



REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI AVIGLIANA
 PROVINCIA DI TORINO

**PROGETTAZIONE PER LA RILOCALIZZAZIONE DI
 UNA PISTA DI GUIDA SICURA SITA IN AREA
 AUTOPORTO DI SUSÀ (TO)**

Codice generale	Codice dell' opera	Lotto	Livello di progettazione	Area di progettazione	Numero elaborato	Tipo documento	Versione
Cconspa	001	0	D	E	001	Rel	1-13

IL COMMITTENTE :



I PROGETTISTI (A.T.I.):

Ing. Valter RIPAMONTI (Capogruppo)



Studio DUEPUNTODIECI Associati

duepuntodieci associati
 dott. ing. Andrea Durando dott. ing. Enzo Lacroce

Studio ESSEBI Ingegneria




Ing. Enrico GUIOT

Stefano Coalova
 Ingegnere Edile

Ing. Stefano COALOVA

Capogruppo di progettazione : Ing. Valter RIPAMONTI 

Responsabile area di progettazione : Ing. Enrico GUIOT 

Redattore : Ing. Enrico GUIOT 

TIMBRI E FIRME:



PROGETTO DEFINITIVO
 ai sensi del d.lgs 163/06 allegato XXI

OGGETTO

IMPIANTI ELETTRICI ED ILLUMINAZIONE
 RELAZIONE SPECIALISTICA

VERS.	MODIFICHE	DATA	SCALA
0	Prima consegna	04 Novembre 2013	-
1	Seconda consegna	22 Novembre 2013	CUP C11J05000030001
2			
3			
4			

INDICE

1	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	2
1.1.	OBIETTIVI DI PROGETTO	2
1.1.	Acronimi e sigle	3
2	Identificazione dell'opera, ubicazione, attività	4
3	Descrizione delle opere.....	5
4	Dati di progetto.....	6
4.1.	Classificazione dei luoghi.....	6
4.2.	Caratteristiche ambientali.....	7
4.3.	Caratteristiche dell'alimentazione elettrica	8
4.4.	Osservanza di leggi e di regolamenti. Documenti di riferimento	9
4.5.	Prestazioni dell'impianto di illuminazione	10
4.6.	descrizione dei carichi elettrici.....	11
5	Criteri adottati per il dimensionamento dell'impianto.....	12
5.1.	CABINA MT/BT E RETE DI DISTRIBUZIONE.....	12
5.2.	GRUPPO ELETTROGENO.....	12
5.3.	UPS.....	12
5.4.	Impianto elettrico	12
5.5.	Impianto di terra	13
6	Descrizione delle misure di sicurezza per le persone e le cose.....	14
6.1.	Protezione dai contatti diretti	14
6.2.	Protezione dai contatti indiretti	14
6.3.	Protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti	15
6.4.	Rete di riserva	15
7	Descrizione della struttura dell'impianto.....	16
7.1.	Impianto di distribuzione MT e BT	16
7.2.	Impianti A CORRENTI DEBOLI	18
7.1.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	18
8	Modalità operative degli impianti.....	19
8.1.	Impianti elettrici di MT	19
8.2.	Modalità di effettuazione dei comandi di emergenza	19
8.3.	Impianti elettrici FM	19
8.4.	Impianti elettrici di illuminazione.....	19
8.5.	Gruppi di rifasamento.....	20

1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione tecnica sono descritte le opere elettriche previste nell'ambito dei lavori per la realizzazione dell'impianto elettrico e degli impianti assimilati (ausiliari, telecontrollo) previsti nell'ambito dei lavori per lo spostamento della pista di guida sicura della CONSEPI S.p.A. nell'area meglio individuata sugli elaborati grafici di progetto nel Comune di Avigliana.

Nel seguito del presente documento vengono descritti:

- I dati di progetto:
 - La classificazione dei luoghi.
 - Le caratteristiche ambientali.
 - Le caratteristiche della rete elettrica.
 - Norme e documenti applicabili.
 - Prestazioni dell'impianto di illuminazione.
 - L'elenco delle utenze elettriche.
- I criteri adottati per il dimensionamento dell'impianto;
- La descrizione delle misure di sicurezza adottate nei confronti dei contatti diretti e indiretti e delle sovratensioni;
- La struttura dell'impianto elettrico di distribuzione lato media tensione e lato bassa tensione.
- Le modalità operative dell'impianto.

Per maggiori dettagli si faccia inoltre riferimento ai seguenti documenti:

- Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
- Elaborati grafici;
- Relazione di calcolo e dimensionamento degli impianti.

