

Regione Autonoma della Sardegna

Ente Foreste della Sardegna

CAGLIARI

Relazione specialistica
Impianto elettrico

OGGETTO: Restauro conservativo dei fabbricati nella foresta demaniale "Gutturumannu" (Assemini)

COMMITTENTE: R.A.S. Ente Foreste della Sardegna

Cagliari, 04/12/2008

Il Progettista

Ing. Silvestro Boi

Sommario

Premessa 5

1. CONSIDERAZIONI GENERALI 5

1.1 Descrizione dell'edificio 5

2. LEGGI, NORME E REGOLAMENTI 5

2.1 Generalità 5

2.2 Leggi e decreti 5

2.3 Norme CEI e UNI 6

3. IMPIANTI ELETTRICI 6

3.1 Opere da realizzare 6

3.2 Caratteristiche generali dell'impianto elettrico 7

3.3 Distribuzione dell'energia elettrica 7

3.3.1 Quadro elettrico principale 7

3.3.2 Quadri elettrici secondari 8

3.3.3 Linee principali di distribuzione 9

3.3.4 Linee di derivazione 10

3.4 Impianti elettrici per forza motrice e illuminazione 10

3.4.1 Apparecchi di comando, prese a spina 10

3.4.2 Prese dati, telefonia, TV e segnalazione d'emergenza 11

3.4.3 Cassette, giunzioni 11

3.4.4 Illuminazione interna 12

3.4.5 Illuminazione di sicurezza 13

3.4.6 Segnaletica di sicurezza 14

3.5 Impianti di protezione 14

3.5.1 Impianto di terra 14
3.5.2 Impianto di equalizzazione del potenziale 15

4. CALCOLI ELETTRICI 16

4.1 Potenza impegnata 16

4.2 Protezione dai sovraccarichi 16

4.3 Protezione contro i contatti indiretti 16

4.4 Protezione dai contatti diretti 17

4.5 Correnti massime di corto circuito 17

4.6 Verifica cadute di tensione 18

4.7 Tensione di isolamento delle apparecchiature e cavi elettrici 19

4.8 Dimensionamento dell'impianto di terra 19

5. CALCOLI ILLUMINOTECNICI 20

5.1 Normativa di riferimento 20

5.2 Illuminazione ordinaria 21

5.3 Specifiche di progetto 22

5.3.1 Camera per ospiti 22
5.3.2 Ambienti comuni (sala TV, sala comune) 22
5.3.3 Zone di passaggio (corridoi) 23
5.3.4 Servizi igienici 23
5.3.5 Locale cottura cibi 24

5.4 Risultati calcoli illuminotecnici 24

5.4.1 Camera per ospiti tipo 1(Camere 1 – 9, 12) 25
5.4.2 Camera per ospiti tipo 2(Camere 10,11) 26
5.4.3 Camera disabili 27

5.4.4 Sala TV 28
5.4.5 Sala comune 29
5.4.6 Sala ristorazione 30
5.4.7 Locale cottura cibi 31

Premessa

La presente relazione fa parte della documentazione relativa alla progettazione degli impianti elettrici previsti nei lavori di " Restauro conservativo dei fabbricati nella foresta demaniale "Gutturumannu"" presso il Comune di Assemini (CA).

La relazione descrive i criteri utilizzati per le scelte progettuali, nonché le caratteristiche dei materiali prescelti e i calcoli degli impianti.

1.Considerazioni generali

1.1 Descrizione dell'edificio

I lavori interessano la casa forestale facente parte del centro di servizio "Gambarussa" in località "Gutturumannu", in agro del comune di Assemini. L'edificio si sviluppa su tre livelli, ed è già dotato di impianto elettrico. L'intervento di ristrutturazione prevede un cambio di destinazione d'uso – struttura ricettiva alberghiera – che richiede un adeguamento dell'impianto elettrico.

2.Leggi, norme e regolamenti

2.1 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, le prescrizioni e le regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali verranno richiamate, laddove opportuno, nella presente relazione.

2.2 Leggi e decreti

- D.P.R. 27 aprile 1955 n. 547: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- Legge 1 marzo 1968 n. 186.

- Decr. 22/01/08, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, 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. 09/04/08, n. 81 Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro; Attuazione dell'art. 1 della legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Legislazione vigente per la prevenzione incendi e norme del locale Comando dei Vigili del Fuoco.

2.3 Norme CEI e UNI

- 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 64-52: "Guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici".
- CEI 17-13/1 e /3: "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)":
- CEI 23-3: "Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari".

3.Impianti elettrici

3.1 Opere da realizzare

Sono oggetto del presente progetto i seguenti impianti:

- Distribuzione dell'energia elettrica: a partire dal punto di consegna da parte della società distributrice fino al quadro elettrico e utenze specificate;

- Impianti elettrici per forza motrice: installazione e alimentazione di tutti i punti di prelievo di energia elettrica;
- Impianto di illuminazione interna: installazione, alimentazione di tutti i corpi illuminanti (N.B.: in questo intervento non è prevista l'installazione dei corpi illuminanti ma solo la predisposizione);
- Impianto per prese telefonia e TV;
- Impianto di terra ed equalizzazione del potenziale.

3.2 Caratteristiche generali dell'impianto elettrico

L'impianto elettrico è un impianto alimentato dall'ente distributore in bassa tensione (400/230 V a 50 Hz).

Si realizza pertanto un sistema di tipo TT, cioè con impianto di terra dell'utente separato da quello della cabina del distributore (ENEL).

Tutte le masse dell'impianto e le masse estranee presenti devono essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori di protezione PE e conduttori di equipotenzializzazione.

Il presente progetto tiene conto dei requisiti di sicurezza richiesti per l'opera in questione. Tra gli obiettivi delle scelte progettuali sono prioritari quelli di razionalizzare la distribuzione dell'energia elettrica alle varie zone, di garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito e di realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti).

3.3 Distribuzione dell'energia elettrica

3.3.1 Quadro elettrico principale

La distribuzione dell'energia elettrica parte dal quadro elettrico principale, nel seguito denominato **QGEN**. Da tale quadro si dipartono, secondo una distribuzione di tipo radiale, tutte le linee destinate ad alimentare le utenze elettriche previste.

L'interruttore generale di tutto l'impianto elettrico, posto in testa al quadro QGEN, sarà dotato di bobina di apertura a lancio di corrente per l'arresto di emergenza dell'impianto elettrico; la bobina di apertura è comandata mediante pulsante di emergenza a fungo posto entro apposito centralino per manovra di emergenza costituito da involucro isolante di colore rosso con grado di protezione IP55 e vetro frontale frangibile.

Il quadro è dimensionato per contenere almeno il 30% in più degli interruttori installati, senza dover effettuare alcun lavoro sulla carpenteria. Sulla parte superiore o inferiore del quadro devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno del quadro deve essere accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Gli interruttori ed altre apparecchiature sono in esecuzione modulare (17,5 mm) e sono fissati ad innesto su un profilato sagomato. Per tutti gli interruttori il neutro è apribile. Tutti gli interruttori sono di caratteristica C (con riferimento alla norma CEI 23-3).

Il quadro è dotato di collettore di terra a cui sono collegati tutti i conduttori di protezione.

Il quadro dovrà avere un grado di protezione ≥ IP40.

La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

Il quadro deve essere realizzato come da specifiche ed elaborati di progetto, nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI 64-8. L'esecuzione del quadro deve essere conforme a quanto previsto nella norma CEI 17-13/1.

3.3.2 Quadri elettrici secondari

Nella struttura è prevista l'installazione di un quadro elettrico secondario al piano primo, a servizio delle utenze sia del piano primo che del secondo, e un quadro elettrico nel disimpegno adiacente la cucina, a servizio della stessa.

Ciascun quadro è dimensionato per contenere il 30% in più degli interruttori installati, senza dover effettuare alcun lavoro sulla carpenteria. Sulla parte superiore o inferiore del quadro devono essere realizzate idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno del

quadro deve essere accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Gli interruttori ed altre apparecchiature sono in esecuzione modulare (17,5 mm) e sono fissati ad innesto su un profilato sagomato. Per tutti gli interruttori il neutro è apribile. Tutti gli interruttori sono di caratteristica C (con riferimento alla norma CEI 23-3).

Ogni quadro è dotato di collettore di terra a cui sono collegati tutti i conduttori di protezione.

