

## AREA EDILIZIA E LOGISTICA

# REALIZZAZIONE IMPIANTO CONDIZIONAMENTO BIBLIOTECA DIPARTIMENTO DI FILOLOGIA CLASSICA E ITALIANISTICA VIA ZAMBONI nn 34-36 BOLOGNA

PROPRIETA' EDIFICIO

-

CODICE EDIFICIO N.  
131

CODICE PROGETTO (PAL) N.

-

TICKET N.  
24657

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E LOGISTICA

ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
geom. DINA UCCELLI

DIRETTORE DEI LAVORI  
per. ind. RICCI ROBERTO

### PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO

geom. DINA UCCELLI

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

per. ind. Roberto Ricci

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

per. ind. Uber Demola

PROGETTO OPERE STRUTTURALI

-

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. DINA UCCELLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI ESECUZIONE

geom. DINA UCCELLI

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE:

PRELIMINARE

☐

DEFINITIVO

☐

ESECUTIVO

☒

AS-BUILT

☐

OGGETTO TAVOLA

**Relazione tecnica  
Impianti elettrici**

SCALA

-

DATA

09/10/2017

REV.

X

DATA

X

TAVOLA N°

**IE-RT**

# RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI

## INDICE

<b>1</b>	<b>OGGETTO .....</b>	<b>2</b>
1.1	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI E TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE .....	2
1.2	NORME LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO .....	2
<b>2</b>	<b>GENERALITÀ DEGLI IMPIANTI .....</b>	<b>3</b>
2.1	FORNITURA DI ENERGIA .....	3
2.2	QUADRI ELETTRICI .....	3
2.3	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE .....	4
2.4	PROTEZIONE DI CIRCUITI PARTICOLARI .....	5
2.5	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI .....	5
2.6	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	5
2.6.1	<i>Elementi di un impianto di terra .....</i>	<i>5</i>
2.7	COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE .....	6
2.7.1	<i>Coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente .....</i>	<i>6</i>
2.7.2	<i>Coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali .....</i>	<i>6</i>
2.8	CONDUTTORI .....	6
2.8.1	<i>Conduttori (sezioni minime e tensioni di isolamento) .....</i>	<i>7</i>
2.8.2	<i>Colori distintivi dei cavi .....</i>	<i>7</i>
2.8.3	<i>Cadute di tensioni massime ammesse .....</i>	<i>7</i>
2.8.4	<i>Densità massima di corrente .....</i>	<i>7</i>
2.8.5	<i>Sezione minima dei conduttori neutri .....</i>	<i>8</i>
2.8.6	<i>Sezione dei conduttori di terra e protezione .....</i>	<i>8</i>
2.8.7	<i>Propagazione del fuoco lungo i cavi .....</i>	<i>8</i>
2.8.8	<i>Modalità di esecuzione delle condutture .....</i>	<i>8</i>
2.9	CANALIZZAZIONI .....	9
2.9.1	<i>Distribuzione incassata: tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione .....</i>	<i>9</i>
2.9.2	<i>Tubazioni a vista in PVC .....</i>	<i>10</i>
2.9.3	<i>Distribuzione in canale metallico .....</i>	<i>11</i>
2.9.4	<i>Distribuzione in canale PVC .....</i>	<i>12</i>
2.9.5	<i>Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati .....</i>	<i>13</i>
2.9.6	<i>Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili .....</i>	<i>13</i>
2.9.7	<i>Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili .....</i>	<i>14</i>
2.9.8	<i>Posa aerea dei cavi elettrici isolati, non sotto guaina o di conduttori elettrici nudi .....</i>	<i>15</i>
2.9.9	<i>Posa aerea di cavi elettrici isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti .....</i>	<i>15</i>
2.10	IMPIANTI ELETTRICI ASSERVITI A QUELLI TECNOLOGICI .....	15
<b>3</b>	<b>PRESCRIZIONI PARTICOLARI E DISPOSIZIONI FINALI .....</b>	<b>17</b>
3.1	ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE .....	17
3.2	GRADI DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI .....	18
<b>4</b>	<b>ONERI A CARICO DELL'INSTALLATORE E DEL COMMITTENTE .....</b>	<b>19</b>

# Introduzione

---

## 1 Oggetto

La presente relazione tecnica si riferisce al progetto dell'impianto elettrico a servizio del nuovo impianto di climatizzazione dei locali utilizzati dalla biblioteca del Dipartimento di Filologia Classica e Italianistica a Bologna, in Via Zamboni nn.34 e 36.

I locali in oggetto sono evidenziati e qualificati negli elaborati grafici allegati.

Il progetto si estende dal punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'Ente fornitore fino alle singole macchine o utilizzatori fissi situati all'interno di ogni locale, considerando ogni componente relativo ai quadri elettrici e alla forza motrice.

Sono esclusi da questa progettazione verifica gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

### 1.1 Classificazione degli ambienti e tipologie impiantistiche

I locali interessati sono collocati al secondo piano dell'edificio in oggetto. Nel cortile interno dello stesso fabbricato verranno collocate le unità esterne di climatizzazione.

