Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Progettato	Verificato	Acquisito	Approvato
9							
8							
7							
6							
5							
4							
3							
2	07/2013	Revisione - Prot. n 0012629 del 28/02/2013	gn	gf	gf	SIRAM	SIRAM
1	12/2012	Revisione - OdS n 248 del 07/11/2012	gn	gf	gf	SIRAM	SIRAM
0	02/2012	Emissione - OdS n 047 del 09/11/2011	gn	gf	gf	SIRAM	SIRAM

Nome file

CF-IMP-E-RT-002-01-2

Note



Capogruppo

Siram

Via Bisceglie, 95 – 20152 MILANO

Siram S.p.A. (Capogruppo)
Cofely S.p.A. (mandante)
CNS Soc. Coop. (mandante)
Saccir S.p.A. (mandante)
Carbotermo S.p.A. (mandante)
CNP s.r.l. (mandante)

Il Committente

Universita' degli Studi di Roma "La Sapienza"
Piazzale Aldo Moro, 5
00185 ROMA

Progettazione

Ing. Gianpiero Favuzzi

Titolo

CENTRALE FRIGORIFERA

ISTITUTO REGINA ELENA INFRASTRUTTURE IMPIANTISTICHE

PROGETTO ESECUTIVO

Centrale frigorifera a servizio del complesso immobiliare ex Regina Elena

Relazione tecnica specialistica e principi di calcolo impianto elettrico

Formato	Scala		Commessa	Area Progetto	Fase	Cat.	Progressivo	Foglio	Rev.
A4			RE	CF-IMP	E	RT	002	01	02

E' vietata la riproduzione o la consegna a terzi di questo documento senza la preventiva autorizzazione dell'ATI

1 Indice

1 Indice 2

2 Introduzione 3

3 Normativa 3

4 Principi di calcolo e dimensionamento 4

4.1 Dimensionamento cavi 4

4.2 Cadute di tensione 5

4.3 Dimensionamento conduttori di neutro 5

4.4 Dimensionamento conduttori di protezione 6

4.5 Calcolo della temperatura dei cavi 6

4.6 Calcolo dei guasti 6

4.7 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito 8

4.8 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito 8

5 Impianto elettrico - componenti principali 8

5.1 Quadri elettrici 8

5.2 Supporto Infrastrutturale 9

5.3 Illuminazione ordinaria 9

5.4 Illuminazione di emergenza e sicurezza 9

5.5 Forza motrice 9

5.6 Linee principali di alimentazione elettrica 10

5.7 Canalizzazioni e tubazioni 10

5.8 Conduttori elettrici 10

6 Impianto di terra – componenti principali 11

6.1 Premessa 11

6.2 Nodo di terra 12

2 Introduzione

La presente relazione ha lo scopo di descrivere nel dettaglio gli interventi elettrici necessari al completo utilizzo della centrale frigorifera a servizio del complesso immobiliare “Regina Elena”.
Gli interventi possono essere riassunti in:

- quadro elettrico di protezione, comando e sezionamento;
- impianto elettrico di forza motrice a partire dal quadro generale all’interno del locale;
- impianto elettrico d’illuminazione ordinaria;
- impianto elettrico d’illuminazione di emergenza e sicurezza (vie di esodo);
- impianto conduttori di protezione e nodo di terra.

3 Normativa

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzate a regola d’arte, come prescritto dalle leggi n.186 del 01/03/68 e n. 37/08 e successive modificazioni.
Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono essere conformi:

alle Norme CEI;
alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità Locali;
alle prescrizioni e alle indicazioni dell’Ente erogatore dell’energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna.

Le principali Leggi e Decreti alle quali ci si deve attenere nella realizzazione degli impianti sono:

D.P.R. n° 547 del 15/04/55:	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
Legge 186 del 01/03/68:	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici;
Legge 791 del 18/10/77:	Attuazione alla direttiva del consiglio della Comunità Europea (n°73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
D.M. del 10/04/84:	Eliminazione dei radiodisturbi.
Legge 46 del 05/03/90:	Norme per la sicurezza degli impianti.

