

# REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DAL FIUME SIEVE DENOMINATO "SCOPETI"

## PROGETTO ESECUTIVO - AUTORIZZAZIONE UNICA

TAVOLA

# C.01

C - PROGETTO ELETTRICO IMPIANTO DI PRODUZIONE

Relazione Impianto Elettrico

### COMMITTENTE:

RE Partner srl  
P.IVA 01971820467  
Sede Legale: Viale Giusti n.133, Lucca (LU)  
Sede Operativa: Via Pisana n.314/B, Scandicci (FI)

### PROGETTAZIONE GENERALE - ARCHITETTONICA - IDRAULICA - PAESAGGISTICA



HydroGeo Ingegneria s.r.l.

Via Cardinal Latino, 20 - 50126 Firenze  
Tel 055 6587050 - Fax 055 0676043  
e-mail info@studiohydrogeo.it



### DIRETTORE TECNICO:

ING. TIZIANO STAIANO

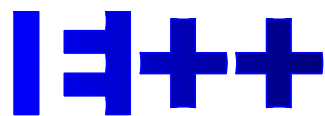
### PROGETTISTI:

ING. TIZIANO STAIANO

ING. GIACOMO GAZZINI

ARCH. MARIA CHIARA LUPI

### OPERE MECCANICHE E ELETTRICHE



E++ Srl - Via Ceirano 9, 12100 Cuneo (CN)  
Ph. +39 0171 413963 - Fax +39 0171 414981  
www.eplusplus.net - info@eplusplus.net

### ELETTRODOTTI



**TECNOENGINEERING S.r.l.**

Società di Ingegneria SERVIZI E PRESTAZIONI TECNICHE

Sede Legale e Operativa:  
Via Arrigo da Settignano, 22 - 50135 FIRENZE - Tel. 055/600495-606269  
Fax 055/619535 - e-mail: studio@tecnoengineering.com



Azienda certificata  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO CSQ N° 9175 TE 16

Sede Operativa di Arezzo:  
Via Fiorentina, 63 - 52014 Poppi (AR) - Tel. 0575/536369  
Fax. 0575/500804 - e-mail: studiordue@tecnoengineering.com

Sito internet: <http://www.tecnoengineering.com> - P. IVA 04499500488

### OPERE STRUTTURALI



**POLISTUDI**  
PROFESSIONALITÀ INTEGRATE



Studio di Ingegneria Ing. Massimiliano Del Bino  
Via di Sottopoggio, n° 12/A - 55012 Guamo - Capannori (LU)  
Tel./Fax: 0583-947513, Cell.: 348-7307847

### ASPETTI GEOLOGICI



**GHEA**

Lungarno Guido Reni, 55  
52027 - San Giovanni Valdarno (AR)  
Tel 055 9155832

210482\_DOC\_4\_1\_Relazione Imp elettrico CODICE ELABORATO PROPRIO

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

Marzo 2017

P.Sasso

T.Staiano

A.Tonelli

## INDICE

<b>1</b>	<b>LEGGI E DECRETI SUGLI IMPIANTI ELETTRICI .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORME CEI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
2.1	NORME CEI BASSA TENSIONE.....	3
2.2	NORME CEI MEDIA TENSIONE.....	5
<b>3</b>	<b>PROTEZIONE DEI CONDUTTORI E DELLE PERSONE (Norme CEI 64-8).....</b>	<b>7</b>
3.1	PROTEZIONE DEI CONDUTTORI DAL SOVRACCARICO .....	7
3.2	PROTEZIONE DEI CONDUTTORI CONTRO IL CORTO CIRCUITO .....	7
3.3	SISTEMI TT .....	7
3.4	SISTEMI TN .....	8
3.5	PROTEZIONE DELLE PERSONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI(SISTEMI TT) .....	8
3.6	PROTEZIONE DELLE PERSONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI(SISTEMI TN).....	9
3.7	CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO .....	9
3.8	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI .....	9
3.9	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO .....	10
3.10	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....	10
3.11	IMPIANTO ELETTRICO IN BASSA TENSIONE .....	11
3.12	SCELTA DELLE PROTEZIONI.....	12
3.13	VERIFICA DELLA PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE DAL CORTOCIRCUITO.....	12
<b>4</b>	<b>CLASSIFICAZIONE.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>DISTRIBUZIONE TOPOGRAFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DEI COMPONENTI.....</b>	<b>13</b>
6.1	QUADRI DI MEDIA TENSIONE .....	13
6.2	TRASFORMATORE .....	16
6.3	QUADRO GENERALE BASSA TENSIONE [Q.GBT] .....	17
6.4	QUADRO RIFASAMENTO [ Q.RIF ] .....	18
6.5	GENERATORI .....	19
6.6	IMPIANTO F.M. ....	19
6.7	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	19
6.8	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA .....	19
6.9	IMPIANTO DI TERRA .....	20

### Indice delle figure

Figura 1: Quadro MT .....	13
Figura 2: Trasformatore.....	16
Figura 3:Q.GBT .....	17
Figura 5: Generatore .....	19
Figura 4: Regolazione a Microprocessore Q.Rifasamento .....	18

## **1 LEGGI E DECRETI SUGLI IMPIANTI ELETTRICI**

### **Legge n. 186 del 01.03.1968**

Costruzione e realizzazione di materiali e impianti elettrici a regola d'arte.