I locali vengono classificati come luoghi a maggior rischio in caso di incendio.

Elenco degli Impianti oggetto della relazione

La presente relazione tecnica in riferimento all'oggetto tratterà:

- Realizzazione delle linee principali d'alimentazione.
- Realizzazione dei quadri elettrici
- Realizzazione delle derivazioni di forza motrice
- Realizzazione degli impianti elettrici asserviti a quelli meccanici
- Realizzazione dell'impianto di messa a terra e dei collegamenti equipotenziali

Realizzazione di ogni altra opera, accessorio e/o materiale adatto a realizzare e completare l'impianto in oggetto a regola d'arte.

### 1.2 Norme Leggi e Regolamenti di Riferimento

Nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore è tenuto al rispetto ed all'osservanza di tutte le leggi e la normativa tecnica ed infortunistica vigente sul territorio nazionale, nonché di tutte le direttive emanate in ambito comunitario, per la tipologia delle opere previste nell'appalto, ed in particolare:

- delle leggi, dei decreti, dei regolamenti e delle circolari emanati e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- delle leggi, dei decreti, dei regolamenti e delle circolari emanati e vigenti nella Regione, Provincia e Comune in cui si esegue l'appalto;
- delle norme tecniche e dei decreti di applicazione;
- delle leggi e delle normative sulla sicurezza, tutela dei lavoratori, prevenzione infortuni ed incendi;
- di tutta la normativa tecnica vigente (EN, CEI, UNI, CNR, etc.).

## Descrizione delle opere

## 2 Generalità degli impianti

### 2.1 Fornitura di energia

Attualmente l'edificio è alimentato in media tensione a 15.000V ed è dotato di cabina di trasformazione utente MT/BT 15kV/400V.

Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

Dati necessari	Dati assunti per il progetto
Tipo d'intervento	Realizzazione impianti elettrici
Limiti di competenza	Dal punto di consegna dell'energia da parte dell'ENEL fino
Dati dell'alimentazione elettrica	
- Alimentazione ENEL	In cavo
- Punto di consegna	Cabina Enel
- Tensione nominale	15.000V
- Frequenza nominale	50Hz
- Sistema di distribuzione	TT

### 2.2 Quadri elettrici

Nell'elaborato IE02 "Schemi quadri elettrici" sono descritte le apparecchiature da prevedere nei quadri elettrici dal quale si evincerà:

- tutta la logica di funzionamento dell'impianto
- il potere di interruzione e il tipo delle apparecchiature previste.

I quadri elettrici saranno comunque accessibili solo da personale istruito.

I quadri dovranno rispondere alle Norme CEI 17/113 AS/ANS e/o CEI 23-51 e verranno realizzati sulla base degli schemi unifilari, utilizzando apparecchiature conformi alle normative vigenti.

Il grado di protezione esterno dovrà essere adeguato all'ambiente di installazione; per quanto riguarda le parti attive all'interno delle carpenterie si dovrà prevedere un valore pari a IPXXB, al fine di salvaguardare la protezione dai contatti diretti in caso di interventi per manutenzione.

Gli interruttori saranno del tipo modulare installate su guida Din.

I quadri dovranno essere dotati di sufficienti indicazioni in modo che sia sempre facile individuare a quale elemento di circuito si riferiscono strumenti e dispositivi del quadro stesso.

Pertanto, sia gli apparecchi montati sul fronte, sia quelli montati all'interno, dovranno essere tutti contrassegnati da targhette indicatrici.

Quale protezione contro la fulminazione indiretta saranno previsti degli scaricatori di tensione inseriti all'interno di alcuni quadri elettrici.

Per quanto concerne i conduttori, questi saranno attestati ad una morsettiera interna e, al fine di renderne agevole l'identificazione, ognuno sarà contraddistinto da idonea numerazione di identificazione.

Tutti i quadri progettati sono stati dimensionati per le caratteristiche delle linee protette; per le dimensioni di carpenteria, dovrà essere cura della ditta installatrice verificare, prima della messa in opera dei quadri stessi, l'idoneità delle proposte progettate nel rispetto delle normative vigenti ed in particolare dei limiti di sovratemperatura interna, ciò anche per la certificazione finale dei quadri in oggetto. Le carpenterie dovranno avere caratteristiche tali da consentire nel futuro l'installazione di ulteriori interruttori e linee per una percentuale pari a non meno del 20%.

Ogni quadro elettrico dovrà essere provvisto del proprio schema funzionale indicante le principali caratteristiche delle apparecchiature, nonché la sezione delle linee previste e la loro destinazione.

Nello specifico l'alimentazione delle macchine esterne sarà ricavata dal quadro generale esistente di bassa tensione nella cabina di trasformazione al piano terra; le unità interne saranno alimentate dal quadro di zona esistente al secondo piano.

### 2.3 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente in funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3/1 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I^2 t \leq K s^2$$

(artt. 434.2, 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2 t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

## 2.4 Protezione di circuiti particolari

- Devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
- Devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
- Devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 Kw;

## 2.5 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili) deve avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

## 2.6 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti

### 2.6.1 Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- a) Il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- b) Il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- c) Il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- d) Il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN ),

e) Il conduttore equipotenziale, avente 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).

