incassate nelle pareti deve essere fatta seguendo percorsi verticali ed orizzontali (questi solamente al di sopra di due metri di quota dal pavimento) e non con traversate o tratti diagonali e, se a soffitto, paralleli alle pareti ed agli assi principali del locale.

Nei vespai e nei tratti interrati si devono impiegare cavidotti di materiale elettrico di elevata resistenza meccanica.

Il diametro delle tubazioni non deve essere inferiore a 20 mm ed in ogni caso il diametro interno deve essere almeno 1,3 volte quello del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in esse contenuti, ciò al fine di garantire la sfilabilità.

Non sono ammesse derivazioni con "T" sui tubi, ma solamente tramite scatole e cassette.

Le canaline portacavi devono essere di materiale appropriato in relazione al luogo di installazione.

Tutte le canaline installate in verticale e/o a quota inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio, devono essere fornite in opera con coperchio.

Per i canali contenenti cavi di energia il coefficiente di riempimento non deve superare il 50%, cioè la sezione occupata dai cavi non deve superare la metà della sezione del canale. I conduttori posati in tubazioni o condotti devono risultare sempre sfilabili e reinfiliabili, quelli posati in canaline e entro vani (continui ed ispezionabili) devono poter essere sempre rimossi o sostituiti.

Nei tubi, condotti, passerelle, canaline, ecc. non devono esserci giunzioni o morsetti.

Dove esplicitamente indicato e richiesto nella descrizione degli impianti, le tubazioni possono essere:

- in acciaio saldato e zincato a fuoco, tipo Conduit;
- in acciaio senza saldatura, zincato a fuoco, tipo Mannesmann, lisci all'interno, in tutti i casi in cui gli impianti devono essere eseguiti a tenuta perfettamente stagna.

Non è ammesso neanche per le tubazioni in acciaio l'impiego di derivazioni a "T"; tutte le curve si devono eseguire con largo raggio, in relazione anche alla flessibilità dei cavi contenuti, mediante l'impiego di apposite macchine piegatubi.

Le derivazioni possono essere eseguite solamente mediante l'impiego di cassette di derivazione o su morsetti.

Nei disegni allegati al progetto sono indicati, caso per caso, i tipi ed i diametri dei tubi da impiegare.

Le dimensioni devono tuttavia essere verificate all'atto della installazione perché sia assicurata in ogni caso un'agevole sfilabilità dei conduttori.

Nei tratti in vista e negli eventuali tratti controsoffittati i tubi devono essere fissati con appositi sostegni in materia plastica disposti a distanza opportuna ed applicati alle strutture a mezzo di chiodi a sparo o di tasselli ad espansione completamente metallici.

L'ingresso dei tubi nelle cassette di derivazione si deve eseguire mediante l'impiego di appositi raccordi.

In tutti i casi in cui si utilizzano tubi metallici che siano qualificabili come masse è necessario assicurare la continuità metallica dei tubi nell'intero loro percorso e la continuità metallica tra i tubi ed il corpo metallico delle cassette e delle scatole di derivazione, ciò nel caso di impiego di cassette metalliche.

Nel caso di cassette in materiale isolante la connessione metallica dovrà essere assicurata tra il tubo ed il morsetto di terra all'interno della cassetta.

Nel caso in cui il quadro fosse richiesto in esecuzione stagna si deve garantire particolare cura nella realizzazione delle chiusure delle porte e dei pannelli la cui tenuta va realizzata con opportune guarnizioni; di analoghe guarnizioni devono essere muniti gli strumenti, le lampade spia, i pulsanti, le serrature, ecc.

Inoltre in questo caso il quadro deve essere chiuso anche nella parte inferiore ed essere munito degli appositi pressacavi o guarnizioni a tenuta per l'uscita dei cavi.

### 5.3 Cavi e conduttori

I cavi impiegati devono essere contrassegnati dal Marchio Italiano di Qualità e devono rispettare i colori distintivi dei conduttori secondo la norma CEI EN 60446 e tabella CEI UNEL 00722 che prevedono:

- colore giallo-verde per i conduttori di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro;
- colori nero, grigio e marrone per i conduttori di fase.

In particolare il colore giallo-verde deve essere riservato al conduttore di protezione.

La colorazione blu del neutro o giallo-verde del conduttore di protezione deve essere estesa su tutto il percorso del cavo: non sono ammesse fascette o nastri terminali per l'identificazione.

I cavi unipolari con guaina, qualora utilizzati come conduttori di protezione o di neutro, si devono identificare con una fascetta terminale rispettivamente di colore giallo-verde o blu.

