



Società di
Committenza
Regionale



MINISTERO
DELLA
CULTURA



MINISTERO
DELL'INTERNO



CITTÀ DI TORINO

Piano Nazionale per gli investimenti Complementari al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Programma D'Piano degli investimenti strategici sui siti del patrimonio culturale, edifici e aree naturali

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

COMMITTENTE	SCR Piemonte		COMUNE	Città di TORINO	
LIVELLO PROGETTUALE					
PROGETTO ESECUTIVO					
CUP	TITOLO INTERVENTO				
C14E21001220001	TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO"				
CODICE OPERA	REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO				
22044D02					
ELABORATO N.	TITOLO ELABORATO				
IE520	Relazione di Calcolo - Impianti Elettrici e Speciali				
DATA EMISSIONE	SCALA	AREA PROGETTUALE			
20/11/2024	-	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI			
FORMATO DI STAMPA	CODICE GENERALE ELABORATO		NOME FILE		
A4	TNT_22044D02_3_0_E_IE_00_CD_520_2		TNT_22044D02_3_0_E_IE_00_CD_520_2		
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE		REDATTO	CONTROLLATO
0	20/11/2024	Emissione Progetto Esecutivo		MAN	MAN
1	26/02/2025	Integrazioni Progetto Esecutivo (rif. Prot. n. 1840/21.02.2025)		MAN	MAN
2	09/05/2025	Integrazione per riscontro Commissione di Vigilanza		MAN	MAN
IMPRESA AGGIUDICATARIA					
		COBAR S.p.A. Sede Legale: Via Selva 101; Sede Amm.: Via Monte Pollino 3 70022 Altamura (Ba) Italy			
RTP PROGETTAZIONE					
Capogruppo Mandataria:		Integrazione Prestazioni Specialistiche:		Giovane Professionista:	
		Arch. Michele Beccu - ABDR Architetti Associati S.r.l.		Arch. Valentina Bianchi - ABDR	
Mandanti:		Progettazione Categoria Edilizia - Beni Tutelati:		BIM Manager	
		Arch. Filippo Raimondo - ABDR Architetti Associati S.r.l.		Arch. Antonella Antonilli - ABDR	
		Progettazione Categoria Strutture		Coordinatore Tecnico del Progetto	
Manens S.p.A.		Ing. Massimo Majowiecki - MJW STRUCTURES		Arch. Nicola Bissanti - ABDR	
Dott. Geol. Roberto Salucci		Progettazione Impianti Elettrici e Speciali		Timbri e Firme	
Biobyte s.r.l. Ing. Maria Cairoli		Ing. Massimo Cadorin - Manens S.p.A.			
Dott. Enrico Moretti		Progettazione Impianti Meccanici			
Ing. Roberto De Lieto Vollaro		Ing. Viliam Stefanutti - Manens S.p.A.			
Ing. Alessandro Leonardi		Geologo			
Ing. Roberto De Lieto Vollaro		Consulenti Acustica sala			
Arch. Laura Calcagnini		Consulenti Comfort acustico ambientale		Documento firmato digitalmente	
		Consulenti Progettazione Antincendio			
		Consulente			
		Consulente Ambiente/DNSH			
COMMITTENTE					
SCR PIEMONTE S.p.A.			Responsabile del Procedimento:		
ORGANISMO DI CONTROLLO			Arch. Sergio Manto		
CONTECO S.p.A.			Responsabile di Commessa:		
			Ing. Tiziana Costanzo		

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO RETI ELETTRICHE E VERIFICA COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI.....	4
2.1	Software di calcolo	4
2.2	Calcolo delle correnti di carico.....	5
2.3	Calcolo delle correnti di cortocircuito	5
2.4	Dimensionamento delle condutture	5
2.5	Determinazione della portata della conduttura.....	5
2.6	Tarature dei dispositivi di protezione	6
2.7	Coefficienti di correzione	6
2.8	Portata effettiva di un cavo – posa in aria.....	6
2.9	Portata effettiva di un cavo – posa interrata.....	6
2.10	Miglioramento del fattore di correzione	7
2.11	Caratteristiche delle apparecchiature.....	7
2.12	Verifica della selettività	8
2.13	Verifica del dimensionamento delle linee di MT in relazione al cortocircuito	8
2.14	Verifica del dimensionamento delle linee di MT in relazione alla portata.....	9
2.15	Verifica sul relè direzionale di terra.....	9
2.16	Risultati e conclusioni	9
3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE DA SCARICHE ATMOSFERICHE 10	
3.1	Premessa.....	10
3.2	Riferimenti normativi.....	10
3.3	Calcoli e risultati	10
4	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI DISPERSIONE A TERRA.....	13
4.1	Riferimenti normativi.....	13
4.2	Configurazione generale dell'impianto di dispersione	13
4.3	Valutazione della resistenza di terra.....	13
5	VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE.....	15
5.1	Aree interne.....	15
5.2	Riferimenti normativi e parametri illuminotecnici di riferimento.....	15
5.3	Calcoli e risultati	17
6	VERIFICA IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA EVAC	18

6.1	Dati di ingresso	18
6.2	Risultati.....	18

ALLEGATO 1 – TABELLE RIASSUNTIVE DELLE PROTEZIONI E DEI CAVI PER OGNI UTENZA

ALLEGATO 2 – VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

ALLEGATO 3 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE DA SCARICHE
ATMOSFERICHE

ALLEGATO 4 – VERIFICHE IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA EVAC

1 PREMESSA

Lo scopo del presente documento consiste nell'illustrare calcoli di dimensionamento degli impianti elettrici e speciali a servizio del Teatro Nuovo di Torino, che nascerà all'interno del complesso di Torino Esposizioni situato tra corso Massimo D'Azeglio e Corso Petrarca a Torino.