1.1. OBIETTIVI DI PROGETTO

Il progetto si propone di conseguire i seguenti obiettivi di carattere generale:

- Completa conformità alle leggi e normative in vigore con particolare riferimento a CEI 64-8, CEI 99-2, CEI 99-3, CEI 0-16.
- Completa conformità alle specifiche tecniche della committenza relativamente ad impianti elettrici ed assimilati.
- Realizzazione di un impianto di elevata affidabilità in grado di fornire tutte le prestazioni indicate a progetto.
- Garanzia di totale sicurezza per le persone e le cose.
- Buona funzionalità in relazione anche alle destinazioni d'uso dei locali.
- Buona manutenibilità.

1.1. ACRONIMI E SIGLE

Le seguenti sigle sono utilizzate nel documento:

CEI	Comitato elettrotecnico italiano
UNI	Ente italiano di unificazione
MT	Media tensione
BT	Bassa tensione
UPS	Uninterruptible power supply

2 IDENTIFICAZIONE DELL'OPERA, UBICAZIONE, ATTIVITÀ

Le opere previste sono da realizzarsi nell'ambito dei lavori per lo spostamento della pista di guida sicura della CONSEPI S.p.A. nell'area meglio individuata sugli elaborati grafici di progetto nel Comune di Avigliana. La zona oggetto dell'intervento è meglio evidenziata sugli elaborati grafici di progetto.

Attualmente la pista di guida sicura e i fabbricati ed impianti di servizio sono ubicati in una area nel Comune di Susa.

L'impianto verrà spostato, mantenendone le attuali funzionalità in una zona, meglio individuata sugli elaborati grafici di progetto, nel Comune di Avigliana.

La fornitura di energia elettrica per le utenze a servizio dell'area verrà fornita dall'ente fornitore alla tensione di 15 kV con potenza impegnata prevista e valutata in 600kW.

E' prevista la realizzazione di una cabina elettrica dove troveranno posto le apparecchiature del distributore nonché il locale contenente il gruppo di misura ed il locale di trasformazione utente che provvederà mediante trasformatore con isolamento in resina alla trasformazione della tensione dal valore di 15kV a 400V. La cabina avrà accesso da strada vicinale in modo da permettere l'intervento dei tecnici dell'ente distributore in caso di necessità senza la necessità di entrare nell'area recintata.

Le utenze che devono essere alimentate alla tensione di 400V dalla rete di distribuzione interna dell'impianto sono quelle relative alle utenze della pista suddivisa nei seguenti cinque moduli:

1. Modulo 1: piattaforma idraulica;
2. Modulo 2: pista a scarsa aderenza;
3. Modulo 3: pista per motocicli;
4. Modulo 4: acquaplanning;
5. Modulo 5: pendenze.

E' inoltre prevista l'alimentazione alla tensione di 400V dalla rete di distribuzione interna dell'impianto di tutte le utenze di servizio e cioè:

1. impianto di illuminazione dell'area esterna
2. edificio servizi
3. locali tecnici

E' prevista la fornitura di energia elettrica mediante una cabina ubicata al confine della proprietà formata da 3 locali:

- consegna. Locale a disposizione dell'ente distributore dell'energia elettrica per l'installazione delle apparecchiature per la connessione alla rete di distribuzione;
- misure. Locale contenente il gruppo di misura dell'energia elettrica;
- utente. Locale contenente il trasformatore MT/BT ed i quadri elettrici.

Sono previste inoltre due ulteriori fonti di alimentazione di riserva/emergenza:

- gruppo elettrogeno ad avviamento e commutazione automatica di potenza 150kVA con funzione di fonte di alimentazione di riserva;
- gruppo statico di continuità di potenza 40kVA con funzioni di sicurezza per le luci pista.

Infine sulla copertura dell'edificio servizi è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 8kW costruito per ottemperare a quanto previsto dal DLgs n.28 del 3 marzo 2011. Tale impianto, connesso in parallelo alla rete elettrica di BT in corrispondenza del quadro elettrico dell'edificio servizi, fornirà energia elettrica per un valore annuale stimato in circa 8.800kWh in grado di coprire parte del fabbisogno di energia elettrica per il fabbricato servizi.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

I lavori in oggetto possono riassumersi come nel seguito. Indicazioni più specifiche sulla consistenza delle opere sono date nel seguito del presente documento e nel capitolato speciale d'appalto. Le opere da realizzare sono le seguenti:

