

AREA EDILIZIA E LOGISTICA

Opere di manutenzione straordinaria
e miglioramento della resistenza al fuoco
Dipartimento di Filosofia e Comunicazione
via Azzogardino n°23, Bologna

PROPRIETA' EDIFICIO

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA

CODICE EDIFICIO N. 070	CODICE PROGETTO (PAL) N. 23116	TICKET N. 23116
---------------------------	-----------------------------------	--------------------

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E LOGISTICA

ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

geom. DINA UCCELLI

DIRETTORE DEI LAVORI

geom. STEFANO SALICINII

PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO

geom. LEONARDO GADDI

PROGETTO ANTINCENDIO

ing. ANDREA LUPPI (IDF STUDIO)

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

p.ind. UBER DEMOLA

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

p.ind. ROBERTO RICCI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

geom. STEFANO SALICINI

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE: PRELIMINARE DEFINITIVO ESECUTIVO AS-BUILT

OGGETTO TAVOLA

Relazione tecnica impianto
elettrico

SCALA 1:50

DATA 8 Marzo 2018

REV. DATA

TAVOLA N°

RTIE

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI

INDICE

1	OGGETTO	3
1.1	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI E TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE	3
1.2	ELENCO DEGLI IMPIANTI OGGETTO DELLA RELAZIONE	3
1.3	NORME LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO	4
1.4	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ	4
2	DATI DI PROGETTO.....	5
3	GENERALITÀ DEGLI IMPIANTI	6
3.1	FORNITURA DI ENERGIA	6
3.2	QUADRI ELETTRICI	6
3.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI	6
3.4	CAVI	6
3.5	DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	7
3.6	IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	7
3.7	IMPIANTO FISSO DI RIVELAZIONE INCENDIO	7
3.7.1	<i>Centrale di controllo e segnalazione.....</i>	<i>8</i>
3.7.2	<i>Dispositivi di allarme acustico e luminoso</i>	<i>8</i>
3.7.3	<i>Alimentazioni.....</i>	<i>9</i>
3.7.4	<i>Pulsanti di segnalazione manuale</i>	<i>9</i>
3.7.5	<i>Rivelatori ottici di fumo</i>	<i>10</i>
3.7.6	<i>Cavi</i>	<i>10</i>
3.7.7	<i>Scheda di rete</i>	<i>10</i>
3.7.8	<i>Esercizio dei sistemi</i>	<i>10</i>
4	GENERALITÀ DEGLI IMPIANTI	12
4.1	PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI	12
4.1.1	<i>Conduttori (sezioni minime e tensioni di isolamento).....</i>	<i>12</i>
4.1.2	<i>Colori distintivi dei cavi</i>	<i>12</i>
4.1.3	<i>Cadute di tensioni massime ammesse</i>	<i>12</i>
4.1.4	<i>Densità massima di corrente</i>	<i>13</i>
4.1.5	<i>Sezione minima dei conduttori neutri.....</i>	<i>13</i>
4.1.6	<i>Sezione dei conduttori di terra e protezione.....</i>	<i>13</i>
4.1.7	<i>Propagazione del fuoco lungo i cavi</i>	<i>13</i>
4.1.8	<i>Provvedimenti contro il fumo</i>	<i>13</i>
4.1.9	<i>Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi.....</i>	<i>13</i>
4.1.10	<i>Modalità di esecuzione delle condutture</i>	<i>13</i>
4.2	CANALIZZAZIONI	14
4.2.1	<i>Distribuzione incassata: tubi protettivi, percorso tubazioni, cassette di derivazione</i>	<i>14</i>
4.2.2	<i>Tubazioni per le costruzioni prefabbricate</i>	<i>15</i>
4.2.3	<i>Tubazioni a vista metalliche</i>	<i>16</i>
4.2.4	<i>Tubazioni a vista in PVC.....</i>	<i>17</i>
4.2.5	<i>Distribuzione in canale metallico.....</i>	<i>18</i>
4.2.6	<i>Distribuzione in canale PVC</i>	<i>19</i>
4.2.7	<i>Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati</i>	<i>20</i>
4.2.8	<i>Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili</i>	<i>20</i>
4.2.9	<i>Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili.....</i>	<i>21</i>
4.2.10	<i>Posa aerea dei cavi elettrici isolati, non sotto guaina o di conduttori elettrici nudi.....</i>	<i>21</i>

4.2.11	<i>Posa aerea di cavi elettrici isolati, sotto guaina, autoportanti o sospesi a corde portanti</i>	
	22	
4.3	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE	22
4.4	PROTEZIONE DI CIRCUITI PARTICOLARI	23
4.5	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	23
4.6	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	23
4.6.1	<i>Elementi di un impianto di terra</i>	23
4.7	COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE.....	24
4.7.1	<i>Coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente</i>	24
4.7.2	<i>Coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali</i>	24
4.8	PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI IN AMBIENTI PERICOLOSI	25
4.9	PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO.....	25
5	PRESCRIZIONI PARTICOLARI E DISPOSIZIONI FINALI	26
5.1	ALTEZZA DELLE APPARECCHIATURE.....	26
5.2	ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	27
5.3	GRADI DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI.....	28
5.4	ONERI A CARICO DELL'INSTALLATORE E DEL COMMITTENTE	29

Introduzione

1 Oggetto

La presente relazione tecnica si riferisce al progetto degli interventi di manutenzione straordinaria relativi agli impianti elettrici speciali del dipartimento di Filosofia e Comunicazione in Via Azzogardino n.23 a Bologna.