In particolare, si riportano i seguenti calcoli e dimensionamenti:

- valutazione della potenza elettrica massima contemporanea assorbita e verifica delle taglie delle principali apparecchiature;
- calcoli di dimensionamento delle linee elettriche;
- valutazione del rischio di fulminazione da scariche atmosferiche;
- dimensionamento degli alimentatori EN54-4 a servizio dell'impianto di rivelazione incendi;
- verifiche illuminotecniche.

2 CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO RETI ELETTRICHE E VERIFICA COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI

Il dimensionamento delle linee elettriche BT di distribuzione e la scelta delle protezioni delle stesse è stato eseguito rispettando quanto prescritto dalle norme

CEI 64-8 (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua), CEI-UNEL 35024 (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) e CEI-UNEL 35026 (fattori di correzione della portata in funzione alle condizioni e al tipo di posa).

In particolare, è stato seguito il seguente criterio:

- calcolo/stima della potenza alimentata (comprensiva dei coefficienti di utilizzazione e contemporaneità della linea), del tipo di alimentazione (monofase o trifase), della tensione di alimentazione e della lunghezza della linea;
- calcolo della corrente di impiego della linea;
- scelta del dispositivo di protezione e i relativi relè (termico, magnetico, differenziale, ecc.);
- scelta del tipo di isolamento e materiale del cavo;
- dimensionamento della sezione del cavo conduttore in base alle condizioni di regime termico (portata effettiva con almeno il 20% di riserva) e di regime in corto circuito;
- calcolo delle correnti di corto circuito massime ad inizio linea (trifase, fase-fase, fase-neutro e fase-terra);
- calcolo delle correnti di corto circuito minime a fine linea (trifase, fase-fase, fase-neutro e fase-terra);
- calcolo delle c.d.t.% a fine linea;
- scelta del potere d'interruzione della protezione (potere di interruzione nominale estremo in corto circuito Icu, secondo norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947.2);
- verifica del coordinamento delle protezioni;
- verifica della selettività di protezioni in cascata.

Le modalità rispettano quanto descritto dalla norma CEI 64-8 per la verifica dei cavi ed il coordinamento delle protezioni. I calcoli di verifica del coordinamento delle protezioni sono stati effettuati in conformità alla Norma CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata" (2° ed. 2001 +EC1 +EC2) e i simboli utilizzati sono quanto più possibile conformi ad essa.

La verifica del coordinamento delle protezioni è stata effettuata sui quadri elettrici previsti in progetto.

2.1 Software di calcolo

I calcoli delle correnti di corto circuito, delle c.d.t.%, la verifica delle portate in funzione del tipo di posa e tutti gli altri calcoli utili alla verifica delle protezioni e delle linee sono stati eseguiti mediante supporto tecnico informatico (software Ampère), il quale analizza la rete impostata con:

- verifica della coerenza della rete;

- calcolo di Load Flow (modulo e fase delle correnti, potenze attiva e reattiva, ecc.);
- associazione delle protezioni agli oggetti da proteggere;
- calcolo delle correnti di guasto (minime e massime), simmetriche ed asimmetriche, in ogni nodo della rete;
- calcolo della verifica delle protezioni tenendo conto del vincolo di coordinamento (selettività e back-up).

2.2 Calcolo delle correnti di carico

Il software calcola le correnti di carico che passano nei rami della rete utilizzando il calcolo del Load Flow.

Più in dettaglio il software considera costanti:

- per la fornitura: la tensione e la fase;
- per i generatori la tensione nominale e la potenza attiva o, a scelta, le potenze attiva e reattiva nominali;
- per i carichi: le potenze attiva e reattiva nominali (nodo PQ, a potenza attiva e reattiva costanti) o, a scelta, la corrente nominale e il fattore di potenza.

Il programma calcola, quindi, le tensioni nei nodi della rete e, di conseguenza, le correnti che fluiscono nei rami.

2.3 Calcolo delle correnti di cortocircuito

Il software calcola le correnti di corto circuito massime e minime secondo:

- il metodo dei componenti simmetrici;
- la norma IEC 60909-1;
- la norma IEC 61363-1.

Nei calcoli effettuati nel progetto è stato scelto il metodo delle componenti simmetriche, il quale permette di calcolare la corrente di cortocircuito trifase, fase/fase, monofase e fase/terra. Il metodo delle componenti simmetriche consente di calcolare il valore della corrente di corto circuito simmetrica (variabile nel tempo) e il valore di cresta massimo.