Per quanto concerne le Norme CEI, devono essere ottemperate almeno le disposizioni contenute

nelle seguenti Norme:

- CEI 3-14
- CEI 3-19
- CEI 11-17
- CEI 64-9
- CEI 20-20
- CEI 3-23
- CEI 12-15
- CEI 64-50
- CEI 3-15
- CEI 3-20
- CEI 64-8 e V
- CEI 64-12

4 Principi di calcolo e dimensionamento

4.1 Dimensionamento cavi

Il dimensionamento dei cavi è eseguito secondo la tabella CEI UNEL 35024 (IEC 364-5-523), in modo da garantire la protezione della conduttura alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

a) $I_b < I_n < I_z$

b) $I_f < 1.45\ I_z$

Per soddisfare la condizione **a** è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione.

La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

a) I_z minima = I_n/k

Dove il coefficiente K di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente K) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale (I_z minima). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell' ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. (par.433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate(declassate dal numero di paralleli nel coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione **b** non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma 23.3 IV Ed. hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1,45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione **b** sarà sempre soddisfatta.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

Dalla sezione del cavo di fase deriva il calcolo dell'I^2t del cavo o massima energia specifica dal cavo

come:

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

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante:

Conduttore in rame e isolato in PVC	K= 115
Conduttore in rame e isolato in gomma G:	K= 135
Conduttore in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K= 143
Conduttore in alluminio e isolato in PVC	K= 74
Conduttore in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K= 84

4.2 Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono valutate in base alle tabelle UNEL 35023-70.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un' utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell' utenza in esame.

4.3 Dimensionamento conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm^2;
- La massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- La sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm se conduttore in rame e 25 mm^2 se conduttore in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2, se conduttore in rame, e 25 mm^2, se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

Il criterio consiste nel calcolare la sezione nel calcolare secondo il seguente schema:

-$S_n = S_f$ se <16 mm^2

-S_n=16 mm^2 se 16< = S_f< = 35 mm^2

-$S_n = S_f/2$ se $S_f > 35\ mm^2$.

4.4 Dimensionamento conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- Determinazione in relazione alla sezione di fase;
- Determinazione tramite calcolo.

Il metodo adottato in questo progetto è la determinazione in relazione alla sezione di fase.

4.5 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi viene fatta alla corrente di impiego e alla corrente nominale, tramite la seguente espressione:

$T_{cavo} = T_{ambiente} + [a_{cavo} (I_b/I_z)]$

$T_{cavo} = T_{ambiente} + [a_{cavo} (I_n/I_z)]$

Espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

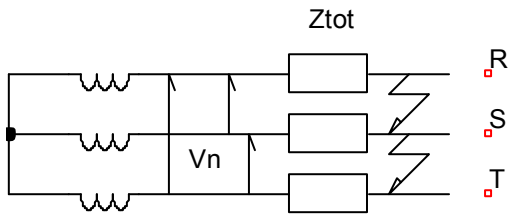
Il coefficiente $\mathbf{a_{cavo}}$ tiene conto del tipo di isolamento del cavo e dal tipo di posa che si adotta.

4.6 Calcolo dei guasti

Il calcolo dei guasti viene fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine della linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

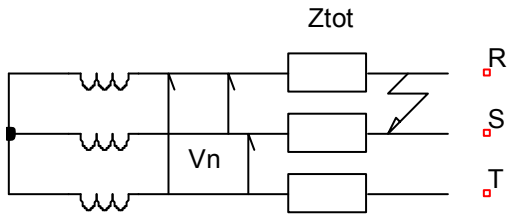
- Guasto trifase (simmetrico)
- Guasto fase fase (asimmetrico)
- Guasto fase terra (asimmetrico)



I valori della corrente di corto circuito trifase vengono calcolati dividendo la tensione di fase dell'impianto per la sommatoria di tutte le impedenze precedentemente analizzate:

