

REGIONE SICILIANA

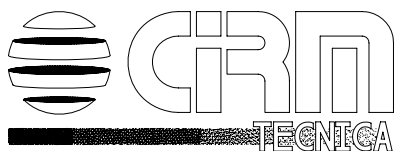
Comune di Palermo (PA)

Sostituzione dei dispositivi di illuminazione esistenti nel plessso di Clinica Medica I dell'A.O.U.P. Paolo Giaccone di Palermo con sistemi Led

COMMITTENTE:

Azienda Ospedaliera Universitaria Paolo Giaccone Palermo

PROGETTAZIONE:



via G. Giusti, 9
90144 Palermo
Tel./Fax 091-7302861
e-Fax 1782213322
cirm@cirmtecnica.it

PROGETTISTA: - Ing. Sergio Rappa

COLLABORATORE.

DIRETTORE DEI LAVORI:

DITTA APPALTATRICE:

PROGETTO ESECUTIVO

05 _____
04 _____
03 _____
02 _____
01 _____

Relazione Tecnica

AGGIORNAMENTI :

RIFERIMENTI :

Data :

Riferimenti Committente

n° commessa
CIRM TECNICA

settore n° elaborato

Scala :

-|-|-|-|-|-|-|-

-|-|-|-|-|-

REL000001

1	GENERALITÀ.....	2
2	NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE.....	3
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	5
4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA.....	6
4.1	Identificazione dei livelli di illuminamento necessari	6
4.2	Scelta degli apparecchi illuminanti.....	7
4.3	Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada)	9
4.3.1	<i>Lampade a LED</i>	9
4.4	Sonde di luminanza e sensori di presenza	9
4.5	Calcolo illuminotecnico.....	10
5	CONDUTTORI E TUBI PROTETTIVI.....	11
5.1	Conduttori.....	11
5.2	Dimensionamento dei cavi - protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti.	13
5.2.1	<i>Metodo di Calcolo: condizioni ordinarie</i>	13
5.2.2	<i>Verifica in condizioni di guasto</i>	16
5.3	Tubi protettivi e canali.....	18
6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....	19
6.1	Protezione dai contatti diretti.....	19
6.2	Protezione da contatti indiretti.....	19

1 GENERALITÀ.

La presente relazione tecnico-illustrativa ha per oggetto la progettazione esecutiva dei lavori di Sostituzione dei dispositivi di illuminazione esistenti all'interno del plesso di Clinica Medica I dell'A.O.U.P. Paolo Giaccone di Palermo con sistemi a LED facente parte dell'Azienda Ospedaliera Universitaria Paolo Giaccone Palermo, via del Vespro 129.

L'immobile è costituito da un unico corpo di fabbrica distinto su 4 livelli, tre fuori terra ed uno seminterrato. Il collegamento verticale tra i livelli avviene tramite vani scala, ascensori, montalettighe e montacarichi.

Obiettivo della presente progettazione è la possibilità di accedere ad un finanziamento tramite il fondo Jessica (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas - Sostegno europeo congiunto per investimenti sostenibili nelle aree urbane), iniziativa della Commissione europea realizzata in collaborazione con la Banca europea per gli investimenti (BEI) e la Banca di sviluppo del Consiglio d'Europa (CEB). Coerentemente con quanto previsto dal suddetto strumento, l'obiettivo è quello di ripagare la quota annua del finanziamento mediante il risparmio sul costo dell'energia elettrica relativa all'illuminazione ottenuto mediante l'uso di fonti luminose innovative e tecniche di riduzione dei consumi.

Per altro, tale progetto prevede la sostituzione dell'intero parco sorgenti luminose (eventualmente integrandone il numero al fine di garantire i corretti parametri illuminotecnici), ad esclusione dell'illuminazione di sicurezza ed emergenza, e contiene i requisiti di efficienza energetica per lampade, reattori ed apparecchi da impiegare nel settore ospedaliero.

Il progetto non prevede alcun intervento sugli impianti elettrici, sui quadri elettrici di protezione e sulle condutture elettriche esistenti.

La progettazione esecutiva in oggetto tiene conto delle normative tecniche per l'illuminazione di interni, con specifico riferimento alla destinazione d'uso di ciascun locale, riportate ad esempio nella norma UNI en 12646 "Light and lighting - Lighting of work places - Part 1 - Indoor work places".

Nel seguito sono riportati: i riferimenti normativi, la descrizione dell'impianto in tutte le sue componenti e i criteri di progettazione seguiti. Si fa presente che tutte le scelte progettuali dovranno essere mirate a:

- abbattere le barriere architettoniche;
- ottimizzare le operazioni di utilizzazione e manutenzione degli impianti;
- garantire la sicurezza delle persone e delle cose.

