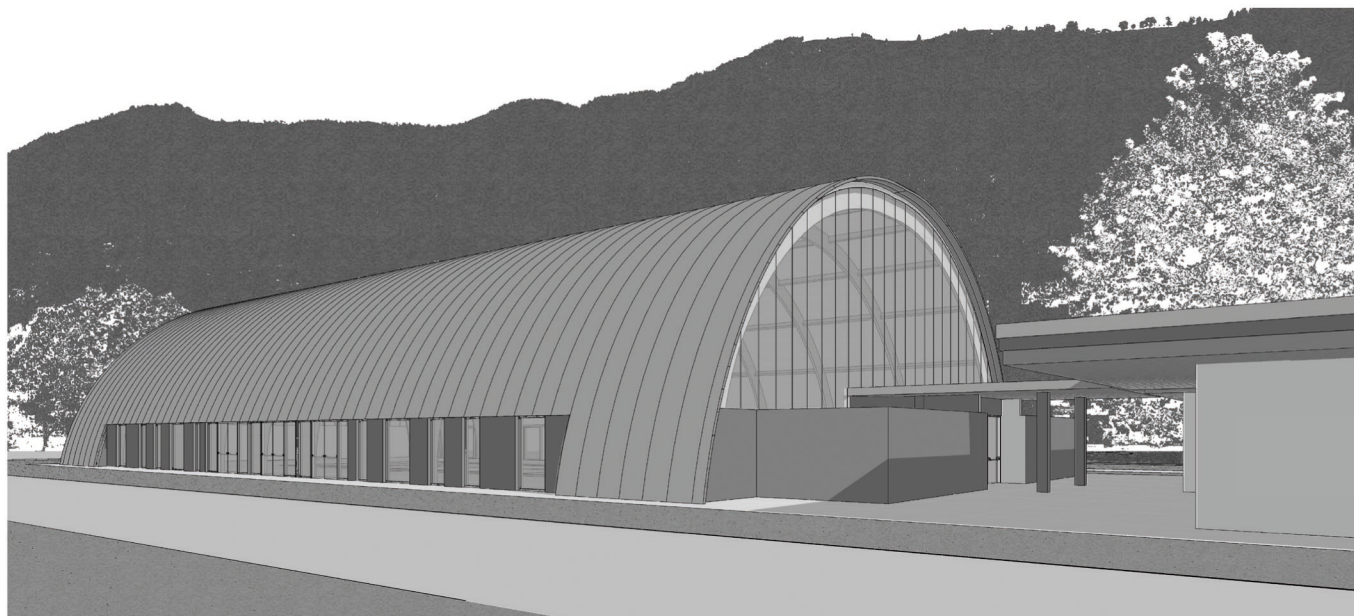


PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL CAMPO POLIVALENTE PRESSO IL CENTRO SPORTIVO COMUNALE DI ROVETTA (BG)



COMMITTENTE:

Comune di Rovetta (BG)

studio**28**architettura
architetti associati

24128 Bergamo, via Nullo 28/a
Tel. 035.243747 Fax 035.248074
Info@studio28a.it

Arch. Alberto Roscini

Iscritto Albo Arch. Bg n° 645

Arch. Francesco Di Prisco

Iscritto Albo Arch. Bg n° 1493

Arch. Marco Benedetti

Iscritto Albo Arch. Bg. n° 2156

Progettazione strutturale ed impiantistica:

tekn&co
tekn&co s.r.l.

via val di Scalve 100 - 24020 Onore (BG)
T. 0346 74572 / info@tekneco.eu

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	5
4	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	7
4.1	GENERALITÀ.....	7
4.2	LEGGI E NORME TECNICHE	7
5	CONSIDERAZIONI TECNICHE E CRITERI GENERALI	10
5.1	GENERALITÀ.....	10
5.2	CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI	10
5.3	CRITERI DI PROTEZIONE.....	10
5.3.1	<i>Protezione contro i contatti diretti.....</i>	<i>10</i>
5.3.2	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	<i>11</i>
5.3.3	<i>Protezione contro i sovraccarichi</i>	<i>11</i>
5.3.4	<i>Protezione contro i cortocircuiti.....</i>	<i>12</i>
5.3.5	<i>Protezione contro le sovratensioni.....</i>	<i>12</i>
5.4	CRITERI DI COORDINAMENTO APPARECCHI DI PROTEZIONE	13
5.4.1	<i>Coordinamento selettivo tra dispositivi di protezione da sovracorrenti</i>	<i>13</i>
6	SCELTE PROGETTUALI	17
6.1	ALIMENTAZIONE	17
6.2	IMPIANTO DI TERRA	17
6.3	IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE E FORZA MOTRICE	18
6.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	18
6.4.1	<i>Impianto di illuminazione ordinaria.....</i>	<i>18</i>
6.4.2	<i>Impianto di illuminazione di sicurezza</i>	<i>19</i>
6.5	FOTOVOLTAICO.....	20
6.6	SGANCIO DI EMERGENZA.....	20
6.7	PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	20
7	AVVERTENZE	20
8	ALLEGATI.....	21
ALLEGATO 1 – RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI		
ALLEGATO 2 – CALCOLI ILLUMINOTECNICI		
ALLEGATO 3 – VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE		
ALLEGATO 4 – DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO		

1 PREMESSA

La presente Relazione Tecnica di progetto definitivo-esecutivo intende illustrare la metodologia seguita nella progettazione e descrivere le principali caratteristiche degli impianti elettrici previsti nell'ambito della "Ristrutturazione strutturale e funzionale del campo polivalente presso il centro sportivo comunale" nel comune di Rovetta (BG).

Le scelte delle strutture ed il dimensionamento degli impianti elettrici sono stati effettuati tenendo presente, oltre al rispetto delle leggi e normative vigenti, le caratteristiche architettoniche e la destinazione d'uso dei locali, nonché dei carichi elettrici presenti.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le indicazioni che si andranno a fornire nelle varie sezioni della presente Relazione riguardano la consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico realizzato; dette informazioni sono da considerarsi di raccordo tra i diversi documenti che costituiscono il progetto.

In particolare, per la sezione Impianti Elettrici i documenti di riferimento sono:

- Relazione di calcolo,
- Schemi elettrici,
- Elaborati grafici,
- Computo metrico estimativo,
- Elenco prezzi unitari,
- Capitolato speciale d'appalto,
- Piano di manutenzione dell'opera.

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intervento consiste nella realizzazione degli impianti elettrici a servizio della struttura polivalente presso il centro sportivo comunale del comune di Rovetta (BG).

La struttura risulta polivalente in quanto può ospitare alternativamente un campo da calcio a 5, un campo da tennis o essere utilizzata come area per eventi. All'interno della struttura sono presenti locali minori quali ripostigli sopra dei quali verrà realizzata una palestra.

Verrà anche realizzato un nuovo impianto fotovoltaico da 31,5 kWp, posto sulla copertura del blocco spogliatoi esistente, situato nell'immediata vicinanza della struttura polivalente.

Gli impianti elettrici e speciali a servizio della struttura saranno di nuova realizzazione ed avranno inizio con il nuovo punto di fornitura dell'ente distributore. In sintesi, le opere elettriche da realizzare a servizio della nuova struttura sono:

- Realizzazione di nuovo quadro elettrico sottocontatore e linea montante di alimentazione,
- Realizzazione nuovi quadri di distribuzione e comando,
- Realizzazione distribuzione elettrica montante composta da vie cavi e linee di alimentazione,
- Realizzazione degli impianti elettrici e speciali terminali,
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione ordinario e di sicurezza,
- Realizzazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici,
- Realizzazione dell'impianto fotovoltaico,
- Altre lavorazioni minori, meglio descritte negli altri documenti progettuali.

Gli impianti dovranno essere eseguiti alle condizioni indicate nel Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli elementi tecnici, che contempla la realizzazione di Impianti Elettrici in Bassa Tensione.

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici e speciali, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario e utile, sono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, nei rispettivi articoli del presente documento.

Per il dettaglio e la consistenza degli impianti si dovrà fare riferimento al progetto nella sua globalità (relazioni, piante, schemi, calcoli, particolari, elenco prezzi, computo, ecc.).

La forma, le dimensioni e gli elementi costruttivi degli ambienti, risultano dagli elaborati grafici di supporto, riferiti all'intero progetto nel suo complesso.

Tutti gli impianti dovranno essere realizzati perfettamente funzionanti, completi di ogni parte e a regola d'arte.

Dovranno inoltre essere realizzate anche le seguenti opere:

- Realizzazione di tutte le opere necessarie per eseguire gli allacciamenti elettrici dell'impianto alla rete elettrica dell'ente distributore;
- Realizzazione di tutte le opere necessarie allo spostamento, rimozione e ripristino di sottoservizi esistenti e di sottoservizi interferenti con l'area di intervento, realizzazione sia di opere provvisorie che definitive;
- Realizzazione di tutte le opere necessarie allo spostamento, rimozione e ripristino di reti aeree esistenti e reti aeree interferenti con l'area di intervento, realizzazione sia di opere provvisorie che definitive.

Sono espressamente esclusi dalla presente progettazione:

- i quadri e gli impianti elettrici di bordo macchina (ad esempio quadri elettrici ed automazioni pompa di calore, ecc.),
- apparecchiature di bordo macchina.

4 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

4.1 GENERALITÀ

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate le norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti (distributore dell'energia elettrica, ecc.) in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali verranno richiamate, laddove opportuno, nella presente relazione.

Sono comunque preliminarmente richiamate le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma. Se non diversamente specificato, le norme si intendono all'ultima edizione disponibile al momento dell'emissione del presente progetto (incluse varianti).

4.2 LEGGI E NORME TECNICHE

- Legge 1 marzo 1968 n.186 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.lgs. 9 aprile 2008 n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Legge 18 Ottobre 1977 n. 791 - Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione (G.U. 2 novembre 1977, n. 298).
- D.P.R. 462/01 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Norma CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norme CEI 64-8 (comprese varianti) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali.
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza.
- Norma CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- Norma CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- Norma CEI EN 60529 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norme CEI EN 62305-1/4 – Protezione contro i fulmini
- Norme CEI EN 50525 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U)

- Norma CEI 20-19/1 - Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: Prescrizioni generali
- Norma CEI 20-20/1 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore 450/750V. Parte 1: Prescrizioni Generali
- Norme CEI 20-21 - Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente
- Norme CEI 20-22 - Prove d'incendio su cavi elettrici
- Norma CEI 20-24 - Giunzioni e terminazioni per cavi di energia
- Norma CEI 20-36 - Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio
- Norma CEI 23-0 - Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio
- Norme CEI EN 50267 - Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi
- Norme CEI 20-38 - Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U₀/U non superiori a 0,6/1 kV
- Norma CEI-UNEL 35023 - Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione
- Norme CEI EN 60898 - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- Norme CEI EN 60669 - Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare
- Norme CEI EN 61058 - Interruttori per apparecchi
- Norme CEI EN 60309 - Spine e prese per uso industriale
- Norma CEI EN 60320-1 - Connettori per usi domestici e similari
- Norma CEI 23-50 - Spine e prese per usi domestici e similari
- Norma CEI-UNEL 37118 - Tubi protettivi rigidi ed accessori di materiale termoplastico - Tubi di polivinilcloruro serie pesante
- Norma CEI EN 60423 - Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
- Norma CEI EN 61386-1 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali
- Norma CEI EN 61386-21 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- Norma CEI EN 61386-22 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- Norma CEI 23-31 - Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi
- Norma CEI 23-32 - Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete
- Norma CEI EN 61537 - Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
- Norma CEI EN 60670-1 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari
- Norma CEI 23-74 - Dimensioni delle scatole in materiale isolante, da incasso, per apparecchi elettrici per uso domestico e similare

- Norma CEI 23-48 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili
- Guida CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- Norma CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- Guida CEI 64-14 - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- Guida CEI 64-19 - Guida agli impianti di illuminazione esterna
- Legge regionale Lombardia n.31 del 5 ottobre 2015 – Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso
- Norma UNI 12464-1 – Luce e illuminazione. Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: posti di lavoro in interni
- Norma UNI 10380 – Illuminazione di interni con luce artificiale
- Norma UNI 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica – Illuminazione di emergenza
- Norma UNI 12193 - Luce e illuminazione. Illuminazione in installazioni sportive
- Norma CONI n. 1379 del 25 giugno 2008 – Norme CONI per l'impiantistica sportiva

5 CONSIDERAZIONI TECNICHE E CRITERI GENERALI

5.1 GENERALITÀ

L'impianto elettrico a servizio dell'impianto sportivo è in bassa tensione trifase (400 V a 50 Hz), alimentato da apposito punto di consegna della Società distributrice.

Il sistema elettrico di distribuzione sarà di tipo TT in quanto avrà tutte le masse dell'impianto e le masse estranee presenti collegate, mediante conduttori di protezione PE, ad un unico impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione (CEI 64-8 art.312.2.2).

Tra gli obiettivi delle scelte progettuali sono prioritari i seguenti:

- Garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito,
- realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (p.es. mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti);
- evitare che le linee possano essere causa d'incendio;
- garantire un'efficiente illuminazione adeguata al compito visivo che si svolge nell'area.

5.2 CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI

Analizzando le prescrizioni e le normative vigenti, con riferimento alle CEI 64-8 parte 7, 64-2 e CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) per l'individuazione degli ambienti speciali, si possono sviluppare le considerazioni di seguito esposte:

- tutte le aree oggetto di intervento sono classificate, per caratteristiche e destinazioni d'uso, *"a maggior rischio in caso di incendio"* perciò dovranno essere applicate le specifiche norme contenute nella sez. 751 della CEI 64-8;

In base alle indicazioni emerse in fase d'analisi dei luoghi, si è provveduto alla valutazione degli ambienti interessati alle opere, in merito alle caratteristiche che li distinguono e li rendono, di conseguenza, eventualmente soggetti a particolari prescrizioni previste ed indicate dalle normative vigenti.

5.3 CRITERI DI PROTEZIONE

5.3.1 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata impiegando componenti con grado di isolamento adeguato alla tensione nominale del sistema ed adatto alle condizioni ambientali. Le parti attive dovranno essere collocate entro involucri o dietro barriere che assicurino almeno il grado di protezione IPXXB (il dito di prova non può toccare parti in tensione: Norma CEI 70-1). Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD (il filo di prova del diametro di 1 mm non può toccare parti in tensione: Norma CEI 70-1). Dette protezioni potranno essere rimovibili solo alle condizioni indicate nella norma CEI 64-8 art. 412.2.4 (Protezione mediante involucri e barriere).

Per ragioni di esercizio e sicurezza, nell'aprire gli involucri sarà necessario eseguire una delle seguenti disposizioni:

- uso di un attrezzo o di una chiave se in esemplare unico ed affidata a personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive mediante apertura con interblocco;
- interposizione di barriere o schermi che garantiscono un grado di protezione IP2X.

L'isolamento delle parti attive si potrà rimuovere solo mediante distruzione e dovrà presentare caratteristiche di resistenza ad agenti meccanici, chimici, termici, elettrici ed atmosferici; vernici, lacche, smalti e prodotti simili non sono idonei, in genere, a fungere da isolanti.

L'uso di interruttori differenziali con corrente differenziale di intervento non superiore a 30 mA, pur permettendo di eliminare gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuto quale misura di protezione completa contro questi contatti, anche perché non permette di evitare gli infortuni, d'altronde molto rari, provocati dal contatto simultaneo con due parti attive del circuito protetto che si trovino a potenziali differenti.

5.3.2 Protezione contro i contatti indiretti

Come richiesto dalla Norma CEI 64-8, la protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata principalmente attraverso l'interruzione automatica dell'alimentazione da realizzarsi mediante interruttori differenziali automatici coordinati con l'impianto terra e/o di protezione. A tale scopo dovranno essere realizzati tutti i collegamenti equipotenziali e di terra previsti dalla normativa vigente; le masse simultaneamente accessibili dovranno essere collegate al medesimo impianto di terra e i conduttori di terra ed equipotenziali dovranno essere collegati ai collettori di terra.

Considerando che il sistema elettrico di distribuzione sarà di tipo TT, la seguente condizione deve essere soddisfatta:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

- U_L è la tensione di contatto limite convenzionale pari a 50 V_{ac}. Per gli impianti e parti di impianto per i quali si applica la corrispondente sezione della parte 7 della CEI 64-8 (sez 704, 705 e 710), il limite è pari a 25 V_{ac};
- I_{dn} è la corrente di intervento del dispositivo differenziale;
- R_E è la resistenza del dispersore in ohm.

Per ragioni di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale. Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1s.

La protezione contro i contatti indiretti è consentita anche attraverso:

- l'impiego di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente,
- l'utilizzo di tensioni non pericolose (sistemi SELV e FELV).

5.3.3 Protezione contro i sovraccarichi

La protezione contro i sovraccarichi sarà assicurata da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico. Tali dispositivi saranno previsti all'inizio di ogni linea generale e secondaria, luce e forza motrice.

Le caratteristiche di funzionamento della protezione dai sovraccarichi, effettuata generalmente con interruttori magnetotermici conformi alle norme CEI 23-3 (per correnti nominali inferiori a 125 A) o CEI 17-5 (per correnti nominali superiori a 125 A), deve rispettare le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego della linea;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione (se il dispositivo è regolabile I_n è la corrente regolata);
- I_z è la portata in regime permanente delle condutture;

- I_f è la corrente che assicura l'intervento del dispositivo entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Il dispositivo che protegge una conduttura contro i sovraccarichi può essere posto lungo il percorso di questa conduttura se nel tratto di conduttura tra il punto in cui si presenta una variazione di sezione, di materiale o modo di posa, ed il punto in cui è posto il dispositivo di protezione non vi siano né derivazioni né prese a spina.

5.3.4 Protezione contro i cortocircuiti

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni. Tali dispositivi di protezione saranno previsti all'inizio di ogni linea generale e secondaria, luce e forza motrice, e avranno potere di interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito simmetrica supposta nel loro punto di installazione e comunque tale da soddisfare quanto prescritto da CEI 64-8 art. 434.3.4..

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti dovrà:

- avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, a meno che a monte non sia installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione e che l'energia che entrambi lasciano passare non sia tale da danneggiare il dispositivo posto a valle;
- essere in grado di interrompere la corrente di cortocircuito che si presenta in un punto qualsiasi del circuito in un tempo non superiore a quello che porti i conduttori alla temperatura limite ammissibile, per i cortocircuiti di durata non superiore a 5s la condizione da soddisfare è la seguente:

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

dove:

- $I^2 \cdot t$ è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito, in A^2s ,
- K è un coefficiente i cui valori sono fissati dalla Norma CEI 64-8 (434.3.2),
- S è la sezione dei conduttori, in mm^2 ,
- t è la durata del corto circuito.

Il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti sarà installato nel punto in cui una riduzione di sezione o ogni altra variazione, comporti una riduzione del coefficiente K , con le seguenti eccezioni:

- il tratto di conduttura tra il punto in cui sia posto il dispositivo di protezione ed il punto in cui vi sia una riduzione di sezione (o un'altra variazione):
 - non superi 3 m,
 - sia realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito,
 - non sia posto in vicinanza di materiale combustibile;
 - il dispositivo posto a monte delle variazioni di sezioni o di altre variazioni sia adatto a proteggere la conduttura posta a valle.

5.3.5 Protezione contro le sovratensioni

Al fine di proteggere gli impianti e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad essi collegate contro possibili sovratensioni, che dovessero trasmettersi attraverso la rete dell'Ente distributore, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un adeguato limitatore di sovratensioni. Detto limitatore, che dovrà essere modulare e componibile e dovrà avere il dispositivo a scatto incorporato per profilato unificato, sarà composto da varistori e scaricatore verso terra, per garantire la separazione galvanica tra i conduttori attivi e la terra di protezione. Tale apparecchiatura dovrà, inoltre, disporre di una idonea segnalazione visibile che ne indichi l'efficienza. I morsetti di

collegamento dovranno consentire un sicuro collegamento dei conduttori con sezione adeguata e garantirne un sicuro serraggio.

5.4 CRITERI DI COORDINAMENTO APPARECCHI DI PROTEZIONE

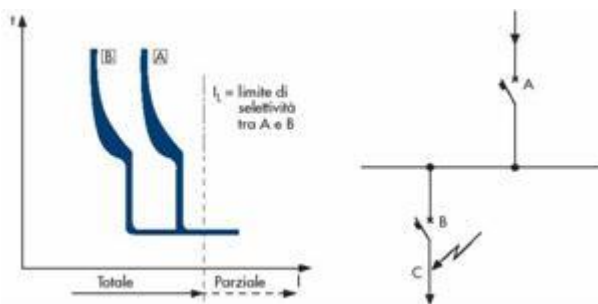
5.4.1 Coordinamento selettivo tra dispositivi di protezione da sovracorrenti

La soluzione normalmente adottata è quella del coordinamento selettivo delle protezioni di massima corrente che consente di isolare dal sistema la parte di impianto interessata dal guasto, facendo intervenire il solo interruttore situato immediatamente a monte di esso.

Al fine di realizzare un corretto coordinamento selettivo, si devono tener presente le seguenti regole fondamentali:

- allo scopo di ridurre gli effetti di tipo termico ed elettrodinamico e contenere i tempi di ritardo entro valori ragionevoli, il coordinamento selettivo non dovrebbe avvenire tra più di quattro interruttori in cascata;
- ciascun interruttore deve essere in grado di stabilire, supportare ed interrompere la massima corrente di cortocircuito nel punto dove è installato;
- per assicurarsi che gli interruttori di livello superiore non intervengano, mettendo fuori servizio anche parti di impianto non guaste, si devono adottare soglie di corrente di intervento (ed eventualmente di tempo di intervento) di valore crescente partendo dagli utilizzatori andando verso la sorgente di alimentazione;
- per assicurare la selettività, l'intervallo dei tempi di intervento dovrebbe essere approssimativamente di 0,1-0,2 s. Il tempo massimo di intervento non dovrebbe superare i 0,5 s.

La selettività tra due interruttori in cascata può essere totale o parziale.



- **Selettività totale**
La selettività è totale se si apre solo l'interruttore B, per tutti i valori di corrente inferiori o uguali alla massima corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui è installato B.
- **Selettività parziale**
La selettività è parziale se si apre solo l'interruttore B per valori di corrente di cortocircuito in C inferiori al valore I_L oltre il quale si ha l'intervento simultaneo di A e B.

Le tipologie di selettività ottenibili sono:

- cronometrica;
- amperometrica;
- di zona.

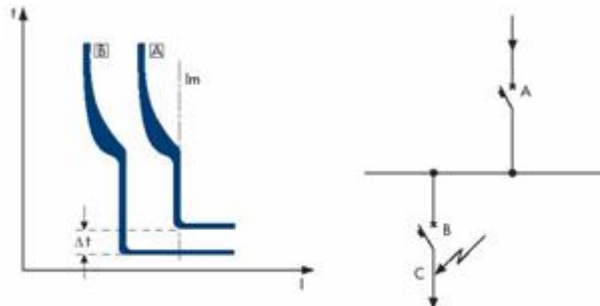
5.4.1.1 Selettività cronometrica

Può essere ottenuta con l'impiego di sganciatori o relè muniti di dispositivi di ritardo intenzionale dell'intervento.

I ritardi vengono scelti con valori crescenti risalendo lungo l'impianto per garantire che l'intervento sia effettuato dall'interruttore immediatamente a monte del punto in cui si è verificato.

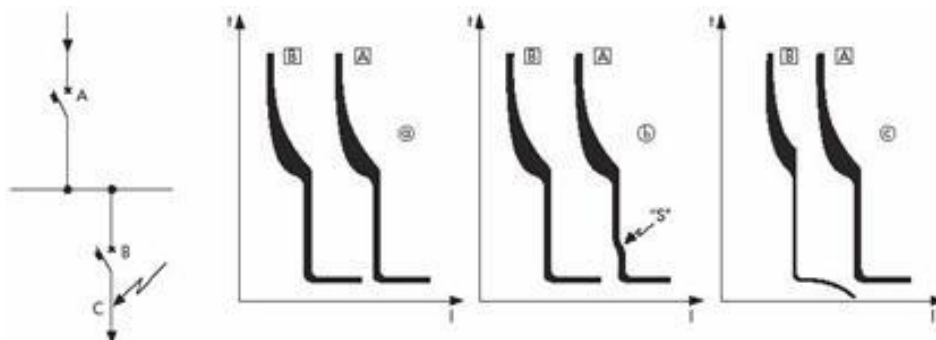
L'interruttore A interviene con ritardo Δt rispetto all'interruttore B, nel caso che entrambi gli interruttori siano interessati a una corrente di guasto di valore superiore a I_m .

L'interruttore A, ovviamente, dovrà essere in grado di sopportare le sollecitazioni dinamiche e termiche durante il tempo di ritardo.



5.4.1.2 Selettività amperometrica

Può essere ottenuta regolando la soglia di intervento istantaneo a valori di corrente diversi fra gli interruttori A e B e sfruttando la condizione favorevole del diverso valore assunto dalla corrente di cortocircuito in funzione della posizione in cui si manifesta il guasto a causa dell'impedenza dei cavi. Per effetto della limitazione dovuta a questa impedenza in certi casi è possibile regolare l'intervento istantaneo dell'interruttore a monte del cavo ad un valore dell'intensità di corrente superiore a quello del massimo valore raggiungibile dalla corrente di guasto che percorre l'interruttore a valle, pur assicurando quasi completamente la protezione della parte di impianto compresa tra i due interruttori.



A seconda degli interruttori impiegati la selettività amperometrica può assumere condizioni diverse:

- con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e a valle: la selettività è tanto più efficace e sicura quanto più grande è la differenza tra la corrente nominale dell'interruttore posto a monte e quella dell'interruttore posto a valle.

Inoltre, la selettività amperometrica generalmente risulta totale se la corrente di cortocircuito in C è inferiore alla corrente magnetica dell'intervento dell'interruttore A;

- con interruttori tradizionali con breve ritardo a monte e interruttori tradizionali a valle: selettività amperometrica, per valori di corrente di cortocircuito elevati, può essere migliorata utilizzando interruttori a monte provvisti di relé muniti di breve ritardo (curva "S").

La selettività è totale se l'interruttore A non si apre.

La possibilità di avere interventi selettivi senza l'introduzione di ritardi intenzionali riduce le sollecitazioni termiche e dinamiche all'impianto in caso di guasto e frequentemente permette di sotto-dimensionare alcuni suoi componenti.

- c) con interruttori tradizionali a monte e interruttori limitatori a valle: usando interruttori limitatori a valle e, a monte di essi, interruttori tradizionali (dotati di potere d'interruzione adeguato con sganciatori di tipo istantaneo) è possibile ottenere selettività totale. In questo caso la selettività dell'intervento si realizza grazie ai tempi di intervento estremamente ridotti dell'interruttore limitatore che riducono l'impulso di energia dovuto alla corrente di guasto a valori tanto bassi da non causare l'intervento dell'interruttore a monte. Con questo principio è possibile realizzare la selettività totale anche tra interruttori limitatori di diverso calibro fino a quei valori di corrente che non provocano l'apertura transitoria dei contatti del limitatore a monte.

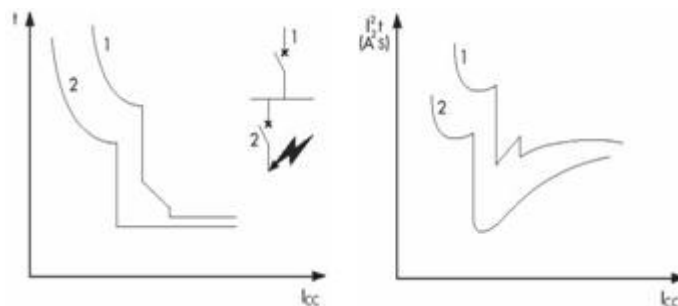
5.4.1.3 Selettività energetica

È un tipo di selettività alla quale si ricorre quando fra due interruttori non è possibile impostare un tempo di ritardo nell'intervento.

Questo sistema può consentire di ottenere un livello di selettività che va oltre il valore della soglia magnetica dell'interruttore a monte, impiegando un interruttore limitatore a valle.

Nel caso si abbia a monte un interruttore del tipo B ma con $I_{cw} \leq I_{cu}$, in funzione della limitazione effettuata dall'interruttore a valle possiamo ottenere un limite di selettività superiore al valore della soglia istantanea dell'interruttore a monte.

Per lo studio della selettività energetica non si confrontano le curve di intervento corrente/tempo dei componenti installati in serie ma le curve dell'energia specifica (I^2t) lasciata passare dall'interruttore a valle e la curva dell'energia dell'interruttore a monte. Si ottiene la selettività energetica se le due curve non hanno punti di intersezione. L'effetto di limitazione dell'energia specifica passante è funzione del tipo di interruttore (meccanismo di apertura, contatti ecc.) mentre il livello energetico di non sgancio è legato alle caratteristiche di intervento dello sganciatore (soglia istantanea, tempo di intervento), nonché dalla soglia di repulsione dei contatti (apertura incondizionata).



Per poter realizzare in maniera ottimale una selettività energetica occorre pertanto impiegare:

- sganciatori istantanei con tempo di risposta legato alla corrente di cortocircuito e di taglia diversa;
- interruttori con una forte limitazione di corrente ed i contatti differenziati per taglia.

L'impiego di interruttori limitatori a valle permette inoltre una sensibile riduzione delle sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche alle quali è soggetto l'impianto e di contenere i ritardi intenzionali imposti agli interruttori installati a livello primario.

5.4.1.4 Selettività di zona o "accelerata"

L'adozione del coordinamento selettivo delle protezioni comporta per sua natura l'allungamento dei tempi di eliminazione dei guasti man mano che ci si avvicina alla sorgente dell'energia e quindi dove il valore della corrente di guasto è maggiore.

In impianti importanti, nei quali i livelli di distribuzione possono diventare molti, questi tempi potrebbero diventare inaccettabili sia per il valore elevato dell'energia specifica passante I^2t , sia per l'incompatibilità con i tempi di estinzione prescritti dall'Ente fornitore di energia.

In questi casi può essere necessario adottare un sistema di selettività di zona o "accelerata".

Questa tecnica, più sofisticata, consente di accorciare i tempi determinati dalla selettività cronometrica tradizionale pur mantenendo la selettività degli interventi.

Questo tipo di coordinamento si basa sulle seguenti operazioni:

- immediata individuazione dell'interruttore a cui compete l'eliminazione selettiva del guasto;
- abbreviazione del tempo di intervento di tale interruttore;
- mantenimento del coordinamento selettivo degli interruttori a monte.

Il principio su cui basarsi per determinare quale sia l'interruttore più vicino al guasto consiste nell'utilizzare la corrente di guasto come unico elemento di riferimento comune per i vari interruttori e creare un interscambio di informazioni in base alle quali determinare in modo praticamente istantaneo quale parte dell'impianto deve essere tempestivamente staccata dal sistema.

5.4.1.5 Coordinamento selettivo tra dispositivi differenziali

Questo coordinamento è ottenuto tra due dispositivi differenziali in serie se vengono soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

- l'apparecchio a monte deve aver caratteristica di funzionamento ritardata (tipo S);

il rapporto tra la corrente differenziale nominale del dispositivo a monte e la corrente differenziale nominale del dispositivo a valle deve essere: ($I_{dnmonte} \geq 3 I_{dnvalle}$).

6 SCELTE PROGETTUALI

6.1 ALIMENTAZIONE

L'impianto elettrico oggetto di intervento è un impianto in bassa tensione trifase alimentato da apposito punto di consegna della Società distributrice con le seguenti caratteristiche principali:

- Tensione nominale concatenata: 400 V
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Potenza massima fornitura: >33 kW
- Corrente di cortocircuito trifase alla rete: 15 kA (CEI 0-21, art. 5.1.3)
- Corrente di cortocircuito fase-neutro alla rete: 6 kA (CEI 0-21, art. 5.1.3)

L'impianto d'utenza ha origine con i morsetti di valle del contatore e consiste in:

- Cavo di collegamento (costituito da un solo conduttore per ciascuno dei morsetti del contatore),
- Dispositivo generale (DG) (eventualmente costituito da più DGL (massimo 3)).

Conformemente alla definizione di cavo di collegamento, la protezione di tale cavo contro le sovracorrenti è di responsabilità dell'Utente e può essere svolta dai dispositivi posti a valle del medesimo cavo (DG, ovvero DGL, in numero non superiore a tre). La protezione contro il cortocircuito del cavo può essere omessa se sono verificate contemporaneamente le condizioni di cui all'art. 473.2.2.1 della Norma CEI 64-8, in particolare, il cavo di collegamento:

- deve avere una lunghezza non superiore a 3m,
- deve essere installato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito,
- non deve essere posto in vicinanza di materiale combustibile né in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione.

Il dispositivo generale (DG) deve essere costituito da interruttore automatico onnipolare conforme alla Norma CEI EN 60898 oppure alla CEI EN 60947-2 se adatto al sezionamento. Il suddetto interruttore deve avere un potere di interruzione (o potere di cortocircuito) non inferiore ai valori di corrente di cortocircuito caratteristici della fornitura.

N.B.

La posizione del punto di consegna, e quindi il dimensionamento dell'impianto di alimentazione da tale punto al quadro generale, è stato ipotizzato come punto plausibile di installazione in base alle informazioni disponibili durante la stesura del presente progetto. Sarà cura della Direzione Lavori verificare l'effettiva posizione in conformità con il distributore locale e, se del caso, verificare i dimensionamenti.

6.2 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra risulta esistente e non oggetto di modifica.

Verrà intercettato il dispersore principale di terra e connesso, tramite conduttore equipotenziale di sezione minima 35 mm², al collettore equipotenziale presente all'interno del quadro elettrico generale. Da quest'ultimo verranno realizzati i collegamenti equipotenziali in conformità alla norma CEI 64-8 e la guida CEI 64-12, al fine di rendere equipotenziali le masse metalliche. All'interno dei quadri principali sarà presente il collettore di terra principale a cui si attesteranno tutti i conduttori di protezione e di equipotenziale, ognuno contraddistinto da apposita targhetta di riconoscimento.

Conduttori di protezione

Le sezioni dei conduttori di protezione saranno pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16mm² la sezione è pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm² e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64-8.

Collegamenti equipotenziali principali

I collegamenti equipotenziali principali connetteranno tutte le masse estranee suscettibili di assumere potenziali pericolosi.

Collegamenti equipotenziali supplementari

I collegamenti equipotenziali supplementari saranno effettuati sulle tubazioni metalliche all'ingresso dei locali. Tali collegamenti sono realizzati con conduttori giallo-verde di sezione 2,5mm² se protetti, oppure 4mm² se installati direttamente sotto intonaco o sotto pavimento. Gli stessi saranno eseguiti con "collari" di materiale tale da evitare fenomeni corrosivi: ottone nichelato per tubazione in rame, oppure acciaio inox per tubazioni di acciaio zincato.

I conduttori equipotenziali saranno collegati al conduttore di equipotenziale posto nella cassetta di giunzione più vicina.

6.3 IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE E FORZA MOTRICE

La distribuzione principale si dirama a partire dal quadro elettrico sottocontatore e dai quadri secondari a servizio delle diverse zone, in particolare sono previsti i seguenti quadri:

- Quadro sottocontatore (Q00), posizionato a bordo strada in apposita nicchia; tale quadro contiene la protezione generale di tutto l'impianto;
- Quadro Generale (Q01), posizionato all'interno del locale quadri ed alimentante tutti i quadri elettrici secondari, le utenze principali (pompa di calore, fotovoltaico, illuminazione, ecc.).

La distribuzione degli impianti elettrici all'interno della struttura avrà origine dal quadro elettrico generale Q01. Da tale quadro partiranno tutte le linee montanti per l'alimentazione delle varie utenze (illuminazione, quadri prese, ecc.). Per la realizzazione delle vie cavi montanti è stato scelto di utilizzare cavidotti interrati intervallati da pozzetti rompitratta per realizzare le derivazioni secondarie e terminali, le quali verranno realizzate con tubazioni, canaline, scatole di derivazione, ecc. in materiale metallico, così da prevenire danneggiamenti dovuti ad eventuali colpi di pallone.

In generale l'impianto di distribuzione di forza motrice comprende tutte le prese a spina, alimentazione utenze impianti meccanici, ecc. realizzati in cavo e protetti da interruttori installati nei quadri elettrici. Tutte le utenze sono alimentate da cavi di tipo FG16OM16 (multipolari) o di tipo H07Z1-K (unipolari) in funzione del tipo di posa.

Nota: la caduta massima di tensione per ciascun circuito, misurata dalla consegna dell'impianto all'utilizzatore più lontano, non deve superare il 4% della tensione a vuoto.

6.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

6.4.1 Impianto di illuminazione ordinaria

Per la realizzazione dell'impianto di illuminazione della struttura oggetto di intervento si considerano tre compiti visivi:

- Area totale, che prevede l'utilizzo di tutta l'area disponibile per l'esecuzione di eventi e manifestazioni,
- Campo da calcio a 5,
- Campo da tennis.

Per quanto riguarda l'Area totale, viene fatto riferimento alla norma UNI EN 12464-1 alla voce illuminazione generale dei luoghi pubblici che richiede un illuminamento medio E_m di 300 lux.

Per il campo da calcio a 5 si fa riferimento all'attività 1 della norma CONI, che prescrive un impianto di illuminazione in grado di garantire un illuminamento medio E_m di 200 lux con un'uniformità E_{min}/E_m almeno pari a 0,5 su tutta l'area di gioco principale. Dovrà inoltre essere verificato che l'impianto in questione non dia fenomeni di abbagliamento.

Per il campo da tennis si fa riferimento all'attività 1 della norma CONI, che prescrive un impianto di illuminazione in grado di garantire un illuminamento medio E_m di 300 lux con un'uniformità E_{min}/E_m almeno pari a 0,5 su tutta l'area di gioco principale. Anche in questo caso dovrà essere verificato che l'impianto in questione non dia fenomeni di abbagliamento.

I proiettori saranno scelti in modo da verificare tutte i valori richiesti per i diversi ambiti. È stato inoltre scelto di posizionare i proiettori nel punto più alto della copertura, lungo la trave centrale, ad una altezza di circa 10 metri; in questo modo si vuole evitare la formazione di zone d'ombra che, nel caso del gioco tennis, possono essere attraversate dalle palle in volo e quindi disturbare l'attività di gioco.

