

**LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI AGRIGENTO**  
(L.R.15/2015)

ex Provincia Regionale di Agrigento

**Settore Infrastrutture stradali**

**Edilizia scolastica Patrimonio e Manutenzione**

Aggiornamento ed adeguamento alla normativa vigente del progetto esecutivo relativo ai lavori di costruzione dell'Istituto Tecnico per il Commercio in Campobello di Licata. Completamento.

**PROGETTO ESECUTIVO**

Procedura di affidamento ai sensi dell'art. 50 comma 1 lett.b) del D.lgs n.36/2023 a conferma dell'art. 1 comma 2 lett.a) del D.L. 16 Luglio 2020 n.76. D.Lgs. 50/2016 in deroga all'art. 36 comma 2,lett.a) del D.Lgs. 50/2016 come mod dall'art.1 della L.n.78 21 giugno 2022, (G.U. n. 77 del 31 marzo 2023 - S.O. n. 12) - CIG: A0374BAA46 -



N. Elaborato:

**6.6**

Titolo elaborato:

**6 - IMPIANTO SPORTIVO: IMPIANTO ELETTRICO**

Relazione impianto elettrico

**Il Responsabile Unico del Procedimento**  
(Arch. Alfonso Giulio)

**Il progettista**  
**Delta Ingegneria**  
Ing. Desiderio Carlino



A	Luglio 2024	Emissione	Ing. Desiderio Carlino	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	

## INDICE

### Sommario

<b>1.   PREMESSE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.   NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3.   DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
3.1.   Configurazione funzionale dell'impianto .....	3
3.2.   Struttura dell'impianto elettrico .....	4
3.3.   Circuiti elettrici .....	6
3.4.   Calcolo delle correnti di corto circuito .....	8
3.5.   Protezione dai sovraccarichi .....	11
3.6.   Protezione dai cortocircuiti .....	11
3.7.   Protezione dai contatti diretti .....	14
3.8.   Protezione dai contatti indiretti .....	14
3.9.   Impianto di messa a terra .....	15
3.10.   COMANDO DI EMERGENZA: Interruttore di sgancio .....	16
3.11.   Calcoli elettrici .....	16
<b>4.   CALCOLI ILLUMINOTECNICI .....</b>	<b>17</b>
4.1.   Illuminazione Palestra .....	17
4.2.   Illuminazione di Sicurezza .....	18

## **1. PREMESSE**

L'impianto in oggetto riguarda la dotazione di reti di distribuzione di Energia Elettrica nell'ambito di strutture sportive, e come tale è soggetto agli obblighi di calcolo e certificazione ai sensi del D.M n° 37 del 22 Gennaio 2008.

Con la presente relazione si descrive la strutturazione e la tipologia dell'impianto e dei singoli componenti, in attuazione delle prescrizioni normative in atto vigenti.

Fanno parte della presente Relazione, ancorché allegati a parte i seguenti documenti e grafici, allegati al progetto:

- 1) – Calcoli Elettrici ed illuminotecnici
- 2) – Pianta Quadri ed Utilizzatori
- 3) – Pianta Circuiti principali e cavidotti
- 4) – Pianta impianto di messa a terra
- 5) – Schema unifilare impianto elettrico

Per l'impianto Fotovoltaico sono allegati:

- 1) – Planimetri Impianto Fotovoltaico
- 2) – Schema unifilare Impianto e collegamento ai Quadri ed al Gestore

Per quanto sopra detto, la presente Relazione costituisce l'Elaborato obbligatorio previsto dal DM 37/2008.

## **2. NORME DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riportano le normative cogenti in materia di impianti cui il progetto fa espresso riferimento normativo:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| D. M. n.37 del 22 gennaio 2008 | Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchine, installazioni e impianti elettrici ed elettronici. |
| D.Lgs. n. 81/2008              | - Testo Unico in materia di norme per la sicurezza sul lavoro, così come modificato ed integrato dal D.Lgs. n° 106/2009.           |

L. n. 186 dell'01/03/1968 - Disposizioni concernenti la produzione, di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni d'impianti elettrici ed elettronici.

