



# Comune di TRAPANI

OGGETTO:

## "EX MATTATOIO COMUNALE" DI TRAPANI CAMPUS del MEDITERRANEO

PROGETTO DI RECUPERO FUNZIONALE E RIUSO DI ALCUNI CAPANNONI DELL'EX MATTATOIO COMUNALE PER REALIZZARE LABORATORI ARTIGINALI E SPAZI FORMATIVI PER MIGRANTI REGOLARI - CUP: I98D20000050001



**SAIR - EWIV**  
Geschäftsführer und Generaldirektor  
**ARCHITETTO DR. FRANCESCO SINDONI**  
Amministratore Unico & Direttore Generale  
**SAIR - GEIE**

**ORDINE DEGLI ARCHITETTI**  
PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO  
N° 3142  
**ARCHITETTO FRANCESCO SINDONI**

SEDE CENTRALE ED ISTITUZIONALE EUROPEA:  
SAIR-EWIV D - 70178 STUTTGART ROTEBÜHLSTR. 66

SEDE LEGALE ED AMMINISTRATIVA IN ITALIA:  
SAIR-GEIE I - FORLÌ VIALE ROMA, 58

tel.: +39. 0543 488000 fax: +39. 0543 559530  
E-MAIL: info@saireurope.com mail PEC: sairgeie@pec.it



CAPO GRUPPO RESPONSABILE

**FRANCESCO SINDONI**

architetto

Piazza Villa Oliva, 190017 - SANTA FLAVIA (PA)  
tel.: +39 091 932270 fax: +39 091 932741  
mail: francesco.sindoni@saireurope.com

COORD. DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE TRA LE PARTI

**Responsabile:** **Giuseppe BELLANCA** architetto

ARCHITETTURA (E.20)

**Responsabile:** **Carles GELPI** architetto

Giuseppe BELLANCA architetto  
Agata BUXADE' architetto  
Anna CALTAGIRONE architetto  
Federica MORANA architetto  
Esterina SINDONI architetto

STRUTTURE (S.03)

**Responsabile:** **Giovanni MARGIOTTA** ingegnere

Piercarlo MARGIOTTA ingegnere  
Ramon FERRANDO architetto

IMPIANTI FLUIDI E TERMOFLUIDI (IA.01 - IA.02)

**Responsabile:** **Antonio SINDONI** ingegnere

Carmelo FILIPPINI ingegnere  
Salvatore VENTO ingegnere

IMPIANTI ELETTRICI (IA.03)

**Responsabile:** **Sergio RAPPA** ingegnere

Giuseppe MIRELLI ingegnere

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA

**Responsabile:** **Daniele CARRUBA** ingegnere

Francesco CASTRONOVO architetto

GEOLOGIA E RILIEVI

aspetti geologici Daniele POLIZZI geologo  
rilievi Luigi FONTANA geometra

**ORDINE DEGLI INGEGNERI**  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO  
N° 5618  
**INGEGNERE SERGIO RAPPA**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Antonino ALESTRA architetto

TITOLO

TIPOLOGIA

ELABORATO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

TECNICO AMMINISTRATIVO

**STRALCIO 1 - RELAZIONE TECNICA**  
**IMPIANTI ELETTRICI e SPECIALI**

DISEGNO SCALA

-

TITOLO

TIPOLOGIA

ELABORATO

**PE1****TA****010**

CODICE DI RIFERIMENTO	DATA PROGETTO	REV	DATA
07.10 OM 182	15.APR.2021		

ELABORATO REDATTO DA: GIUSEPPE MIRELLI
---

VERIFICATO da: SERGIO RAPPA
--------------------------------

APPROVATO da: FRANCESCO SINDONI
------------------------------------

AUTORIZZATO da: FRANCESCO SINDONI
--------------------------------------

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>SCHEMA GENERALE D'IMPIANTO.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA.....</b>	<b>7</b>
4.1	Identificazione dei livelli di illuminamento necessari.....	8
4.2	Scelta degli apparecchi illuminanti.....	8
4.3	Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada).....	9
4.3.1	<i>Lampade a LED.....</i>	<i>10</i>
4.4	Sonde di luminanza e sensori di presenza.....	10
4.5	Calcolo illuminotecnico .....	11
4.6	Illuminazione di sicurezza .....	12
<b>5</b>	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....</b>	<b>13</b>
5.1	Identificazione delle zone e dei livelli di illuminamento necessari .....	14
5.2	Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada).....	14
5.3	Scelta degli apparecchi illuminanti .....	15
5.4	Calcolo illuminotecnico .....	16
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>CONDUTTORI E TUBI PROTETTIVI.....</b>	<b>18</b>
7.1	Conduttori.....	18
7.2	Dimensionamento dei cavi - protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti.....	19
7.2.1	<i>Metodo di Calcolo: condizioni ordinarie.....</i>	<i>19</i>
7.2.2	<i>Verifica in condizioni di guasto.....</i>	<i>22</i>
7.3	Tubi protettivi e canali.....	25
7.3.1	<i>Distribuzione esterna .....</i>	<i>25</i>
7.3.2	<i>Distribuzione interna .....</i>	<i>27</i>
<b>8</b>	<b>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.....</b>	<b>28</b>
8.1	Protezione dai contatti diretti .....	28
8.2	Protezione da contatti indiretti .....	29
8.2.1	<i>Impianto speciale entro servizi e locali docce.....</i>	<i>30</i>
8.2.2	<i>Collegamenti equipotenziali .....</i>	<i>31</i>
8.3	Protezione contro gli effetti termici.....	32
<b>9</b>	<b>SELETTIVITA'.....</b>	<b>33</b>
<b>10</b>	<b>PRESCRIZIONI PER LUOGHI MA.R.C.I. ....</b>	<b>34</b>
<b>11</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>35</b>
11.1.1	<i>Impianto disperdente.....</i>	<i>37</i>
11.1.2	<i>Conduttore di terra.....</i>	<i>38</i>

<b>12</b>	<b>QUADRI ELETTRICI E DISTRIBUZIONE.....</b>	<b>38</b>
<b>13</b>	<b>CABLAGGIO STRUTTURATO.....</b>	<b>41</b>
13.1	Impianto telefonico.....	41
13.2	Rete dati .....	42
13.3	Modalità di realizzazione del cablaggio strutturato .....	43
13.3.1	<i>Riferimenti normativi .....</i>	<i>43</i>
13.3.2	<i>Compatibilità con standard, prodotti e protocolli.....</i>	<i>43</i>
13.3.3	<i>Architettura del Sistema .....</i>	<i>43</i>
13.3.4	<i>Nodi.....</i>	<i>44</i>
13.3.5	<i>Cablaggio orizzontale.....</i>	<i>44</i>
13.3.6	<i>Postazioni di lavoro (prese utente) .....</i>	<i>44</i>
<b>14</b>	<b>IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI. ....</b>	<b>45</b>

## **1 GENERALITÀ.**

La presente relazione tecnico-illustrativa ha per oggetto gli impianti elettrici e speciali nell'ambito delle opere LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DELL'EX MATTATOIO COMUNALE DA DESTINARE A CAMPUS DEL MEDITERRANEO nel comune di Trapani.

Il compendio immobiliare di proprietà del Comune di Trapani è costituito da più corpi di fabbrica distinti all'interno di un'area confinata.

Oggetto del presente lotto sono gli edifici sulla via Erice identificati alle lettere A1, B, E ed F. Gli edifici non sono in diretta comunicazione tra loro, se non attraverso percorsi esterni pedonali all'interno del giardino.

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.

Per motivi funzionali, ciascun livello è funzionalmente indipendente da un punto di vista elettrico, al fine di garantire una maggiore affidabilità e funzionalità e per permettere una semplice e rapida espansione. Un ulteriore divisione è stata effettuata per ciascuna zona al fine di garantire il più possibile la continuità di funzionamento e la sezionabilità.

L'alimentazione degli impianti elettrici sarà realizzata mediante fornitura autonoma in bassa tensione per ciascuna struttura funzionale. In particolare, è stata prevista una fornitura per il corpo E ed una per il corpo F, mentre un'unica fornitura è stata prevista per i corpi A1 e B, unitamente ai servizi comuni (illuminazione esterna, impianto di pressurizzazione idrico-sanitario, impianto irrigazione, etc.).

## **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”.

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 attivita' 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 12464-1:2011

“Illuminazione luoghi di lavoro in interno”

UNI EN 12464-2:2014

“Illuminazione luoghi di lavoro in esterno”

UNI EN 1838:2014

“Illuminazione di sicurezza”

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza

CEI 29-7 Fascicolo 533

“Apparecchiature e sistemi di alta fedeltà. Requisiti minimi”.

CEI 64-2 IV Edizione Fascicolo 1431

“Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione” e varianti

CEI 64-8 Fascicoli 4131-4137 e varianti

“Norme per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua”.

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”.