I proiettori inoltre saranno scelti con lampade a LED, in modo che l'efficienza dell'apparecchio sia elevata così da ridurre i consumi.

La modalità di accensione dei corpi illuminanti avverrà tramite comandi manuali posti all'ingresso del campo.

Per i restanti locali (ripostigli, ingresso, ecc.) sarà realizzato un sistema di illuminazione con lampade a LED in modo da garantire un illuminamento come prescritto dalla UNI EN 12464-1, con minimi fenomeni di abbagliamento e disuniformità (zone d'ombra). Per i livelli di illuminamento e per il dimensionamento dell'impianto di illuminazione dei diversi locali si veda l'apposito allegato con il dettaglio delle verifiche illuminotecniche.

6.4.2 Impianto di illuminazione di sicurezza

In accordo al DM 06/06/2005 verrà realizzato un impianto di illuminazione di sicurezza in grado di garantire un illuminamento non inferiore a 5 lux nei passaggi, uscite e percorsi delle vie di esodo con un'autonomia di almeno 60 minuti. L'illuminazione di sicurezza interverrà in qualsiasi caso a seguito della mancanza di alimentazione del circuito di illuminazione ordinaria, indipendentemente dallo stato del comando.

Per quanto riguarda il campo da calcio ed il campo da tennis, in accordo con le prescrizioni CONI, l'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà garantire un livello di illuminamento pari ad almeno il 10% di quello previsto nelle condizioni ordinarie.

Per tale motivo, per l'area generale (campo da calcio + tennis) l'impianto di illuminazione di sicurezza verrà realizzato con un'unità centrale di alimentazione non interrompibile (UPS) dal quale si diramano linee dorsali resistenti al fuoco per almeno 90 minuti (tipo FTG18OM16 0.6/1 kV) che alimenteranno alcuni proiettori dedicati all'alimentazione ordinaria.

Per i restanti locali l'impianto di illuminazione di sicurezza verrà realizzato con lampade autoalimentate.

Verrà inoltre realizzato il sistema di segnalazione delle uscite di sicurezza, così come previsto dalla normativa antincendio, mediante apparecchi autonomi in modalità SA (Sempre Accesi) con le caratteristiche della UNI EN 1838. Tali corpi illuminanti saranno elettricamente alimentati dalla linea di alimentazione dell'illuminazione ordinaria del locale di installazione.

6.5 FOTOVOLTAICO

È prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico sulla copertura della palestra per una potenza complessiva del generatore fotovoltaico di 31,5 kW_p. L'impianto sarà costituito da strutture di fissaggio in alluminio adatti al tipo di copertura, pannelli di tipo monocristallino ciascuno da 375Wp, inverter di conversione DC/AC per una potenza totale in uscita di 30kW. La modalità di incentivazione a cui si intende accedere è il regime di scambio sul posto, al fine di abbattere i prelievi di energia elettrica dalla rete di fornitura. Si rimanda alla relazione di calcolo allegata per la descrizione completa e dettagliata dell'impianto.

6.6 SGANCIO DI EMERGENZA

Sono previsti dispositivi per lo sgancio atti a disalimentare i circuiti dell'impianto in caso di emergenza, in particolare:

- Sgancio Generale, posizionato in corrispondenza dell'ingresso principale, alla pressione di tale pulsante di emergenza verrà interrotta l'alimentazione del quadro generale (Q01) andando a sganciare, attraverso una bobina di sgancio a lancio di corrente, l'interruttore generale d'impianto installato nel quadro sottocontatore (Q00).
- Sgancio UPS illuminazione di sicurezza, posizionato in corrispondenza dell'ingresso principale, con la pressione di tale pulsante di emergenza si agirà sull'ingresso EPO (Emergency Power Off) dell'UPS in modo da spegnere e isolare completamente l'apparecchio con la conseguente e immediata apertura dello stadio di ingresso e del commutatore statico sia lato rete che lato inverter.
- Sgancio Fotovoltaico, posizionato in corrispondenza dell'ingresso principale, alla pressione di tale pulsante di emergenza verrà interrotta l'alimentazione proveniente dai pannelli fotovoltaici andando a sganciare, attraverso una bobina a lancio di corrente, l'interruttore generale del quadro fotovoltaico lato AC (QAC).

I dispositivi per lo sgancio di emergenza saranno realizzati nel pieno rispetto delle Norme CEI 64-8 e le linee di alimentazione saranno realizzate in cavo resistente al fuoco del tipo FTG18OM16.

6.7 PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

La valutazione del rischio di fulminazione è stata svolta secondo la norma CEI EN 62305-2. Tenuto conto della metodologia di calcolo, che non permette la modellizzazione di strutture complesse, le dimensioni e le forme del fabbricato sono state approssimate, a favore della sicurezza, aumentando l'area e l'altezza complessiva, come peraltro previsto dalla già menzionata Norma.

La struttura risulta autoprotetta contro le fulminazioni di origine atmosferica. Per il dettaglio si rimanda all'elaborato specifico di valutazione del rischio.

7 AVVERTENZE

Ogni eventuale riferimento a marche o prodotti specifici è stato fatto per eseguire le verifiche e per facilitare l'individuazione del prodotto desiderato; pertanto la scelta NON è in alcun modo vincolante e sono ammessi prodotti equivalenti (previa autorizzazione della D.L.).

8 ALLEGATI

Alla presente Relazione Tecnica si allega:

1. Relazione di calcolo impianti elettrici,
2. Calcoli illuminotecnici,
3. Valutazione del rischio di fulminazione,
4. Dimensionamento impianto fotovoltaico.

Onore (BG), Marzo 2021

Il progettista

ALLEGATO 1
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI

RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Calcolo delle correnti di impiego

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

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

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned}\dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right)\end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

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

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (ΣQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

Dimensionamento dei cavi

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

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

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

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

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;

- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \text{ min}}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

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

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopracitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
--------------------------------	---------

Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

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

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2 se conduttore in rame e 25 mm^2 se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned}
 S_f < 16 \text{ mm}^2: & \quad S_n = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2: & \quad S_n = 16 \text{ mm}^2 \\
 S_f > 35 \text{ mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2
 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Dimensionamento dei conduttori di protezione

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

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

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

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

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

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

dove:

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

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

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

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

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

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

- 25 mm^2 , se in rame;
- 35 mm^2 , se in alluminio;

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} T_{cavo}(I_b) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right) \\ T_{cavo}(I_n) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right) \end{aligned}$$

esprese in $^{\circ}\text{C}$.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta

usando.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $K_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $K_{cdt} = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mΩ:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos\phi_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos\phi_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos\phi_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos\phi_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos\phi_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos\phi_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos\phi_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos\phi_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos\phi_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos\phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.

Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos \varphi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos \varphi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \varphi_{cc})^2} - 1}$$

Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_T tale che:

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e C_{max} è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione K_G tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

$$x'' = \frac{X''}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore (U_{rG}). In Ampère U_{rG} non è gestita, quindi si considera $V_{02}/U_{rG} = 1$.

Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_S da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{c_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_S non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_{SO} da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove p_T è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel programma viene impostato il fattore $(1-p_T)$, con $p_T = (|V_{sec}-V_{02}|)/V_{02}$.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_{SO} non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Generatori sincroni

In media tensione ed in bassa tensione è possibile inserire più generatori.

I dati di targa richiesti per i generatori sono:

- potenza nominale P_n (in kVA);
- reattanza sincrona percentuale x_S ;

- reattanza subtransitoria percentuale x'' ;
- reattanza subtransitoria in quadratura percentuale x''_q ;
- reattanza alla sequenza omopolare percentuale x_0 .

La reattanza subtransitoria si calcola con la formula:

$$X'' = \frac{x''}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

dalla quale si ricavano le componenti alla sequenza diretta da usare nel calcolo dei guasti subtransitori:

$$\begin{aligned} R_d &= 0 \\ X_d &= X'' \end{aligned}$$

La componente resistiva si trascura rispetto alla componente reattiva del generatore.

L'impedenza sincrona, da usare nei guasti simmetrici permanenti, si calcola con la formula:

$$X_s = \frac{x_s}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Per i guasti asimmetrici, sia subtransitorio che permanente, servono le sequenze inverse ed omopolari.

Per il calcolo dell'impedenza alla sequenza inversa, con la reattanza subtransitoria in quadratura:

$$X''_q = \frac{x''_q}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

si applica la formula:

$$X_i = \frac{X'' + X''_q}{2}$$

Infine, si ricava la reattanza omopolare come:

$$\begin{aligned} R_0 &= 0 \\ X_0 &= \frac{x_0}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n} \end{aligned}$$

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Vedere Motori sincroni.

Generatori asincroni

[Olivieri e Ravelli, Elettrotecnica II° vol., Edizioni CEDAM]

Come ogni altra macchina elettrica, anche il motore asincrono è reversibile, quindi può diventare un generatore di energia elettrica. Quando la macchina funziona a vuoto, essa assorbe energia per la magnetizzazione del campo rotante e per le perdite. Se si applica al rotore una coppia motrice si passa ad uno scorrimento negativo ed una conseguente produzione di energia.

Il programma Ampère simula il funzionamento del generatore asincrono tramite lo studio del diagramma circolare. Impostata la potenza attiva, viene ricavata la potenza reattiva corrispondente

assorbita dalla rete, da cui si calcolano le correnti erogate. La potenza attiva sarà quindi erogata dalla macchina, mentre quella reattiva assorbita dalla rete.

La generatrice asincrona può erogare solo correnti sfasate di un certo angolo in anticipo rispetto alla f.e.m. che genera: e questo sfasamento non può essere in alcun modo regolato, ma assume un valore suo proprio per ogni valore della corrente erogata.

I parametri caratteristici da richiedere sono:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Rendimento $3/4$ N
- Rendimento $2/4$ N
- Fattore di potenza N - nominale
- Fattore di potenza $3/4$ N
- Fattore di potenza $2/4$ N
- P numero di coppie polari

Si individuano così tre punti appartenenti al diagramma circolare della macchina asincrona.

Altrimenti vengono richiesti i seguenti dati, sempre necessari per determinare il diagramma circolare:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Fattore di potenza N - nominale
- Potenza assorbita a vuoto
- Fattore di potenza a vuoto
- P numero di coppie polari

I generatori asincroni trifasi contribuiscono al guasto transitorio per tutti i punti della rete dai quali sono "visti". Condizione necessaria per il calcolo del contributo al guasto è che il generatore sia alimentato da un'altra fonte, che gli fornisce la potenza reattiva necessaria al suo funzionamento.

I calcoli dei guasti seguono le stesse procedure utilizzate per i Motori asincroni.

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Vedere Motori asincroni.

Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0bN} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbN}$$

$$X_{0bN} = 3 \cdot X_{db}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0bPE} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE}$$

$$X_{0bPE} = X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$

$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$

$$R_{0N} = R_{0cN} + R_{0N-up}$$

$$X_{0N} = X_{0cN} + X_{0N-up}$$

$$R_{0PE} = R_{0cPE} + R_{0PE-up}$$

$$X_{0PE} = X_{0cPE} + X_{0PE-up}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.
Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro I_{k1Nmax} , fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$

$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$

$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$

$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km \max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag \max}$).

Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

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

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

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

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

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- Le intersezioni sono due:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$.
- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e la I_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).

- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile $Zk1(ft)_{max}$;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il programma verifica che:

$$I_a \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove $I_{a.c.i.}$ è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti I_a) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a.c.i.}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $Ik1(ft)_{min}$ calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a.c.i.}$ assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $Ik1(ft)_{min}$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di $I_{a.c.i.}$ a I_{50V} o I_{25V} e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, il programma verifica la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra R_E .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_{dn} è la corrente nominale differenziale;

U_L è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Il programma verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il programma possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la $I_{k1}(ft)_{min}$, allora $I_{a.c.i.}$ è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di

protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_d è la corrente del primo guasto a terra, che per il programma sarà pari alla corrente di guasto a terra $I_{k1(ft)} \min$ nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.

Il programma verifica che:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove V_T è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore.

Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Il programma Ampère assolve a queste indicazioni risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_a \leq I_{a \text{ c.i.}} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:

Z_{s1} è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

Z_{s2} è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_a \text{ c.i.}$ è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze $s2$ appartenenti alla stessa area elettrica di $s1$.

Il valore $\text{Max}(Z_{s1} + Z_{s2})$ è memorizzato nella variabile $ZIT \max$ di Ampère.

$I_a \text{ c.i.}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $I_{k(IT)} \min$ calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_a \text{ c.i.}$ assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $I_{k(IT)} \min$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{ZIT \max}\right)$$

.

Nota. Il programma permette di applicare il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale.

In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente I_{50V} .

Riferimenti normativi

Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI IEC 61660-1 Ia Ed. 1997-06: Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations. Part 1: Calculation of short-circuit currents.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: 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.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale 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.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici 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.
- CEI UNEL 01433 1973: Portate di corrente per barre piatte lucide di rame elettrolitico a spigoli vivi in aria.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di

distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

Norme di riferimento per la Media tensione

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 IIa Ed. 2019-04: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

Utenza					Montante a Contatore			
+Esterno.Q00-Q00.0								
Coord. Ib < Ins < Iz [A]								
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Esterno.Q00-Q00.1: Ins = 212,5 [A] (sgancio protezione termica)		
Fase	165,799		212,5		269	Nota: Protezione da valle		
Neutro	1,185		136		175			
Verifica contatti indiretti								
			Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.			
Ia c.i. [A]			0		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)			
Tempo di interruzione [s]			1		Verifica ai contatti indiretti rispetto la fornitura non applicabile.			
VT a Ia c.i. [V]			50		Positiva.			
Cavo					K²S²>I²t [A²s]			
Designazione	FG16R16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3				Verifica: n.d.			
Formazione	3x(1x95)+1x50				K²S² conduttore fase			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	53	<=	90	1,846*10⁸		
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	67	<=	90	5,112*10⁷		
Caduta di tensione [%]					Correnti di guasto [kA]			
Tensione nominale [V]					A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max			Max	Min	Picco	
0,058	0,058	4			Trifase	9,778	9,081	16,879
Cdt (In)	CdtT (In)				Bifase	8,468	7,864	14,618
0,074	0,074				Bifase-N	8,77	8,171	15,12
					Fase-N	5,83	5,364	10,195
					A transitorio fondo linea			
					Ikv max	I_ikv max [°]		
					9,838	n.c.		

Utenza

+Esterno.Q00-Q00.1

Dispositivo | Generale

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	165,799	212,5		
Neutro	1,185	136		

1) Utenza +Esterno.Q00-Q00.1: Ins = 212,5 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza con grado di protezione di classe II.

Ia c.i. [A]

Classe II

Tempo di interruzione [s]

1

VT a Ia c.i. [V]

50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= Ikm max	I_ikm max [°]
36	9,778
	59,022

Sg. mag.<Imagmax [A]

Sg. mag.	<	Imagmax
2500		5363,52

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max
0	0,058	4
Cdt (In)	CdT (In)	
0	0,074	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	9,778	9,081	11,665
Bifase	8,468	7,864	10,439
Bifase-N	8,77	8,171	10,755
Fase-N	5,83	5,364	8,643

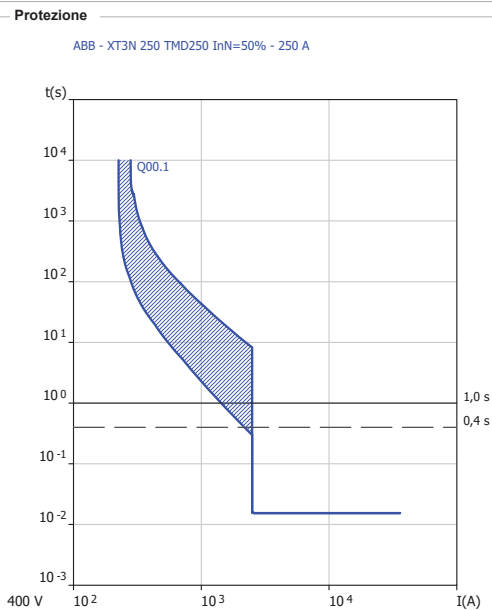
A transitorio fondo linea

Ikv max	I_ikv max [°]
9,838	n.c.

Protezione

ABB - XT3N 250 TMD250 InN=50%- 250 A

t(s)



Utenza

+Esterno.Q00-Q00.2

Partenza | A impianto

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib<=Ins<=Iz

1) Utenza +Esterno.Q00-Q00.1: Ins = 212,5 [A] (sgancio protezione termica)

Fase	165,799	212,5	217
Neutro	1,185	136	150

Verifica contatti indiretti

Verificato

Classe II

Utenza con grado di protezione di classe II.

la c.i. [A]

Tempo di interruzione [s]

VT a la c.i. [V]

1

50

Cavo

Designazione

Formazione

Temperatura cavo a Ib [°C]

Temperatura cavo a In [°C]

FG16R16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3

3x(1x95)+1x50

20 <= 61 <= 90

20 <= 87 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

Verificato

K²S² conduttore fase

K²S² neutro

1,846*10⁸

5,112*10⁷

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]

Cdt (Ib)

CdtT (Ib)

Cdt max

400

1,828

1,886

4

Cdt (In)

CdtT (In)

2,332

2,406

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

Max

Min

Picco

Trifase

Bifase

Bifase-N

Fase-N

5,473

4,739

5,009

2,634

3,811

3,3

3,445

1,657

11,665

10,439

10,755

8,643

A transitorio fondo linea

Ikv max

I_ikv max [°]

5,559

n.c.

Utenza

+Esterno.Q00-Q00.3

Circuito di | Sgancio

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0	5,24		23
Neutro	0	5,24		23

1) Utenza +Esterno.Q00-Q00.3: Ins = 5,24 [A] (taglia nominale della protezione) - fusibile

Verifica contatti indiretti

Ia c.i. [A]

0

Tempo di interruzione [s]

1

VT a Ia c.i. [V]

50

Verificato

Positiva.

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea

Verificato

PdI >= Ikm max

/ Ikm max [°]

120

5,889

56,929

Cavo

Designazione

FTG18OM16 0,6/1 kV B2ca-s1a,d1,a1

Formazione

2x1,5

Temperatura cavo a Ib [°C]

20 <= 20 <= 90

Temperatura cavo a In [°C]

20 <= 24 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

K²S² conduttore fase

Verificato

K²S² neutro

4,601*10⁴

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

Max	Min	Picco	
Fase-N	3,97	2,691	8,641

A transitorio fondo linea

Ikv max	/ I_ikv max [°]
3,97	n.c.

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]

231

Cdt (Ib)

Cdt (Ib)

Cdt max

0

0,056

4

Cdt (In)

Cdt (In)

0,069

0,143

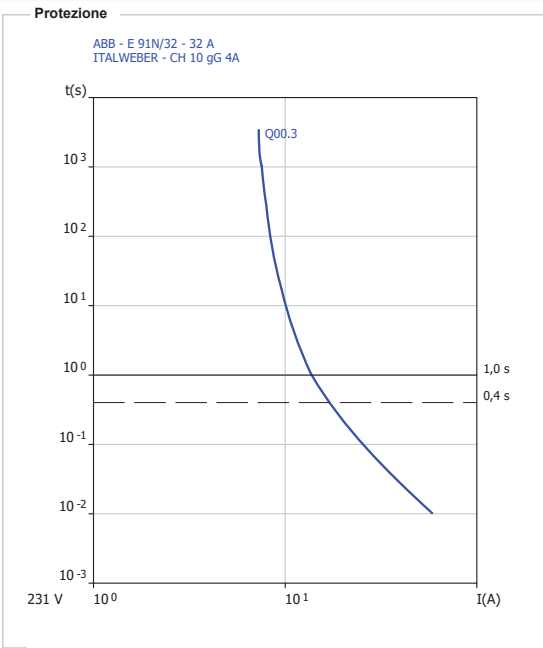
Protezione

ABB - E 91N/32 - 3 A

ITALWEBER - CH 10 gG 4A

t(s)

Q00.3



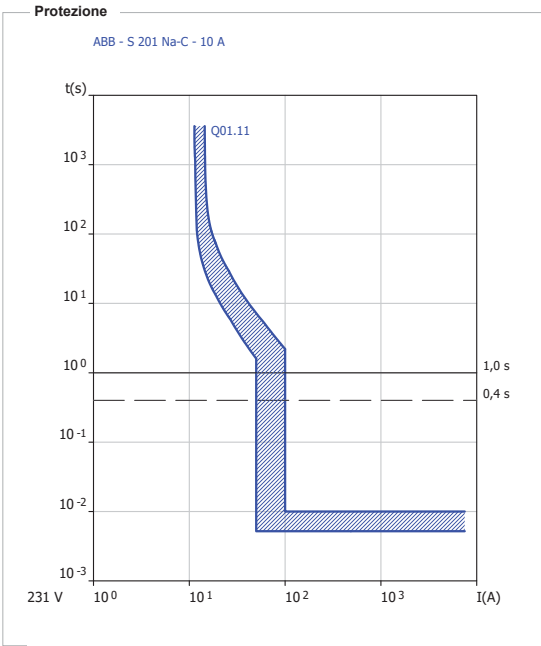
Utenza		
+Locale Tecnico.Q01-Q01.11		illuminazione uscite di sicurezza

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.11: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	2,165		10		
Neutro	2,165		10		

Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	Verificato	
	8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]		Sg. mag.<Imagmax [A]	
A transitorio inizio linea	Verificato		Verificato
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]	Sg. mag.	< Imagmax
7,5	2,732	100	1759,287

Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0	1,886	4	2,732	1,759
Cdt (In)	CdtT (In)			Picco
0	2,406			1,519
		A transitorio fondo linea		
		Ikv max	/_Ikv max [°]	
		2,732	n.c.	

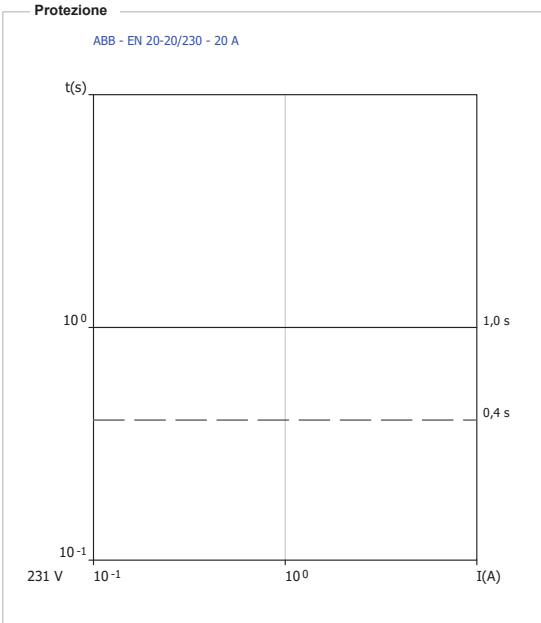


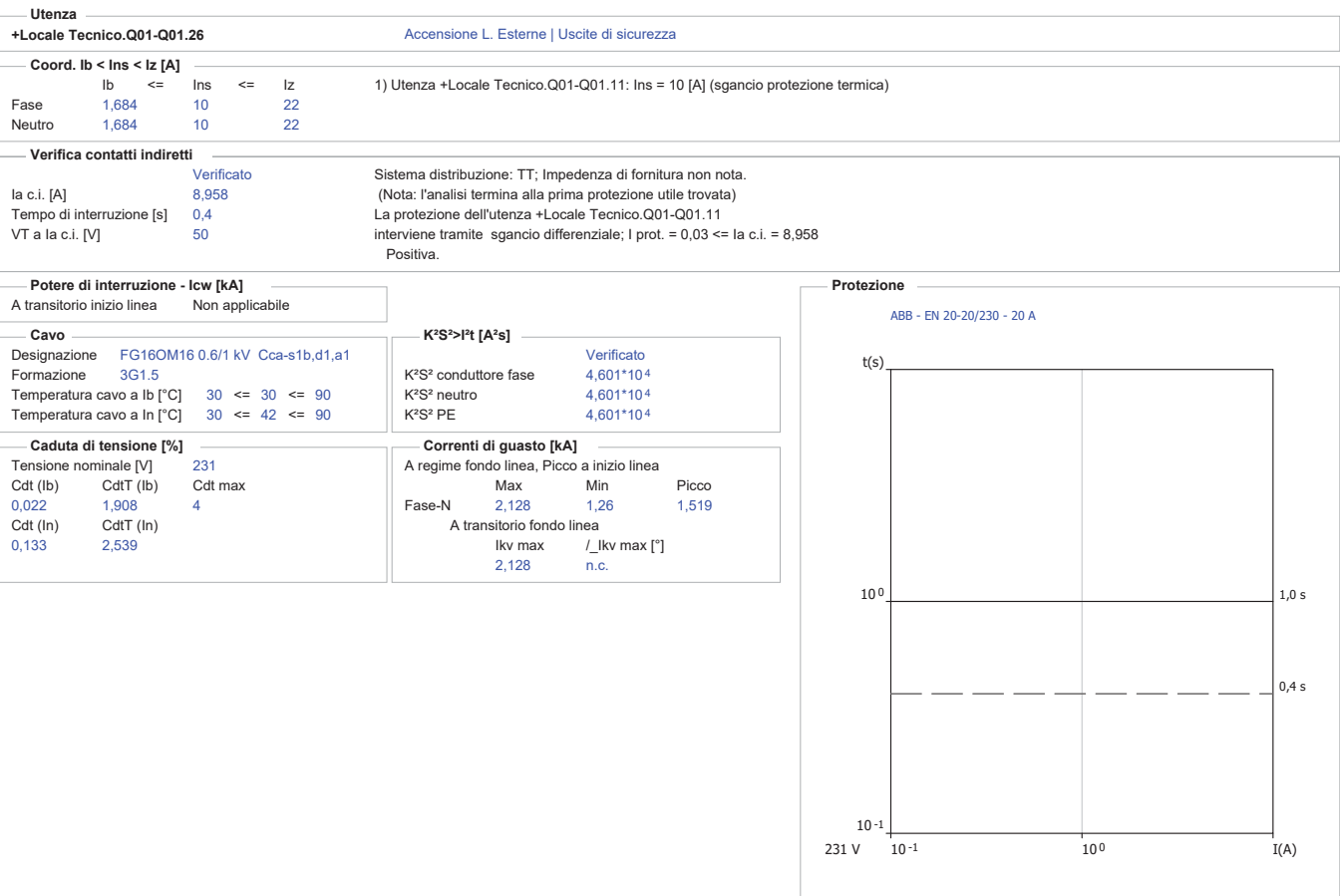
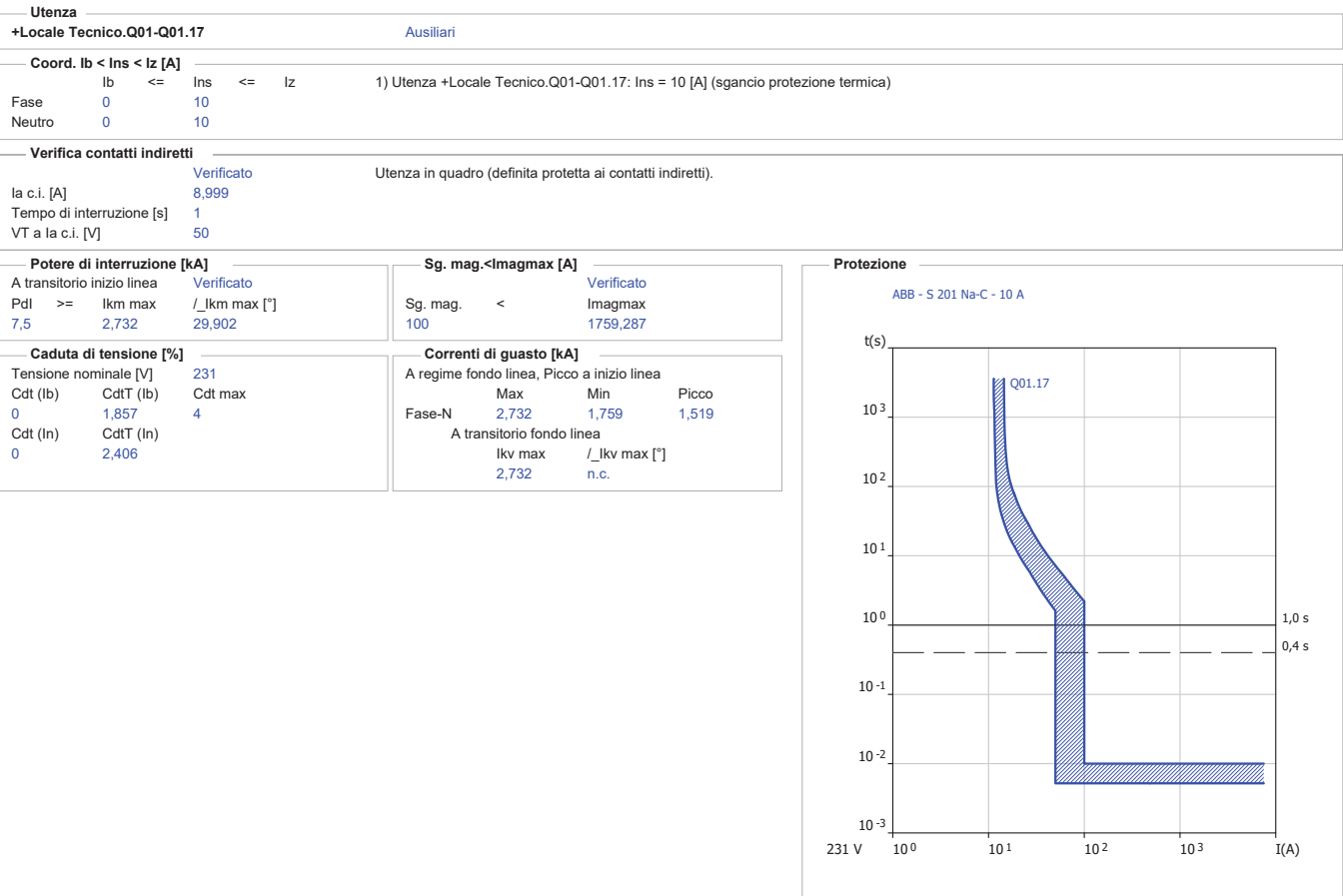
Utenza		
+Locale Tecnico.Q01-Q01.23		Accensione Ingresso Interne

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.9: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	1,684		10		30
Neutro	1,684		10		30

Verifica contatti indiretti		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.9 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 8,974 Positiva.
Ia c.i. [A]	Verificato	
	8,974	
Tempo di interruzione [s]	0,4	
VT a Ia c.i. [V]	50	

Potere di interruzione - Icw [kA]		K²S²>I²t [A²s]	
A transitorio inizio linea	Non applicabile		Verificato
Cavo		K²S² conduttore fase	
Designazione	FG16QH2M16 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	1,278*10 ⁵	
Formazione	3G2.5	K²S² neutro	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90	1,278*10 ⁵	
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 37 <= 90	K²S² PE	
		1,278*10 ⁵	
Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max
0,013	1,87	4	2,338
Cdt (In)	CdtT (In)		1,423
0,08	2,486		1,519
		A transitorio fondo linea	
		Ikv max	/_Ikv max [°]
		2,338	n.c.





Utenza

+Locale Tecnico.Q01-Q01.0

Generale | Quadro

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Esterno.Q00-Q00.1: Ins = 212,5 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	165,799	212,5			
Neutro	1,185	136			

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).

Ia c.i. [A]	8,999
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Icw [kA]

Icw: corrente ammissibile di breve durata

Icw	Tcw	Verificato
8	1	

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,886	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	2,406	

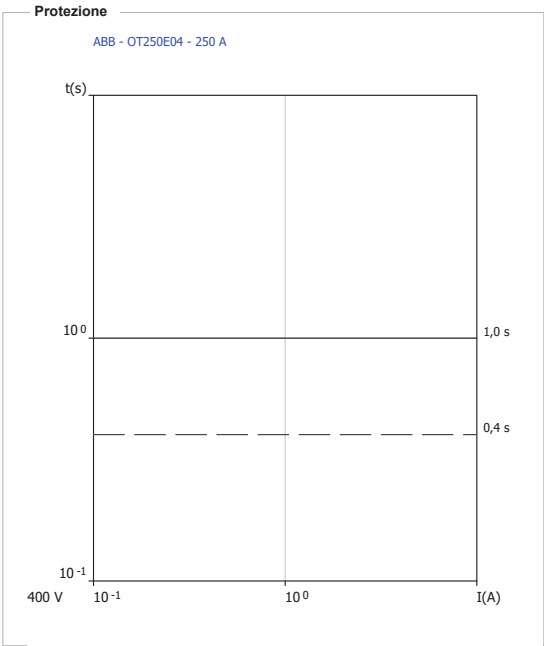
Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	5,473	3,811	7,361
Bifase	4,739	3,3	6,346
Bifase-N	5,009	3,445	6,793
Fase-N	2,634	1,657	4,063

A transitorio fondo linea

Ikv max	/_Ikv max [°]
5,559	n.c.



Utenza

+Locale Tecnico.Q01-Q01.1

Protezione | SPD

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.1: Ins = 110,34 [A] (taglia nominale della protezione) - fusibile
Fase		110,34			
Neutro	0	110,34			

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza di tipo SPD.

Ia c.i. [A]	8,999
Tempo di interruzione [s]	1
VT a Ia c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]

A transitorio inizio linea

PdI	>=	Ikm max	/_Ikm max [°]
120	5,559	41,019	

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	400	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,886	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	2,406	

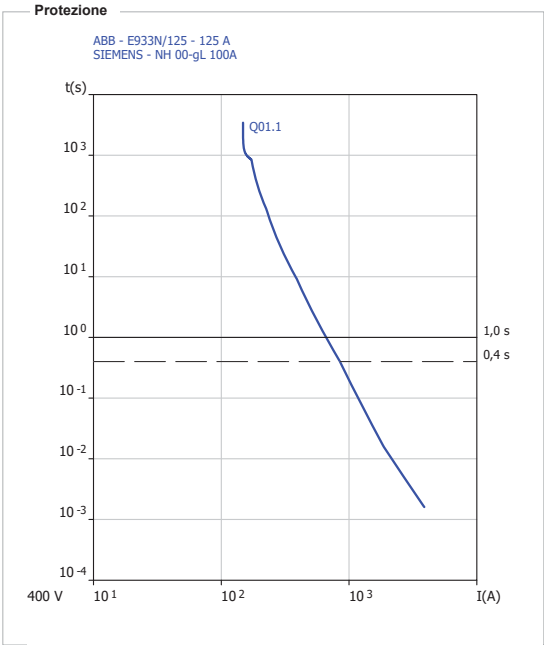
Correnti di guasto [kA]

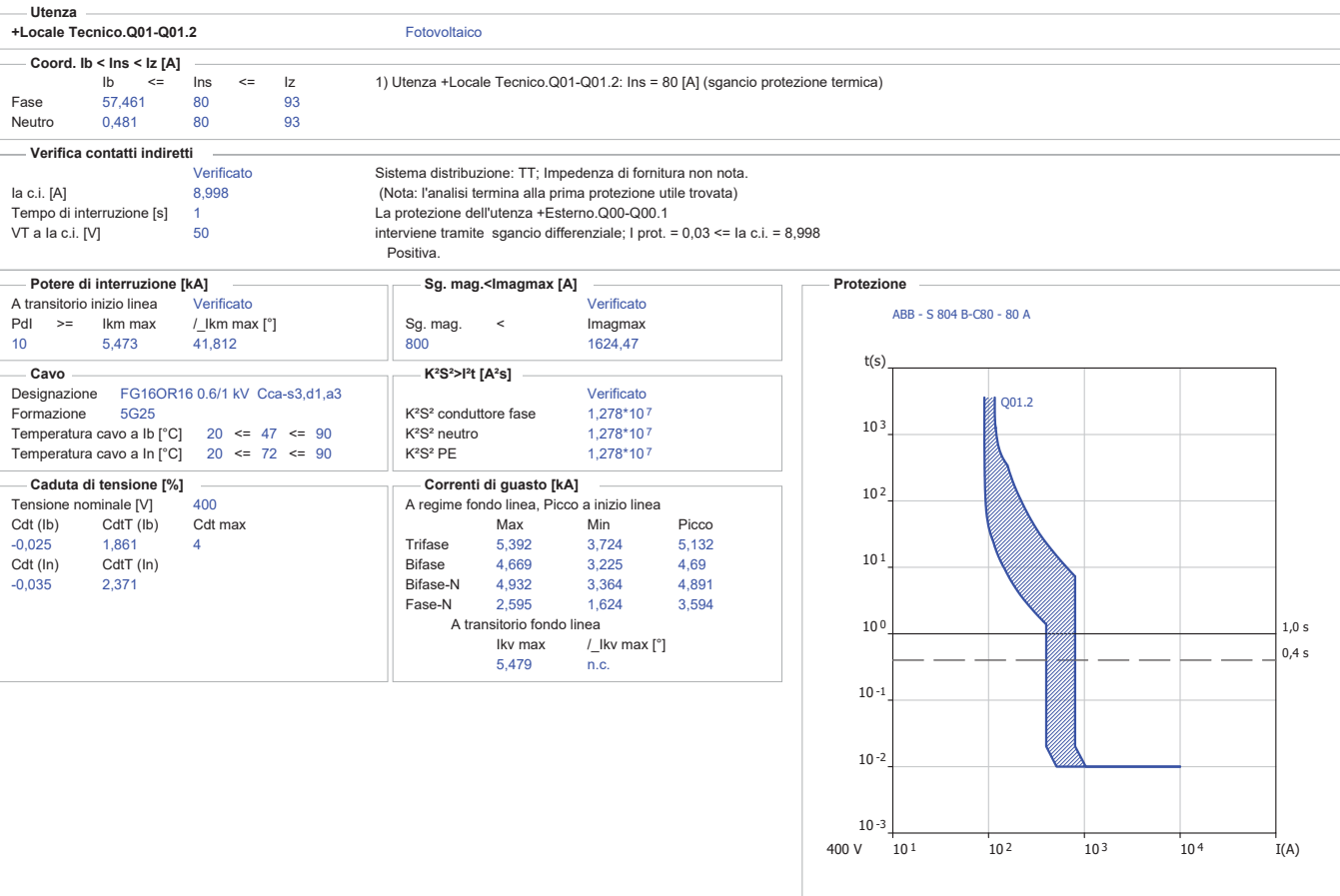
A regime fondo linea, Picco a inizio linea

	Max	Min	Picco
Trifase	5,559	3,907	7,361
Bifase	4,814	3,383	6,346
Bifase-N	5,117	3,553	6,793
Fase-N	2,733	1,76	4,063

A transitorio fondo linea

Ikv max	/_Ikv max [°]
5,559	n.c.