Altre norme e raccomandazioni del CEI riguardano:

CEI 17 – 70 - Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione. Fasc. n°5120

CEI 23 – 51 - Prescrizioni per la realizzazione, la verifica e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare. Fasc. n°7204

CEI 64 – 8/1 ÷ 7 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V a corrente continua. Fasc. n° 7321 7327.

CEI – UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria. Fasc. n°3516

CEI – UNEL 35016 - Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)

### **3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO**

#### **3.1. Configurazione funzionale dell'impianto**

Il Progetto Esecutivo per la realizzazione della Palestra Polivalente, da sorgere a Villaggio Mosè, via Eraclito, si articola sulla previsione di 2 corpi di fabbrica di cui il più grande destinato ad accogliere le attività sportive ed il più piccolo destinato a spogliatoi e servizi generali.

I manufatti edilizi sorgeranno all'interno di un'area di pertinenza attualmente sistemata solo per la parte direttamente limitrofa alla Palestra, mentre un ulteriore intervento andrà a realizzare appositi parcheggi e sistemazione a verde sul fronte sud dell'impianto sportivo.

Dal punto di vista dimensionale i corpi di fabbrica sono così previsti:

1) Corpo palestra dimensioni interne di m 36.60x23.60 ed altezza media pari a m. 10,00

2) Corpo Spogliatoi, adiacente alla palestra, di dimensioni interne pari a 17.80 x13.90. All'interno del volume del Corpo Spogliatoi sono ubicati un portico di ingresso per l'accesso protetto agli impianti ed un atrio che da accesso separato alla Palestra ed al Corpo Spogliatoi.

### **3.2. Struttura dell'impianto elettrico**

#### **3.2.1. Configurazione**

La Configurazione dell'impianto elettrico segue l'ordine e la configurazione funzionale degli ambienti sportivi e delle attrezzature esterne pertinenti, in relazione anche al diverso funzionamento e comando degli impianti installati, sia elettrici che meccanici e degli impianti antincendio e di illuminazione esterna ed interna.

In relazione alla tipologia di utilizzatori previsti l'impianto è stato configurato secondo le seguenti caratteristiche:

Categoria: TNS (Terra Neutro separato)

Tensione di alimentazione: 400 V

Frequenza: 50 Hz

Potenza installata 65 Kw

#### **3.2.2. Utilizzatori**

Sulla base degli tecnologici di progetto, quali sistema di illuminazione, impianti elettrici ed impianti meccanici, il progetto ha previsto la installazione dei seguenti utilizzatori:

Fabbricato Palestra (v. Tav. PE7.2IMELPI1): Plafoniere sospese tipo Led da 116 w, per illuminazione palestra, illuminazione di sicurezza ed illuminazione di emergenza

Fabbricato Spogliatoi e Servizi: Plafoniere da soffitto con lampade LED da 18 W da 28W e da 37 W; Plafoniere IP 65 montate nei bagni e nelle docce da 18 W , e plafoniere da 8 W IP 65 negli ambienti bagni più piccoli. Nel portico sono previste Plafoniere per esterni a soffitto

Illuminazione esterna: Per l'illuminazione esterne sono previsti apparecchi illuminanti tipo LED, a faretti da 400 W collocati con apposito braccio/ sostegno, direttamente sui fabbricati e diretti sulle strade perimetrali.

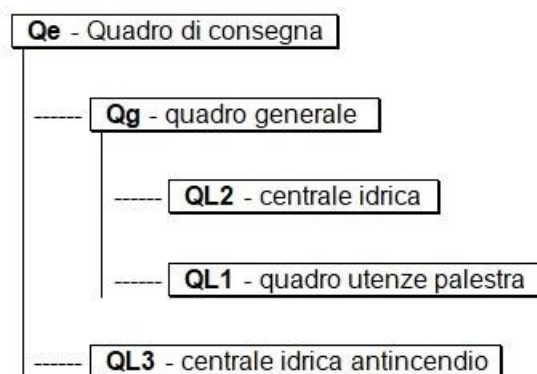
Sulle facciate della palestra nei lati Est ed Ovest sono previste delle strisce di LED, per illuminazione architettonica, montate su appositi canali in alluminio precablati, e fissati direttamente sui pannelli.