#### Dispersori

Il sistema di dispersione è esistente e verrà riutilizzato per effettuare i nuovi collegamenti previsti.

#### Conduttore di terra

Sarà costituito dal cavo in FG16OR16 di sezione 25 mm<sup>2</sup>. Per i vari collegamenti, si raccomanda di utilizzare morsetti specifici in bronzo stagnato.

#### Conduttori di protezione

Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno essere pari alle sezioni dei conduttori di fase. Per sezioni superiori a 16mm<sup>2</sup> la sezione potrà essere pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16mm<sup>2</sup> e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64.8. Tutti i conduttori di protezione (PE) dovranno essere attestati ai nodi equipotenziali.

## **2.7 Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione**

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

### **2.7.1 Coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente**

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_s$$

dove  $I_s$  è il valore in ampere della corrente di intervento in 5 s e/o 0.4 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

### **2.7.2 Coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali**

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché, detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_d$$

dove  $I_d$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione. Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla Società distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare, è quella con gli interruttori differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di  $R_t$  durante la vita dell'impianto.

## **2.8 Conduttori**

### 2.8.1 Conduttori (sezioni minime e tensioni di isolamento)

Per tutti gli impianti alimentati direttamente dalla rete BT, la sezione minima ammessa, per i conduttori di energia e di illuminazione è di 1,5 mm<sup>2</sup> (tensione nominale U<sub>o</sub>/U 450/750 V); quelli utilizzati nei circuiti di segnalazioni automatiche di incendi, controllo ronda, antifurto, orologi elettrici e tutti quelli elettroacustici e di radiotelevisione, nonché di citofono, di interfoni e di portiere elettrico, la sezione minima ammessa per i conduttori è di 1 mm<sup>2</sup> (tensione nominale U<sub>o</sub>/U 450/750 V).

Questi ultimi se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adattati alla tensione nominale maggiore.

Fanno eccezione i conduttori dei circuiti degli impianti alimentati a tensione ridotta (SELV – FELV - PELV).

### 2.8.2 Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti normative, con particolare riferimento a quanto indicato dal Comitato Tecnico CEI 16 e dalle tabelle CEI UNEL 00722.

In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

Tutti conduttori dovranno rispondere in base all'impiego, alle rispettive Norme CEI come qui di seguito indicato:

- se incassati o interrati o posati in tubi protettivi o canali metallici con grado di protezione almeno IP4X, possono essere del tipo resistente alla propagazione della fiamma (Norma CEI 20-35);
- se posati in vista o entro canali di metallo con grado di protezione inferiore a IP4X o entro tubi protettivi e canali in materiale isolante, devono essere del tipo resistente alla propagazione dell'incendio (Norma CEI 20-22 II).
- negli ambienti con grande affluenza di pubblico (es., teatri, sale di riunione, da ballo) dare la preferenza ai cavi che non sviluppino fumi opachi gas tossici o corrosivi (Norma CEI 20-38).

### 2.8.3 Cadute di tensioni massime ammesse

La differenza fra la tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto degli impianti, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente e quando la tensione all'inizio dell'impianto sotto misura (alla fornitura ENEL) rimanga costante, non deve superare il valore del **4%** della tensione a vuoto per tutti gli impianti (sia alimentati a piena tensione della rete a BT, sia a tensione ridotta).

### 2.8.4 Densità massima di corrente

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione della rete a BT, la massima densità di corrente ammessa non deve superare il 70% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.

Per le linee principali di alimentazione, la massima densità di corrente ammessa non deve superare l'80% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.



### 2.8.5 Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché, siano soddisfatte le condizioni delle norme CEI 64-8;

### 2.8.6 Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata dalle norme CEI 64-8. Vedi prescrizioni artt. 547.1.1 - 547.1.2 e 547.1.3 delle norme CEI 64-8.

### 2.8.7 Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

### 2.8.8 Modalità di esecuzione delle condutture

In relazione alle condizioni ambientali ed alla destinazione dei locali, le condutture possono essere realizzate nei modi seguenti:

- *nella installazione in vista* (condutture fissate esternamente alle strutture murarie) si possono utilizzare i seguenti cavi:
  - cavi isolati (o isolati sotto guaina) in canalizzazioni costituite da tubi protettivi rigidi pesanti o canali;
  - cavi isolati sotto guaina (non introdotti in canalizzazioni);
- *nella installazione incassata sotto intonaco o sotto pavimento* si possono utilizzare i seguenti cavi:
  - cavi isolati (o isolati sotto guaina) in tubi protettivi flessibili serie leggera e/o pesante;
- *nella installazione interrata* si possono utilizzare i seguenti cavi:
  - cavi isolati in gomma etilpropilenica reticolata sotto guaina (del tipo ammesso) direttamente interrati o in tubi protettivi (cavidotti) rigidi pesanti.

I cavi utilizzati per gli impianti saranno del tipo "non propaganti l'incendio" e "non propaganti la fiamma" a norme CEI 20-22 III e 20-35, ma soprattutto a "ridottissimo sviluppo di fumi opachi, gas tossici ed assenza di gas corrosivi", a norme CEI 20-37 e CEI 20-45.