CEI 17-13/2 CEI EN 60439-2 fascicolo 2190

“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: Prescrizioni Particolari per i condotti sbarre”.

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

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale  $U_o/U$  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  $U_o/U$  non superiore a 0,6/1 kV;

CEI 29-7 Fascicolo 533

“Apparecchiature e sistemi di alta fedeltà. Requisiti minimi”.

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

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

CEI 34-40-EN 60357 Fascicolo 1071

“Lampade ed alogeni (veicoli esclusi)”.

CEI 64-2 IV Edizione Fascicolo 1431

“Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione” e varianti

CEI 64-8 Fascicoli 4131-4137 e varianti

“Norme per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua”.

CEI 64-50 Fascicolo 2615G

“Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici”.

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.

DM 236 del 14/06/89

Regolamento di attuazione dell'art.1 della legge n.13 del 9/1/89 concernente le disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati

### **3 SCHEMA GENERALE D'IMPIANTO.**

Gli impianti elettrici utilizzatori in esame dovranno essere alimentati tramite forniture singole in bassa tensione. In particolare, i corpi E ed F saranno alimentati mediante forniture distinte, mentre un'altra fornitura provvederà all'alimentazione dei corpi A1 e B e dei servizi comuni.

Dal locale quadri, posto all'interno del corpo A1, sarà presente un quadro generale al quale faranno capo tutte le partenze per i vari corpi. La distribuzione principale verrà effettuata mediante cavidotti interrati intervallati da pozzetti rompitratta. In questo lotto saranno previsti anche gli interruttori ed i cavidotti per l'alimentazione dei rimanenti corpi di fabbrica, i cui lavori di recupero sono inseriti nei lotti 2 e 3. In particolare, i cavidotti per i corpi dei lotti 2 e 3 si fermeranno al pozzetto posto al confine tra i lotti, in maniera da poter facilmente riprendere la distribuzione quando si interverrà su questi ultimi.

Dal locale quadri partirà la linea di alimentazione di ciascun corpo di fabbrica, all'interno del quale sarà previsto un quadro generale.

Ciascun corpo di fabbrica potrà essere assolutamente autonomo sia relativamente agli impianti elettrici di potenza che agli impianti speciali (rete telefonica, rete informatica, prevenzione incendi, etc.), anche se in questa sede è prevista l'interconnessione di questi ultimi per poter garantire il collegamento tra i vari corpi sia telefonico che informatico (consentendo, quindi, di poter avere un unico fornitore per i servizi di fonia e dati) e la possibilità di rimandare a postazione centralizzata degli allarmi incendio.

### **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.

I locali oggetto della presente relazione possono essere classificati ai sensi della norma UNI EN 12464-1 come riportate nella seguente tabella.



#### 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 Zona Circostante (Lux)	Uniformità ( $E_{min}/E_{med}$ )	Indice resa Cromatica	UGR (Indice Abbagliamento)
Uffici e Laboratori	500	0.8	80	19
Atri, corridoi, servizi	200	0.5	80	19

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

- Nei uffici, nei laboratori ed in tutti i locali dove è necessario un buon compito visivo verranno utilizzate corpi illuminanti installati in maniera da garantire distribuzione luminosa diretta ed indiretta, caratterizzati da luminanze medie dirette sia longitudinali che trasversali inferiori a 200 cd/m<sup>2</sup> per angoli di osservazione superiori a 60°/65° rispetto alla verticale;
- Nei locali tecnici e depositi plafoniere stagne grado di protezione IP65 con struttura e schermo in policarbonato autoestinguente.

I corpi illuminanti saranno equipaggiati con alimentatori elettronici dimmerabili con tecnologia DALI, 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.

Inoltre, la tecnologia DALI consente il comando dell'impianto di illuminazione da postazione centralizzata e la predisposizione di scenari predefiniti commutabili con unico comando.

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 LED, con resa cromatica ad alto rendimento; le temperature di colore saranno inferiori ai 3.300K per gli spazi comuni e le stanze da letto, adeguate a rendere più simile alla luce naturale l'illuminazione interna, mentre saranno superiori a 4.000K negli uffici, 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 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.

#### 4.4 Sonde di luminanza e sensori di presenza

Al fine di limitare un inutile consumo di energia elettrica, è stato previsto in tutti gli ambienti comuni l'installazione di sonde 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).



Tale sistema, per altro, sarà asservito ad un regolatore in grado di assicurare, se ritenuto necessario e secondo le modalità indicate dalla Committenza, diversi livelli di illuminamento in dipendenza delle ore del giorno.

Si calcola infatti che in ambienti in cui è richiesta un illuminazione intensa, la regolazione del flusso luminoso può portare benefici, in termini di riduzione dei consumi, anche del 40% su base annua.

Inoltre, come risulta da vari studi, tale soluzione tecnica ha dei benefici sostanziali anche sul confort e sull'affaticamento.

Nella Figura viene descritta una sequenza di regolazione che potrebbe verificarsi nell'arco delle 8 ore lavorative diurne, in cui si passa da una condizione di massima illuminazione esterna, ad esempio ore 9.00 di una giornata soleggiata, ad una condizione intermedia con una moderata illuminazione esterna,

ad esempio ore 15.00 con sole già basso sull'orizzonte, fino ad arrivare ad una condizione di scarso od assente contributo di illuminazione esterna, ad esempio ore 17.00 con sole al tramonto.

In queste tre situazioni il sistema determina, senza soluzione di continuità, lo stato di regolazione dei corpi illuminanti del locale in esame regolando il flusso che ognuno di loro deve 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, per altro, determina anche un allungamento della durata di vita delle lampade utilizzate, facendo diminuire sensibilmente il costo della loro sostituzione.

E' 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 servizi e depositi, di spegnere gli apparecchi illuminanti, dopo un tempo prestabilito, in caso di assenza di persone all'interno degli stessi. La soluzione progettuale tenderà a dotare i singoli apparecchi di illuminazione di un sistema di controllo della luce naturale abbinato a sensori di rilevamento presenza. In questo modo da attivare l'illuminazione dell'ambiente solamente in caso di presenza ed in modo da regolare la quantità di luce artificiale in funzione del livello necessario per integrare la luce naturale. In qualsiasi momento l'utente può regolare e modificare il livello di illuminazione a seconda delle proprie esigenze.

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.

Tutte le configurazioni relative al livello di illuminamento, alla parzializzazione del flusso luminoso, alla regolazione di accensione e spegnimento delle lampade nel caso di occupazione o abbandono del locale ed ai relativi tempi di risposta sono programmabili mediante telecomando IR.

#### **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;
- $\Phi$  = 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 ÷ 0,2;

pareti 0,4 ÷ 0,5;

soffitto 0,2 ÷ 0,4.

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.

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.

#### ***4.6 Illuminazione di sicurezza.***

In caso di mancanza della tensione di rete, l'illuminazione di sicurezza verrà assicurata, oltre che dal gruppo di continuità centralizzato, anche da un adeguato numero di corpi illuminanti con

batteria tampone o da apparecchi autonomi di sicurezza con batteria in grado di assicurare per un periodo superiore ad 1,5h, il valore di 5 Lux al suolo in corrispondenza dei passaggi.

Tale scelta è stata dettata dall'opportunità di assicurare l'illuminazione di emergenza, oltre che per mancanza dell'alimentazione di rete (nel qual caso interviene il gruppo di continuità centralizzato), anche per l'eventuale distacco di un interruttore del quadro elettrico di zona e per garantire l'esodo nel caso di effettiva emergenza e sgancio del gruppo di continuità centralizzato da parte dei Vigili del Fuoco.

I corpi illuminanti di sicurezza autonomi, aventi grado di protezione minimo IP 40, sono tutti dotati di pittogrammi indicanti le uscite di sicurezze e sono installati in tutte le zone destinate a vie di fuga, quali scale, corridoi atri ed ingressi.

L'intervento dei corpi illuminanti di sicurezza sarà automatico al mancare dell'energia di rete.

In generale, essendo il luogo in esame costantemente presidiato ed essendo dotato di alimentazione d'emergenza centralizzato in grado di riprendere l'erogazione d'energia in un tempo limitato, non sono necessari particolari accorgimenti per la verifica dello stato di carica delle batterie.

E' comunque prescritta la verifica periodica dello stato di funzionamento delle plafoniere e delle batterie, procedendo, ad intervalli di tempo regolari, al ciclo scarica completa-ricarica delle batterie.

## **5 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA**

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

- Identificazione delle aree omogenee aventi caratteristiche urbanistiche e di traffico pedonale e veicolare definite;
- Identificazione dei livelli di illuminamento necessari;
- Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada);
- Scelta degli apparecchi illuminanti;
- Calcolo illuminotecnico.