- fornitura e posa in opera del quadro di media tensione per la cabina ricezione energia elettrica e di tutte le opere necessarie per la connessione alla rete di distribuzione pubblica;
- fornitura e posa in opera di n. 1 trasformatore MT/BT 15/04kV di potenza 800kVA;
- fornitura e posa in opera di tutte le connessioni in cavo alla tensione di 15kV;
- fornitura e posa in opera di tutti i quadri elettrici di BT;
- fornitura e posa in opera di gruppo elettrogeno di potenza 150kVA alla tensione di 400V completo di quadro elettrico ed accessori;
- fornitura e posa in opera delle linee di distribuzione primarie dai quadri generali di BT ai quadri di zona compresi anche, scavi, realizzazione dei manufatti in cls per la protezione delle condutture, tubazioni, reinterri;
- fornitura e posa in opera delle linee in cavo per i collegamenti di potenza e di segnale per tutte le utenze specifiche dell'impianto per la gestione della pista;
- fornitura e posa in opera delle linee di distribuzione secondarie dai quadri di zona e di automazione alle rispettive utenze ivi compresi tubazioni, canalizzazioni, supporti, accessori vari;
- fornitura e posa in opera dell'impianto elettrico a servizio del fabbricato "Centro Servizi" completo di corpi illuminanti ordinari e di emergenza, prese, interruttori, impianto di rilevazione incendi, antifurto e quanto altro indicato nelle tavole di progetto;
- fornitura e posa in opera di rete dati del tipo a cablaggio strutturato (Cat. 6) all'interno del "Centro Servizi" ed in campo;
- fornitura e posa dell'impianto elettrico all'interno della cabina di trasformazione;
- fornitura e posa in opera di impianto di illuminazione per le aree esterne realizzato mediante torri faro del tipo a corona mobile e proiettori con ottica asimmetrica equipaggiati con lampada a ioduri metallici di potenza 1000W;
- fornitura e posa in opera di gruppo di continuità (UPS) di potenza 40kVA ed autonomia a pieno carico pari a 10min;
- fornitura e posa di prese di servizio e quadretti prese;
- fornitura e posa di rete di terra;
- fornitura e posa in opera di impianto di automazione per cancelli automatici;
- fornitura e posa in opera di impianto di videosorveglianza;
- fornitura e posa in opera di impianto fotovoltaico.

4 DATI DI PROGETTO

4.1. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

I luoghi nei quali verrà realizzato l'impianto sono da classificare come ordinari. Si tratta infatti di luoghi all'aperto e locali ad uso uffici e sale didattiche.

4.2. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Nel seguito sono riassunte le principali caratteristiche ambientali considerate nel progetto:

Descrizione	Dati assunti
TEMPERATURA AMBIENTE <ul style="list-style-type: none"> ○ Min/Max all'interno degli edifici ○ Min/Max all'aperto ○ Min/Max in cabina elettrica ○ Media del giorno più caldo ○ Media delle massime mensili ○ Media delle minime del mese più freddo 	+5°C/+30°C -11°C/+32°C +15°C/40°C +28°C +22°C -4°C
ALTITUDINE	< 1000m s.l.m.
FORMAZIONE DI CONDENSA	Si
PRESENZA DI CORPI SOLIDI ESTRANEI <ul style="list-style-type: none"> ○ presenza di corpi solidi estranei ○ presenza di polvere 	No Si
PRESENZA DI LIQUIDI <ul style="list-style-type: none"> ○ Trascurabile ○ Stillicidio ○ Pioggia ○ Getti d'acqua 	Solo in cabina MT/BT, locali quadri, e locali tecnici e di servizio, ambienti all'interno del "Fabbricato Servizi" Si All'esterno Possibili in alcune zone
CARATTERISTICHE DEL TERRENO <ul style="list-style-type: none"> ○ Resistività elettrica ○ Resistività termica 	200Ωm 1.5 mK/W
VENTILAZIONE DEI LOCALI <ul style="list-style-type: none"> ○ Naturale assistita da ventilazione artificiale ○ Naturale 	Nelle cabine elettriche In tutti gli altri ambienti
CONDIZIONI AMBIENTALI SPECIALI <ul style="list-style-type: none"> ○ Presenza di liquami ○ Presenza di muffe ○ Presenza di insetti e piccoli animali ○ Presenza di vibrazioni 	Si Si Si Si nel locale GE

4.3. CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'impianto in oggetto è alimentato dall'ente fornitore di energia elettrica tramite locale di consegna affiancato alla cabina utente. Le caratteristiche dell'alimentazione elettrica sono le seguenti:

- tensione di esercizio 15kV;
- frequenza 50Hz;
- stato del neutro: compensato;
- Icc 12.5kA.

La trasformazione alla tensione di 400V per la distribuzione di BT all'interno dell'impianto avviene in cabina utente tramite trasformatore avente le seguenti caratteristiche

- Potenza 800kVA;
- Tensione primaria 15kV $\pm 2.5\%$;
- Corrente lato primario 30.8A;
- Tensione secondaria 400V;
- Corrente lato secondario 1156A;
- Gruppo vettoriale Dyn11;
- Vcc% 6%
- Isolamento in resina.

