



CITTA' DI VERCELLI
Settore Sviluppo Urbano ed Economico

IMPIANTO ELETTRICO

RELAZIONE SPECIALISTICA

INDICE

RELAZIONE SPECIALISTICA	1
PREMESSA	2
IMPIANTO ELETTRICO	3
<i>DIMENSIONAMENTO DEI CIRCUITI ELETTRICI - PROTEZIONE DA</i>	
<i>SOVRACCARICHI E DA CORTOCIRCUITI</i>	<i>6</i>
<i>PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI</i>	<i>10</i>
<i>CIRCUITI ELETTRICI.....</i>	<i>11</i>
<i>CANALIZZAZIONI E CAVIDOTTI.....</i>	<i>13</i>
<i>QUADRI ELETTRICI.....</i>	<i>14</i>
IMPIANTO DI TERRA	17
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA.....	18
<i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i>	<i>18</i>
<i>ILLUMINAZIONE INTERNA ORDINARIA.....</i>	<i>18</i>
<i>ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA</i>	<i>22</i>

PREMESSA

La presente relazione tecnica é stata redatta allo scopo di descrivere le caratteristiche principali dell'impianto elettrico relativo ai lavori di restauro conservativo dell'immobile denominato "Ex monastero San Pietro Martire" sito nel comune di Vercelli (VC).

Gli impianti tecnici comprendono:

- Impianto elettrico
- Impianto di terra (da allacciare all'impianto già esistente)
- Impianto di illuminazione interna ordinaria e di sicurezza
- Verifica di protezione dalle scariche atmosferiche ai sensi della Norma CEI 81-10

Caduta massima di tensione e portata massima di corrente

La caduta massima di tensione per ogni circuito, misurata dal Quadro Generale QEG al punto più lontano, quando sia inserito il carico nominale non dovrà superare il 4% della tensione a vuoto per tutti i circuiti.

La densità di corrente nei vari conduttori non dovrà mai essere superiore a quella consentita dalle tabelle CEI UNEL 35024/1 relative tenendo conto delle modalità di posa e di un coefficiente di contemporaneità per le potenze installate.

IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico ha origine in corrispondenza del punto di consegna dell'ENTE DISTRIBUTORE.

A valle del misuratore di energia sarà installato un quadro elettrico contenente un interruttore magnetotermico differenziale per l'alimentazione del quadro elettrico generale ed un interruttore magnetotermico differenziale per l'alimentazione del quadro di comando delle pompe antincendio.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La progettazione è stata effettuata nel rispetto delle normative nazionali (CEI, UNI, tabelle CEI-UNEL) e internazionali (IEC e CENELEC) più aggiornate del settore. In particolare, la rispondenza alla normativa nazionale vigente si intende specificatamente riferita alle seguenti Norme:

- CEI 0-2** "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- CEI 3-14** "Segni grafici per schemi. Parte 2°: Conduttori e dispositivi di connessione".
- CEI 3-15** "Segni grafici per schemi. Parte 3°: Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale".
- CEI 11-1** "Impianti di produzione trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Norme generali".
- CEI 11-17** "Impianti di produzione trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo".
- CEI 16-4** "Individuazione dei conduttori isolati e conduttori nudi tramite colori".

CEI 17-13 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)" in conformità alla Norma Europea CENELEC EN 60439-1.

CEI 17-5 "Apparecchiature in bassa tensione-Parte 2: Interruttori automatici"

CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare"

CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"

CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario".

CEI 64-50 "Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici".

CEI 64-52 "Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici".

UNI EN 12464 "Luce ed illuminazione – Illuminazione dei luoghi di lavoro in interni"

Tabella CEI-UNEL -00722-74: Identificazione delle anime dei cavi multipolari sottoguaina unica e dei conduttori di protezione.

Si è fatto, inoltre, riferimento alle seguenti normative:

- **Legge 1 marzo 1968 n° 186** "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici".
- **D.P.R. 22 ottobre 2001 n. 462** "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";

- ***Decreto – 22 gennaio 2008, n. 37*** “ Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 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*** “Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro- Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.

ANALISI DEI CARICHI

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si è proceduto alla valutazione dei seguenti casi:

- Utilizzatori di cui il carico è completamente noto in termini di potenza, corrente, fattore di potenza e regime di funzionamento.
- Utilizzatori mobili o portatili da collegare mediante presa a spina e la cui potenza e consistenza è variabile e largamente imprevedibile.
- Utilizzatori da valutare assegnando opportuni carichi convenzionali, in quanto previsti nell'uso ordinario dell'ambiente, ma ancora di caratteristiche non completamente note. In tal caso si fa riferimento alla normativa ed alle potenze di utilizzatori di impiego e caratteristiche similari.