La realizzazione della rete di illuminazione della viabilità è stata prevista mediante apparecchi a Led, del tipo avente possibilità di identificare due livelli di emissione, con conseguente diminuzione della potenza impegnata, e quindi dei consumi, sulla base di una

programmazione oraria durante il funzionamento del corpo stesso. Ciò consentirà, a partire da un orario indicato dall'Amministrazione, di diminuire il flusso luminoso delle lampade, riducendone, nel contempo i consumi e, per altro, dando luogo ai seguenti ulteriori vantaggi:

- Aumento della vita utile delle lampade, fortemente dipendente dalla temperatura alla quale i LED sono chiamati a funzionare; una diminuzione del flusso emesso mediante lo spegnimento di alcuni LED della matrice, a parità di capacità di smaltimento del calore del corpo illuminante, riduce la temperatura della matrice dei LED, aumentandone, di fatto, la durata;

- Trattandosi, nella maggior parte, di vie pedonali di ridotta larghezza e con corpi illuminanti posti in prossimità di finestre e balconi delle abitazioni, la riduzione del flusso emesso riduce l'eventuale fastidio dall'ingresso di luce dall'esterno durante il sonno degli occupanti.

Ovviamente la riduzione del flusso emesso sarà tale da non compromettere la capacità di visione e distinzione di contorni e punti singolari (curve, ostacoli) lungo il percorso, benché, ovviamente, il grado di illuminamento sulla pavimentazione sarà inferiore rispetto a quello a flusso pieno.

Gli impianti in progetto saranno realizzati limitando il più possibile la posa di sostegni utilizzando le pareti degli edifici e i pergolati da realizzare.

### **5.1 Identificazione delle zone e dei livelli di illuminamento necessari**

Le aree omogenee sono state suddivise in base alla destinazione d'uso degli spazi. In particolare, sono state individuate le seguenti aree:

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

Locale	Illuminamento Zona Lavoro Zona Circostante (Lux)	Uniformità ( $E_{min}/E_{med}$ )	Indice resa Cromatica	URG (Indice Abbagliamento)
Percorsi pedonali	50	0.4	1B	20

La pavimentazione esterna è stata classificata con il gruppo R III (c).

### **5.2 Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada)**

Le lampade sono la parte vitale dell'impianto di illuminazione; dalla loro scelta dipende fortemente sia l'efficienza luminosa dell'impianto ai fini del rispetto dei limiti normativamente fissati, sia l'effetto scenografico delle zone illuminate. In tale ottica, quindi, non solo è fondamentale la scelta del numero e della potenza delle lampade, ma anche la temperatura di

colore e la resa cromatica. La prima influenza il colore della luce emessa, il secondo parametro identifica la fedeltà dei colori degli elementi illuminati.

Tali lampade presentano una tonalità bianca/calda 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 loro efficienza luminosa fino a 120 lumen/watt, superiore a quella delle lampade SAP. 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 garantiscono la risoluzione di diverse problematiche, alcune delle quali sottoesposte:

- continuità di funzionamento, in relazione alla maggiore durata di vita delle lampade;
- risparmio energetico, in termini di energia elettrica utilizzata;
- sicurezza per eventuali urti o esplosione delle lampade con espulsione di frammenti di vetro;
- rispetto dell'ambiente per lo smaltimento rispetto alle lampade tradizionali esauste che, come è noto, costituiscono rifiuti inquinanti speciali.

Tali lampade, inoltre, assicurano una vita superiore a 60.000 ore di funzionamento ovvero cinque volte la vita utile delle tradizionali lampade SAP, di gran lunga le più utilizzare negli impianti di illuminazione stradale.

### ***5.3 Scelta degli apparecchi illuminanti***

La scelta della tipologia degli apparecchi illuminanti è vincolata ai seguenti principi:

- Impianti nei quali gli apparecchi di illuminazione hanno solamente compiti funzionali ai fini della corretta illuminazione degli spazi nel periodo notturno;
- Impianti nei quali gli apparecchi illuminanti devono integrarsi e anzi valorizzare lo spazio urbano, diventando elemento di arredo.

Nel primo caso, gli apparecchi di illuminazione devono essere quanto meno visibili possibile, sia per dimensioni che caratteristiche di forma e di colore.

Nel secondo caso, invece, gli apparecchi di illuminazione devono essere ben visibili e caratterizzanti, integrandosi, ed anzi arricchendo, l'edificio e il sito di installazione.

Rimane inteso che in entrambi i casi gli apparecchi dovranno essere scelti con ottica in grado di assicurare buone caratteristiche illuminotecniche, una buona uniformità e limitare al massimo l'abbagliamento e l'inquinamento luminoso con opportune schermature del flusso.



Per la tipologia di scenario presente, si ritiene utile applicare la prima tipologia di impianto, utilizzando corpi illuminanti staffati a parete sui corpi di fabbrica o sul pergolato presente, del tipo con corpo in alluminio pressofuso e verniciatura a polvere poliestere, previo trattamento di fosfocromatazione, resistente alla corrosione e alle nebbie saline, chiusura con vetro piano idoneo per montaggio testa palo diametro 60 mm, dotati di sistema di dissipazione, riflettore, lente irradiante, piastra con lampade LED, circuito di alimentazione, trasformatore, possibilità, inoltre, mediante pre-selezione, di ridurre il flusso luminoso della lampada con percentuale ed orario di inserimento programmabile mediante comando locale o centralizzato.

#### **5.4 Calcolo illuminotecnico**

Scopi principali del calcolo sono di fornire un buon grado d'illuminamento e una buona uniformità, utilizzare luce avente una temperatura di colore tale da far ben distinguere colori, forme e contrasti, limitare l'abbagliamento, fornire una guida visiva ed ottica in grado di agevolare l'identificazione del tracciato, dei suoi margini e di tutti i punti singolari (incroci, curve, cambi di pendenza, etc.).

Per i viali è stata scelta la disposizione unilaterale o a quinconce, laddove la larghezza del viale fosse tale da non riuscire ad ottenere i livelli illuminotecnici minimi con la prima disposizione.

Come detto, le lampade saranno del tipo a Led.

Per il calcolo della potenza delle lampade da utilizzare, si è fatto riferimento alla formula:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\eta_u \cdot \eta_m}$$

avendo indicato con:

- $\Phi$  il flusso di ciascuna lampada in lumen;
- $E$  illuminamento medio orizzontale sul terreno richiesto in lux;
- $S$  parte della superficie stradale relativa a ciascun centro luminoso, pari al prodotto della larghezza della carreggiata e della distanza tra due centri luminosi;
- $\eta_u$  il coefficiente di decadimento (che per le lampade scelte vale 0.7);
- $\eta_m$  il coefficiente di manutenzione (che per il caso in esame è fissato pari a 0.8).

## 6 ANALISI DEI CARICHI.

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

- Utilizzatori il cui 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 nel l'uso ordinario dell'ambiente, ma ancora di caratteristiche non completamente note.

In quest'ultimo caso si fa riferimento alla normativa ed alle potenze di utilizzatori di impiego e caratteristiche similari.

Le prese a spina si considerano utilizzatori di potenza corrispondente alla loro potenza 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  $g = K_u \times K_c$  secondo le relazioni:

$$I_b = g \cdot \frac{P_a}{V} \text{ per circuiti monofase (6.1)}$$

$$I_b = g \cdot \frac{P_a}{\sqrt{3}V} \text{ per circuiti trifase equilibrati (6.2).}$$

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 fosse pienamente utilizzata e compendia i fattori di utilizzazione e di contemporaneità  $K_u$  e  $K_c$ .

Per l'illuminazione si è assunto  $K_u=K_c$  pari a 1, mentre per le prese a spina si è generalmente adottato il coefficiente  $g$  variabile tra 0,01 e 0,05, mentre valori superiori sono stati adottati per le postazioni di lavoro in cui è noto il valore di potenza dei macchinari che si andranno ad installare (unità centrali, monitor, apparecchi elettromedicali, ecc.).

In allegato sono riportati i valori dei coefficienti adottati per stabilire l'effettiva potenza assorbita da ciascun carico. I valori adoperati si ritengono adeguati alle condizioni di servizio degli impianti in questione.

Tutti i quadri elettrici sono stati dimensionati comunque per garantire ad ogni singola utenza il proprio corretto funzionamento.

## 7 CONDUTTORI E TUBI PROTETTIVI.

Con il DLgs 106/17 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE" (G.U. n. 159 del 10/7/17), entrata in vigore il 09/08/2017, è fatto obbligo di utilizzare cavi CPR e sono previste sanzioni penali sull'impiego dei cavi non CPR (art. 20).

Tali cavi devono garantire la sicurezza in caso di incendio e l'igiene, la salute ed il rispetto dell'ambiente per l'intero ciclo di vita.

Per identificare le caratteristiche di tali cavi, si fa riferimento all'identificazione con lettera che va da A ad F (con B che può avere valore 1 o 2), identificate dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti, seguita dai codici:

- S seguito da un codice 1a, 1b, 2 e 3 (in ordine decrescente di prestazione) relativo all'emissione di fumi e alla loro opacità;
- D seguito da 0 o 2 (in ordine decrescente di prestazione) relativo al mancato gocciolamento o rilascio di particelle ardenti, assente se il requisito non è richiesto;
- A seguito da 1 a 3 (in ordine decrescente di prestazione) relativo alla pericolosità dell'acidità e corrosività dei fumi per persone e cose.