E' prevista una fornitura di riserva tramite gruppo elettrogeno avente le seguenti caratteristiche:

potenza in servizio continuativo 150kVA;
tensione 400V 3F+N;
frequenza 50Hz.

E' previsto inoltre un gruppo statico di continuità di potenza 40kVA per l'alimentazione del 50% degli apparecchi di illuminazione esterna e per le utenze privilegiate nel fabbricato servizi.

Un secondo gruppo di continuità di potenza 2kVA alimenta i circuiti ausiliari della cabina MT/BT come previsto dalla Norma CEI 0-16.

Le caratteristiche della linea di BT sono le seguenti:

- Tensione di esercizio 400V 3F+N alla frequenza di 50Hz;
- Sistema di distribuzione TN-S;
- Corrente di cc trifase massima sulle sbarre dei quadri di BT Icc=19kA.
- Corrente di cc trifase minima sulle sbarre dei quadri di BT Icc=5kA.

E' infine previsto il parallelo sul quadro generale di BT di un impianto fotovoltaico di potenza 8kWp.

4.4. OSSERVANZA DI LEGGI E DI REGOLAMENTI. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

I lavori in oggetto dovranno essere realizzati nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia. In particolare si dovrà fare riferimento e rispettare quanto stabilito da:

- Decreto Ministeriale n. 37 del 22/01/2008
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 n. 81 del 09/04/2008 e s.m.i.
Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- legge n. 186 del 1/3/1968;
Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- legge n. 791 del 18/10/1977;
attuazione direttiva CEE per il materiale elettrico;
- D.M. e circolari del Ministero dell'interno relative alla prevenzione dagli incendi;
- circolari del comando VV.F.;

Si dovrà inoltre fare riferimento alle norme CEI ed UNI nel loro complesso ed in particolare alle:

- 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";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici";
- CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori";
- CEI 17-5 "Apparecchiature a bassa tensione - Parte2: interruttori automatici";
- CEI EN 62271-200 (CEI 17-6) "Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso";
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali";
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza";
- CEI EN 61439-3 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO)";
- CEI 20-13 "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV";
- CEI 20-22 "Prova dei cavi non propaganti l'incendio";
- CEI 23-3 "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari";
- CEI 23-8 "Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori";
- CEI 23-9 "Apparecchi di comando non automatici (interruttori) per installazione fissa per uso domestico o similare. Prescrizioni generali";
- CEI 23-14 "Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori";
- CEI 23-18 "Interruttori differenziali per uso domestico o similare e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per uso domestico o similare";

- CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione - Parte I: prescrizioni generali e prove”;
- CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte II: prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”;
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”;
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in corrente alternata”;
- CEI-UNEL 35024/1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- CEI-UNEL 35026 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”;
- UNI EN 12464-1 “Illuminazione dei luoghi di lavoro all’interno con luce artificiale”;
- UNI 9795:2013: “Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d’incendio - Progettazione, installazione ed esercizio”

4.5. PRESTAZIONI DELL’IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Nel seguito vengono indicati gli illuminamenti minimi da conseguire ad impianto maturo tenendo conto di un coefficiente peggiorativo fissato a 0.8 per tenere conto dell’invecchiamento dei materiali e di carenze manutentive.

Aree esterne

illuminamento medio sul piano di lavoro	10/50 lux;
Indice unificato di abbagliamento UGR	-
Indice di resa dei colori Ra	-

Locali quadri elettrici

illuminamento medio sul piano di lavoro	200 lux;
Indice unificato di abbagliamento UGR	25
Indice di resa dei colori Ra	60

Locali tecnici

illuminamento medio sul piano di lavoro	200 lux;
Indice unificato di abbagliamento UGR	25
Indice di resa dei colori Ra	60

Uffici

illuminamento medio sul piano di lavoro	500 lux;
Indice unificato di abbagliamento UGR	19
Indice di resa dei colori Ra	80

Sale didattiche

illuminamento medio sul piano di lavoro	300 lux;
Indice unificato di abbagliamento UGR	19
Indice di resa dei colori Ra	80

4.6. DESCRIZIONE DEI CARICHI ELETTRICI

I carichi elettrici previsti per l'impianto in oggetto sono prevalentemente costituiti da motori asincroni a rotore avvolto di varie potenze e da lampade a scarica.