### **Legge 18/10/1977 n. 791**

"Direttiva della CEE sulla sicurezza del materiale elettrico – Gazzetta Ufficiale n. 298 del 2 novembre 1977".

### **Circolare n. 52 del 20.11.1982**

Decreto Ministeriale 16 febbraio 1982 e D.P.R. 29 luglio 1982, n. 577 - Chiarimenti.

### **Legge 9/01/91 n° 9**

"Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali"

### **D.Lgs 25/11/96 n. 626**

Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.

### **D.Lgs 14/08/1996 n° 493**

"Segnaletica di sicurezza e/o salute sul luogo di lavoro"

### **D.Lgs 31/07/97 n. 277**

Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.

### **D.Lgs n. 81 - 2007**

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 2 luglio 2007, n. 81, recante disposizioni urgenti in materia finanziaria.

### **Legge 03/08/2007, n. 123**

"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".

### **D.M. 22/01/2008 n. 37**

"Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"

## **2 NORME CEI DI RIFERIMENTO**

### **2.1 NORME CEI BASSA TENSIONE**

#### **CEI 0-2**

"Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici."  
Settembre 2002

#### **CEI 0-21**

"Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica"  
Luglio 2016

#### **CEI 11-20**

"Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria."  
Settembre 2010

#### **CEI 11-27**

"Lavori su impianti elettrici"  
Gennaio 2014

#### **CEI 11-28**

"Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione"  
Aprile 1998

#### **CEI 17-43**

"Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)"  
Agosto 2000

#### **CEI 17-97/1**

"Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti  
Parte 1: Applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito"  
Luglio 2008

#### **CEI 17-123**

"Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti Parte 2: Selettività in condizioni di sovracorrente"  
Aprile 2011

#### **CEI 20-11/0-1**

Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50363-0. Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione - Parte 0: Generalità  
Agosto 2016

#### **CEI 20-40/1-1**

Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50565-1. Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U).

- Parte 1: Criteri generali

- Parte 2: Criteri specifici relativi ai tipi di cavo specificati nella Norma EN 50525

Agosto 2016

### **CEI 64-8/V2**

"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua."

Agosto 2015

### **CEI 64-8/1-2-3-4-5-6-7**

"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".

- Parte 1: "Oggetto, scopo e principi fondamentali."
- Parte 2: "Definizioni."
- Parte 3: "Caratteristiche generali."
- Parte 4: "Prescrizioni per la sicurezza."
- Parte 5: "Scelta ed installazione dei componenti elettrici."
- Parte 6: "Verifiche."
- Parte 7: "Ambienti ed applicazioni particolari."

Giugno 2012

### **CEI 64-8/8-1**

"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici"

Agosto 2016

### **CEI 81-2**

"Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini."

Febbraio 2013

### **CEI 81-3;Ab**

"Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia in ordine alfabetico."

Maggio 2014

### **CEI 81-29**

"Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305".

Febbraio 2014;

### **CEI 81-30**

"Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)".

Febbraio 2014;

### **CEI EN 62305-1/EC; CEI 81-10**

Protezione contro i fulmini:

- Parte 1: Principi generali.
- Parte 2: Valutazione del rischio.
- Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Novembre 2013

## 2.2 NORME CEI MEDIA TENSIONE

### **CEI 0-16**

"Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"

Luglio 2016

### **CEI 14-47**

"Trasformatori di potenza. Guida di carico per trasformatori di potenza di tipo a secco"

Febbraio 2012

### **CEI EN 60044**

Trasformatori di misura:

- Parte 1: Trasformatori di corrente.
- Parte 2: Trasformatori di tensione induttivi.

### **CEI EN 60076**

PowerTransformers:

- Parte 1: Generality
- Parte 2: Heating
- Parte 3: Insulation levels, dielectric tests and insulation air distance
- Parte 4: Guide to lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and reactor
- Parte 5: Short circuitwithstand test
- Parte 10: Determination transformer sound levels
- Parte 11: Dry-Typepowertransformers

### **CEI EN 60265-1**

Interruttori per la alta tensione – Parte 1: Interruttori per tensioni nominali da 1Kv a 52Kv.

### **CEI EN 60270**

Testing Technologies with high voltage Partial discharges measurements

### **CEI EN 60529/A2**

Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

Dicembre 2014

### **CEI EN 61378-1**

Converttransformers – Section 1: transformers for industrial application.