Centrale idrica: nella centrale idrica sono previsti, con derivazione da apposito quadro, utilizzatori per illuminazione con lampade LED 8 W e per alimentazione del gruppo di pressurizzazione, da 2 kW

Centrale idrica antincendio : La centrale idrica antincendio, come da normativa, è alimentata direttamente dal Quadro di Consegna. Gli utilizzatori sono gli impianti di illuminazione, prese e l'impianto di pressurizzazione da 3 Kw.

### 3.2.3. Schema a blocchi quadri elettrici

A valle del gruppo di consegna e misura del Gestore (E-Distribuzione) l'impianto in progetto si sviluppa nel Quadro antincendio e nel quadro generale QG secondo il seguente schema:



In allegato si produce il calcolo elettrico dei singoli elementi ed uno Schema Unifilare Quadri e Circuiti dove sono sintetizzati tutti gli elementi dell'impianto.

Nello Schema Unifilare sono indicati gli Elementi, i Circuiti, le apparecchiature di sezionamento e protezione e tutti gli elementi elettrici tali da configurare e realizzare i quadri ed i circuiti.

Nelle tavole Grafiche, (Vedi Tav. PE7.2IMELPI2) sono indicati i singoli circuiti elettrici, con diversa colorazione, che si snodano dai Quadri Elettrici di testa alle singole scatole di derivazione, cui sono collegate le derivazioni degli utilizzatori.

Detto schema riporta anche (con secondo codice) i cavidotti entri i quali collegare i circuiti elettrici.

Completa il Progetto Elettrico anche l'impianto di messa a terra, costituito da anello chiuso per il collegamento equipotenziale tra tutti gli impianti, gli utilizzatori e di tutte le masse metalli che potrebbero venire a contatto con tensione elettrica.

Si rimanda all'Allegato Schema Unifilare per la strutturazione dell'impianto, degli apparecchi di sezionamento e protezione, delle sezioni dei circuiti e delle potenze a servizio di ogni circuito.

### 3.3. Circuiti elettrici

Il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti tipologie di cavi (v. Tav. 6.4.5):

- FG16OR16 con posa in cavidotto interrato e/o a parete
- FS17- 450/750V con posa in cavidotto a parete

Il dimensionamento della sezione dei conduttori è stato sviluppato attraverso la relazione

$$I_b = K_u \cdot P / k \cdot V \cdot \cos \phi$$

dove:

P è la potenza, in Watt, che la linea dovrà alimentare;

$K_u$  è il fattore di utilizzazione;

k pari 1 per i circuiti monofase e  $\sqrt{3}$  per quelli trifase;

V è il valore efficace della tensione nominale in Volt;

$\cos \phi$  è il fattore di potenza media.

Nel caso di linee non terminali o di distribuzione il valore di corrente circolante nella fase e nel neutro è calcolata come somma vettoriale delle correnti circolanti nelle linee derivate da quella in esame considerando il coefficiente di contemporaneità e in base ad esso la corrente circolante in ciascuna fase (e nell'eventuale neutro) di ogni linea è ricavata mediante la formula:

$$I_b = K_c \sum I_{fd}$$

La determinazione della sezione ottimale del cavo che deve portare la corrente di impiego dipende da tre fenomeni fisici: termico, elettrico e meccanico. Sulla base di questi fenomeni si dimensiona il conduttore di fase tenendo conto, rispettivamente, della portata del cavo, della caduta di tensione e della meccanica della posa.

La relazione fondamentale da soddisfare, al fine di evitare un eccessivo surriscaldamento del cavo, con conseguente danneggiamento dell'isolante con possibilità d'innescare incendio, è la seguente:

$$I_b \leq I_z$$

dove  $I_z$  è la portata della conduttura.