1.1 Classificazione degli ambienti e tipologie impiantistiche

L'edificio è costituito da cinque corpi di fabbrica suddiviso su più piani

I locali sono destinati ad essere utilizzati come aule, uffici e biblioteca

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

L'attività prevalente è quella di "scuola" (Università).

1.2 Elenco degli Impianti oggetto della relazione

La presente relazione tecnica in riferimento all'oggetto tratterà:

- Realizzazione di linee d'alimentazione.
- Realizzazione dei quadri elettrici
- Realizzazione dei comandi d'emergenza
- Realizzazione dell'impianto d'illuminazione d'emergenza
- Realizzazione dell'impianto rivelazione incendio

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

1.3 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.).

1.4 Dichiarazione di conformità

La Ditta esecutrice degli impianti deve rilasciare al termine dei lavori di adeguamento, e comunque prima del collaudo finale, siano essi effettuati su parte dell'impianto esistente o sulla totalità, una dichiarazione riferita a quanto eseguito nei termini stabiliti dal D.M. 37/08.

La Ditta esecutrice deve fornire, ove mancanti, gli schemi completi degli impianti elettrici realizzati con indicato il percorso delle linee elettriche principali, la posizione dei punti luce, delle prese a spina e delle utenze elettriche fisse alimentate.

2 Dati di progetto

Generalità

I locali in oggetto sono evidenziati e qualificati negli elaborati grafici forniti direttamente dal Committente.

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, alla distribuzione luce e forza motrice ed impianti speciali.

Sono esclusi dalla verifica gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili. Alla presente relazione sono allegati i documenti specificati nel corso della descrizione. Di seguito il riepilogo dei dati.

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	Locale Enel
- Tensione nominale	15.000V
- Frequenza nominale	50Hz
- Sistema di distribuzione	TN-S

Descrizione delle opere

3 Generalità degli impianti

3.1 Fornitura di energia

L'alimentazione dell'edificio è esistente e non subirà modifiche.

3.2 Quadri elettrici

I quadri elettrici distribuiti all'interno del fabbricato saranno, previa verifica, recuperati. Sarà a carico dell'appaltatore rilevare gli schemi elettrici e digitalizzarli su sistema cad. Dove necessario saranno integrati con gli interruttori di alimentazione previsti per il funzionamento dell'impianto di rivelazione fumi.

Al termine delle verifiche 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.

3.3 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La protezione contro i contatti diretti sarà effettuata tramite barriere od involucri chiusi sui conduttori e comunque su tutte le parti attive, onde evitare il contatto accidentale con parti in tensione; mentre la protezione contro i contatti indiretti sarà ad interruzione automatica dell'alimentazione mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità coordinati con l'impianto di terra.

3.4 Cavi

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.

- I cavi con isolamento doppio dovranno essere del tipo FG16(O)M16 0.6/1 kV (servizi ordinari) e FTG10(O)M1 RF 31-22 0.6/1 kV (servizi di sicurezza resistenti al fuoco CEI 20-36).
- I cavi per il sistema di rivelazione incendi dovranno essere del tipo twistato e schermato resistente al fuoco FG4OM1 100/100V PH30 UNI 9795 o equivalenti
- Principali caratteristiche tecniche:
 - Conduttore rame rosso ricotto in classe 5
 - Isolamento mescola LSOH con mescola elastomerica a base siliconica
 - Colore anime rosso+nero
 - Schermo nastro poliestere-nastro di alluminio con filo di drenaggio
 - Guaina esterna mescola base di materiale termoplastico qualità M1 colore ROSSO
 - Riferimenti normativi CEI 20-105 UNI 9795, CEI EN 50200, CEI 20-36/4-0 CEI EN 60332-3-25,

3.5 Distribuzione principale

La distribuzione principale sarà eseguita con canalizzazioni e/o tubazioni plastiche (PVC) ai piani; il collegamento del locale pompe prevede polifore interrate.

La ditta installatrice dovrà realizzare nuove canalizzazioni di idonea dimensione in esecuzione a vista per contenere i nuovi cavi previsti

Dalle dorsali così realizzate si deriveranno i circuiti di alimentazione verso i vari utilizzatori.

La protezione meccanica delle linee derivate, verrà eseguita in esecuzione da esterno in funzione dell'ambiente di installazione.

All'interno dei locali tecnici gli impianti saranno realizzati completamente a vista con tubazioni in PVC ed apparecchiature racchiuse in custodie da esterno, al fine di ottenere un grado di protezione complessivo non inferiore ad IP55 / IP4X.