### **CEI EN 61958**

Apparecchiature di manovra e di controllo prefabbricate ad alta tensione - Indicatori di presenza tensione.

### **CEI EN 62271-1**

Apparecchiature di manovra e di comando ad alta tensione – Parte 1: Specifiche comuni.

### **CEI EN 62271**

Apparecchiature di manovra e di comando ad alta tensione:

- Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- Parte 102: Sezionatori in corrente alternata e sezionatori di terra.
- Parte 104: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori a corrente alternata per tensioni nominali superiori a 52 kV Giugno 2016
- Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso Settembre 2014
- Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso Novembre 2015
- Parte 201: Apparecchiatura prefabbricata a corrente alternata con involucro in materiale isolante solido per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso Febbraio 2015

### **CEI EN 60289**

Reactors

### **CEI 78-17**

Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali

Luglio 2015

### **CEI 99-5**

"Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a."

Luglio 2015

### 3 PROTEZIONE DEI CONDUTTORI E DELLE PERSONE (Norme CEI 64-8)

#### 3.1 PROTEZIONE DEI CONDUTTORI DAL SOVRACCARICO

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una conduttura avente corrente di impiego  $I_b$  e portata  $I_z$  ( $I_b < I_z$ ) si deve installare nel circuito della conduttura stessa un dispositivo di protezione avente corrente nominale  $I_n$  e corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  che soddisfino le condizioni seguenti:

$$I_b < I_n < I_z$$

Il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve avere caratteristiche tali da consentire, senza interrompere il circuito, i sovraccarichi di breve durata che si producono nell'esercizio ordinario (Norme CEI 64-8).

#### 3.2 PROTEZIONE DEI CONDUTTORI CONTRO IL CORTO CIRCUITO

I dispositivi di protezione contro i corto circuiti devono rispondere alle seguenti condizioni:

- Avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che  $I^2t$  lasciato passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quello che può essere sopportato senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette. La corrente di corto circuito da prendere in considerazione deve essere la più elevata che si può produrre in relazione alle configurazioni dell'impianto; in caso di impianto trifase si deve considerare il guasto trifase.
- Intervenire in tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre il limite ammissibile. Questa condizione deve essere verificata per un corto circuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta. In prima approssimazione, per cortocircuiti di durata non superiore a 5 sec, la condizione che il corto circuito non alzi la temperatura dei conduttori dal valore massimo in servizio normale oltre al limite ammissibile si può verificare con la formula:

$$I^2t < K^2 \cdot S^2$$

Oppure verificando la curva dall'integrale di Joule fornita dal costruttore. (Norme CEI 64.8).

#### 3.3 SISTEMI TT

Il sistema T-T è impiegato per la distribuzione dell'energia elettrica in BT alle piccole utenze civili e industriali che impegnano una potenza minore di 100 KW e non hanno una propria cabina di trasformazione. Questi utenti devono realizzare un proprio impianto di terra. Le principali caratteristiche di un sistema T-T sono:

- La cabina MT/BT è proprietà dell'ente distributore;
- I conduttori a bassa tensione uscenti dalla cabina sono 4;
- Il conduttore neutro è collegato all'impianto di terra della cabina realizzata dall'ente distributore;



- L'utente non può usare il neutro per collegare a terra le masse metalliche del suo impianto, ma deve realizzare un proprio impianto di terra;
- Ogni edificio deve avere obbligatoriamente il proprio impianto di terra;
- Il neutro è considerato conduttore attivo e deve essere interrotto dall'interruttore generale di ogni impianto utilizzatore (deve essere sezionabile) pertanto l'interruttore generale di un impianto monofase deve essere bipolare mentre quello di un impianto trifase deve essere quadripolare;
- Il conduttore di protezione PE dell'impianto di terra non deve mai essere sezionabile.

### 3.4 SISTEMI TN

Il sistema TN è impiegato per la distribuzione dell'energia elettrica alle grandi utenze civili e industriali che impegnano una potenza maggiore di 100 KW ed hanno una propria cabina di trasformazione (complessi industriali, centri commerciali, aziende ospedaliere, istituzioni scolastiche...). In questi casi, il neutro all'interno della cabina è collegato a terra e le masse all'interno delle utenze sono collegate al neutro.

Se le funzioni di neutro e di protezione sono svolte da un unico conduttore, il sistema si dice TN-C (terraneutro-comuni); in questo caso il neutro svolge anche funzione di protezione, si indica con la sigla PEN e non deve essere sezionabile.