I valori di portata dei cavi sono ricavati dalle norme CEI-UNEL 35024/1. In fase di calcolo è stato inoltre ipotizzato, per i cavi con tratti in comune con altri circuiti, un coefficiente di riduzione della portata dipendente dal numero dei circuiti raggruppati.

Gli apparecchi utilizzatori sono costruiti per funzionare correttamente a un certo valore di tensione nominale e per questo è necessario verificare che la caduta di tensione lungo la linea non assuma valori troppo elevati. Il calcolo di verifica delle sezioni dei cavi adottati per ogni circuito, stabilito cautelativamente che la caduta di tensione massima non superasse mai il valore del 3,5% (la norma impone al massimo il 4%), è stato sviluppato dal software attraverso la seguente formulazione:

$$\Delta V_f = I_b \cdot [r \cos \phi_c + x \sin \phi_c] \cdot L + L^2 (r^2 + x^2) / 2V_f \text{ dove:}$$

- $\Delta V_f$  è la caduta di tensione;
- $V_f$  è la tensione di fase
- $I_b$  è la corrente di impiego della linea
- $L$  è la lunghezza della conduttura;
- $r$  è la resistenza specifica del conduttore
- $x$  è la reattanza specifica del conduttore
- $\phi_c$  è l'angolo di sfasamento fra  $I_b$  e  $V_f$

Le verifiche delle linee e degli interruttori sono state sviluppate attraverso specifico software che opera secondo i seguenti criteri.

Fissato per ciascuna linea  $\Delta V_{\max} = 3,5 \%$  e un  $\cos \phi = 0.9$ , dalla relazione  $I_b$

$$= P / V \cos \phi$$



Si ricava il valore della corrente di impiego  $I_b$

Dalla relazione

$$S = \Sigma M_{(A)} / K \cdot V$$

viene invece calcolato il valore della sezione del cavo che deve verificare le seguenti condizioni termiche:

verifica a regime:  $I_z \geq I_b$

verifica al sovraccarico:  $I_n \leq I_z$

verifica al corto circuito:  $\int i^2 dt \leq K^2 S^2$

dove:

$I_b$  è la corrente di esercizio,

$I_z$  è la portata del cavo

$I_n$  è la corrente di intervento del dispositivo di protezione.

Nel complesso allora sarà soddisfatta la condizione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Durante il processo di calcolo il software verifica che ogni circuito soddisfi le superiori disuguaglianze in relazione alla sezione e alla tipologia del cavo inserito.

Analoghi calcoli sono stati sviluppati per i nuovi circuiti previsti in progetto.

### **3.4. Calcolo delle correnti di corto circuito**

Nel caso di sistema TT non si ha una propria cabina di trasformazione ma il punto di fornitura dell'energia elettrica è già in bassa tensione. Il software richiede, come valore per caratterizzare la rete a monte, i valori della corrente di corto circuito trifase ( $I_{cco tr}$ ) e della corrente di corto circuito fase-neutro ( $I_{cco f-n}$ ) nel punto di origine del sistema. Dal valore  $I_{ccotr}$ , fornito da Gestore, si ricava l'impedenza totale a monte del punto di consegna secondo la seguente relazione:

$$Z_{of} = \frac{V_n}{\sqrt{3}I_{cc0n}} [\Omega]$$

Per potere ripartire l'impedenza nelle sue componenti di resistiva e reattiva è necessario conoscere anche il fattore di sfasamento nel punto di origine in caso di corto circuito ( $\cos\Phi_{cco}$ ) dato dalla:

$$R_{of} = Z_{of} \cdot (\cos\Phi_{cco}) [\Omega]$$

$$X_{of} = Z_{of} \cdot (\sin\Phi_{cco}) [\Omega]$$

Il programma assegna automaticamente un opportuno valore al ( $\cos\Phi_{cco}$ ) a seconda del valore di  $I_{cco}$  dedotto dalla tabella:

$I_{cco} (KA)$	$\cos\Phi_{cco}$
$I \leq 4,5$	0,8
$4,5 < I \leq 6$	0,7
$6 < I \leq 10$	0,5
$10 < I \leq 20$	0,3
$I > 20$	0,25

Dal valore  $I_{cco}$  f-n il programma ricava l'impedenza del neutro a monte del punto di consegna. Tale valore è necessario per effettuare il calcolo della corrente di corto circuito in caso di guasto fase-neutro in un punto qualunque del sistema TT:

$$Z_{ofn} = \frac{V_n}{\sqrt{3}I_{cc0f-n}} [\Omega]$$

dove:

$Z_{ofn}$  = somma delle impedenze di fase e di neutro a monte del punto di consegna.

Assumendo un fattore di sfasamento determinato attraverso la tabella sopra riportata, si ricavano le componenti resistive e reattive della  $Z_{ofn}$ :

$$R_{0fn} = Z_{0fn} \cdot (\cos \Phi_{cc0}) [\Omega]$$

$$X_{0fn} = Z_{0fn} \cdot (\sin \Phi_{cc0}) [\Omega]$$

Il valore della resistenza e della reattanza del neutro sono ricavabili come differenza:

$$R_{0n} = R_{0fn} - R_{0f} [\Omega]$$

$$X_{0n} = X_{0fn} - X_{0f} [\Omega]$$

A questo punto il software determina le correnti di corto circuito mediante le seguenti formule:

corto circuito trifase

$$I_{ccf} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{0f} + R_1)^2 + (X_{0f} + X_1)^2}} [A]$$

corto circuito fase-fase

$$I_{ccf-f} = \frac{V_n}{2 \sqrt{(R_{0f} + R_1)^2 + (X_{0f} + X_1)^2}} [A]$$

corto circuito fase-neutro

$$I_{ccf-n} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{0fn} + R_n + R_1)^2 + (X_{0fn} + X_n + X_1)^2}} [A]$$

La progettazione dell'impianto è stata inoltre effettuata in modo da garantire la sicurezza sia alle persone che agli apparecchi di utilizzazione nei riguardi:

- delle sovracorrenti (cortocircuiti e sovraccarichi);
- delle tensioni di contatto (dirette e indirette).

### 3.5. Protezione dai sovraccarichi

Questo tipo di protezione si ottiene dimensionando opportunamente un interruttore magnetotermico che posto a valle di un circuito interrompa lo stesso in caso di circolazione di correnti elevate per tempi tali da provocare danni.

Considerando le grandezze:

- $I_b$  Corrente di impiego;
- $I_z$  Portata della conduttura;
- $I_n$  Corrente nominale del dispositivo di protezione;
- $I_f$  Corrente reale di intervento del dispositivo di protezione.

si deve in ogni caso garantire la circolazione di corrente durante il normale funzionamento dell'impianto; cioè se nei circuiti circola una corrente minore o uguale alla corrente di impiego il dispositivo di protezione non deve intervenire, per cui deve essere:

$$I_b \leq I_n$$

In secondo luogo è opportuno che nei circuiti non circolino correnti superiori alla loro portata; cioè il dispositivo di protezione deve intervenire prima che la corrente superi il valore della portata, per cui deve essere:

$$I_n \leq I_z$$

Le suddette disuguaglianze implicano, secondo la CEI 64-8 art. 433.2, che in definitiva sia sempre:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

### 3.6. Protezione dai cortocircuiti

Secondo la norma CEI 64-8 art. 434.2, i dispositivi deputati alla protezione contro i cortocircuiti devono rispondere alle seguenti condizioni:

a) avere un potere di interruzione ( $P_i$ ) non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione:

$$I_{ccmax} \leq P_i$$

b) intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile.

Al fine di verificare quest'ultima condizione è necessario soddisfare, per ogni valore possibile di corto circuito, alla seguente relazione:

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

Il termine  $K^2S^2$  rappresenta il massimo valore di energia specifica che il cavo è in grado di sopportare, supponendo un funzionamento adiabatico.