5 CRITERI ADOTTATI PER IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

5.1. CABINA MT/BT E RETE DI DISTRIBUZIONE

La cabina MT/BT è stata posizionata in vicinanza del locale di consegna del distributore. Si è deciso di utilizzare il seguente trasformatore:

TR1: 800kVA percentuale di carico applicato 85%

5.2. GRUPPO ELETTROGENO

E' prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno di potenza 150kVA per l'alimentazione delle utenze preferenziali dell'impianto.

Le utenze considerate nel dimensionamento sono:

- 50% dell'illuminazione esterna;
- 100% delle utenze del "Fabbricato Servizi";
- Cancelli automatici.

5.3. UPS

E' prevista l'installazione di un UPS di potenza 40kVA per l'alimentazione delle utenze di continuità dell'impianto.

Le utenze considerate nel dimensionamento sono:

- 50% dell'illuminazione esterna;
- Prese per computer del fabbricato servizi;
- Impianto di videosorveglianza;
- Impianto antifurto;
- Impianto antincendio.

5.4. IMPIANTO ELETTRICO

Per il dimensionamento della rete elettrica dell'impianto è utilizzato il metodo riportato in 433.2 (sovraccarico), 434.3 (cortocircuito), 413.1.4.2 (contatti indiretti) della norma CEI 64-8.

Per la portata dei cavi sono state utilizzate le tabelle della norma CEI 35024/1 (cavi posati in aria) e CEI 35026 (cavi interrati).

Per i cavi posati in aria si è tenuto conto del raggruppamento dei cavi nelle stesse vie cavi considerando ininfluenti ai fini del conteggio i cavi percorsi da una corrente inferiore al 30% della portata nominale del cavo.

Per i cavi interrati si è considerata una resistività termica del terreno di 1.5 mK/W ed una temperatura di 20°C.

Tutti i cavi sono stati dimensionati per mantenere le cadute di tensione entro il 4% della tensione nominale.

I quadri di rifasamento sono stati dimensionati per garantire un $\cos\phi$ di circa 0.95. Il rifasamento fisso dei condensatori è pari in kVAR al 5% della potenza apparente nominale del trasformatore.

5.5. IMPIANTO DI TERRA

Il dimensionamento dell'impianto di terra è condizionato dalla conformazione degli edifici e delle vasche previsti

Il valore della resistenza di terra è stato stimato utilizzando le seguenti formule:

a) per i dispersori a picchetto:

$$R_T = \frac{\rho_T}{2\pi \cdot L} \left(\ln \frac{4\pi}{a} - 1 \right) \quad \text{Resistenza del singolo dispersore}$$

$$K_H = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{L}{L+H} \right) \quad \text{Fattore correttivo per posa a profondità H}$$

con:

ρ_T = resistività del terreno posta pari a 200 Ω m

L = lunghezza del dispersore posta pari a 1,5m

a = raggio del dispersore posto pari a 2.5cm

H = profondità di posa posta pari a 0.7m

b) per i dispersori lineari (corda in rame nudo sez. 35mm²)

$$R_T = \frac{\rho_T}{2\pi \cdot L} \left[\ln \left(\frac{2L}{a} \right) + \ln \left(\frac{L}{H} \right) - 2 + \frac{2H}{L} \right]$$

con:

ρ_T = resistività del terreno posta pari a 200 Ω m

L = lunghezza del dispersore posta pari a 400m

a = raggio del dispersore posto pari a 5.5mm

H = profondità di posa posta pari a 0.8m

Si ottiene una resistenza di circa 1.2 Ω .

Il valore così calcolato sarà ulteriormente ridotto, considerando il contributo dei dispersori naturali ed in particolare i ferri di fondazione delle strutture in c.a.

L'impianto di terra deve essere correttamente dimensionato in base al valore della corrente di guasto monofase a terra della rete di alimentazione dell'impianto ed al tempo di apertura delle protezioni a monte, dati che devono essere forniti dall'ente distributore.

I criteri per il corretto dimensionamento dell'impianto di terra sono quelli riportati dalla norma CEI 99-3.

6 DESCRIZIONE DELLE MISURE DI SICUREZZA PER LE PERSONE E LE COSE

Nel presente progetto, come peraltro previsto dalle disposizioni normative e legislative vigenti, è stata posta particolare attenzione alla protezione delle persone nei confronti dei contatti diretti e indiretti ed alla protezione delle cose nei confronti delle sovracorrenti e delle sovratensioni.

6.1. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione dai contatti è attuata tramite l'isolamento delle parti attive con ricoperture isolanti o ponendo i componenti entro involucri apribili solamente con attrezzo.