2 NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE.

Nel presente progetto si è tenuta in considerazione la normativa vigente in materia di sicurezza, risparmio energetico, igiene sul lavoro.

La legge 1 marzo 1968 – N° 186, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 marzo 1968, stabilisce che:

Art. 1 -Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte;

Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano a "regola d'arte".

In base a quanto disposto dalla citata Legge 186/68, tutti gli impianti elettrici oggetto del presente documento dovranno essere realizzati in accordo con la Legge sopraccitata; in particolare gli impianti dovranno essere conformi alle norme citate nel seguito, loro varianti, errata corrige e guide di applicazione. Altre normative potranno essere applicate, purché vigenti nell'ambito della Comunità Economica Europea. Eventuali altre normative pertinenti, anche se non inserite in elenco, dovranno essere ugualmente tenute in considerazione.

Sono citate, in generale, solo le norme di prodotto più significative in relazione all'intervento, in quanto i materiali utilizzati devono, in ossequio alle prescrizioni della Legge 791, essere comunque conformi alle relative norme di costruzione.

In particolare le opere dovranno essere realizzate in conformità con le normative vigenti nel territorio italiano riguardanti la qualità dei manufatti, dei componenti e la regola dell'arte. Si dovrà fare riferimento inoltre agli adempimenti previsti in termini di dichiarazioni di conformità e certificazioni di qualità dei componenti e degli impianti oggetto dell'appalto.

Di seguito, fermo restando che la ditta appaltante dovrà realizzare l'opera in conformità con tutte le normative di legge presenti, le norme UNI, le norme CEI anche se non espressamente citate, vengono riportate alcune tra le principali normative alle quali fare riferimento:

D.P.R. 07.01.1956 n.164

“Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”.

CIRCOLARE 20.03.1957 n.10780 DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

“Norme per l'apertura del cantiere e l'osservanza dei contratti di lavoro”.

D.M. 22.02.1965

“Dispositivi ed installazioni di protezione contro le scariche atmosferiche e per gli impianti di messa a terra”.

D.P.R. 30.06.1965 n.1124

“Disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro”.

CIRCOLARE 06.08.1965 n.70 DEL MINISTERO DEL LAVORO

“Prescrizione del copricapo per i lavoratori”.

D.M. 27.09.1965

“Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”.

LEGGE 01.03.1968 n.186

“Disposizioni concernenti installazioni ed impianti elettrici”.

Decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151

“Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.”.

Decreto 7 agosto 2012

Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.

DECRETO 10.03.1998

“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”.

DECRETO 4.05.1998

“Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco”.

CIRCOLARE 05.05.1998 n.9 MINISTERO DELL'INTERNO

“D.P.R. 12.01.1998, n.37 – Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi – Chiarimenti applicativi”.

LEGGE 6.12.1982 n.88

“Disciplina dei controlli sulle costruzioni in zone a rischio sismico”.

D.M. 22/01/2008 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. 81/08 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro)

UNI en 12646

Light and lighting - Lighting of work places - Part 1 - Indoor work places

CEI 11-1 IX Edizione Fascicolo 5025 “Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”.

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750V;

CEI 20-22: Prove d'incendio su cavi elettrici;

CEI 20-35: Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;

CEI 20-37: Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi;

CEI 20-38/1: Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1a - tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV;

CEI 34-30-EN 60598-2-5 Fascicolo 1532

“Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Proiettori”.

CEI 64-8/7 Fascicoli 5903

“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti e applicazioni particolari - Sezione 710: Locali ad uso medico”.

CEI-UNEL 35.023

“Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.

CEI-UNEL 35.024/1

“Cavi per energia con conduttore in rame con isolante elastomerico o termoplastico ed aventi grado di isolamento non superiore a 4. Portate di corrente in regime permanente”.

Il Capitolato Generale per gli Appalti Ministero LL.PP., approvato con D.M. LL.PP. n°145 del 19.04.2000 e successive modifiche ed integrazioni.

LEGGE 09.01.1991 N. 10

Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

REGOLAMENTI DI IGIENE In vigore nel comune nel quale si eseguono gli impianti.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.

L'area d'intervento è l'intero padiglione di Clinica Medica I dell'A.O.U.P. Paolo Giaccone di Palermo. In particolare è stata prevista la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con sistemi di illuminazione innovativi a LED, nel rispetto dei valori di illuminamento previsti dalla normativa per la destinazione d'uso di ciascun locale, nonché l'installazione di sistemi di rivelazione presenza che garantiscano lo spegnimento dei corpi illuminanti negli ambienti non occupati. Inoltre, nei corridoi con serramenti di grandi dimensioni, è stato installato un sistema di parzializzazione dell'emissione luminosa delle lampade quando l'illuminazione esterna garantisce il corretto grado di illuminamento.