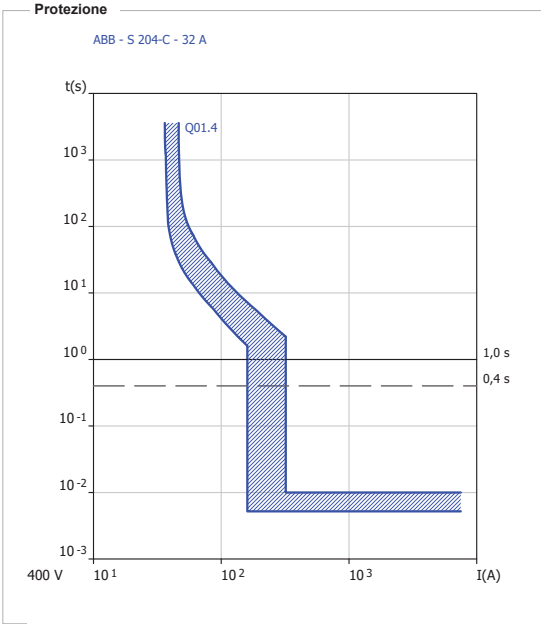
Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.4					Blocco Spogliatoi Esistente
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.4: Ins = 32 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	16,038		32		55
Neutro	0		32		55

Verifica contatti indiretti					
Verificato					Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
la c.i. [A]					8,796
Tempo di interruzione [s]					0,4
VT a la c.i. [V]					50
					La protezione dell'utenza +Esterno.Q00-Q00.1 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= la c.i. = 8,796 Positiva.

Potere di interruzione [kA]					
Verificato					
A transitorio inizio linea					
PdI	>=	Ikm max	/ _Ikm max [°]		
7,5		5,559	41,019		

Cavo					
Designazione					FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3
Formazione					5G10
Temperatura cavo a Ib [°C]					20 <= 26 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]					20 <= 44 <= 90

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]			
Tensione nominale [V]			A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)	Cdt (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco	
0,543	2,43	4	Trifase	2,25	1,218	4,303
Cdt (In)	Cdt (In)		Bifase	1,949	1,055	4,06
1,084	3,49		Bifase-N	2,016	1,084	4,159
			Fase-N	1,089	0,581	3,144
			A transitorio fondo linea			
			IkV max	/ IkV max [°]		
			2,25	n.c.		



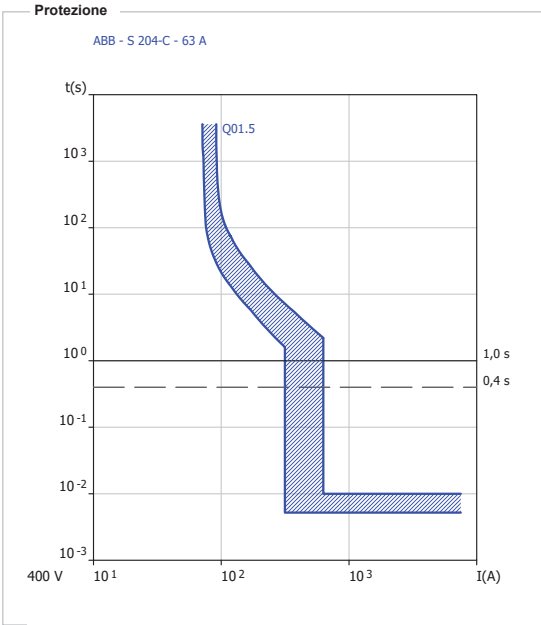
Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.5					Blocco Prese Lato Sud
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.5: Ins = 63 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	48,113		63		72
Neutro	0		63		72

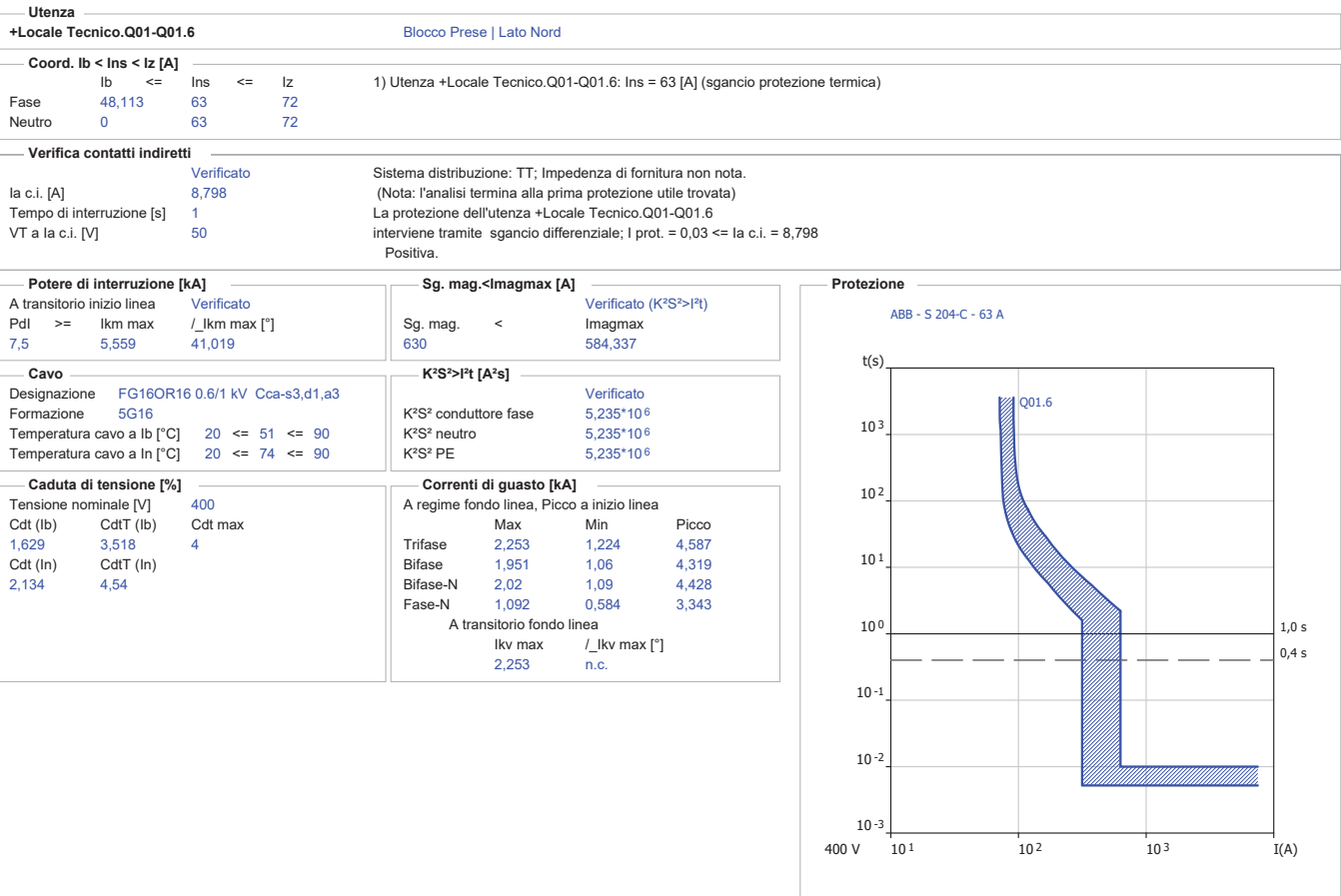
Verifica contatti indiretti					
Verificato					Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
la c.i. [A]					8,907
Tempo di interruzione [s]					1
VT a la c.i. [V]					50
					La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.5 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= la c.i. = 8,907 Positiva.

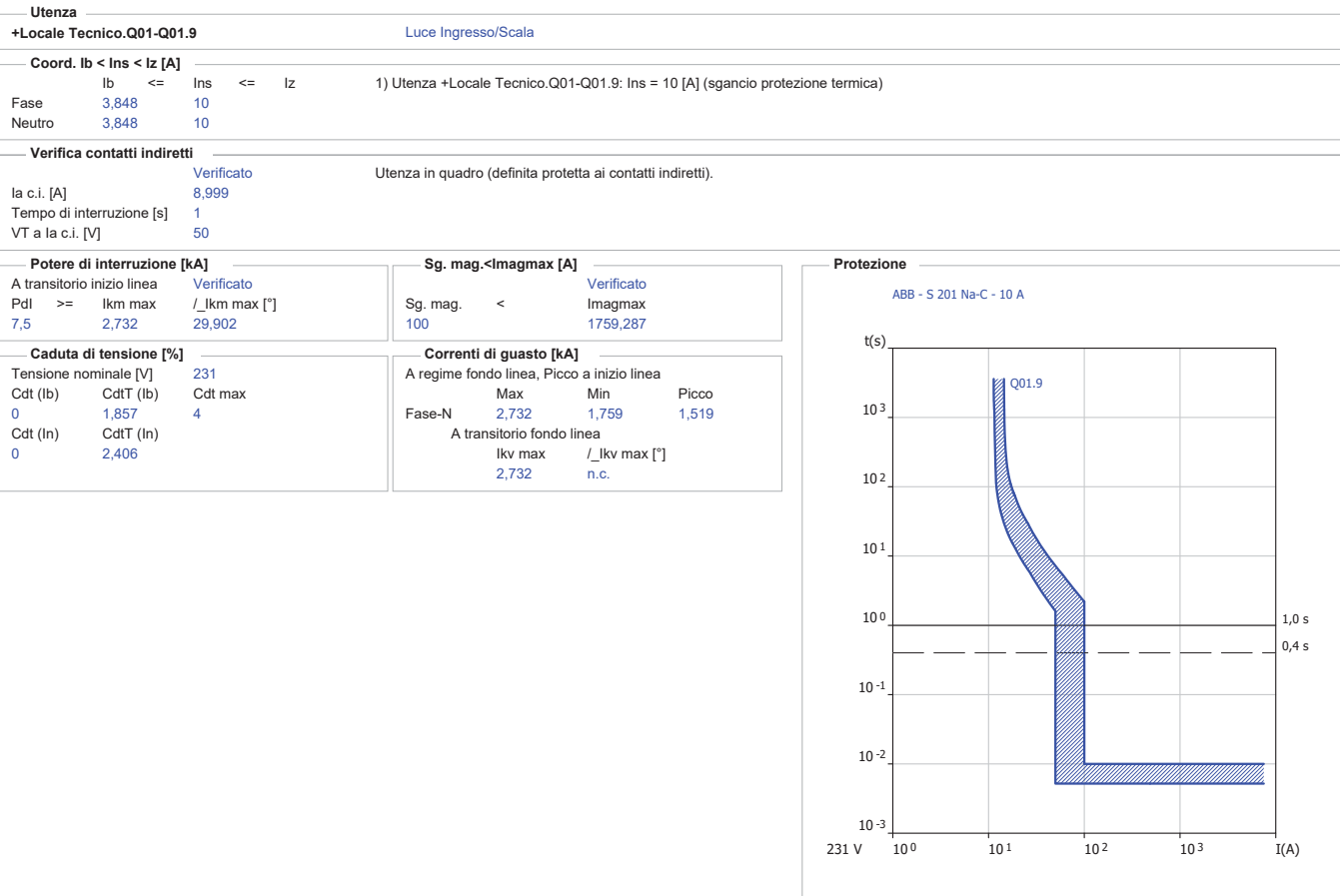
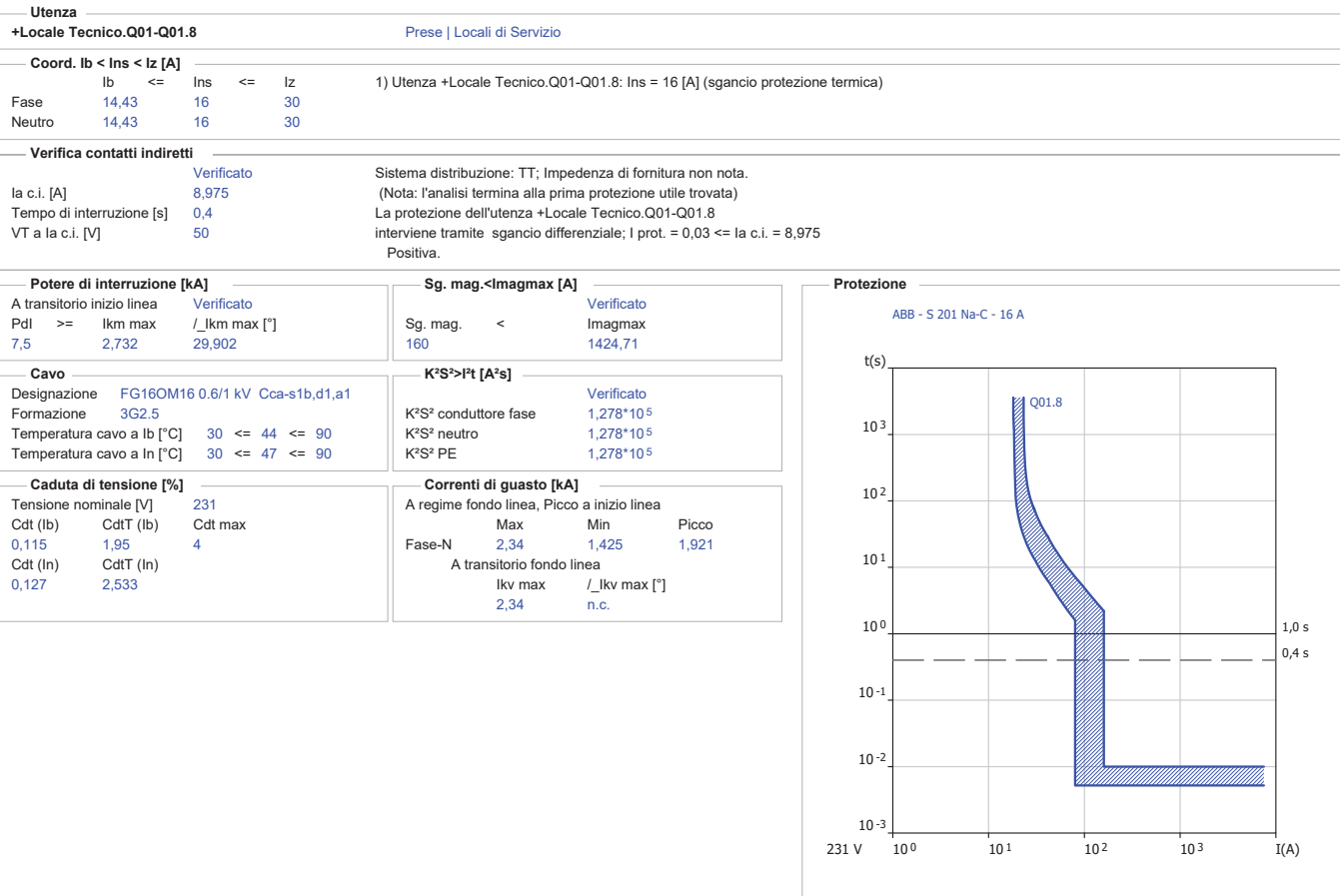
Potere di interruzione [kA]					
Verificato					
A transitorio inizio linea					
PdI	>=	Ikm max	/ _Ikm max [°]		
7,5		5,559	41,019		

Cavo					
Designazione					FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3
Formazione					5G16
Temperatura cavo a Ib [°C]					20 <= 51 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]					20 <= 74 <= 90

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]			
Tensione nominale [V]			A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)	Cdt (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco	
0,741	2,628	4	Trifase	3,394	1,977	4,587
Cdt (In)	Cdt (In)		Bifase	2,94	1,712	4,319
0,97	3,376		Bifase-N	3,068	1,769	4,428
			Fase-N	1,638	0,922	3,343
			A transitorio fondo linea			
				Ikv max	/_Ikv max [°]	
				3,394	n.c.	







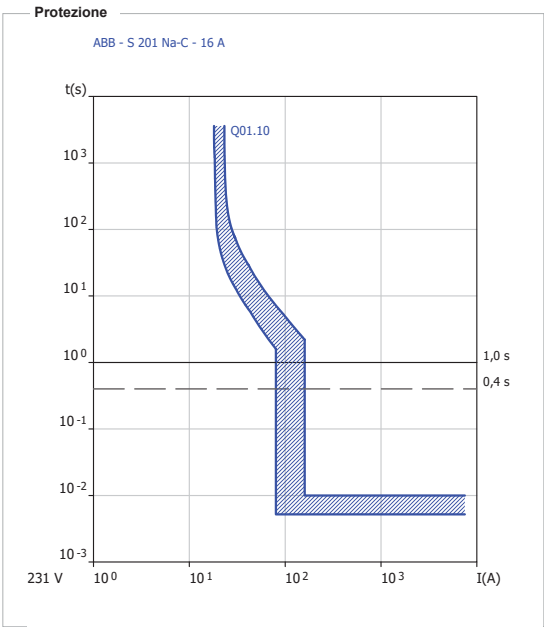
Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.10					Prese Ingresso Scala
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.10: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	14,43		16		30
Neutro	14,43		16		30

Verifica contatti indiretti					Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.10 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 8,975 Positiva.
Ia c.i. [A]	Verificato				
	8,975				
Tempo di interruzione [s]	0,4				
VT a Ia c.i. [V]	50				

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea	Verificato		Sg. mag.	<	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]				Imagmax
7,5	2,732	29,902	160		1424,71

Cavo			K²S²>I²t [A²s]		
Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		K²S² conduttore fase	Verificato	
Formazione	3G2.5		K²S² neutro	1,278*10 ⁵	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	44	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	47	<=	90

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
0,115	2,001	4	Fase-N	2,34	1,425
Cdt (In)	CdT (In)				1,921
0,127	2,533		A transitorio fondo linea		
			Ikv max	/ _Ikv max [°]	
			2,34	n.c.	

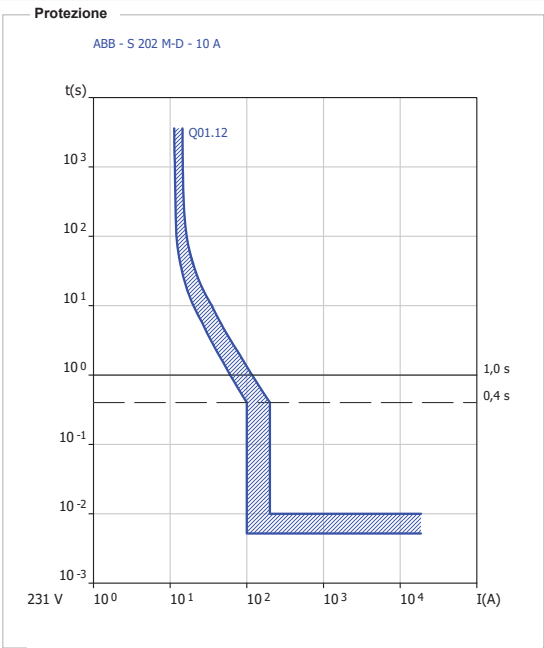


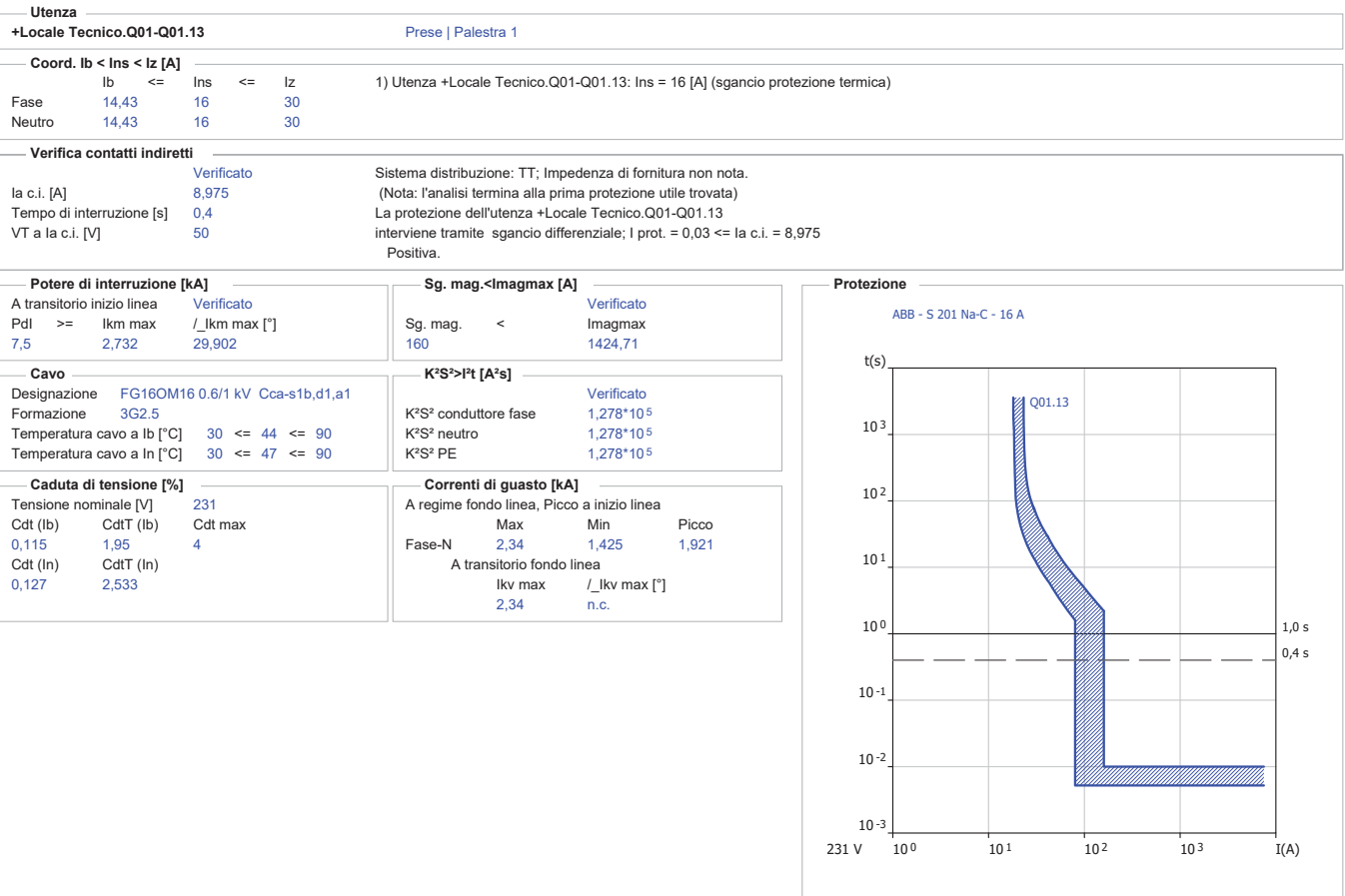
Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.12					Luce Palestra
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.12: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	3,175		10		
Neutro	3,175		10		

Verifica contatti indiretti					Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	Verificato				
	8,999				
Tempo di interruzione [s]	1				
VT a Ia c.i. [V]	50				

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea	Verificato		Sg. mag.	<	Verificato
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]				Imagmax
18,7	2,732	29,902	200		1759,287

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
0	1,857	4	Fase-N	2,732	1,759
Cdt (In)	CdT (In)				2,585
0	2,406		A transitorio fondo linea		
			Ikv max	/ _Ikv max [°]	
			2,732	n.c.	



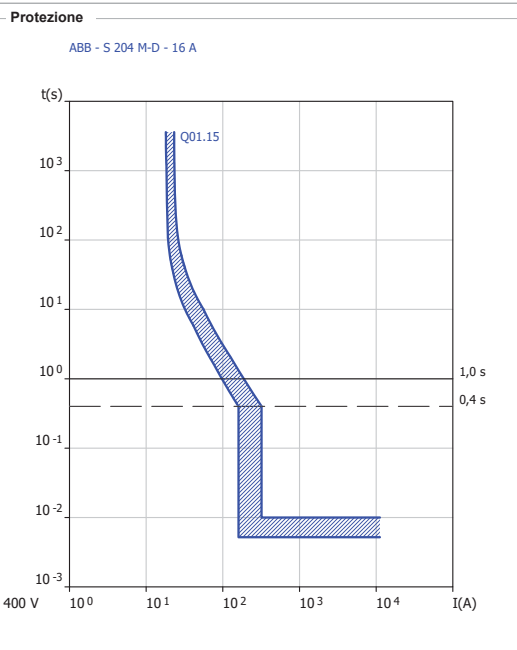


Utenza					Luce Locale Polivalente
+Locale Tecnico.Q01-Q01.15					
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<= Iz	1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	9,62		16		
Neutro	3,271		16		

Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	Verificato	8,999
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea		Verificato	Sg. mag.		< Imagmax
PdI	>= Ikm max	/_Ikm max [°]	320	1759,744	
11,2	5,559	41,019			

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]			
Tensione nominale [V]		400	A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco	
0	1,886	4	Trifase	5,559	3,907	3,709
Cdt (In)	CdtT (In)		Bifase	4,814	3,383	3,505
0	2,406		Bifase-N	5,117	3,553	3,588
			Fase-N	2,733	1,76	2,733
			A transitorio fondo linea			
			IkV max	/_IkV max [°]		
			5,559	n.c.		



Utenza		+Locale Tecnico.Q01-Q01.16			CPS Lampade di Emergenza
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	13,619	25			40
Neutro	13,619	25			40

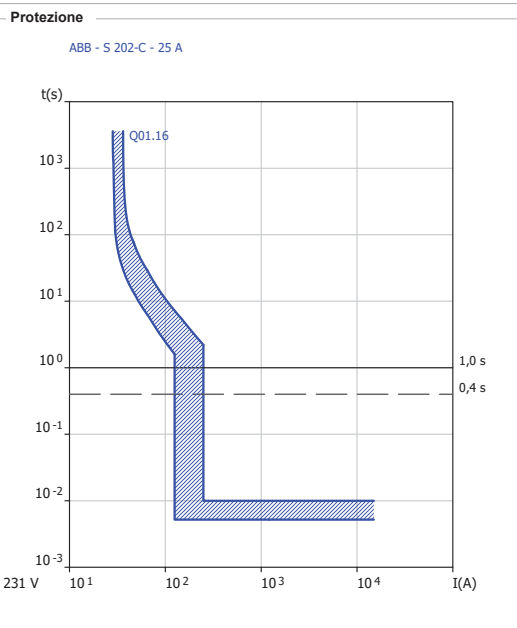
1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16: Ins = 25 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,984 Positiva.
Ia c.i. [A]	Verificato	8,984
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]				Sg. mag.<Imagmax [A]			
A transitorio inizio linea		Verificato		Sg. mag.		< Imagmax	
PdI >= Ikm max		/ Ikm max ["]		250		1534,681	
15		2,732		29,902			

Cavo				K²S²>I²t [A²s]			
Designazione		FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		Verificato			
Formazione		3G4		K²S² conduttore fase		3,272*10⁵	
Temperatura cavo a Ib [°C]		30 <= 37 <= 90		K²S² neutro		3,272*10⁵	
Temperatura cavo a In [°C]		30 <= 53 <= 90		K²S² PE		3,272*10⁵	

Caduta di tensione [%]				Correnti di guasto [kA]			
Tensione nominale [V]		231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)		CdtT (Ib)		Max		Min	
0,072		1,957		Fase-N		2,475	
Cdt (In)		CdtT (In)		A transitorio fondo linea		1,535	
0,131		2,537		Ikv max		/ Ikv max ["]	
				2,475		n.c.	

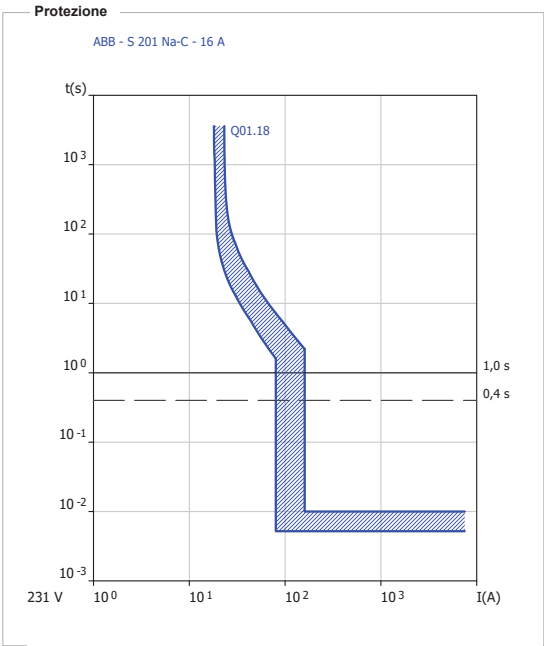


Utenza	
+Locale Tecnico.Q01-Q01.18	Riserva

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.18: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	0		16		
Neutro	0		16		

Verifica contatti indiretti		Utenza con grado di protezione di classe II.
Ia c.i. [A]	Verificato	
	Classe II	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea	Verificato		Sg. mag.	<	Imagmax
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]		160		1759,287
7,5	2,732	29,902			
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
0	1,857	4	Fase-N	2,732	1,759
Cdt (In)	CdtT (In)			1,921	
0	2,406		A transitorio fondo linea		
			Ikv max	/_Ikv max [°]	
			2,732	n.c.	

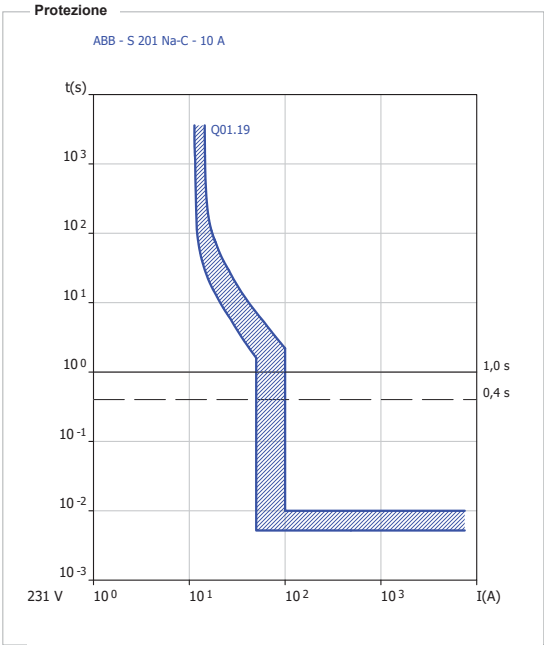


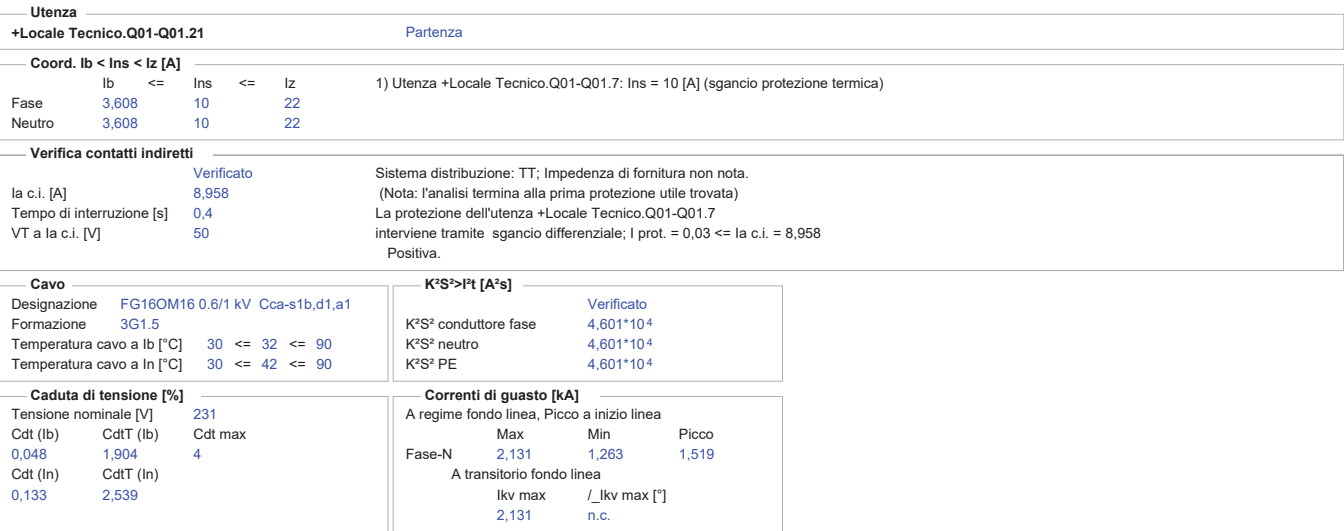
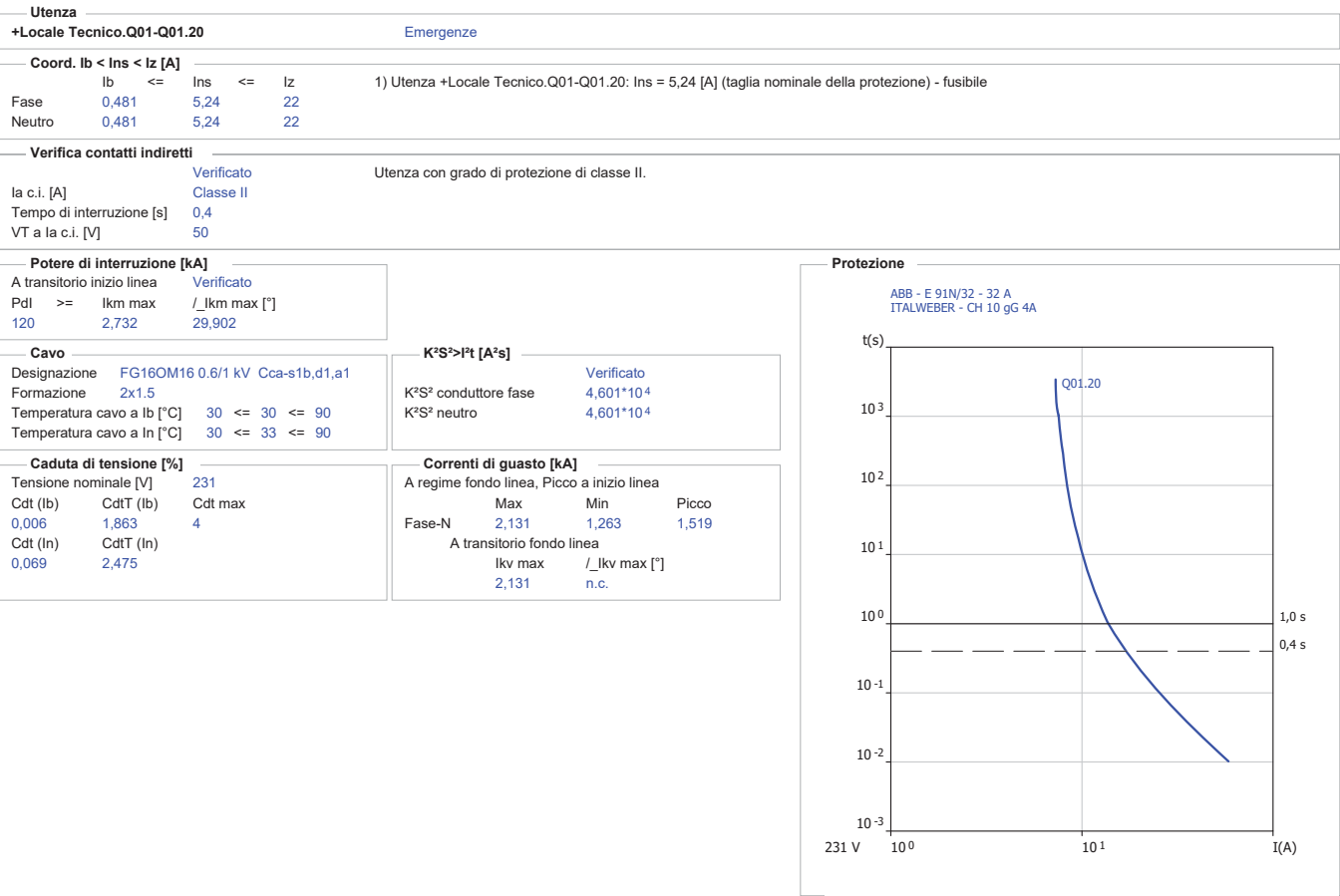
Utenza	
+Locale Tecnico.Q01-Q01.19	Riserva

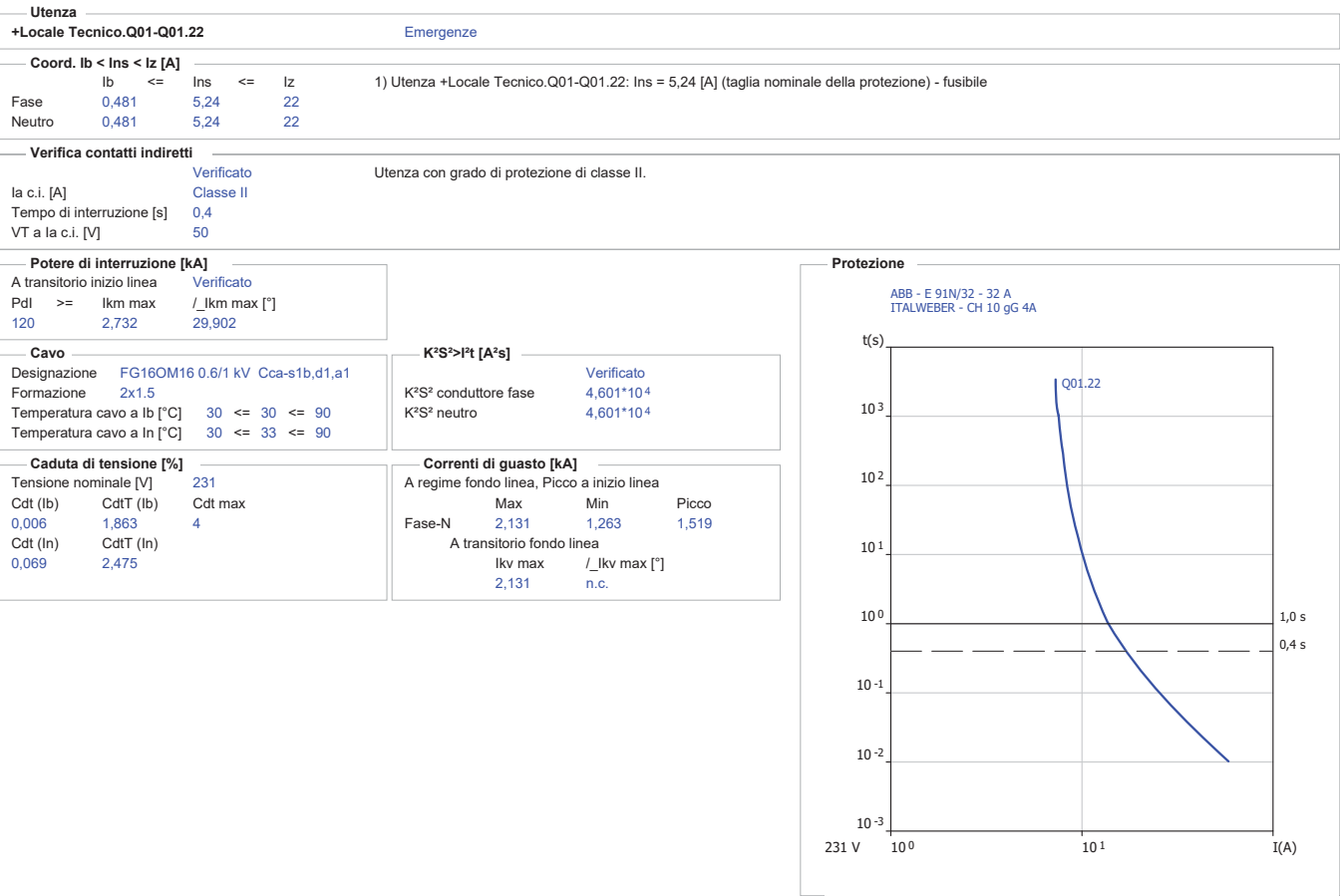
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.19: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	0		10		
Neutro	0		10		

Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Ia c.i. [A]	Verificato	
	8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a Ia c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea	Verificato		Sg. mag.	<	Imagmax
PdI >= Ikm max	/_Ikm max [°]		100		1759,287
7,5	2,732	29,902			
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
0	1,857	4	Fase-N	2,732	1,759
Cdt (In)	CdtT (In)			1,519	
0	2,406		A transitorio fondo linea		
			Ikv max	/_Ikv max [°]	
			2,732	n.c.	







Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]

231

Cdt (Ib)

CdtT (Ib)

Cdt max

0,006

1,863

4

Cdt (In)

CdtT (In)

0,069

2,475

Protezione

ABB - E 91N/32 - 32 A

ITALWEBER - CH 10 gG 4A

231 V 10⁰ 10¹ 10² 10³ t(s)

10⁻³ 10⁻² 10⁻¹ 10⁰ 10¹ 10² 10³ I(A)

1,0 s 0,4 s

Q01.22



Protezione

ABB - ESB 20-20/230 - 20 A

231 V 10⁻¹ 10⁰ I(A)

10⁻¹ 10⁰ t(s)

1,0 s 0,4 s

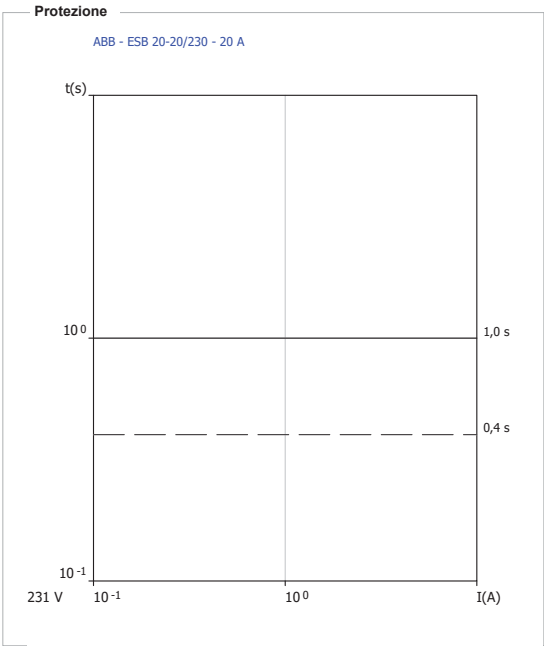
<div> <div>Utenza</div> <div>+Locale Tecnico.Q01-Q01.28</div> <div>Accensione A</div> </div>				
<div> <div>Coord. Ib < Ins < Iz [A]</div> <div> <div> <div>Ib</div> <div><=</div> <div>Ins</div> <div><=</div> <div>Iz</div> </div> <div>1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)</div> </div> </div>				
Fase	9,62	16		
Neutro	9,62	16		

<div> <div>Verifica contatti indiretti</div> <div> <div>Verificato</div> <div>Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).</div> </div> </div>				
Ia c.i. [A]	8,999			
Tempo di interruzione [s]	1			
VT a Ia c.i. [V]	50			

<div> <div>Icw [kA]</div> <div>Icw: corrente ammissibile di breve durata</div> <div> <div>Icw</div> <div>Tcw</div> <div>Verificato</div> </div> </div>		
0,1	1	

<div> <div>Caduta di tensione [%]</div> <div> <div>Tensione nominale [V]</div> <div>231</div> </div> </div>		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	1,857	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	2,406	

<div> <div>Correnti di guasto [kA]</div> <div> <div>A regime fondo linea, Picco a inizio linea</div> <div> <div>Max</div> <div>Min</div> <div>Picco</div> </div> </div> </div>			
Fase-N	2,732	1,759	2,733
<div> <div>A transitorio fondo linea</div> <div> <div>Ikv max</div> <div>/_Ikv max [°]</div> </div> </div>			
	2,732	n.c.	



<div> <div>Utenza</div> <div>+Locale Tecnico.Q01-Q01.29</div> <div>Accensione B</div> </div>				
<div> <div>Coord. Ib < Ins < Iz [A]</div> <div> <div>Ib</div> <div><=</div> <div>Ins</div> <div><=</div> <div>Iz</div> </div> <div>1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)</div> </div>				
Fase	6,349	16	30	
Neutro	6,349	16	30	

<div> <div>Verifica contatti indiretti</div> <div> <div>Verificato</div> <div> <div>Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.</div> <div>(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)</div> <div>La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15</div> <div>interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,977 Rapp. trasf. = 1</div> <div>Positiva.</div> </div> </div> </div>				
Ia c.i. [A]	8,974			
Tempo di interruzione [s]	0,4			
VT a Ia c.i. [V]	50			

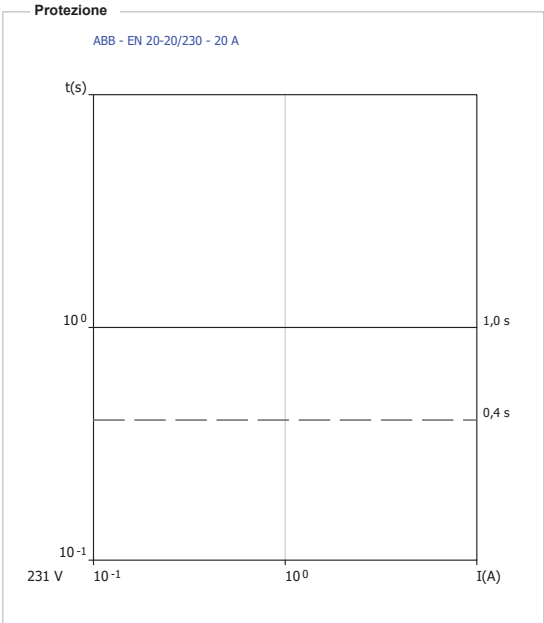
<div> <div>Potere di interruzione - Icw [kA]</div> <div>A transitorio inizio linea</div> <div>Non applicabile</div> </div>	
--	--

<div> <div>Cavo</div> <div>Designazione</div> <div>FG16OH2M16 0,6/1 kV Cca-s1b,d1,a1</div> </div>	
Formazione	3G2.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 33 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 47 <= 90

<div> <div>Caduta di tensione [%]</div> <div> <div>Tensione nominale [V]</div> <div>231</div> </div> </div>		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,051	1,937	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,128	2,534	

<div> <div>K²S²>I²t [A²s]</div> <div> <div>Verificato</div> <div>K²S² conduttore fase</div> <div>1,278*10⁵</div> <div>K²S² neutro</div> <div>1,278*10⁵</div> <div>K²S² PE</div> <div>1,278*10⁵</div> </div> </div>	
--	--

<div> <div>Correnti di guasto [kA]</div> <div> <div>A regime fondo linea, Picco a inizio linea</div> <div> <div>Max</div> <div>Min</div> <div>Picco</div> </div> </div> </div>			
Fase-N	2,338	1,423	2,733
<div> <div>A transitorio fondo linea</div> <div> <div>Ikv max</div> <div>/_Ikv max [°]</div> </div> </div>			
	2,338	n.c.	



Utenza					
+Locale Tecnico.Q01-Q01.30			Accensione C		
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	6,349		16		25
Neutro	6,349		16		25
1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)					
Verifica contatti indiretti					
	Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.		
la c.i. [A]	8,975		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)		
Tempo di interruzione [s]	0,4		La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15		
VT a la c.i. [V]	50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= la c.i. = 8,977 Rapp. trasf. = 1		
Positiva.					

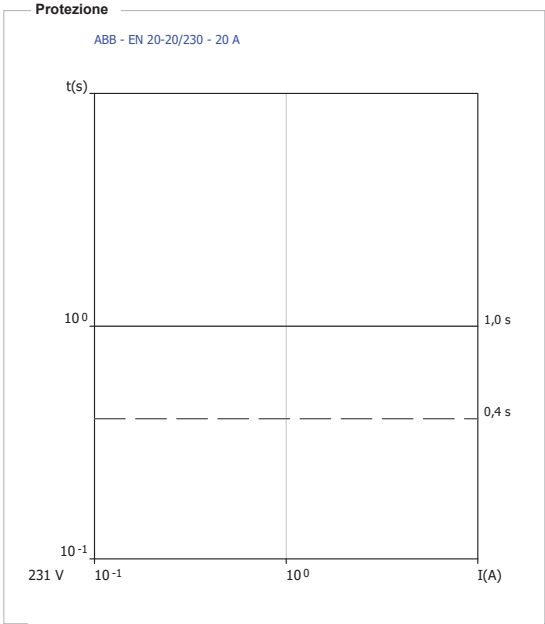
Potere di interruzione - Icw [kA]	
A transitorio inizio linea	Non applicabile

Cavo	
Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3G2.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 34 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 55 <= 90

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,051	1,885	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,127	2,533	

K²S²>I²t [A²s]	
Verificato	
K²S² conduttore fase	1,278*10 ⁵
K²S² neutro	1,278*10 ⁵
K²S² PE	1,278*10 ⁵

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	2,34	1,425	2,733
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	2,34	n.c.	



Utenza						+Locale Tecnico.Q01-Q01.31						Scambio Normale - Emergenza					
Coord. Ib < Ins < Iz [A]																	
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.12: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)											
Fase	3,175		10		30												
Neutro	3,175		10		30												
Verifica contatti indiretti																	
						Verificato						Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.					
la c.i. [A]						8,974						(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)					
Tempo di interruzione [s]						0,4						La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.12					
VT a la c.i. [V]						50						interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= la c.i. = 8,974					
Positiva.																	

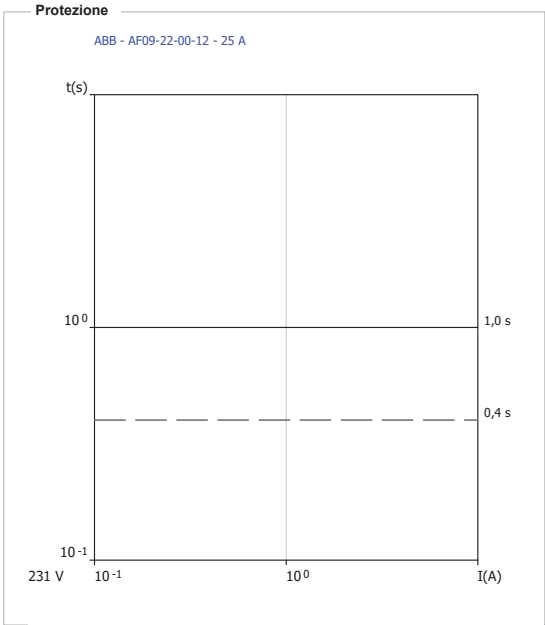
Icw [kA]	
Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw	Tcw
0,3	1

Cavo	
Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	3G2.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 31 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 37 <= 90

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]		231
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0,025	1,882	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0,08	2,486	

K²S²>I²t [A²s]	
Verificato	
K²S² conduttore fase	1,278*10 ⁵
K²S² neutro	1,278*10 ⁵
K²S² PE	1,278*10 ⁵

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	2,338	1,423	2,585
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	2,338	n.c.	



Utenza						Scambio Normale - Emergenza
+Locale Tecnico.Q01-Q01.32						
Coord. Ib < Ins < Iz [A]						1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
Fase	9,62		16		30	
Neutro	9,62		16		30	
Verifica contatti indiretti						Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.15 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,533 Rapp. trasf. = 1 Positiva.
	Verificato					
Ia c.i. [A]	8,531					
Tempo di interruzione [s]	0,4					
VT a Ia c.i. [V]	50					

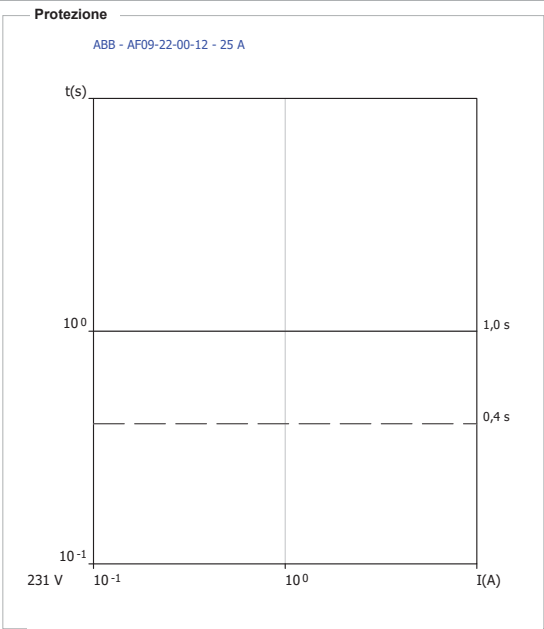
Icw [kA]		
Icw: corrente ammissibile di breve durata		
Icw	Tcw	Verificato
0,3	1	

Cavo		
Designazione	FTG180M16 0,6/1 kV B2ca-s1a,d1,a1	
Formazione	3G2.5	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <=	36 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <=	47 <= 90

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
1,534	3,394	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
2,551	4,957	

K²S²>I²t [A²s]		Verificato
K²S² conduttore fase	1,278*10 ⁵	
K²S² neutro	1,278*10 ⁵	
K²S² PE	1,278*10 ⁵	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,587	0,301	2,733
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	0,587	n.c.	

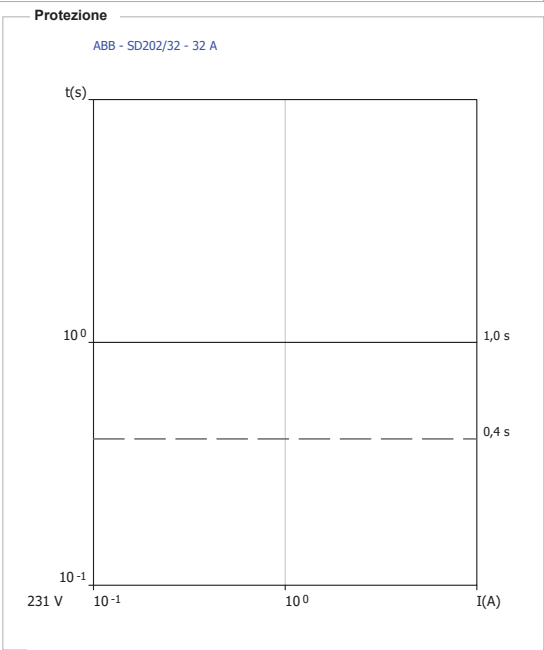


Utenza						Generale Luci Emergenza
+Locale Tecnico.Q01-Q01.33						
Coord. Ib < Ins < Iz [A]						1) Utenza +Locale Tecnico.UPS-UPS.1: Ins = 23,81 [A] (protezione interna UPS)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz	
	12,795		23,81			
Neutro	12,795		23,81			
Verifica contatti indiretti						Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
Verificato						
Ia c.i. [A]	8,908					
Tempo di interruzione [s]	1					
VT a Ia c.i. [V]	50					

Potere di interruzione - Icw [kA]	
A transitorio inizio linea	Non applicabile

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
0	0,317	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
0	0,589	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	1,658	0,932	2,293
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	1,658	n.c.	



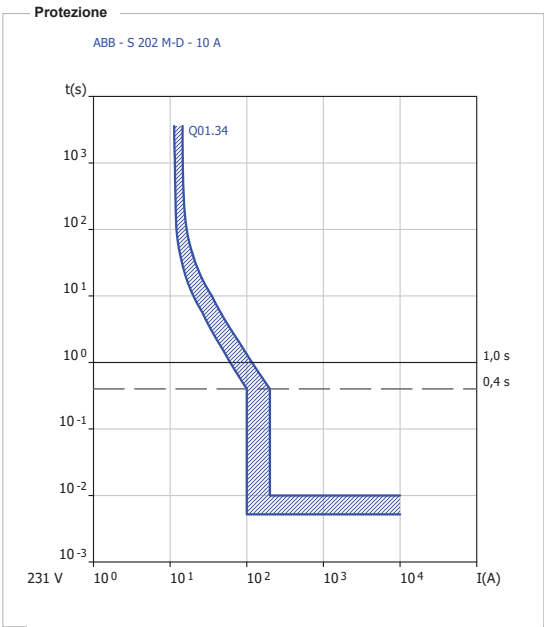
Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.34					Emergenza Circuito 1
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.34: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	3,175		10		22
Neutro	3,175		10		22

Verifica contatti indiretti					Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,001 Positiva.
Ia c.i. [A]	Verificato				
	8,001				
Tempo di interruzione [s]	0,4				
VT a Ia c.i. [V]	50				

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea	Verificato		Verificato (K²S²>I²t)		
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]		Imagmax		
10	1,658		200		
	17,985		145,839		

Cavo			K²S²>I²t [A²s]		
Designazione	FTG180M16 0,6/1 kV B2ca-s1a,d1,a1		Verificato		
Formazione	3G1.5				
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	31	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	42	<=	90

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
1,053	1,371	4	Fase-N	0,29	0,146
Cdt (In)	CdtT (In)		A transitorio fondo linea		
3,32	3,909		Ikv max	/ _Ikv max [°]	
			0,29	n.c.	



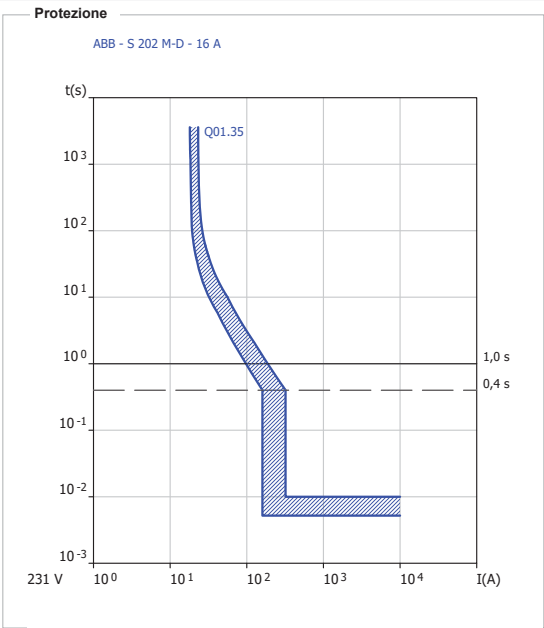
Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.35					Emergenza Circuito 2
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.35: Ins = 16 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	9,62		16		30
Neutro	9,62		16		30

Verifica contatti indiretti					Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,237 Positiva.
Ia c.i. [A]	Verificato				
	8,237				
Tempo di interruzione [s]	0,4				
VT a Ia c.i. [V]	50				

Potere di interruzione [kA]			Sg. mag.<Imagmax [A]		
A transitorio inizio linea	Verificato		Verificato (K²S²>I²t)		
PdI >= Ikm max	/ _Ikm max [°]		Imagmax		
10	1,658		320		
	17,985		191,115		

Cavo			K²S²>I²t [A²s]		
Designazione	FTG180M16 0,6/1 kV B2ca-s1a,d1,a1		Verificato		
Formazione	3G2.5				
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	36	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	47	<=	90

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
2,303	2,622	4	Fase-N	0,378	0,191
Cdt (In)	CdtT (In)		A transitorio fondo linea		
3,829	4,418		Ikv max	/ _Ikv max [°]	
			0,378	n.c.	



Utenza					
+Locale Tecnico.UPS-UPS.0					
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	13,619		25		1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16: Ins = 25 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	13,619		25		
Verifica contatti indiretti					
	Verificato				
Ia c.i. [A]	8,984	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.			
Tempo di interruzione [s]	1	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)			
VT a Ia c.i. [V]	50	La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16			
interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,984					
Positiva.					
Caduta di tensione [%]					
Tensione nominale [V]	231				
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max			
0	1,957	4			
Cdt (In)	CdT (In)				
0	2,537				
Correnti di guasto [kA]					
A regime fondo linea, Picco a inizio linea					
	Max	Min	Picco		
Fase-N	2,475	1,535	2,869		
A transitorio fondo linea					
	Ikv max	I_ikv max [°]			
	2,475	n.c.			

Utenza				
+Locale Tecnico. UPS-UPS.1				
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	13,619		23,81	Ins = 23,81 [A] (valore teorico di sovraccarico)
Neutro	13,619		23,81	
Verifica contatti indiretti				
la c.i. [A]	Verificato		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).	
	8,984			
Tempo di interruzione [s]	1			
VT a la c.i. [V]	50			
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]			A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0	0	4	Fase-N	2,475
Cdt (In)	CdT (In)			1,535
0	0		A transitorio fondo linea	
			Ikv max	/_Ikv max [°]
			2,475	n.c.

Utenza

+Locale Tecnico.UPS-UPS.2

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib<=Ins<=Iz

Fase12,79523,8140

Neutro12,79523,8140

1) Utenza +Locale Tecnico.UPS-UPS.1: Ins = 23,81 [A] (protezione interna UPS)

Verifica contatti indiretti

Verificato

la c.i. [A]8,908

Tempo di interruzione [s]1

VT a la c.i. [V]50

Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.

(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)

La protezione dell'utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.16

interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= la c.i. = 8,908

Positiva.

Cavo

DesignazioneFTG180M16 0,6/1 kV B2ca-s1a,d1,a1

Formazione3G4

Temperatura cavo a Ib [°C]30<=36<=90

Temperatura cavo a In [°C]30<=51<=90

K²S²>I²t [A²s]

Verificato

K²S² conduttore fase3,272*10⁵

K²S² neutro3,272*10⁵

K²S² PE3,272*10⁵

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]231

Cdt (Ib)CdtT (Ib)Cdt max

0,3170,3174

Cdt (In)CdtT (In)

0,5890,589

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

MaxMinPicco

Fase-N1,6580,9322,869

A transitorio fondo linea

Ikv maxI_ikv max [°]

1,658n.c.

Utenza				
+Impianto PV.QAC-QAC.2				
Protezione SPD				
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase			80	
Neutro	0		40	
1) Utenza +Impianto PV.QAC-QAC.4: Ins = 80 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato	Utenza di tipo SPD.		
Ia c.i. [A]	8,999			
Tempo di interruzione [s]	1			
VT a Ia c.i. [V]	50			
Caduta di tensione [%]				
Tensione nominale [V]	400			
Cdt (Ib)	CdT (Ib)	Cdt max		
0	1,836	4		
Cdt (In)	CdT (In)			
0	2,337			
Correnti di guasto [kA]				
A regime fondo linea, Picco a inizio linea				
	Max	Min	Picco	
Trifase	5,401	3,738	5,026	
Bifase	4,678	3,237	4,58	
Bifase-N	4,966	3,396	4,771	
Fase-N	2,657	1,697	3,51	
A transitorio fondo linea				
	Ikv max	/_Ikv max [°]		
	5,401	n.c.		

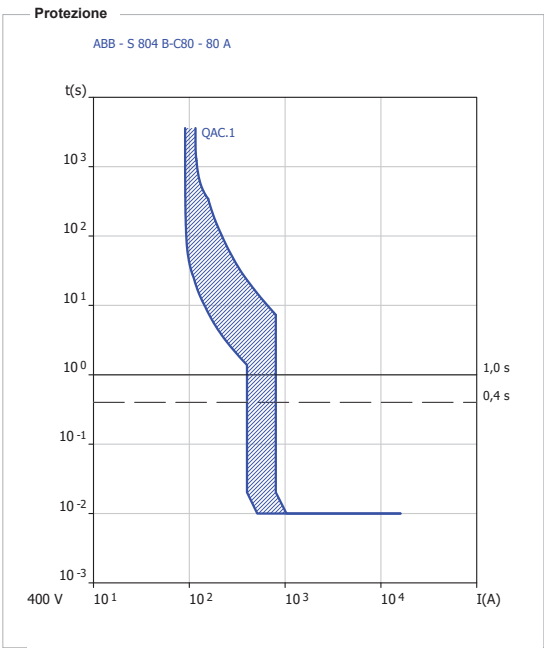
Utenza				Contatore di Produzione				
+Impianto PV.QAC-M2								
Coord. Ib < Ins < Iz [A]								
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.2: Ins = 80 [A] (sgancio protezione termica)		
Fase	57,461		80					
Neutro	0,481		80					
Verifica contatti indiretti								
				Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).			
Ia c.i. [A]				8,998				
Tempo di interruzione [s]				1				
VT a Ia c.i. [V]				50				
Caduta di tensione [%]				Correnti di guasto [kA]				
Tensione nominale [V]				400	A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt (Ib)		CdtT (Ib)	Cdt max		Max	Min	Picco	
0		1,861	4		Trifase	5,392	3,724	5,078
Cdt (In)		CdtT (In)			Bifase	4,669	3,225	4,634
0		2,371			Bifase-N	4,932	3,364	4,83
					Fase-N	2,595	1,624	3,551
				A transitorio fondo linea				
					Ikv max	I_ikv max [°]		
					5,479	n.c.		

Utenza						Collegamento M2 - QAC	
+Impianto PV.QAC-QAC.0							
Coord. Ib < Ins < Iz [A]							
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Locale Tecnico.Q01-Q01.2: Ins = 80 [A] (sgancio protezione termica)	
Fase	57,461		80		105		
Neutro	0,481		80		105		
Verifica contatti indiretti							
			Verificato		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.		
Ia c.i. [A]			8,999		(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)		
Tempo di interruzione [s]			1		La protezione dell'utenza +Esterno.Q00-Q00.1		
VT a Ia c.i. [V]			50		interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 <= Ia c.i. = 8,999		
						Positiva.	
Cavo						K²S²>I²t [A²s]	
Designazione			FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3			Verificato	
Formazione			5G25			K²S² conduttore fase	
Temperatura cavo a Ib [°C]			30	<=	48	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]			30	<=	65	<=	90
K²S² neutro			1,278*10 ⁷				
K²S² PE			1,278*10 ⁷				
Caduta di tensione [%]						Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]						A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)		CdtT (Ib)	Cdt max		Max	Min	Picco
-0,025		1,836	4		Trifase	5,313	3,641
Cdt (In)		CdtT (In)			Bifase	4,601	3,153
-0,035		2,337			Bifase-N	4,857	3,287
					Fase-N	2,557	1,594
						A transitorio fondo linea	
					Ikv max	I_ikv max [°]	
					5,401	n.c.	

Utenza					
+Impianto PV.QAC-QAC.1			Generale		
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	57,461		80		1) Utenza +Impianto PV.QAC-QAC.1: Ins = 80 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0,481		80		

Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).	
Ia c.i. [A]	Verificato		
Tempo di interruzione [s]	8,999		
VT a Ia c.i. [V]	1		
	50		

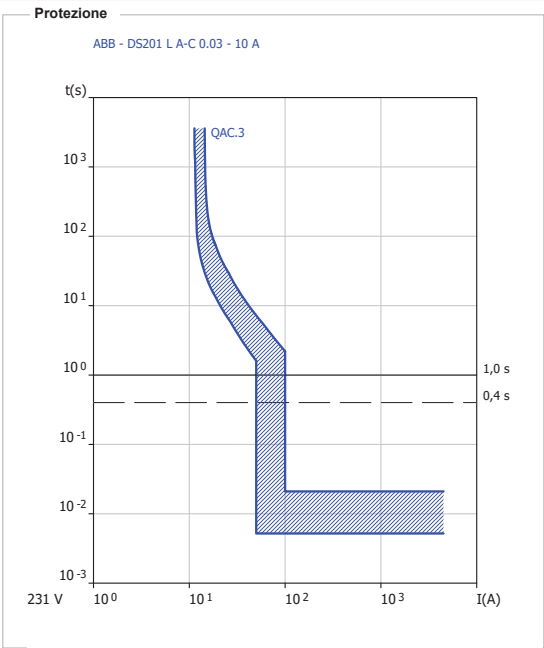
Potere di interruzione [kA]		Sg. mag.<Imagmax [A]	
A transitorio inizio linea	Verificato	Verificato	
PdI >= Ikm max	/_Ikm max ["]	Sg. mag.	< Imagmax
16	5,313	800	1593,59
Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	400	A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	
0	1,836	4	
Cdt (In)	CdtT (In)		
0	2,337		
		A transitorio fondo linea	
		Ikv max	/_Ikv max ["]
		5,401	n.c.



Utenza		Ausiliari			
+Impianto PV.QAC-QAC.3					
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0,481		10		1) Utenza +Impianto PV.QAC-QAC.3: Ins = 10 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0,481		10		

Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).	
Ia c.i. [A]	Verificato		
Tempo di interruzione [s]	8,999		
VT a Ia c.i. [V]	0,4		
	50		

Potere di interruzione [kA]		Sg. mag.<Imagmax [A]	
A transitorio inizio linea	Verificato	Verificato	
PdI >= Ikm max	/_Ikm max ["]	Sg. mag.	< Imagmax
4,5	2,656	100	1697,025
Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	
0	1,786	4	
Cdt (In)	CdtT (In)		
0	2,337		
		A transitorio fondo linea	
		Ikv max	/_Ikv max ["]
		2,656	n.c.



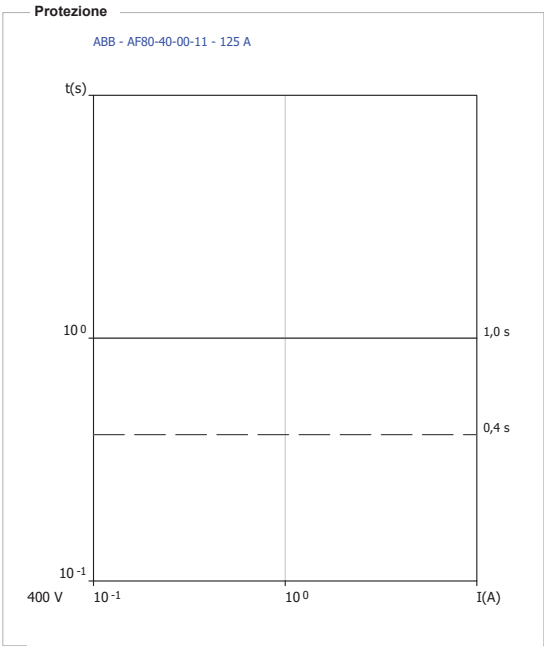
Utenza				Dispositivo di Interfaccia	
+Impianto PV.QAC-DDI					
Coord. Ib < Ins < Iz [A]					
	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	57,461		80		1) Utenza +Impianto PV.QAC-QAC.4: Ins = 80 [A] (sgancio protezione termica)
Neutro	0		40		Nota: Protezione da valle

Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).	
Ia c.i. [A]	Verificato	8,999	
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a Ia c.i. [V]	50		

Icw [kA]	
Icw: corrente ammissibile di breve durata	
Icw	Tcw
1,2	Verificato

Caduta di tensione [%]	
Tensione nominale [V]	400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)
0	1,836
Cdt (In)	CdtT (In)
0	2,337

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,313	3,641	5,026
Bifase	4,601	3,153	4,58
Bifase-N	4,857	3,287	4,771
Fase-N	2,557	1,594	3,51
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	5,401	n.c.	



Utenza				
+Impianto PV.QAC-QAC.4				
Inverter 1				
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	28,731		40	60
Neutro	0		40	60

1) Utenza +Impianto PV.QAC-QAC.4: Ins = 40 [A] (sgancio protezione termica)

Verifica contatti indiretti		Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Impianto PV.QAC-QAC.4 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,3 <= Ia c.i. = 8,993 Positiva.	
Ia c.i. [A]	Verificato	8,993	
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a Ia c.i. [V]	50		

Potere di interruzione [kA]	
A transitorio inizio linea	Verificato
PdI >= IkM max	/_IkM max [°]
6	5,357

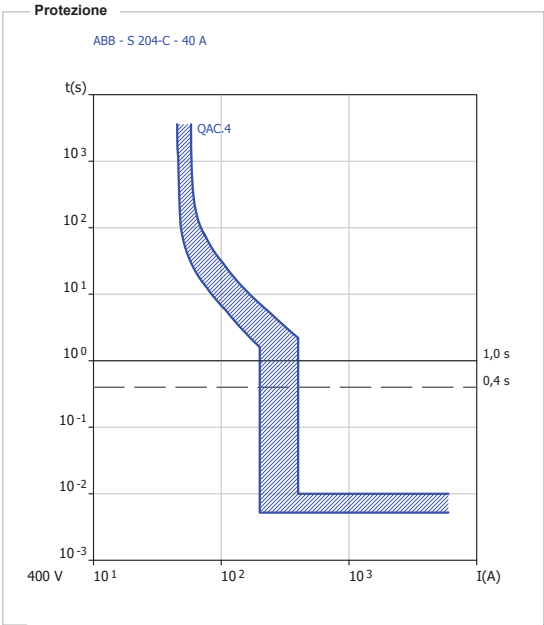
Sg. mag.<Imagmax [A]	
Sg. mag.	< Imagmax
400	Verificato
	1566,383

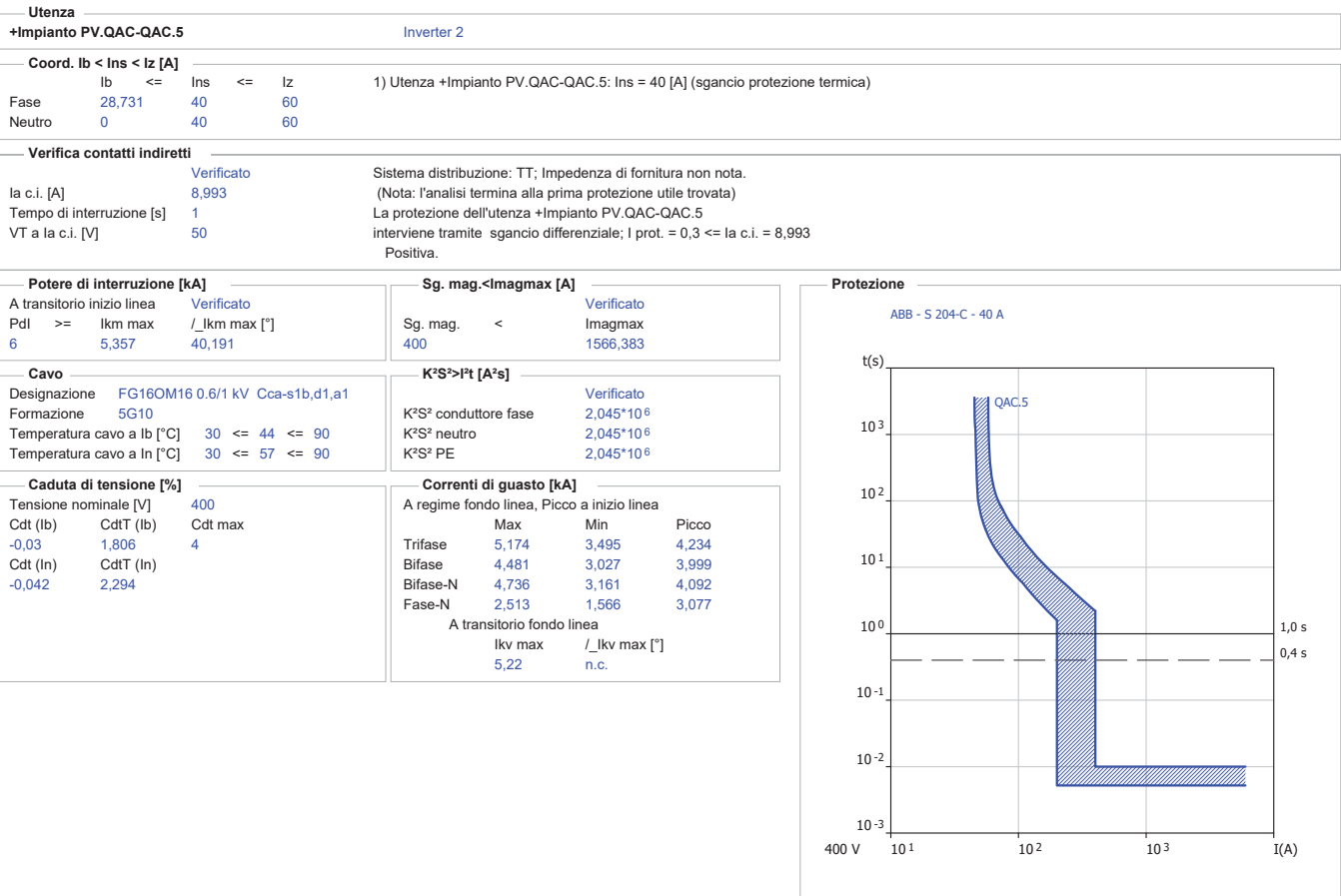
Cavo	
Designazione	FG16OM16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1
Formazione	5G10
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 44 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 57 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
K²S² conduttore fase	Verificato
K²S² neutro	2,045*10 ⁶
K²S² PE	2,045*10 ⁶

Caduta di tensione [%]	
Tensione nominale [V]	400
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)
-0,03	1,806
Cdt (In)	CdtT (In)
-0,042	2,294

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	5,174	3,495	4,234
Bifase	4,481	3,027	3,999
Bifase-N	4,736	3,161	4,092
Fase-N	2,513	1,566	3,077
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_Ikv max [°]	
	5,22	n.c.	