Entrambi i quadri dovranno avere un grado di protezione ≥ IP40.

La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

Ogni quadro deve essere realizzato come da specifiche ed elaborati di progetto, nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI 64-8. L'esecuzione del quadro deve essere conforme a quanto previsto nella norma CEI 17-13/1.

3.3.3 Linee principali di distribuzione

Le linee principali di distribuzione sono le linee in partenza dai quadri fino alle cassette di derivazione principali.

Per tali collegamenti sono utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo multipolare del tipo FG7OR 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma etilpropilenica e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-35.

Le canalizzazioni protettive destinate a ospitare i circuiti di derivazione saranno costituite da tubo isolante rigido in PVC, serie pesante (colore grigio), marchiato, autoestinguente, rispondenti alle norme CEI 23-14.

La sezione e la tipologia sono riportate negli elaborati di progetto, e sono state scelte in funzione del numero e della sezione dei cavi che devono contenere, tenendo conto dei suggerimenti della norma CEI 64-8 (diametro interno del tubo pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi che è destinato a contenere) e in modo tale da garantire la sfilabilità dei cavi.

Per tutti i conduttori devono essere rispettati i codici di colore previsti dalle norme: grigio, marrone o nero per i conduttori di fase, blu chiaro per il neutro e giallo-verde per il PE.

Il conduttore di protezione PE è unico all'interno di ciascuna canalizzazione e ha sezione pari alla massima presente nella canalizzazione. La sezione dei conduttori rimane invariata per tutta la lunghezza della linea.

Il percorso, il numero e le sezioni delle linee e delle relative canalizzazioni saranno indicati nelle planimetrie.

3.3.4 Linee di derivazione

Sono costituite dalle linee che si dipartono dalle cassette di dorsale e fino ai punti di utilizzo, ove per punti di utilizzo si intendono:

- punti luce;
- punti di comando;
- prese di corrente e punti di alimentazione vari.

Per tali collegamenti sono utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo unipolare del tipo N07V-K con conduttore in rame, isolamento in PVC, conforme a norma CEI 20-22 (non propagante l'incendio) CEI 20-35 (non propagante la fiamma) e CEI 20-37 (a bassa emissione di fumi e gas nocivi).

3.4Impianti elettrici per forza motrice e illuminazione

3.4.1 Apparecchi di comando, prese a spina

È prevista l'installazione di apparecchi di comando (interruttori, deviatori, invertitori) di tipo da parete modulare e componibile adatti alla realizzazione di combinazione di funzioni, con inserimento a scatto su supporti in policarbonato autoestinguente, idonei all'isolamento completo delle parti attive dei frutti e con morsetti posteriori di tipo doppio (sezione massima dei cavi 2 x 4 mm2), piastrine serracavo, viti impermeabili e collari di protezione. Tali apparecchi dovranno rispettare la norma di riferimento CEI 23-9.

Si dovranno installare prese a spina di tipo da incasso e per posa a parete, in modo da consentire una facile manovra dei comandi e da poterle installare in supporti di policarbonato antiurto. Le prese saranno con alveoli segregati, sia del tipo bipasso (2P + T, 10,16 A, interasse 19,26 mm, alveoli con diametro di 5 mm) sia del tipo schuko - UNEL P30 (2P + T, 10,16 A, con presa di terra centrale). Le prese dovranno avere morsetti posteriori di tipo doppio (sezione massima dei cavi 2 x 4 mm^2), piastrine serracavo, viti impermeabili e collari di protezione. Tali apparecchi dovranno rispettare le norme di riferimento CEI 23-16 e 23-5.

Verranno installate, inoltre, prese fisse orizzontali con fondo per montaggio a parete, con interblocco meccanico costituito da un interruttore rotativo che consente l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in posizione di aperto e la chiusura dell'interruttore stesso solo a spina inserita. Le prese saranno da 16 A, con tensione nominale di 220V (2P + T) e da 32A e 63 A con tensione nominale da 380V (3P + N + T), ed avranno grado di protezione almeno IP 44. Tali apparecchi dovranno rispettare le norme di riferimento CEI 23-12.

3.4.2 Prese dati, telefonia, TV e segnalazione d'emergenza

E' prevista la fornitura e posa in opera di prese per la ricezione del segnale televisivo TV-SAT e la fornitura e posa in opera di prese per telefono.

3.4.3Cassette, giunzioni

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegate cassette in materiale termoplastico autoestinguente resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650 °C (norma CEI 50 –11), resistente agli urti.

L'utilizzazione delle cassette sarà prevista per ogni derivazione o smistamento dei conduttori, mantenendo la separazione dei circuiti (FM, Illuminazione) mediante sdoppiamento delle cassette stesse o l'uso di setti divisori al loro interno.

Le cassette dovranno essere installate rispettando la complanarità con pareti in muratura o pavimenti, l'allineamento con gli assi verticali ed orizzontali delle pareti e le posizioni disponibili per non occupare mai quote di pareti utilizzabili per l'arredamento.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite in modo ordinato e dovranno essere facilmente individuabili. Le connessioni avvengono mediante morsettiere componibili a vite; non sono ammesse connessioni a cappuccio o tipo mammuth.

3.4.4 Illuminazione interna

L'impianto di illuminazione interna verrà realizzato impiegando diverse tipologie di corpi illuminanti, in funzione del locale in cui essi devono essere installati.

In particolare:

- **Camere e ambienti comuni al piano terra:** plafoniere lamellari, protette con il grado IP20IK08 secondo le EN 60529. Dotate di ottica satinata con traversini rigati in alluminio fissata a scatto, corpo in lamiera di acciaio verniciatura con polvere epossipoliestere colore bianco, stabilizzato ai raggi UV, previo trattamento di fosfatazione, portalampada in policarbonato bianco e contatti in bronzo fosforoso, attacco G13. Le lampade saranno a tubi fluorescenti FL 2x36W e FL 2x58W, come da elaborati di progetto.
- **Corridoi:** plafoniere lamellari, protette con il grado IP20IK08 secondo le EN 60529. Dotate di ottica satinata con traversini rigati in alluminio fissata a scatto, corpo in lamiera di acciaio verniciatura con polvere epossipoliestere colore bianco, stabilizzato ai raggi UV, previo trattamento di fosfatazione, portalampada in policarbonato bianco e contatti in bronzo fosforoso, attacco G13. Le lampade saranno a tubi fluorescenti FL 2x18W, come da elaborati di progetto.
- **Servizi igienici:** plafoniere in doppio isolamento, protette con il grado IP65IK08. Dotate di corpo in policarbonato infrangibile ed autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, diffusore in policarbonato antiabbagliamento infrangibile ed autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, liscio esternamente antipolvere, riflettore in alluminio

lucido o policarbonato bianco, portalampada in policarbonato e contatti in bronzo fosforoso, attacco G23 E27, montate a plafone. Le lampade saranno FLC 2x9S a risparmio energetico.

- **Locale cottura cibi e lavaggio stoviglie:** plafoniere stagne, grado di protezione IP65IK08 secondo le EN 60529. Dotate di corpo in policarbonato grigio, infrangibile ed autoestinguente V2, diffusore in policarbonato trasparente prismatizzato internamente, autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, riflettore in acciaio, verniciatura stabilizzata ai raggi UV antingiallimento in poliestere lucido colore bianco, portalampada in policarbonato bianco e contatti in bronzo fosforoso, attacco G13. Equipaggiate con alimentatore elettronico. Montate a plafone. Le lampade saranno a tubi fluorescenti FL 2x36W come da elaborati di progetto.

La potenza di ciascuna lampada e la posizione di installazione viene indicata nei disegni di progetto.

3.4.5 Illuminazione di sicurezza

Il calcolo del livello di illuminamento medio in condizioni di emergenza è stato effettuato impiegando le stesse metodologie usate per l'illuminazione ordinaria, ma tenendo conto solo dell'illuminazione diretta e non delle riflessioni sulle pareti, sul pavimento e sul soffitto, così come prescritto dalla norma EN 1838.

L'illuminazione in emergenza è ottenuta installando alcune delle lampade destinate all'illuminazione normale in versione equipaggiata di gruppo di emergenza. Questi corpi illuminanti hanno una autonomia di 1 h e la possibilità di ricarica automatica delle batterie al ritorno della tensione. I calcoli dei corpi illuminanti destinati a funzionare anche in condizioni di black-out sono stati condotti ipotizzando di avere un illuminamento medio a pavimento di almeno 5 lux, ottenuti non tenendo conto dei contributi dati dagli effetti di riflessione e dell'illuminazione proveniente dai dispositivi di segnalazione.