Le prese a spina vanno considerate come utilizzatori la cui potenza è quella corrispondente alla corrente nominale.

La corrente di impiego I_b , parametro fondamentale per il corretto dimensionamento dei conduttori è funzione della potenza installata P_a , della tensione nominale V e del coefficiente di contemporaneità g secondo le relazioni:

$$I_b = g \frac{P_a}{V} \quad \text{per circuiti monofase}$$

$$I_b = g \frac{P_a}{1,73 V} \quad \text{per circuiti trifase equilibrati}$$

Il coefficiente g è quindi il rapporto tra la corrente di impiego I_b e la corrente teorica I_t che si avrebbe se tutta la potenza installata venisse pienamente utilizzata e compendia sia un fattore di valutazione del regime medio di funzionamento del singolo utilizzatore che un fattore di valutazione della contemporaneità di funzionamento di un complesso di utilizzatori insistenti su un singolo circuito.

Per le **prese** si è adottato un fattore di contemporaneità pari a 0,6.

Per quanto riguarda l'impianto di **illuminazione** si è considerato, ai fini del calcolo della potenza, un 15% di perdite negli accessori degli apparecchi illuminanti. Si è

adottato un fattore di contemporaneità di 1.

In corrispondenza dei **quadri** si è adottato un coefficiente di contemporaneità di 0,8. In alcuni casi, però, la potenza impegnata nei vari quadri è stata opportunamente incrementata per tener conto di eventuali carichi futuri.

DIMENSIONAMENTO DEI CIRCUITI ELETTRICI - PROTEZIONE DA SOVRACCARICHI E DA CORTOCIRCUITI

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato tenendo conto sia dei carichi attuali che dei possibili carichi futuri.

La sezione dei cavi è stata scelta in base alla loro portata (verifica termica), tenuto conto delle condizioni di posa e dei fattori di riduzione per presenza di altri cavi in prossimità ed è stata verificata per una massima caduta di tensione del 4% mediante la relazione:

$$v\% = 100 \frac{PL(R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{V^2 \cos \varphi}$$

dove:

- P = potenza totale in kW alimentata da una linea;
- L = lunghezza totale in metri della linea;
- R = resistenza della linea in W/Km;
- X = reattanza della linea in W/Km;
- V = tensione di esercizio in volt.

(Per le linee trifasi P è la potenza trifase, V è la tensione concatenata, L la lunghezza geometrica della linea).

La protezione delle condutture dai sovraccarichi e dalle correnti di cortocircuito verrà realizzata a mezzo di interruttori automatici magnetotermici.

La protezione dai sovraccarichi è assicurata, in particolare, scegliendo interruttori automatici con caratteristiche di funzionamento tali da soddisfare contemporaneamente le due condizioni indicate dalla Norma CEI 64-8:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- I_b = corrente di impiego del circuito;
- I_z = portata in regime permanente della conduttura;
- I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

La protezione dai cortocircuiti è, invece, ottenuta verificando che la sollecitazione termica a cui sono sottoposti i cavi in condizioni di cortocircuito sia tale che la temperatura da essi raggiunta per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento. Tale verifica è stata fatta mediante la relazione prescritta dalle Norme CEI 11-17 e 64-8:

$$\sqrt{I^2 t} \leq K S$$

dove:

- $I^2 t$ = integrale di Joule per la durata del cortocircuito (in $A^2 \text{ sec.}$);
- S = sezione dei conduttori da proteggere (in mm^2);
- K = costante caratteristica del particolare tipo di cavo utilizzato i cui valori sono prescritti dalla norma stessa.

La condizione sopra indicata deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della conduttura interessato dal cortocircuito. In pratica, perchè tale condizione sia rispettata, è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito massima e nel punto terminale del circuito dove si ha la corrente di cortocircuito minima.