2.4 Dimensionamento delle condutture

Il dimensionamento delle condutture è stato effettuato, in accordo con la normativa CEI 64-8, sulla base dei seguenti criteri:

- a – portata massima della conduttura (regime stazionario);
- b – massima energia specifica sopportabile della conduttura (regime di corto circuito);
- c – verifica della protezione contro contatti indiretti a fine linea;
- d – massima caduta di tensione.

2.5 Determinazione della portata della conduttura

a – portata massima della conduttura (regime stazionario)

Per quanto attiene il primo criterio (portata massima della conduttura) debbono essere soddisfatte le relazioni:

$$IZ \geq I_n \geq I_B$$

$1,45 I_z \geq I_f$

essendo:

I_z : portata della conduttura nelle effettive condizioni di posa (secondo norme 64-8, CEI-UNEL 35024/1 e CEI-UNEL 35026);

I_n : corrente nominale (regolata) del dispositivo di protezione;

I_b : corrente di impiego (carico) della conduttura;

I_f : corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

2.6 Tarature dei dispositivi di protezione

I valori di riferimento per la taratura degli interruttori di protezione sono la portata effettiva e la corrente d'impiego.

La soglia di taratura I_n del relé termico è sempre significativamente inferiore al valore della portata effettiva del cavo.

Il valore delle correnti di carico I_b , per ciascuna linea elettrica di alimentazione, è stato calcolato in base alle potenze elettriche delle varie utenze, ottenute dai dati di targa delle apparecchiature in campo (apparecchiature elettriche, lampade e reattori, utenze meccaniche, ecc.) oppure stimate in maniera puntuale.

Il valore della portata effettiva I_z , per ciascuna linea elettrica di alimentazione, deve essere superiore alla corrente di regolazione del relé termico della protezione a monte. Il calcolo della I_z si basa sulle considerazioni che seguono.

2.7 Coefficienti di correzione

Per la scelta dei coefficienti di riduzione della portata di un cavo si è fatto riferimento alla norma CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria" e alla norma CEI-UNEL 35026 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata".

2.8 Portata effettiva di un cavo – posa in aria

La portata effettiva in Ampere di ciascun cavo è stata ricavata in base alla relazione prevista dall'art. 2.1 della Norma CEI-UNEL 35024/1:

$$I_z = I_o * k_1 * k_2$$

dove

I_o : è il dato di partenza per il calcolo di verifica ed è riferito alla portata in aria a 30° ricavata dalle tabelle I o II della Norma CEI-UNEL 35024/1 in funzione del metodo di installazione previsto;

k_1 : fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30 °C ricavato dalla tabella III della Norma CEI-UNEL 35024/1;

k_2 : fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato ricavato dalle tabelle IV, V, VI della Norma CEI-UNEL 35024/1.

2.9 Portata effettiva di un cavo – posa interrata

Per cavi posati entro cavidotti interrati si fa riferimento alla norma CEI-UNEL 35026. Valgono considerazioni analoghe per la posa in aria, considerando i due fattori correttivi aggiuntivi

(denominati k3 e k4) e definiti dalla norma. Pertanto la portata effettiva del cavo, nel caso di posa interrata, risulta pari a:

$$I_Z = I_Z' \cdot k_3 \cdot k_4$$

dove

I_Z': è il valore della portata del cavo in oggetto, con riferimento alla posa in aria e (si veda il punto precedente);

k₃: fattore di correzione per profondità di interrimento diverse dal valore di 0,8m (rif. articolo 2.6 tabella IV);

k₄: fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1,5 K*m/W (rif. articolo 2.7 tabella V).

2.10 Miglioramento del fattore di correzione

Non è stato preso in considerazione nessun miglioramento del fattore di correzione prescelto, anche se consentito dalla Norma CEI-UNEL 35024/1, come stabilito dagli articoli 4.3 "Conduttori debolmente caricati" e 4.4: "Carico intermittente e variabile". Tale scelta si può considerare a favore della sicurezza.

b – massima energia specifica sopportabile della conduttura (regime di corto circuito norma CEI 64-8);

$$K_2 S^2 \geq I_{cc}^2 t$$

dove:

I_{cc}: valore della corrente di corto circuito al punto considerato;

K: coefficiente che per conduttore di rame ed isolamento in gomma etilenpropilenica (massima temperatura di servizio 90°C e massima temperatura in condizioni di corto circuito 250°C) vale 143;

t: tempo di eliminazione del guasto del dispositivo di protezione [s];

S: sezione del cavo [mm²].

c – verifica della protezione contro contatti indiretti a fine linea;

La verifica è stata fatta considerando la corrente di cortocircuito minima (a fine linea, a temperatura massima raggiungibile dal cavo) che deve essere maggiore della corrente d'intervento della relativa protezione posta a monte della linea, entro un tempo di interruzione di:

- 5s per circuiti di distribuzione non terminale
- 0.2s per circuiti terminali con tensione fase-terra = 230Vca

secondo quanto indicato nella norma CEI 64-8, art. 413.1.3 "Sistemi TN".

d – massima caduta di tensione

Il limite massimo di accettazione per le linee di distribuzione dal trasformatore fino all'utenza terminale è stato posto pari a 4%, considerando una caduta di tensione media tra trasformatore a quadro generale di sottocabina pari a 1,5%, da quadri generali di sottocabina ai quadri di piano 1%, da quadri di piano ai quadri di locale 1% e infine distribuzione interna del locale 0,5%.