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

### 7.1 *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 saranno del tipo:

- FG16R16/OR16 per le linee principali interrate o esterne saranno del tipo;
- FG16M16/OM16 per dorsali principali interne all'edificio;
- FS17 per le derivazioni ed i tratti terminali dei circuiti;

Tutti i cavi dovranno rispondere alle norme CEI 20-35, 20-22 II, 20-37/2 e 20-13 e 20-20.

I cavi avranno le seguenti caratteristiche:

TIPO	FS17	FG16OR16	FG16OM16
Isolamento	PVC S17	HPER G16	HPER G16
Guaina	/	Termoplastica R16	Termoplastica M16
Tensione nominale E <sub>0</sub> /E (kV)	0,45/0,75	0,6/1	0,6/1
Tensione di esercizio V (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 ( $\Omega \times \text{mm}^2/\text{km}$ )	19.5	18.47	18.47
Classe di prestazione	C <sub>ca</sub> -s3,d1,a3	C <sub>ca</sub> -s3,d1,a3	C <sub>ca</sub> -s1,d1,a1
Normativa di riferimento	CEI EN 50525 CEI 20-22 II CEI 20-35 CEI 20-38 CEI 20-52 CEI 20-37 II UNEL 35752	CEI 20-13 CEI 20-22 II CEI 20-37 II CEI 20-52 UNEL 35375 UNEL 35376 UNEL 35377	CEI 20-13 CEI 20-22 II CEI 20-37 II CEI 20-52 UNEL 35375 UNEL 35376 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-esci 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 (rivelazione incendi, telefono, rete informatica, etc.) dovranno avere tubazioni e cassette di derivazione separate da tutte le altre condutture.

## ***7.2 Dimensionamento dei cavi - protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti.***

### *7.2.1 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  $I_g$ ;
- 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:

$$I = AS^m - BS^n \quad (7.2.1)$$

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/mm<sup>2</sup>] 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 mm<sup>2</sup>/m];
- l = lunghezza della conduttura [m];
- S = sezione [mm<sup>2</sup>]
- 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 α=0.0038÷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:

- $\theta_a$  = 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:

$$\Delta U\% = \frac{I_B l (R' \cos \varphi + X' \sin \varphi)}{U_n} 100 \quad (7.2.2)$$

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 [ $\Omega/m$ ];
- $\cos \varphi$  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.

### 7.2.2 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:

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \quad (7.2.3)$$

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 mm<sup>2</sup>.
- 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 (7.2.3) 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:

$$I_m = \frac{0.8 \cdot U \cdot S}{1.2 \cdot 1.5 \cdot r \cdot 2 \cdot l} abc \quad (7.2.4)$$

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 mm<sup>2</sup>;



- $r$  è la resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito, assunta pari a  $0,027 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$  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:

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

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

$c = 0.5 \div 1$  tiene conto del valore della reattanza per cavi di sezione superiore a  $95 \text{mm}^2$ .

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

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (7.2.5)$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad (7.2.6).$$

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 (7.2.6), 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:

- $1,5 \text{ mm}^2$  per i punti luce;
- $2,5 \text{ mm}^2$  per le derivazioni alle prese e per le dorsali luce;
- $4 \text{ mm}^2$  per le dorsali prese.

### **7.3 *Tubi protettivi e canali.***

Per quanto concerne la posa di tubazioni o canaline, saranno rispettate le disposizioni delle norme CEI 23-8 e CEI 23-14. Questo tipo di installazione sarà diversificata relativamente alla zona da servire ed alla tipologia di costruzione e/o arredo degli ambienti.

La distribuzione dovrà essere effettuata:

- Cavidotti flessibili doppia parete interrati;
- 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.

#### **7.3.1 *Distribuzione esterna***

I cavidotti saranno del tipo corrugato con doppia parete liscia internamente in polietilene alta densità con dimensioni specificate nelle tavole allegate alla presente e dovranno costituire un cavidotto attraverso spezzoni collegati con giunti, compreso i raccordi ricurvi; dovranno contenere il filo guida in rame isolato per un eventuale reinfilaggio dei cavi, filo che rimarrà anche dopo la posa dei conduttori di alimentazione.

La posa delle linee in cavo non schermato in cavidotto è classificata come posa tipo 01 nella norma CEI 11-17; la protezione meccanica richiesta sarà realizzata con il rinfianco in cemento delle tubazioni corrugate previste per il contenimento dei cavi.

Caratteristiche:

- Temperatura di posa:  $-30/+60^{\circ}\text{C}$
- Resistenza allo schiacciamento:  $\geq 750\text{N}$
- Resistenza dielettrica:  $>800\text{kV/cm}$
- Resistenza d'isolamento:  $>100\text{M}\Omega$ .

Lo scavo sarà eseguito fino alla profondità di 70 cm dal piano di calpestio; sul fondo sarà posato uno strato di sabbia di circa 10 cm su cui verranno stesi i tubi, poi ricoperti con sabbia per uno spessore minimo di 10 cm, a sua volta ricoperto da misto granulometrico di cava 0/40 stabilizzato e ben assestato; quindi sarà eseguito il tombamento fino al completo assestamento del materiale di riempimento, mentre le risulta verrà allontanata. Gli scavi aperti e non assestati dovranno essere segnalati a norma di legge.

Il ripristino delle pavimentazioni avverrà come descritto nel capitolato delle opere edili.

La profondità di posa sarà di 0.6 m nei tratti paralleli alla viabilità e 0.8-1.0m negli attraversamenti.

Per tutti quei casi che si dovessero presentare nel corso degli scavi e per i quali non fosse possibile raggiungere la profondità di cm 60 (attraversamenti di fogne, camerette e pozzetti di altri servizi pubblici e privati), dovranno essere adottati tubi di acciaio di spessore non inferiore a 4 mm e del diametro di cm 10 a protezione del cavidotto; gli stessi, ove le condizioni lo permetteranno, dovranno essere rinfiancati con malta cementizia.

In caso di prossimità di altri cavi o tubazioni metalliche di servizi (gas, acquedotto, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come ad esempio cisterne per depositi di carburante, si dovranno osservare le prescrizioni particolari e le distanze minime di rispetto previste dalle normative.

Gli scavi sulla viabilità, nei marciapiedi, ecc. dovranno essere eseguiti a tratti, in modo da evitare l'interruzione della percorribilità. L'eventuale diverso dimensionamento degli scavi, dovuto a provvedimenti conseguenti a imprevisti, come rotture di condotti, franamenti, allagamenti, presenza lungo il tracciato degli scavi di altri servizi pubblici e privati, nonché il risarcimento di eventuali danni arrecati a terzi durante i lavori di scavo, sono da ritenersi compresi nei prezzi unitari relativi e nessun compenso straordinario sarà dovuto alla Ditta Appaltatrice.

Inoltre la Ditta Appaltatrice dei lavori dovrà provvedere alle segnalazioni e protezioni, sia diurne che notturne, con i regolamentari lumi, da apporre in corrispondenza degli scavi, depositi di materiali, di rilevati, od altri impedimenti stradali, conseguenti ai lavori in corso.

All'interno dello scavo, ad almeno 20 cm sopra il tubo, durante il riempimento dovrà essere collocato un nastro in PVC di colore rosso con la scritta "cavi elettrici 400 V".

Il materiale ricavato dagli scavi di cui si rende superfluo il riutilizzo per re-interro dovrà essere trasportato tempestivamente, giorno per giorno, ai luoghi di pubblico scarico.

È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio ed un coperchio removibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Con il prezzo a corpo sono compensati anche il trasporto a piè d'opera, il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, la posa su letto di sabbia di spessore non inferiore ai 10 cm, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, i rinfianchi in calcestruzzo Rck 30 di spessore non inferiore ai 10 cm, nonché il trasporto alla discarica del materiale scavato ed il ripristino del suolo pubblico. Oltre a ciò è prevista la fornitura e posa, su letto di malta di

cemento, di chiusino in ghisa in classe C, resistenza 250 kN, completo di telaio, luce netta 30x30cm.

### 7.3.2 *Distribuzione interna*

Le derivazioni dalla dorsale di distribuzione saranno realizzate utilizzando tubazioni in materiale termoplastico della serie pesante o in guaina vinilica del tipo autoestinguente ed a ridotta tossicità e corrosività, con resistenza elettrica di isolamento superiore a 100 Mohm e rigidità dielettrica superiore a 20KV/mm.

L'uso di tubazioni flessibile, sempre del tipo suddetto, sarà limitato per tratti terminali dei circuiti (ad es. collegamento scatola di derivazione ad utilizzatore) .

Tali tubazioni flessibili avranno le caratteristiche prestazionali indicate nelle tabelle UNEL relative.