#### Cavi con guaina a doppio isolamento

- FG16(O)M16 0.6/1 kV (servizi ordinari)
- FG16(O)R16 0.6/1 kV (distribuzione interrata, nelle tubazioni a vista esterne);

#### Cavi a isolamento semplice

- FS17 450/750 V sia per la distribuzione incassata che per quella a vista, nonché

per cablaggi interni dei quadri elettrici.

## 2.9 Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette portacavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

I tubi protettivi in materiale isolante da installare sotto intonaco o sotto pavimento di tipo flessibile e quelli da posare in vista di tipo rigido devono rispondere alle Norme CEI EN 50086.

Sono vietati i tubi metallici in acciaio smaltato.

I canali portacavi devono rispondere alle Norme CEI 23-31 (canali di metallo) e 23-32 (canali in materiale isolante).

Di seguito si riportano le tipologie previste e le prescrizioni installative.

### 2.9.1 Distribuzione incassata: tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione

Tutte le canalizzazioni incassate di nuova fattura devono essere realizzate, nell'ambito di ambienti di tipo ordinario, con tubazioni in PVC flessibile leggero o pesante in conformità alla norma CEI EN 50086; per le canalizzazioni esistenti, è sufficiente assicurarsi dell'integrità di quest'ultime e che non presentino schiacciature o punti di abrasione, fermo restando il rispetto dei coefficienti massimi di stipamento previsti dalle norme.

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco a parete e/o soffitto oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica;
- il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione della linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;

- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché, i montanti si derivino dallo stesso contatore di energia e ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché, essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.) devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.

Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari deve risultare assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o scatole porta frutti, deve essere realizzato con tubi murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc. È inoltre vietato collocare delle stesse incassature montanti, colonne telefoniche o radiotelevisive.

Quando esistente, nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

### **2.9.2 Tubazioni a vista in PVC**

Per la realizzazione degli impianti a vista all'interno di ambienti o locali in cui non vi siano problemi di possibili danneggiamenti meccanici, possono essere utilizzate canalizzazioni in tubo a vista in PVC autoestinguente di tipo rigido conformi alla norma CEI EN 50086, corredato di cassette di derivazione apribili con attrezzo e custodie di apparecchiature per installazione a parete, anch'esse realizzate in materiale autoestinguente e certificate dal costruttore per la resistenza alla prova con filo incandescente a 850°C.

Per la separazione dei circuiti di potenza dagli impianti complementari (segnalazioni, illuminazione di sicurezza, illuminazione ordinaria, diffusione sonora, ecc.), devono essere realizzate canalizzazioni separate ed esclusive per ogni tipo di impianto; sono ammesse cassette di derivazione comuni tranne per la distribuzione dei segnali audio, purché corredate di separatori in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Le tubazioni sono fissate a parete od a soffitto con appositi supporti a scatto o a collare ad intervalli non superiori a 50cm; nelle variazioni di direzione o nel raccordo con custodie per apparecchiature e cassette di derivazione, devono essere impiegati unicamente accessori certificati dal costruttore per l'ottenimento del grado di protezione necessario alle condizioni d'installazione; non è ammessa la successione di più curve (max 180 gradi) senza l'interposizione di scatole di derivazione.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in esso contenuti.

Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.), devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.

Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari deve essere assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o a scatole porta frutti, deve essere realizzato con tubi murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.

### **2.9.3 Distribuzione in canale metallico**

Qualora si dovessero realizzare condutture in canale metallico queste dovranno essere realizzate in canale in lamiera d'acciaio zincato del tipo Sendzimir con ribordatura, conforme alle norme CEI 23-31 e corredato di appositi accessori per assicurare un adeguato grado di protezione ed un sistema di raccordo meccanico tra i vari pezzi; gli eventuali tratti di canalizzazione esistenti, devono essere opportunamente revisionati, affinché possano rispettare tali caratteristiche progettuali.

Il canale risulterà posato su staffe a mensola fissate a parete o a sospensione dal soffitto (salvo diverse indicazioni della D.L.), ad intervalli non superiori 1.8-2m e comunque in grado di garantire una buona resistenza meccanica al peso; giunzioni, variazioni di direzione e derivazioni, devono essere realizzate unicamente con appositi giunti lineari, snodati od angolari ed adattatori certificati dal costruttore.

Al fine di garantire l'integrità dell'isolamento dei cavi da eventuali abrasioni derivanti da adattamenti o tagli realizzati in opera, tutte le lamiere devono essere opportunamente sbavate o ribordate; in qualsiasi caso non sono ammessi cambiamenti di direzione o di piano con angoli vivi di curvatura a 90 gradi.

Nei tratti verticali delle canalizzazioni, tutti i cavi devono essere ammarati con fascette in materiale termoplastico anti allentamento in modo da scongiurare eventuali tensioni od allentamenti delle condutture; tutte le canalizzazioni devono essere corredate di coperchio di protezione.