Il tracciato delle condutture sopra descritte dovrà essere tale da consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per consentire lo scarico dell'eventuale condensa) o verticale; le curve dovranno essere effettuate con raccordi speciali e con raggi di curvatura che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Tutti i collegamenti saranno effettuati esclusivamente entro scatole di derivazione.

Le dimensioni delle condutture che realizzeranno la distribuzione principale saranno meglio evidenziate sugli elaborati allegati al progetto esecutivo.

Ciascun dispositivo farà capo direttamente alle varie cassette di distribuzione predisposte nei vari ambienti.

I varchi realizzati nelle pareti delimitanti compartimenti antincendio (ad esempio i filtri) per consentire il passaggio delle canalizzazioni elettriche dovranno essere dotati di sacchetti intumescenti per il ripristino delle caratteristiche "E" ed "I" del compartimento stesso. Tutti i materiali scelti dovranno essere corredati sia di certificazione di prodotto e sia di certificazione di posa che siano conformi alle normative vigenti.

3.6 Impianti d'illuminazione di emergenza

Al mancare della tensione di rete, oppure in caso di guasto sul circuito di illuminazione ordinario, dovrà comunque essere assicurato un livello di illuminamento tale da garantire l'evacuazione del locale da parte degli occupanti. Tale illuminamento dovrà essere non inferiore a 5 lux ad un metro dal piano di calpestio lungo le vie di esodo ed a 2 lux in ogni altro ambiente normalmente frequentato..

A tale scopo ogni ambiente sarà dotato di illuminazione di sicurezza con attivazione automatica in meno di 0.5S e persistenza del livello suddetto non inferiore a una ora.

Il sistema di illuminazione di sicurezza / emergenza sarà realizzato mediante apparecchi autoalimentati; il dispositivo di ricarica degli accumulatori dovrà essere del tipo automatico con ricarica completa in massimo 12 ore.

In particolare, sulle porte delle uscite di sicurezza dovranno essere installate plafoniere con pittogramma a norme CEE.

La consistenza e l'ubicazione dei corpi illuminanti è rilevabile dalle planimetrie.

3.7 Impianto fisso di rivelazione incendio

Scopo del sistema previsto è di rivelare un principio di incendio automaticamente nei

locali a rischio specifico e segnalarlo nel minore tempo possibile per permettere un tempestivo esodo delle persone, dello sgombero dei beni e attivare i piani di intervento previsti. Tale impianto, inoltre, sarà coadiuvato da un sistema manuale che permetterà a chiunque di effettuare la segnalazione dell'emergenza.

Il segnale di allarme incendio verrà trasmesso e visualizzato in corrispondenza di una centrale di controllo e segnalazione e alla postazione remota presidiata. L'inserimento di una scheda di rete consentirà il collegamento della centrale stessa con il cablaggio strutturato in dotazione all'edificio.

L'impianto sarà composto essenzialmente da:

- Rivelatori automatici d'incendio puntiformi (limitatamente ai locali a rischio specifico individuati)
- Pulsanti di segnalazione manuale
- Centrale di segnalazione e controllo
- Apparecchiatura di alimentazione
- Dispositivi di allarme incendio

L'impianto progettato sarà conforme alla normativa tecnica di riferimento **UNI 9795 2013** e realizzato con materiali conformi alle normative tecniche **EN-54** per quanto riguarda le caratteristiche costruttive dei componenti utilizzati (centrale di rivelazione, rivelatori di fumo, avvisatori ottico acustici, e di tutti i componenti).

L'area sorvegliata sarà divisa in zone (punto 5.2 UNI 9795) e più precisamente:

- Zona pianoterra
- Zona piano primo

3.7.1 Centrale di controllo e segnalazione

La centrale del sistema di rivelazione incendi sarà del tipo analogico indirizzato, equipaggiata con 2 loop espandibili fino ad 8 e dovrà essere conforme alla UNI EN 54-2 Verrà collocata all'interno del locale tecnico dedicato per proteggerla dall'incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e da manomissioni. Non è prevista la presenza di atmosfera esplosiva. La sorveglianza delle segnalazioni di centrale sarà eseguita mediante utilizzo di pannello remoto di controllo (presso la postazione dei bidelli al piano rialzato (punto 5.5.1 della UNI 9795:2013)

Tutti i dispositivi installati saranno compatibili con la centrale prevista; inoltre dovrà essere possibile identificare separatamente i segnali provenienti dai punti manuali di allarme rispetto a quelli automatici.

La centrale sarà facilmente accessibile per consentire lo svolgimento delle operazioni ordinarie e di manutenzione, comprese le sostituzioni. Lo stesso dicasi per tutti i dispositivi in essa contenuti. Le eventuali riparazioni dovranno poter essere eseguite in loco.