Se il conduttore neutro e quello di protezione sono separati, il sistema si dice TN-S (terra-neutro-separati); in questo caso il neutro può essere sezionabile ma quello di terra no. Confrontando il sistema TT con quello TN si può notare che il sistema TN è più vantaggioso economicamente perché si evita di realizzare gli impianti di terra nelle utenze. Per la protezione delle persone dai contatti indiretti è sufficiente collegare al neutro le masse metalliche degli utilizzatori. Questo sistema, però, non si può usare quando la cabina è di proprietà dell'ente distributore poiché se si verificasse un guasto in cabina e il conduttore neutro sarebbe sotto tensione, tutte le masse metalliche sarebbero sotto tensione e ci sarebbero pericoli per le persone. Se qualcuno dovesse subire dei danni, in conseguenza di un contatto con le masse, la responsabilità sarebbe dell'ente distributore perché la cabina è di sua proprietà. Per evitare di assumersi queste responsabilità l'ente vieta agli utenti di collegare al neutro le masse metalliche del proprio impianto e li costringe a realizzare un proprio impianto di terra, cioè ad usare il sistema TT. Ogni utente è obbligato a realizzare il suo impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti. Se però il proprietario dell'impianto elettrico utilizzatore è anche proprietario della cabina non ci sono conflitti di competenza poiché per qualunque danno che si può verificare la responsabilità è sempre della stessa persona. In questo caso si può usare il neutro per collegare a terra le masse metalliche dell'impianto, cioè si può usare il sistema TN.

### 3.5 PROTEZIONE DELLE PERSONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI(SISTEMI TT)

Per i sistemi di I categoria alimentati in B.T. si attua la protezione prevista per i sistemi TT. In caso di guasto a massa nei sistemi di I categoria dell'impianto utilizzatore le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto per evitare che le tensioni di contatto assumano valori superiori a 50 V per un tempo superiore a 5 sec. Per attuare la protezione saranno utilizzati dispositivi differenziali, per cui si richiede soltanto che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito la condizione:

$$I(5sec)=Id<50/RT$$

### 3.6 PROTEZIONE DELLE PERSONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI(SISTEMI TN)

Per i sistemi di I categoria alimentati in B.T. si attua la protezione prevista per i sistemi TN. In caso di guasto a massa nei sistemi di I categoria dell'impianto utilizzatore le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto:

$$I_a < U_0 / Z_s$$

$U_0$  = tensione nominale verso terra dell'impianto relativamente al lato bassa tensione ( in volt);  
 $Z_s$  = impedenza totale (in ohm) del circuito di guasto che comprende il trasformatore (sorgente) il conduttore di fase e quello di protezione, tra punto di guasto e centro stella del trasformatore;  
 $I_a$  = corrente (in ampere) che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo indicato nella tabella sotto riportata. Se si utilizzano dispositivi differenziali, la corrisponde alla corrente differenziale nominale  $I_{dn}$ .

Con l'installazione dell'interruttore differenziale la relazione indicata risulta generalmente soddisfatta e non è quindi richiesta la misura dell'impedenza  $Z_s$ .

### 3.7 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} * V_n * \cos\varphi}$$

Nella quale:

- $k_{ca} = 1$  sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$  sistema trifase, tre conduttori attivi;
- $V_n$  = tensione nominale del sistema 230V se monofase, 400V se trifase;
- $\cos\varphi$  = fattore di potenza dell'impianto sempre  $\leq 1$ ; solo se la rete è in corrente continua il fattore di potenza è pari a 1.

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n * coeff$$

Nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza  $P_n$ , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero la somma delle  $P_d$  delle utenze a valle per utenze di distribuzione.

### 3.8 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione ( $I_n$ ) seguendo i valori normalizzati e con questa si procede alla determinazione della sezione tenendo conto della corrente che il conduttore è in grado di sopportare ( $I_z$ ).

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le sette tabelle utilizzate sono:

- IEC 448,
- IEC 364-5-523 (1983);
- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

### 3.9 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

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

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

Nel caso in cui ci siano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. Il conduttore di neutro si può determinare in relazione alla sezione di fase secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

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

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

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

### 3.10 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- Determinazione in relazione alla sezione di fase;
- Determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

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

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

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

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 * t}}{K}$$

Nella quale:

- $S_p$  = è la sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );
- $I$  = è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- $t$  = è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  = è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa un'unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

2.5  $\text{mm}^2$  rame o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se è prevista una protezione meccanica;

4  $\text{mm}^2$  o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25  $\text{mm}^2$ , se in rame;
- 35  $\text{mm}^2$ , se in alluminio;

### 3.11 IMPIANTO ELETTRICO IN BASSA TENSIONE

Un impianto elettrico si può definire in bassa tensione quando il circuito è alimentato alla rete di distribuzione in bassa tensione (quindi mediante tensioni comprese tra i 50 e  $\leq 1000$  V in corrente alternata o tra 120 e  $\leq 1500$  V in corrente continua); questa si può utilizzare quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

- Tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- Corrente di *cortocircuito trifase* della rete di fornitura espressa in kA (usualmente nel caso di fornitura ENEL 10 kA);
- Corrente di *cortocircuito monofase* della rete di fornitura espressa in kA (usualmente nel caso di fornitura ENEL 6 kA).