La scelta della sezione dei cavi elettrici si è basata sui criteri sopra descritti e, comunque, in maniera da garantire una distribuzione delle c.d.t.% simile e uniforme sui montanti di tutti i circuiti di distribuzione principale.

I criteri utilizzati e i calcoli effettuati per il dimensionamento delle condutture sono stati applicati e verificati con alimentazione elettrica da rete di consegna.

2.11 Caratteristiche delle apparecchiature

Per effettuare i calcoli si è fatta una scelta di "marca" delle apparecchiature, secondo la quale si è resa possibile l'acquisizione delle caratteristiche delle apparecchiature scelte mediante l'esame

della relativa documentazione tecnica (cavi, dispositivi di protezione e comando, ecc.). In fase di esecuzione si potranno proporre soluzioni diverse purché equivalenti, in termini di coordinamento e di selettività, con quelle previste nel presente progetto.

La scelta del potere di interruzione dei dispositivi di protezione si basa sulla corrente Icu dei dati di targa degli stessi, per la quale deve risultare sempre.

$I_{cu} \geq I_{cc}$

dove:

Icu = potere d'interruzione nominale estremo in corto circuito della protezione (secondo norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947-2);

Icc = corrente di corto circuito massima nel punto di inserimento del dispositivo di protezione.

2.12 Verifica della selettività

Sono state eseguite le verifiche della selettività relativamente a:

Dorsali di alimentazione dai quadri generali e di piano.

Circuiti in continuità assoluta.

Circuiti di servizi di sicurezza (illuminazione di sicurezza, segnaletica di sicurezza, ecc.).

Le verifiche di selettività si intendono a partire dal primo interruttore del quadro generale di pertinenza, all'ultimo elemento di impianto specificato.

In particolare è stata verificata la selettività ipotizzando un corto circuito fase-fase o fase-neutro a discrezione se la linea è rispettivamente di tipo trifase o monofase.

Le medesime verifiche dovranno essere effettuate in sede di progettazione costruttiva in relazione alle apparecchiature scelte.

2.13 Verifica del dimensionamento delle linee di MT in relazione al cortocircuito

Con riferimento ai valori massimi della corrente di cortocircuito e del tempo di intervento delle protezioni per cortocircuito, deve essere verificato il rispetto della seguente condizione, riferita ai cavi da 50 mm² relativi alle linee MT di Utente (si vedano gli schemi riportati in tav. IE_00_BI_534):

$$I^2 \cdot T_i \leq (K \cdot S)^2 [A^2 \cdot s], \text{ essendo:}$$

- I: il valore della corrente di cortocircuito massima prevedibile in qualsiasi ramo della rete MT, coincidente di fatto con la corrente di cortocircuito trifase massima in corrispondenza del punto di fornitura dell'Ente Distributore, essendo trascurata cautelativamente la sua riduzione a causa dell'impedenza di fase delle linee in cavo ($I = 16,0 \cdot 10^3$ [A] come riportato nel documento "Relazione di calcolo" del PFTE, assunta come dato di ingresso);
- T_i : il tempo di intervento massimo delle protezioni in corrispondenza di tale evento, imposto da parte dell'Ente Distributore ($T_i \leq 0,12$ s, considerando l'intervento istantaneo delle protezioni in caso di cortocircuito);
- K: l'energia specifica passante del cavo RG26H1M16 18/30 kV ($K = 152$)
- S: la sezione del cavo

Con i valori sopra indicati, risulta:

$$(256 \cdot 10^6) \cdot (0,12 + 0,07) \leq (152 \cdot 50)^2 = (57,76)^2 \cdot 10^6 \text{ da cui}$$

$$48,64 \cdot 10^6 \leq 57,76 \cdot 10^6$$

Le linee di MT in cavo sopra indicate risultano pertanto protette in relazione alla corrente di cortocircuito massima.

2.14 Verifica del dimensionamento delle linee di MT in relazione alla portata

Si riporta nel seguito la verifica relativa alla linea di collegamento tra QMTR e QGMT, costituita da cavo RG26H1M16 18/30 kV 3x1x50 posato entro cavidotti ad incasso a pavimento al piano interrato.

La portata termica in tali condizioni, è:

$$I_z[A]=240 [A].$$

La corrente massima transitante in tale linea, corrispondente alla potenza massima contemporanea di ~ 700 [kVA] (si veda lo schema del QGBT) è: $I=18,4 [A]$

La condizione $I < I_z$ è ampiamente rispettata, pertanto la linea in oggetto risulta idonea all'alimentazione del carico previsto. Dovrà essere opportunamente implementata una taratura del relè MT per protezione da sovraccarico, in modo tale da garantire la condizione: $I < I_{th} < I_z$, essendo:

I_{th} : la corrente di soglia della funzione di "protezione linea da sovraccarico" del relè di MT.