3.7.2 Dispositivi di allarme acustico e luminoso

Le segnalazioni di allarme previste saranno:

- Dispositivi di allarme incendio e di guasto acustici e luminosi percepibili nelle immediate vicinanze della centrale
- Dispositivi acustici e luminosi distribuiti all'interno e all'esterno dell'area sorvegliata.

L'allarme si attiverà sia per le segnalazioni "automatiche" sia per quelle "manuali".

I dispositivi previsti dovranno avere caratteristiche adeguate all'ambiente in cui si trovano ad operare.

La segnalazione di allarme incendio dovrà essere chiaramente riconoscibile e non confondibile con altre:

- Il livello acustico percepibile sarà maggiore di 5dB(A) al di sopra del rumore ambientale
- La percezione acustica da parte degli occupanti dovrà essere compresa tra 65dB(A) e 120dB(A)

Anche se il livello di rumore previsto è inferiore a 95dB(A) oltre alla segnalazione acustica dovrà essere prevista quella luminosa.

3.7.3 Alimentazioni

L'apparecchiatura di alimentazione prevista per il sistema di rivelazione sarà costituito da due sorgenti distinte:

- Alimentazione primaria derivata dal quadro elettrico di zona allacciato alla rete pubblica
- Alimentazione di riserva costituita da batterie di accumulatori di energia.

L'alimentazione primaria verrà eseguita mediante la posa di una linea dedicata tipo FG16OM16 in formazione 3G2.5mm² all'interno di tubazione PVC diam. 25mm protetta da un nuovo dispositivo inserito nel quadro di zonai, derivato a valle dell'interruttore generale, e aventi caratteristiche: int. Magnetotermico 2x10A, 6kA, Curva C, Id=30mA TIPO A.

L'alimentazione di riserva dovrà entrare in servizio in un tempo minore di 15 s e assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente nel caso di anomalia dell'alimentazione primaria. L'autonomia prevista sarà pari alla somma dei tempi necessari per la segnalazione, l'intervento ed il ripristino del sistema. Comunque non sarà inferiore alle 24h. Trascorso tale periodo il funzionamento di tutto il sistema sarà garantito per almeno 30 min a partire dalla segnalazione del primo allarme.

Gli accumulatori costituenti l'alimentazione di riserva saranno in parte alloggiati all'interno della centrale ed in parte all'interno della stazione di alimentazione ausiliaria (supervisionata). I loro dispositivi di ricarica saranno collegati alla rete di alimentazione dell'intero sistema che verrà dimensionato per consentire il funzionamento contemporaneo di entrambi (alimentazione della centrale/stazione di alimentazione ausiliaria e i dispositivi di ricarica degli accumulatori).

3.7.4 Pulsanti di segnalazione manuale

I pulsanti previsti saranno del tipo analogico in contenitore rosso termoplastico del tipo riarmabile (UNI EN 54-11). L'altezza di installazione sarà compresa tra 1 e 1.6m e saranno completi di adeguata cartellonistica di segnalazione (UNI EN ISO 7010). E' stata prevista la loro collocazione nei pressi di tutte le uscite di sicurezza e lungo le vie di esodo in modo che ciascun pulsante sia raggiungibile mediante percorso inferiore ai 30m.

In tutti i casi tutti i dispositivi dovranno essere protetti dall'azionamento accidentale, da danni meccanici e dalla corrosione.

Dovrà essere presente un LED di colore rosso a bordo del pulsante per indicare l'avvenuto azionamento e dovrà essere fornita una chiave da utilizzare sia per il test sia per il riarmo del dispositivo.

3.7.5 Rivelatori ottici di fumo

Nelle zone a rischio specifico di altezza inferiore ai 6m è stata prevista la posa di rivelatori puntiformi di fumo conformi alla UNI EN 54-7.

Il numero dei rivelatori e la loro posizione sono evidenziati nell'allegato planimetrico e sono stati dimensionati secondo quanto riportato al punto 5.4.3 della UNI 9795:2013. Si evidenzia che la distanza dei rivelatori da pareti verticali, travi o altri elementi sospesi deve essere maggiore di 50 cm.

3.7.6 Cavi

Tutti i conduttori dovranno essere a bassa emissione di fumo e zero alogeni (LSOH) non propaganti l'incendio e devono garantire il funzionamento del circuito in condizioni di incendio.

Per il collegamento di apparati con tensioni di esercizio <100 V c.a.:

- dovranno essere utilizzati cavi resistenti al fuoco sottoposti a prova in conformità alla norma CEI EN 50200 con requisito minimo PH 30, tensione nominale di 100V ($U_0/U = 100/100V$) e costruiti secondo la norma CEI 20-105. La sezione minima prevista in questa progettazione è di 1.5mm². I conduttori dovranno essere del tipo flessibile e potranno essere installati in cavidotti ove sono presenti cavi energia con tensione nominale verso terra fino a 400V (sul cavo deve essere stampigliata la dicitura $U_0=400V$). I cavi dovranno assicurare in caso di incendio la corretta trasmissione delle comunicazioni tra gli apparati stessi.