In corrispondenza dei punti di smistamento di più canalizzazioni, è consentito l'utilizzo di cassette di diramazione tipo "PULL-BOX", purché lo smistamento dei cavi venga realizzato mantenendo un certo ordine, salvaguardando la possibilità di futuri ampliamenti od interventi; l'ingresso delle canalizzazioni ai PULL-BOX deve essere opportunamente raccordato a mezzo di apposite flange di fissaggio, al fine del conseguimento del grado di protezione.

Devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.), devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

La posa in opera delle condutture all'interno delle vie cavo dovrà avvenire con un certo ordine, evitando accavallamenti ed giri tortuosi del conduttore, salvaguardando il coefficiente di stipamento che non dovrà mai superare il 50% dello spazio utile.

All'interno dei canali devono essere posate unicamente delle condutture a doppio isolamento 0.6/1 kV (ex grado 4); nel caso di condutture esistenti e non oggetto d'intervento, si ritiene sufficientemente sicuro il mantenimento di tali conduttori, purché vengano adottati tutti gli accorgimenti necessari a garantire l'integrità del rivestimento durante le operazioni di posa dei nuovi cavi, nonché collegando a terra in più punti tutta la canalizzazione e verificando, a fine lavori, il valore della resistenza d'isolamento di tutta la condotta.

All'interno delle canalizzazioni metalliche, non è ammessa alcun tipo di derivazione delle condutture se non realizzate all'interno di apposite scatole di derivazione; l'ingresso dei cavi all'interno quest'ultime, deve avvenire a mezzo di pressacavi al fine del conseguimento dell'idoneo grado di protezione dai contatti diretti ed indiretti (minimo IP55).

L'uscita del cavo dal canale, deve essere realizzata anch'essa a mezzo pressacavi, per salvaguardare l'integrità dell'isolamento da possibili danneggiamenti od incisioni.

Non è ammessa la derivazione singola dal canale di conduttori unipolari ma unicamente raggruppati agli altri conduttori dello stesso circuito; in caso di necessità di tale realizzazione ed in caso di condutture con sezioni superiori ai 16mm<sup>2</sup>, occorre predisporre una flangia di materiale isolante completa di pressacavi da fissare sul canale, dopo averne predisposto l'asolatura.

#### **2.9.4 Distribuzione in canale PVC**

Per la distribuzione in canale di PVC, devono essere utilizzate canaline fissate a vista in materiale termoplastico autoestinguente, conforme alle normative CEI 23-32 e corredate di appositi accessori per assicurare un grado di protezione complessivo non inferiore a IP40.

Per la separazione dei circuiti e degli impianti, devono essere previsti appositi separatori per canalina e cassette di derivazione con coperchio apribile con attrezzo e separatori interni certificati dal costruttore.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Le canaline di distribuzione devono essere fissate a parete o a battiscopa con tasselli sul fondo, alternati il più vicino possibile ai bordi, ad intervalli non superiori a 35cm, con traverse fermacavi intervallate ogni 50cm per garantire l'apertura del coperchio "con attrezzo".

Giunzioni, variazioni di direzione e derivazioni, devono essere eseguite con opportuni giunti lineari, snodati od angolari ed adattatori certificati dal costruttore per il grado di protezione dell'insieme richiesto in fase progettuale.

I raccordi canalina - tubo incassato e canalina - tubo a vista, devono essere eseguiti con cassetta di derivazione per canalina, i raccordi canalina - quadri elettrici, devono essere realizzati con appositi adattatori.

Interruttori, prese e componenti vari per impianti serie "civile", devono essere installati in contenitori per apparecchi della stessa serie; la sezione delle canaline dovrà essere doppia di quella interessata dai cavi in essa contenuti.

Negli attraversamenti di pareti e solai con particolare grado di resistenza al fuoco (R.E.I.), devono essere impiegati dei prodotti di riempimento con pari caratteristiche di resistenza.

Negli attraversamenti di pareti e solai ordinari deve essere assicurata la continuità della canalizzazione; l'attraversamento di una parete interposta a cassette di derivazione o a scatole porta frutti, dovrà essere realizzato con tubi o canaline murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.

Negli attraversamenti dei solai la canalina ed il coperchio devono essere continui e sigillati almeno nel tratto compreso tra 20cm dal soffitto e 30cm dal pavimento.

### **2.9.5 Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati**

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi);
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno cm 15 più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 od al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa sarà eseguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino. Di massima sarà osservata la profondità di almeno cm 50 misurando sull'estradosso della protezione di mattoni. Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dalla Ditta Esecutrice.

### **2.9.6 Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili**

A seconda di quanto stabilito nel presente Capitolato, i cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dalla Committente;
- entro canalette di materiale idoneo, come cemento, cemento - amianto ecc. (appoggio egualmente continuo) tenute in sito da mensole in piatto o profilato d'acciaio zincato o da mensole di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensole (appoggio discontinuo) in piatto o profilato d'acciaio zincato, ovvero di materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensole di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante con un minimo di cm 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo la Ditta Esecutrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla Committente, sarà di competenza della Ditta Esecutrice di soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento ed i mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi spartati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

In particolari casi, la Committente potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio dovranno essere zincate a caldo.