### 3.12 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto, in particolare:

- Corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- Numero poli;
- Tipo di protezione;
- Tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- Potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km\ max}$ ;

### 3.13 VERIFICA DELLA PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE DAL CORTOCIRCUITO

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare due condizioni:

- Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- La caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni.

La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

Ossia in caso di guasto, l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

## 4 CLASSIFICAZIONE

I locali adibiti a centrale idroelettrica di produzione vengono classificati come **"Ambienti ordinari"** per cui non soggetti alla Norma CEI 64-8 Sezione 7 "Ambienti ed applicazioni particolari".

L'impianto elettrico, realizzato per il controllo e l'automazione di una centrale idroelettrica, è di tipo ordinario, e sarà eseguito con grado di protezione almeno IP4X, verranno utilizzati cavi di tipo non propaganti l'incendio. Tutti i componenti utilizzati dovranno essere provvisti di marchi di qualità IMQ o equivalenti.

Per la protezione contro i contatti indiretti si deve prevedere un collegamento equipotenziale che colleghi tutte le masse estranee accessibili.

## 5 DISTRIBUZIONE TOPOGRAFICA

Come indicato dallo schema topografico allegato, i componenti dell'impianto elettrico saranno ubicati nei due locali tecnici di cui è costituito l'impianto:

- Nel locale Utente, ricavato nella cabina elettrica al punto di consegna, verrà posizionato unicamente il quadro ricezione (Q.MT1), che costituisce il punto di immissione in rete dell'energia elettrica prodotta dall'impianto.
- Nel locale di centrale, in prossimità di gruppi turbina/generatore, verranno installati il quadro protezione trasformatore (Q.MT2), il trasformatore e i vari quadri in bassa tensione.

I due locali saranno collegati elettricamente attraverso una linea elettrica interrata che consentirà il collegamento in media tensione tra i quadri Q.MT2 e Q.MT1.

## 6 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI

### 6.1 QUADRI DI MEDIA TENSIONE



Figura 1: Quadro MT

I quadri di produzione IMEB sono scomparti di tipo protetto LSC2A-PM (METAL ENCLOSED), che possono essere affiancati per formare quadri di produzione, distribuzione e trasformazione fino a 24 kV.

Essi sono caratterizzati dalla presenza di un interruttore di manovra-sezionatore isolato in gas; le connessioni ed i sistemi di sbarra sono isolati in aria.

Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti e la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili.

Grazie alle segregazioni interne, che garantiscono il grado IPH2 verso le parti in tensione, è possibile accedere, ispezionare ed eventualmente sostituire, apparecchi e dispositivi di protezione quali fusibili, trasformatori di misura, interruttori isolati in SF6 o in vuoto, ecc.

Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e la presenza di blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo, comunque, la sicurezza per il personale. Questa è garantita anche dalla tenuta all'arco interno del quadro, AFLR 16 kA per 1 s, disponibile a richiesta, testata presso i laboratori CESI.

Gli scomparti di ns. produzione vengono forniti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento all'impianto di messa a terra e di doppi oblò di ispezione che consentono un'agevole ispezione visiva; a richiesta è disponibile l'illuminazione interna, con lampada sostituibile con la cella in tensione.

Per agevolare la movimentazione ogni scomparto è fornito di golfari di sollevamento.

### **6.1.1 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA (EMC)**

Per quanto riguarda la EMC i quadri UGSEC di IM.E.B. S.r.l. sono certificati seguendo la direttiva EMC 2014/30/UE.

### **6.1.2 QUADRO MEDIA TENSIONE1 [ Q.MT1 ]**

Sarà posizionato nella cabina elettrica al punto di consegna, nel locale di scambio ENEL.

La linea che collega il Q.MT1 al Q.MT2 sarà composta da tre cavi unipolari tipo ARG7H1RSez.3x(1x50mmq).

#### **Il quadro sarà diviso in due scomparti distinti:**

N°1 scomparto risalita cavi mod. "urrc"

Questo scomparto, L 300 X P 1070 X H 2000 mm, viene attrezzato con:

Il suddetto scomparto comprende inoltre i seguenti accessori:

- Piastra di fondo
- Derivatori capacitivi presenza tensione
- N°2 sensori amperometrici da cavo, per protezione, 300/1 A 2,5 VA cl. 5P10, diam. int. 55 mm
- N°1 toroide da cavo, per protezione, 100/1 A 0.5 VA cl. 5P20, diam. int. 110 mm ( testato con la protezione)

N°1 scomparti con interruttore mod. "usbc"

Questo scomparto, L 750 X P 1070 X H 2000 mm, viene attrezzato con:

- un interruttore di manovra sezionatore in SF6 lato cavi ABB SACE G-Sec 24-06-16
- un interruttore 24 kV, 630 A, 16 kA, in esecuzione rimovibile, ABB SACE VD4/R
- un sezionatore di messa a terra, interbloccato con i dispositivi bloccochiave e bloccoporta.