Tutte le tubazioni saranno collegate mediante interposizione di idonee cassette di derivazione ispezionabili, coperchio fissato per mezzo di viti, eventualmente dotate di morsetteria. Tali cassette saranno previste per ogni giunzione o derivazione ed, in ogni caso sulle tubazioni ogni due curve, dove occorra un brusco cambio di derivazione e dopo 15 m di tubo rettilineo.

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

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, nonché cassette e scatole separate ed indipendenti. Inoltre i vari circuiti dovranno essere opportunamente indentificati a mezzo di cartellini indelebili al fine di consentire la rapida localizzazione dei circuiti in qualsiasi momento.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi. Nei canali la sezione occupata dai cavi, tenuto conto del volume occupato dalle connessioni, non deve superare il 50% della sezione utile del canale stesso.

Il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo o i cavi e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi. A ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione.

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.

Tutti i fissaggi e gli staffaggi, sia nella distribuzione principale che secondaria, saranno realizzati in base alle vigenti norme antisismiche con riferimento agli elementi non strutturali in conformità alle NTC 2008 nonché alle ATC-51-2. In particolare, verranno utilizzati staffaggi applicati direttamente alle strutture portanti con controventature che diminuiscano il peso ed evitino le eventuali oscillazioni ed i conseguenti battimenti sulle strutture non portanti (es. controsoffitti).

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

Il grado di protezione degli impianti sarà IP 40 nei locali di tipo civile, mentre sarà IP 55 nei locali tecnologici, ed in tutti i locali ove espressamente indicato.

I comandi saranno centralizzati nelle zone di vasta superficie nel quadro elettrico di piano ed installati in prossimità degli ingressi in apposite scatole portafrutto negli altri ambienti.

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

## **8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI.**

### ***8.1 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.

## **8.2 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  $1000\Omega$ .

Le misure di protezione da prevedere dovranno interrompere l'alimentazione del circuito guasto in modo tale da non far persistere, per un certo tempo, il rischio di effetti fisiologici dannosi per una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, con una tensione di contatto non superiore ai massimi previsti dalle vigenti normative CEI.

Saranno connesse all'impianto di terra, ove necessario, tutte le masse estranee.

Il sistema di distribuzione adottato è TT ed in questo caso la protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata con l'impiego di interruttori automatici magneto-termici differenziali, coordinati con l'impianto di terra secondo la formula:

$$R_a \leq \frac{50}{I_d}$$

dove:

- $I_d$  è il più elevato valore in ampere della corrente di intervento differenziale tra i dispositivi di protezione installati;
- 50 è il valore in Volt della tensione massima ammissibile sulle masse in locali ordinari;
- $R_a$  è il valore in Ohm della somma delle resistenze di terra e dei conduttori di protezione; quest'ultima risulta comunque di valore trascurabile rispetto alle resistenze di terra.

Il quadri elettrici sono dotati di interruttori differenziali la cui corrente differenziale massima  $I_d$  è pari a 300 mA, valore per il quale è stata eseguita la verifica della protezione dai contatti indiretti. Questa è quindi assicurata se l'impianto di terra presenta un valore della resistenza  $R_a$  non superiore a:

$$R_a \leq \frac{50}{I_d} = \frac{50}{0.3} = 166.6\Omega. \quad (6.1)$$

Tale condizione è sicuramente verificata per l'impianto in esame (vedi paragrafo successivo).

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata adottando apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, vale a dire apparecchi di Classe II.

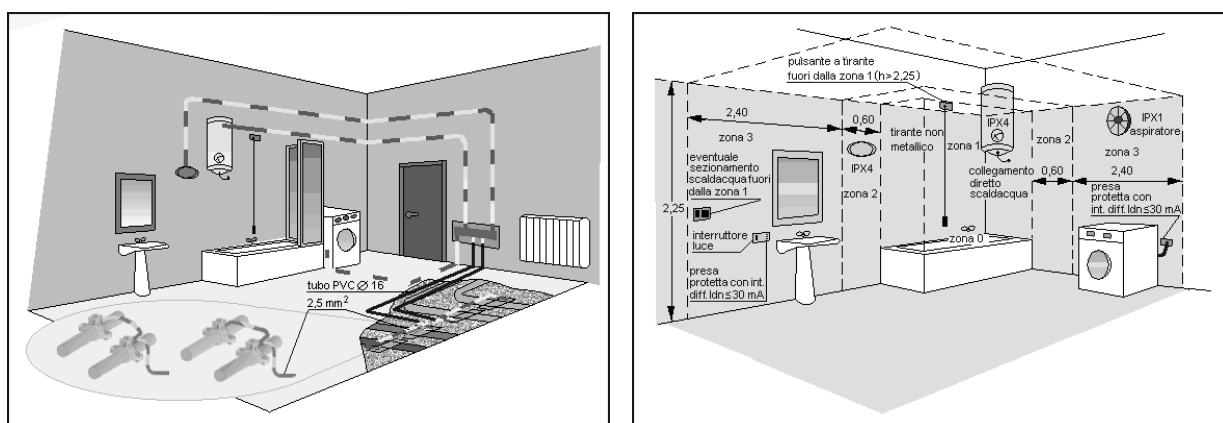
In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II potrà coesistere con la protezione attuata mediante messa a terra, tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

#### 8.2.1 *Impianto speciale entro servizi e locali docce*

I Servizi e i locali da bagno-doccia vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

- zona 0 - È il volume del piatto doccia/vasca: non sono ammessi apparecchi elettrici,
- zona 1 - È il volume al di sopra del piatto doccia/ vasca fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;
- zona 2 - È il volume che circonda il piatto doccia/vasca, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP X4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico;

- zona 3 - È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP X5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:
- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.



Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali doccia servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

### 8.2.2 Collegamenti equipotenziiali

Secondo i dettami delle norme 64-8, tutte le masse e le masse estranee sono previste collegate equipotenzialmente.

Nei locali di servizio, (WC, anti WC), le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico saranno collegate tra loro con corda flessibile, giallo/verde da 2,5mmq, e collari stringitubo di acciaio zincato. Detti collegamenti faranno capo ad una cassetta in cui sarà realizzato un nodo equipotenziale; inoltre in tali locali saranno rispettate le norme 64-8 per quanto riguarda le "zone di rispetto".



Le giunzioni dovranno essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale non andrà eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès, ma dovrà raggiungere il più vicino conduttore di protezione, come, ad esempio, la scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si dovranno rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mmq (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mmq (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

I conduttori secondari previsti per i collegamenti equipotenziali avranno sezione non inferiore a 2,5mmq, mentre i conduttori principali saranno di sezione metà del conduttore di protezione principale con un massimo di 25mmq.

### ***8.3 Protezione contro gli effetti termici***

La protezione da adottare prevede l'installazione di apparecchi di tipo e in posizioni tali da evitare danni a persone o cose in vicinanza degli stessi, causati dal calore sviluppato da detti apparecchi nel funzionamento normale.

In particolare, gli apparecchi d'illuminazione dovranno inoltre essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:

- Fino a 100W minimo 0.5m;
- da 100 a 300 W minimo 0,8 m;
- da 300 a 500 W minimo 1 m.

Nota - Gli apparecchi di illuminazione con lampade ad alogeni (salvo quelli alimentati da circuiti SELV) e quelli con lampade ad alogenuri devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada e con proprio dispositivo contro le sovracorrenti.

## 9 SELETTIVITA'.

Nell'impianto elettrico in esame, la configurazione del sistema di distribuzione dell'energia elettrica sarà del tipo radiale; in pratica da un quadro elettrico generale di bassa tensione partiranno le linee di alimentazione dei quadri elettrici di piano (sottoquadri) e da questi ultimi le linee di alimentazione degli eventuali quadri elettrici di zona. In una distribuzione radiale, lo scopo della selettività è di far intervenire la sola protezione a monte del circuito interessato dal guasto (sovraccarico, cortocircuito, etc.). La scelta dei dispositivi di protezione degli impianti elettrici dovrà essere fatta tenendo in grande considerazione il problema della selettività, perché in una struttura ad uso medico l'obiettivo più importante da raggiungere è la "massima" continuità del servizio elettrico.