I cavi per energia di bassa tensione devono portare sull'isolante o sulla guaina le seguenti indicazioni:

- contrassegno del fabbricante (nome o marchio di fabbrica);
- sigla di designazione (ad esempio FG7OR);
- riferimento a norme di comportamento al fuoco (ad esempio CEI 20-22 II);
- marcatura CE ai sensi della direttiva BT.

I cavi devono avere tensioni nominali verso terra e tra le fasi (U0/U) adatti al sistema elettrico a cui appartengono.

Si devono utilizzare cavi con guaina per le seguenti tipologie di posa:

- posa interrata;
- posa su passerella, anche a filo;
- posa in canale senza coperchio;
- posa a vista senza protezione;
- posa nel controsoffitto o sotto il pavimento sopraelevato.

Le condizioni di posa dei cavi devono rispettare le prescrizioni del costruttore del caso, in merito alla presenza di acqua, alla temperatura di posa e di esercizio, agli agenti corrosivi ed inquinanti, all'irraggiamento solare, ecc.

Si devono inoltre rispettare nella posa i raggi di curvatura forniti dal costruttore al fine di evitare eccessive sollecitazioni meccaniche sull'isolamento del cavo stesso.

I cavi di potenza e ausiliari devono essere non propaganti l'incendio ai sensi della norma CEI 20-22.

I conduttori senza guaina devono essere in rame isolato con PVC non propagante l'incendio del tipo N07V-K, per tensioni nominali U0/U = 450/750 V.

Le sezioni minime ammesse sono:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per le derivazioni ai punti luce e per i comandi e le segnalazioni;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per le dorsali distribuzione luce e per le prese FM;

- 4 mm<sup>2</sup> per le dorsali distribuzione FM.

Ogni giunzione diretta sui cavi entro tubazioni o condotti in genere deve essere evitata.

Le giunzioni e le derivazioni sono ammesse solamente entro cassette o scatole apposite.

Le giunzioni dei conduttori sono da realizzare con opportuni morsetti, a cappuccio con serraggio a vite o a mantello, aventi sezione adeguata alle dimensioni dei conduttori. Nelle cassette di derivazione e nei quadri elettrici i conduttori devono essere marchiati e identificati da terminali in materiale plastico colorato e/o da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore.

L'ingresso dei cavi nelle scatole di transito e di derivazione si deve eseguire a mezzo di appositi raccordi pressacavo.

## 5.4 Cassette o scatole di derivazione

Le cassette di derivazione e rompitratte devono essere in materiale metallico o isolante non igroscopico e di dimensioni tali da alloggiare comodamente tutti i conduttori e i morsetti necessari.

Nella derivazione si deve garantire inoltre una rapida e sicura identificazione di tutti i conduttori per successivi interventi di manutenzione.

Per l'esecuzione ad incasso le cassette si devono montare con il coperchio a filo muro.

Nei locali dove è possibile riscontrare tracce di umidità, anche saltuaria, le scatole di derivazione devono garantire un grado di protezione pari a IP55, così come le parti di linee elettriche e gli imbocchi relativi.

Le scatole per posa a vista devono essere complete di coperchio e quelle in materiale termoplastico devono avere imbocchi per tubi con corpo in materiale isolante autoestinguente (UL 94-VO) e non propagante la fiamma.

Nelle cassette di derivazione non è ammessa la promiscuità di conduttori facenti parte di circuiti a diversa tensione nominale; è invece ammesso far transitare nella stessa cassetta conduttori appartenenti ad impianti con uguale tensione nominale, purché i relativi morsetti di derivazione siano raccolti in scomparti diversi diaframmati da separatori isolanti non asportabili.

L'ingresso dei tubi nelle scatole di derivazione si deve eseguire mediante l'impiego di appositi raccordi.

Le cassette o scatole in corpo metallico devono avere il morsetto per il collegamento a terra del corpo della cassetta stessa.

## 5.5 Morsettiere di giunzione e capicorda

Le morsettiere di giunzione ed i capicorda devono essere realizzate in modo da rendere agevole e razionale il collegamento dei conduttori fra loro, ai quadri ed alle apparecchiature:

- le morsettiere dei quadri elettrici devono essere chiaramente contrassegnate e del tipo in steatite per montaggio su profilato DIN;
- i morsetti nelle cassette di derivazione devono essere del tipo a mantello in bronzo completi di parte isolante;
- i capicorda devono essere del tipo a compressione.