Il suddetto scomparto comprende inoltre i seguenti accessori:

- Derivatori capacitivi presenza tensione in ingresso e in uscita
- Bobina di sgancio a lancio di corrente 24 Vcc
- Contatti ausiliari interruttore
- Contamanovre interruttore
- N°3 trasformatori volt metrici a doppio secondario secondo CEI -16
- Resistenza antiferrisonanza
- Relè di protezione Thytronic NA30 funzioni 50/51/51N/67N
- Modulo di espansione Thytronic MRI per funzione data logger
- Cassonetto di bassa tensione con protezione e morsettiere ausiliarie
- N°3 Trasformatori volt metrici fase terra a norma CEI 0-16

- Resistenza antiferrorisonanza
- Caricabatteria con batteria tampone
- Resistenza anticondensa
- Illuminazione interna
- Piastra di fondo

### **6.1.3 QUADRO MEDIA TENSIONE2 [ Q.MT2 ]**

Il Quadro verrà posizionato nel locale di centrale, come indicato sulle tavole allegate.

La linea che collega il Q.MT2 al Q.MT1 sarà composta da tre cavi unipolari tipo ARG7H1RSez.3x(1x50mmq).

La linea che collega il Q.MT2 al trasformatore sarà composta da tre cavi unipolari del tipo ARG7H1Rcon sezione 3x(1x35mmq).

#### **Il quadro sarà diviso in due scomparti distinti:**

N°1 scomparto risalita cavi mod. "urrc"

Dimensioni, L 190 X P 1070 X H 1700 mm.

N°1 scomparto protezione trasformatore mod. "usfc"

Questo scomparto, L 750 X P 1070 X H 2000 mm, viene attrezzato con:

- un sezionatore sottocarico con portafusibili G-Sec, sgancio simultaneo al fondersi di un solo fusibile
- un sezionatore di messa a terra interbloccato con dispositivo bloccochiave e bloccoporta.

Il suddetto scomparto comprende inoltre i seguenti accessori:

- Derivatori capacitivi presenza tensione in uscita
- Illuminazione interna a 230 Vac
- Bobina di apertura a 230 Vac
- Contatti ausiliari
- Terna fusibili A.C.R. 24 kV, In da definirsi
- Terna di sensori Thytronic V sensor
- Relè di interfaccia NV10P
- Piastra di fondo
- Resistenza anticondensa autoregolante
- Barrature di collegamento scomparti



## 6.2 TRASFORMATORE

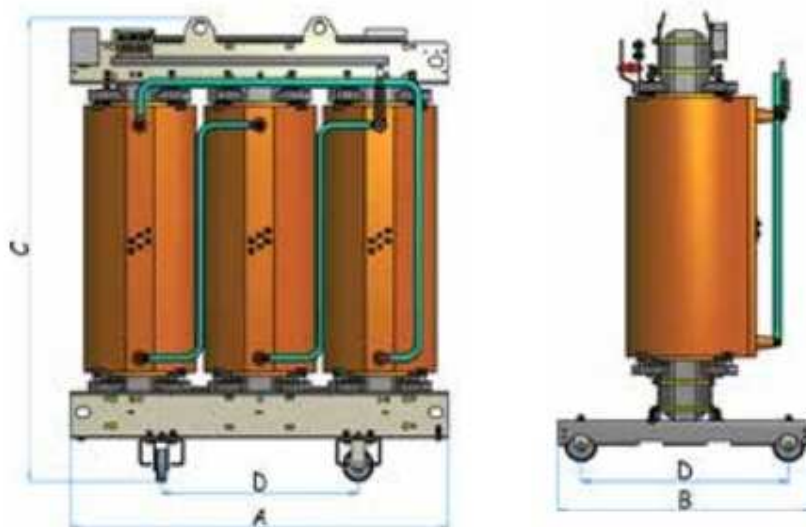


Figura 2: Trasformatore

I trasformatori GBE inglobati in resina presentano almeno uno dei due avvolgimenti inglobato su stampo in autoclave a valori di vuoto prossimi alla zero con resina epossidica. L'altro avvolgimento può essere sempre inglobato con resina epossidica oppure impregnato con resina poliestere in classe H ad alta cementazione.

La produzione E2, C2, F1, ma anche E3 (IEC 60076-16) e C4 (GOST-R), può essere utilizzata in presenza di un elevato tasso di umidità ed inquinamento, a basse temperature di installazione anche fino a -60°C, eliminando le problematiche legate ai rischi di incendio e alle emissioni di sostanze tossiche e nocive in caso di fuoco.