I cavi, ogni m 15-20 di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

### **2.9.7 Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili**

Qualora in sede di appalto venga prescritto alla Ditta Esecutrice di provvedere anche per la fornitura e posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dalla Committente. Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti. Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro ecc.

Le canalizzazioni interrate dovranno essere realizzate con tubi di PVC pesante di vari diametri ed in grado di resistere ad un attrezzo manuale di scavo, posate ad una profondità di almeno 50 cm e corredate di traino interno. Le giunzioni dei tubi ed i raccordi tra questi ed i pozzetti, dovranno essere sigillate per impedire l'entrata di acqua e sabbia; le tubazioni dovranno avere leggera pendenza verso i pozzetti per impedire il ristagno d'acqua.

I pozzetti per le canalizzazioni interrate e per i dispersori di terra, dovranno essere del tipo prefabbricato in cemento con dimensioni minime 400x400mm e privi di fondo per il drenaggio.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate. Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m 30 circa se in rettilineo;
- ogni m 15 circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 1,5 volte il loro diametro.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti alla Committente la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc., la Ditta Esecutrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie.

### **2.9.8 Posa aerea dei cavi elettrici isolati, non sotto guaina o di conduttori elettrici nudi**

Per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI.

La Ditta Esecutrice potrà richiedere una maggiorazione di compensi se deriveranno ad essa maggiori oneri dall'applicazione di nuove norme rese note in data posteriore alla presentazione del progetto. Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori ecc.) sarà di competenza della Ditta Esecutrice.

### **2.9.9 Posa aerea di cavi elettrici isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti**

Saranno ammessi a tale sistema di posa unicamente cavi destinati a sopportare tensioni di esercizio non superiori a 1.000 V, isolati in conformità, salvo ove trattasi di cavi per alimentazione di circuiti per illuminazione in serie o per alimentazione di tubi fluorescenti, alimentazioni per le quali il limite massimo della tensione ammessa sarà considerato di 6.000 V.

Con tali limitazioni d'impiego potranno aversi:

- cavi autoportanti a fascio con isolamento a base di polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata secondo le norme CEI 20-31;
- cavi con treccia in acciaio di supporto incorporata nella stessa guaina isolante;
- cavi sospesi a treccia indipendente in acciaio zincato (cosiddetta sospensione americana ) a mezzo di fibbie o ganci di sospensione, opportunamente scelti fra i tipi commerciali, intervallati non più di cm 40. Per tutti questi casi si impiegheranno collari e mensole a ammarro, opportunamente scelte fra i tipi commerciali, per la tenuta dei cavi sui sostegni, tramite le predette trecce di acciaio.

Anche per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, sotto guaina, vale integralmente quanto espresso precedentemente per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi.

## **2.10 Impianti elettrici asserviti a quelli tecnologici**

All'interno delle aree in esame, la ditta esecutrice provvederà alla connessione di tutti gli utilizzatori installati in campo dalla ditta idraulica. In particolare si dovranno alimentare le nuove apparecchiature:

- I gruppi di climatizzazione
- I termostati ambiente
- I ventilconvettori

Le presenti specifiche tecniche si riferiscono alla fornitura ed installazione degli impianti di potenza e gestione. Saranno quindi a carico della ditta installatrice i collegamenti tra le centraline di regolazione ai vari attuatori in campo



E' bene precisare che l'impresa esecutrice dovrà fornire le custodie in PVC per l'alloggiamento delle centraline di regolazione fornite a piè d'opera dalla ditta idraulica.

Per quanto riguarda l'accessoristica di corredo come giunti, raccordi, pressacavi e pressa guaina, dovranno garantire un grado di protezione non inferiore ad IP55.

Il collegamento finale agli utilizzatori sarà sempre e comunque effettuato con cavo del tipo a doppio isolamento.

I collegamenti saranno effettuati esclusivamente entro cassette di derivazione.

### **Impianto ad espansione diretta**

*La realizzazione del collegamento di segnale bus tra l'unità di climatizzazione esterna e quelle interne dovrà avvenire mediante cavo schermato e twistato in formazione 2x1.5mm<sup>2</sup> ed isolamento in gomma (adatto alla posa esterna). La posa verrà effettuata in percorsi dedicati e comunque a distanza di almeno 25cm dai tutti i conduttori di energia previsti. Ogni unità interna sarà inoltre collegata al relativo comando a parete. Tipo di cavo e di posa sono uguali a quelle sopra esposte.*

### 3 Prescrizioni particolari e disposizioni finali

#### 3.1 Eliminazione delle barriere architettoniche

Ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche occorre ubicare in posizione comoda per il portatore di handicap gli interruttori, i campanelli, i pulsanti di comando, le prese ed il citofono, secondo quanto indicato in figura.

Tali apparecchiature devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protette dal danneggiamento per urto; nelle scale i dispositivi di comando devono essere visibili anche al buio (luminosi) ed essere previsti ad ogni pianerottolo.