La formula della seconda condizione esprime chiaramente che se l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione non supera il valore  $K^2S^2$  ammesso dal conduttore la protezione è assicurata in quanto la temperatura del cavo si mantiene inferiore al massimo valore ammissibile.

Il termine  $K^2S^2$  risulta composto da due termini:

–  $S$  è la sezione del conduttore in  $mm^2$

–  $K$  è il coefficiente che tiene conto del materiale conduttore e delle caratteristiche termiche dell'isolante (calore specifico medio del materiale conduttore, resistività del materiale conduttore, temperatura iniziale e finale del conduttore).

I valori che assume  $K$  per i vari tipi di cavo, così come riportati dalla norma CEI 64-8 sono:

115 per i cavi in rame isolati in PVC

143 per i cavi in rame isolati in EPR

76 per i cavi in alluminio isolati in PVC

94 per i cavi in alluminio isolati in EPR

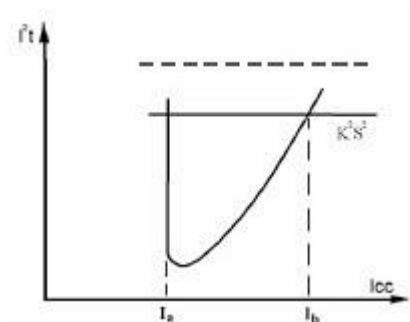
Se la protezione da corto circuito viene effettuata mediante interruttori con sola protezione magnetica, al fine di verificare la seconda condizione, si traccia sul diagramma  $I^2t - I_{cc}$  dell'interruttore la retta corrispondente al  $K^2S^2$  del cavo.

Se la retta non interseca la curva (retta tratteggiata in figura), cioè la retta sta sempre al di sopra, allora il cavo è protetto in quanto esso può sopportare un'energia superiore a quella lasciata passare dal dispositivo.

Se la retta e la curva si intersecano (retta continua in figura), allora si individuano i due punti  $I_a$  e  $I_b$ . Per correnti di corto circuito comprese tra questi due valori il cavo è protetto mentre per valori esterni non si ha protezione in quanto l'energia specifica che l'interruttore lascerebbe passare è superiore a quella sopportabile dal cavo. Al fine di avere una protezione totale dai corto circuiti è perciò necessario che risulti:

$$I_{cc\_min} \geq I_a \quad e \quad I_{cc\_max} \leq I_b$$

essendo  $I_{cc\_min}$  e  $I_{cc\_max}$  rispettivamente la minima e la massima corrente di corto circuito presunta al termine e all'inizio della condotta.



Nel caso di linea protetta solo da interruttore magnetico, una volta fissata la sezione dei cavi e il tipo di apparecchio posto a protezione, viene implicitamente imposto anche un vincolo alla lunghezza massima della linea da proteggere; infatti all'aumentare della lunghezza della condotta necessariamente diminuiscono i valori di corto circuito per guasto in fondo la linea, quando tali valori raggiungono  $I_a$  non è possibile allungare ulteriormente il cavo previo un mancato intervento del relè magnetico.

Se invece la linea è protetta da un interruttore magnetotermico che pertanto garantisce la protezione anche nel caso di sovraccarico, è necessario effettuare solo la verifica della  $I_{cc\_max}$  in quanto per qualsiasi corrente di corto circuito per guasto all'estremità della linea di valore tale da non provocare l'intervento del relè magnetico, la linea è comunque protetta dal relè termico.

Nel presente caso saranno impiegati soltanto interruttori magnetotermici o magnetotermici differenziali per cui basterà verificare esclusivamente che la  $I_{cc\_max}$  sia inferiore alla  $I_b$ .

### **3.7. Protezione dai contatti diretti**

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'isolamento principale (al quale può risultare aggiunto quello supplementare) e dal grado di protezione IP delle apparecchiature e dei componenti.