La selettività in cortocircuito riguarda le regolazioni delle soglie di intervento magnetico od istantanee dei dispositivi di protezione e la loro capacità di limitazione delle correnti di cortocircuito. La condizione necessaria per ottenere la selettività in cortocircuito è la "decrescenza" della soglia di intervento magnetico tra i dispositivi di protezione installati in serie, a partire dal quadro generale di bassa tensione. Il problema della selettività tra gli interruttori automatici, che dovranno essere installati in serie sui quadri elettrici generali di bassa tensione, dovrà essere risolto scegliendo interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente elettronici a microprocessore nel quadro generale. Gli sganciatori elettronici offrono la possibilità di regolazione in corrente (soglia di corrente) ed in tempo (tempo di intervento) per la protezione dal sovraccarico e dal cortocircuito. Tale tipo di regolazione a servizio della selettività integra i concetti di selettività amperometrica (traslazione della caratteristica del dispositivo secondo l'asse della corrente) e di selettività cronometrica (traslazione della caratteristica del dispositivo secondo l'asse del tempo). La regolazione degli sganciatori elettronici consente di traslare i tratti della caratteristica corrente/tempo di intervento, sia secondo l'asse del tempo e sia secondo l'asse della corrente. La scelta degli interruttori automatici dovrà essere orientata, dal punto di vista della selettività, verso sganciatori elettronici selettivi in grado di garantire la selettività totale. La verifica della selettività dovrà essere effettuata riportando sul diagramma corrente/tempo d'intervento le caratteristiche di funzionamento dei dispositivi di protezione installati in serie, controllando che tali caratteristiche non abbiano punti di sovrapposizione o di intersezione.

## 10 PRESCRIZIONI PER LUOGHI MA.R.C.I.

L'attività svolta all'interno dell'immobile non rientra tra quelle soggette al rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi, ai sensi del Decreto del Ministero dell'Interno 26 agosto 1992.

In ogni caso, ai fini della normativa in materia relativa agli impianti elettrici, il luogo è stato comunque considerato MA.R.C.I. (luogo a maggior rischio in caso di incendio).

Ai fini della realizzazione degli impianti elettrici, i luoghi rientrano tra quelli indicati dall'art. 751.03.3 della norma CEI 64-8 "Ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile, quando la classe del compartimento antincendio è pari o superiore a 30".

In tale ottica, nella realizzazione degli impianti sono stati tenuti presenti i seguenti principi:

- I componenti elettrici sono limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali transitare dai locali stessi per l'alimentazione delle varie zone, all'interno di tubazioni o canali con grado di protezione almeno IP 4X;
- In ogni caso, tutti i circuiti terminali sono protetti da interruttori magnetotermici-differenziali di corrente differenziale nominale non superiore a 300mA, in particolare, nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio ogni utenza è singolarmente protetta;
- Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, ad eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, sono in luoghi il cui accesso è consentito solo a personale autorizzato o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo;
- Gli impianti non devono costituire causa primaria di incendio o di esplosione:
  - non forniscono alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi. Il comportamento al fuoco della membratura deve essere compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali;
  - sono suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema (utenza);
- I corpi illuminanti saranno installati ad una distanza non inferiore a 1m dal materiale in esposizione e sono protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche.

I seguenti sistemi utenza disporranno di impianti di sicurezza:

a) illuminazione;

b) allarme;

L'alimentazione di sicurezza sarà automatica ad interruzione breve (0,5 sec).

Il dispositivo di carica degli accumulatori sarà di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

L'autonomia dell'alimentazione di sicurezza consentirà lo svolgimento in sicurezza del soccorso; in ogni caso l'autonomia minima viene stabilita per ogni impianto come segue:

- rivelazione e allarme: 30 minuti;
- illuminazione di sicurezza: 1 ora.

L'impianto di illuminazione di sicurezza assicura un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux ad 1 m di altezza dal piano di calpestio (10 lux lungo le vie di esodo).

Verranno usate anche singole lampade con alimentazione autonoma in grado di assicurare il funzionamento per almeno 1 ora.

## **11 IMPIANTO DI TERRA.**

All'esterno dell'edificio si dovrà porre in opera un unico impianto di terra a cui saranno collegati i conduttori di protezione e i conduttori di equipotenzialità principali e supplementari relativi alle masse estranee (tubazioni metalliche per acqua, gas, riscaldamento, strutture metalliche, ecc.).

L'impianto di terra dovrà rispondere alla Norma CEI 64-8 e potrà essere eseguito tenendo conto della guida CEI 64-12, che prevede informazioni sulla progettazione ed esecuzione dei dispersori, dei collettori principali di terra, dei conduttori di terra e dei conduttori equipotenziali principali.

Per l'informazioni sulla progettazione ed esecuzione dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali supplementari (esclusi dal campo di applicazione della Guida 64-12) varranno le prescrizioni nella Norma CEI 64-8, Cap. 54.

Il sistema di distribuzione dell'immobile è del tipo T<sup>T</sup>, in quanto la fornitura di energia elettrica avviene direttamente in bassa tensione.

L'impianto di messa a terra comprenderà:

1. il dispersore di terra, costituito da picchetti in acciaio zincato posti in intimo contatto con il terreno;
2. il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare il primo dispersore al collettore (o nodo) principale di terra;

3. il collettore (o nodo) principale di terra posto nel QEG nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità;
4. il conduttore di protezione, che partirà dal collettore, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione. Sarà vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mmq. Il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
5. il conduttore equipotenziale che avrà lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra). I conduttori di protezione avranno sezione pari alla sezione del conduttore di fase fino a 16 mmq, pari a 16 mmq nel caso in cui la sezione di fase è compresa tra 16 mmq e 35 mmq, pari alla metà della sezione di fase nel caso in cui questa sia maggiore di 35 mmq. Il conduttore di protezione comune a più circuiti deve essere dimensionato in base al conduttore di fase di sezione maggiore.

Con riferimento alla sezione del conduttore di protezione in relazione alla sezione del conduttore di fase, si è rispettata la seguente tabella:

<i><b>Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mmq)</b></i>	<i><b>Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mmq)</b></i>	<i><b>Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mmq)</b></i>
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

Tutte le tubazioni entranti nell'edificio dovranno essere collegate all'impianto di terra.

Inoltre saranno realizzati dei collettori equipotenziali o semplicemente dei punti di collegamento equipotenziali supplementari, in corrispondenza dei collettori dell'acqua, nei bagni contenenti docce o vasche da bagno e nei locali tecnici.

E' vietato collegare all'impianto di terra i corpi illuminanti e le masse in genere aventi doppio isolamento.

### 11.1.1 Impianto disperdente

L'impianto di terra della struttura sarà costituito da n.4 picchetti in acciaio zincato di lunghezza 1.5m collegati tra loro con circa 30m di corda nuda di rame da 35mmq interrata a 0.8m.

Supponendo il terreno di tipo vegetale e stimando in prima battuta una resistività pari  $200\Omega\cdot m$  e considerando per ogni dispersore a picchetto la formula:

$$R_T = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot (\ln(\frac{4L}{a}) - 1) \quad [\Omega]$$

ove:

$\rho$  è la resistività del terreno, in  $\Omega\cdot m$ ;

L è la lunghezza di ciascun picchetto in cm;

a è il raggio del picchetto, in cm;

si perviene ad un valore di resistenza di terra per ciascun picchetto di  $80.38\Omega$ .

Considerando la contemporanea presenza di 8 picchetti, la resistenza di terra complessiva dei picchetti è di  $20.10\Omega$ .

Considerando per la corda nuda di rame la formula:

$$R_T = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot (\ln(\frac{4L}{a}) + \ln(\frac{4L}{s}) - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \dots) \quad [\Omega]$$

ove:

$\rho$  è la resistività del terreno, in  $\Omega\cdot m$ ;

L è la lunghezza di ciascun tratto di corda, in cm;

a è il raggio della corda, in cm;

s è la profondità di interramento in cm;

si perviene ad un valore di resistenza per ogni elemento elementare della maglia ad un valore pari a  $61.95\Omega$ , essendo  $a=3.338$  mm (sezione 35mmq) ed una lunghezza media per ogni tratto pari a 6.0m.

Considerando la contemporanea presenza di 9 elementi elementari della maglia, la resistenza di terra complessiva della maglia è di  $12.39\Omega$ .

Dalla configurazione serie-parallelo dei dispersori, con semplici relazioni circuitali, si perviene ad un valore di resistenza totale di terra  $R_T$  prossimo ad  $7.67\Omega$ .

In tale calcolo è stato trascurato, a favore della sicurezza, il contributo dato dai dispersori di fatto, cui l'impianto in esame verrà collegato.

Verrà comunque eseguita la misura delle tensioni di passo e di contatto al fine di garantire le condizioni imposte dalla norma CEI 11-1.

### 11.1.2 Conduttore di terra

I conduttori di terra dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1

Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	<b><i>Protetti meccanicamente</i></b>	<b><i>Non protetti meccanicamente</i></b>
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mmq rame 16 mmq ferro zincato <sup>(*)</sup>
Non protetti contro la corrosione	25 mmq rame 50 mmq ferro zincato <sup>(*)</sup>	

In alternativa ai criteri sopra indicati sarà ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = \frac{\frac{1}{2} \cdot I^2 t}{K}$$

nella quale:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione [mmq];
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];
- $K$  è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

## 12 QUADRI ELETTRICI E DISTRIBUZIONE.

Il tipo di distribuzione adoperata è ad albero (da un quadro generale sono alimentati i quadri secondari di zona) al fine di permettere la suddivisione dell'impianto in zone indipendenti tra loro e garantire:

- continuità di funzionamento in caso di guasto su linee non appartenenti alla stessa zona;

- facilità di ricerca di eventuali guasti;
- ottimizzazione dei costi;
- razionalità nella distribuzione dell'impianto e riduzione delle dorsali di alimentazione.