Questa seconda verifica è necessaria per essere sicuri che la lunghezza del

conduttore permetta, in caso di guasto, lo stabilirsi di una corrente di cortocircuito sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Il calcolo della corrente di cortocircuito minima è stato effettuato mediante la formula proposta dalla Norma CEI 64-8 V:

$$I_{cc} = \frac{0,8US}{1,5\rho(1+m)L}$$

dove:

- U = tensione di fase di alimentazione in volt;
- r = resistività 20 °C del materiale dei conduttori (W mm²/m)
- L = lunghezza della conduttura protetta (m)
- S = sezione del conduttore (mm²)
- m = rapporto tra la resistenza del conduttore di neutro e la resistenza del conduttore di fase (nel caso essi siano costituiti dallo stesso materiale, esso è uguale al rapporto tra la sezione del conduttore di fase e quella del conduttore di neutro).

Ponendo I_{cc} uguale alla corrente di intervento I_m dello sganciatore magnetico dell'interruttore scelto maggiorata del 20% si ottiene la lunghezza massima di cavo protetta dall'interruttore scelto:

$$L_{\max} = \frac{0,8US}{1,5\rho(1+m)I_{cc}}$$

Le sezioni minime adottate per i conduttori saranno, in ogni caso, pari a 1,5 mm² nei circuiti di energia e 0,75 mm² nei circuiti di comando e segnalazione.

La sezione scelta per i conduttori di neutro è non inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi con sezione superiore a 16 mm² la sezione dei conduttori di neutro è stata ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo, tuttavia, di 16 mm² (per conduttori in rame), soddisfacendo comunque le condizioni della Norma CEI 64-8.

PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La protezione dai contatti diretti (Norma CEI 64-8) può essere ottenuta mediante misure di protezione intese a fornire una *protezione totale* (isolamento delle parti attive, involucri o barriere), ovvero, mediante misure intese a fornire una *protezione parziale* (ostacoli atti ad impedire l'avvicinamento del corpo alle parti attive, distanziamento dalle parti attive).

Per una efficace protezione dai contatti diretti i componenti utilizzati dovranno avere un adeguato isolamento, a tal fine verranno scelti solo se riportanti il marchio di qualità IMQ, cosa che ne assicura la corrispondenza dell'isolamento alle relative norme.

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento pari a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

La protezione dai contatti indiretti sarà attuata mediante interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto (Norma CEI 64-8), in modo che, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore a 50 V valore efficace in c.a. od a 120 V in c.c. non ondulata.

Essendo l'impianto elettrico in oggetto un sistema di tipo TT, al fine di ottenere un'adeguata protezione dai contatti indiretti tutte le masse dello stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Deve essere soddisfatta, inoltre, la seguente condizione:

$$R_A I_a \leq 50 V$$

dove:

- R_A = resistenza dell'anello di guasto costituita essenzialmente dalle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I_a = corrente, in ampere, che provoca il funzionamento automatico del dispositivo

di protezione entro 5 secondi nel caso si tratti di un dispositivo con caratteristica a tempo inverso.

Nel caso in cui il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{Dn} .

CIRCUITI ELETTRICI

Nel dimensionamento delle linee si è tenuto conto degli incrementi futuri di carico.

La distribuzione elettrica verrà realizzata mediante circuiti sia monofasi che trifasi. Ciascun gruppo di carichi sarà suddiviso sulle tre fasi (L1, L2 e L3) per una corretta equilibratura e verrà alimentato con linee monofasi.

Per i circuiti terminali sarà adottata, normalmente, una sezione pari a 4 mm² per le dorsali e 2,5 mm² o 1,5 mm² per le derivazioni in funzione del tipo di carico alimentato. In particolare, le derivazioni per le prese saranno di sezione pari a 2,5 mm² mentre quelle per i punti luce pari a 1,5 mm².

I cavi devono essere protetti contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m dal pavimento.

In accordo con le norme CEI 16-4 i colori distintivi dei cavi devono essere i seguenti:

- bicolore giallo-verde per conduttori di terra, protezione ed equipotenzialità;
- blu chiaro da destinare al conduttore di neutro;
- colori nero, grigio o marrone (tabella CEI-UNEL 00722) per i conduttori di fase.