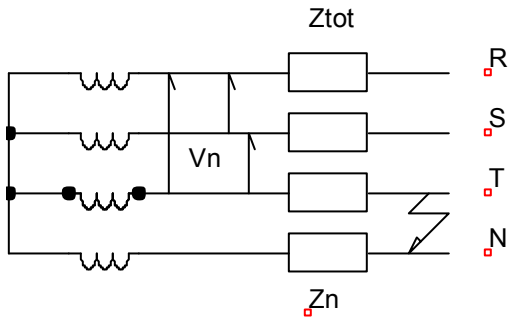
$$I_{cc\,tr}=\frac{v_n}{\sqrt{3}\sqrt{(R_t+R_l)^2+(X_m+X_t+X_l)^2}}\ [A]$$

Corto circuito fase-fase



$$I_{ccf-f}=\frac{v_n}{\sqrt{3}\sqrt{(R_t+R_l)^2+(X_m+X_t+X_l)^2}}\ [A]$$

Corto circuito fase-neutro



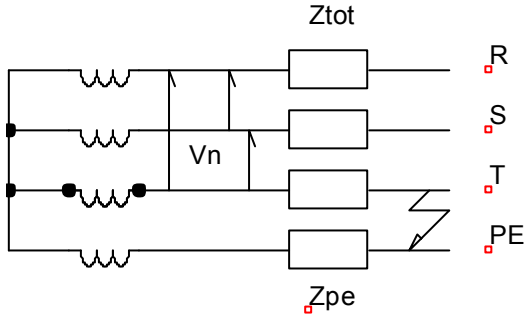
$$I_{ccf-n}=\frac{v_n}{\sqrt{3}\sqrt{(R_t+R_l+R_n)^2+(X_m+X_t+X_l+X_n)^2}}\ [A]$$

Dove:

R_n: resistenza totale del conduttore di neutro [Ω]

X_n: reattanza totale del conduttore di neutro [Ω]

Corto circuito fase-conduttore di protezione



$$I_{ccf-pe}=\frac{v_n}{\sqrt{3}\sqrt{(R_t+R_l+R_{pe})^2+(X_m+X_t+X_l+X_{pe})^2}}\ [A]$$

R_{pe}: resistenza totale del conduttore di protezione [Ω]

X_{pe}: reattanza totale del conduttore di protezione [Ω]

4.7 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20°C.

4.8 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Le correnti di cortocircuito minime vengono calcolate come descritto nella norma CEI 11.25 (par. 9.3), pertanto tenendo conto che:

- la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11.25);
- la resistenza diretta e quella omopolare dei cavi, vengono determinate alla temperatura ammissibile dagli stessi alla fine del cortocircuito.

La temperatura alla quale vengono calcolate le resistenze sono date dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3) in cui vengono indicate le temperature massime ammesse in servizio ordinario a seconda del tipo di isolamento di cavo, precisamente:

isolamento in PVC T_{max} = 70°C

isolamento in G T_{max} = 85°C

isolamento in G7 T_{max} = 90°c

5 Impianto elettrico - componenti principali

5.1 Quadri elettrici

Il quadro elettrico contenente le apparecchiature di sezionamento, di protezione e di comando per la distribuzione dell'energia elettrica, è posto all'interno del locale ed evidente negli elaborati grafici; è ubicato in posizione visibile, segnalata e facilmente identificabile.

Le apparecchiature all'interno dei singoli quadri sono elencate e descritte nello schema a blocchi e nei relativi schemi unifilari.

Al quadro citato che risulta parte integrante del presente progetto, viene affiancato un quadro esistente (attualmente posizionato al piano calpestio tra gli edifici A e B adiacente la centrale antincendio ed al servizio di alimentazione della "centrale frigorifera provvisoria", ovvero n. 2 gruppi termofrigoriferi allacciati provvisoriamente alle rete di distribuzione agli edifici), non oggetto

di progettazione ma solo di spostamento che rialimenterà i gruppi della “centrale frigorifera provvisoria” che verranno spostati nel manufatto “centrale frigorifera”.