### **3.8. Protezione dai contatti indiretti**

Per contatto indiretto si intende il contatto con una massa in tensione a causa di un guasto dell'isolamento di un componente elettrico in tensione. Il sistema in esame attua la protezione TT: tutte le masse metalliche, le masse estranee e i contatti di terra delle prese a spina sono collegati a un impianto di messa a terra. In caso di difetto di isolamento, le protezioni sono state verificate in coordinamento tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito prima che la tensione di contatto assuma valori pericolosi. La norma CEI 64-8 capitolo 4 considera pericolosi valori di tensione di contatto superiori a 50V a.c. (Ambienti ordinari). Per attuare la protezione mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso (interruttori automatici magneto-termici) dovrà essere soddisfatta la seguente relazione:

$$R_a \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

dove:

- $R_a$  rappresenta la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, espressa in ohm;
- $I_a$  rappresenta la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, espressa in Ampere;
- 50 V rappresentano il limite massimo della tensione di contatto.

Per ovviare a possibili valori elevati di  $R_a$  il sistema è stato dotato di interruttori differenziali la cui corrente nominale di intervento differenziale ( $I_{dn}$ ) rappresenta la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, pertanto la condizione d'interruzione dell'alimentazione è rilevabile dalla seguente disequazione:

$$R_t \leq 25/I_{dn}$$

### 3.9. Impianto di messa a terra

Il sistema di messa a terra è stato articolato su n°3 dispersori intenzionali a picchetto (PT1-PT2-PT3) collegati da una treccia di rame nudo da 35 mmq (v. Tav. 6.4.6). La configurazione dell'impianto è da intendersi come minima, nel senso che in ogni caso esso dovrà essere adeguato in modo che la sua resistenza di terra sia pari o inferiore al valore ricavato dalla seguente relazione:

$$R_t \leq 50 / I_d \text{ } [\Omega]$$

dove:

$I_d$  è la corrente residua (A) più elevata degli interruttori differenziali di protezione, che nel caso in esame corrisponde a 0,3 A, per cui il valore massimo della resistenza di

terra dovrà essere inferiore a:

$$166,67 \text{ } [\Omega]$$

La resistenza di terra dell'impianto progettato  $R_d$  si valuta, con riferimento alla norma CEI 64-12, come segue.

La resistenza del singolo dispersore verticale a picchetto è pari a:

$$R_{dp} = p_m / L = 200 / 1,50 = 133,33 \text{ } [\Omega]$$

dove:

$p_m$  = resistività media del terreno assunta pari a 200  $\Omega$  m

$L$  = lunghezza del picchetto.

Avendo previsto l'utilizzo di n°4 picchetti il loro contributo alla resistenza di terra del circuito risulta pari a:

$$R_{dp/n} = 133,33 / 4 = 33,33 \text{ } [\Omega]$$

La resistenza del dispersore orizzontale in treccia di rame nudo è invece pari a :



$$R_{d0} = 2 \cdot p_m / L = 2 \cdot 200 / 30 = 13,33 \text{ } [\Omega]$$

dove:

$p_m$  = resistività media del terreno assunta pari a 200  $\Omega$  m

$L$  = lunghezza della treccia di rame adottata in 30 m

La resistenza di terra del sistema (picchetti e treccia di rame) considerati in parallelo risulta allora pari a:

$$R_d = 33,33 \cdot 13,66 / (33,33 + 13,66) = 9,68 \text{ } [\Omega]$$

e pertanto inferiore al valore di 200  $[\Omega]$

L'installatore rimane tuttavia obbligato a misurare l'effettivo valore della resistenza di terra al fine di effettuare il calcolo di verifica finale prima del rilascio del certificato di conformità.

### **3.10. COMANDO DI EMERGENZA: Interruttore di sgancio**

In prossimità della via di uscita principale, costituita dall'ingresso alla struttura, ed in posizione isolata, è stato previsto il dispositivo di Comando d'Emergenza, in modo da interrompere la corrente di pieno carico, agendo direttamente sull'alimentazione.

Gli interruttori, i contatori, o simili comandati a distanza, devono aprire per diseccitazione delle bobine, oppure un interruttore con bobina di apertura a lancio di corrente, purché sia permanentemente segnalata l'integrità del circuito di comando.