Per i circuiti di alimentazione elettrica principale saranno utilizzati conduttori multipolari del tipo flessibile in rame con isolamento in gomma HEPR e guaina in PVC, non propaganti l'incendio (Norma CEI 20-22 II), non propaganti la fiamma (Norma CEI 20-35 II), ed a contenuta emissione di gas corrosivi (Norme CEI 20-37 I), identificati con la sigla FG7R 0,6/1 kV, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale: 0,6/1 kV
- Tensione di prova: 4 kV in c.a.
- Temperatura di esercizio massima: 90°C
- Temperatura di corto Circuito massima: 250°C
- Condutture: a corda flessibile di rame ricotto stagnato
- Isolamento: gomma HEPR ad alto modulo
- Guaina: PVC speciale di qualità Rz
- Temperatura minima: 0°C

Per i circuiti di alimentazione elettrica secondaria conduttori utilizzati saranno del tipo flessibile in rame con isolamento in gomma e guaina in PVC, non propaganti l'incendio (Norme CEI 20-22 II), non propaganti la fiamma (Norme CEI 20-35 I) ed a contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio (CEI 20-37 I), identificati con la sigla N07V-K, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale: 450/750 V
- Tensione di prova: 2500 V in c.a.
- Temperatura di esercizio massima: 70°C
- Temperatura di corto Circuito massima: 160°C
- Condutture: a corda flessibile di rame
- Isolamento: PVC di qualità R2
- Temperatura minima: 5°C

Il raggio minimo di curvatura dei conduttori dovrà essere non inferiore a 4 volte il diametro esterno massimo del cavo stesso. Lo sforzo massimo di tiro sarà non superiore a 50 N per mm² di sezione totale del rame.

Le linee principali saranno di pezzatura unica tra quadro e quadro o tra quadro e cassetta di smistamento. Tutte le terminazioni di partenza saranno dotate di opportuni capicorda. Tutte le giunzioni di derivazione saranno eseguite nelle cassette con l'utilizzo di appositi morsetti isolati.

Le connessioni saranno situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata e che permettano, nello stesso tempo, una loro accessibilità per l'ispezione, le prove e la manutenzione.

CANALIZZAZIONI E CAVIDOTTI

Il tracciato principale avverrà attraverso una tubazione flessibile per posa sottotraccia con dimensioni minime $f=20$ mm. Le cassette di derivazione dovranno essere in materiale termoplastico autoestinguente. Tutte le giunzioni e derivazioni dovranno essere effettuate all'interno delle cassette di derivazione ed eseguite tramite morsetti. Non saranno accettate giunzioni a tortiglione, giunzioni saldate o giunzioni effettuate in tubazioni o canaline. I conduttori che transitano all'interno di dette scatole di derivazione dovranno essere contraddistinti dalle apposite segnalazioni dei circuiti.

Le cassette di derivazione dovranno essere in materiale termoplastico autoestinguente, tipo modulare con separatori interni ad incastro. Per gli impianti di tipo incassato le cassette di derivazione dovranno essere in esecuzione da incasso con coperchio fissato tramite viti autofilettanti. Per impianti di tipo a vista le cassette di derivazione dovranno essere in esecuzione a vista assicurante il grado di protezione richiesto.

Il diametro interno dei tubi protettivi, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8, sarà pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere. Le tubazioni utilizzate avranno diametro adeguato alle derivazioni contenute, con un minimo non inferiore a 20 mm per l'impianto elettrico e 20 mm per l'impianto telefonico e citofonico. Tale prescrizione, suggerita anche dalle Norme CEI 20-17 e 20-20, consente una migliore manutenzionabilità ed una buona sfilabilità degli stessi, oltre a permettere una migliore dissipazione del calore eventualmente prodotto dai conduttori stessi durante il loro esercizio.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve e le derivazioni saranno eseguite con gli opportuni raccordi. In corrispondenza di

brusche deviazioni, rese necessarie dalla struttura muraria dei locali, o di ogni derivazione da linea principale a secondaria in ogni locale servito, la tubazione verrà interrotta da cassette di derivazione.

Le cassette di derivazione, che alloggeranno le giunzioni dei conduttori eseguite mediante morsetti, non devono rendere possibile l'introduzione di corpi estranei e, nello stesso tempo, consentire un'agevole dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette offrirà buone garanzie di fissaggio ed sarà apribile solo con attrezzo.

Circuiti appartenenti a sistemi diversi saranno protetti da tubazioni diverse e faranno capo a cassette separate, oppure, nel caso di canali, saranno posti in scomparti diversi. Nel caso si utilizzino stesse cassette di derivazione per circuiti appartenenti a sistemi diversi, queste saranno munite internamente di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, fra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici saranno realizzati nel rispetto delle Norme CEI 17-13 e CEI 23-51.