È stata valutata la possibilità di procedere alla sola sostituzione dei tubi fluorescenti con tubi LED, ma un'approfondita ricerca ha evidenziato che i prodotti di tale tipologia esistenti sul mercato non sono dotati di idonea certificazione; inoltre, il loro montaggio avrebbe imposto la necessità di modificare i corpi illuminanti esistenti, facendo venire meno anche la certificazione del costruttore di questi ultimi.

Ed ancora, in alcuni locali è stato necessario integrare i corpi illuminanti esistenti con ulteriori unità al fine di garantire il corretto livello di illuminamento. Per ragioni di omogeneità, sia relativa a ciascun locale, che tra locali limitrofi, si è ritenuto più utile procedere con la sostituzione dell'intero corpo illuminante.

Tale soluzione, per altro, garantisce un migliore rendimento illuminotecnico in ragione del fatto che, mentre l'ottica dei corpi illuminanti esistenti non era adatta all'uso di tubi LED (essendo la sostituzione delle lampade un ripiego), i corpi illuminanti progettati e costruiti specificatamente per lampade LED garantiscono un maggior flusso luminoso a parità di potenza installata. Inoltre, poiché i LED necessitano di un sistema di smaltimento del calore ad elevato rendimento (la durata di vita dei LED è fortemente influenzata dalla temperatura di funzionamento), mentre tale caratteristica è garantita da corpi illuminanti "nati" per sorgenti LED, nelle normali plafoniere tale aspetto è ovviamente non considerato, limitando la vita del LED stesso.

Il maggior costo di tale soluzione viene ampiamente compensato dal fatto che è stata prevista la consegna dei corpi illuminanti dismessi e funzionanti alla Committenza, in modo tale da poter fungere da scorta di magazzino per la sostituzione nel caso di avaria di corpi illuminanti in altri plessi.

4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA.

La progettazione di un impianto di illuminazione si concretizza nella soluzione di cinque problemi fondamentali:

- Identificazione degli ambienti e della loro destinazione d'uso;
- Identificazione dei livelli di illuminamento necessari;
- Scelta degli apparecchi illuminanti;
- Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada);
- Calcolo illuminotecnico.

L'immobile oggetto della presente relazione può essere classificato ai sensi della norma UNI EN 12464-1 come Ospedale; all'interno di questa sono individuate le diverse destinazioni d'uso degli ambienti di seguito riportate.

4.1 Identificazione dei livelli di illuminamento necessari

In base alla classificazione suddetta, le caratteristiche illuminotecniche degli impianti dovranno rispondere ai seguenti parametri:

Locale	Illuminamento Zona Lavoro	Uniformità	Indice resa
--------	------------------------------	------------	-------------

	Zona Circostante (Lux)	(E_{min}/E_{med})	Cromatica
Camere degenza, Servizi igienici, depositi, sale d'attesa	500	0.8	80
	300		
Sale Studenti	300	0.8	80
Atri, scale, corridoi	200	0.5	80
Studi Medici	300	0.8	80
Sale Diagnostica	500	0.8	80
Sale Visita, Ambulatori	500	0.8	80
Luce Notturna	40	0.8	80

NOTA: Le curve limite di abbagliamento utilizzate come riferimento saranno quelle raccomandate dal CIE, e cioè curve a 500 lux, essendo i valori luxometrici adottati inferiori a 750 lux.

4.2 Scelta degli apparecchi illuminanti

Ogni apparecchio d'illuminazione deve rispondere ai seguenti obiettivi:

- distribuire il flusso luminoso al fine di ottenere la ripartizione desiderata, conservando le caratteristiche del flusso luminoso emesso dalle lampade, la durata, l'intensità luminosa e la tensione nominale;
- controllare la direzione del flusso luminoso per non interferire negativamente con le attività degli utilizzatori;
- avere caratteristiche elettriche e meccaniche che lo rendano idoneo allo specifico campo di utilizzo garantendo, in particolare, la sicurezza degli utilizzatori;
- garantire la protezione delle lampade e dei dispositivi ottici ed elettrici presenti da tutte quelle azioni esterne che possano nuocere al loro funzionamento.

Gli apparecchi illuminanti saranno del tipo a soffitto e scelti in funzione delle caratteristiche dei locali in cui verranno installati; in particolare verranno utilizzati:

- Nelle sale operatorie e terapia intensiva verranno utilizzate plafoniere del tipo per montaggio a scomparsa in controsoffitto, con rifrattore in vetro e lastra interna in plexiglass, grado di protezione IP 65 adatti per ambienti asettici e controsoffitti a tenuta.
- Nelle sale visita, ambulatori e uffici e ambulatori verranno utilizzate plafoniere con lastra opale e distribuzione luminosa diretta, caratterizzata da luminanze medie dirette

sia longitudinali che trasversali inferiori a 200 cd/m² per angoli di osservazione superiori a 60°/65° rispetto alla verticale.