I quadri elettrici saranno realizzati nel rispetto delle norme CEI 17-13/1.

I quadri elettrici saranno del tipo a parete, in materiale metallico o isolante, oppure ad armadio autoportante in lamiera zincata con struttura in acciaio, dotati di doppio isolamento e grado di protezione non inferiore a IP40 nel rispetto alle normative vigenti, resistente al calore e al fuoco fino a 650 °C secondo norme CEI 695-2-1, resistenti ad agenti chimici ed atmosferici, dotato di coperchio con finestra a tenuta stagna in cristallo, incernierato, apribili a cerniera con serratura a chiave unificata, munite di cristallo a forte spessore.

I quadri in lamiera metallica saranno composti da scomparti modulari affiancabili; ciascuno scomparto sarà composto da montanti in lamiera da 20/10, pressopiegata e da lamiere di chiusura da 15/10mm. Il quadro sarà verniciato con vernici a spruzzo elettrostatiche con spessore dai film di > 50 micron. Tutta la carpenteria sarà resistente agli agenti chimici mediante pellicola omogenea di resina epossidica.

Ogni possibilità di corto circuito sulle sbarre, nonché i contatti accidentali degli operatori con le parti in tensione, saranno ridotti al minimo con l'adozione di guaina termorestringente incombustibile sulle sbarre o pannelli, o con altro mezzo idoneo ad evitare contatti diretti.

I collegamenti tra le sbarre e gli interruttori saranno realizzati in sbarre di rame bullonate ai codoli di ingresso, in bandella flessibile stagnata ricoperta di guaina non propagante l'incendio o in cavo unipolare flessibile antifiamma; quello dei collegamenti secondari o degli ausiliari sarà eseguito con conduttori flessibili in rame isolato in PVC, con grado di isolamento 3, antifiamma, tipo N07V-K, posati entro canaline autoestinguenti. I circuiti ausiliari saranno separati dai circuiti di potenza.

Tutti i conduttori di cablaggio nonché quelli dei cavi in partenza saranno contrassegnati secondo la tabella UNEL 00612.

I cavi facenti capo agli interruttori devono essere dotati di capicorda serrati a compressione.

Tutte le parti metalliche saranno collegate a terra, con treccia flessibile giallo/verde da 16mmq, su una sbarra in rame di sezione minima 50mmq, collegata a sua volta all'impianto di terra. Fermo restando il valore indicato, la sbarra di terra sarà verificata come da appendice B alla Norma 17-13/1.

Sugli schemi e tabelle allegate sono indicati i tipi di interruttori previsti, le relative tarature dei relè termici e magnetici, le correnti di cto cto calcolate all'inizio e al termine di ciascuna linea, e la



corrente di guasto a terra, per la verifica dell'idoneità degli interruttori alla protezione contro i contatti indiretti.

E' stato verificato infine che le sezioni utilizzate sono superiori alle sezioni minime protette dai singoli interruttori con  $I_{cc} = 16\text{kA}$  (cioè l'energia termica lasciata passare dall'interruttore è inferiore a quella sopportabile dal cavo).

Il quadro sarà realizzato come da schema allegato al progetto.

Conterranno le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione delle singole linee in partenza per la protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, consentiranno, inoltre, di staccare immediatamente l'alimentazione mediante l'azionamento dell'interruttore generale di quadro in caso di emergenza e di parzializzare l'alimentazione dell'impianto per la normale manutenzione.

I circuiti verranno protetti singolarmente con interruttori automatici. Si ottiene, in tal modo, la localizzazione rapida del guasto, migliorando notevolmente la qualità del servizio.

Tutti i quadri elettrici saranno completati da targhette per l'identificazione dei circuiti e dal relativo schema elettrico e saranno dotati di cartelli monitori secondo la normativa vigente.

Gli interruttori derivati avranno le seguenti caratteristiche:

- .potere d'interruzione nominale di servizio (CEI 17-5) non inferiore a 25kA a 400V a  $\cos\phi=0,3$  ;
- corrente nominale  $I_n \geq I_b$  corrente di impiego ;
- corrente di funzionamento  $I_f$  pari a :
  - 1,35  $I_n$  per  $I_n < 63\text{ A}$
  - 1,25  $I_n$  per  $I_n > 63\text{ A}$
- corrente di funzionamento  $I_f \leq 1,45\ I_z$  (portata della conduttura);
- energia termica passante per l'interruttore inferiore a quella sopportabile del cavo ( $I^2t \leq K^2S^2$ ).

In accordo ai suggerimenti della norma 64-50 e CEI 17-5, gli interruttori in nessun caso dovranno avere potere di interruzione non inferiore a 6kA e 10kA rispettivamente per i circuiti monofase e trifase.

In alcuni quadri, dovranno essere inseriti, oltre ai dispositivi di protezione, anche i dispositivi di comando di alcuni circuiti (illuminazione corridoi, ecc.).

## 13 CABLAGGIO STRUTTURATO.

### *13.1 Impianto telefonico*

Per assicurare una buona comunicazione tra i vari corpi di fabbrica e tra questi e l'esterno, è stata prevista l'installazione di un centralino digitale di tipo VOIP.

Tale centralino avrà le seguenti caratteristiche:

- Numero di interni gestibili pari al numero di prese telefoniche interne maggiorato del 15%.
- Interni gestibili: terminali VOIP con alimentazione POE;
- Centralino programmabile con display a cristalli liquidi;
- Posto operatore;
- Messa in attesa;
- Selezione passante;
- Deviazione delle chiamate su rete pubblica (numero interno o esterno al sistema);
- Documentazione dettagliata degli addebiti;
- Rinvio delle chiamate al posto operatore;
- Avviso di chiamata;
- Lista delle chiamate;
- Selezione classi di servizio;
- Solo comunicazioni interne;
- Comunicazioni esterne in arrivo;
- Selezione numeri permessi;
- Lista dei numeri vietati;
- Nessuna restrizione;
- Conferenza;
- Suoneria differenziata per chiamate interne, esterne;
- Trasferimento di chiamata;
- Possibilità di collegamento a Personal Computer con software addebiti.

Il centralino in oggetto avrà la possibilità di gestione di telefoni portatili con funzionamento identico alle postazioni fisse.

La postazione principale sarà dotata di display alfanumerico, tastiera alfanumerica, selezione diretta di 24 numeri interni/esterni (espandibili a 40), vivavoce, ascolto amplificato, possibilità di espansione con moduli per funzioni aggiuntive.

I cavi a servizio dell'impianto telefonico saranno gli stessi di quelli utilizzati per le connessioni dati ma saranno posati in tubazioni separate da quelle degli impianti di potenza. I cavi saranno del tipo UTP Cat. 6e.

I connettori telefonici in ogni caso saranno installati in apposite cassette portafrutto ad uso esclusivo dell'impianto telefonico/dati.

Per quanto riguarda le specifiche sulle modalità di installazione e sulle caratteristiche tecniche dei cablaggi si rimanda al capitolato prestazionale.

Sono state inoltre previste le predisposizioni per le postazioni telefoniche pubbliche nelle zone di attesa per il pubblico, una per ogni piano.

### ***13.2 Rete dati***

E' stata prevista una rete mista fibra rame di classe Gigabit (10Gbit per la fibra). In ogni corpo di fabbrica è stata prevista l'installazione di punti rete ai quali connettere Personal Computer o periferiche di rete ovvero dispositivi di telefonia di cui al paragrafo precedente. Tali prese, installate in opportune scatole portafrutto incassate a muro, sono del tipo per connettori RJ45 non schermati (UTP) Cat6.

L'armadio di centro stella, idoneo anche all'alloggio di server, sarà dotato di switch in fibra di classe 10Gbit di tipo Managed Layer 3, ad esso saranno connessi gli armadi di ciascun corpo di fabbrica che saranno dotati di switch 24 porte di tipo 10/100/1000 Mbit. Per ogni zona funzionale sono stati previsti armadi rack da 19" ventilati contenenti le apparecchiature di rete ai quali connettere le singole utenze. I link in fibra saranno doppi e con percorsi differenti e costituiti da fibra monomodale armata a 6 fibre.

Tutti gli armadi saranno dotati di patch panel pari al numero di porte di cui sono dotati gli switch. I cavi impiegati per i collegamenti dovranno essere posati all'interno di canali metallici a controsoffitto e di tubazioni in materiale plastico sottotraccia e cassette di derivazione dedicate solamente agli impianti speciali.