E' prevista l'installazione dei seguenti quadri:

- Quadro elettrico contatore;
- Quadro elettrico generale;
- Quadro elettrico laboratorio 1;
- Quadro elettrico laboratorio 2;
- Quadro elettrico laboratorio 3;
- Quadro elettrico laboratorio 4;
- Quadro elettrico laboratorio 5;
- Quadro elettrico laboratorio 6;
- Quadro elettrico area polifunzionale;

- Quadro elettrico centrale operativa;
- Quadro elettrico locali tecnici;
- Quadro elettrico piano primo
- Quadro elettrico uffici piano primo;
- Quadro elettrico uffici piano secondo.

La protezione contro i contatti indiretti sarà ottenuta mediante l'adozione di interruttore automatico e conduttore di protezione da collegare alle masse del quadro ed all'impianto di terra locale. In corrispondenza ad ogni componente sarà applicata una chiara etichetta indelebile riportante la funzione assegnata ad ogni singolo componente

Tutti i conduttori di cablaggio relativi ai circuiti esterni faranno capo ad una morsettiera componibile e numerata all'interno di apposite canaline. Ai capi dei cavi, in corrispondenza degli interruttori e della morsettiera, i conduttori saranno identificati da apposite targhette a collare.

All'interno del quadro, o nelle immediate vicinanze, sarà disponibile una barra in acciaio zincato a caldo o in rame preferibilmente stagnato o cadmiato, con morsetti, viti e bulloni per fissare i capicorda dei conduttori con funzione di nodo collettore di terra.

Tale quadro conterrà le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione (dai sovraccarichi e dai corti circuiti) delle singole linee in partenza. Consentirà, inoltre, di staccare immediatamente l'alimentazione mediante l'azionamento dell'interruttore generale in caso di emergenza e di parzializzare l'alimentazione dell'impianto per la normale manutenzione. Per attuare la protezione dai contatti indiretti saranno, anche, utilizzati interruttori differenziali.

I circuiti verranno protetti singolarmente con interruttori magnetotermici differenziali ad alta sensibilità. Si ottiene, in tal modo, la localizzazione rapida del guasto, ottenendo una buona selettività e, quindi, una elevata continuità del servizio.

I quadri elettrici saranno dotati di targhette per l'identificazione dei circuiti e dal relativo schema elettrico.

IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione e, quindi, coordinato con un adeguati dispositivi di protezione, a proteggere in maniera efficace contro i contatti indiretti e dalle conseguenze derivanti dalle tensioni di contatto e di passo.

L'impianto di terra è stato già realizzato con un precedente intervento pertanto non si farà altro che collegarsi a tale impianto tramite un conduttore di terra isolato in PVC di colore giallo-verde di sezione pari a 16 mm².

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA

L'impianto di illuminazione interna comprende:

- Illuminazione interna ordinaria
- Illuminazione interna di emergenza

RIFERIMENTI NORMATIVI

La progettazione è stata effettuata nel rispetto delle normative nazionali (CEI ed UNI) e internazionali (CIE) più aggiornate del settore. In particolare, si è fatto riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 12464-1 - Illuminazione d'interni con luce artificiale.

UNI 9316 - Illuminazione per esterni ed impianti sportivi.

CIE 29-2 - Guide on interior lighting.

CIE 40 - Calculation for interior lighting: Based method.

CIE 52 - Calculation for interior lighting: Applied method.

CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione e similari.

CEI EN 60598-2-22 Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni
particolari. Apparecchi di emergenza.

ILLUMINAZIONE INTERNA ORDINARIA

In tutti i luoghi di lavoro è necessario assicurare condizioni ottimali di visibilità. Tenuto conto che la luce diurna non è in generale sufficiente è necessario prevedere una integrazione con luce artificiale, che diventa indispensabile nelle ore pomeridiane e serali.

Gli obiettivi da raggiungere con l'illuminazione interna sono, fondamentalmente, i seguenti:

- visibilità;
- distribuzione ed equilibrio delle luminanze;
- resa dei colori;
- resa del contrasto;
- dosaggio delle ombre;
- controllo e limitazione dell'abbagliamento.

Essi rappresentano gli aspetti più significativi per il raggiungimento del comfort visivo, correlato alla destinazione dell'ambiente da illuminare ed influenzato, in maniera molto più consistente di quanto non avvenga nell'illuminazione degli esterni, dalle componenti fisiche che formano l'ambiente (pareti, pavimenti, soffittature, elementi di arredo, etc.).