- Nelle degenze verrà utilizzata per l'illuminazione generale verranno utilizzate plafoniere con lastra opale, caratterizzata da ottimizzata diffusione della luce ed attenuazione degli effetti dell'abbagliamento diretto. Inoltre per ciascun posto letto è stata prevista la predisposizione per l'installazione delle travi testaletto; la predisposizione prevede una dotazione del testaletto con la seguente configurazione (fermo restando che eventuali variazioni non comportano alcuna significativa differenza):
 - Illuminazione generale indiretta, luce lettura, e luce notturna;
 - n° 5 prese 2P+T 15A tipo UNEL;
 - n° 1 una spina equipotenziale con presa angolare;
 - n° 2 presa telefonica e/o presa PC;
 - aggancio presa per n° 1 pulsante di chiamata infermiera a tirante.
- Nei locali tecnici e depositi plafoniere stagne grado di protezione IP65 con struttura e schermo in policarbonato autoestingente.

I corpi illuminanti saranno equipaggiati con alimentatori elettronici dimmerabili, che consentono di ridurre i consumi di energia elettrica e di migliorare il funzionamento della lampada. Inoltre, nei locali con ampia superficie finestrata, tali alimentatori garantiscono la possibilità di dimmerare le lampade, requisito indispensabile per migliorare il rendimento dell'impianto mediante variazione del flusso luminoso emesso dalle lampade, e conseguentemente la potenza assorbita, in funzione dell'illuminamento naturale, mediante regolatori comandati da sonde di luminanza. In particolare, gli interventi inerenti alla regolazione di tali uffici riguardano:

- il comando manuale per aree distinte,
- il comando automatico con rilevatore di presenza,
- la regolazione del flusso luminoso in funzione del decadimento delle lampade e dell'apporto di luce diurna, mediante opportune sonde di luminanza.

La corretta scelta dei corpi illuminanti e la loro localizzazione ha permesso di ottimizzare la distribuzione del flusso luminoso, la temperatura interna per le lampade LED (essenziale per massimizzarne la resa e la vita utile), il rendimento di riflessione e la manutenzione.

Per quanto possibile, relativamente al tipo di locale ed alle sue caratteristiche geometriche, si è cercato di mantenere il rapporto tra flusso massimo e flusso minimo prossimo al valore di due onde evitare disturbi dovuti all'impianto d'illuminazione.

L'abbagliamento è stato ridotto al minimo utilizzando illuminazione indiretta o schermata, in grado di ridurre l'intensità luminosa riflessa al minimo, e scegliendo accuratamente le condizioni di posa ed i puntamenti.

4.3 Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada)

Saranno installate lampade fluorescenti lineari o compatte, con resa cromatica ad alto rendimento; le temperature di colore saranno inferiori ai 3.300K per gli spazi comuni e le sale di degenza, adeguate a rendere più simile alla luce naturale l'illuminazione interna, mentre saranno superiori a 5.300K nei locali ad uso medico, onde avere una migliore resa cromatica..

4.3.1 Lampade a LED

È stato previsto l'uso di lampade LED, in grado di garantire un ottimo rapporto tra efficienza luminosa, resa illuminotecnica e caratteristiche della luce emessa.

Tali lampade presentano una tonalità bianca per lampade con temperatura di colore maggiore di 4000 K, ed allo stesso tempo, essendo di nuova generazione, garantiscono un'ottima resa cromatica, con indici variabili tra 80 e 94, con efficienza luminosa, fino a 100 lumen/watt, superiore a quella delle lampade ad incandescenza o alogene. In genere emettono fra 4.000 e 6.500 Å d il loro spettro copre tutta la luce visibile con punte dal violetto all'arancione.

Tali lampade, inoltre, assicurano una vita di circa 50'000 ore di funzionamento.

Tali lampade sono state previste in tutti gli altri ambienti interni.

4.4 Sonde di luminanza e sensori di presenza

All'interno di ciascun locale dotato di superficie finestrata è stata prevista l'installazione di una sonda di luminanza che, in dipendenza dell'illuminazione naturale, intervengano sui corpi illuminanti parzializzando l'emissione luminosa (garantendo sempre e comunque i livelli di illuminamento minimo indicati dalla norma UNI EN 12464 in dipendenza della destinazione d'uso del locale). Il sistema determina, senza soluzione di continuità, lo stato di regolazione dei corpi illuminanti del locale in esame regolando il flusso che devono erogare al fine di ottenere sul piano di lavoro i lux richiesti quali vincolo di progetto in dipendenza dell'attività svolta all'interno del locale. Tale sistema garantisce la diminuzione dei consumi inutili per illuminazione e, visto il minor tempo di accensione delle lampade e la minore temperatura dovuta ad un'emissione luminosa ridotta per la maggior parte del tempo, una vita più lunga delle stesse, con conseguente

riduzione dei costi di gestione ed una semplificazione della manutenzione nel tempo, in relazione al minor numero di interventi di sostituzione necessari nel periodo.