### **13.3 Modalità di realizzazione del cablaggio strutturato**

#### *13.3.1 Riferimenti normativi*

L'infrastruttura dovrà essere realizzata in conformità alle norme e gli standard alla base dell'impiantistica di reti per la trasmissione dati e telefonia, riportate di seguito:

Norma CEI 64-8

Standard EIA/TIA 568B

Standard EIA/TIA 569A

Standard EIA/TIA 606

CEI EN 50173

#### *13.3.2 Compatibilità con standard, prodotti e protocolli*

Il sistema di cablaggio monoprodotto dovrà essere aperto a soluzioni informatiche *multivendor* e *multi-protocol* e dovrà assicurare i più ampi requisiti di funzionalità, garanzia e flessibilità sia nei confronti delle tecnologie affermate che utilizzano due delle quattro coppie disponibili nei cavi, quali, ma non limitatamente:

IEEE 802.3 (Ethernet) nelle versioni:

10 Base T

100 Base T

1000 Base T

sia delle tecnologie emergenti che utilizzano tutte e quattro le coppie disponibili, quali:

ATM 622

Gigabit Ethernet.

#### *13.3.3 Architettura del Sistema*

Nella configurazione prevista il cablaggio strutturato è composto dai seguenti elementi fondamentali:

- Centro stella contenente apparecchiature per link in fibra verso i nodi di zona ed apparecchiature per le connessioni in rame verso le terminazioni limitrofe;
- nodi di piano o di zona:
  - o per la fonia/dati, permutatori collegati agli switch di piano;
- cablaggio dorsale di edificio (*backbone*), realizzato con cavi a fibra ottica 10G, che collegano gli apparati centrali ai nodi di fabbricato;

- nodi di fabbricato composti da armadi che ospitano le apparecchiature attive necessarie per servire le varie porzioni di edificio;
- cablaggio orizzontale, che collega, con cavi a 4 coppie UTP cat. 6, le prese d'utente con gli armadi di centro stella;
  - o prese d'utente con connettori (*jack*) RJ45 cat. 6, cui vanno collegati i terminali informatici e di telecomunicazione (P.C., stampanti, apparecchi telefonici, fax, ecc.);

#### 13.3.4 Nodi

Ogni nodo sarà costituito da armadi rack standard 19" per la permutazione delle linee provenienti dagli utenti, suddivisi per fonia e dati. L'ubicazione dei nodi sarà il più possibile baricentrica rispetto all'area o alla porzione di edificio servita, in relazione alla lunghezza massima ammessa del collegamento verso gli utenti (*permanent link*), fissata in 90 metri.

Nel rispetto della distanza precedentemente indicata, sarà installato un nodo per ogni livello.

#### 13.3.5 Cablaggio orizzontale

Il cablaggio orizzontale è costituito dalle vie cavi e dai cavi che realizzano il collegamento tra gli armadi di centro stella e le prese d'utente, escluse le bretelle di permutazione.

Il *permanent link* è il tratto di conduttore che collega le uscite del *patch panel* degli armadi alle prese d'utente. La sua lunghezza non deve superare i 90 metri.

I cavi da utilizzare saranno di tipo UTP 4 coppie cat. 6, con le caratteristiche indicate nel relativo paragrafo della specifica.

#### 13.3.6 Postazioni di lavoro (prese utente)

##### 13.3.6.1 Prese utente

Le prese utente saranno costituite da connettori RJ45 di Cat. 6 montati su placche in resina con possibilità di inserimento ed estrazione dal fronte della placca.

Le prese utente dedicate alla fonia/dati saranno installate nell'ambito delle torrette o delle prese a muro relative alle postazioni di lavoro o all'utenza, su torrette dedicate o su scatole da incasso o esterne a parete. Nelle torrette e nelle scatole da incasso saranno utilizzate placche o adattatori compatibili con la linea di prodotto prevista per l'impianto elettrico.

In ogni caso dovrà essere garantita la separazione dei componenti costituenti il cablaggio strutturato (cavi e connettori) rispetto ai componenti relativi alla parte di distribuzione elettrica.

#### *13.3.6.2 Composizione delle prese dei posti utente*

I connettori RJ45 dovranno essere installati secondo le seguenti tipologie tenendo inoltre presente che, per facilitare l'identificazione da parte degli utenti, le prese dati dovranno essere preferibilmente di colore diverso dalle prese telefonia e dovranno essere dotate di apposito sportellino antipolvere con icona indicante il servizio (Telefono o Dati):

## **14 IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI.**

Ai fini della prevenzione degli incendi, sono state adottate tutte le misure di protezione in grado di assicurare un rischio ridotto:

- realizzazione di linee che non costituiscono causa primaria di incendio o di propagazione (linee sottotraccia);
- suddivisione degli impianti in modo da limitare, in caso di guasto, la messa fuori servizio dell'impianto ad un numero limitato di locali;
- presenza dell'impianto di illuminazione di sicurezza.

Per garantire la massima sicurezza è stata prevista l'installazione in ciascuna zona di un impianto di rivelazione incendi costituito dai seguenti elementi:

- centrale di gestione allarmi di tipo analogica;
- rivelatori di fumo indirizzabili;
- ripetitori di allarme per rivelatori;
- pulsanti di emergenza a riarmo;
- segnalatori ottico-acustici.
- I rivelatori di fumo sono stati previsti in ogni locale con carico di incendio non trascurabile, nelle vie di fuga e all'interno dei controsoffitti. Ciò al fine di assicurare, in caso di pericolo, una tempestiva segnalazione del pericolo.

In particolare saranno presidiati:

- cortili interni coperti;
- cunicoli, cavedii e passerelle per cavi elettrici;
- condotti di condizionamento dell'aria e condotti di aerazione e di ventilazione;
- spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati.

Possono non essere direttamente sorvegliate da rivelatori le seguenti parti qualora non contengano sostanze infiammabili, rifiuti, materiali combustibili e cavi elettrici ad eccezione, per questi ultimi, di quelli strettamente indispensabili all'utilizzazione delle parti medesime:

- piccoli locali utilizzati per servizi igienici, a patto che essi non siano utilizzati per il deposito di materiali combustibili a rifiuti.
- condotti e cunicoli con sezione minore di 1 mq, a condizione che siano correttamente protetti contro l'incendio e siano opportunamente compartimentati;
- banchine di carico scoperte (senza tetto);
- locali protetti da impianti di spegnimento automatici e separati dalle altre aree da strutture resistenti all'incendio;
- spazi nascosti, compresi quelli sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati, che: abbiano altezza minore di 800 mm, e abbiano superficie non maggiore di 100 mq, e abbiano dimensioni lineari non maggiori di 25 m, e siano totalmente rivestiti all'interno con materiale incombustibile (classe O2), e non contengano cavi che abbiano a che fare con sistemi di emergenza (a meno che i cavi non siano resistenti al fuoco per almeno 30 min);
- vani scale compartimentati;
- vani corsa di elevatori, ascensori e montacarichi purché facciano parte di un compartimento sorvegliato dal sistema di rivelazione.

I rivelatori di incendio installati all'interno del controsoffitto sono dotati di ripetitore di segnalazione installato al di sotto dello stesso per una facile identificazione del punto di segnalazione allarme. Allo stesso modo tali ripetitori sono stati installati all'esterno di ciascuna stanza in cui è presente un rivelatore.

I collegamenti saranno effettuati con cavi di sezione opportuna del tipo:

- doppino schermato e twistato di sezione 2x1,5 mmq per i rivelatori e i pulsanti di emergenza del tipo conforma alla norma EN 50200, resistenti al fuoco per almeno 30';
- cavi unipolari del tipo FG18M16 di sezione almeno pari a 4mmq per i dispositivi ottico-acustico, le bobine di sgancio e le serrande tagliafuoco.

La centrale di gestione allarmi, dotata di batteria tampone, ha lo scopo di gestire i segnali provenienti dai rivelatori e dai pulsanti e di avviare le seguenti procedure di allarme:

#### Segnalazione di incendio da parte di un rivelatore di fumo.

L'allarme potrebbe essere falso (rivelatore guasto o fumo/sovratemperatura accidentale) pertanto la centrale entrerà in preallarme dandone apposita segnalazione acustica luminosa nel locale in cui è ubicata.

#### Segnalazione di incendio da parte di un secondo rivelatore di fumo.

L'allarme è certo; la centrale entrerà in allarme avviando le seguenti operazioni:

- segnalazione acustica luminosa nel locale in cui è ubicata;
- abilitazione dei segnalatori ottico-acustici;
- segnalazione sul display di cui è dotata la centrale di gestione dell'avvenuto allarme;
- alimentazione delle bobine di sgancio degli interruttori generali forza motrice ordinaria ed illuminazione ordinaria del quadro elettrico generale e dell'interruttore generale della pompa di calore del quadro elettrico generale posto al piano rialzato.

#### Segnalazione di allarme tramite pulsante a rottura di vetro.

Si avvieranno le stesse procedure descritte nel paragrafo precedente.

La centrale sarà dotata di pannello di controllo e segnalazione da installare nel locale di gestione emergenze, analoghi pannelli saranno installati nei livelli superiori al fine di una più rapida identificazione della fonte di allarme.