Nella progettazione dell'impianto di illuminazione si è fatto riferimento ai livelli di illuminamento previsti dalla Norma UNI 10380 per le varie tipologie di ambienti.

In particolare, nel caso in esame sono stati adottati in fase di progetto i seguenti valori:

- laboratori 300 lux

Questi valori di illuminamento verranno assicurati sul piano di lavoro (scrivanie, tavoli da lavoro, etc.) che si assumono ad un'altezza pari 0,8 m dal pavimento. Per le zone di transito si considera, invece, un'altezza pari a 0,2 m dal pavimento.

Detti livelli si riferiscono ad impianti soggetti a regolare ciclo di manutenzione e corrispondono, quindi, all'illuminamento di esercizio. Per tener conto del decadimento luminoso delle sorgenti viene considerato un illuminamento medio di progetto superiore di circa il 20% al valore raccomandato dalla norma introducendo coefficiente di deprezzamento pari a 0,8.

Per limitare quanto più possibile l'affaticamento visivo si è cercato di contenere il rapporto tra la luminanza media sul piano di lavoro e quella sulle zone circostanti.

Per rispettare l'abitudine dell'apparato visivo di ricevere dal cielo le maggiori intensità luminose si è adottata una ripartizione caratterizzata da luminanze decrescenti

dall'alto (in corrispondenza delle sorgenti) verso il basso.

Per evitare situazioni di abbagliamento gli apparecchi illuminanti sono stati posti a soffitto, in modo che svolgendo il normale compito visivo l'occhio non incontri sorgenti luminose orientate verso di sé né oggetti caratterizzati da forti luminanze. A tale scopo si è cercato di disporre gli apparecchi in modo da non creare, sul piano di lavoro, riflessioni dei fasci luminosi delle sorgenti verso l'occhio dell'osservatore.

Nella progettazione dell'impianto sono stati ipotizzati dei valori di riflessione del soffitto pari al 70%, delle pareti pari al 50%, del pavimento al 30%.

Nell'illuminazione di interni la resa dei colori assume importanza non solo funzionale (miglioramento della percezione per contrasto eterocromatico) ma anche psicologica ed estetica. La scelta delle sorgenti luminose è stata, pertanto, effettuata curando che la resa cromatica e temperatura di colore fossero adeguati all'ambiente di lavoro. A tale scopo sono state previste lampade tubolari fluorescenti con resa cromatica elevata (fra 80 e 90) e temperatura di colore intorno a 4000 °K.

Nei calcoli illuminotecnici si è proceduto, ove possibile, all'individuazione di locali tipo comprendenti gruppi di locali aventi dimensioni geometriche simili e caratteristiche ambientali uniformi. Per ciascuna locale è stato, quindi, eseguito il calcolo di dimensionamento e successivamente di verifica dei valori di illuminamento medio previsti dalle Norme.

Il calcolo di dimensionamento, per definire il numero di apparecchi necessari ad assicurare un determinato illuminamento medio sul piano di lavoro, è stato effettuato col "Metodo del Flusso Totale". Tale metodo consente di determinare il flusso totale che deve essere emesso dal complesso dei centri luminosi per fornire sul piano di lavoro il livello medio di illuminamento consigliato dalle norme per la tipologia di locale in esame.

Detto f_t il flusso totale emesso dai centri luminosi, solo una parte di esso raggiunge, per via diretta o riflessa, il piano utile (f_u).

Il rapporto:

$$F_u = f_u / f_t$$

definisce il fattore di utilizzazione. Esso dipende sia dal rendimento ottico dell'apparecchio (e dal relativo solido fotometrico caratteristico) sia dalla volumetria dell'ambiente e dai fattori di riflessione dei piani confinanti.

Considerando uniforme il flusso utile si ha:

$$f_u = E_m \cdot A$$

dove:

E_m = illuminamento medio sul piano utile o piano di lavoro

A = area del piano utile

Detto M il fattore di deprezzamento dovuto al decadimento sia delle lampade che dell'ottica dell'apparecchio, si ha:

$$f_t = E_m \cdot A / F_u \cdot M$$

Della configurazione volumetrica dell'ambiente si tiene conto mediante l'indice K del locale il quale, note le dimensioni della stanza da illuminare, viene calcolato mediante la seguente relazione:

$$K = \frac{a \times b}{h_u \times (a + b)}$$

dove a e b sono i lati del locale e h_u è l'altezza degli apparecchi sul piano di utile.