Utenza

+Impianto PV.ROOF-ROOF.1

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.7: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)
Fase	10,68	12		54	Nota: Protezione da valle
Neutro	10,68	12		54	

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza con grado di protezione di classe II.

la c.i. [A]
Classe II
Tempo di interruzione [s]
5
VT a la c.i. [V]
120
VT a Iccft [V]
0
VT_IT 2° [V]
7,71170654161252E19

Cavo

Designazione
H1Z2Z2-K
Formazione
2x(1x6)
Temperatura cavo a Ib [°C]
30 <= 32 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]
30 <= 33 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

Verifica: n.d.
K²S² conduttore fase
7,362*10⁵
K²S² neutro
7,362*10⁵

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]
632
Cdt (Ib)
CdtT (Ib)
Cdt max
-0,014
-0,011
4
Cdt (In)
CdtT (In)
-0,016
-0,016

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea
Max
Min
Picco
Fase-N
0
0
0,011
Sistema IT
IkITmax
IkITmin
0,006
0,005
A transitorio fondo linea
IkV max
/_IkV max [°]
0,011
n.c.

Utenza

+Impianto PV.ROOF-ROOF.2

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.8: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)
Fase	10,68	12		54	Nota: Protezione da valle
Neutro	10,68	12		54	

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza con grado di protezione di classe II.

la c.i. [A]
Classe II
Tempo di interruzione [s]
5
VT a la c.i. [V]
120
VT a Iccft [V]
0
VT_IT 2° [V]
7,71170654161252E19

Cavo

Designazione
H1Z2Z2-K
Formazione
2x(1x6)
Temperatura cavo a Ib [°C]
30 <= 32 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]
30 <= 33 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

Verifica: n.d.
K²S² conduttore fase
7,362*10⁵
K²S² neutro
7,362*10⁵

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]
632
Cdt (Ib)
CdtT (Ib)
Cdt max
-0,014
-0,011
4
Cdt (In)
CdtT (In)
-0,016
-0,016

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea
Max
Min
Picco
Fase-N
0
0
0,011
Sistema IT
IkITmax
IkITmin
0,006
0,005
A transitorio fondo linea
IkV max
/_IkV max [°]
0,011
n.c.

Utenza

+Impianto PV.ROOF-ROOF.3

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib<=Ins<=Iz

Fase10,681254

Neutro10,681254

1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.9: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)

Nota: Protezione da valle

Verifica contatti indiretti

Verificato

Classe II

Utenza con grado di protezione di classe II.

Ia c.i. [A]

Tempo di interruzione [s]

VT a Ia c.i. [V]

VT a Iccft [V]

VT_IT 2° [V]

5

120

0

7,71170654161252E19

Cavo

DesignazioneH1Z2Z2-K

Formazione2x(1x6)

Temperatura cavo a Ib [°C]30<=32<=90

Temperatura cavo a In [°C]30<=33<=90

K²S²>I²t [A²s]

Verifica: n.d.

K²S² conduttore fase7,362*10⁵

K²S² neutro7,362*10⁵

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]632

Cdt (Ib)CdtT (Ib)Cdt max

-0,014-0,0114

Cdt (In)CdtT (In)

-0,016-0,016

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

MaxMinPicco

Fase-N000,011

Sistema IT

IkITmaxIkITmin

0,0060,005

A transitorio fondo linea

IkV max/_IkV max [°]

0,011n.c.

Utenza

+Impianto PV.ROOF-ROOF.4

Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	10,68	12	<=	54
Neutro	10,68	12	<=	54

1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.10: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)

Nota: Protezione da valle

Verifica contatti indiretti

Verificato

Classe II

Utenza con grado di protezione di classe II.

Ia c.i. [A]	
Tempo di interruzione [s]	5
VT a Ia c.i. [V]	120
VT a Iccft [V]	0
VT_IT 2° [V]	7,71170654161252E19

Cavo

Designazione	H1Z2Z2-K
Formazione	2x(1x6)
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 32 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 33 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

K²S² conduttore fase	Verifica: n.d. 7,362*10 ⁵
K²S² neutro	7,362*10 ⁵

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	632	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max
-0,014	-0,011	4
Cdt (In)	CdtT (In)	
-0,016	-0,016	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0	0	0,011
Sistema IT			
	IkITmax	IkITmin	
	0,006	0,005	
A transitorio fondo linea			
	Ikv max	/_IkV max [°]	
	0,011	n.c.	

Utenza									
+Impianto PV.ROOF-ROOF.5									
Coord. Ib < Ins < Iz [A]									
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.11: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)			
Fase	10,68		12		54	Nota: Protezione da valle			
Neutro	10,68		12		54				
Verifica contatti indiretti									
					Verificato	Utenza con grado di protezione di classe II.			
					Classe II				
Ia c.i. [A]					5				
Tempo di interruzione [s]					120				
VT a Ia c.i. [V]					0				
VT a Iccft [V]					7,71170654161252E19				
VT_IT 2° [V]									
Cavo									
Designazione					H1Z2Z2-K				
Formazione					2x(1x6)				
Temperatura cavo a Ib [°C]					30	<=	32	<=	90
Temperatura cavo a In [°C]					30	<=	33	<=	90
K²S²>I²t [A²s]									
					Verifica: n.d.				
					K²S² conduttore fase				
					7,362*10 ⁵				
					K²S² neutro				
					7,362*10 ⁵				
Caduta di tensione [%]									
Tensione nominale [V]					632				
Cdt (Ib)					Cdt (Ib)	Cdt max			
-0,014					-0,011	4			
Cdt (In)					Cdt (In)				
-0,016					-0,016				
Correnti di guasto [kA]									
A regime fondo linea, Picco a inizio linea									
					Max	Min	Picco		
Fase-N					0	0	0,011		
Sistema IT									
					IkITmax	IkITmin			
					0,006	0,005			
A transitorio fondo linea									
					IkV max	I_IkV max [°]			
					0,011	n.c.			

Utenza									
+Impianto PV.ROOF-ROOF.6									
Coord. Ib < Ins < Iz [A]									
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.6: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)			
Fase	10,68		12						
Neutro	10,68		12						
Verifica contatti indiretti									
					Verificato	Utenza con grado di protezione di classe II.			
Ia c.i. [A]					Classe II				
Tempo di interruzione [s]					0,1				
VT a Ia c.i. [V]					120				
VT a Iccft [V]					0				
VT_IT 2° [V]					7,71170655562049E19				
Caduta di tensione [%]									
Tensione nominale [V]					632	Correnti di guasto [kA]			
Cdt (Ib)					CdtT (Ib)	A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
Cdt max					4	Max Min Picco			
0					-0,011	Fase-N 0 0 0,011			
Cdt (In)					CdtT (In)	Sistema IT			
0					-0,016	IkITmax IkITmin			
						0,006 0,005			
						A transitorio fondo linea			
						IkV max I_ IkV max [°]			
						0,011 n.c.			

Utenza				
+Impianto PV.ROOF-ROOF.7				
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	10,68		12	
Neutro	10,68		12	
1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.7: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)				
Verifica contatti indiretti				
		Verificato	Utenza con grado di protezione di classe II.	
Ia c.i. [A]		Classe II		
Tempo di interruzione [s]		0,1		
VT a Ia c.i. [V]		120		
VT a Iccft [V]		0		
VT_IT 2° [V]		7,71170655562049E19		
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]		632	A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0	-0,011	4		Picco
Cdt (In)	CdtT (In)		Fase-N	0
0	-0,016			0,011
			Sistema IT	
			IktTmax	IktTmin
			0,006	0,005
			A transitorio fondo linea	
			Ikv max	/_Ikv max [°]
			0,011	n.c.

Utenza				
+Impianto PV.ROOF-ROOF.8				
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	10,68		12	
Neutro	10,68		12	
1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.8: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)				
Verifica contatti indiretti				
		Verificato	Utenza con grado di protezione di classe II.	
Ia c.i. [A]		Classe II		
Tempo di interruzione [s]		0,1		
VT a Ia c.i. [V]		120		
VT a Iccft [V]		0		
VT_IT 2° [V]		7,71170655562049E19		
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]		632	A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min
0	-0,011	4		Picco
Cdt (In)	CdtT (In)		Fase-N	0
0	-0,016			0,011
			Sistema IT	
			IktTmax	IktTmin
			0,006	0,005
			A transitorio fondo linea	
			Ikv max	/_Ikv max [°]
			0,011	n.c.

Utenza				
+Impianto PV.ROOF-ROOF.9				
Coord. Ib < Ins < Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	10,68		12	
Neutro	10,68		12	
1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.9: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)				
Verifica contatti indiretti				
		Verificato	Utenza con grado di protezione di classe II.	
Ia c.i. [A]		Classe II		
Tempo di interruzione [s]		0,1		
VT a Ia c.i. [V]		120		
VT a Iccft [V]		0		
VT_IT 2° [V]		7,71170655562049E19		
Caduta di tensione [%]				
Tensione nominale [V]		632		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max		
0	-0,011	4		
Cdt (In)	CdtT (In)			
0	-0,016			
Correnti di guasto [kA]				
A regime fondo linea, Picco a inizio linea				
	Max	Min	Picco	
Fase-N	0	0	0,011	
Sistema IT				
	IkITmax	IkITmin		
	0,006	0,005		
A transitorio fondo linea				
	Ikv max	/_Ikv max [°]		
	0,011	n.c.		

Utenza

+Impianto PV.ROOF-ROOF.10

Coord. Ib < Ins < Iz [A]

Ib<=Ins<=Iz

1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.10: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)

Fase

10,6812

Neutro

10,6812

Verifica contatti indiretti

Verificato

Utenza con grado di protezione di classe II.

Ia c.i. [A]

Classe II

Tempo di interruzione [s]

0,1

VT a Ia c.i. [V]

120

VT a Iccft [V]

0

VT_IT 2° [V]

7,71170655562049E19

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]

632

Cdt (Ib)

CdtT (Ib)

Cdt max

0

-0,011

4

Cdt (In)

CdtT (In)

0

-0,016

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea

Max

Min

Picco

Fase-N

0

0

0,011

Sistema IT

IkITmax

IkITmin

0,006

0,005

A transitorio fondo linea

IkV max

I_kV max [°]

0,011

n.c.

Utenza	
+Impianto PV.ROOF-ROOF.11	

Coord. Ib < Ins < Iz [A]					1) Utenza +Impianto PV.ROOF-ROOF.11: Ins = 12 [A] (valore teorico di sovraccarico)
Fase	Ib	<=	Ins	<=	Iz
	10,68		12		
Neutro	10,68		12		

Verifica contatti indiretti	
la c.i. [A]	Verificato
Tempo di interruzione [s]	Classe II
VT a la c.i. [V]	0,1
VT a Iccft [V]	120
VT a Iccft [V]	0
VT_IT 2° [V]	7,71170655562049E19
Utenza con grado di protezione di classe II.	

Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	632		A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt (Ib)	CdtT (Ib)	Cdt max	Max	Min	Picco
0	-0,011	4	Fase-N	0	0
Cdt (In)	CdtT (In)		Sistema IT		
0	-0,016		IklTmax	IklTmin	
			0,006	0,005	
			A transitorio fondo linea		
			IkV max	/ _IkV max [°]	
			0,011	n.c.	

ALLEGATO 2
CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Struttura polivalente Rovetta

CAMPI DA GIOCO
ILLUMINAZIONE ORDINARIA

Campo calcio 5
CONI classe 1
Em=200lux; U0=0,5

Tennis
CONI classe 1
Em=300lux; U0=0,5

Responsabile:
No. ordine:
Ditta:
No. cliente:

Data: 10.03.2021
Redattore:



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Indice

Struttura polivalente Rovetta

Copertina progetto	1
Indice	2

GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1

Scheda tecnica apparecchio	3
----------------------------	---

Struttura polivalente

Lista pezzi lampade	4
Lampade (planimetria)	5
Lampade (lista coordinate)	6
Griglia di calcolo (lista coordinate)	7
Osservatore GR (panoramica risultati)	8
Rendering colori sfalsati	15

Superfici locale

Area polivalente

Isolinee (E, perpendicolare)	16
Livelli di grigio (E, perpendicolare)	17

Calcio a 5

Riepilogo	18
Isolinee (E, perpendicolare)	19
Livelli di grigio (E, perpendicolare)	20
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	21

Tennis

Riepilogo	22
Isolinee (E, perpendicolare)	23
Livelli di grigio (E, perpendicolare)	24
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	25

Superfici oggetto

Palestra

Superficie 1

Isolinee (E)	26
Livelli di grigio (E)	27
Grafica dei valori (E)	28

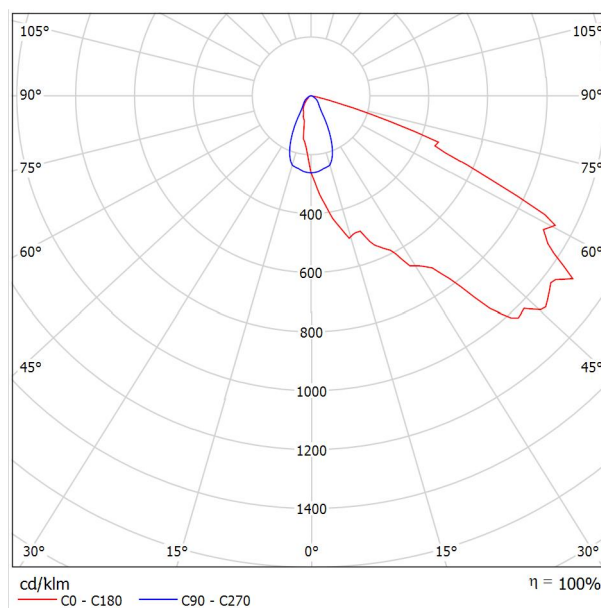


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 42 82 99 100 100

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

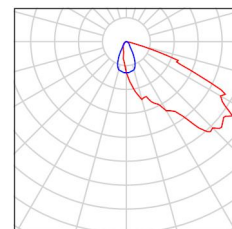


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Lista pezzi lampade

16 Pezzo GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M -
A1 LED 840 1-10V CL1
Articolo No.: GWP2284CS
Flusso luminoso (Lampada): 35595 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 35600 lm
Potenza lampade: 330.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 42 82 99 100 100
Dotazione: 1 x LED 330W/840 35600lm (Fattore
di correzione 1.000).

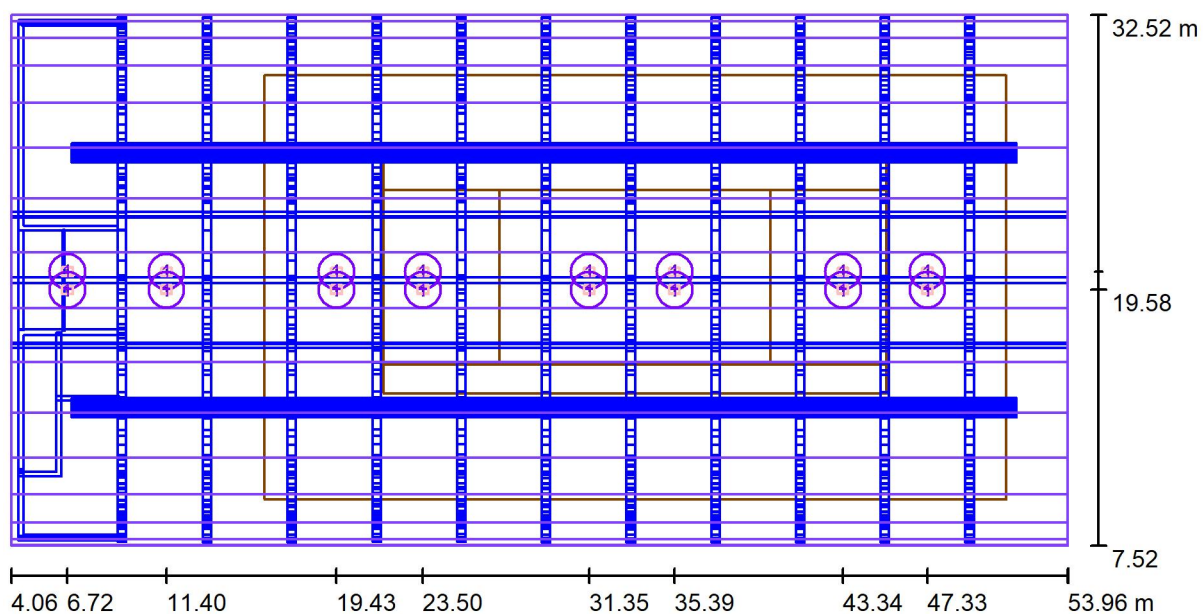
Per un'immagine della
lampada consultare il
nostro catalogo
lampade.





Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 357

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	16	GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1

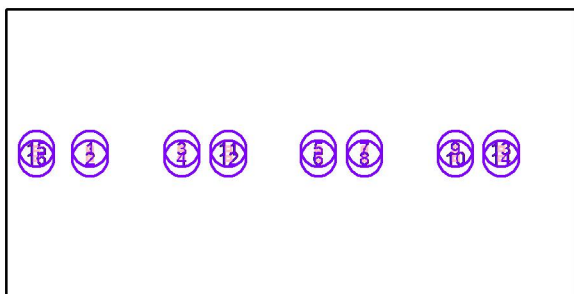


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Lampade (lista coordinate)

GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1

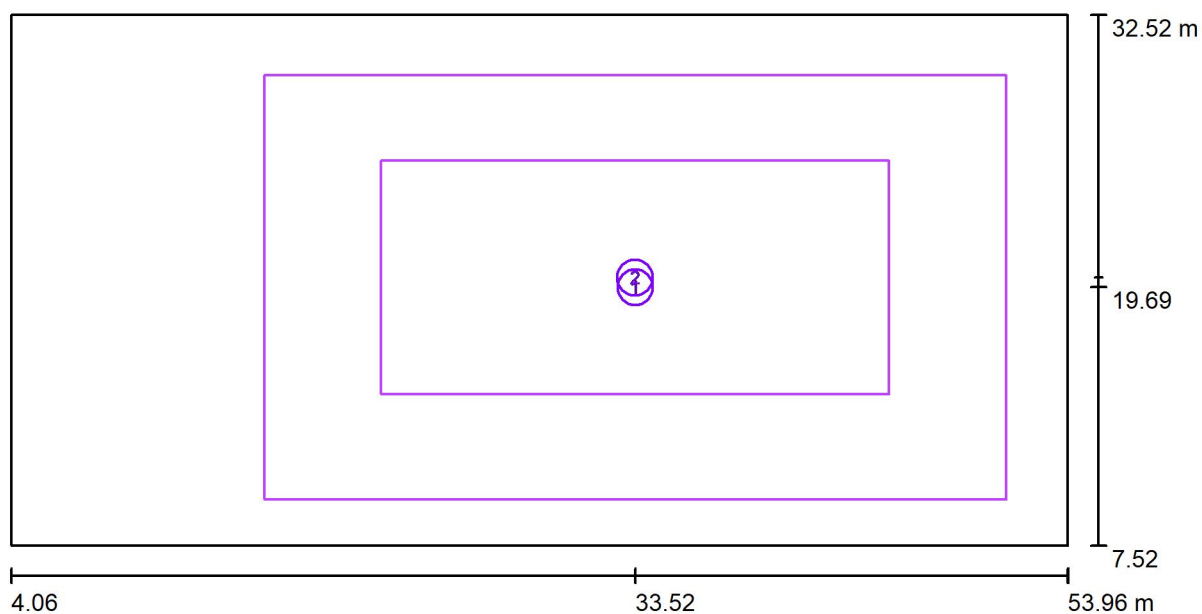
35595 lm, 330.0 W, 1 x 1 x LED 330W/840 35600lm (Fattore di correzione 1.000).



No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	11.400	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
2	11.400	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
3	19.427	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
4	19.427	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
5	31.351	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
6	31.350	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
7	35.387	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
8	35.386	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
9	43.342	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
10	43.341	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
11	23.503	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
12	23.502	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
13	47.327	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
14	47.326	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
15	6.720	20.423	10.000	0.0	-5.0	90.0
16	6.719	19.577	10.000	0.0	-5.0	-90.0



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Griglia di calcolo (lista coordinate)

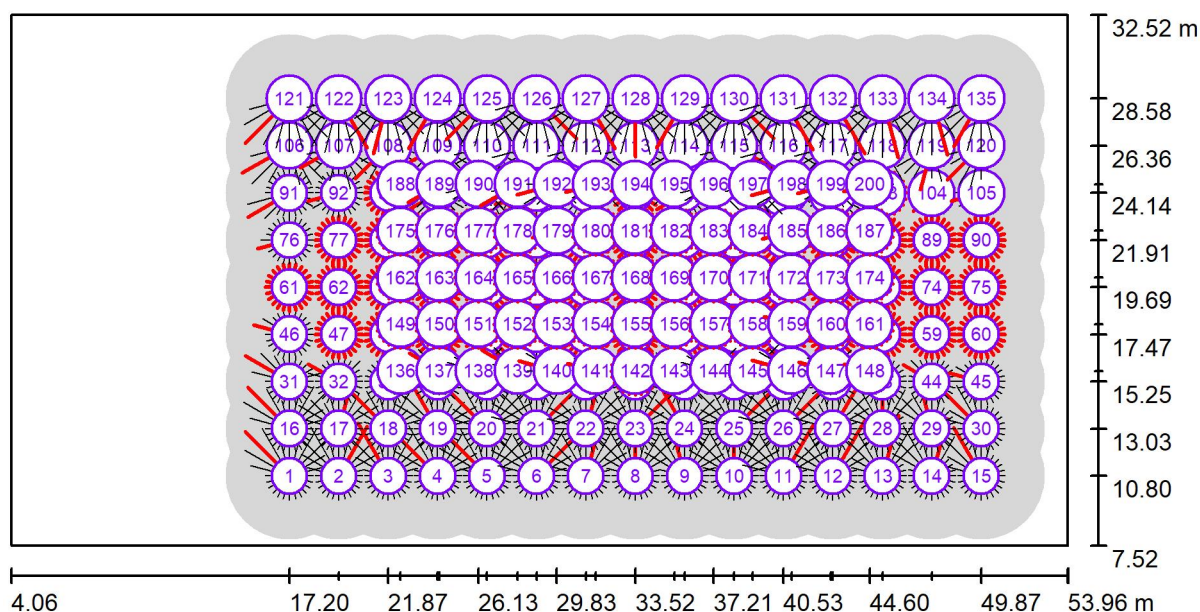
Scala 1 : 357

Liste delle griglie di calcolo

No.	Denominazione	Posizione [m]			Dimensioni [m]		Rotazione [°]		
		X	Y	Z	L	P	X	Y	Z
1	Calcio a 5	33.532	19.693	0.000	35.000	20.000	0.0	0.0	0.0
2	Tennis	33.519	20.151	0.000	24.000	11.000	0.0	0.0	0.0

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)



Scala 1 : 357

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]			Inclinazione	Max
		X	Y	Z					
1	Osservatore GR 1	17.199	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	26 ¹⁾
2	Osservatore GR 2	19.532	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
3	Osservatore GR 3	21.866	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	25 ¹⁾
4	Osservatore GR 4	24.199	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	25 ¹⁾

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]		Area angolo di mira [°]		Max
		X	Y	Z					
5	Osservatore GR 5	26.532	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
6	Osservatore GR 6	28.866	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
7	Osservatore GR 7	31.199	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
8	Osservatore GR 8	33.532	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	25 ¹⁾
9	Osservatore GR 9	35.866	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
10	Osservatore GR 10	38.199	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
11	Osservatore GR 11	40.532	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	25 ¹⁾
12	Osservatore GR 12	42.866	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	27 ¹⁾
13	Osservatore GR 13	45.199	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	26 ¹⁾
14	Osservatore GR 14	47.532	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	25 ¹⁾
15	Osservatore GR 15	49.866	10.804	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	23 ¹⁾
16	Osservatore GR 16	17.199	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
17	Osservatore GR 17	19.532	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
18	Osservatore GR 18	21.866	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
19	Osservatore GR 19	24.199	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
20	Osservatore GR 20	26.532	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	23 ¹⁾
21	Osservatore GR 21	28.866	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	22 ¹⁾
22	Osservatore GR 22	31.199	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
23	Osservatore GR 23	33.532	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	20 ¹⁾
24	Osservatore GR 24	35.866	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
25	Osservatore GR 25	38.199	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	22 ¹⁾
26	Osservatore GR 26	40.532	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	23 ¹⁾
27	Osservatore GR 27	42.866	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
28	Osservatore GR 28	45.199	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
29	Osservatore GR 29	47.532	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
30	Osservatore GR 30	49.866	13.026	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
31	Osservatore GR 31	17.199	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
32	Osservatore GR 32	19.532	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	15 ¹⁾
33	Osservatore GR 33	21.866	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ¹⁾
34	Osservatore GR 34	24.199	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	16 ¹⁾
35	Osservatore GR 35	26.532	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾
36	Osservatore GR 36	28.866	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
37	Osservatore GR 37	31.199	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	15 ¹⁾
38	Osservatore GR 38	33.532	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ¹⁾
39	Osservatore GR 39	35.866	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	15 ¹⁾
40	Osservatore GR 40	38.199	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]		Inclinazione		Max
		X	Y	Z					
41	Osservatore GR 41	40.532	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾
42	Osservatore GR 42	42.866	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	15 ¹⁾
43	Osservatore GR 43	45.199	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ¹⁾
44	Osservatore GR 44	47.532	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 ¹⁾
45	Osservatore GR 45	49.866	15.248	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 ¹⁾
46	Osservatore GR 46	17.199	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	16 ¹⁾
47	Osservatore GR 47	19.532	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
48	Osservatore GR 48	21.866	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
49	Osservatore GR 49	24.199	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
50	Osservatore GR 50	26.532	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
51	Osservatore GR 51	28.866	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ¹⁾
52	Osservatore GR 52	31.199	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
53	Osservatore GR 53	33.532	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
54	Osservatore GR 54	35.866	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
55	Osservatore GR 55	38.199	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
56	Osservatore GR 56	40.532	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
57	Osservatore GR 57	42.866	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
58	Osservatore GR 58	45.199	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
59	Osservatore GR 59	47.532	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
60	Osservatore GR 60	49.866	17.470	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
61	Osservatore GR 61	17.199	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
62	Osservatore GR 62	19.532	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
63	Osservatore GR 63	21.866	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
64	Osservatore GR 64	24.199	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
65	Osservatore GR 65	26.532	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
66	Osservatore GR 66	28.866	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
67	Osservatore GR 67	31.199	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
68	Osservatore GR 68	33.532	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
69	Osservatore GR 69	35.866	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
70	Osservatore GR 70	38.199	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
71	Osservatore GR 71	40.532	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
72	Osservatore GR 72	42.866	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
73	Osservatore GR 73	45.199	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
74	Osservatore GR 74	47.532	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
75	Osservatore GR 75	49.866	19.693	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
76	Osservatore GR 76	17.199	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 ¹⁾



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]		Grandezza intervallo	Inclinazione	Max
		X	Y	Z	Avvio	Fine			
77	Osservatore GR 77	19.532	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
78	Osservatore GR 78	21.866	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
79	Osservatore GR 79	24.199	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
80	Osservatore GR 80	26.532	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
81	Osservatore GR 81	28.866	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	12 ₁₎
82	Osservatore GR 82	31.199	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
83	Osservatore GR 83	33.532	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
84	Osservatore GR 84	35.866	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
85	Osservatore GR 85	38.199	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
86	Osservatore GR 86	40.532	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
87	Osservatore GR 87	42.866	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
88	Osservatore GR 88	45.199	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
89	Osservatore GR 89	47.532	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
90	Osservatore GR 90	49.866	21.915	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
91	Osservatore GR 91	17.199	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	20 ₁₎
92	Osservatore GR 92	19.532	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ₁₎
93	Osservatore GR 93	21.866	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
94	Osservatore GR 94	24.199	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 ₁₎
95	Osservatore GR 95	26.532	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ₁₎
96	Osservatore GR 96	28.866	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ₁₎
97	Osservatore GR 97	31.199	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ₁₎
98	Osservatore GR 98	33.532	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
99	Osservatore GR 99	35.866	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 ₁₎
100	Osservatore GR 100	38.199	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ₁₎
101	Osservatore GR 101	40.532	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ₁₎
102	Osservatore GR 102	42.866	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ₁₎
103	Osservatore GR 103	45.199	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
104	Osservatore GR 104	47.532	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ₁₎
105	Osservatore GR 105	49.866	24.137	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ₁₎

106	Osservatore GR 106	17.199	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	23 ¹⁾
107	Osservatore GR 107	19.532	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
108	Osservatore GR 108	21.866	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
109	Osservatore GR 109	24.199	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
110	Osservatore GR 110	26.532	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
111	Osservatore GR 111	28.866	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	20 ¹⁾
112	Osservatore GR 112	31.199	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]		Grandezza intervallo	Inclinazione	Max
		X	Y	Z	Avvio	Fine			
113	Osservatore GR 113	33.532	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾
114	Osservatore GR 114	35.866	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾
115	Osservatore GR 115	38.199	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	21 ¹⁾
116	Osservatore GR 116	40.532	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	22 ¹⁾
117	Osservatore GR 117	42.866	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
118	Osservatore GR 118	45.199	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
119	Osservatore GR 119	47.532	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	19 ¹⁾
120	Osservatore GR 120	49.866	26.359	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	20 ¹⁾
121	Osservatore GR 121	17.199	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	26 ¹⁾
122	Osservatore GR 122	19.532	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
123	Osservatore GR 123	21.866	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
124	Osservatore GR 124	24.199	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
125	Osservatore GR 125	26.532	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
126	Osservatore GR 126	28.866	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
127	Osservatore GR 127	31.199	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
128	Osservatore GR 128	33.532	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
129	Osservatore GR 129	35.866	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
130	Osservatore GR 130	38.199	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	23 ¹⁾
131	Osservatore GR 131	40.532	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
132	Osservatore GR 132	42.866	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	26 ¹⁾
133	Osservatore GR 133	45.199	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	25 ¹⁾
134	Osservatore GR 134	47.532	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	24 ¹⁾
135	Osservatore GR 135	49.866	28.581	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	23 ¹⁾
136	Osservatore GR 136	22.442	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ¹⁾
137	Osservatore GR 137	24.288	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	15 ¹⁾
138	Osservatore GR 138	26.134	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ¹⁾
139	Osservatore GR 139	27.980	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ¹⁾

140	Osservatore GR 140	29.826	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	16 1)
141	Osservatore GR 141	31.673	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	12 1)
142	Osservatore GR 142	33.519	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
143	Osservatore GR 143	35.365	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 1)
144	Osservatore GR 144	37.211	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	16 1)
145	Osservatore GR 145	39.057	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 1)
146	Osservatore GR 146	40.903	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 1)
147	Osservatore GR 147	42.750	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 1)
148	Osservatore GR 148	44.596	15.751	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 1)

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)

Lista dei punti di calcolo GR

No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]		Grandezza intervallo	Inclinazione	Max
		X	Y	Z	Avvio	Fine			
149	Osservatore GR 149	22.442	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
150	Osservatore GR 150	24.288	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
151	Osservatore GR 151	26.134	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
152	Osservatore GR 152	27.980	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
153	Osservatore GR 153	29.826	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
154	Osservatore GR 154	31.673	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
155	Osservatore GR 155	33.519	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
156	Osservatore GR 156	35.365	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
157	Osservatore GR 157	37.211	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
158	Osservatore GR 158	39.057	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
159	Osservatore GR 159	40.903	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	12 ₁₎
160	Osservatore GR 160	42.750	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
161	Osservatore GR 161	44.596	17.951	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
162	Osservatore GR 162	22.442	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
163	Osservatore GR 163	24.288	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
164	Osservatore GR 164	26.134	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
165	Osservatore GR 165	27.980	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
166	Osservatore GR 166	29.826	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
167	Osservatore GR 167	31.673	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
168	Osservatore GR 168	33.519	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
169	Osservatore GR 169	35.365	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
170	Osservatore GR 170	37.211	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
171	Osservatore GR 171	39.057	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
172	Osservatore GR 172	40.903	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
173	Osservatore GR 173	42.750	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ₁₎
174	Osservatore GR 174	44.596	20.151	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10

									1)
175	Osservatore GR 175	22.442	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
176	Osservatore GR 176	24.288	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
177	Osservatore GR 177	26.134	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
178	Osservatore GR 178	27.980	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
179	Osservatore GR 179	29.826	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 1)
180	Osservatore GR 180	31.673	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
181	Osservatore GR 181	33.519	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
182	Osservatore GR 182	35.365	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
183	Osservatore GR 183	37.211	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)
184	Osservatore GR 184	39.057	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 1)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Osservatore GR (panoramica risultati)

Lista dei punti di calcolo GR

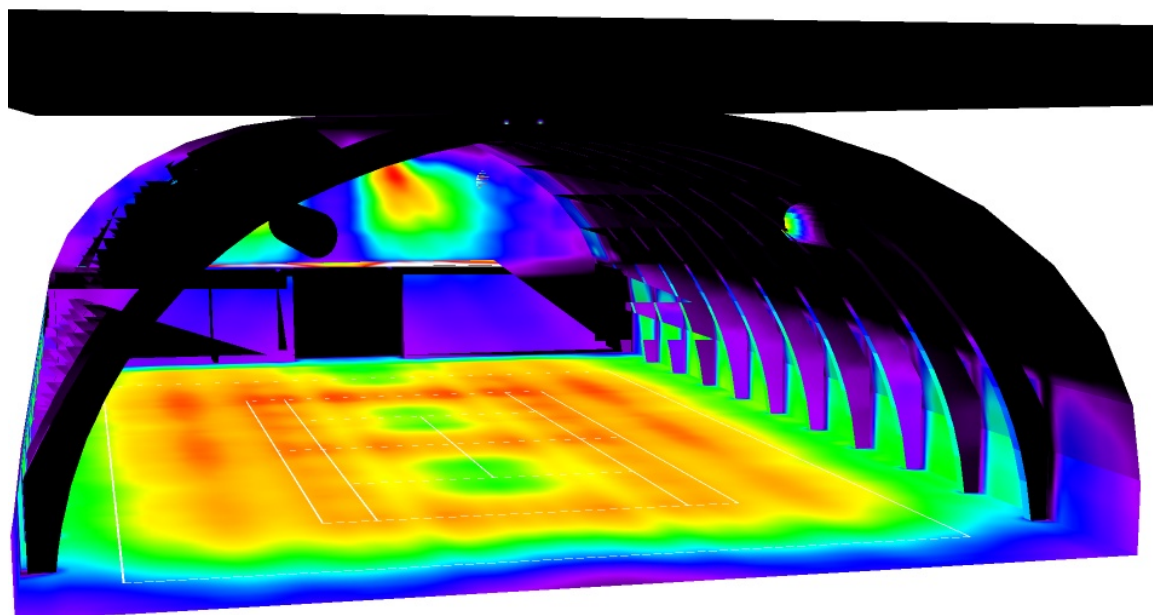
No.	Denominazione	Posizione [m]			Area angolo di mira [°]		Grandezza intervallo	Inclinazione	Max
		X	Y	Z	Avvio	Fine			
185	Osservatore GR 185	40.903	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ¹⁾
186	Osservatore GR 186	42.750	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
187	Osservatore GR 187	44.596	22.351	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	<10 ¹⁾
188	Osservatore GR 188	22.442	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ¹⁾
189	Osservatore GR 189	24.288	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	15 ¹⁾
190	Osservatore GR 190	26.134	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ¹⁾
191	Osservatore GR 191	27.980	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾
192	Osservatore GR 192	29.826	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ¹⁾
193	Osservatore GR 193	31.673	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	13 ¹⁾
194	Osservatore GR 194	33.519	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	10 ¹⁾
195	Osservatore GR 195	35.365	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	12 ¹⁾
196	Osservatore GR 196	37.211	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	16 ¹⁾
197	Osservatore GR 197	39.057	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	18 ¹⁾
198	Osservatore GR 198	40.903	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	17 ¹⁾
199	Osservatore GR 199	42.750	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	14 ¹⁾
200	Osservatore GR 200	44.596	24.551	1.000	0.0	360.0	15.0	-2.0	11 ¹⁾

1) La luminanza di velo equivalente dell'ambiente è stata calcolata con esattezza.