Nei quadri di MT dove è maggiore il pericolo a causa della presenza della tensione a 15kV sono stati previsti interblocchi realizzati meccanicamente o con chiave. In particolare:

- I sezionatori controbarra sono interbloccati a mezzo di chiave con i rispettivi interruttori automatici;
- I sezionatori di terra sono interbloccati con i box trasformatore a mezzo di chiave;
- Le porte del box trasformatore sono interbloccate con i rispettivi sezionatori di terra lato MT ed i rispettivi interruttori di BT in modo tale che non sia possibile aprire il box trasformatore con tensione presente sia sulla linea di BT che sulla linea di MT. Inoltre è previsto un meccanismo di trascinamento elettrico tramite bobina di apertura che provoca l'apertura dell'interruttore generale di macchina lato BT all'apertura dell'interruttore di MT;
- Le porte dei quadri di MT sono interbloccate meccanicamente con i sezionatori controbarra in modo tale da evitare l'apertura delle porte con tensione presente nel quadro.

Per la massima sicurezza degli operatori sono stati previsti quadri di MT a prova d'arco interno (tipo IAC AFL 16kA per 3s secondo CEI EN 62271-200).

6.2. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

In base alla norma CEI 64-8 l'impianto di distribuzione di I categoria (bassa tensione) è di tipo TN-S con neutro direttamente collegato dal centro stella dei trasformatori all'impianto di terra che è unico ed al quale fanno capo tutti i collegamenti delle masse eseguiti attraverso i conduttori di protezione PE.

La protezione dai contatti indiretti sarà realizzata mediante la messa a terra delle parti metalliche e tramite l'utilizzazione di interruttori automatici magnetotermici, automatici magnetotermici differenziali e per mezzo di fusibili in modo da soddisfare la seguente relazione:

$$Z_s \times I_A \leq U_0$$

essendo:

- Z_s l'impedenza dell'anello di guasto;
- I_A è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro 5 s per i circuiti di distribuzione e 0.8 s per i circuiti terminali e gli apparecchi di illuminazione (0.4 s per i circuiti a 380 V). Nel caso di interruttori differenziali I_A è la corrente differenziale nominale dell'apparecchiatura.
- U_0 il valore efficace della tensione nominale fase-terra in Volt.

Sugli interruttori posti a protezione delle linee di distribuzione principale, considerato che alcune linee hanno una lunghezza rilevante, si è ritenuto opportuno installare, oltre agli sganciatori per la

protezione da sovracorrenti, anche delle protezioni per guasto a terra che si prevede di tarare alla corrente nominale dell'interruttore per evitare sganci intempestivi e per garantire comunque una buona protezione dai contatti indiretti

6.3. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTOCIRCUITI

La protezione dalle sovracorrenti è attuata tramite gli interruttori magnetotermici, essendo verificate le seguenti relazioni:

- Sovraccarico:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

- Cortocircuito

$$I_b \leq I_n$$

$$\int_0^t I^2 dt \leq K^2 S^2$$

Il potere di interruzione dei dispositivi non è inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione considerato che sulle sbarre del quadro generale di BT è presente una lcc massima di circa 15kA.

6.4. RETE DI RISERVA

E' prevista la presenza di un gruppo elettrogeno completo di generatore sincrono di potenza 150kVA con funzioni di alimentazione di riserva.

Particolare cautela è stata posta per evitare il parallelo tra il generatore e la rete di distribuzione pubblica a mezzo di interruttori non automatici motorizzati interbloccati meccanicamente ed elettricamente.

L'avvio del gruppo e la commutazione da rete a gruppo elettrogeno avvengono automaticamente in mancanza della rete di distribuzione pubblica dopo una temporizzazione regolabile così come l'opposta manovra al rientro della rete.

E' possibile la commutazione su comando manuale ma gli interblocchi non sono mai escludibili.

7 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA DELL'IMPIANTO

7.1. IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE MT E BT

CABINA DI RICEZIONE MT E TRASFORMAZIONE

In cabina avviene il collegamento con la rete di distribuzione pubblica. Normalmente questa cabina non è in servizio ma può essere connessa alla rete di distribuzione MT interna la comprensorio in caso di messa fuori servizio della cabina principale.

La consegna avverrà alla tensione di 15kV con corrente di cortocircuito prevista nel punto di consegna pari a 12.5kA.

Le apparecchiature dell'ente distributore verranno ospitate in un apposito locale con accessibilità dalla pubblica via ed al quale avrà accesso esclusivamente il personale dell'ente fornitore.

Dalla cabina del distributore è prevista una linea in cavo FG7H1OR 3x95mm² 12/20kV che si attesterà sul quadro di MT della cabina 1 contenente il dispositivo generale che dovrà essere dotato di relè di protezione con funzioni 51.1, 51.2, 51.N omologato secondo CEI 0-16.