Tali norme speciali per l'eliminazione delle barriere architettoniche devono essere applicate:

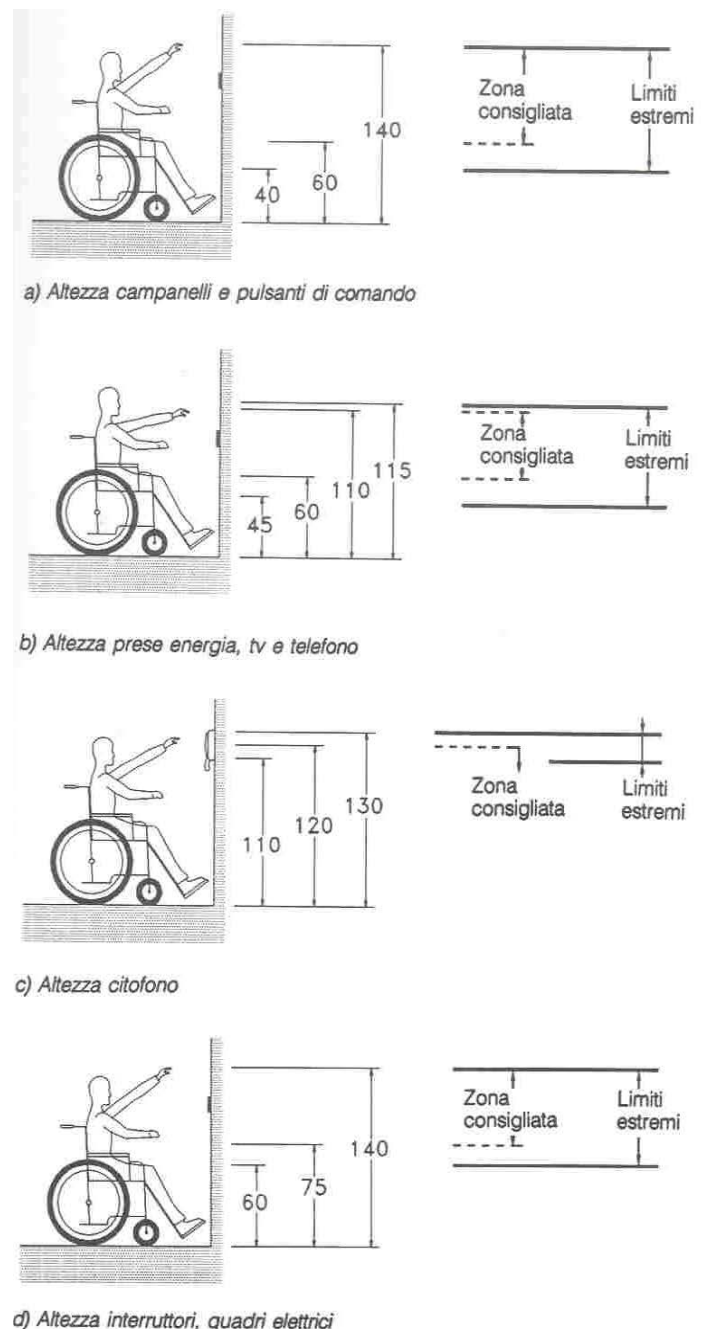
- negli spazi esterni, almeno lungo un percorso agevolmente fruibile da parte di persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali;
- nelle parti comuni del condominio, ad esempio: scale, pianerottoli, sale-riunioni, porticati, ecc...
- nel 5% degli alloggi previsti negli interventi di edilizia residenziale convenzionata, con un minimo di una unità immobiliare per intervento.

Nei locali servizi previsti per i portatori di handicap deve essere installato un campanello di allarme in prossimità della vasca e della tazza (wc).

**Figura 01.**

*Disposizione delle apparecchiature elettriche ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche (quote in centimetri).*

*Secondo la Legge 9/1/89 n.13, DM 14/16/89 n.236 e Circolare 22/6/89 n. 1669/UL.*