2.15 Verifica sul relè direzionale di terra

Come indicato nella norma CEI 0-16 (par. 8.512.2), la protezione 67N (direzionale di terra) non è prevista in quanto il contributo alla corrente di guasto a terra (~ 0,25A) dovuto alle linee in cavo di Utente risulta trascurabile, essendo la lunghezza totale ~ 50m.

2.16 Risultati e conclusioni

I calcoli effettuati con il programma di calcolo Ampère verificano quanto definito dalle normative di riferimento e quanto riportato nei dati di progetto.

Si ritiene, pertanto, che le apparecchiature previste in progetto, quali:

apparecchiature di cabina (trasformatori MT/BT, ecc.);

dispositivi di protezione;

cavi elettrici e blindosbarre di distribuzione; siano correttamente dimensionate.

Si riportano nell'**Allegato 1** tabelle riassuntive delle protezioni e dei cavi per ogni utenza" i report generati programma di calcolo Ampère ottenuti dai calcoli effettuati.

3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE DA SCARICHE ATMOSFERICHE

3.1 Premessa

Vengono riportati nel seguito i calcoli per la valutazione del rischio da fulminazioni di origine atmosferica e per la scelta delle eventuali precauzioni da adottare per l'edificio in oggetto.

3.2 Riferimenti normativi

I calcoli e le valutazioni sono stati eseguiti con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 - CEI 81-10/1 (2013) - "Protezione contro i fulmini – parte 1: Principi generali";
- CEI EN 62305-2 - CEI 81-10/2 (2013) - "Protezione contro i fulmini – parte 2: Valutazione del rischio";
- CEI EN 62305-3 - CEI 81-10/3 (2013) - "Protezione contro i fulmini – parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI EN 62305-4 - CEI 81-10/4 (2013) - "Protezione contro i fulmini – parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305";
- CEI EN 62858 (2020) - Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali.

3.3 Calcoli e risultati

I calcoli per la valutazione del rischio sono stati elaborati con il programma DEHN support Toolbox 23/07.

In funzione della posizione geografica dell'edificio (determinata con coordinate di latitudine e longitudine formato WGS84), si è considerato un valore di fulminazioni / (anno x km²) che, secondo i dati forniti dall'Ente normatore (CEI), risulta pari a Ng: 5,37 fulmini / (anno x km²).

Si allega di seguito il documento riportante tale valore, richiesto all'ente normatore:



CEI - Comitato Elettrotecnico

Milano, 05/07/2023 18:22:56

Valore Ng: 5.37

VALIDITA' DEI DATI: fino al 31/12/2027

Informazioni sulla posizione

Latitudine: 45.04867512869066° N

Longitudine: 7.681652714900184° E

Comune: Torino

Codice Istat: 001272

Provincia: TO

Regione: Piemonte

Condizioni di utilizzo e validità dei dati

- Il valore di N_g riportato dall'applicazione è calcolato esclusivamente sulla base delle coordinate geografiche (Latitudine e Longitudine, formato WGS84) fornite dall'utente. Il CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano non si assume alcuna responsabilità in merito all'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi incluso lo strumento gratuito "CEI FindIT" messo a disposizione a puro titolo di ausilio e/o verifica. Parimenti, è responsabilità dell'utente la verifica di precisione e accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_g forniti dall'applicazione derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate da Météorage facendo ricorso allo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- CEI ProDiS possiede le caratteristiche indicate dalla norma europea CEI EN 62858 affinché i dati resi disponibili possano essere utilizzati nell'analisi del rischio prevista dalla norma europea CEI EN 62305-2.
- I dati relativi alle indicazioni geografiche fornite dall'applicazione fanno riferimento ai database geografici messi a disposizione dall'ISTAT. Tali dati si riferiscono alla situazione di Comuni, Province e Regioni al 01 gennaio 2022.
- La precisione delle conversioni di coordinate comporta un errore all'incirca di 100 m. L'applicazione è costruita in modo da tenere in considerazione le inevitabili approssimazioni dovute al calcolo numerico e, pertanto, i valori forniti risultano sempre conservativi.
- Il valore di N_g fornito è legato esclusivamente alle coordinate inserite: non esiste alcuna relazione tra il valore di N_g ed il Comune in cui ricadono le coordinate geografiche (WGS84).
- Piccole variazioni di coordinate possono portare a valori diversi di N_g a causa della natura discreta della mappa ceramica su cui insiste l'applicazione. Si raccomanda, pertanto, di verificare con la massima attenzione possibile i valori inseriti, nonché di evitare il riutilizzo del dato per posizioni distanti più di 100 m (tolleranza all'errore).
- Dati interpolati e/o dedotti con qualsiasi algoritmo a partire da quelli forniti dall'applicazione non hanno alcuna attinenza con il modello fisico sottostante e, pertanto, non devono essere utilizzati nei calcoli.
- I dati di probabilità ceramica (N_g) sono di proprietà di CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano e di Météorage. Senza il consenso scritto da parte del CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano, è vietata la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, fatti salvi i fini progettuali e/o di verifica per cui avviene la consultazione.
- È fatto esplicito divieto di ricostruire il database dei dati ceramici, anche parzialmente, a partire dai dati forniti dall'applicazione.
- Per tutto quanto non esplicitamente citato nelle presenti condizioni, si rimanda alla Licenza d'uso dei prodotti CEI (<https://pages.ceinorme.it/it/licenzaduso-it/>).

CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano Via Saccardo, 9 - 20134 Milano - Italy
Tel +39 02 21006.217 - Fax +39 02 21006.222 - prodis@ceinorme.it - www.ceinorme.it - Partita IVA 06357810156

Per l'edificio in oggetto sono state considerate le perdite indicate nella seguente tabella:

perdita di vite umane (L1)	SI
perdita di servizio pubblico (L2)	NO
perdita di patrimonio culturale insostituibile (L3)	NO
perdita economica (L4)	NO

Per tali perdite sono stati considerati i seguenti valori di rischio tollerabile (RT):

- Perdite L1: rischio tollerabile $R1=1 \cdot 10^{-5}$.

Nell'**allegato 3** del presente elaborato vengono riportati i dati di ingresso, i calcoli e i risultati ottenuti.

Risulta che non è necessaria l'adozione di un impianto di protezione contro scariche atmosferiche.

Al fine di ridurre il rischio di sovratensioni pericolose all'interno dell'impianto elettrico, tutti i quadri elettrici di bassa tensione saranno dotati di scaricatori di sovratensione:

- scaricatori di tipo combinato sul power center;
- scaricatori di classe I+II in ogni quadro elettrico;
- scaricatori per impianti speciali sulle centrali.

4 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI DISPERSIONE A TERRA

Vengono riportati nel seguito i calcoli per il dimensionamento dell'impianto di dispersione a terra dell'edificio in oggetto.

4.1 Riferimenti normativi

I calcoli e le valutazioni sono stati eseguiti con riferimento alle seguenti norme:

- CEI 99-5 (2015) – “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.”
- CEI EN 50522 - CEI 99-3 (2011) – “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”.

4.2 Configurazione generale dell'impianto di dispersione

L'impianto di dispersione a terra dell'edificio è costituito da:

- un dispersore a maglia realizzato in tondo di acciaio zincato ($\varnothing=10\text{mm}$) posato a pavimento del piano interrato e collegato elettricamente a tutti i pilastri di fondazione della struttura;
- un dispersore con corda di rame nuda ($S=50\text{mm}^2$) posata su scavo e interrata attorno alla struttura dell'edificio. Il dispersore sarà reso accessibile per tutte le necessarie connessioni mediante piastre in rame entro pozzetti ispezionabili.
- un dispersore intenzionale ottenuto mediante puntazze verticali in acciaio zincato ($L=3\text{m}$), interrate e rese accessibili tramite pozzetti ispezionabili dedicati, comprensivi di barra di terra (piastra) di collegamento in rame.

4.3 Valutazione della resistenza di terra

Dispersori a picchetto

Ciascun dispersore a picchetto presenta la seguente resistenza di terra:

$$R_p = (\rho / 2\pi L) \cdot \ln(4L/d), \text{ essendo:}$$

- $R_{p1} [\Omega]$: resistenza di terra del singolo dispersore a picchetto;
- $\rho [\Omega\text{m}]$: resistività del terreno;
- $L [\text{m}]$: lunghezza del dispersore;
- $D [\text{m}]$: diametro del picchetto (misura assunta: 0,020m).

Sostituendo nella relazione i seguenti valori:

- $\rho = 200 [\Omega\text{m}]$;
- $L = 3 \text{ m}$,

si ricava:

$$R_p = (200 / 2\pi \cdot 3) \cdot \ln(4 \cdot 3 / 0,020) = 67,94 \Omega$$

Resistenza di terra R_t dei 8 dispersori a picchetto collocati nell'area circostante l'edificio (considerati in parallelo, essendo l'interdistanza superiore al doppio della profondità di infissione):

$$R_p = R_{p1}/8 = 67,94/8 = 8,49 \Omega$$

Dispensori perimetrali

Il valore della resistenza di terra del dispersore in oggetto viene determinato facendo riferimento alla formula di seguito riportata, relativa ad un dispersore ad anello (rif. norma CEI 99-5, par. 12.5):

$R_D = (\rho E / \pi 2 * D) * \ln(2\pi D/d)$, dove:

- R_D [Ω]: resistenza di terra del dispersore ad anello;
- ρE [Ωm]: resistività del terreno;
- D [m]: diametro equivalente del dispersore ad anello ($D=L/\pi$ dove L è la lunghezza complessiva dell'anello di dispersione);
- d [m]: diametro del conduttore di dispersione, costituito da tondo di acciaio zincato (misura assunta: 0,010m).

Sostituendo nella relazione i seguenti valori:

- $D = (291,6) / \pi = 92,87$ m,

si ricava:

$$R_D = (250 / \pi 2 * 92,87) * \ln(2\pi * 92,87 / 0,01) = 4,7 \Omega.$$

Resistenza di terra totale

La resistenza complessiva dell'impianto di dispersione (R_t) viene determinata considerando il parallelo delle resistenze di terra precedentemente determinate.