Per il collegamento di apparati con tensioni di esercizio >100 V c.a.:

- dovranno essere utilizzati cavi resistenti al fuoco sottoposti a prova in conformità alla norma CEI EN 50200 e costruiti secondo la norma CEI 20-45 - ($U_0/U = 0.6/1kV$). La sezione minima prevista in questa progettazione è di 1.5mm². I conduttori dovranno essere del tipo flessibile.

Il percorso di andata del "loop" sarà diverso da quello di ritorno, in modo che in caso di danneggiamento sia interessato solo un ramo dell'anello. E' accettabile installare i due tratti di cavo (andata e ritorno nella stessa canalina dotata di setto separatore oppure in tubazioni diverse per ciascun ramo, o a distanza minima di 30cm tra i 2 cavi. Non sono ammesse linee volanti. Le eventuali derivazioni/giunzioni dovranno essere effettuate in scatole di derivazione dedicate e facilmente identificate

3.7.7 Scheda di rete

La centrale di controllo e segnalazione sarà dotata di scheda di comunicazione per il collegamento su rete Ethernet mediante utilizzo del protocollo TCP/IP. Tale dispositivo permetterà a qualsiasi PC connesso a internet (con gli opportuni livelli di sicurezza) di interagire con l'impianto in oggetto.

3.7.8 Esercizio dei sistemi

Al termine dell'installazione l'appaltatore installatrice dovrà verificare e mettere in servizio l'intero sistema secondo quanto previsto dalla norma UNI 11224:2011 e provando, tra l'altro, l'efficienza di ogni singolo componente e rilasciando adeguato rapporto di prova. Inoltre, dovrà essere fornito adeguato corso di formazione di almeno 8 ore suddivise in 2 giornate al responsabile del servizio incaricato dal Committente.

Il responsabile del servizio dovrà provvedere alla continua sorveglianza dei sistemi e alla loro manutenzione; inoltre dovrà predisporre un apposito registro, firmato dai responsabili e continuamente aggiornato con le seguenti informazioni:

- Lavori svolti sull'impianto o nell'area sorvegliata (se influenti sul funzionamento dell'impianto)
- Le prove eseguite e il loro risultato (almeno due all'anno con distanza delle prove non inferiore a 5 mesi)
- Gli interventi in caso di incendio precisando tutte le notizie utili (modalità ed estensione del sinistro, numero di rivelatori entrati in funzione, punti di segnalazione manuale utilizzati, ecc.)

4 Generalità degli impianti

4.1 Prescrizioni riguardanti i circuiti

4.1.1 Conduttori (sezioni minime e tensioni di isolamento)

Per tutti gli impianti considerati nei seguenti articoli di questa SECONDA SEZIONE, alimentati direttamente dalla rete BT, la sezione minima ammessa, per i conduttori di energia e di illuminazione è di 1,5 mm² (tensione nominale U₀/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 interfonni e di portiere elettrico, la sezione minima ammessa per i conduttori è di 1 mm² (tensione nominale U₀/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).

4.1.2 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).

Si rammenta che in alcuni ambienti particolarmente a rischio (es., metropolitane) sono obbligatori i cavi di cui alla Norma CEI 20-38 per gli impianti ordinari e cavi resistenti al fuoco (Norma CEI 20-36 e 20-45) per gli impianti di sicurezza.

4.1.3 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).

4.1.4 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.

4.1.5 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 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché, siano soddisfatte le condizioni delle norme CEI 64-8;

4.1.6 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.

4.1.7 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.

4.1.8 Provvedimenti contro il fumo

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38;

4.1.9 Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati al pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-38.

4.1.10 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.

4.2 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).

4.2.1 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.

4.2.2 Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 50086. Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature.

Allo stesso modo i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare le scatole rettangolari porta apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

4.2.3 Tubazioni a vista metalliche

Per la realizzazione di impianti particolarmente soggetti ad urti o sollecitazioni meccaniche o che si rendesse necessario conferire un'adeguata robustezza meccanica alle installazioni, si devono impiegare tubi in acciaio zincati a caldo di forte spessore, scordonati e filettati conformi alla norma CEI EN 50086, unitamente all'utilizzo di cassette di derivazione anch'esse in materiale metallico o similari, con coperchio apribile mediante l'ausilio di un attrezzo e custodie per apparecchiature adatte all'installazione a parete, realizzate in materiale autoestinguento di comprovata robustezza meccanica.