5.2 Supporto Infrastrutturale

E’ l’insieme di canalizzazioni, tubazioni, cassette e scatole di derivazione, ecc…, che costituiscono il sistema infrastrutturale “portante” degli impianti elettrici. Il sistema di supporto infrastrutturale comprende gli elementi (canalizzazioni, tubazioni ecc…) necessari al passaggio dei circuiti di alimentazione elettrica dei quadri e sottoquadri elettrici e delle linee dorsali delle condutture elettriche di potenza e di segnale di tutti gli impianti elettrici ed affini di progetto.
E’ previsto l’utilizzo di canalina portacavi in acciaio zincato verniciato del tipo forato fissate con opportuni staffaggi a parete (alimentazione dal quadro di power center al quadro generale centrale 1 e quadro generale centrale 2).
Le alimentazioni ai gruppi frigoriferi e alle pompe di spinte avviene invece per mezzo di corrugati tipo pesante annegati nella pavimentazione.
Inoltre, per le alimentazioni di modesta entità, è utilizzato del tubo in materiale termoplastico rigido e relative casette di derivazione con grado di protezione IP 55. I tratti terminali di protezione potranno essere realizzati con guaina flessibile di tipo pesante.

5.3 Illuminazione ordinaria

L’impianto d’illuminazione ordinaria è costituito essenzialmente dai punti luce (comprensivi di conduttori, tubazioni e scatole di derivazione dalla linea elettrica dorsale) e dai corpi illuminanti. Questi hanno grado di protezione non inferiore a IP 55, sono del tipo a tubi fluorescenti 2x58 W e reattore elettronico. Il numero e la disposizione in ambiente è indicata nell’elaborato grafico .

5.4 Illuminazione di emergenza e sicurezza

L’impianto d’illuminazione di emergenza è del tipo a bordo dei corpi illuminanti per servizio ordinario, realizzato con inverter e batteria tampone. Sono installati inoltre dei corpi illuminanti indipendenti di sicurezza per l’illuminazione e segnalazione dei percorsi di esodo dotati di una sorgente propria di energia con funzionamento nim. 2 ore.

5.5 Forza motrice

L’impianto di forza motrice è rappresentato in dettaglio negli elaborati grafici progettuali e

comprende i punti di alimentazione elettrica delle prese di servizio, di quelle per apparecchiature ed utilizzatori mobili, dei motori delle pompe e degli altri utilizzatori elettrici degli impianti meccanici e di tutti gli apparati degli impianti ausiliari e speciali.

Le prese di forza motrice di progetto sono previste nelle seguenti tipologie:

- Prese industriali (mono e trifasi) del tipo con interblocco e fusibili di protezione installate a vista e grado di protezione non inferiore a IP 55.

Sono inoltre realizzate le alimentazioni dirette alle utenze secondo lo schema riportato nell'elaborato grafico CF-IMP-E-LAY.002.01.02.

In linea di principio ognuno dei gruppi frigoriferi e delle elettropompe di spinta sono stati alimentati direttamente dal quadro elettrico generale di pertinenza.

5.6 Linee principali di alimentazione elettrica

L'alimentazione elettrica degli apparati che la richiedono avviene tramite le linee principali o dorsali di alimentazione elettrica che si diramano dal centro del sistema impianto elettrico di potenza fino alla sua periferia secondo quanto indicato negli elaborati grafici di progetto.

In generale il riferimento è:

- il quadro di POWER CENTER per le alimentazioni generali dei quadri all'interno della centrale;
- i quadri generali 1 e 2 all'interno del locale centrale frigorifera per le utenze.

5.7 Canalizzazioni e tubazioni

Tutti i cavi sono posati entro canale portatavi o tubo in PVC rigido e/o flessibile di tipo pesante convenientemente fissati a parete o annegato nella pavimentazione. Il cavo tipo FG7OR può essere disposto direttamente su passerella; all'interno della centrale frigorifera, per l'alimentazione ai quadri generali è utilizzato un canale metallico zincato del tipo verniciato a fuoco proveniente dal quadro di power center, è prevista la realizzazione della sola porzione interna alla centrale.