A valle del D.G. verrà posato un cavo tipo FG7H1OR 3x35mm² 12/20kV in tubazione interrata per il collegamento con la cabina 2.

Locale MT/BT

- quadro MT. In questo quadro sono previsti i sezionatori per la connessione all'anello di distribuzione interno al comprensorio e la protezione per il trasformatore MT/BT

Locale quadri di BT

- quadro generale di BT
- quadro di rifasamento

Locale gruppo elettrogeno

- Gruppo elettrogeno con quadro di protezione

Ogni locale sarà completo di impianto di servizio costituito da:

- impianto di illuminazione realizzato con plafoniere in policarbonato IP65 2x368W;
- impianto prese di servizio;
- impianto di terra costituito dal collettore principale di terra al quale si attestano: i dispersori, i conduttori di protezione ed equipotenziali, il conduttore di neutro

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE PRIMARIA

Comprende tutte le linee di distribuzione dal quadro generale di BT ai quadri di zona.

Tutte le linee saranno realizzate in cavo FG7OR 0.6/1kV unipolare o quadripolare con conduttore di protezione realizzato in cavo N07V-K con guaina di colore giallo/verde. Al fine di minimizzare l'impedenza dell'anello di guasto è previsto che i conduttori di protezione transitino nello stesso cavidotto che ospita i relativi conduttori di fase.

È prevista la protezione di ogni linea tramite interruttore automatico magnetotermico con sganciatore elettronico dotato di protezione da sovraccarico (lungo ritardo), protezione da cortocircuito (corto ritardo), protezione da cortocircuito (istantanea), protezione da guasto a terra.

DISTRIBUZIONE FORZA MOTRICE ALLE MACCHINE

La distribuzione forza motrice alle varie macchine, motori ed apparecchiature avverrà con cavo FG7OR posato in passerelle asolate fissata alle pareti dei locali oppure posate in tubazioni in ferro zincato serie leggera. In quest'ultimo caso il tubo deve avere solo la funzione di supporto per il cavo in quanto è previsto che tutti gli ingressi nelle costruzioni ed apparecchiature elettriche vengano realizzati con pressatavi IP67. Si ritiene infatti che tale tipo di connessione sia la più affidabile per prevenire l'ingresso di polvere, acqua ed umidità all'interno delle costruzioni elettriche.

Al fine di garantire agevoli interventi di manutenzione è previsto che ogni apparecchiatura sia collegata alla sua linea di alimentazione tramite presa a spina. Le prese saranno dotate di interruttore sezionatore e avranno grado di protezione IP67. Le prese saranno attestate per gruppi su piastre in lamiera d'acciaio con funzioni di supporto.

DISTRIBUZIONE FORZA MOTRICE DI SERVIZIO

In ogni locale/fabbricato è prevista una linea derivata dal rispettivo quadro di zona per l'alimentazione di quadretti prese e prese di servizio alla tensione di 230V F+N, 400V 3F.

Tali quadri verranno utilizzati per il collegamento di apparecchiature di servizio/manutenzione.

IMPIANTO DI ILLUMNAZIONE INTERNO

L'impianto di illuminazione è stato studiato per garantire un illuminamento adeguato in relazione ai compiti che devono essere espletati nei vari locali nonché per garantire un risparmio energetico ed un illuminamento adeguato in caso di emergenza.

Si è scelto di utilizzare apparecchi con lampade fluorescenti dotate di reattore elettronico che garantisce l'accensione immediata senza sfarfallamenti ed oscillazioni del flusso luminoso, un ragionevole risparmio energetico rispetto ai reattori elettromagnetici convenzionali ed un ottimo confort visivo.

IMPIANTO DI ILLUMNAZIONE ESTERNO

Le aree esterne verranno illuminate con proiettori asimmetrici equipaggiati con lampade a ioduri metallici di potenza 1000W installati su torri faro di altezza 25m f.t.

Inoltre per la viabilità di accesso all'area e per i parcheggi è prevista la posa di apparecchi di illuminazione stradale montati su palo di altezza fuori terra pari a 8m e dotate di sbraccio della lunghezza 2.5m.

IMPIANTO DI TERRA

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto è TN-S (neutro e masse dell'impianto elettrico collegate allo stesso impianto di dispersione – separazione tra i conduttori di neutro e di protezione).