Per la separazione dei circuiti di potenza dagli impianti complementari (citofono, telefono, informatici, ecc.), devono essere realizzate canalizzazioni separate ed esclusive per ogni tipo di impianto; sono ammesse cassette di derivazione comuni purché corredate di separatori in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

All'interno delle tubazioni metalliche, è consentito unicamente l'impiego di conduttori a doppio isolamento 0.6/1kV (ex grado 4); per le condutture esistenti e non oggetto d'intervento, è ammesso il mantenimento di conduttori a semplice isolamento 450/750V all'interno delle stesse, purché vengano fatte tutte le verifiche necessarie, quali la misura dell'isolamento ed un esame a vista sullo stato delle condutture.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in esso contenuti; non è consentita la posa singola di conduttori unipolari o di più conduttori appartenenti alla stessa fase all'interno delle tubazioni metalliche ma solamente in raggruppamenti come circuiti trifasi o monofasi la cui risultante dei flussi magnetici concatenati sia uguale a 0. Devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a salvaguardare l'integrità dell'isolamento del cavo, come la sbavatura interna del tubo e l'impiego di appositi testatubo anti-abrasione al termine di ogni tubazione.

La derivazione delle tubazioni dalle canalizzazioni o dalle scatole di distribuzione, dovrà essere realizzata in modo tale da garantire sempre il raggio minimo di curvatura del conduttore che comunque, non dovrà mai essere inferiore a 5 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto.

Le tubazioni sono fissate a parete od a soffitto con supporti a collare ad intervalli non superiori a 120 cm; nelle variazioni di direzione o nella derivazione dalle canalizzazioni di distribuzione, devono essere impiegati unicamente accessori certificati dal

costruttore al fine di garantire la continuità del collegamento equipotenziale di terra e l'ottenimento del grado di protezione.

Tutte le tubazioni nonché le scatole di derivazione metalliche nel caso di transito di condutture del tipo a semplice isolamento, devono essere collegate all'impianto di terra a mezzo di collari od accessori atti a garantire la robustezza meccanica della connessione.

L'ottenimento del grado di protezione sulle scatole di derivazione o sugli utilizzi, è realizzato con idoneo pressacavo serrato direttamente sul cavo interrompendo circa 20cm prima la conduttura in tubo metallico nel caso di derivazione della stessa dalla canalizzazione.

Nel caso la tubazione fosse derivata da una cassetta a tenuta, l'ottenimento del grado di protezione viene realizzato direttamente con il tubo corredato di appositi accessori. 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 scatole porta frutti, deve essere realizzato con tubi murati che assicurino la separazione dei circuiti ed il grado di protezione dai contatti diretti richiesto.

4.2.4 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 autoestinguento 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 autoestinguento 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.

4.2.5 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 conduttura.

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 16mm², occorre predisporre una flangia di materiale isolante completa di pressacavi da fissare sul canale, dopo averne predisposto l'asolatura.

4.2.6 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.

4.2.7 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.

4.2.8 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 sparati 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.

4.2.9 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.

4.2.10 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.

4.2.11 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.

4.3 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:

$$I^2t \leq Ks^2$$

(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^2t 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.

4.4 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;
- I circuiti che alimentano prese a spina nei locali di gruppo 2 devono essere alimentati dal sistema IT-M, con eccezione dei circuiti per unità RX e dei circuiti per apparecchi utilizzatori con una potenza nominale maggiore a 5kVA; devono essere installati almeno due distinti circuiti che alimentino le prese a spina oppure, le prese a spina devono essere protette individualmente o a gruppi (almeno due) contro le sovracorrenti (CEI 64-8/7:2003-05; Ed. 5 - fasc. 6875 art. 710.55.3).

4.5 Protezione contro i contatti 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.

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

4.6.1 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 mm². 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).

4.7 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:

4.7.1 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;

4.7.2 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.

4.8 Protezioni contro i contatti indiretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) sia per particolari utilizzatori elettrici (apparecchi portatili, taglia erba ecc.) come per esempio: cantine, garage, portici, giardini ecc., le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