Si ottiene pertanto:

$$R_t = 1 / [(1 / R_D) + (1 / R_P)] = 1 / [(1 / 4,7) + (1 / 8,49)] = 3,25 \Omega$$

5 VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

5.1 Aree interne

Il presente paragrafo riporta le simulazioni illuminotecniche dei principali ambienti interni al fine di verificare il dimensionamento illuminotecnico.

Le simulazioni, eseguite con software Dialux, ricalcano le condizioni previste a progetto in termini di area, layout degli ambienti e apparecchi illuminanti (disposizione, potenza, caratteristiche fotometriche).

L'allegato riporta la verifica sia in condizioni di illuminazione ordinaria, sia quelle in condizioni di illuminazione di emergenza (rimangono accesi solo gli apparecchi dedicati all'illuminazione di emergenza alimentati da rete di sicurezza).

A ogni superficie dei locali in esame è stato assegnato un coefficiente di riflessione standard (coerente con le indicazioni normative) per valutare il comportamento rispetto alla luce incidente. Generalmente i coefficienti impostati sono i seguenti: pavimento 0,2 pareti 0,5, soffitto 0,7/0,8.

I calcoli sono stati eseguiti considerando un coefficiente di deprezzamento dell'emissione delle sorgenti luminose, denominato "fattore di manutenzione", pari a 0,80: tale valore permette di prendere in considerazione la riduzione del flusso luminoso che avviene nel tempo, a causa del naturale invecchiamento dei componenti degli apparecchi e del deposito di sporco (considerando comunque interventi di pulizia programmati) al fine di ottenere valori illuminotecnici mantenuti.

In tutti i casi le fotometrie utilizzate ed i valori di flusso luminoso impostato ricalcano le caratteristiche ottiche degli apparecchi previsti in progetto.

5.2 Riferimenti normativi e parametri illuminotecnici di riferimento

Illuminazione ordinaria aree interne

Nella tabella che segue sono riportati i parametri illuminotecnici di illuminazione ordinaria per le attività o le aree di compito visivo individuate nell'edificio. La normativa di riferimento è la UNI EN 12464-1 (2021) "Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: posti di lavoro in interni", come indicato precedentemente.

Parametri illuminotecnici illuminazione ordinaria				
N. riferimento	Descrizione prospetto - Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ (lx)	U_o	R_{UGL}
9.1	Zone di circolazione all'interno di edifici Corridoi e aree di circolazione	100	0,40	28
9.2	Zone di circolazione all'interno di edifici Scale, scale mobili, tappeti mobili	100	0,40	25
9.4	Zone di circolazione all'interno di edifici Area di fronte a montacarichi, ascensori, e scale mobili	200	0,40	25
9.6	Ingresso di edificio con tettoia	30	0,40	-
10.4	Spazi comuni all'interno di edifici - Sale di riposo, infermeria e pronto soccorso Guardaroba (zona), lavatoi, bagni, spogliatoi, armadietti, docce, lavabo e servizi igienici	200	0,40	25
11.1	Spazi comuni all'interno di edifici - Sale di controllo Locali impianti, sala interruttori	200	0,40	25
12.1	Spazi comuni all'interno di edifici - Magazzini / magazzini refrigerati Magazzini e aree di stoccaggio	100	0,40	25
34.2	Uffici	500	0,60	19

Parametri illuminotecnici illuminazione ordinaria				
N. riferimento	Descrizione prospetto - Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ (lx)	U_o	R_{UGL}
	Scrittura, digitazione, lettura, elaborazione dati			
34.5.1	Uffici Sale conferenze e riunioni	500	0,60	19
36.1	Luoghi pubblici - Spazi comuni Ingressi	100	0,40	22
36.2	Guardaroba	200	0,40	25
36.4	Biglietterie	300	0,60	22
37.1	Banco della reception, della cassa, del portiere	300	0,60	22
37.6	Sala conferenze	500	0,60	19
38.1	Sale di prova	300	0,60	22
38.2	Camerini	300	0,60	22
38.3	Poltrone per gli spettatori - manutenzione, pulizia	200	0,50	22

NOTE:

- E_m : illuminamento medio orizzontale nel piano di lavoro ($h=0$ m nel caso di corridoi, scale, ingressi, ecc.; $h=0,8/0,85$ m nel caso degli altri compiti visivi, per gli scaffali è un illuminamento medio verticale);
- U_o : uniformità di illuminamento, ovvero rapporto tra illuminamento minimo e illuminamento medio sul piano di lavoro o sul compito visivo;
- UGL : indice di abbagliamento unificato.

L'impianto di illuminazione ordinaria dovrà garantire nel compito visivo il raggiungimento dei parametri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente e indicati nella tabella.