3.4.6Segnaletica di sicurezza

Per indicare la dislocazione delle uscite di sicurezza verranno installate lampade autonome per segnalazione, alimentate dalla rete a 220 V e 50 Hz, con grado di protezione IP40, doppio isolamento, tubo fluorescente da 11 W, autonomia di 1 h e dotate inoltre di opportuna segnaletica direzionale. L'illuminazione di sicurezza, essendo preposta alla evacuazione di una zona o di un locale, deve garantire una buona visibilità nell'intero spazio di mobilità delle persone.

L'illuminazione fornita da questi elementi non è stata considerata nei calcoli dell'illuminazione in condizioni di emergenza.

Gli apparecchi di illuminazione saranno installati almeno nei seguenti punti:

- in corrispondenza di ogni uscita di sicurezza indicata;
- in corrispondenza di ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza;
- in corrispondenza di ogni cambio di direzione lungo la via di esodo.

L' indice di resa cromatica deve essere almeno pari a 40, 50% dell'illuminamento entro 5 s e illuminamento completo entro 60 s.

3.5Impianti di protezione

Si considerano impianti di protezione:

- l'impianto di terra;
- l'impianto di equalizzazione del potenziale.

3.5.1 Impianto di terra

Nell'edificio, considerato che esiste già l'impianto elettrico, è già presente l'impianto di terra. Su di esso si dovranno eseguire le necessarie verifiche per valutare la conformità alla normativa vigente in materia. L'impianto di terra dovrà essere dimensionato

rispettando il coordinamento con l'interruttore differenziale posto a monte di tutto l'impianto elettrico.

E' previsto in corrispondenza del dispersore un pozzetto ispezionabile dal quale sia possibile accedere al dispersore durante le verifiche di efficienza dell'impianto di terra.

I conduttori di protezione seguono lo stesso percorso dei cavi di energia per l'alimentazione delle utenze.

Per i calcoli relativi al dimensionamento dell'impianto di terra si rimanda al par. 4.8.

3.5.2 Impianto di equalizzazione del potenziale

Tutte le masse estranee del complesso, così come definite dalle Norme CEI 64-8, sono collegate all'impianto di terra in modo da realizzare l'equipotenzialità con le masse accessibili, collegate all'impianto di terra tramite i conduttori di protezione.

I collegamenti equipotenziali sono realizzati con conduttori in rame isolati, di colore giallo-verde, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

In particolare si devono collegare all'impianto di protezione le tubazioni, se metalliche, di acqua calda e fredda di adduzione fluidi in corrispondenza dell'entrata nei servizi igienici.

4.Calcoli elettrici

4.1 Potenza impegnata

Le potenze utilizzate per il dimensionamento dell'impianto, tenendo conto degli opportuni coefficienti di contemporaneità ed utilizzazione sono le seguenti:

Quadro	P_B (kW)
Quadro Generale Bassa Tensione **QGEN**	50.11
Quadro Piano Primo **Q1**	6.4
Quadro Cucina **Q2**	7.52

Pertanto, la potenza contrattuale da richiedere al distributore sarà stabilita in funzione della potenza assorbita dal QGEN.

4.2Protezione dai sovraccarichi

La protezione dai sovraccarichi, effettuata con interruttori magnetotermici che rispettino le norme CEI 23-3 (per correnti nominali inferiori a 125 A) , deve rispettare la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z .$$

dove:

- Ib è la corrente di impiego della linea;
- In è la corrente nominale dell'interruttore;
- Iz è la portata del cavo.

Si ricava in tal modo la corrente nominale dei dispositivi di interruzione utilizzati, ricavabile dagli elaborati di progetto relativi agli schemi unifilari dei quadri.

4.3 Protezione contro i contatti indiretti

Il metodo principale di protezione contro i contatti indiretti si basa sull'interruzione automatica dell'alimentazione del circuito in cui si verifica il guasto verso terra (CEI 64-8/4,) quando la tensione di contatto presunta supera 50 V in c.a. (negli ambienti ordinari).

L'impianto si configura come un sistema TT, quindi la protezione contro i contatti indiretti è conseguibile con interruttori differenziali ed il collegamento delle masse all'impianto di terra.

Su tutti i circuiti terminali riguardanti l'illuminazione e le prese a spina sono previsti dispositivi differenziali in classe AC con I_{dn} = 0,03 A per le prese di corrente di servizio, per l'illuminazione e per le altre utenze fisse.

4.4 Protezione dai contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti prevista per gli impianti in oggetto è di tipo totale.

Essa sarà realizzata mediante:

- **isolamento** (asportabile solo mediante distruzione) per le condutture in genere;
- **segregazione entro involucri** per le parti attive non isolate: detti involucri avranno grado di protezione almeno IP4X.

In particolare, le parti attive entro gli involucri avranno grado di protezione IP20 per la maggior parte dei componenti, e saranno accessibili solo togliendo parti di involucri con l'uso di attrezzi.

Per i circuiti di alimentazione di prese a spina è fornita, inoltre, una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti dai dispositivi differenziali con I_{dn} = 30 mA.

4.5 Correnti massime di corto circuito

Le correnti di guasto sulla rete a 400 V, indicate anche sugli schemi, sono calcolate in conformità alla norma CEI 11-25 e con i seguenti dati:

- Una potenza di corto-circuito della rete del distributore a 400 V a monte pari 6 kA;
- le lunghezze dei cavi stimate sulle piante tenendo conto del loro percorso approssimativo;
- la reattanza per unità di lunghezza dei cavi tratta dalla tabella CEI UNEL 35023;
- la tensione nominale del sistema elettrico pari a 230 V verso terra e 400 V tra le fasi;

Il potere di interruzione (massima corrente che l'interruttore può interrompere) di ciascun dispositivo di protezione installato nei diversi quadri elettrici dell'impianto deve essere superiore alla corrente di cortocircuito massima (all'inizio della linea).

Di seguito si riportano i valori calcolati per le correnti di cortocircuito massimo in ciascun quadro elettrico. Il valore riportato è relativo a cortocircuiti trifase per gli arrivi in linea

trifase e a cortocircuiti fase-neutro per gli arrivi in linea monofase. In funzione di tale valore viene scelto il potere di interruzione minimo delle apparecchiature installate in quel quadro.

Quadro	I_{cc} (kA)
Quadro Generale Bassa Tensione **QGEN**	6.00
Quadro Piano Primo **Q1**	4.48
Quadro Cucina **Q2**	4.48

I poteri di interruzione degli interruttori installati nei vari quadri devono essere maggiori o uguali ai valori indicati nelle tabelle degli schemi unifilari di potenza dei quadri.

I dispositivi di protezione relativi ai suddetti quadri, a cui si è fatto riferimento negli elaborati grafici, nei capitolati e nei computi, sono stati individuati sulla base delle taglie commerciali e delle tabelle di filiazione fornite dai costruttori.

Come scelta progettuale generale, gli interruttori dell'impianto avranno un potere di interruzione non inferiore a 6 kA, salvo altra specifica indicata negli elaborati di progetto.

La verifica per correnti di corto circuito minime (di fondo linea) non è in questo caso necessaria, in quanto tutte le linee sono protette dai sovraccarichi (Norma CEI 64-8).

4.6 Verifica cadute di tensione

Le sezioni dei conduttori dell'impianto sono state scelte, secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, imponendo una caduta di tensione percentuale, rispetto al valore nominale, inferiore al 2 % per ogni tratta e al 4 % in totale.

Nel seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati per la verifica dei livelli di caduta di tensione. Tali valori sono stati ottenuti, sulla base dei carichi presenti, ipotizzando un fattore di potenza di ciascun singolo carico pari a 0.9.

I valori delle cadute di tensione massime di progetto per le linee in partenza da ciascun quadro elettrico si possono rilevare dalla seguente tabella.

Quadro	Cdt max %

Quadro Generale Bassa Tensione **QGEN**	2.60%
Quadro Piano Primo **Q1**	2.60%
Quadro Cucina **Q2**	0.99%

4.7 Tensione di isolamento delle apparecchiature e cavi elettrici

La tensione di riferimento per l'isolamento delle apparecchiature per la bassa tensione è di 690V.