4.9 Protezione mediante doppio isolamento

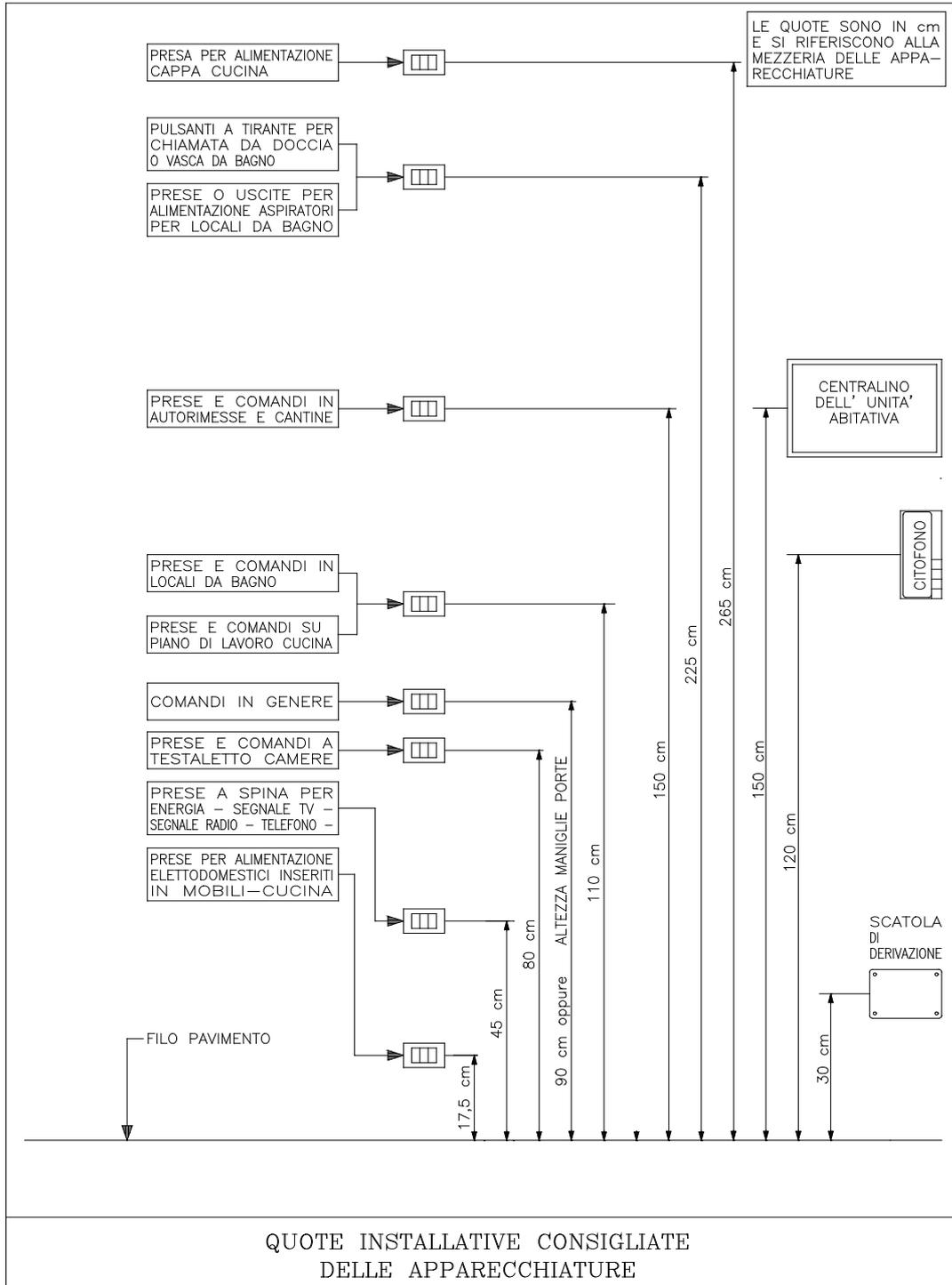
In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando:

- macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II.

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

5 Prescrizioni particolari e disposizioni finali

5.1 Altezza delle apparecchiature



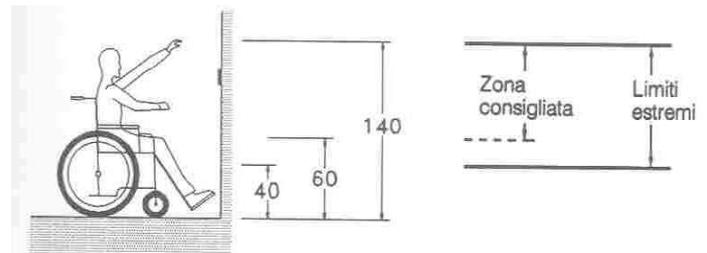
5.2 Eliminazione delle barriere architettoniche

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.

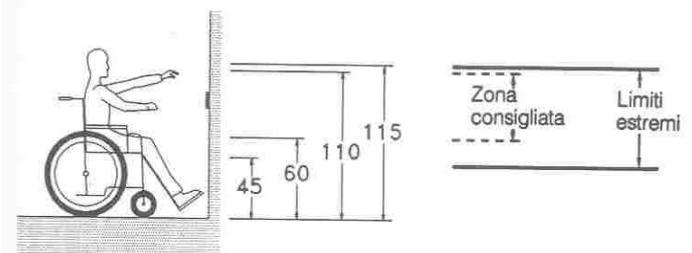
Tali apparecchiature devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protette dal danneggiamento per urto; nelle scale i dispositivi di comando devono essere visibili anche al buio (luminosi) ed essere previsti ad ogni pianerottolo.

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.

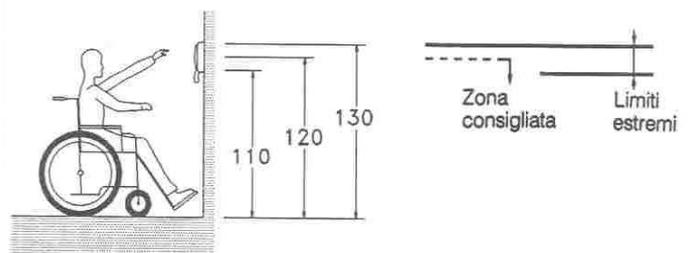


a) Altezza campanelli e pulsanti di comando



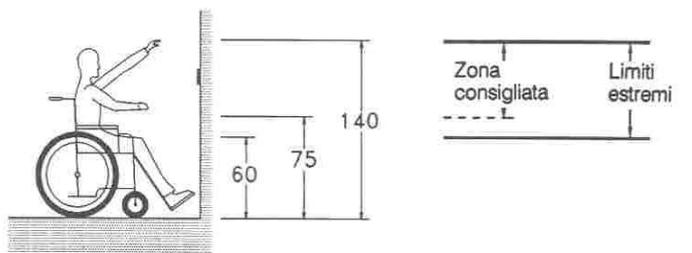
b) Altezza prese energia, tv e telefono

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



c) Altezza citofono

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.