Essendo interamente costruiti con materiali isolanti, ritardanti la fiamma e autoestinguenti, sono completamente esenti da tutte le restrizioni che devono essere normalmente applicate alle apparecchiature infiammabili con pericolo di spandimento o propagazione del fuoco.

Il trasformatore verrà posizionato come indicato sulle tavole allegate.

### Specifiche:

- Dimensioni: 1410x820x1650 mm
- Tipologia: Resina
- Applicazione: Elevatore
- Potenza nominale – Aria Naturale (AN): 630 Kva
- Tensione Primaria: 400 V
- 1 Tensione Secondaria a vuoto: 15000 V
- Regolazione Primario:  $\pm 2 \times 2,5 \%$
- Connessione primario: Triangolo
- Connessione secondario: Stella+n
- Gruppo Vettoriale: Dyn11
- Classe isolamento Primario: 17,5/38/95 Kv

### 6.2.1 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA (EMC)

Per quanto riguarda la EMC il trasformatore della GBE S.p.a. è certificato seguendo la direttiva di compatibilità elettromagnetica 2004/108/EC e il Regolamento (UE) No 548/2014.

### 6.3 QUADRO GENERALE BASSA TENSIONE [Q.GBT]

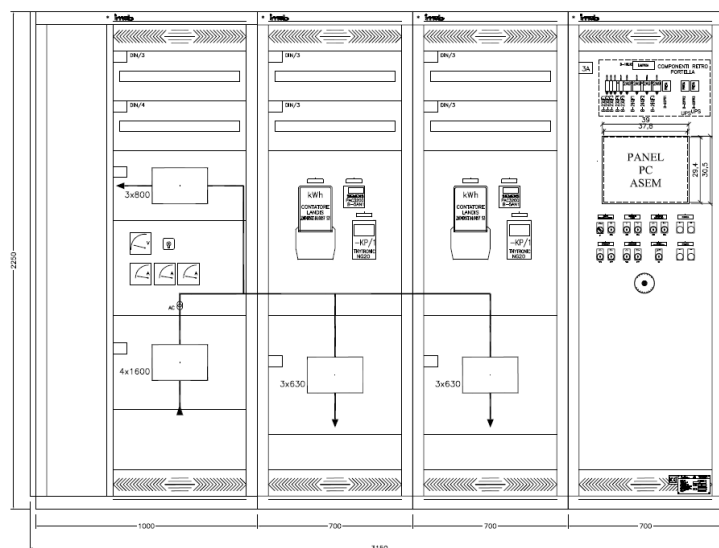


Figura 3:Q.GBT

Il quadro elettrico generale di bassa tensione è posto nel locale tecnico, come indicato sulle tavole allegate.

Il suddetto quadro comprende i seguenti componenti:

- Nr. 3 Analizzatori multifunzione compresi di TA
- Nr. 1 dispositivo generale e rinalzo
- Nr. 1 dispositivo generatore e interfaccia 1
- Nr. 1 dispositivo generatore e interfaccia 2
- Nr. 2 sistemi protezione interfaccia (THYTRONIC NM20) compresi di TO, TA e TV
- Nr. 2 Contatori di produzione con modem per tele lettura certificati UTF compresi di TA

La struttura dei quadri Modul 700 IMEB è costituita da elementi componibili in lamiera zincata, "sendzimir" pressopiegata, di spessore 25/10 mm, e da pannellature esterne in lamiera pressopiegata a singola piega, sufficiente, grazie allo spessore di 20/10 mm, a rendere robuste e prive di spigoli taglienti le portelle ed i pannelli di chiusura del quadro.

Le portelle ed i pannelli di chiusura vengono sottoposti ai trattamenti di lavaggio, sgrassaggio, fosfatazione e verniciatura a forno con vernici epossidiche - tinta standard RAL 7035.

Le portelle anteriori incernierate sono munite di serratura box triangolo.

Sono presenti pannelli di protezione su ogni lato e divisori interni metallici tra vano interruttori e vano sbarre.

L'isolamento del sistema di sbarre principali e derivate è realizzato interamente in aria.

Le sbarre, nude con spigoli arrotondati, sono montate su appositi reggisbarra isolanti.

La sicurezza del personale è garantita dalla messa a terra di tutta la struttura del quadro e dall'accessibilità agli apparecchi senza pericolo di contatto con parti in tensione del circuito di potenza.

La sicurezza contro l'incendio è garantita grazie all'impiego di materiali isolanti autoestinguenti, nonché di divisori e segregazioni metalliche.

### 6.3.1 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA (EMC)

Per quanto riguarda la EMC i quadri MODUL 700 di IM.E.B. S.r.l. sono certificati seguendo la direttiva bassa tensione 2014/35/UE e la direttiva EMC 2014/30/UE.