I cavi elettrici BT della distribuzione principale sono isolati per il livello 1 di tensione nominale di isolamento ovvero Uo/U = 0.6/1KV.

I cavi elettrici BT della distribuzione terminale sono isolati per il livello 07 di tensione nominale di isolamento ovvero Uo/U = 450/750V;

4.8 Dimensionamento dell'impianto di terra

Come già espresso l'impianto di terra è già esistente. Qualora le verifiche sulla sua conformità dessero esito negativo, si dovrà provvedere alla realizzazione di unuovo impianto di terra – o di una adeguamento di quello esistente – sulla base dei seguenti calcoli:

- Sistema di distribuzione: TT
- Tensione nominale: 400/230 V
- Tensione di contatto ammissibile per 5 secondi: 50 V
- Corrente di intervento I del dispositivo di protezione più a monte in non più di 5 secondi: 0.3 A
- Terreno uniforme e non roccioso
- Resistività ρ del terreno stimata: 200 Ωm
- Resistenza di terra minima richiesta dalla norma CEI 64-8: $Rt \leq \frac{50}{I_{\Delta n}} = 166\ \Omega$

Per la realizzazione dell'impianto di protezione di terra verrà interrato, all'esterno dell'edificio, in prossimità del quadro elettrico, a una profondità di 0.5 m, n° 1 picchetto a croce in profilato omogeneo di acciaio zincato con lunghezza pari a 1.5 m.

La formula utilizzata per il calcolo approssimato della resistenza di terra per ciascun picchetto è la seguente:

$$Rt = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

dove:

L è la lunghezza del picchetto dispersore L = 1.5 m

a è il raggio del picchetto dispersore a = 0.025 m

Valore teorico calcolato per n°1 picchetto: Rt = 95 Ω

Il valore teorico è inferiore al valore richiesto dalla norma CEI 64-8; il valore reale della resistenza di terra verrà misurato dall'impresa installatrice dell'impianto.

Il dispersore sarà collegato al collettore generale di terra tramite il conduttore di terra, che sarà di tipo isolato in PVC con sezione pari a 16 mm^2.

I materiali impiegati dovranno rispettare le indicazioni della norma CEI 64-8.

5.Calcoli Illuminotecnici

5.1 Normativa di riferimento

Il presente progetto illuminotecnico è stato redatto in ottemperanza alle seguenti normative e raccomandazioni in materia di comfort visivo.

- CIE Recommendations;
- UNI EN 12464-1:2004 Luce e illuminazione – Illuminazione all'interno dei posti di lavoro – Parte 1: posti di lavoro in interni;

- EN 60598-2-22 "Apparecchi di illuminazione di emergenza";
- ISO 3684: 1984 "Segnali di sicurezza, colori";
- EN 50172 "Apparecchi di segnalazione per le vie di esodo";
- EN 1838 "illuminazione di emergenza".

5.2 Illuminazione ordinaria

L'obiettivo del presente progetto illuminotecnico è quello di verificare la rispondenza delle prestazioni dell'impianto di illuminazione alle raccomandazioni suggerite dalle norme in materia di illuminazioni di interni ed esterni in condizioni ordinarie.

La norma UNI EN 12464-1 definisce i valori limite dei seguenti parametri:

- illuminamento medio mantenuto, relativo alla superficie di riferimento da considerare in relazione al tipo di ambiente;
- uniformità di illuminamento, inteso come rapporto tra l'illuminamento delle aree nelle immediate vicinanze e l'illuminamento del compito visivo;
- condizioni di abbagliamento, relativo al rispetto dei valori massimi U.G.R.;
- direzionalità della luce;
- colore della luce e resa del colore.

Per il progetto degli impianti di illuminazione degli interni si è fatto ricorso al metodo di calcolo "punto per punto". Tali calcoli hanno come scopo la determinazione dell'illuminamento su un numero discreto di punti situati su prefissate superfici (piane o cilindriche, orizzontali o verticali) in modo da tracciare le linee isolux, ossia i luoghi geometrici che presentano lo stesso valore di illuminamento. In pratica, sull'area di interesse, si crea un reticolo e si effettua il calcolo dell'illuminamento nei suoi nodi o al centro delle sue maglie.

Ai fini di una più corretta valutazione dell'illuminamento è necessario tenere in considerazione sia l'illuminamento diretto, dovuto alle radiazioni provenienti direttamente dalla sorgente luminosa e incidenti il punto considerato, sia quello indiretto, dovuto alle radiazioni che incidono sul punto dopo avere subito riflessioni dalle superfici circostanti.

I calcoli illuminotecnici sono stati effettuati con il programma Progem della Beghelli, per il calcolo in ambienti comunque irregolari, facendo riferimento a corpi illuminanti della stessa casa produttrice.

5.3 Specifiche di progetto

In assenza di ulteriori dati di progetto relativi alla natura del compito visivo svolto nelle diverse aree dei locali esaminati e alla esatta disposizione delle postazioni di lavoro, il calcolo illuminotecnico è stato effettuato in base ai valori riportati nella norma UNI EN 12464-1 e su specifiche prescrizioni relative alla ergonomicità dei posti lavoro.

Sono riportati di seguito i risultati relativi agli studi di simulazione effettuati in tutti i locali significativi; dal momento che alcuni locali hanno caratteristiche di ripetitività, per essi si è provveduto ad effettuare un'unica simulazione.

5.3.1 Camera per ospiti

- Livello di illuminamento medio (E_m) sul piano di lavoro (0.85 m) 200 lux;
- Uniformità dell'illuminamento sul piano di lavoro (E_{min} / E_m) non inferiore a 0.5;
- Coefficiente di manutenzione 0.8;
- Coefficiente di riflessione Soffitto: > 70%;
- Coefficiente di riflessione Pareti: > 50%;
- Coefficiente di riflessione Pavimento: > 30%);
- Corpi illuminanti a tubi fluorescenti a soffitto;
- Lampade di adeguata temperatura di colore (W) e resa cromatica (Ra=1B);

5.3.2 Ambienti comuni (sala TV, sala comune)

- Livello di illuminamento medio (E_m) sul piano di lavoro (0.85 m) 300 lux;
- Uniformità dell'illuminamento sul piano di lavoro (E_{min} / E_m) non inferiore a 0.5;
- Coefficiente di manutenzione 0.8;

- Coefficiente di riflessione Soffitto: > 70%;
- Coefficiente di riflessione Pareti: > 50%;
- Coefficiente di riflessione Pavimento: > 30%);
- Corpi illuminanti a tubi fluorescenti a soffitto;
- Lampade di adeguata temperatura di colore (W) e resa cromatica (Ra=1B);

5.3.3 Zone di passaggio (corridoi)

- Livello di illuminamento medio (E_m) sul piano di lavoro (0.85 m) compreso tra 100-200 lux;
- Uniformità dell'illuminamento sul piano di lavoro (E_{min} / E_m) non inferiore a 0.5;
- Coefficiente di manutenzione 0.8;
- Coefficiente di riflessione Soffitto: > 70%;
- Coefficiente di riflessione Pareti: > 50%;
- Coefficiente di riflessione Pavimento: > 30%);
- Corpi illuminanti a tubi fluorescenti a soffitto o ad incasso;
- Lampade di adeguata temperatura di colore (W) e resa cromatica (Ra=1B);

5.3.4 Servizi igienici

- Livello di illuminamento medio (E_m) sul piano di lavoro (0.85 m) 200 lux;
- Uniformità dell'illuminamento sul piano di lavoro (E_{min} / E_m) non inferiore a 0.5;
- Coefficiente di manutenzione 0.8;
- Coefficiente di riflessione Soffitto: > 70%;
- Coefficiente di riflessione Pareti: > 50%;
- Coefficiente di riflessione Pavimento: > 30%);

- Corpi illuminanti a tubi fluorescenti a soffitto o da incasso;
- Lampade di adeguata temperatura di colore (W) e resa cromatica (Ra=1B).

5.3.5Locale cottura cibi

- Livello di illuminamento medio (E_m) sul piano di lavoro (0.85 m) 500 lux;
- Uniformità dell'illuminamento sul piano di lavoro (E_{min} / E_m) non inferiore a 0.5;
- Coefficiente di manutenzione 0.8;
- Coefficiente di riflessione Soffitto: > 70%;
- Coefficiente di riflessione Pareti: > 50%;
- Coefficiente di riflessione Pavimento: > 30%);
- Corpi illuminanti a tubi fluorescenti a soffitto o da incasso;
- Lampade di adeguata temperatura di colore (W) e resa cromatica (Ra=1B).