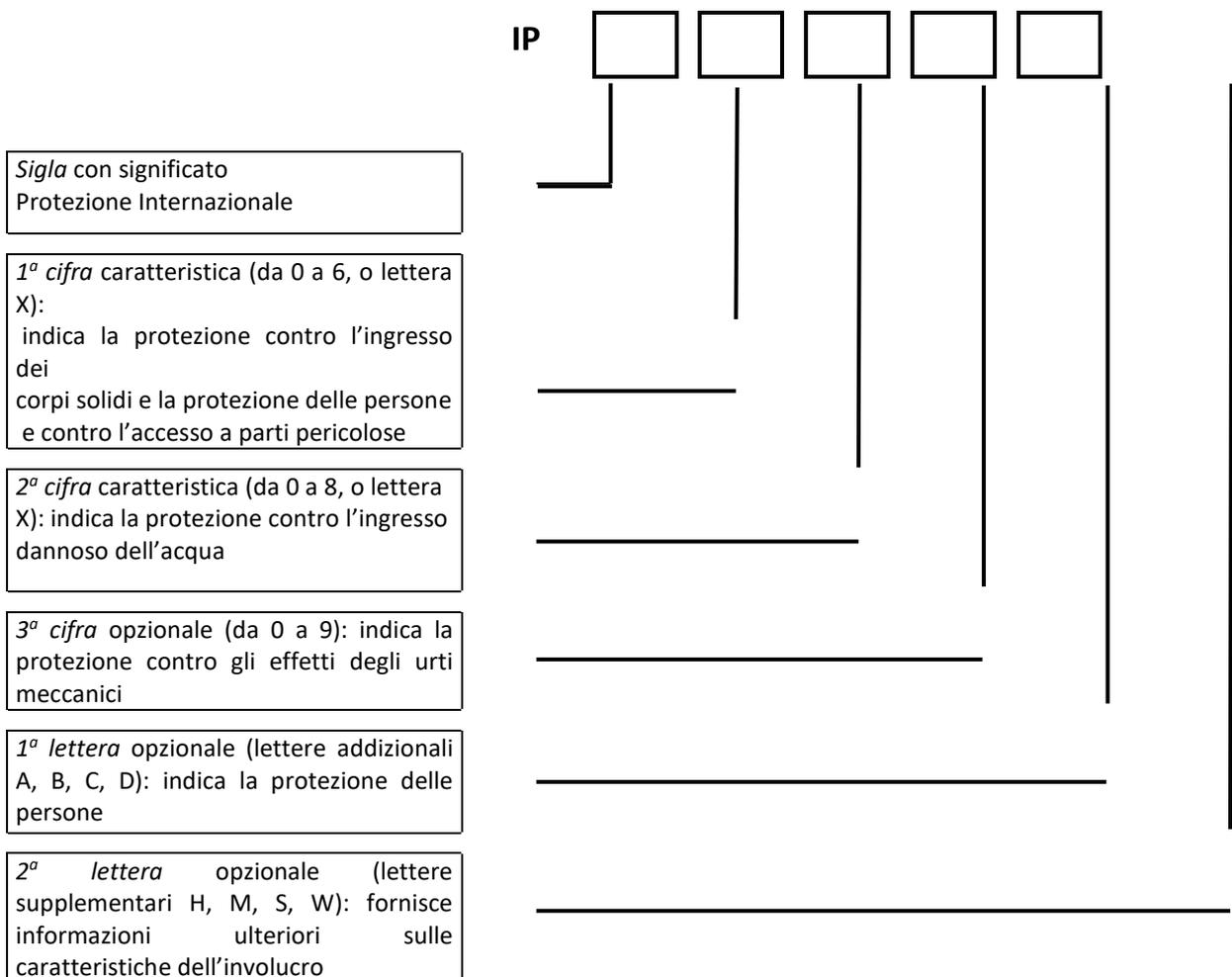
d) Altezza interruttori, quadri elettrici

5.3 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:



5.4 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:

- predisporre la documentazione necessaria per l'invio della denuncia dell'impianto di terra alla competente Sezione Provinciale dell'I.N.A.I.L.
- Programmare le visite periodiche dell'impianto di terra
- Programmare un ciclo di manutenzione periodica degli impianti elettrici.

Il Progettista
Per. Ind. Uber Demola



Perito Industriale
DEMOLA UBER
Iscrizione N° 2406
Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Bologna