L'impianto dell'edificio sarà munito di un comando di emergenza che agisce direttamente sul Quadro di Consegna, a valle dell'impianto antincendio (che rimane sempre attivo), sganciando direttamente l'interruttore generale cui sono collegati tutti i quadri elettrici a valle.

### **3.11. Calcoli elettrici**

In allegato al Progetto si riportano i calcoli elettrici

## 4. CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici sono stati effettuati con i parametri richiesti dalla Normativa CONI 2008 (*Tab. b – livello 2 “non agonistico”*)

### 4.1. Illuminazione Palestra

I valori di illuminamento di progetto previsti, in funzione della loro destinazione d'uso, sono riportati nelle tabelle allegate alla Normativa .

Per i calcoli illuminotecnici si effettua il metodo del flusso totale semplificato, secondo il quale la potenza P complessiva delle lampade, espressa in Watt, si ricava mediante la formula seguente:

$$P = 0,1 \cdot K \cdot S \cdot E \quad [ W ]$$

Dove:

- S = superficie del locale espressa in m<sup>2</sup>;
- E = illuminamento medio richiesto espresso in Lux;
- K<sub>i</sub> è un coefficiente rappresentante la potenza, espressa in W, che deve avere un determinato tipo di lampada con una data efficienza luminosa per ottenere un illuminamento medio di 10 Lux su una superficie media di 1 m<sup>2</sup>.

Il numero di lampade necessario per ciascuno ambiente si ottiene con la formula seguente:

$$n_{lampade} = \frac{P}{P_{lampade}}$$

Dove:

- P è la potenza valutata col metodo del flusso totale espressa in W;
- P<sub>lampade</sub> è la potenza commerciale, espressa in W, della lampada scelta, esclusa la potenza dissipata negli alimentatori o trasformatori.

I valori riportati nella normativa CONI, per la Palestra prevedono LUX 200 per le Attività non agonistiche.

Tale valore è stato esteso a LUX 300 per tenere conto di eventuali diverse utilizzazioni che comportino maggiore illuminamento quali mostre, attività culturali e ludico-sportive in genere.

Negli Spogliatoi non si prevedono particolari normative specifiche e pertanto sono stati adottati i criteri illuminotecnici normalmente utilizzati in edilizia.

## 4.2. Illuminazione di Sicurezza

La struttura è normata, dal punto di vista antincendio dal nuovo regolamento di prevenzione incendi emanato con D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151, come «impianti e centri sportivi» ricompresi al punto 65 dell'allegato I al decreto.

Attività n. 65 dell'allegato I al D.P.R. n. 151/2011

N.	Attività	Cat. A	Cat. B	Cat. C
<b>65</b> (83)	Locali di spettacolo e di trattenimento <sup>[11]</sup> in genere, <sup>[2][3][4]</sup> <b>impianti e centri sportivi</b> , <sup>[5]</sup> palestre, sia a carattere pubblico che privato, con capienza <sup>[6]</sup> superiore a 100 persone, ovvero di superficie lorda in pianta al chiuso superiore a 200 m <sup>2</sup> . Sono escluse le manifestazioni temporanee, <sup>[7][8]</sup> di qualsiasi genere, che si effettuano in locali o luoghi aperti al pubblico. <sup>[9]</sup>		<i>fino a 200 persone</i>	<i>oltre 200 persone</i>

Pertanto le uscite, le vie di esodo e di sfollamento dovranno dotarsi con luci di sicurezza autoalimentate, in esecuzione dell'art. 351 della norma CEI 64-8, che prescrive che la sorgente di alimentazione dei servizi di sicurezza sia indipendente da quella ordinaria.

L'accensione dei corpi illuminanti di emergenza avverrà automaticamente entro 0,5 secondi dal mancare dell'energia di rete.

La loro strategica dislocazione dovrà garantire livelli di illuminamento non inferiori a 5 lux, ad 1 m di altezza dal piano da calpestio. Il funzionamento dovrà essere assicurato per almeno due ore.