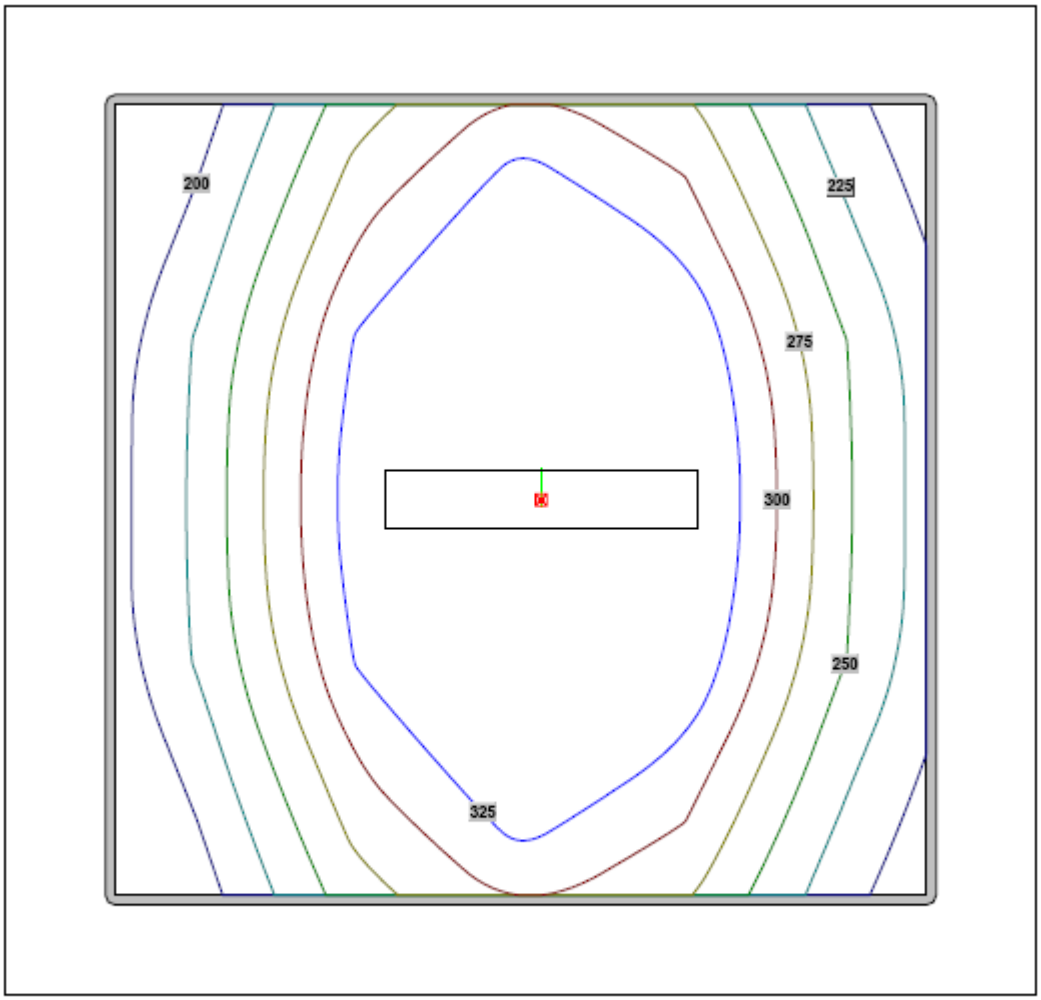
5.4 Risultati calcoli illuminotecnici

I dati riportati, per alcune tipologie di locale, riguardano sostanzialmente i principali indicatori di qualità dell'illuminamento ottenuto con il calcolo di progetto (valori medi di illuminamento sul piano di lavoro, coefficienti di uniformità, luminanza, etc.).

5.4.1Camera per ospiti tipo 1(Camere 1 – 9, 12)

Ambiente: Camera 1 Scena: <Tutto Acceso>

Isolux Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 297.49 lx
EMin: 199.99 lx
EMax: 423.20 lx
EMin/EMed: 0.67
EMin/EMax: 0.47
EMax/EMin: 2.12
W/mq.: 7.05 W/mq./100 lx: 1.78
Superficie (mq.): 15.60
Potenza totale (W): 110
Flusso totale (lm): 10400
Flusso diretto (lm): 3881.8
Flusso rifl. non process.: 9.9%
UGR Parallelo: 20
UGR Perpendicolare: 15

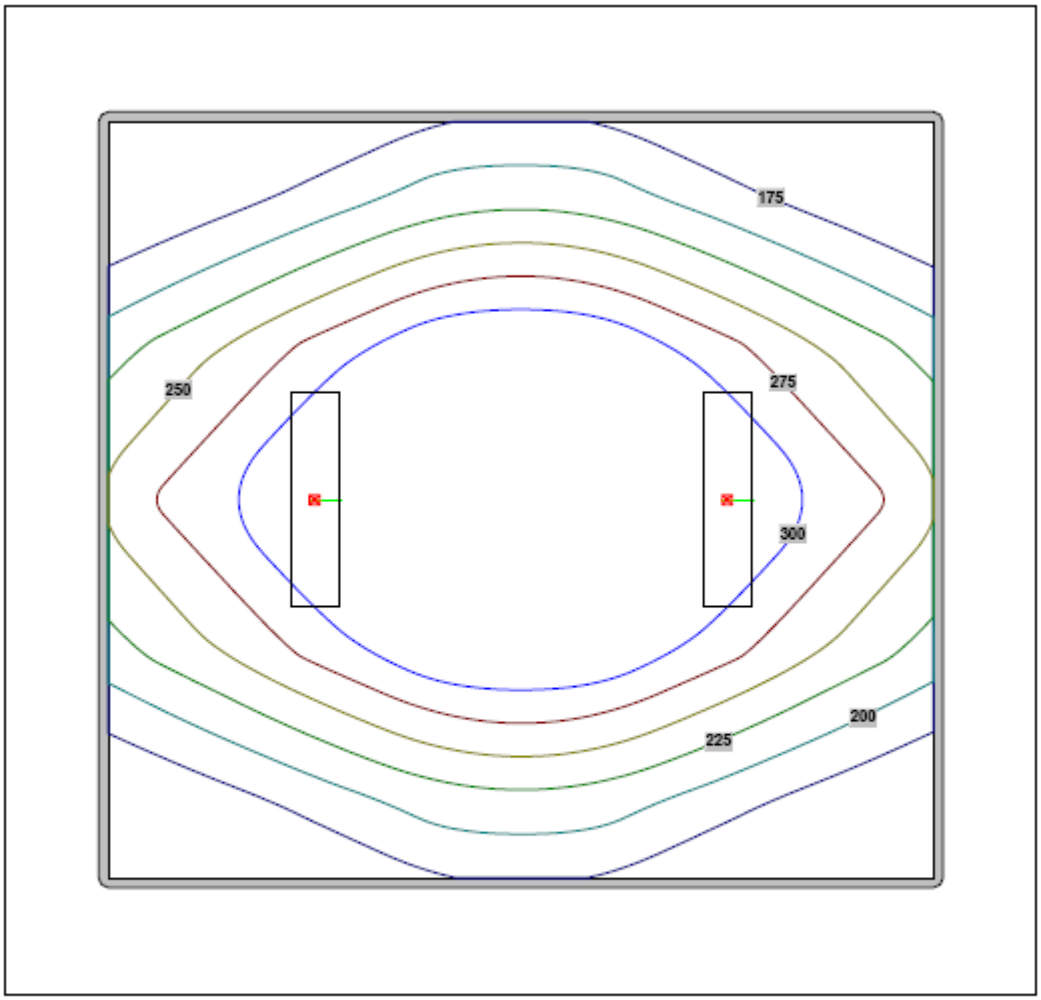
Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.40	1.20	2.00	2.80	3.60					
3.51	199.99	286.03	336.58	302.92	221.80					
2.73	227.39	329.33	401.99	352.37	250.95					
1.95	230.30	342.85	423.20	368.57	254.26					
1.17	227.72	328.97	402.23	352.14	250.82					
0.39	200.27	285.92	336.35	302.56	221.74					

5.4.2Camera per ospiti tipo 2(Camere 10,11)