Illuminazione di sicurezza

L'impianto sarà conforme a quanto prescritto dalla norma UNI EN 1838. L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà realizzato utilizzando parte degli apparecchi illuminanti dell'impianto di illuminazione ordinaria alimentate da sorgenti di sicurezza e cavi resistenti al fuoco e vie cavi dedicate. Tale soluzione permetterà di ottenere illuminamenti medi molto maggiori dei limiti normativi richiesti; tale scelta è comunque giustificata dalla particolarità dell'ambiente e dall'elevato numero di persone presenti.

Di seguito si riportano i valori da rispettare:

- $E_{min} \geq 1$ lux sul piano di calpestio lungo la mezzeria - Vie d'uscita, percorsi di fuga (corridoi, filtri, scale, percorsi di fuga nelle zone comuni);
- $E_{min} \geq 0,5$ lux a livello pavimento - Valore antipánico negli ambienti (laboratori, bagni disabili, antibagni, zone in vicinanza dei percorsi di esodo, locali tecnici, ecc.);
- $E_{min} \geq 5$ lux sul piano verticale in corrispondenza dei dispositivi antincendio e dei punti di chiamata antincendio.

Sono inoltre rispettati i valori di illuminamento per i locali di pubblico spettacolo - D.M. 19/08/96 che prevedono: 5 lx ad 1 m di altezza nelle vie di esodo e almeno 2 lx negli ambienti accessibili al pubblico. L'autonomia dell'impianto sarà maggiore o uguale a 1h.

Illuminazione aree esterne

Nella tabella che segue sono riportati i parametri illuminotecnici di illuminazione ordinaria per le attività o le aree di compito visivo individuate nelle aree esterne all'edificio. La normativa di riferimento è la UNI EN 12464-2 "Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: posti di lavoro in esterni".

Parametri illuminotecnici illuminazione ordinaria				
N. riferimento	Descrizione prospetto - Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m (lx)$ required	U_o	R_{UGL}
5.1.1	Marciapiedi riservato ai pedoni	5	0,25	50
5.1.4	Passaggi pedonali, punti di manovra, carico e scarico per i veicoli	50	0,40	50
5.1.5	Pulizia e manutenzione	50	0,25	50

In aggiunta ai riferimenti di cui sopra viene tenuta in riferimento anche la UNI 10819:2021 "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso".

5.3 Calcoli e risultati

I dati di ingresso, i calcoli e i risultati ottenuti sono riportati nello specifico **Allegato 2**.

Il report dei risultati di calcolo contiene:

- Principali caratteristiche tecniche degli apparecchi illuminanti utilizzati nella specifica verifica;
- Indicazione delle superfici di calcolo rappresentative delle zone del compito visivo;
- Rappresentazione grafica dei valori d'illuminamento tramite curve isolux o valori puntuali nelle superfici di calcolo.

6 VERIFICA IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA EVAC

Il presente paragrafo riporta i calcoli effettuati per la verifica di rispondenza dell'impianto di diffusione sonora di emergenza (EVAC) ai requisiti della norma UNI ISO 7240-19.

La norma richiede in particolare che vengano rispettati i seguenti requisiti minimi:

- STI (Speech Transmission Index) minimo misurato pari a 0.45;
- STI medio misurato pari a 0.5;
- pressione sonora (ponderato A) maggiore di 10dB rispetto al rumore ambientale e comunque compreso tra 65dBA e 105 dBA.

Il raggiungimento di tali requisiti è strettamente legato alle proprietà acustiche degli ambienti in cui è presente l'impianto, pertanto, ove il metodo prescrittivo non è applicabile (tipicamente ambienti a geometria complessa, ambienti altamente riverberanti, etc.) si procede ad effettuare una simulazione acustica a verifica del rispetto normativo.

6.1 Dati di ingresso

L'impianto di diffusione sonora EVAC è stato verificato in particolare all'interno della sala principale che ospita gli spettatori. La diffusione dei messaggi di emergenza è affidata a n.12 diffusori a colonna installati a parete. Per la descrizione tecnica dell'impianto si rimanda alla Relazione Specialistica Impianti Elettrici e Speciali.

Per procedere alla simulazione sono stati considerati i seguenti parametri di ingresso:

- layout planimetrico della sala;
- posizione dei diffusori di progetto;
- tap setting dei diffusori a 50W (linee a 100V ad alta impedenza);
- **tempo di riverbero della sala pari a 1,3s** (ottenuto da simulazioni acustiche dedicate);
- **rumore di fondo pari a 65dB** (vista l'impossibilità di avere una misura reale, tale dato è stato stimato dal Prospetto 24 della norma UNI 9795:2021);
- altezza dell'ascoltatore pari a 1,5m;
- altezza media della sala pari a 10,5m.

La simulazione acustica è stata effettuata con l'ausilio del software EASE Evac® (versione 2.0.60).

6.2 Risultati

I risultati della simulazione sono i seguenti:

- STI medio: $0,66 \pm 0,04$
- STI massimo: 0,74;
- STI minimo: 0,51;
- Pressione sonora diretta (pesata-A): 84,6 dB $\pm 1,1$ dB
- Pressione sonora totale (pesata-A): 87,3 dB $\pm 0,5$ dB

Risultano pertanto rispettati i requisiti minimi normativi richiesti.

Nell'**Allegato 4** è presente il report di calcolo completo estratto dal software di simulazione.