È stato altresì previsto l'utilizzo di sensori di presenza che consentono, nei locali non costantemente presidiati e che necessitano di livelli di illuminamento non particolarmente elevati, quali corridoi, servizi e depositi, di spegnere tutti o parte degli apparecchi illuminanti, dopo un tempo prestabilito, in caso di assenza di persone all'interno degli stessi. Nei corridoi ad esempio, verrà garantito un livello minimo di base mediante o parte delle lampade sempre in funzione, ed i rivelatori distribuiti lungo il corridoio faranno accendere tutte le plafoniere solo in presenza di persone nello stesso, con miglioramento, per altro, del confort assicurato ai degenti durante le ore notturne.

Tale scelta garantisce la diminuzione dei consumi inutili per illuminazione e, visto il minor tempo di accensione delle lampade, una vita più lunga delle stesse, con conseguente riduzione dei costi di gestione ed una semplificazione della manutenzione nel tempo, in relazione al minor numero di interventi di sostituzione necessari nel periodo.

4.5 Calcolo illuminotecnico

Il numero dei corpi illuminanti da installare in ogni singolo ambiente è stato calcolato facendo uso del metodo del flusso totale.

Tale metodo si basa sulla formula:

$$N = \frac{E \cdot A}{n \cdot \Phi \cdot k}$$

dove è :

- E = illuminamento medio richiesto in lux;
- A = superficie del locale in mq;
- Φ = flusso luminoso emesso da una lampada, in lumen;
- n = numero di lampade per apparecchio illuminante;
- k = coefficiente che tiene conto del deprezzamento luminoso della lampada per depositi di polvere, del rendimento dell'apparecchio illuminante, della geometria del locale e della riflessioni delle pareti.

I coefficienti di riflessione impiegati sono stati quelli consigliati dalla norma e, precisamente:

pavimento e piano di lavoro $0,1 \div 0,2$;

pareti $0,4 \div 0,5$;

soffitto $0,5 \div 0,6$.

I coefficienti di manutenzione dei corpi illuminanti sono stati scelti tenendo conto di:

- tipo di apparecchio (classe di manutenzione);
- tipo di ambiente (molto pulito, pulito, sporco, molto sporco);
- durata del corpo illuminante.

In genere i calcoli sono stati effettuati considerando il decadimento del corpo illuminante dopo un periodo di 24 mesi, pertanto al momento dell'installazione dei corpi illuminanti si avranno dei valori di illuminamento superiori ai valori di progetto.

I calcoli effettuati sono stati verificati con appositi programmi di calcolo, i cui risultati sono allegati.

Il comando dei corpi illuminanti è stato previsto dai seguenti punti:

- frutto in scatola da incasso o da parete per gli ambienti;
- direttamente da quadro elettrico per tutti i locali comuni.

Saranno installate lampade LED, con resa cromatica ad alto rendimento; le temperature di colore sono inferiori ai 3.300K nei locali ordinari, adeguate a rendere più simile alla luce naturale l'illuminazione interna, e tra i 3.300 ed i 5.300 K nei locali in cui l'ottima resa cromatica è di primaria importanza.

I calcoli effettuati sono stati verificati con appositi programmi di calcolo, i cui risultati sono allegati nella relazione di calcolo. Inoltre sono state effettuate delle verifiche sui valori di illuminamento presenti con la luce naturale diurna e in condizioni di illuminamento parziale.

5 CONDUTTORI E TUBI PROTETTIVI.

I componenti dell'impianto, se non diversamente specificato, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

5.1 Conduttori.

Tutti i conduttori devono essere di rame e contraddistinti dai colori dell'isolante prescritti dalle tabelle CEI-UNEL 00722; in particolare, i conduttori di fase potranno avere qualsiasi colore

all'infuori di quelli utilizzati per il neutro e per la terra; i conduttori di "neutro" dovranno essere colore blu chiaro e quelli di "protezione" colore giallo-verde.

I cavi utilizzati per le dorsali principali saranno del tipo FG7M1/OM1, con isolamento butilico e guaina in PVC. Le derivazioni ed i tratti terminali dei circuiti saranno eseguiti con cavo del tipo N07V-K Tutti i cavi dovranno rispondere alle norme CEI 20-35, 20-22 II, 20-37/2 e 20-13 (cavi FG7R/OR) e 20-20 (cavi FM9).