5.8 Conduttori elettrici

In considerazione del luogo d'installazione e delle elevate potenze in gioco si è scelto per la realizzazione dell'impianto cavi elettrici unipolari flessibili in rame con isolamento in gomma HEPR ad alto modulo del tipo FG7OR con temperatura di funzionamento fino a 90 °C, temperatura di

corto circuito 250 °C secondo norma CEI 20-35, CEI 20-22 II e CEI 20-37/2.
L'anima è corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto. La guaina è in PVC speciale di qualità Rz.
Tale cavo è idoneo al tipo di posa prescelto (tubo interrato).
La realizzazione dell'impianto elettrico d'illuminazione e prese della centrale è realizzato con cavo N07V-K. L'anima è corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto. L'isolante è in PVC di qualità R2 e deve essere conforme alla norma CEI 20-20.
La temperatura di funzionamento è fino a 70 °C, la temperatura di corto circuito 160 °C secondo norma CEI 20-35, CEI 20-22 II e CEI 20-37/2.
Tale cavo è idoneo al tipo di posa prescelto (tubazione a vista in aria).

6 Impianto di terra – componenti principali

6.1 Premessa

L'impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione che, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, realizza il metodo di protezione denominato "protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.
I componenti di classe I sono dotati di isolamento principale tra le parti e le masse attive: in caso di cedimento dei questo le masse assumono valori di tensione che potrebbero risultare pericolosi per le persone in contatto con esse.
La pericolosità del contato dipende soprattutto dal valore e dalla durata della corrente che può attraversare il corpo umano.
La funzione dell'impianto di terra, negli impianti utilizzatoti da sistemi di II categoria, nei quali la cabina di trasformazione è di proprietà dell'utente, il conduttore di protezione viene in genere collegato direttamente al centro stella del secondario del trasformatore, con conseguenza che, in caso di guasto su di una massa sul circuito a bassa tensione, la corrente si chiude attraverso il conduttore di protezione, senza così interessare il dispersore.
Si è scelto nella realizzazione della centrale di porre in equipotenzialità le armature del calcestruzzo armato in più punti, i pilastri di sostegno della copertura grigliata, le travi di sostegno e la copertura stessa.

6.2 Nodo di terra

E' realizzato con barra di rame (fig.1) opportunamente forata ed una serie di bulloni di serraggio dei capicorda ai quali sono saldamente ancorati i cavi di protezione che provengono dalle varie utenze. E' posto in quadro trasparente con grado di protezione IP55 in posizione visibile adiacente ai quadri generali di alimentazione; un ulteriore nodo è disposto direttamente all'interno dei quadri di distribuzione elettrica.

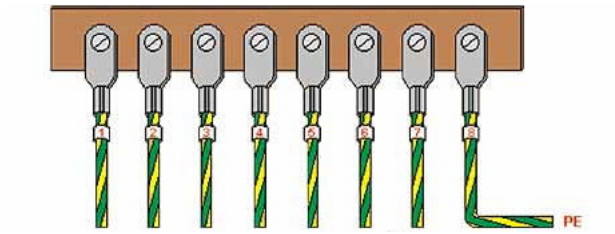


Figura 1

Conduttore di protezione ed equipotenzialità

Il conduttore di protezione di colorazione giallo-verde ha stessa consistenza e natura del cavo d'utenza al quale è collegato, la sezione di utilizzo è determinata secondo quanto disposto al paragrafo inerente.

Per quanto attiene i collegamenti equipotenziali delle parti metalliche si è scelto di realizzare le seguenti opere:

pavimentazione (vedi fig. 2):