L'impianto di terra sarà unico per tutta l'area ed è costituito da:

- dispersore realizzato con corda in rame nudo di sezione 35mm² e filo elementare di diametro 1.8mm interrata direttamente e estesa su tutta l'area dell'impianto;
- collettori di terra realizzate con sbarre in rame alle quali si attestano i dispersori, la rete dei conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali. E' previsto un collettore all'interno o in vicinanza di ciascun quadro elettrico.:
- conduttore di protezione (PE) realizzati con cavo N07V-K con guaina di colore giallo/verde oppure con l'anima di colore giallo/verde dei cavi multipolari. E' previsto che tali conduttori siano posati nelle stesse condutture che ospitano i conduttori di fase e che devono essere sempre distinti dai conduttori di neutro;
- conduttori equipotenziali per il collegamento delle masse estranee realizzati con cavo N07V-K con guaina di colore giallo/verde.

7.2. IMPIANTI A CORRENTI DEBOLI

E' prevista la realizzazione dei seguenti impianti:

videosorveglianza;
antifurto (per la palazzina servizi);
rilevazione incendi (per la palazzina servizi).

Gli impianti hanno essenzialmente funzioni di sicurezza ed antiintrusione.

L'impianto di videosorveglianza, mediante il monitor ospitato nell'atrio e mediante la possibilità di inviare le immagini ai videoproiettori ubicati nelle varie sale didattiche, assume anche una valenza didattica potendo mostrare agli allievi le manovre da compiere sulle piste.

7.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

In ottemperanza a quanto previsto dal DLgs n.28 del 3 marzo 2011 è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza 8kWp connesso alla rete di BT dell'area e realizzato con moduli in silicio cristallino installati sul tetto del "Fabbricato Servizi" ed inverter trifase installato nel locale tecnico.

L'impianto verrà connesso in parallelo sulla rete elettrica di BT in corrispondenza del quadro di distribuzione del fabbricato servizi.

Si stima una produzione annua di energia elettrica di circa 8.800kWh.

8 MODALITÀ OPERATIVE DEGLI IMPIANTI

8.1. IMPIANTI ELETTRICI DI MT

I quadri di MT saranno accessibili solo dal fronte quadro mediante comandi manuali dotati di opportuni interblocchi meccanici e blocchi a chiave per impedire l'effettuazione di manovre errate. Sui quadri sarà sempre riportato lo stato degli interruttori e sezionatori (aperto, chiuso, messo a terra) e per ogni scomparto sono previste terne di lampade di presenza tensione collegate a mezzo di divisori capacitivi.

I quadri saranno a prova di arco interno per garantire la sicurezza degli operatori.

L'interno dei box trasformatore sarà accessibile solo dopo aver aperto sia l'interruttore di MT sia l'interruttore generale di macchina di BT.

8.2. MODALITÀ DI EFFETTUAZIONE DEI COMANDI DI EMERGENZA

I comandi di emergenza per la messa fuori tensione dell'impianto sono i seguenti:

- Sgancio generale cabina che toglie tensione a tutte le utenze. Questo sgancio è comandato da un pulsante sottovetro ubicato a fianco della porta di ingresso al locale utente della cabina MT/BT;
- Sgancio del gruppo elettrogeno che ferma il motore del gruppo. Questo sgancio è comandato da un pulsante sottovetro ubicato sulla struttura del generatore stesso;
- Sgancio di emergenza per il macchinario in campo. Ogni macchinario è provvisto di pulsante di emergenza ubicato sul relativo quadro elettrico oppure in vicinanza di organi di movimento pericolosi durante il funzionamento;
- Sgancio UPS. Comandato da pulsante sottovetro ubicato fuori dal locale UPS.

Tutti i circuiti di sgancio agiscono su bobine di apertura a lancio di corrente. I pulsanti dovranno essere completi di spia indicante l'integrità del circuito.

8.3. IMPIANTI ELETTRICI FM

Tutti i circuiti e le utenze sono protetti da interruttori automatici derivati dai quadri di zona che sono accessibili dal fronte dei rispettivi quadri.

Tutte le pompe sono alimentate tramite prese a spina dotate di sezionatore in modo da facilitare le operazioni di manutenzione e sostituzione delle apparecchiature.

8.4. IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE

Gli impianti di illuminazione saranno derivati da interruttori di protezione posti sui quadri di zona. I comandi saranno realizzati mediante interruttori unipolari.

L'illuminazione di sicurezza è garantita:

- tramite l'alimentazione da UPS (per l'esterno);
- tramite apparecchi autonomi dotati di batteria e gruppo inverter.

8.5. GRUPPI DI RIFASAMENTO

I gruppi di rifasamento sono dei seguenti tipi:

- a controllo automatico mediante centralina che riceve un segnale di corrente tramite un TA sulle sbarre di quadro e le tensioni di fase e comanda l'inserzione dei condensatori tramite contattori appositamente realizzati per questa funzione.
- Condensatori fissi per il trasformatore MT/BT.