I cavi avranno le seguenti caratteristiche:

TIPO		N07V-K	FG7M1/OM1	FTG10OM1
Tensione nominale Eo/E	(kV)	0,45/0,75	0,6/1	0,6/1
Tensione di esercizioV	(V)	400	400	400
Grado di isolamento		3	4	4
Temperatura max di esercizio		70°C	90°C	90°C
Temperatura di corto circuito		160°C	250°C	250°C
Resistività a 20°C	$\Omega\text{xmm}^2/\text{km}$	19.5	18.47	18.47
Normativa di riferimento		CEI 20-22 II	CEI 20-13	CEI 20-22 II
		CEI 20-35	CEI 20-22 II	CEI 20-35
		CEI 20-38	CEI 20-37 II	CEI 20-37 II
		CEI 20-52	CEI 20-52	CEI 20-45
		CEI 20-37 II	Tabelle UNEL 35375	Tabelle UNEL 35369
		Tabella UNEL 35752	Tabelle UNEL 35376	Tabelle UNEL 35371
		Tabelle UNEL 35377		

Con le sezioni dei conduttori ipotizzate in progetto, la caduta di tensione sulle linee terminali non supererà mai il valore del 4%.

Le derivazioni dei conduttori dovranno essere eseguite con morsetti volanti a cappuccio in resina termoindurente contenuti entro apposite cassette di derivazione con coperchi rimovibili solamente con l'uso di attrezzi, o entro i canali purché i dispositivi di connessione abbiano isolamento e resistenza meccanica equivalente a quella dei cavi e grado di protezione almeno IPXXB. È ammesso l'entra-esce sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purché esistano doppi morsetti o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare.

I conduttori dei servizi ausiliari a bassa tensione (antenna TV, rivelazione incendi, telefono) dovranno avere tubazioni e cassette di derivazione separate da tutte le altre condutture.

5.2 Dimensionamento dei cavi - protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti.

5.2.1 Metodo di Calcolo: condizioni ordinarie

Nota la corrente di impiego e le condizioni di installazione del cavo, sono state calcolate la sezione, la resistenza, la reattanza, la caduta di tensione alla temperatura di servizio, la potenza dissipata, il massimo valore dell'energia specifica passante (I^2t) sopportabile e, al fine di facilitare la scelta dell'apparecchio di protezione, il massimo valore di taratura dello sganciatore magnetico atto a proteggere il cavo in tutta la sua lunghezza.

Tale calcolo tiene conto:

- della corrente di impiego I_b ;
- della corrente nominale del dispositivo di protezione I_n ;
- della corrente massima ammissibile del cavo in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del tipo di cavo, I_z ;
- della corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione I_f ;
- della massima caduta di tensione ammessa pari al 4 %.

Il metodo adottato è quello proposto dalla norma IEC 364-5-23; essa prevede:

- tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV;
- cavi non armati;
- temperatura massima ammissibile di 70°C per conduttori isolati in PVC e 90°C per conduttori isolati in EPR (Etilene propilene);
- assenza di irraggiamento solare;
- resistività termica del suolo di 2.5 Km/W.

I parametri che più frequentemente possono variare influenzando la portata sono:

- la temperatura ambiente,
- la presenza o meno di altri conduttori adiacenti a quello considerato,
- il tipo di posa previsto.

Quali condizioni normali, la norma prevede:

- temperatura ambiente di 30 °C per cavi in aria e di 20 °C per cavi interrati;
- assenza di conduttori sotto carico adiacenti a quello considerato.

Per condizioni diverse da quelle normali sono stati calcolati i coefficienti correttivi.

Il tipo di posa influisce in modo determinante del cavo in quanto variano notevolmente le condizioni per lo smaltimento del calore prodotto nell'esercizio del cavo (effetto Joule).

La tipologia di posa considerata è la seguente (v. IEC 364-5-23):

- conduttori isolati, cavi uni-multipolari in tubo sotto intonaco.

La formula usata per il calcolo della portata (IEC 364-5-23 appendice B) è la seguente:

$$I = AS^m - BS^n \quad (5.2.1)$$

dove:

- I è la portata del cavo [A];
- S è la sezione nominale del conduttore [mmq];
- A e B, m ed n sono rispettivamente coefficienti [A/mmq] ed esponenti che dipendono dal tipo di cavo e di posa e i cui valori sono specificati dalla norma IEC citata.

Il coefficiente di correzione per valori di temperatura ambiente diversi da quelli normali è calcolato in accordo alla norma IEC; Se ne riportano di seguito alcuni valori:

Temp. [°C]	Cavi in aria		Cavi Interrati	
	Isolamento		Isolamento	
	PVC	XLPE- EPR	PVC	XLPE- EPR
10	1.22	1.15	1.10	1.07
20	1.12	1.08	1.00	1.00
30	1.00	1.00	0.89	0.93
40	0.87	0.91	0.77	0.85
50	0.71	0.82	0.63	0.76
60	0.50	0.71	0.45	0.65

Il valore della temperatura ambientale è quello del mezzo circostante quando i cavi o i conduttori isolati in considerazione non sono percorsi da corrente. I coefficienti di correzione per raggruppamento di più circuiti sono desunti dalla normativa.