## 5.6 Apparecchi di comando e presa

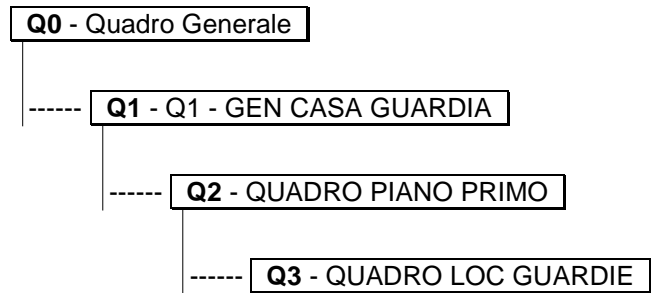
Le apparecchiature di comando e di prese della serie civile devono essere del tipo ad incasso, a frutti modulari componibili, fissati in scatola in resina termoplastica con supporti in resina e placca frontale in tecnopolimero (alternativa eventuale con placca metallica pressofusa), o a vista a frutti modulari componibili in contenitori con grado di protezione non inferiore a IP40. Gli interruttori, deviatori e pulsanti devono avere corrente – tensione nominale pari a 16 A -250 V. Le prese di corrente devono essere di tipo bivalente 2x10/16 A+T o UNEL 16 A con grado di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IP2X. Nelle scatole portafrutti non si devono realizzare giunzioni o derivazioni che non siano strettamente connesse con l'alimentazione dei frutti contenuti. Nella stessa scatola da frutto inoltre non devono essere installate apparecchiature o frutti funzionanti a tensioni nominali diverse, anche se separati da diaframmi ed alimentati da tubazioni distinte e da conduttori con uguale grado di isolamento. Le prese industriali devono avere un grado di protezione non inferiore a IP44, devono essere conformi alle norme EN 60309 ed essere generalmente dotate di interruttore di blocco. Si deve sempre garantire a monte di ogni presa una idonea protezione dai sovraccarichi con un dispositivo avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa stessa.

## 5.7 Livello di qualità dei materiali – Marche di riferimento

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente documento e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti. Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE. Laddove siano utilizzati componenti per i quali è prevista l'omologazione tramite Marchi di conformità alle Normative

italiane od europee questi ne devono essere provvisti. I Marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti. Le specifiche tecniche dei principali componenti che verranno installati all'interno della centrale termica dell'impianto in oggetto, sono riportati nei Volumi Schede Tecniche, facenti parte del presente progetto esecutivo.

## 6. STRUTTURA QUADRI



## 7. NOMENCLATURA LINEE

# LINEE

Utenza	Siglatura	Ph/N/PE Derivazione	P [kW]	Cos $\varphi$	Tensione [V]	I <sub>b</sub> [A]
--------	-----------	------------------------	--------	---------------	-----------------	-----------------------

## Quadro: [Q1] Q1 - GEN CASA GUARDIA

Q2 - PIANO PRIMO		3F+N+PE	29,74	0,90	400	106,52
LINEA LUCI	U1.1.2	F+N+PE	1	0,90	230	4,83
LINEA SALONE PIANO T	U1.1.3	F+N+PE	1	0,90	230	4,83
FM 230V OFFICINA	U1.1.4	F+N+PE	3	0,90	230	14,49
LINEA FM SALONE PT	U1.1.5	F+N+PE	3	0,90	230	14,49
FM 3+N OFFICNA	U1.1.6	3F+N+PE	6	0,90	400	9,62
AUTOCLAVE	U1.1.7	F+N+PE	3	0,90	230	14,49
RISERVA	U1.1.8	F+N+PE	3	0,90	230	14,49
RISERVA	U1.1.9	F+N+PE	3	0,90	230	14,49
RISERVA	U1.1.10	3F+N+PE	6	0,90	400	9,62

## Quadro: [Q2] QUADRO PIANO PRIMO

LUCI UFFICI SINISTRA	U2.1.1	F+N+PE	1	0,90	230	4,83
LUCI UFFICI DESTRA	U2.1.2	F+N+PE	1	0,90	230	4,83
LINEA LOCALE GUARDIE		F+N+PE	2,5	0,90	230	12,07
FM UFFICI SINISTRA	U2.1.4	F+N+PE	4	0,90	230	19,32
FM UFFICI DESTRA	U2.1.5	F+N+PE	4	0,90	230	19,32
ALIMENTAZIONE PDC 1	U2.1.6	F+N+PE	5	0,90	230	24,15
ALIMENTAZIONE PDC 2	U2.1.7	F+N+PE	5	0,90	230	24,15
ALIMENTAZIONE PDC 3	U2.1.8	F+N+PE	5	0,90	230	24,15
ALIMENTAZIONE PDC 4	U2.1.9	F+N+PE	5	0,90	230	24,15
RISERVA	U2.1.10	F+N+PE	5	0,90	230	24,15
RISERVA	U2.1.11	F+N+PE	5	0,90	230	24,15

## Quadro: [Q3] QUADRO LOC GUARDIE

LUCI	U3.1.1	F+N+PE	0,5	0,90	230	2,41
FM	U3.1.2	F+N+PE	2	0,90	230	9,66