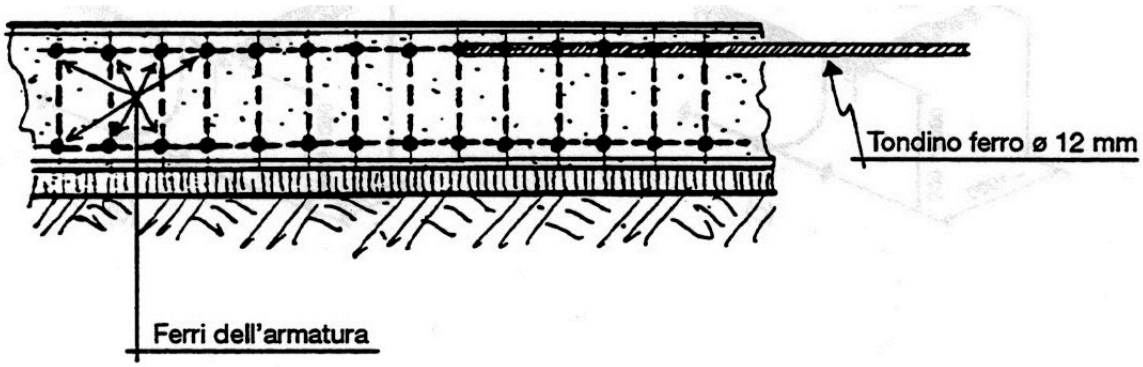


Figura 2

posizionamento di tondino di ferro fi 12 mm all'interno della maglia di realizzazione della platea di fondazione pavimentazione connessione a mezzo saldatura.

pareti verticali (vedi fig. 3):

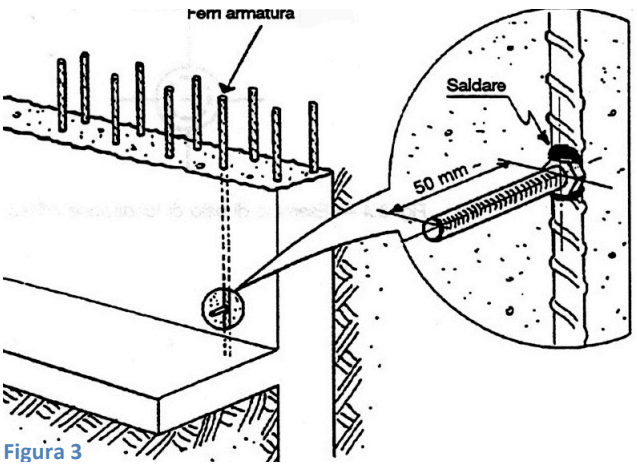


Figura 3

posizionamento di tondino di ferro fi 12 mm a 15 cm sopra il piano di riferimento della pavimentazione connessione a mezzo saldatura; posizionamento di tondino di ferro fi 12 mm a 15 cm sotto il piano di riferimento della pavimentazione connessione a mezzo saldatura.

Per i pilastri e relativi plinti (vedi fig 4):

posizionamento di tondino di ferro fi 12 mm a 15 cm sotto il piano di riferimento della pavimentazione connessione a mezzo saldatura; bullonatura e collegamento del pilastro in acciaio alla piastra saldata sui ferri d'armatura.

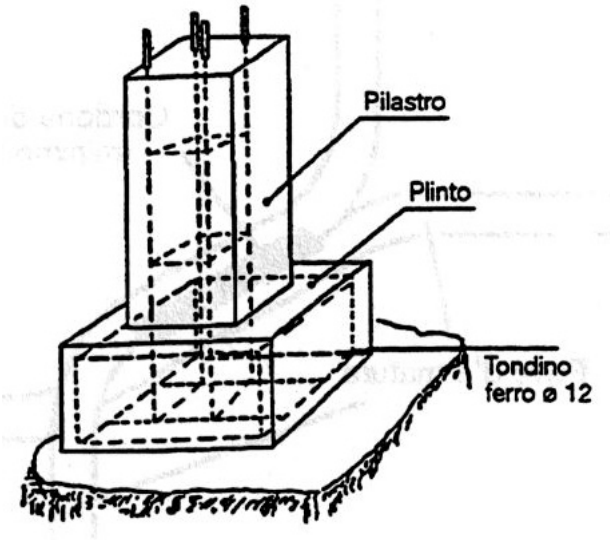


Figura 4

Travi di sostegno e grigliato:

bullonatura e connessione a conduttore di protezione in scatola di derivazione dei circuiti elettrici.

Tubazioni e canali metallici (vedi fig. 5):

Utilizzo di fascettature sulle tubazioni e collegamento con conduttore 6 mm^2 al PE presente in scatola di derivazione più vicina.

Utilizzo di bullonatura sulle canalizzazioni e collegamento con conduttore 6 mm^2 al PE presente in scatola di derivazione più vicina.



Figura 5