Il valore della resistività, necessaria per il calcolo della resistenza, è desunto dalla tabella UNEL 35023-70; si applica la nota formula:

$$R = \frac{rl}{Sn}$$

dove:

- R = resistenza per fase della conduttura [Ω];
- r = resistività del materiale a 20 °C [Ω mmq/m];

- l = lunghezza della conduttura [m];
- S = sezione [mmq]
- n = numero di conduttori per fase.

Per il calcolo della resistenza a temperatura diversa da 20 °C è necessario ricalcolare il valore della resistività del materiale alla temperatura θ considerata:

$$r(\theta) = r(20)[1 + \alpha(\theta - 20)]$$

dove α è il coefficiente di temperatura che dipende dal tipo di materiale (per il rame $\alpha=0.0038\div 0.0040$).

Il valore della reattanza dipende, oltre che dal tipo di cavo, anche dalla disposizione di cavi stessi.

I valori utilizzati sono derivati per interpolazione delle tabelle UNEL 35023-70.

Viene inoltre verificata la caduta di tensione, previo ricalcolo della temperatura effettiva raggiunta dal cavo, funzione della corrente di impiego e della portata:

$$\theta = \theta_a + c(I_B / I_z)^2$$

dove:

- θ_a = temperatura ambiente [°C];
- I_B = corrente di impiego del cavo [A];
- I_z = portata del cavo [A];
- c = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento e dal tipo di posa.

Calcolato il nuovo valore di temperatura si determina il nuovo valore della resistenza e si applica la formula:

$$\Delta U \% = \frac{I_B l (R' \cos \varphi + X' \sin \varphi)}{U_n} 100 \quad (5.2.2)$$

valida per sistemi in corrente alternata monofase, dove:

- M è un coefficiente pari a 2 nel caso di sistema monofase e $\sqrt{3}$ per sistema trifase;
- R' e X' sono rispettivamente la resistenza e la reattanza di fase per unità di lunghezza del cavo alla temperatura a regime [Ω/m];
- $\cos \varphi$ è il fattore di potenza della linea;
- U_x è la tensione concatenata nominale [V].

Per il calcolo della potenza dissipata dal cavo si ricorre alla formula:

$$P = M \cdot I_B^2 R' 2l \quad [W]$$

dove M è un coefficiente pari a 2 nel caso di sistema monofase e 3 per sistema trifase.

5.2.2 Verifica in condizioni di guasto

Affinché la linea sia protetta dalle sovracorrenti, siano esse dovute a sovraccarico o a condizioni di guasto (corto circuito), è necessario procedere ad una corretta scelta dell'apparecchio di protezione. In particolare, tale dispositivo deve essere scelto in maniera tale che l'energia specifica lasciata passare durante il suo intervento non superi quella sopportabile dal cavo.

Deve quindi essere soddisfatta la relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \quad (5.2.3)$$

dove:

- $(I^2 \cdot t)$ Energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il cortocircuito.
- K Coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolamento.
- S Sezione del conduttore da proteggere, in mm².
- t Tempo di intervento del dispositivo di protezione che si assume 5 secondi.

Per una durata del cortocircuito 5 secondi, si ha:

K = 115 per cavi in Cu isolati in PVC;

K = 135 per cavi in Cu isolati in gomma butilica;

K = 146 per cavi in Cu isolati in gomma etilenpropilenica.

La (5.2.3) deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessato al cortocircuito.

In pratica 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, al fine di assicurarsi che, in caso di guasto, la corrente di cortocircuito sia sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Il valore di taratura dello sganciatore magnetico viene infine calcolato tramite la formula semplificata [Norma CEI 64-8 app. D]

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U \cdot S}{1.5 \cdot r \cdot 2 \cdot l}$$

dove r è la resistività a 20 °C del materiale, e sostituendo quindi I_{cc} con $1.2I_m$, essendo 1.2 un coefficiente di sicurezza pari al valore di tolleranza ammesso dalla normativa sulla corrente di intervento degli sganciatori:

$$I_m = \frac{0.8 \cdot U \cdot S}{1.2 \cdot 1.5 \cdot r \cdot 2 \cdot l} abc \quad (5.2.4)$$

ove:

- U è la tensione nominale in volt;
- 0,8 è un fattore che tiene conto dell'abbassamento di V durante il corto circuito;
- S è la sezione del conduttore in mm²;
- r è la resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito, assunta pari a 0,027 ohm * mm²/ m per il rame;
- 2 è un fattore che tiene conto che la corrente di cortocircuito interessa un conduttore di lunghezza 2L;
- I_m è la corrente di cortocircuito minima che provoca l'apertura dell'interruttore.