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Rendering colori sfalsati

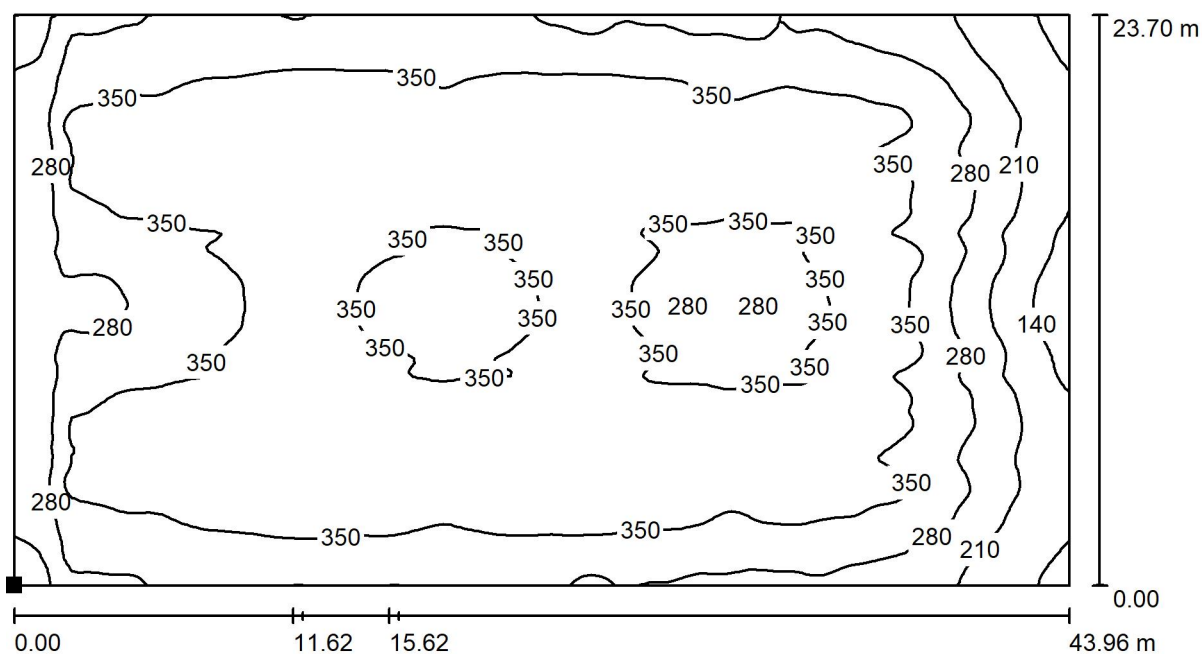


lx



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Area polivalente / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 315

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(9.500 m, 8.304 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
329

E_{min} [lx]
88

E_{max} [lx]
419

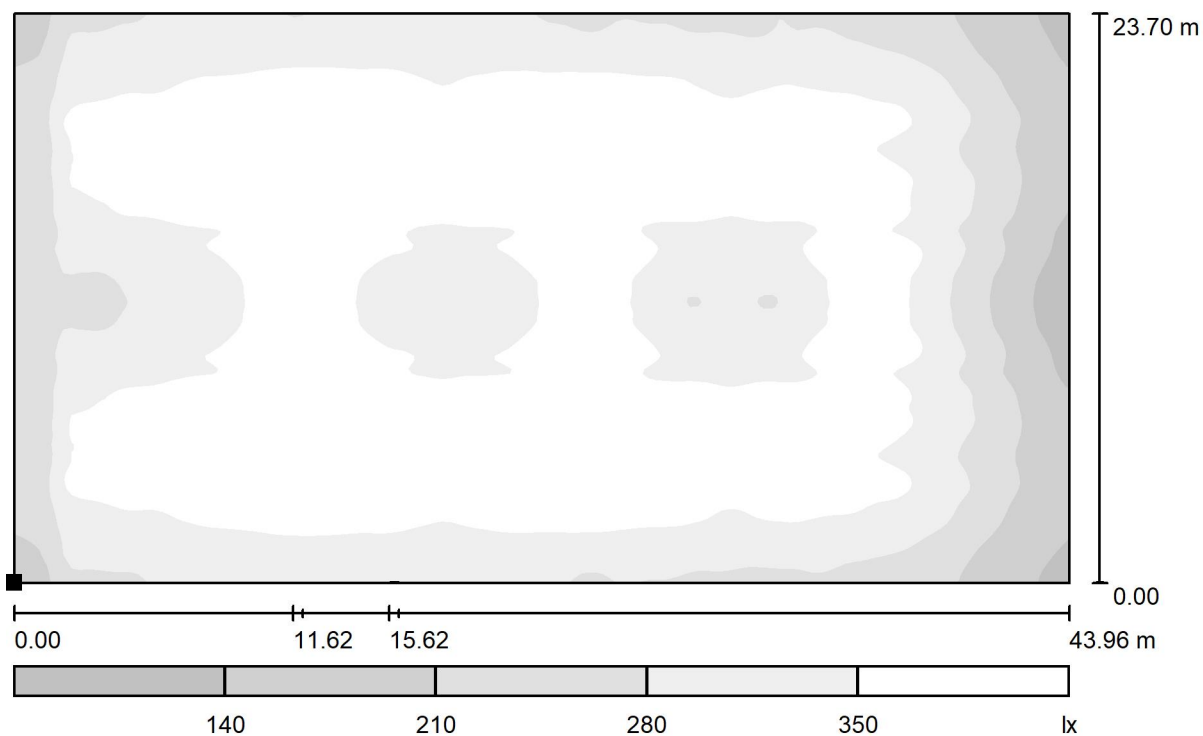
E_{min} / E_m
0.267

E_{min} / E_{max}
0.209



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Area polivalente / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Scala 1 : 315

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(9.500 m, 8.304 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
329

E_{min} [lx]
88

E_{max} [lx]
419

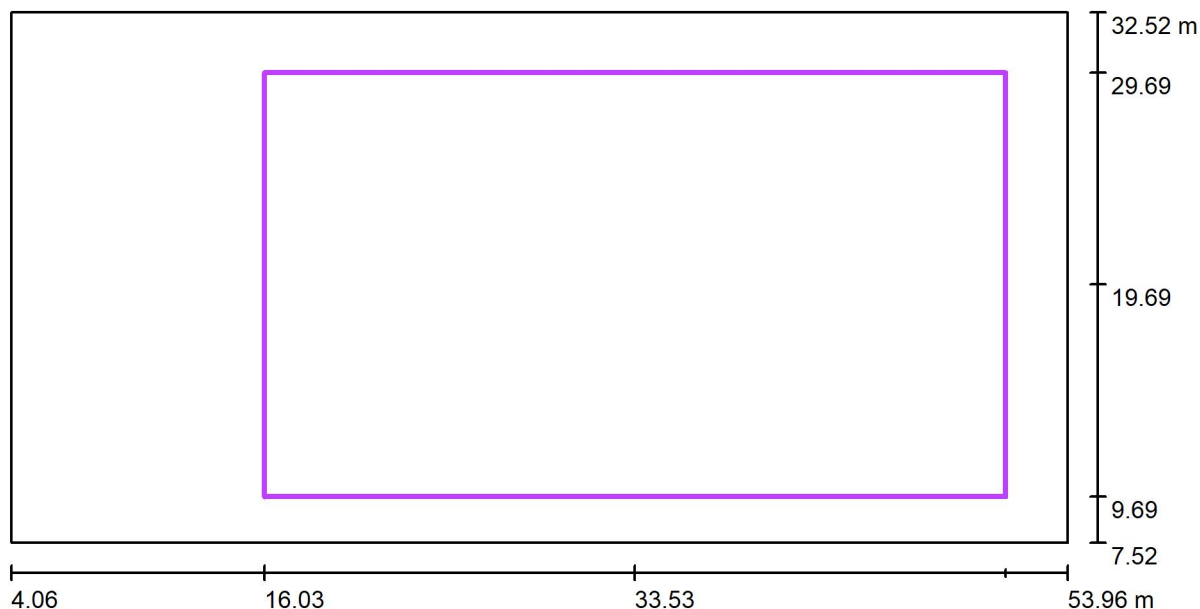
E_{min} / E_m
0.267

E_{min} / E_{max}
0.209



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Riepilogo



Scala 1 : 357

Posizione: (33.532 m, 19.693 m, 0.000 m)
Dimensioni: (35.000 m, 20.000 m)
Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Tipo: Normale, Reticolo: 15 x 9 Punti
Fa parte dei seguenti impianti sportivi: Calcio a 5

Panoramica risultati

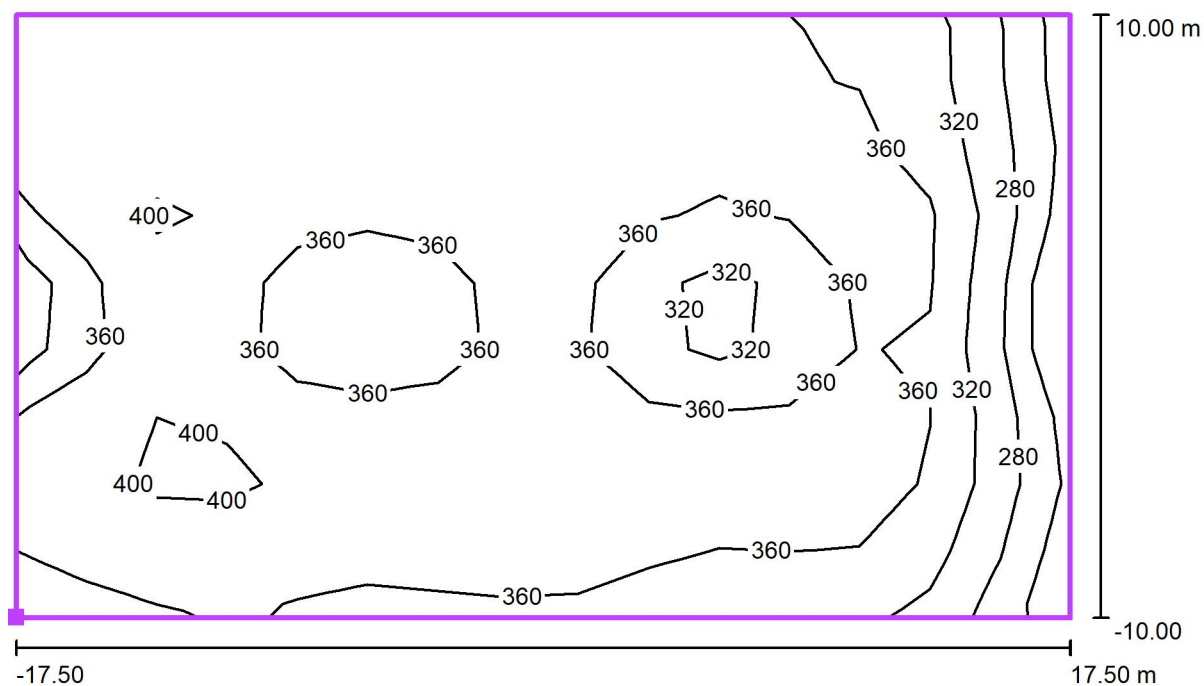
No.	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	E_h m/E_m	H [m]	Fotocamera
1	perpendicolare	360	224	418	0.62	0.54	/	0.000	/

$E_{h\ m}/E_m$ = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione



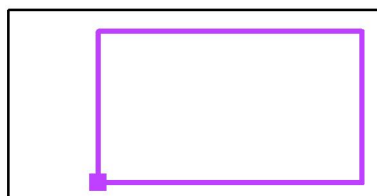
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 251

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (16.032 m,
9.693 m, 0.000 m)



Reticolo: 15 x 9 Punti

E_m [lx]
360

E_{min} [lx]
224

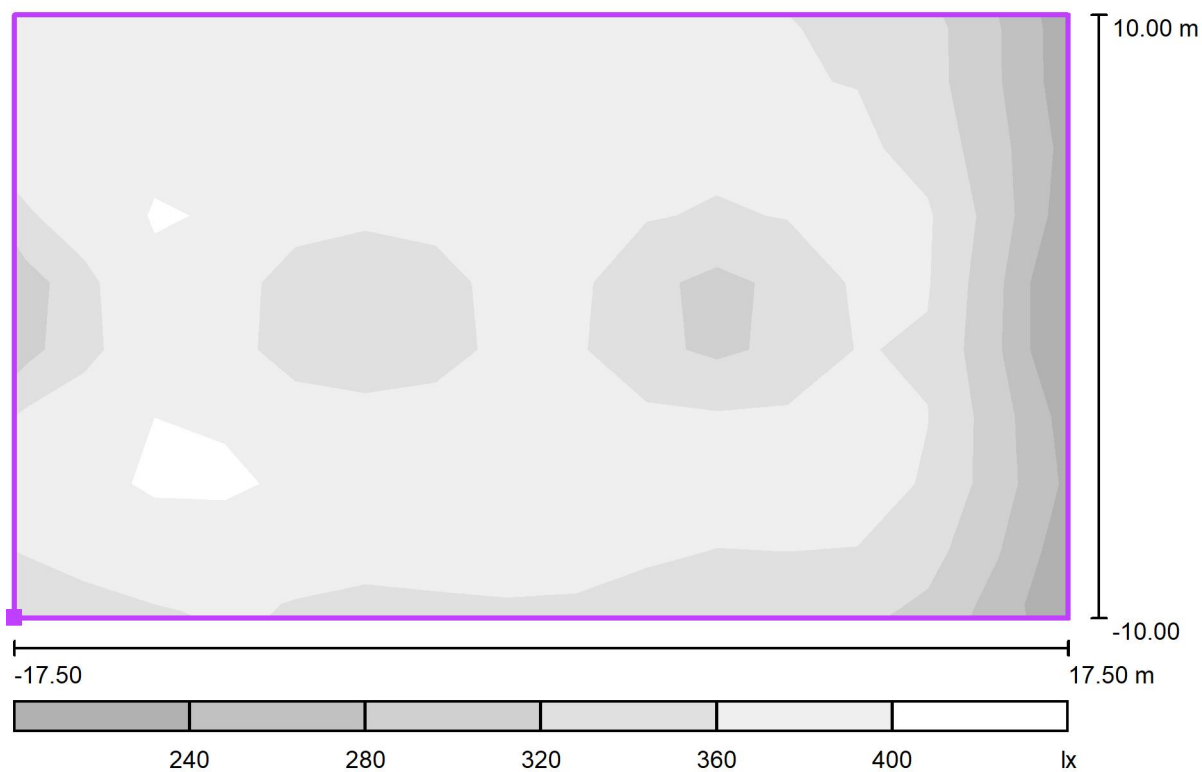
E_{max} [lx]
418

E_{min} / E_m
0.62

E_{min} / E_{max}
0.54

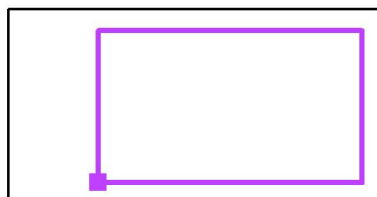


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Livelli di grigio (E, perpendicolare)

Scala 1 : 251

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (16.032 m,
9.693 m, 0.000 m)



Reticolo: 15 x 9 Punti

E_m [lx]
360

E_{min} [lx]
224

E_{max} [lx]
418

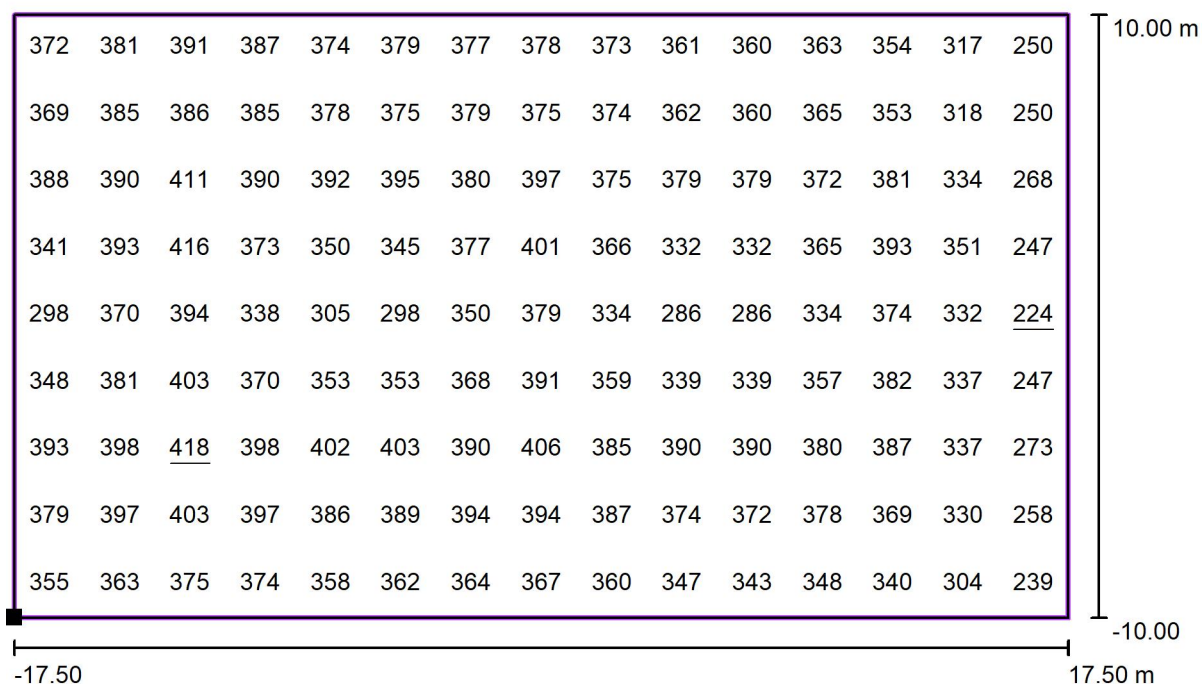
E_{min} / E_m
0.62

E_{min} / E_{max}
0.54



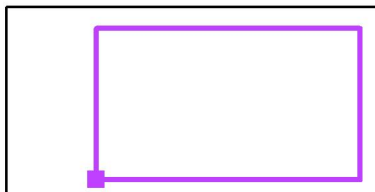
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 251

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (16.032 m,
9.693 m, 0.000 m)



Reticolo: 15 x 9 Punti

E_m [lx]
360

E_{min} [lx]
224

E_{max} [lx]
418

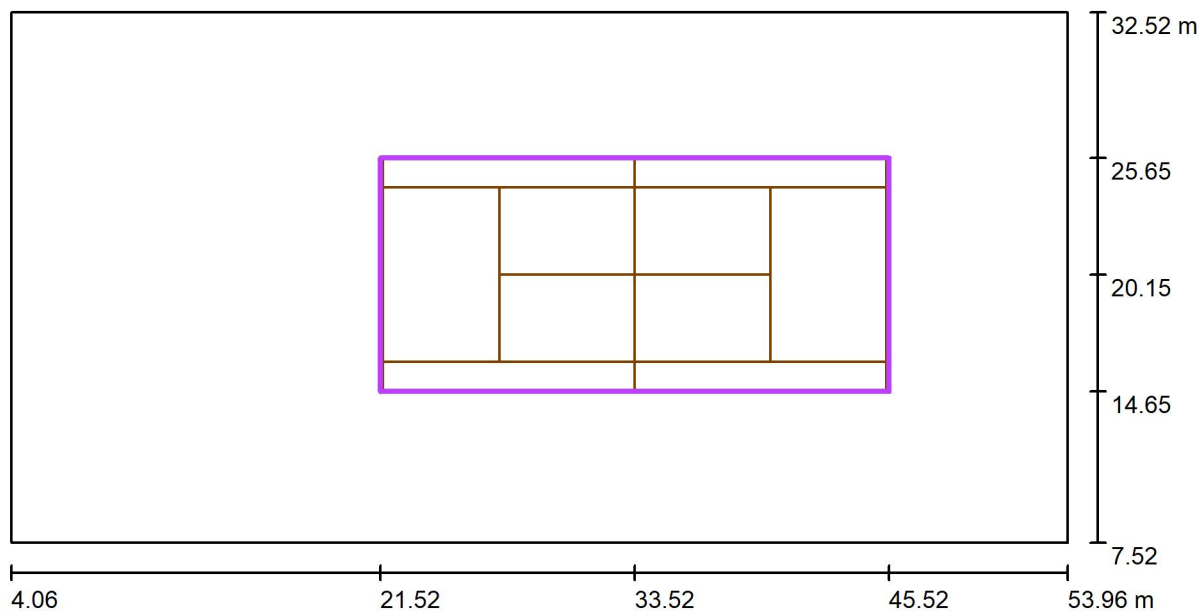
E_{min} / E_m
0.62

E_{min} / E_{max}
0.54



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Riepilogo



Scala 1 : 357

Posizione: (33.519 m, 20.151 m, 0.000 m)
Dimensioni: (24.000 m, 11.000 m)
Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Tipo: Normale, Reticolo: 13 x 5 Punti
Fa parte dei seguenti impianti sportivi: Tennis

Panoramica risultati

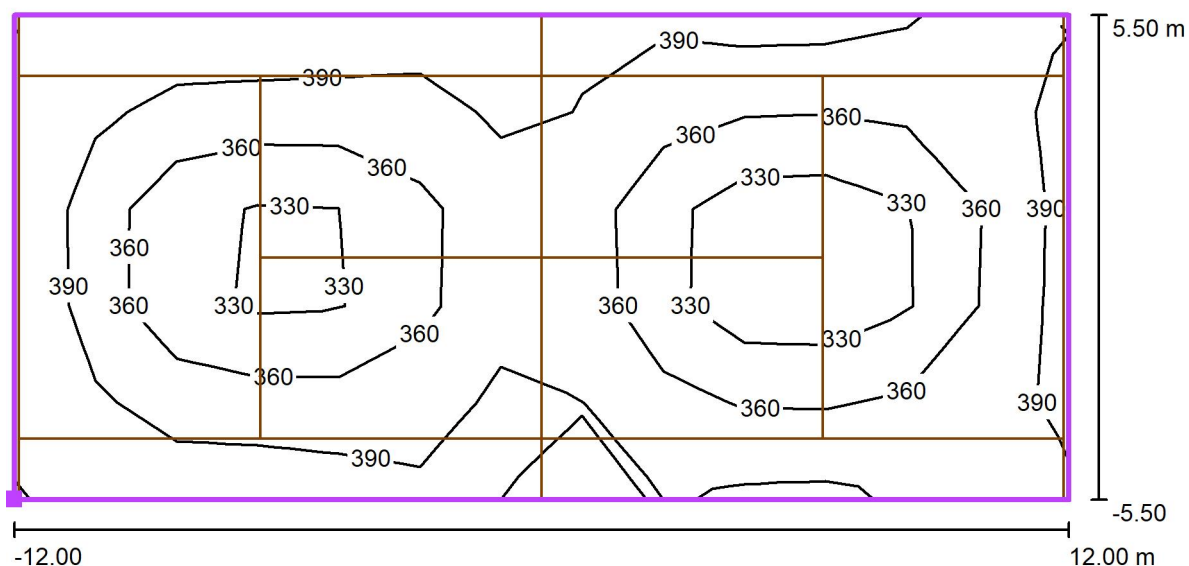
No.	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	E_h m/E_m	H [m]	Fotocamera
1	perpendicolare	368	281	410	0.76	0.68	/	0.000	/

$E_{h\ m}/E_m$ = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione



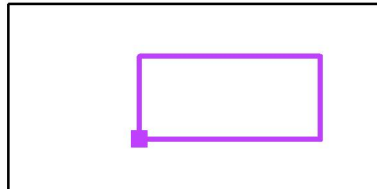
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 172

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (21.519 m,
14.651 m, 0.000 m)



Reticolo: 13 x 5 Punti

E_m [lx]
368

E_{min} [lx]
281

E_{max} [lx]
410

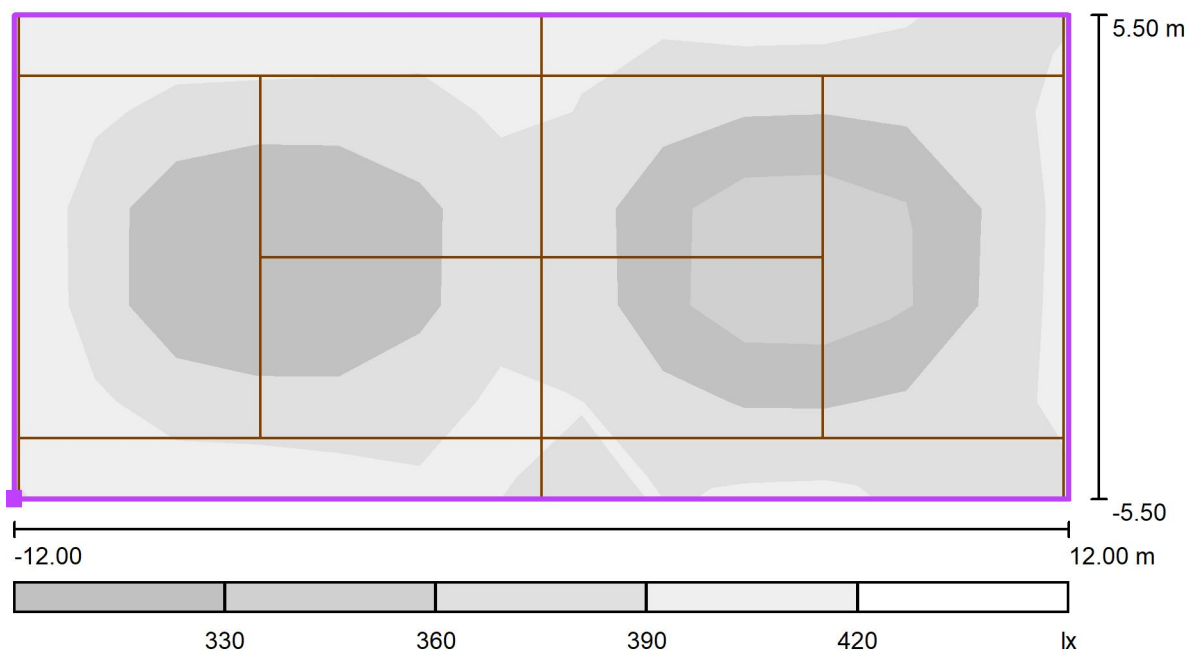
E_{min} / E_m
0.76

E_{min} / E_{max}
0.68



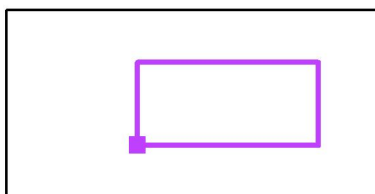
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Scala 1 : 172

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (21.519 m,
14.651 m, 0.000 m)



Reticolo: 13 x 5 Punti

E_m [lx]
368

E_{min} [lx]
281

E_{max} [lx]
410

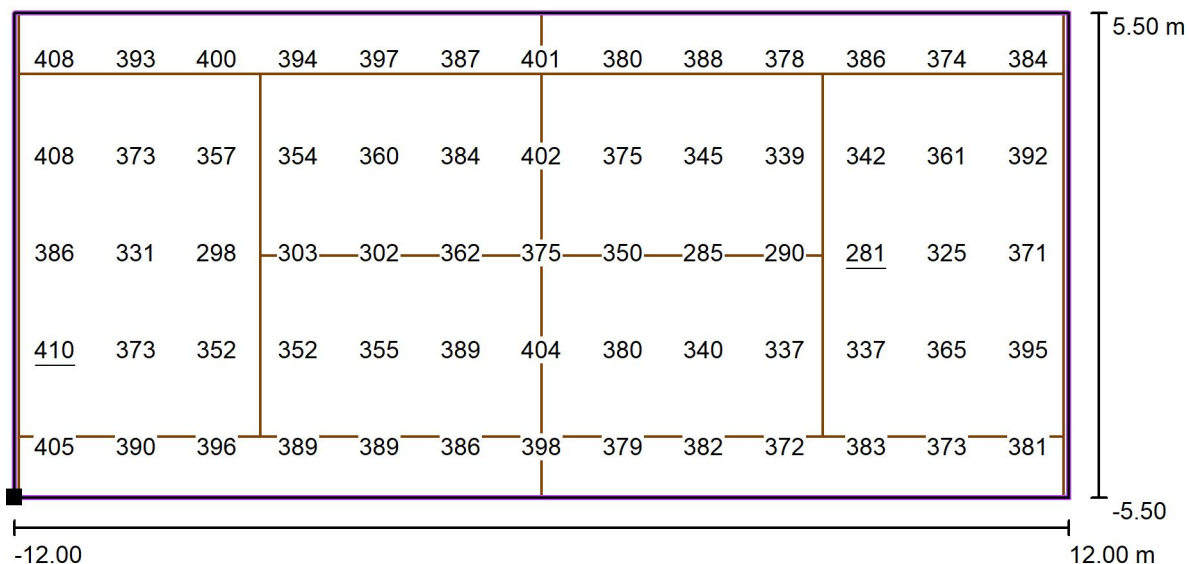
E_{min} / E_m
0.76

E_{min} / E_{max}
0.68



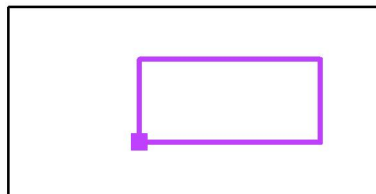
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 172

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (21.519 m,
14.651 m, 0.000 m)



Reticolo: 13 x 5 Punti

E_m [lx]
368

E_{min} [lx]
281

E_{max} [lx]
410

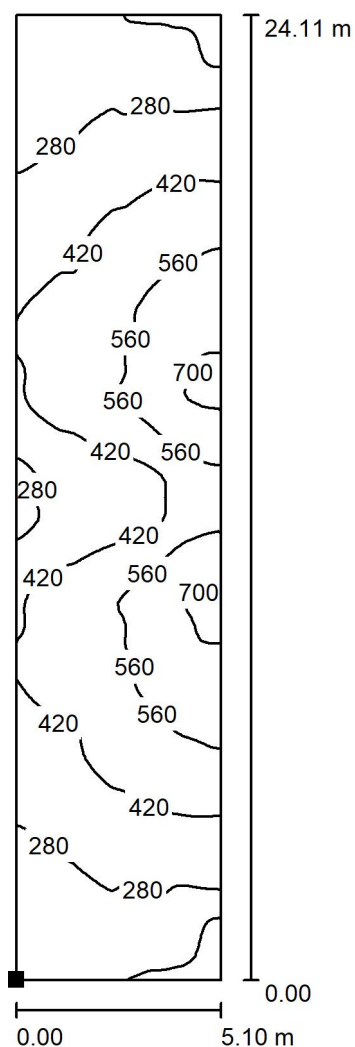
E_{min} / E_m
0.76

E_{min} / E_{max}
0.68



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Palestra / Superficie 1 / Isolinee (E)



Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(4.400 m, 7.968 m, 3.850 m)



Valori in Lux, Scala 1 : 189

Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
408

E_{min} [lx]
42

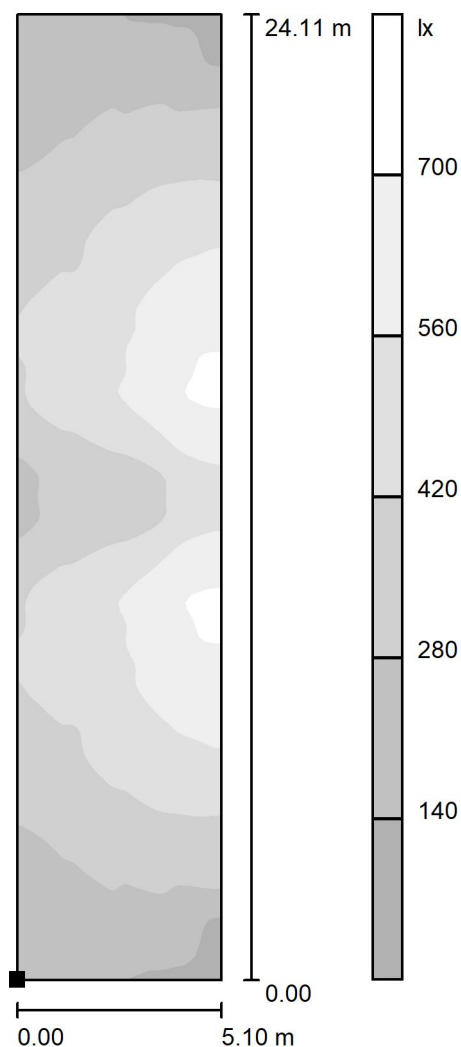
E_{max} [lx]
730

E_{min} / E_m
0.103

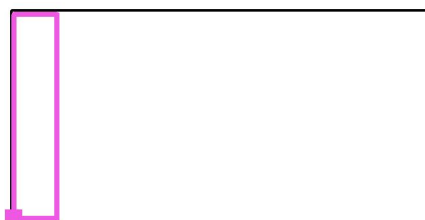
E_{min} / E_{max}
0.058



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Palestra / Superficie 1 / Livelli di grigio (E)

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(4.400 m, 7.968 m, 3.850 m)



Scala 1 : 189

Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
408

E_{min} [lx]
42

E_{max} [lx]
730

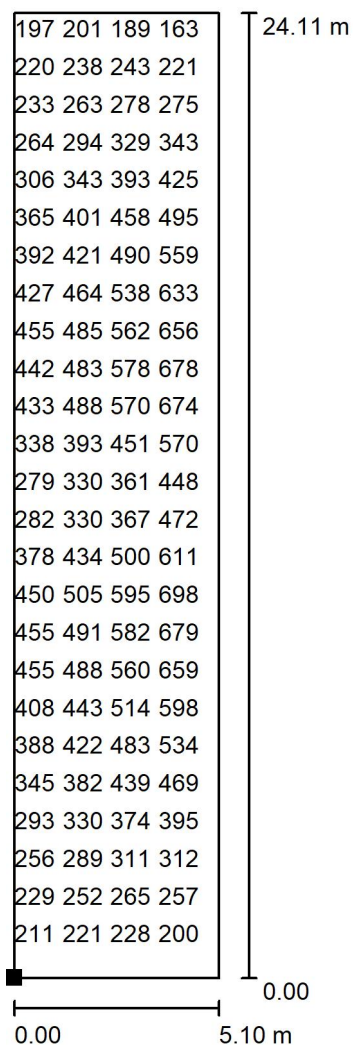
E_{min} / E_m
0.103

E_{min} / E_{max}
0.058



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Palestra / Superficie 1 / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 189

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:

Punto contrassegnato:

(4.400 m, 7.968 m, 3.850 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
408

E_{min} [lx]
42

E_{max} [lx]
730

E_{min} / E_m
0.103

E_{min} / E_{max}
0.058

Struttura polivalente Rovetta

CAMPI DA GIOCO
ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Responsabile:
No. ordine:
Ditta:
No. cliente:

Data: 07.10.2021
Redattore:



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Indice

Struttura polivalente Rovetta	
Copertina progetto	1
Indice	2
GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1	
Scheda tecnica apparecchio	3
Struttura polivalente	
Lampade (planimetria)	4
Lampade (lista coordinate)	5
Rendering colori sfalsati	6
Superfici locale	
Area polivalente	
Isolinee (E, perpendicolare)	7
Livelli di grigio (E, perpendicolare)	8
Calcio a 5	
Riepilogo	9
Isolinee (E, perpendicolare)	10
Livelli di grigio (E, perpendicolare)	11
Tennis	
Riepilogo	12
Isolinee (E, perpendicolare)	13
Livelli di grigio (E, perpendicolare)	14
Superfici oggetto	
Palestra	
Palestra	
Isolinee (E)	15
Livelli di grigio (E)	16

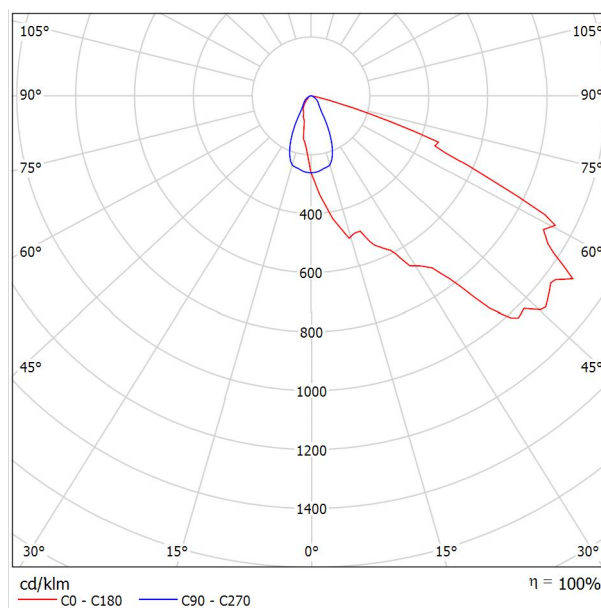


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1 / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:

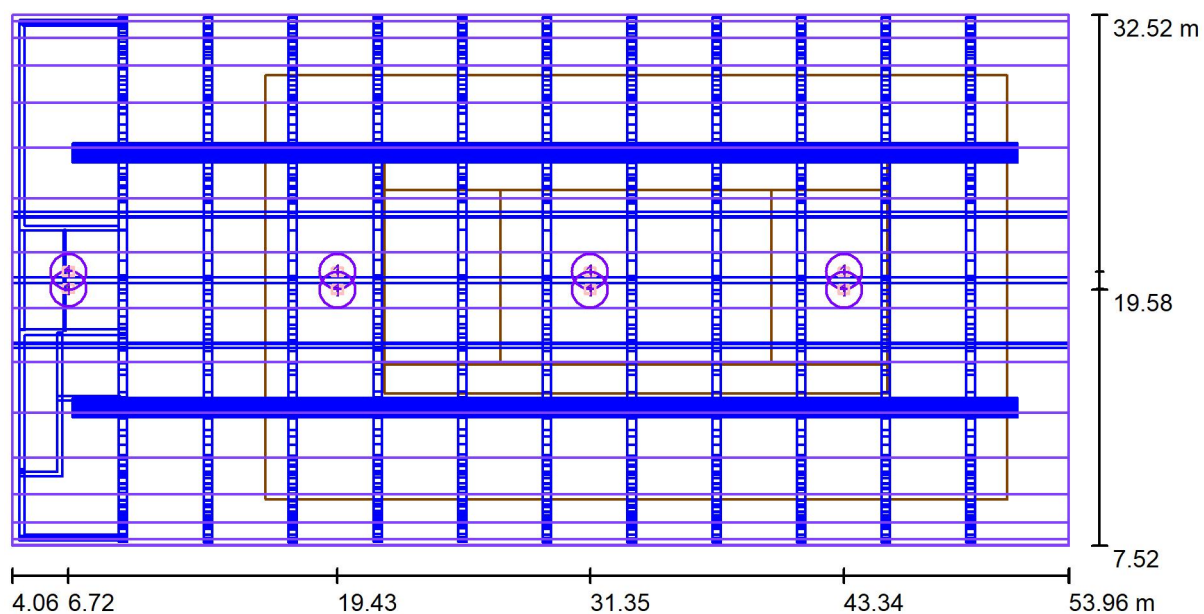


Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 42 82 99 100 100

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Lampade (planimetria)

Scala 1 : 357

Distinta lampade

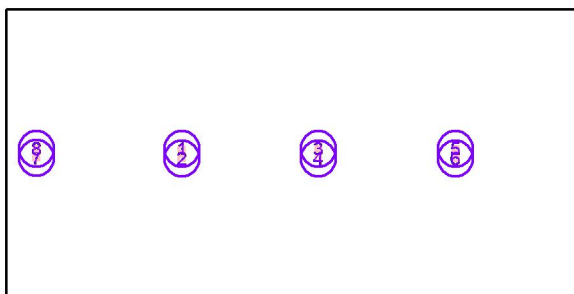
No.	Pezzo	Denominazione
1	8	GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Lampade (lista coordinate)**GEWISS GWP2284CS SMART[PRO]2.0 - 2M - A1 LED 840 1-10V CL1**

35595 lm, 330.0 W, 1 x 1 x LED 330W/840 35600lm (Fattore di correzione 1.000).