## 6.4 QUADRO RIFASAMENTO [ Q.RIF ]

Sarà presente un'unità di rifasamento automatico da 206,25kVAr 400V - 330Kvar 500V n.33 gradini da 6.25kVAr per la compensazione dell'energia reattiva dell'impianto. Posizionato come indicato sulle tavole allegate.

Specifiche:

- Max tensione ammessa sul condensatore senza carico armonico 500V
- Esecuzione speciale condensatori serie SARprofessional con chiusura "no-fire" in lamiera ribordata
- Thdic max in corrente ammesso sul condensatore 70%
- Thdir max in corrente ammesso in rete 20%
- Dispositivo antiscoppio – resistenze di scarica
- Servizio continuo – Tensione isolamento 690V
- Equipaggiato con nuovo regolatore a microprocessore MRK con display grafico LCD retroilluminato a icone e testo multilingue, protezione armoniche con distacco condensatori dalla rete in caso di superamento soglie, frontale di comunicazione (con modulo USB o WiFi, fornibile come optional), slot posteriore per espansioni, allarmi remota bili



Figura 4: Regolazione a Microprocessore Q.Rifasamento

- Ventilazione forzata n.2 ventilatori – termostato ventilazione – termostato di blocco
- Tensione circuiti ausiliari 230V
- Sezionatore in ingresso blocco porta con contatto di preapertura
- Grado di protezione IP3X – interno IP2X per le sole parti in tensione
- Dim.720x430x1045h - Colore RAL 7035
- installazione a pavimento – ingresso cavi dal basso

## 6.5 GENERATORI

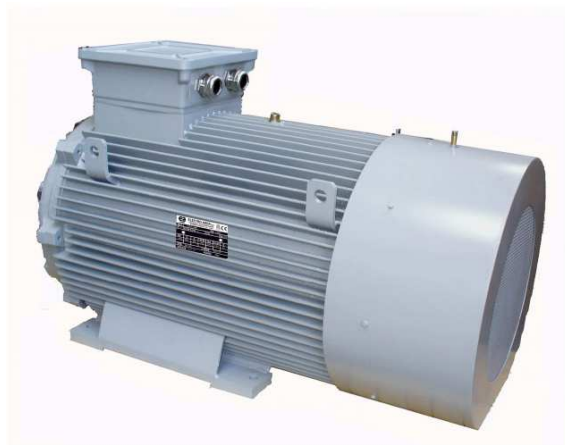


Figura 5: Generatore

I generatori saranno posizionati nel locale di centrale a bordo del gruppo turbina, come indicato sulle tavole allegate.

Specifiche:

- Tipo: Asincrono
- Produttore: ELECTROADDA
- Tipo: G-FA 355Lc8
- Potenza nominale: 230Kw
- Forma costruttiva: IM B3
- Raffreddamento: ad aria, auto ventilato
- Classe di isolamento/sovratemperatura: F/B
- Sensori di temperatura: nr. 3 PT100 negli avvolgimenti, 1+1 PT 100 nei cuscinetti
- Scaldiglie: 200W, 230V, 50Hz

## 6.6 IMPIANTO F.M.

L'impianto F.M. sarà realizzato con delle prese del tipo bipasso con alveoli protetti in portafrutti IP55, prese CEE da 16A e/o 32A con interblocco e di tutti i componenti necessari per la realizzazione di un impianto F.M. perfettamente funzionante nel rispetto delle prescrizioni della norma CEI 64-8.

## 6.7 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione sarà costituito punti luce con lampade a led o a tubi fluorescenti stagni a soffitto comandati da interruttori e/o pulsanti del tipo stagno.

## 6.8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà costituito da lampade di emergenza autoalimentate in prossimità delle porte e nei punti più indicati per garantire la facilità e la rapidità di uscita durante l'esodo dal locale in un eventuale caso di pericolo.

## 6.9 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato nel seguente modo:

Realizzazione dell'impianto di dispersione costituito da dispersori a puntazza in acciaio zincato  $l=1,5$  m e da treccia di rame nuda Sez.  $35 \text{ mm}^2$ .

Predisposizione di un nodo di terra in prossimità del quadro generale a cui fanno capo il conduttore di terra, il conduttore di protezione ed i collegamenti equipotenziali.

Collegamento a terra delle nuove strutture in c.a., plinti di fondazione, rete elettrosaldata, ecc...

Al conduttore di protezione dell'impianto di terra andranno collegate tutte le masse metalliche che per cedimento dell'isolamento potrebbero assumere il potenziale dell'impianto (tubazioni, canaline, cassette e scatole metalliche, carcasse di quadri elettrici, ecc.).

Se nei locali saranno presenti lavoratori subordinati anche solo stagionali si fa presente che si dovrà procedere alla verifica dell'impianto di terra e alla denuncia all'I.S.P.E.S.L. e all'A.R.P.A. competenti per territorio.