E inoltre:

$$a = \frac{4(n-1)}{n} \quad \text{tiene conto di eventuali conduttori in parallelo per fase;}$$

$$b = \frac{2}{m+1} \quad \text{con } m = S_f/S_n \text{ tiene conto, se presente, della diversa sezione del neutro;}$$

$$c = 0.5 \div 1 \quad \text{tiene conto del valore della reattanza per cavi di sezione superiore a 95mm².}$$

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici tarati in modo da soddisfare le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (5.2.5)$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad (5.2.6).$$

Questa seconda relazione è soddisfatta automaticamente con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

Risultando i conduttori protetti dal sovraccarico in base alla (5.2.6), ed essendo previsto l'uso di interruttori a norme CEI dotati di soglia di intervento degli sganciatori magnetici inferiore a $10 \cdot I_n$, è sufficiente la verifica della massima corrente di corto circuito, calcolata ai morsetti dell'interruttore.

I calcoli di dimensionamento dei cavi sono stati effettuati con l'ausilio di fogli di calcolo e in allegato si riportano le tabelle relative al dimensionamento dei cavi in uscita dai diversi quadri elettrici.

I dati relativi alle modalità di posa in opera dei cavi, alla temperatura di riferimento, al sistema di collegamento a terra, al tipo di cavo e relativo isolamento, al circuito di appartenenza alla corrente di impiego ed a tutte le grandezze elettriche sono riportati in allegato e negli schemi dei quadri di seguito riportati.

In ogni caso, la sezione dei cavi scelti non dovrà mai essere inferiore a:

- 1,5 mmq per i punti luce;
- 2,5 mmq per le derivazioni alle prese e per le dorsali luce;
- 4 mmq per le dorsali prese.

5.3 Tubi protettivi e canali.

La distribuzione dovrà essere effettuata:

- tramite canale metallico in controsoffitto;
- tramite tubazione tipo FK15 da incassare a soffitto o parete;
- tramite tubazione tipo RK15 da staffare a soffitto o parete;
- tramite tubazione tipo guainaflex per i tratti volanti a vista.

Dato l'elevato numero di circuiti presenti e la diversità delle loro caratteristiche (distribuzione energia, linee telefoniche, rete informatica, etc.), si prescrive l'uso tubazioni di colore diverso a seconda del circuito contenuto.

Le cassette di derivazione dovranno essere installate in modo da rendere agevole l'infilaggio dei cavi per il collegamento delle utenze.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Le tubazioni devono essere disposte orizzontalmente o verticalmente evitando percorsi obliqui.

Nel caso di intersezione tra tubazioni di energia e di segnale, la tubazione contenenti linee di segnale deve passare sopra.

Il raggio di curvatura delle tubazioni deve essere tale da non danneggiare i cavi.

Il percorso di tubazioni, il tipo e la sezione, sono chiaramente indicati nelle planimetrie.

6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.

6.1 Protezione dai contatti diretti.

Si intende per contatto diretto il contatto con una parte attiva dell'impianto, compreso il conduttore di neutro.

La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale:

- isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;
- adozione di involucri aventi grado minimo di protezione pari a IP XXB per le pareti verticali e non inferiore a IP XXD per le superfici orizzontali superiori, data la maggiore facilità per elementi esterni di entrare in contatto con le parti attive interne.

L'isolamento può essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso.

L'isolamento delle apparecchiature costruite in fabbrica deve soddisfare le relative norme.

Se per ragioni di esercizio si rendesse necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, dovrà essere rispettata almeno una delle seguenti prescrizioni:

- uso di chiave o attrezzo da parte di personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive con interblocco meccanico e/o elettrico;
- interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive avente grado di protezione IP2X rimovibile con chiave o attrezzo.

6.2 Protezione da contatti indiretti.

Si definisce contatto indiretto il contatto con una massa, o con una parte conduttrice connessa con la massa, andata in tensione per un guasto di isolamento.

Si definisce massa una parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

Si definisce massa estranea una parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra, ed avente resistenza verso terra di valore inferiore a 1000Ω per locali ad uso normale e 200Ω per locali ad uso medico.

Il sistema di distribuzione adottato è del tipo TN-S ed in questo caso la protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata con l'impiego di interruttori automatici magnetotermici differenziali.

Ciò rende sicuramente verificata la condizione imposta dalle norme che la tensione di contatto, che la norma ammette sia pari alla tensione di fase, non permanga sulle masse per un tempo superiore a 0,2 sec nei locali ad uso medico e 0,4 sec nei locali di normale utilizzo.

L'utilizzo dell'interruttore differenziale dà un favorevole apporto anche nel caso di alimentazione tramite gruppo elettrogeno, la cui elevata impedenza interna limiterebbe la corrente di guasto verso massa.