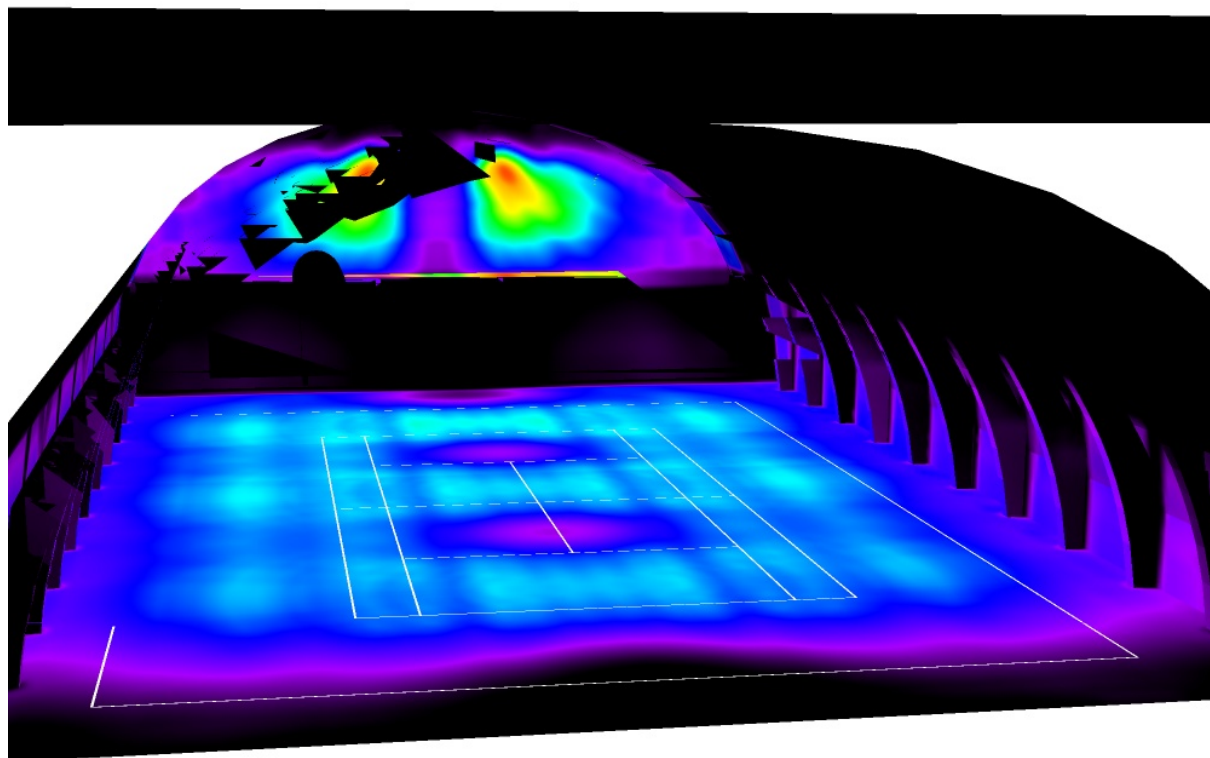


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	19.427	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
2	19.427	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
3	31.351	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
4	31.350	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
5	43.342	20.423	10.000	0.0	5.0	90.0
6	43.341	19.577	10.000	0.0	5.0	-90.0
7	6.719	19.625	10.000	0.0	-5.0	-90.0
8	6.722	20.422	10.000	0.0	-5.0	90.0



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Rendering colori sfalsati

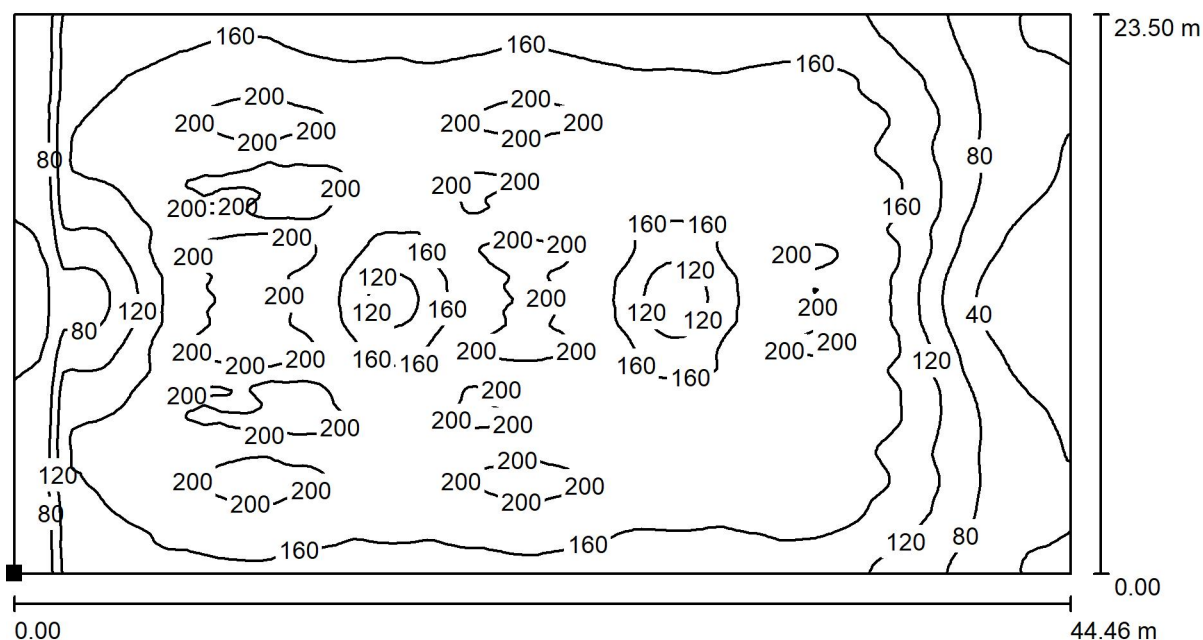


lx



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Area polivalente / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 318

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(9.500 m, 8.500 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
153

E_{min} [lx]
22

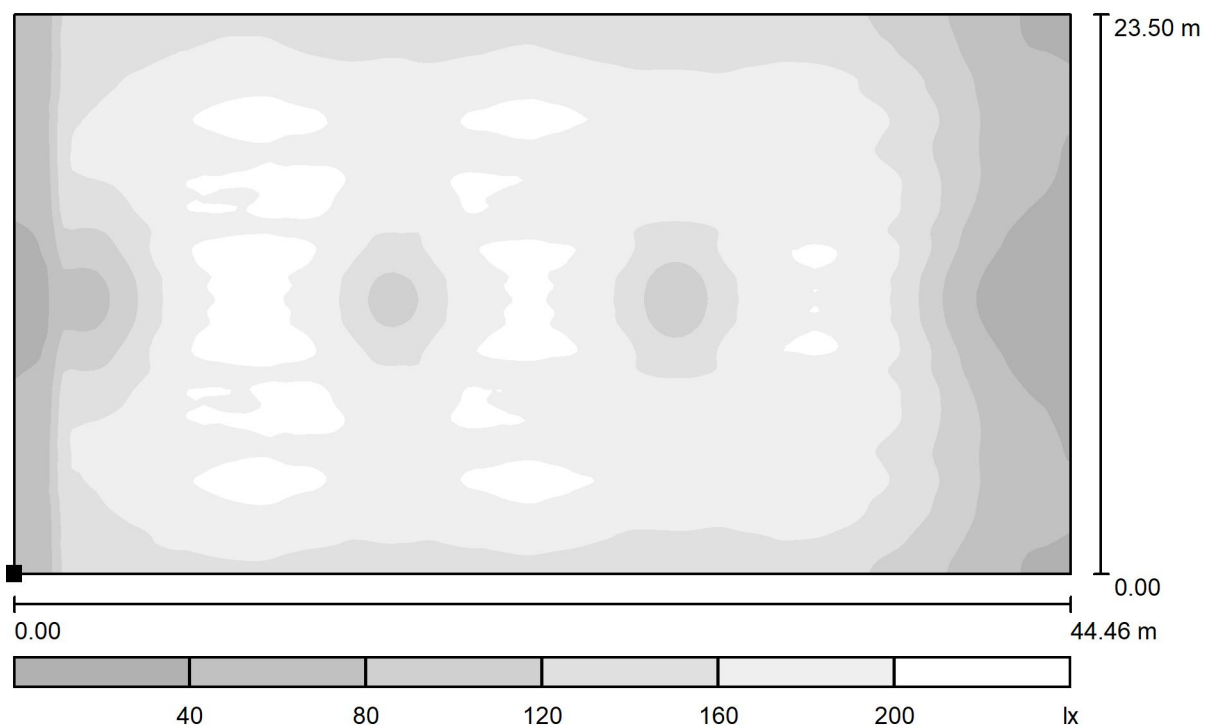
E_{max} [lx]
220

E_{min} / E_m
0.145

E_{min} / E_{max}
0.101



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Area polivalente / Livelli di grigio (E, perpendicolare)

Scala 1 : 318

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(9.500 m, 8.500 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
153

E_{min} [lx]
22

E_{max} [lx]
220

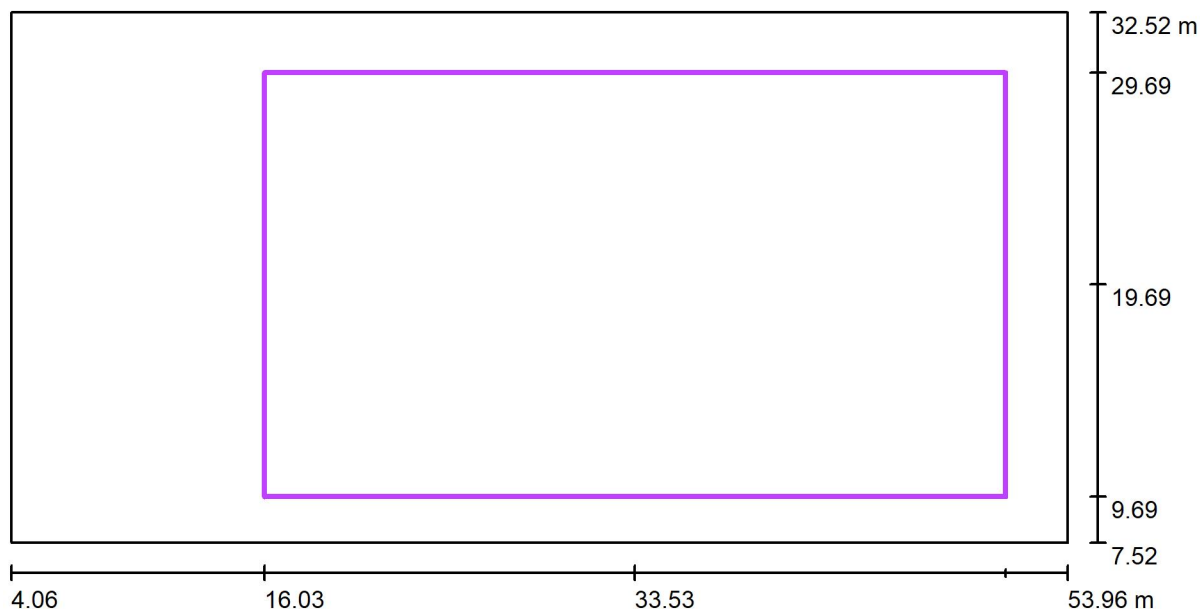
E_{min} / E_m
0.145

E_{min} / E_{max}
0.101



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Riepilogo



Scala 1 : 357

Posizione: (33.532 m, 19.693 m, 0.000 m)
Dimensioni: (35.000 m, 20.000 m)
Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Tipo: Normale, Reticolo: 15 x 9 Punti
Fa parte dei seguenti impianti sportivi: Calcio a 5

Panoramica risultati

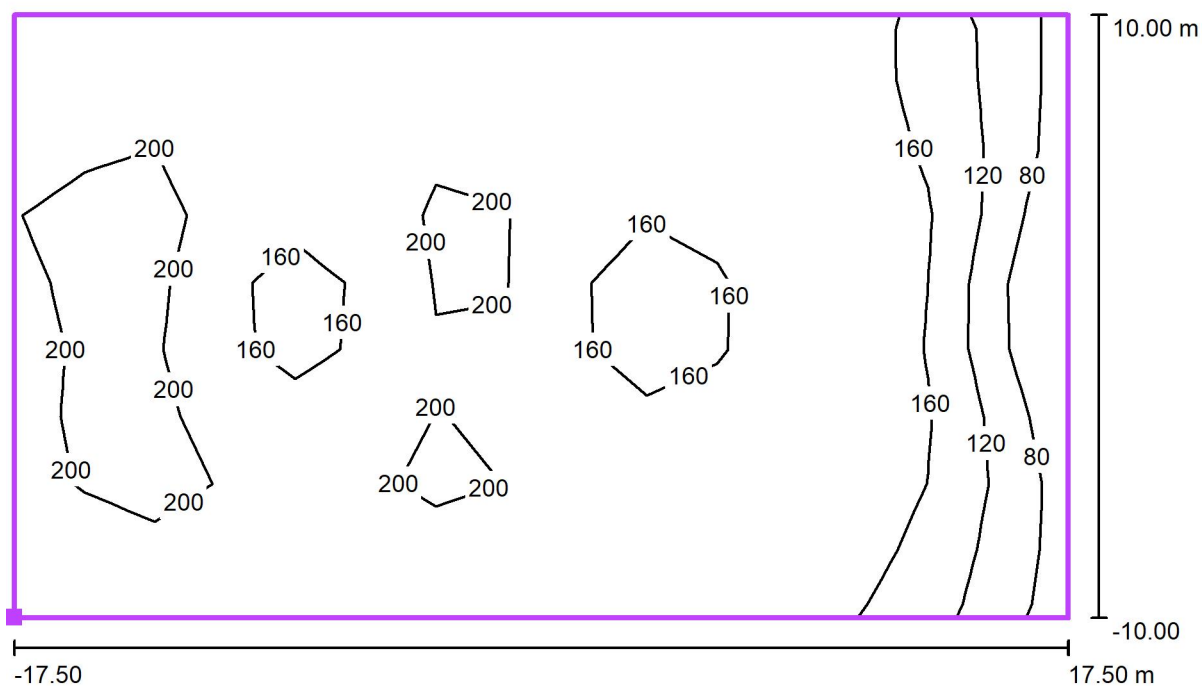
No.	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	E_h m/E_m	H [m]	Fotocamera
1	perpendicolare	175	43	219	0.25	0.20	/	0.000	/

$E_{h\ m}/E_m$ = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione



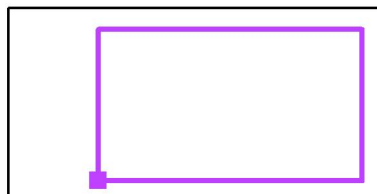
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 251

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (16.032 m,
9.693 m, 0.000 m)



Reticolo: 15 x 9 Punti

E_m [lx]
175

E_{min} [lx]
43

E_{max} [lx]
219

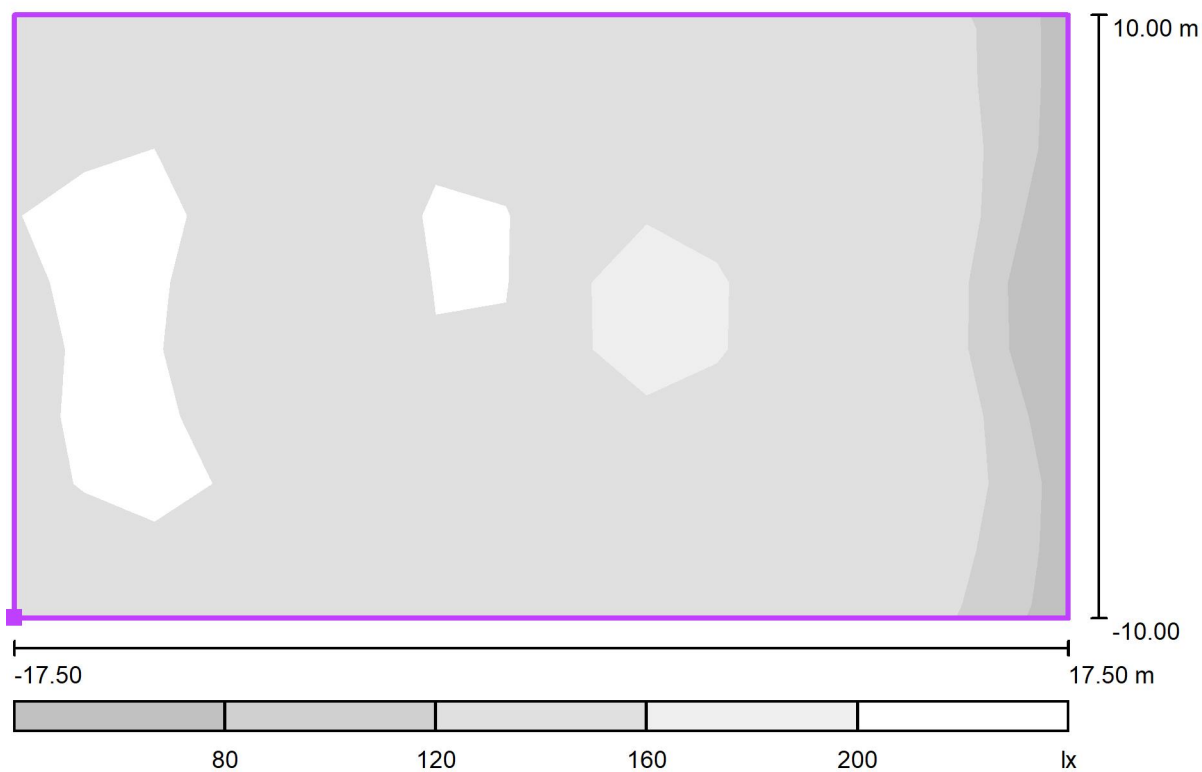
E_{min} / E_m
0.25

E_{min} / E_{max}
0.20



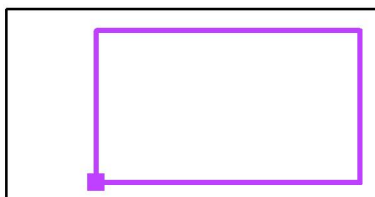
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Calcio a 5 / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Scala 1 : 251

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (16.032 m,
9.693 m, 0.000 m)



Reticolo: 15 x 9 Punti

E_m [lx]
175

E_{min} [lx]
43

E_{max} [lx]
219

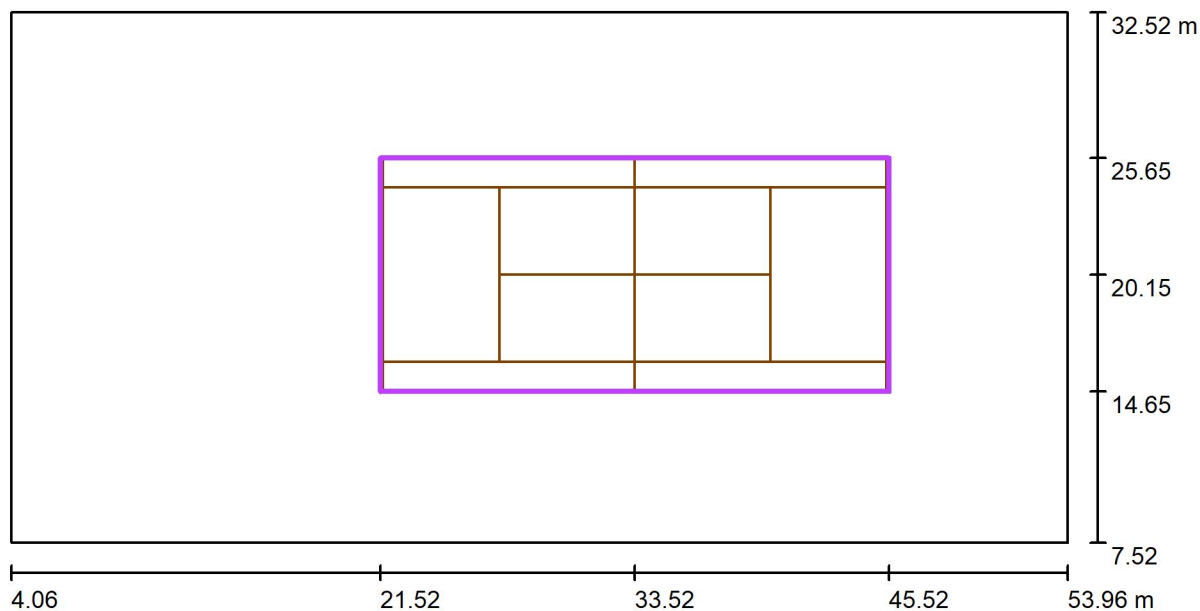
E_{min} / E_m
0.25

E_{min} / E_{max}
0.20



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Riepilogo



Scala 1 : 357

Posizione: (33.519 m, 20.151 m, 0.000 m)
Dimensioni: (24.000 m, 11.000 m)
Rotazione: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Tipo: Normale, Reticolo: 13 x 5 Punti
Fa parte dei seguenti impianti sportivi: Tennis

Panoramica risultati

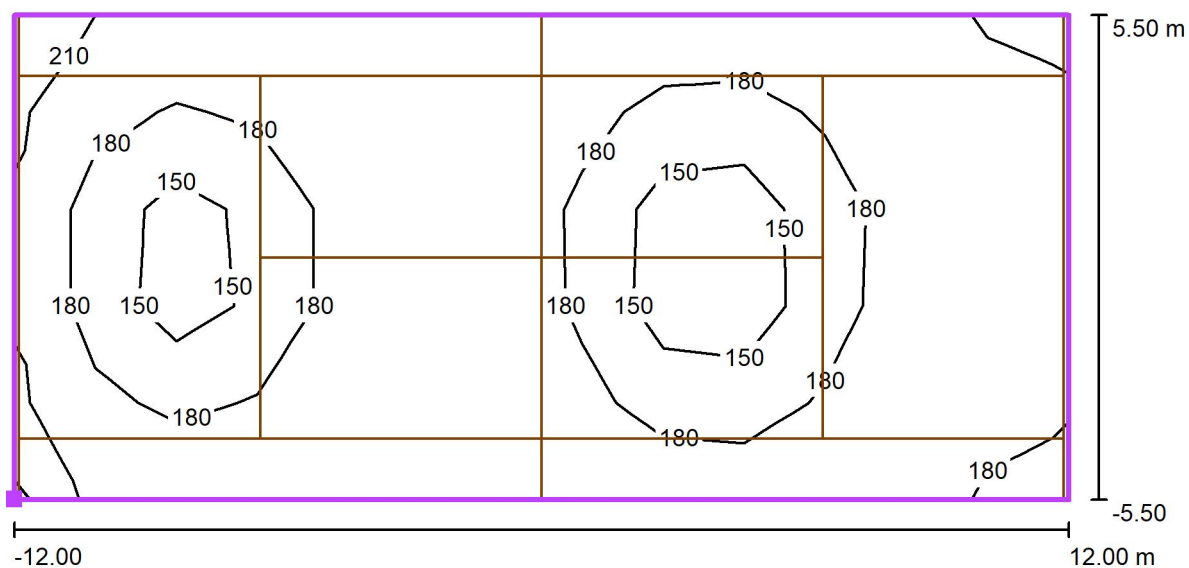
No.	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	E_h / E_m	H [m]	Fotocamera
1	perpendicolare	183	95	213	0.52	0.45	/	0.000	/

$E_{h\ m} / E_m$ = Rapporto tra illuminamento centrale orizzontale e verticale, H = Altezza di misurazione



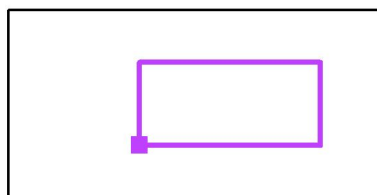
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 172

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (21.519 m,
14.651 m, 0.000 m)



Reticolo: 13 x 5 Punti

E_m [lx]
183

E_{min} [lx]
95

E_{max} [lx]
213

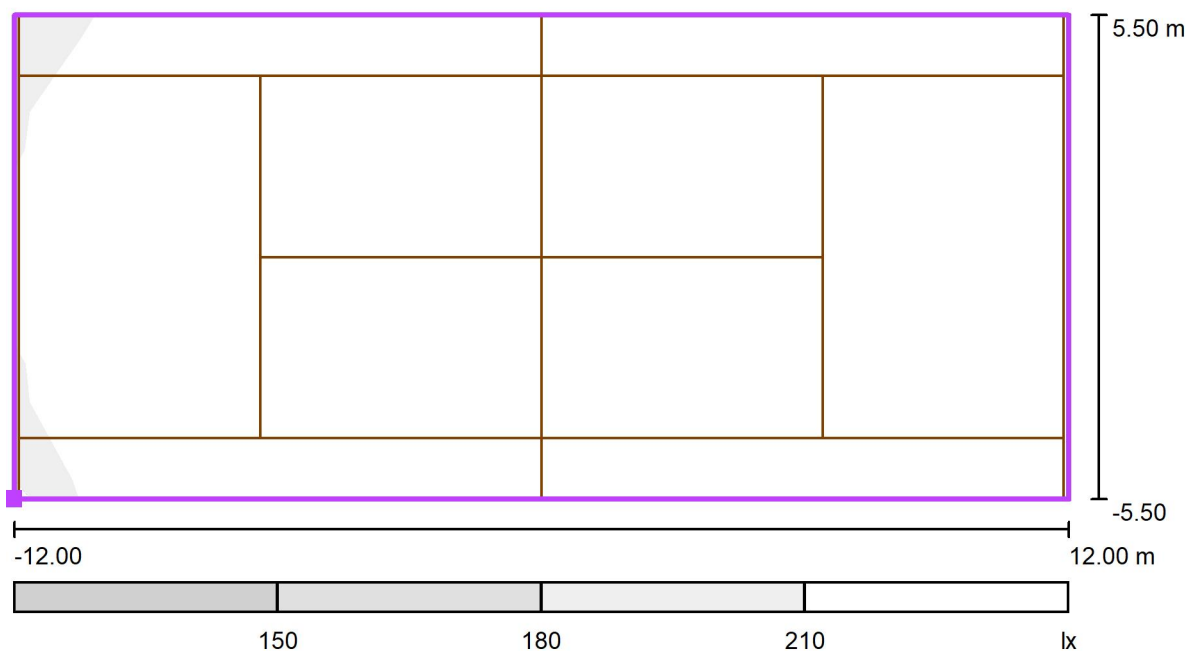
E_{min} / E_m
0.52

E_{min} / E_{max}
0.45



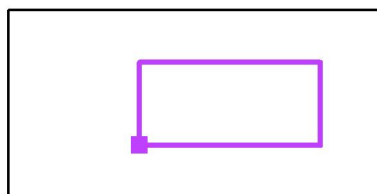
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Tennis / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Scala 1 : 172

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato: (21.519 m,
14.651 m, 0.000 m)



Reticolo: 13 x 5 Punti

E_m [lx]
183

E_{min} [lx]
95

E_{max} [lx]
213

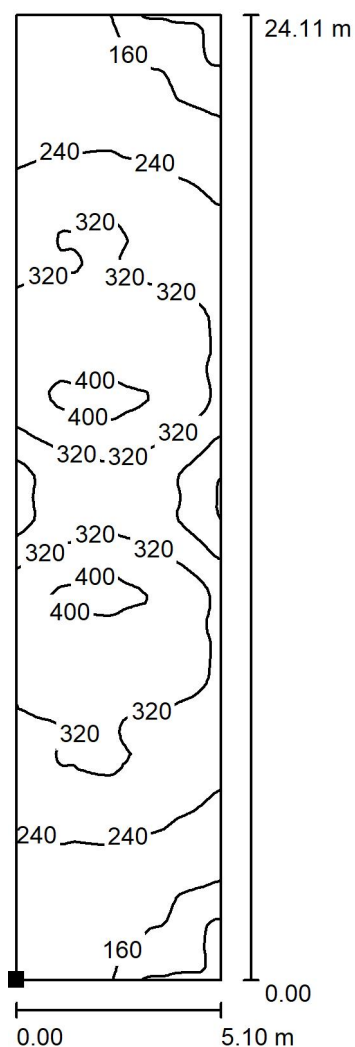
E_{min} / E_m
0.52

E_{min} / E_{max}
0.45

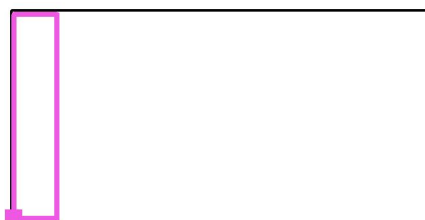


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Palestra / Isolinee (E)



Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(4.400 m, 7.968 m, 3.850 m)



Valori in Lux, Scala 1 : 189

Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
277

E_{min} [lx]
29

E_{max} [lx]
428

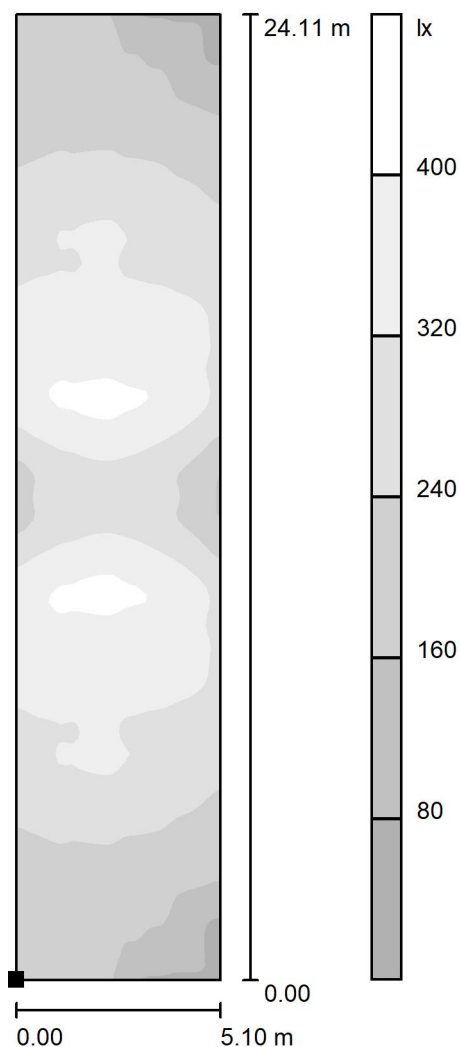
E_{min} / E_m
0.103

E_{min} / E_{max}
0.067



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Struttura polivalente / Palestra / Livelli di grigio (E)



Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(4.400 m, 7.968 m, 3.850 m)



Scala 1 : 189

Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
277

E_{min} [lx]
29

E_{max} [lx]
428

E_{min} / E_m
0.103

E_{min} / E_{max}
0.067

Struttura polivalente Rovetta

Illuminazione ordinaria
Locali minori

Contenuto

Copertina1

Contenuto 2

Lista lampade3

Scheda prodotto

FEILO SYLVANIA - Insaver Slim UGR19 165 1075lm 840 Srfc (1x 0030317) 4

Feilo Sylvania - S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm (1x 0047991) 5

Area 1

Edificio 1

Lista lampade6

Area 1 - Edificio 1

Piano 1

Oggetti di calcolo7

Area 1 - Edificio 1 - Piano 1

Disimpegno

Riepilogo 9

Area 1 - Edificio 1 - Piano 1

Ingresso

Riepilogo11

Area 1 - Edificio 1 - Piano 1

Ripostiglio 1

Riepilogo13

Area 1 - Edificio 1 - Piano 1

Ripostiglio 2

Riepilogo15

Lista lampade

 Φ_{totale}

44412 lm

 P_{totale}

308.6 W

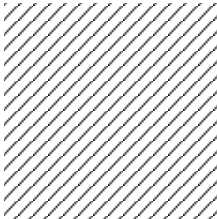
Efficienza

143.9 lm/W

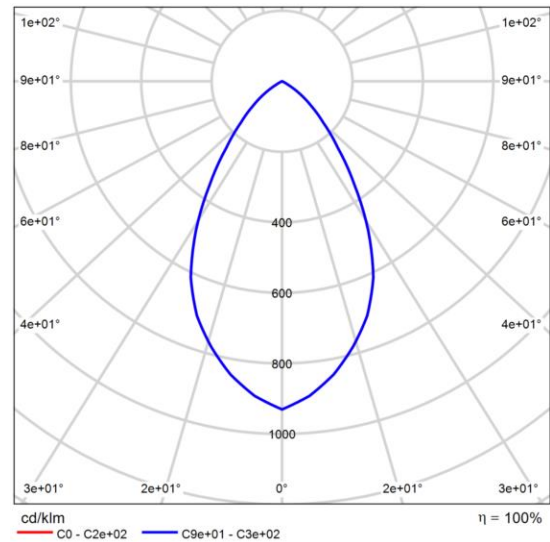
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
6	FEILO SYLVANIA	0030317	Insaver Slim UGR19 165 1075lm 840 Srfc	8.6 W	1047 lm	121.8 lm/W
10	Feilo Sylvania	0047991	S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm	25.7 W	3813 lm	148.4 lm/W

Scheda tecnica prodotto

FEILO SYLVANIA Insaver Slim UGR19 165 1075lm 840 Srfc



Articolo No.	0030317
P	8.6 W
$\Phi_{Lampadina}$	1052 lm
$\Phi_{Lampada}$	1047 lm
η	99.53 %
Efficienza	121.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



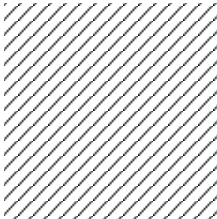
CDL polare

Valutazione di abbagliamento secondo UGR												
p Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
2H	2H	19.3	20.2	19.6	20.4	20.6	19.3	20.2	19.6	20.4	20.6	
	3H	19.1	20.0	19.4	20.2	20.5	19.1	20.0	19.4	20.2	20.5	
	4H	19.1	19.8	19.4	20.1	20.4	19.1	19.8	19.4	20.1	20.4	
	6H	19.0	19.7	19.3	20.0	20.3	19.0	19.7	19.3	20.0	20.3	
	8H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	
	12H	18.9	19.6	19.3	19.9	20.2	18.9	19.6	19.3	19.9	20.2	
4H	2H	19.1	19.9	19.5	20.2	20.5	19.1	19.9	19.5	20.2	20.5	
	3H	19.0	19.7	19.4	20.0	20.3	19.0	19.7	19.4	20.0	20.3	
	4H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.2	18.9	19.5	19.3	19.8	20.2	
	6H	18.8	19.4	19.3	19.7	20.1	18.8	19.4	19.3	19.7	20.1	
	8H	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1	
	12H	18.8	19.2	19.2	19.6	20.0	18.8	19.2	19.2	19.6	20.0	
8H	4H	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1	
	6H	18.7	19.1	19.2	19.5	20.0	18.7	19.1	19.2	19.5	20.0	
	8H	18.7	19.0	19.2	19.5	19.9	18.7	19.0	19.2	19.5	19.9	
	12H	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9	
12H	4H	18.8	19.2	19.2	19.6	20.0	18.8	19.2	19.2	19.6	20.0	
	6H	18.7	19.0	19.2	19.5	19.9	18.7	19.0	19.2	19.5	19.9	
	8H	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S												
S = 1.0H		+1.9 / -3.7					+1.9 / -3.7					
S = 1.5H		+4.1 / -12.6					+4.1 / -12.6					
S = 2.0H		+6.1 / -18.3					+6.1 / -18.3					
Tabella standard		BK00					BK00					
Addendo di correzione		0.7					0.7					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 1052lm Flusso luminoso sferico												

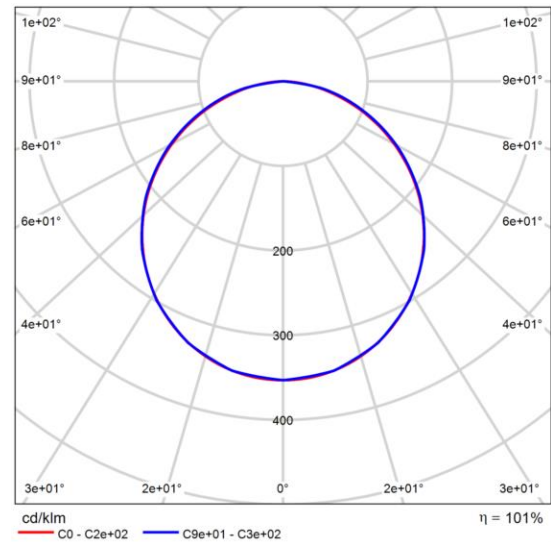
Diagramma UGR (SHR: 0.25)

Scheda tecnica prodotto

Feilo Sylvania S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm



Articolo No.	0047991
P	25.7 W
$\Phi_{Lampadina}$	3769 lm
$\Phi_{Lampada}$	3813 lm
η	101.17 %
Efficienza	148.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	100