Ambiente: Camera 11 Scena: <Tutto Acceso>

Isolux Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 255.45 lx EMin: 154.21 lx EMax: 397.92 lx
EMin/EMed: 0.60 EMin/EMax: 0.39 EMax/EMin: 2.58
W/mq.: 6.63 W/mq./100 lx: 2.07 Superficie (mq.): 21.12 Potenza totale (W): 140
Flusso totale (lm): 13400 Flusso diretto (lm): 3700.4 Flusso rifl. non process.: 10.0%
UGR Parallelo: 17 UGR Perpendicolare: 22

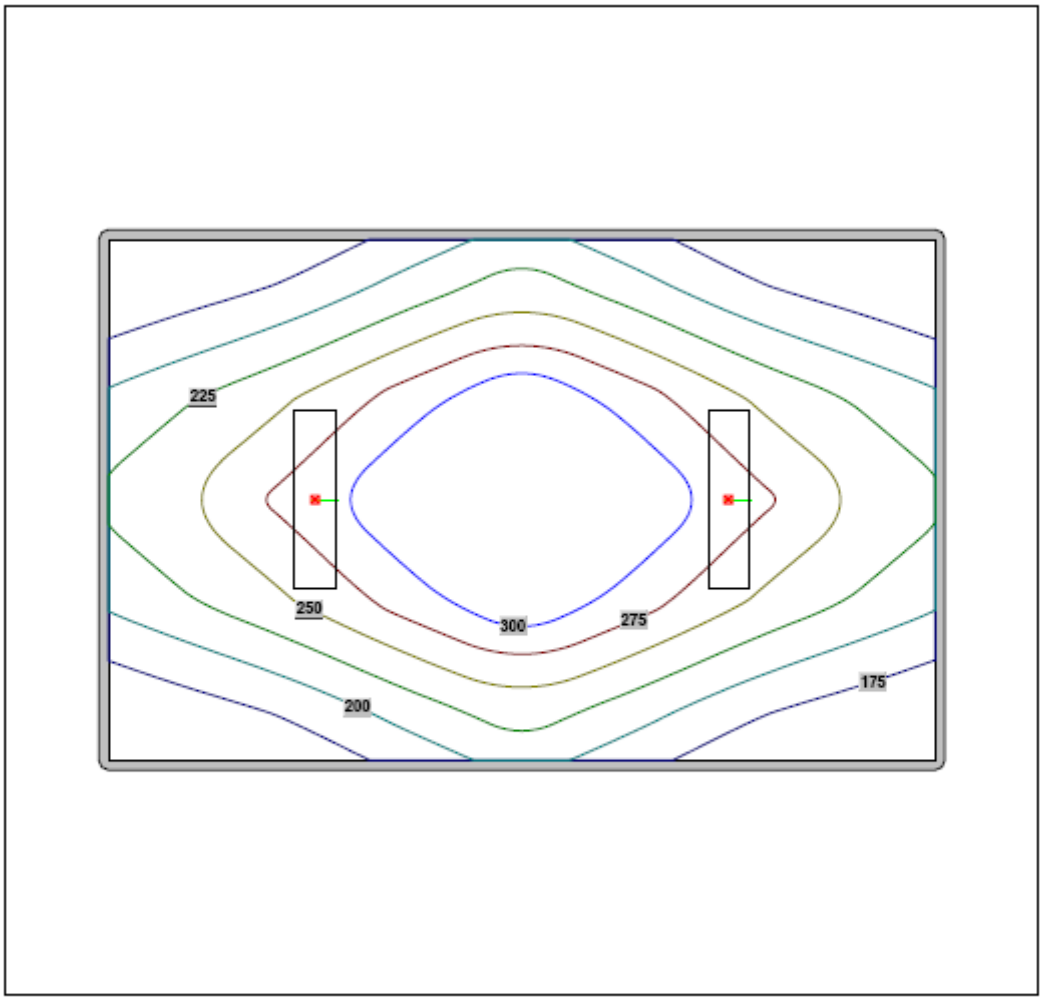
Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.40	1.20	2.00	2.80	3.60	4.40				
3.96	154.64	183.66	215.80	215.81	183.63	154.32				
3.08	236.70	283.62	329.27	329.34	283.44	236.48				
2.20	284.53	343.16	397.66	397.92	343.21	284.08				
1.32	236.87	283.44	329.19	329.40	283.64	236.30				
0.44	154.63	183.69	215.56	215.85	183.60	154.21				

5.4.3Camera disabili

Ambiente: Camera disabili Scena: <Tutto Acceso>

Isolux Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 240.26 lx EMin: 160.39 lx EMax: 370.29 lx
EMin/EMed: 0.67 EMin/EMax: 0.43 EMax/EMin: 2.31
W/mq.: 6.82 W/mq./100 lx: 2.20 Superficie (mq.): 20.52 Potenza totale (W): 140
Flusso totale (lm): 13400 Flusso diretto (lm): 3173.7 Flusso rifl. non process.: 10.0%
UGR Parallelo: 17 UGR Perpendicolare: 22

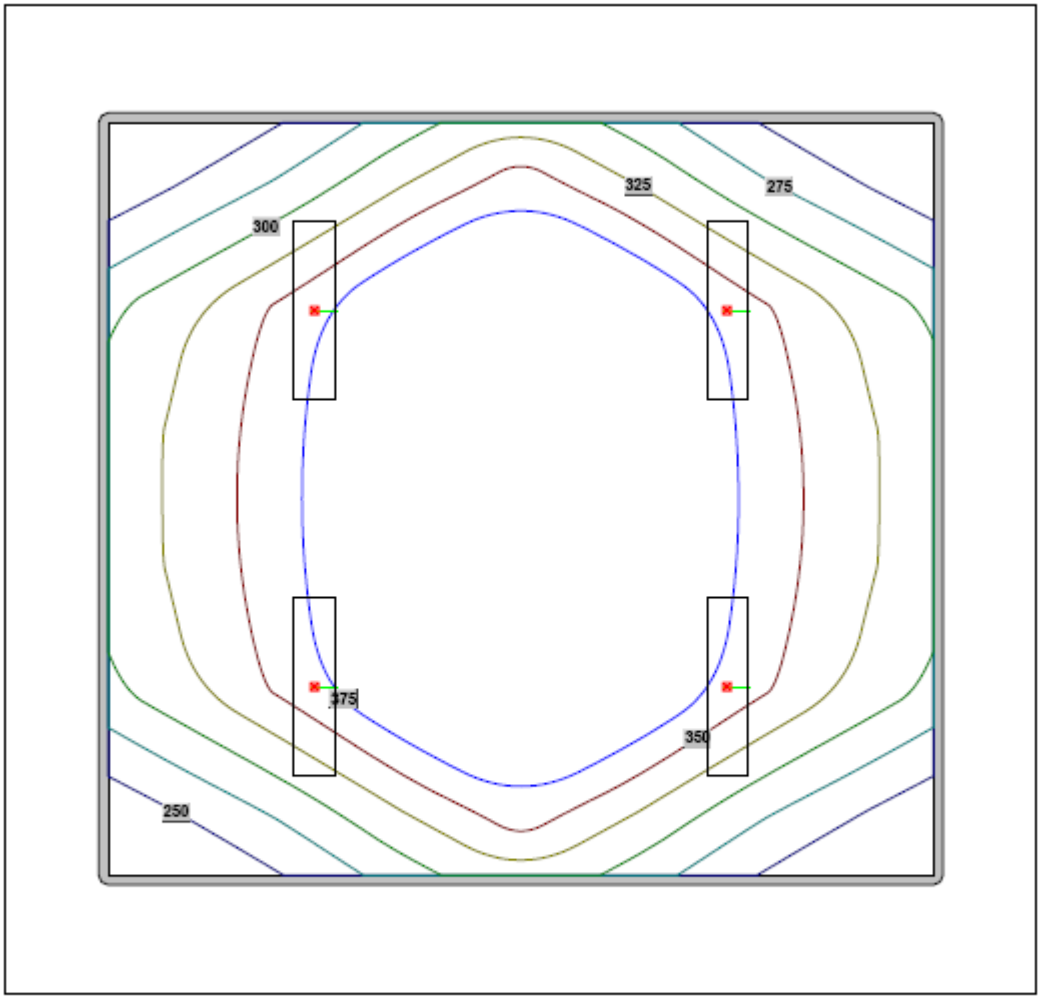
Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.41	1.22	2.04	2.85	3.66	4.48	5.29			
3.24	160.75	179.93	211.32	242.53	211.09	179.27	160.39			
2.52	217.10	246.01	285.16	322.85	284.87	245.14	216.72			
1.80	248.14	282.44	326.32	370.29	326.06	281.59	247.63			
1.08	217.13	246.24	284.95	323.03	284.82	245.57	216.61			
0.36	160.68	179.80	211.22	242.53	211.06	179.31	160.41			