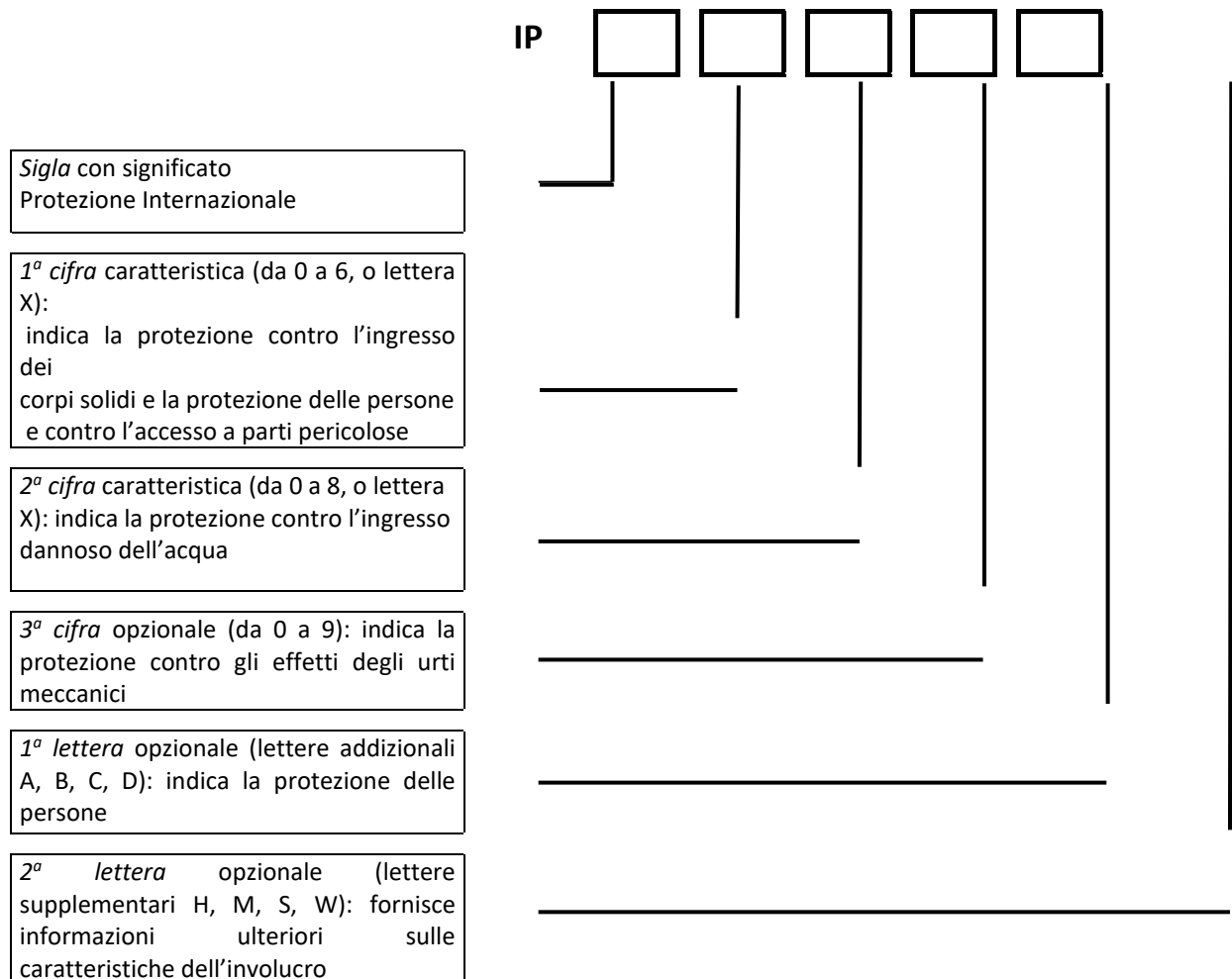


### 3.2 Gradi di protezione degli involucri

Gli involucri che racchiudono i componenti dell'impianto elettrico svolgono una duplice funzione:

- assicurano la protezione delle persone contro l'accesso alle parti pericolose delle apparecchiature contenute negli involucri stessi;
- assicurano la protezione delle apparecchiature nei riguardi degli agenti esterni (corpi solidi, polveri, umidità, acqua, ...).

Il grado di protezione dell'involucro è definito dalla norma europea EN 60529 (classificata CEI 70-1) mediante le lettere caratteristiche IP (International Protection: protezione internazionale) seguite da due (oppure tre) cifre ed eventualmente da due lettere, di cui una addizionale ed una supplementare. Il loro significato viene illustrato nella figura che segue:



## 4 Oneri a carico dell'installatore e del Committente

### Oneri a carico dell'installatore

Al termine dei lavori l'installatore dovrà:

- procedere alle verifiche finali che avranno lo scopo di accertare il perfetto funzionamento dell'impianto e la rispondenza alle norme vigenti. Tali verifiche e prove finali saranno effettuate con le modalità previste dalle vigenti Norme CEI che si riferiscono agli esami a vista ed alle prove funzionali e strumentali;
- provvedere, a proprie spese e cura, ad integrare, correggere o sostituire gli elaborati di progetto al fine di evidenziare le variazioni od integrazioni alle linee progettuali iniziali in riferimento a tutte le decisioni che nel corso dei lavori hanno determinato scostamenti significativi al progetto iniziale. Tali elaborati dovranno essere firmati dal responsabile tecnico della Ditta installatrice; nel caso di difformità sostanziali dal progetto iniziale (non ratificata da specifico elaborato di variante) gli elaborati dovranno essere a firma di professionista iscritto negli albi professionali secondo la specifica competenza tecnica richiesta. In ogni caso dovranno essere consegnate due copie cartacee ed una in formato elettronico "DWG" entro il termine massimo di gg. 30, alla D.L. o alla Committenza;
- provvedere, ai sensi del D.M. n. 37/08 e ss.mm.ii., al rilascio della dichiarazione di conformità e gli allegati obbligatori in duplice copia al Committente e al deposito della stessa presso gli organismi competenti (tipicamente lo sportello Unico).

### Oneri a carico del Committente

Al termine dei lavori il Committente dovrà:

- Programmare le visite periodiche dell'impianto di terra
- Programmare un ciclo di manutenzione periodica degli impianti elettrici.

Bologna, 09 Ottobre 2017

Il Progettista  
Per. Ind. Uber Demola