CDL polare

Valutazione di abbagliamento secondo UGR												
p Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
2H	2H	17.5	18.8	17.8	19.1	19.3	17.5	18.9	17.8	19.1	19.4	
	3H	19.0	20.3	19.4	20.5	20.8	19.2	20.4	19.5	20.7	21.0	
	4H	19.7	20.8	20.0	21.1	21.4	19.9	21.0	20.2	21.3	21.6	
	6H	20.1	21.2	20.5	21.5	21.8	20.4	21.5	20.7	21.8	22.1	
	8H	20.2	21.3	20.6	21.6	21.9	20.5	21.5	20.8	21.9	22.2	
	12H	20.3	21.3	20.7	21.6	22.0	20.5	21.5	20.8	21.8	22.1	
4H	2H	18.2	19.3	18.5	19.6	19.9	18.2	19.4	18.6	19.7	20.0	
	3H	19.9	20.9	20.3	21.3	21.6	20.1	21.1	20.4	21.4	21.7	
	4H	20.7	21.6	21.1	21.9	22.3	20.9	21.8	21.3	22.1	22.5	
	6H	21.3	22.0	21.7	22.4	22.8	21.5	22.3	22.0	22.7	23.1	
	8H	21.4	22.2	21.9	22.6	23.0	21.7	22.4	22.1	22.8	23.2	
	12H	21.5	22.2	22.0	22.6	23.0	21.7	22.4	22.1	22.8	23.2	
8H	4H	21.0	21.8	21.5	22.2	22.6	21.2	21.9	21.6	22.3	22.7	
	6H	21.8	22.4	22.2	22.8	23.2	22.0	22.6	22.5	23.0	23.5	
	8H	22.0	22.5	22.5	23.0	23.5	22.2	22.8	22.7	23.2	23.7	
	12H	22.2	22.6	22.7	23.1	23.6	22.2	22.7	22.7	23.2	23.7	
12H	4H	21.1	21.7	21.5	22.1	22.6	21.2	21.9	21.7	22.3	22.7	
	6H	21.8	22.4	22.3	22.8	23.3	22.1	22.6	22.6	23.1	23.5	
	8H	22.1	22.6	22.6	23.1	23.6	22.3	22.8	22.8	23.2	23.7	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.6					
Tabella standard		BK06					BK06					
Addendo di correzione		4.9					5.0					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3769lm Flusso luminoso sferico												

Diagramma UGR (SHR: 0.25)

Edificio 1

Lista lampade Φ_{totale}

44412 lm

 P_{totale}

308.6 W

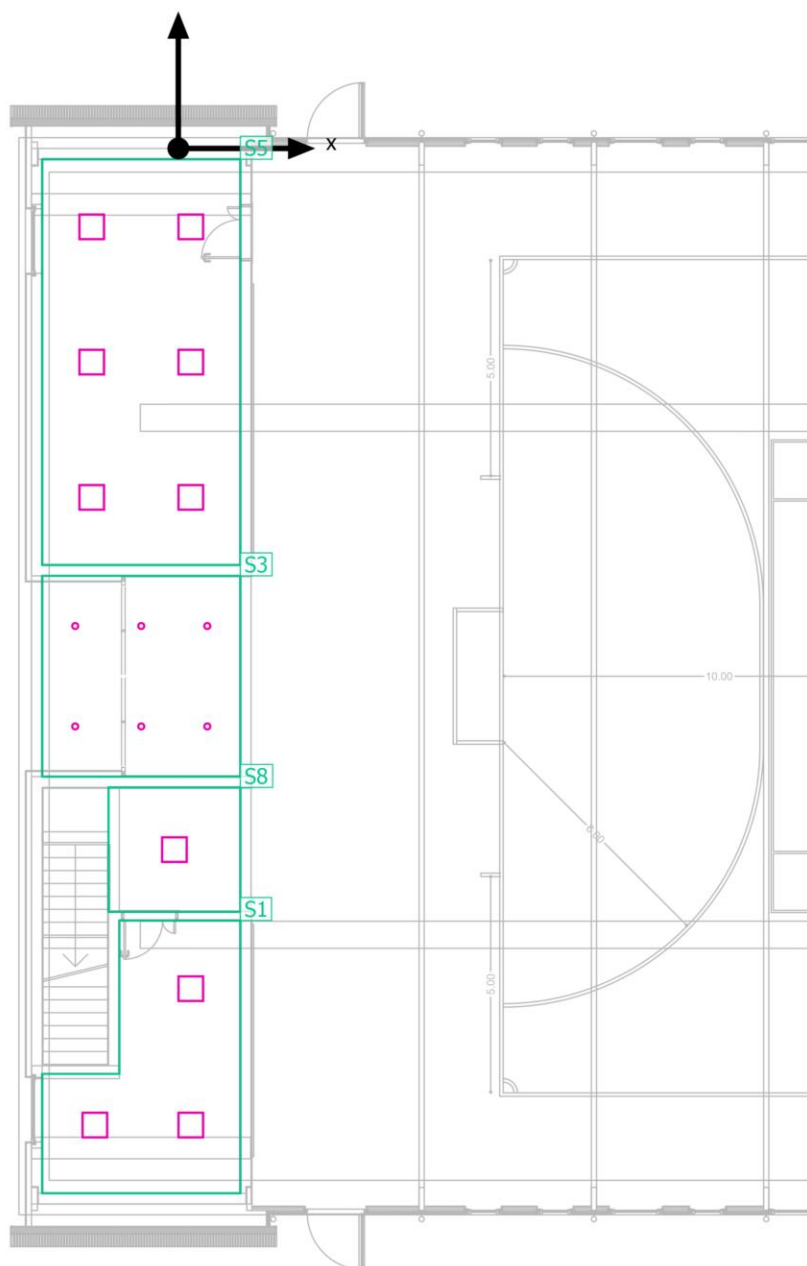
Efficienza

143.9 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
6	FEILO SYLVANIA	0030317	Insaver Slim UGR19 165 1075lm 840 Srfc	8.6 W	1047 lm	121.8 lm/W
10	Feilo Sylvania	0047991	S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm	25.7 W	3813 lm	148.4 lm/W

Edificio 1 · Piano 1

Oggetti di calcolo



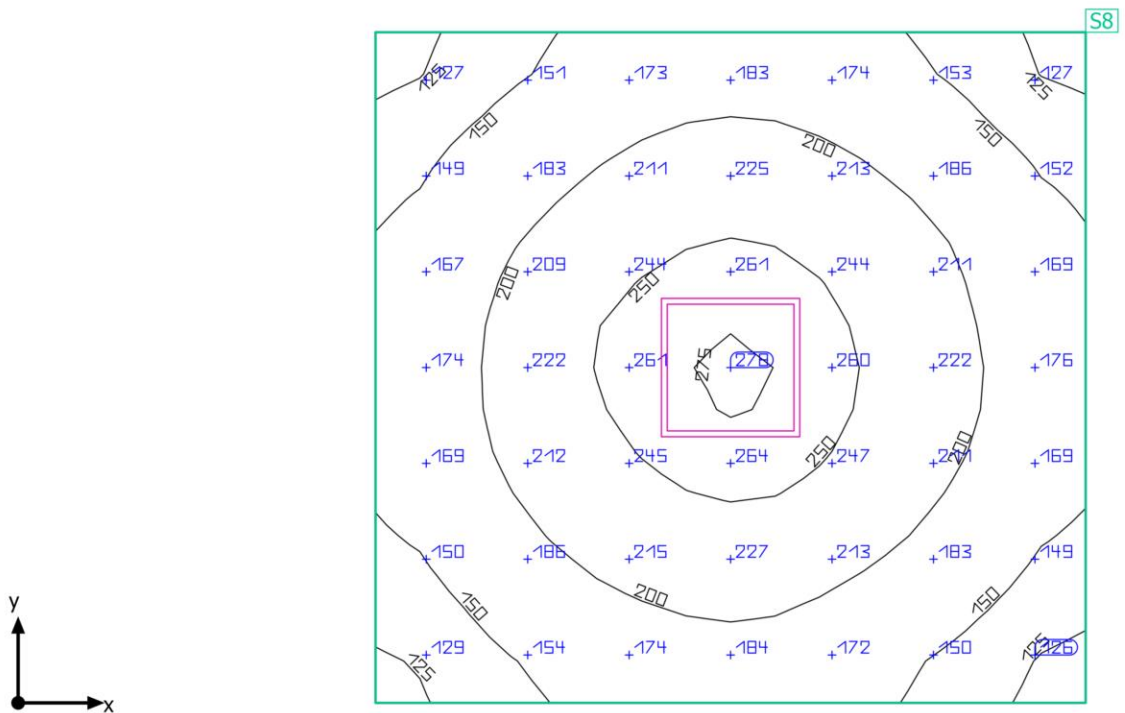
Edificio 1 · Piano 1

Oggetti di calcolo

Superfici utili

Proprietà	\bar{E} (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	g_1	g_2	Indice
Superficie utile (Ripostiglio 2) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	341 lx (≥ 200 lx) ✓	96.0 lx	657 lx	0.28	0.15	S1
Superficie utile (Ingresso) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	241 lx (≥ 200 lx) ✓	46.7 lx	569 lx	0.19	0.082	S3
Superficie utile (Ripostiglio 1) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.000 m	389 lx (≥ 200 lx) ✓	155 lx	676 lx	0.40	0.23	S5
Superficie utile (Disimpegno) Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	193 lx (≥ 100 lx) ✓	118 lx	276 lx	0.61	0.43	S8

Edificio 1 · Piano 1 · Disimpegno

Riepilogo

Edificio 1 · Piano 1 · Disimpegno

Riepilogo

Risultati

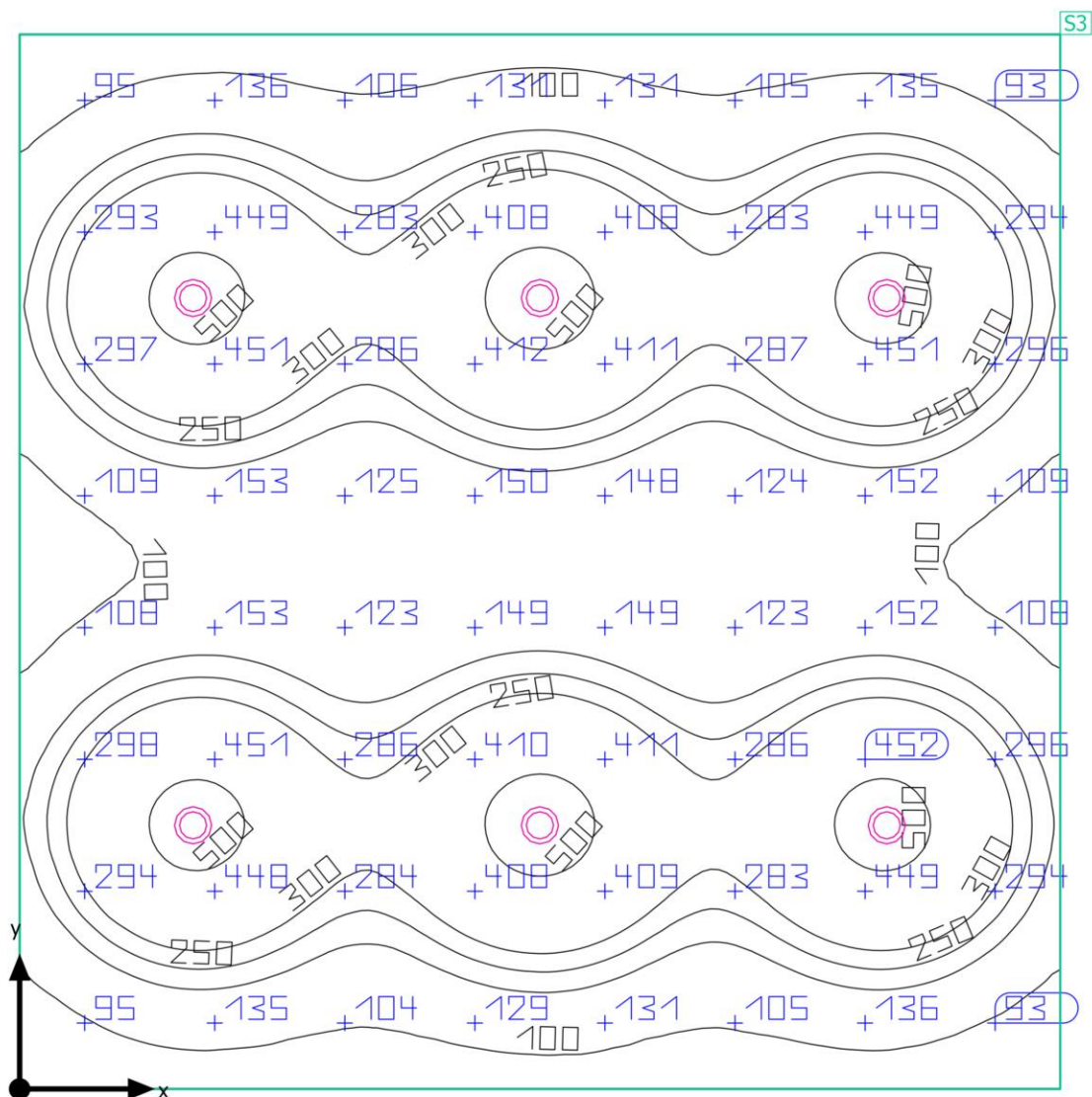
	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	193 lx	≥ 100 lx	✓	S8
	g_1	0.61	-	-	S8
Valori di consumo	Consumo	28 kWh/a	max. 350 kWh/a	✓	
Valore di allacciamento specifico	Locale	2.91 W/m ²	-	-	
		1.51 W/m ² /100 lx	-	-	

Profilo di utilizzo: Zone di transito all'interno di edifici, Scale, scale mobili, nastri trasportatori

Lista lampade

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
1	Feilo Sylvania	0047991	S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm	25.7 W	3813 lm	148.4 lm/W

Edificio 1 · Piano 1 · Ingresso

Riepilogo

Edificio 1 · Piano 1 · Ingresso

Riepilogo

Risultati

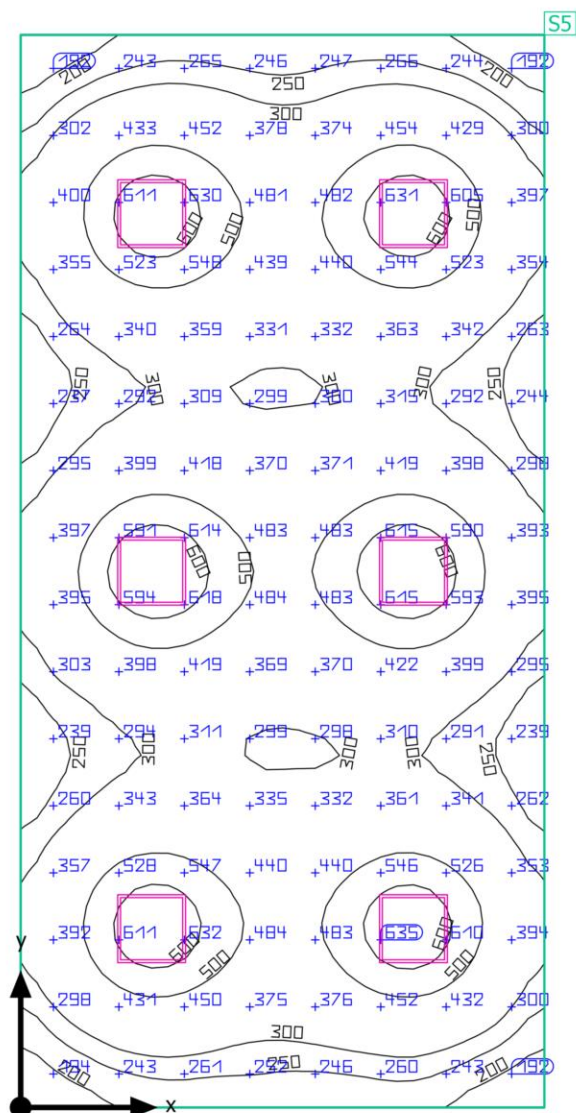
	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$E_{\text{perpendicolare}}$	241 lx	≥ 200 lx	✓	S3
	g_1	0.19	-	-	S3
Valori di consumo	Consumo	99 kWh/a	max. 800 kWh/a	✓	
Valore di allacciamento specifico	Locale	2.41 W/m ²	-	-	
		1.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Profilo di utilizzo: Settore pubblico - ambienti comuni, Sale di attesa

Lista lampade

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
6	FEILO SYLVANIA	0030317	Insaver Slim UGR19 165 1075lm 840 Srfc	8.6 W	1047 lm	121.8 lm/W

Edificio 1 · Piano 1 · Ripostiglio 1

Riepilogo

Edificio 1 · Piano 1 · Ripostiglio 1

Riepilogo

Risultati

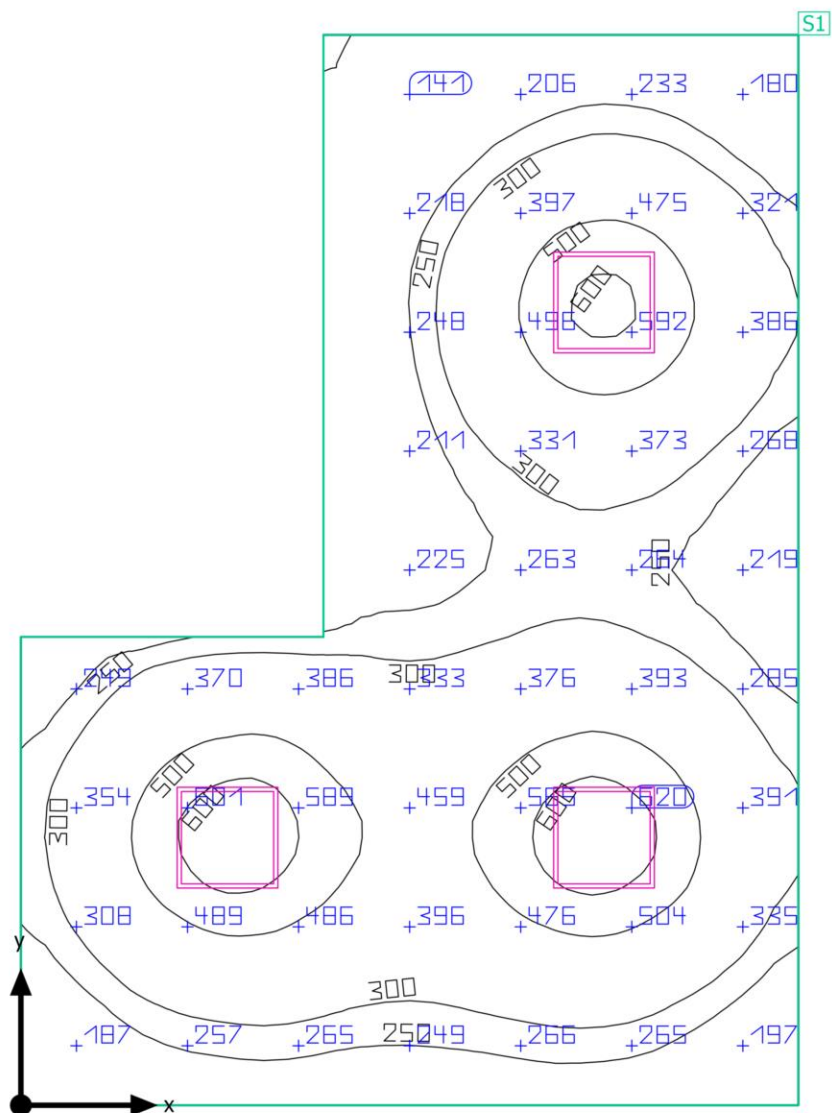
	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{\text{perpendicolare}}$	389 lx	≥ 200 lx	✓	S5
	g_1	0.40	-	-	S5
Valori di consumo	Consumo	25 kWh/a	max. 1550 kWh/a	✓	
Valore di allacciamento specifico	Locale	3.56 W/m ²	-	-	
		0.91 W/m ² /100 lx	-	-	

Profilo di utilizzo: Ambienti comuni all'interno di edifici - magazzini a camere alte, Deposito a scaffali verticali

Lista lampade

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
6	Feilo Sylvania	0047991	S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm	25.7 W	3813 lm	148.4 lm/W

Edificio 1 · Piano 1 · Ripostiglio 2

Riepilogo

Edificio 1 · Piano 1 · Ripostiglio 2

Riepilogo

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$E_{\text{perpendicolare}}$	341 lx	≥ 200 lx	✓	S1
	g_1	0.28	-	-	S1
Valori di consumo	Consumo	13 kWh/a	max. 800 kWh/a	✓	
Valore di allacciamento specifico	Locale	3.39 W/m ²	-	-	
		0.99 W/m ² /100 lx	-	-	

Profilo di utilizzo: Ambienti comuni all'interno di edifici - magazzini a camere alte, Deposito a scaffali verticali

Lista lampade

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
3	Feilo Sylvania	0047991	S Panel 600 IP44 M 1825-5100 840 - 3775 lm	25.7 W	3813 lm	148.4 lm/W

ALLEGATO 3
VALUTAZIONE RISCHIO DI FULMINAZIONE

RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Committente:

Committente: Comune di Rovetta

Descrizione struttura: Struttura Polivalente

Indirizzo: Strada Consorziale

Comune: Rovetta

Provincia: BG

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

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

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di N_g "), vale:

$$N_g = 4,81 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 77 B (m): 34 H (m): 11 Hmax (m): 11

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: pubblico spettacolo

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea Energia

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 6,72E-07

RB: 8,38E-08

RU(Impianto Elettrico): 2,01E-06

RV(Impianto Elettrico): 2,50E-07

Totale: 3,02E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,02E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 3,02E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 3,02E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Si è comunque ritenuto opportuno adottare le misure di protezione seguenti:

- Sulla Linea L1 - Linea Energia:
 - SPD arrivo linea - livello: IV

Non è stata effettuata l'analisi relativa al rischio R4, poiché il committente ha espressamente rinunciato a far valutare l'opportunità, dal punto di vista economico, di installare misure di protezione finalizzate a ridurre l'entità di eventuali danni dovuti ai fulmini.

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio. I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Impianto Elettrico) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Impianto Elettrico) = 6,40E-03

PM = 6,40E-03

PU (Impianto Elettrico) = 5,00E-02

PV (Impianto Elettrico) = 5,00E-02

PW (Impianto Elettrico) = 1,00E+00

PZ (Impianto Elettrico) = 3,00E-01

rt = 0,01

rp = 0,5

rf = 0,001

h = 5

Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 6,72E-07

RB: 8,38E-08

RU(Impianto Elettrico): 1,00E-07

RV(Impianto Elettrico): 1,25E-08

Totale: 8,68E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 8,68E-07

8. CONCLUSIONI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni ai fini della riduzione del rischio.

In relazione al valore della frequenza di danno, in accordo con la guida CEI 81-29, l'adozione di ulteriori misure di protezione contro le sovratensioni è comunque richiesta al fine di garantire la funzionalità degli impianti.

Data 04/10/2021

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 77 B (m): 34 H (m): 11 Hmax (m): 11
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 4,81

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea Energia
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 1000
Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
Coefficiente ambientale (CE): suburbano

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
Pericoli particolari: medio rischio di panico (h = 5)
Protezioni antincendio: manuali (rp = 0,5)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianto Elettrico
Alimentato dalla linea Linea Energia
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
Tensione di tenuta: 2,5 kV
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD = 1)
Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura
Rischio 1
Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 3650
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,17E-05
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 5,20E-06

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura
Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: Linea Energia

Circuito: Impianto Elettrico

FS Totale: 1,5072

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: Linea Energia

Circuito: Impianto Elettrico

FS Totale: 1,5072

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,34E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,63E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,61E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,23E+00$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

Linea Energia

$AL = 0,040000 \text{ km}^2$

$AI = 4,000000 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

Linea Energia

$NL = 0,048100$

$NI = 4,810000$

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Impianto Elettrico) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Impianto Elettrico) = 6,40E-03

PM = 6,40E-03

PU (Impianto Elettrico) = 1,00E+00

PV (Impianto Elettrico) = 1,00E+00

PW (Impianto Elettrico) = 1,00E+00

PZ (Impianto Elettrico) = 3,00E-01



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 4,81 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,889860° N**

Longitudine: **9,980134° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

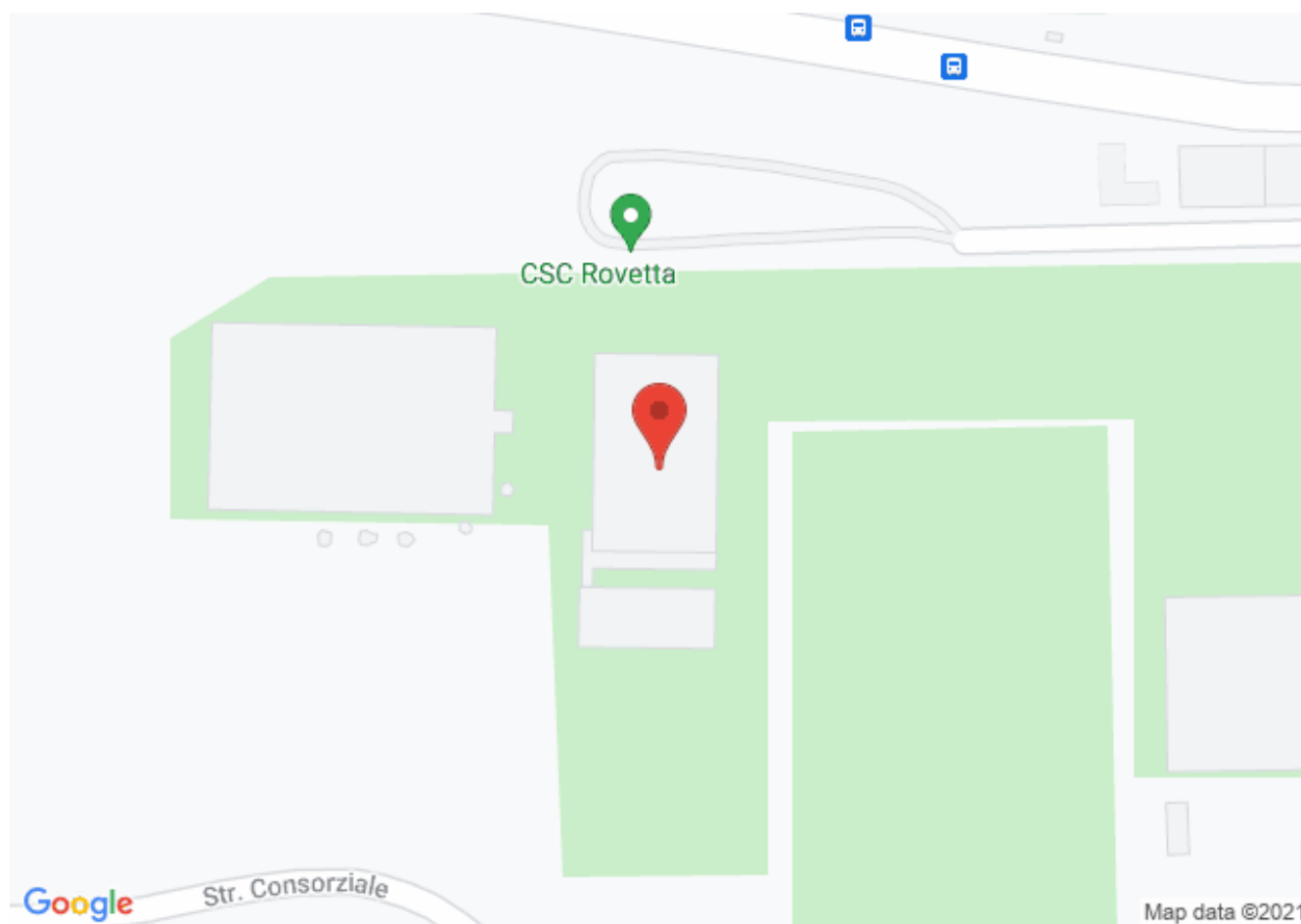
Data 04/10/2021

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,889860

Longitudine: 9,980134



ALLEGATO 4

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DI POTENZA NOMINALE PARI A 30 kW

DENOMINATO
Fotovoltaico Struttura Polifunzionale

SITO NEL COMUNE DI
Rovetta
Centro sportivo comunale
24020 - Provincia di Bergamo

COMMITTENTE:

COMUNE DI ROVETTA (BG)
Piazza Ferrari, 24
24020 Rovetta (BG)

-

DATA

Marzo 2021

SOMMARIO

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	3
SITO DI INSTALLAZIONE	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	4
EMISSIONI	4
RADIAZIONE SOLARE	5
ESPOSIZIONI	6
STRUTTURE DI SOSTEGNO	7
GENERATORE	8
GRUPPO DI CONVERSIONE	8
DIMENSIONAMENTO	10
CAVI ELETTRICI E CABLAGGI	11
QUADRI ELETTRICI	11
VERIFICHE	12
PLANIMETRIA DEL GENERATORE	13
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO	13
RIFERIMENTI NORMATIVI	13
CONCLUSIONI	15

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 30 kW e potenza di picco di 31,5 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Comune di Rovetta
Indirizzo:	Piazza Ferrari, 24
Codice fiscale/Partita IVA:	--
Telefono:	+39 0346 72004
Fax:	+39 0346 74238
E-mail:	info@comune.rovetta.bg.it

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Struttura polifunzionale presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Rovetta 24020
Latitudine:	045°53'24"N
Longitudine:	009°58'49"E
Altitudine:	648 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	0 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (*da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento*):

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 84 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .
La potenza di picco è di 31,5 kWp per una produzione di 33.514,3 kWh annui distribuiti su una superficie di 155,4 m².
Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	23,49 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	29,57 kg
Polveri:	1,05 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	17,48 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	1,03 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,20 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	8,38 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Rovetta.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	4,82	149,42
Febbraio	8,46	236,88
Marzo	12,32	381,92
Aprile	14,97	449,1
Maggio	17,86	553,66
Giugno	20,66	619,8
Luglio	20,97	650,07
Agosto	18,27	566,37
Settembre	14,04	421,2
Ottobre	8,11	251,41
Novembre	4,93	147,9
Dicembre	3,6	111,6

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	35,547	1101,953
Febbraio	62,114	1739,203
Marzo	90,365	2801,329
Aprile	110,224	3306,729
Maggio	132,31	4101,62
Giugno	153,6	4608,002
Luglio	155,651	4825,194
Agosto	134,836	4179,901
Settembre	103,078	3092,354
Ottobre	59,495	1844,33
Novembre	36,303	1089,093
Dicembre	26,6	824,614

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 1 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	Incentivo 1	Inclinazione fissa	0°	0°	0 %

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 0,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

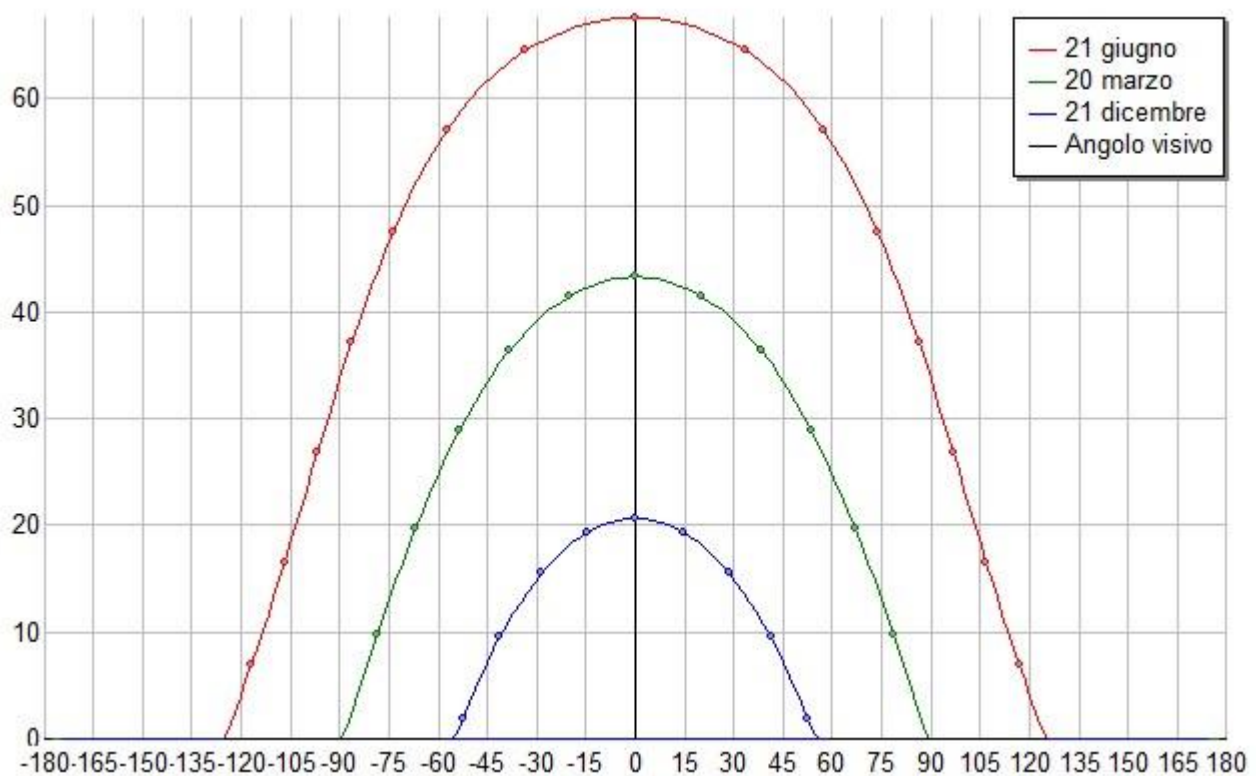


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

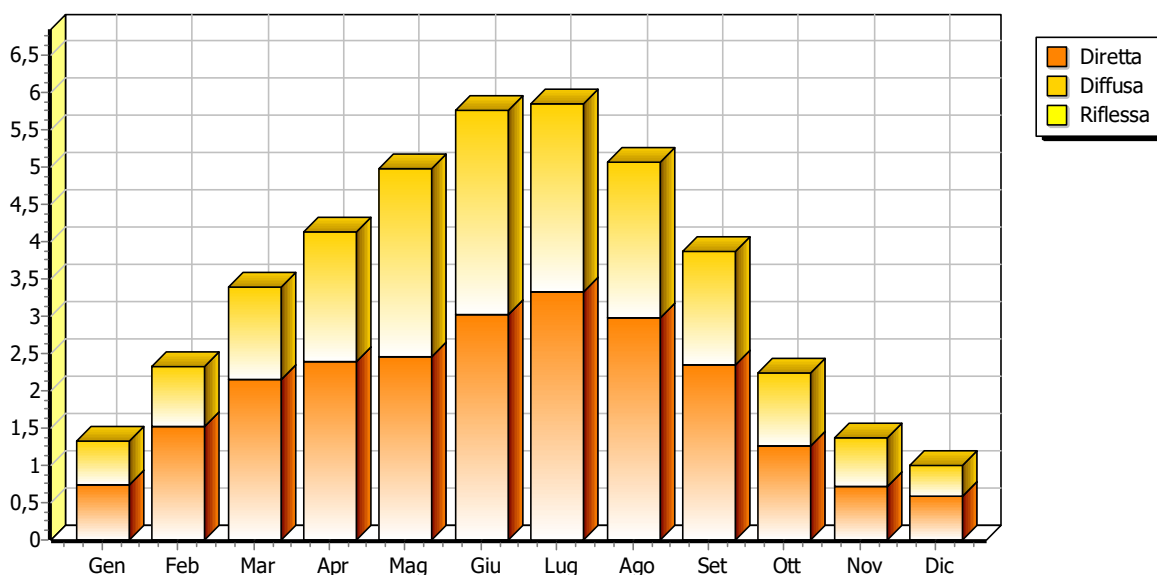


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,746	0,589	0	1,334	41,368
Febbraio	1,515	0,817	0	2,332	65,291
Marzo	2,148	1,244	0	3,392	105,164
Aprile	2,388	1,75	0	4,138	124,137
Maggio	2,459	2,508	0	4,967	153,978
Giugno	3,03	2,736	0	5,766	172,988
Luglio	3,321	2,522	0	5,843	181,141
Agosto	2,967	2,094	0	5,062	156,917
Settembre	2,347	1,522	0	3,87	116,089
Ottobre	1,256	0,978	0	2,233	69,238
Novembre	0,718	0,644	0	1,363	40,885
Dicembre	0,587	0,411	0	0,999	30,957

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato o alluminio con inclinazione identica alla copertura (circa 0°), avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

GENERATORE

Il generatore è composto da n° 84 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	84
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	30 kW
Potenza di picco:	31,5 kWp
Performance ratio:	84,6 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	PEIMAR
Serie / Sigla:	HALF CELL LINE OR6H375M (BF)
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	375 Wp
Rendimento:	20,3 %
Tensione nominale:	35,1 V
Tensione a vuoto:	41,3 V
Corrente nominale:	10,7 A
Corrente di corto circuito:	11,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1048 mm x 1765 mm
Peso:	0 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	HUAWEI
Serie / Sigla:	SUN2000 SUN2000-15KTL
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	15 kW
Potenza massima:	15,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	7,6 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1080 V
Tensione minima per inseguitore:	160 V
Tensione massima per inseguitore:	950 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	60 A
Corrente massima:	60 A
Corrente massima per inseguitore:	30 A
Rendimento:	0,99

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	11	10
Stringhe in parallelo:	2	2
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	386,2 V	351,1 V
Numero di moduli:	22	20

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 375 \text{ Wp} * 84 = 31,5 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	84	1.258,15	39.631,83

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 33514,3 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,6 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,3 %
Perdite totali:	15,4 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1102,0	1102,0	0,0 %
Febbraio	1739,2	1739,2	0,0 %
Marzo	2801,3	2801,3	0,0 %
Aprile	3306,7	3306,7	0,0 %
Maggio	4101,6	4101,6	0,0 %
Giugno	4608,0	4608,0	0,0 %
Luglio	4825,2	4825,2	0,0 %
Agosto	4179,9	4179,9	0,0 %
Settembre	3092,4	3092,4	0,0 %
Ottobre	1844,3	1844,3	0,0 %
Novembre	1089,1	1089,1	0,0 %
Dicembre	824,6	824,6	0,0 %
Anno	33514,3	33514,3	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo H1Z2Z2-K per i circuiti in corrente continua
- ❑ Tipo FG16OR16/FS17 per i circuiti in alternata

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (299,1 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (160,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (430,7 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (950,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (498,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1080,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (498,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (23,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (30,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (108,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 1]

PLANIMETRIA DEL GENERATORE

Si rimanda all'elaborato grafico IE02.

SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO

Si rimanda agli elaborati grafici IE01 e IE04.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- 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 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.