A partire dai coefficienti di riflessione delle pareti che racchiudono il locale e dall'indice K dello stesso viene determinato dalle tabelle CIE il fattore di utilizzazione F_u .

Il numero di apparecchi (N_{app}) necessario per ottenere l'illuminamento medio di progetto può essere determinato mediante la relazione:

$$N_{app} = \frac{F_u \times M \times \Phi_t}{E_m \times (a \times b)}$$

La verifica del livello di illuminamento ottenuto col numero di lampade installate viene effettuata col metodo di calcolo denominato "Punto per Punto" che consente di determinare l'illuminamento su un numero discreto di punti situati su prefissate

superfici piane (reticolo di illuminamenti) mediante l'espressione:

$$E_p = \frac{I_p \times K_{lm} \times \cos^3 \alpha}{h^2}$$

dove:

- E_p = illuminamento in lux in un determinato punto
- I_p = intensità in candele, riferite a 1000 lumen, nel punto in esame
- K_{lm} = (Kilolumen) intensità luminosa della lampada in migliaia di lumen
- $\cos^3 \alpha$ = cubo del coseno dell'angolo compreso tra la verticale dell'apparecchio e il punto in esame
- h^2 = quadrato della distanza tra la sorgente luminosa ed il piano su cui si calcola l'illuminamento.

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di sicurezza è parte dell'illuminazione di emergenza (destinata a funzionare quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare) necessaria ad assicurare che le vie di evacuazione possano essere sempre efficacemente identificate e permettere lo svolgimento delle operazioni di sfollamento in caso di necessità.

L'illuminazione di sicurezza può funzionare contemporaneamente o alternativamente col servizio di illuminazione principale.

Nel caso di funzionamento in alternativa, l'entrata in funzione dell'illuminazione di sicurezza avverrà automaticamente entro un tempo breve (non superiore a 0,5 sec) e contemporaneamente al mancare dell'alimentazione principale, indipendentemente dalla presenza del personale addetto al servizio. Al ritorno dell'alimentazione principale l'illuminazione di sicurezza si dovrà disinserire automaticamente.

L'illuminazione di sicurezza deve avere le seguenti caratteristiche:

- inserimento automatico ed immediato non appena venga a mancare l'illuminazione normale;

- intensità di illuminazione necessaria allo svolgimento delle operazioni di sfollamento e comunque non inferiore a 5 lux ad 1 metro dal pavimento in corrispondenza delle scale e delle porte e a 2 lux in ogni altro ambiente.

Nel presente progetto è stato previsto l'utilizzo di lampade per l'illuminazione di sicurezza dotate di batterie ermetiche ricaricabili e dispositivo di carica-batterie per assicurare un'autonomia non inferiore ad 1 ora di funzionamento in mancanza dell'energia elettrica.

I criteri adottati per una corretta distribuzione degli apparecchi nei vari ambienti hanno avuto lo scopo di realizzare fondamentalmente due obiettivi: in primo luogo garantire una buona uniformità dell'illuminazione, in modo che sui piani di osservazione più importanti (quale il piano di calpestio) non ci siano zone poco rischiarate o eccessivamente rischiarate (effetto di abbagliamento in presenza di superfici altamente riflettenti), tanto da alterare la visione o impedire la pronta osservazione di ostacoli sui percorsi; in secondo luogo segnalare chiaramente le zone dell'ambiente in cui vi siano vie di accesso o di uscita, elementi come porte, scale, corridoi, passaggi.

Particolare attenzione è stata, anche, rivolta alla disposizione degli apparecchi affinché gli stessi fungano da guida visiva e da segnalazione per una veloce evacuazione in caso di emergenza. Nella disposizione degli apparecchi si è cercato di eseguire una distribuzione quanto più regolare possibile, facendo in modo che i loro fasci luminosi coprano interamente tutto il piano di riferimento.

Le norme impongono che i requisiti tecnici e funzionali dell'impianto di illuminazione di sicurezza debbano restare inalterati per l'intera vita dell'impianto. La sua affidabilità non deve decadere nel tempo. Occorrerà, pertanto, effettuare periodicamente dei controlli sugli apparecchi. In proposito le Norme CEI richiedono due tipi di controlli periodici: controllo del funzionamento (accensione) e controllo di autonomia degli apparecchi.

Il Progettista
Well Tech srl
(direttore tecnico)
Arch. Calogero Baldo