5.4.4Sala TV

Ambiente: Sala TV **Scena: <Tutto Acceso>**

Isolux Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 354.42 lx **EMin: 247.01 lx** **EMax: 487.23 lx**
EMin/EMed: 0.70 **EMin/EMax: 0.51** **EMax/EMin: 1.97**
W/mq.: 9.45 W/mq./100 lx: 2.17 **Superficie (mq.): 29.64** **Potenza totale (W): 280**
Flusso totale (lm): 26800 **Flusso diretto (lm): 6443.6** **Flusso rifl. non process.: 10.0%**
UGR Parallelo: 17 **UGR Perpendicolare: 18**

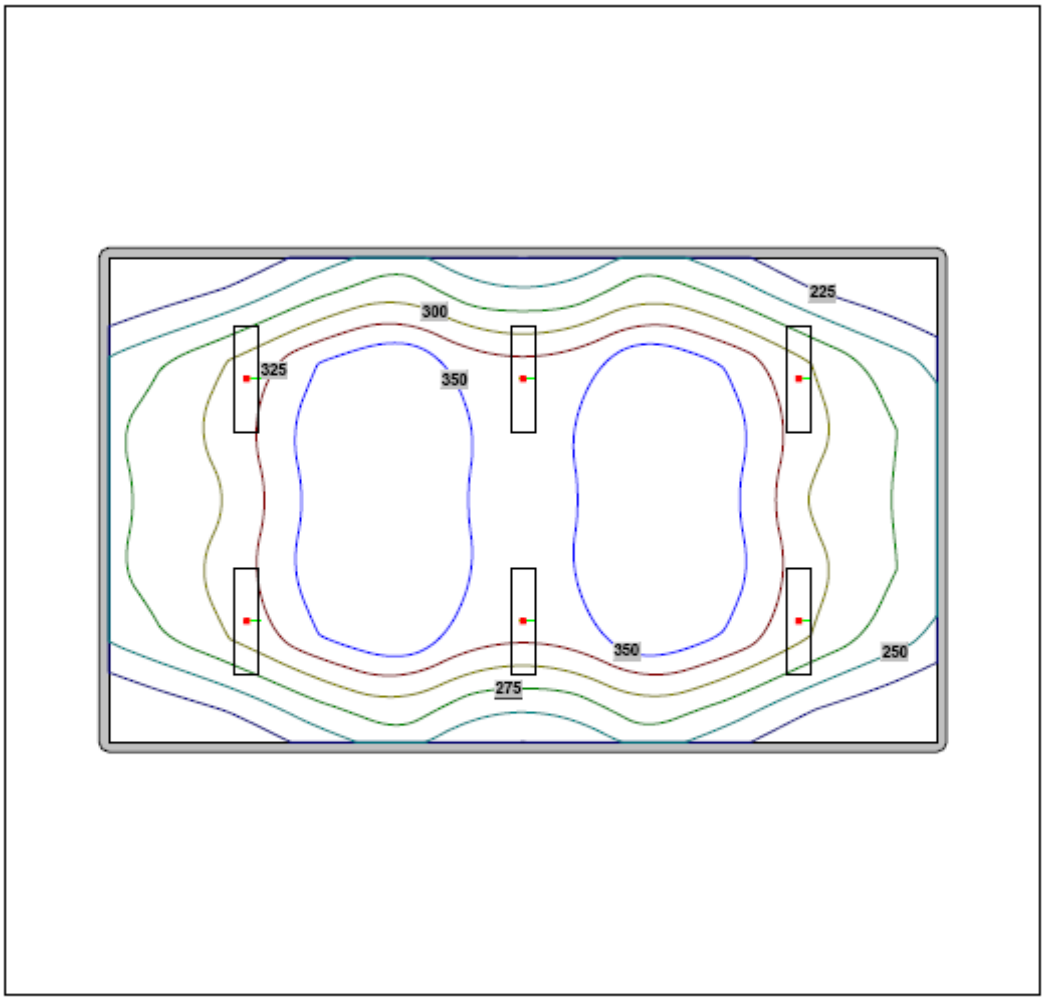
Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.41	1.22	2.04	2.85	3.66	4.48	5.29			
4.77	247.25	280.90	324.65	366.11	324.63	280.58	247.26			
3.90	316.17	358.31	414.74	469.76	414.83	357.76	316.23			
3.03	326.60	366.25	427.48	487.14	427.20	365.57	326.54			
2.17	326.39	366.21	426.84	487.23	426.92	365.72	326.34			
1.30	315.73	358.10	413.83	469.35	413.90	357.65	315.48			
0.43	247.16	280.71	324.53	365.96	324.43	280.35	247.01			

5.4.5Sala comune

Ambiente: Sala Comune Scena: <Tutto Acceso>

Isolux Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 309.24 lx EMin: 204.98 lx EMax: 403.54 lx
EMin/EMed: 0.66 EMin/EMax: 0.51 EMax/EMin: 1.97
W/mq.: 7.60 W/mq./100 lx: 2.10 Superficie (mq.): 55.29 Potenza totale (W): 420
Flusso totale (lm): 40200 Flusso diretto (lm): 8307.9 Flusso rifl. non process.: 10.0%
UGR Parallelo: 19 UGR Perpendicolare: 17

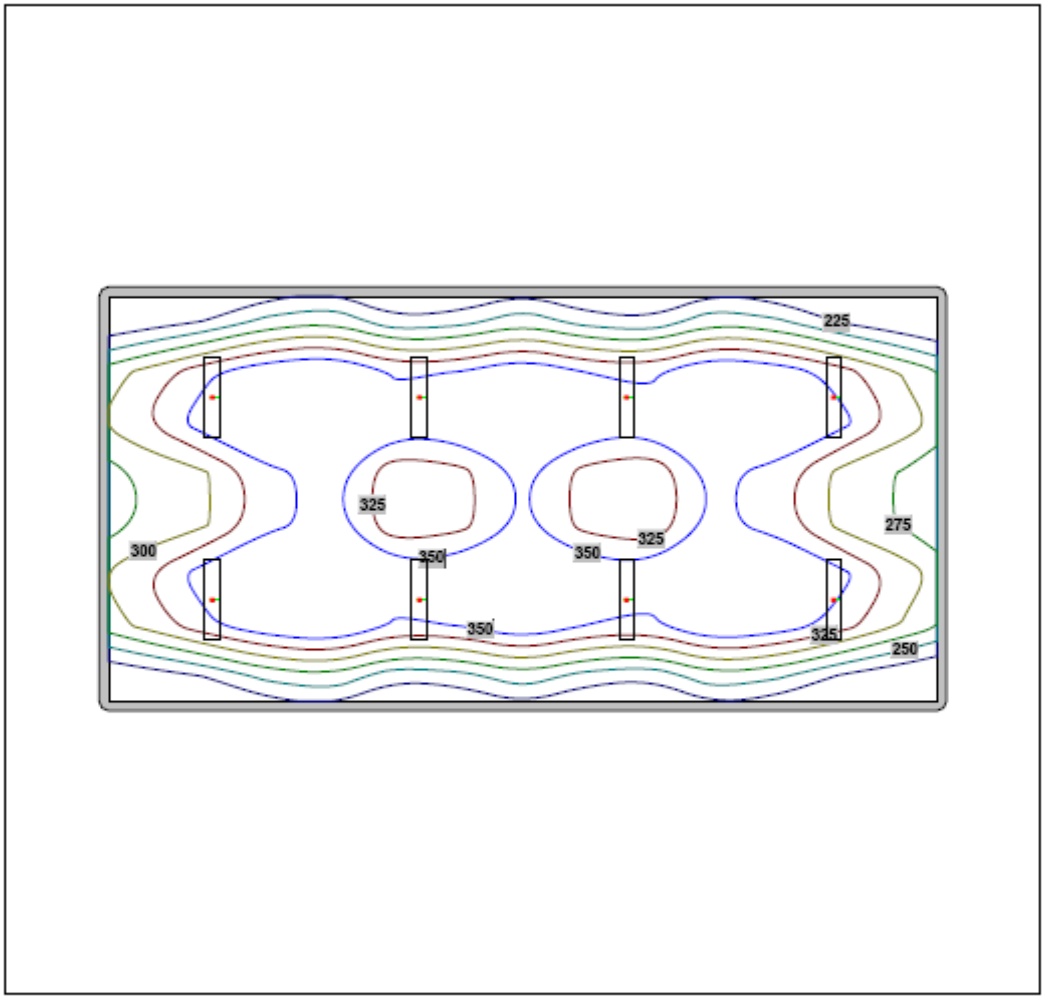
Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.48	1.45	2.42	3.39	4.36	5.34	6.30	7.27	8.24	9.22
5.29	208.15	230.49	267.69	296.76	254.19	254.10	295.58	265.54	227.26	204.98
4.48	269.39	303.06	348.55	378.84	330.30	330.16	377.27	345.86	299.00	260.98
3.66	284.29	313.07	366.34	403.54	346.60	346.51	401.97	363.47	308.61	275.61
2.85	278.42	300.71	357.27	402.96	337.52	337.59	401.35	354.56	296.35	273.64
2.04	283.97	312.85	365.93	403.42	346.31	346.41	401.90	363.49	308.44	275.59
1.22	268.55	302.11	347.71	378.18	329.87	329.82	376.99	345.54	298.68	260.68
0.41	207.55	229.70	267.11	296.45	253.89	253.96	295.46	265.46	227.20	205.00

5.4.6Sala ristorazione

Ambiente: Sala ristorazione 2x58 Scena: <Tutto Acceso>

Isolux Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 319.78 lx EMin: 202.68 lx EMax: 406.92 lx
EMin/EMed: 0.63 EMin/EMax: 0.50 EMax/EMin: 2.01
W/mq.: 7.28 W/mq./100 lx: 2.05 Superficie (mq.): 120.89 Potenza totale (W): 880
Flusso totale (lm): 83200 Flusso diretto (lm): 13991.3 Flusso rifl. non process.: 10.0%
UGR Parallelo: 11 UGR Perpendicolare: 11

Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.60	1.81	3.02	4.23	5.43	6.64	7.85	9.06	10.27	11.47
7.22	209.18	226.55	259.34	271.12	233.04	240.77	266.80	239.95	231.24	268.36
6.26	306.27	343.67	372.57	384.41	346.17	350.91	376.84	349.90	344.10	381.21
5.29	323.61	364.10	393.03	406.92	366.75	370.86	399.61	369.74	364.31	403.49
4.33	276.39	296.19	341.94	360.17	305.17	315.74	354.39	314.46	302.69	356.79
3.37	276.11	295.81	341.69	359.88	305.08	315.50	354.23	314.43	302.67	356.71
2.41	322.94	363.76	392.80	406.63	366.55	370.84	399.52	369.62	364.34	403.46
1.44	306.02	343.24	372.32	384.33	346.20	350.80	376.82	349.81	343.90	381.11
0.48	209.08	226.44	259.17	270.98	232.98	240.77	266.79	239.90	231.18	268.35

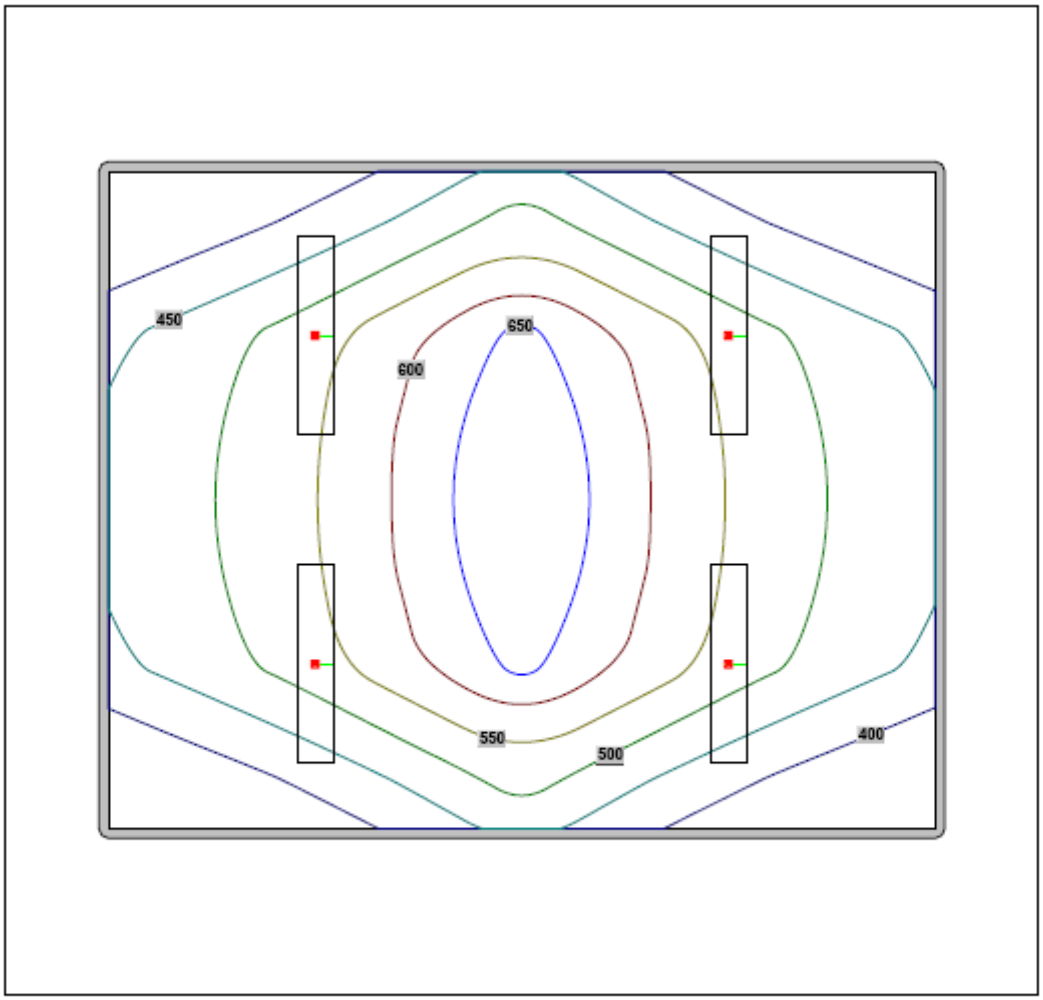
Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento — Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	12.68	13.89	15.10							
7.22	255.38	222.27	202.76							
6.26	367.94	337.97	296.72							
5.29	388.37	358.39	313.86							
4.33	337.46	290.84	271.45							
3.37	337.23	290.76	271.46							
2.41	388.15	358.10	313.74							
1.44	367.94	338.05	296.67							
0.48	255.31	222.14	202.68							

5.4.7Locale cottura cibi

Ambiente: Locale cottura — Scena: <Tutto Acceso>

Isolux Pavimento — Altezza piano di lavoro: 0.85m



EMed: 511.26 lx | EMin: 362.57 lx | EMax: 707.48 lx
EMin/EMed: 0.71 | EMin/EMax: 0.51 | EMax/EMin: 1.95
W/mq.: 13.48 W/mq./100 lx: 2.16 | Superficie (mq.): 32.64 | Potenza totale (W): 440
Flusso totale (lm): 41600 | Flusso diretto (lm): 9748.8 | Flusso rifl. non process.: 10.0%
UGR Parallelo: 16 | UGR Perpendicolare: 19

Tabella Risultati (Illuminamento) Pavimento Altezza piano di lavoro: 0.85m

B/A	0.46	1.37	2.29	3.20	4.11	5.03	5.94			
4.67	363.18	406.74	461.56	528.81	461.31	406.12	362.96			
3.82	463.88	516.66	589.87	667.67	589.23	516.10	463.75			
2.97	480.77	528.28	608.46	707.48	607.31	527.93	480.47			
2.13	480.63	528.49	608.06	707.43	607.22	528.10	480.12			
1.27	463.60	516.27	589.31	667.74	588.67	515.98	463.02			
0.42	362.99	406.19	461.63	529.10	460.93	406.15	362.57			

Cagliari, 04/12/2008

Il Progettista

Ing. Silvestro Boi