

**A90 Svincolo Tiburtina:
Intervento di potenziamento dallo svincolo
"Centrale del Latte" allo svincolo A24
2ª fase funzionale**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. RM105

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A
ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:

Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:

Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:

Dott. Ing. Andrea AVETA

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI



Direttore Tecnico:

Dott. Ing. Ivo FRESIA



Direttore Tecnico:

Dott. Arch. Pasquale PISANO

PROTOCOLLO

DATA

_____ 201_

IMPIANTI TECNOLOGICI

Relazione di calcolo impianti

CODICE PROGETTO

D P R M 1 0 5 D 2 0

NOME FILE

T00 IM00 IMP RE02 A

REVISIONE

SCALA:

CODICE

T 0 0 I M 0 0 I M P R E 0 2

A

FIAR

-

A

Prima emissione

06-2021

Sorrentino

Buiano

Infante

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI	1
3	PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO	2
3.1	SCELTE PROGETTUALI	2
3.1.1	Suddivisione dell'impianto.....	2
3.1.2	Sezione dei conduttori.....	2
3.1.3	Portata dei cavi	3
3.1.4	Caduta di tensione ammissibile	3
3.1.5	Sezioni minime dei conduttori.....	3
3.2	TIPI DI CONDUTTURE E RELATIVI MODI DI POSA	4
3.2.1	Scelta del tipo di conduttura e di posa	4
3.2.2	Cavi.....	4
3.2.3	Dispositivi di protezione	4
3.2.4	Indipendenza dell'impianto elettrico	4
3.2.5	Accessibilità dei componenti elettrici	4
3.2.6	Scelta dei componenti elettrici	5
3.2.7	Protezione contro i contatti indiretti	5
3.2.8	Protezione contro i contatti diretti.....	6
3.2.9	Protezione contro i sovraccarichi.....	6
3.2.10	Protezione contro i corto circuiti	6
3.2.11	Protezione contro le ustioni.....	7
4	ALLEGATI	7
4.1	ALLEGATO A: CALCOLI ELETTRICI	7

1 PREMESSA

Nel documento sono illustrate le scelte progettuali adottate per il dimensionamento elettrico dell'impianto di illuminazione previsto all'interno del progetto “A90 Svincolo Tiburtina: intervento di potenziamento dallo svincolo ‘Centrale del latte’ allo svincolo A24 – 2° fase funzionale”.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi applicabili alla progettazione oggetto della presente relazione.

- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione.
- CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica

Linee in cavo.

- CEI 11-25:2016 Calcolo delle correnti di corto circuiti nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-26:2016 Correnti di cortocircuito - Calcolo degli effetti Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).
- CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi.
- CEI 17-113 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- CEI 17-114 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- CEI 17-43 Modalità di verifica tramite calcolo della sovratemperatura per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 17-87 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali
- CEI 20-13, 20-14, 20-20, 20-22, 20-37, 20-45, 20-65, 20-107/2/22 relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- CEI 64-12:2019 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI 121-5 Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati.
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.

3 PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

3.1 SCELTE PROGETTUALI

3.1.1 Suddivisione dell'impianto

Il numero e il tipo dei circuiti necessari sono stati determinati sulla base dei seguenti punti:

- punti di consumo dell'energia richiesta;
- carico prevedibile nei diversi circuiti;
- natura dei carichi da alimentare;
- evitare pericoli e ridurre inconvenienti in caso di guasto;
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza;
- selettività di intervento delle protezioni
- sezionamento di parti di impianto in modo tale da garantire, per brevi periodi, l'illuminazione anche ad un livello degradato

3.1.2 Sezione dei conduttori

La sezione dei conduttori è determinata in funzione:

- della loro massima temperatura di servizio;
- della caduta di tensione ammissibile;
- delle sollecitazioni elettromeccaniche alle quali i conduttori possono venire sottoposti;
- del valore massimo dell'impedenza che permetta di assicurare il funzionamento della protezione contro i cortocircuiti

3.1.3 Portata dei cavi

La portata dei cavi è determinata considerando una temperatura ambiente di 30° nel caso di posa in tubazioni o cassette, mentre nel caso di cavi posati interrati la temperatura del terreno considerata è di 20°C.

Per i cavi isolati in PVC, la temperatura massima consentita è di 70°C, mentre per i cavi isolati in EPR la temperatura massima consentita è stata di 90°C. Per il calcolo della sezione del conduttore si è determinata la corrente di impiego I_B che il cavo deve portare e da confronto con la portata effettiva I_Z del cavo stesso, determinata moltiplicando la portata nominale del cavo I'_Z per un coefficiente correttivo $ktot$ derivante da:

- tipo di installazione;
- influenza dei circuiti vicini;
- numero di strati;
- temperatura ambiente

si è imposto che: $I_Z = I'_Z * ktot$

e che: $I_B \leq I_Z$

3.1.4 Caduta di tensione ammissibile

La caduta di tensione è limitata entro il 4%.

Il valore della caduta di tensione [V] è determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = k I_B L (r \cos\phi + x \sin\phi)$$

ed in percentuale:

$$\Delta U\% = \Delta U / U_n * 100$$

Dove:

- I_B è la corrente d'impiego nel conduttore [A];
- k è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e $\sqrt{3}$ nei sistemi trifase;
- l è la lunghezza del conduttore [km];
- r è la resistenza del conduttore [Ohm/km]; x è la reattanza del conduttore [Ohm/km];
- U_n è la tensione nominale dell'impianto [V];
- $\cos\phi$ è il fattore di potenza del carico

3.1.5 Sezioni minime dei conduttori

La sezione di fase minima dei circuiti a c.a. è imposta a:

- 2,5 mm² per cavi in Cu di circuiti di potenza;
- 0,5 mm² per cavi in Cu di circuiti di comando e di segnalazione;
- 10 mm² per conduttori nudi in Cu di circuiti di potenza;
- Il conduttore di neutro ha la stessa sezione dei conduttori di fase.

Per i cavi sono in alluminio, come meglio descritto di seguito, è stata adottata la sezione minima di 10 mmq, in quanto è quella minima commercialmente reperibile senza necessità di ordinativi specifici.

3.2 TIPI DI CONDUTTURE E RELATIVI MODI DI POSA

3.2.1 Scelta del tipo di conduttura e di posa

La scelta del tipo di conduttura e di posa è stata determinata da:

- natura dei luoghi;
- dalla possibilità che le condutture siano accessibili a persone e ad animali;
- dalla tensione;
- dalle sollecitazioni termiche ed elettromeccaniche che si possono produrre in caso di cortocircuito;
- dalle altre sollecitazioni alle quali le condutture possano prevedibilmente venire sottoposte durante la realizzazione dell’impianto elettrico o in servizio;
- facilità di realizzazione.
- dalla necessità di salvaguardare il servizio pubblico, sia nell’investimento economico che nella continuità di servizio, mediante l’utilizzo di cavi elettrici in alluminio non soggetti a rubeerie.

3.2.2 Cavi

I cavi per l’illuminazione esterna saranno unipolari del tipo ARG16R16 0,6/1kV 10mm² con conduttore in alluminio, isolante in EPR e guaina in PVC

3.2.3 Dispositivi di protezione

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono determinate secondo la loro funzione, come, ad esempio:

- protezione dalle sovracorrenti (sovraccarichi, cortocircuiti);
- protezioni delle correnti di guasto a terra;
- protezione dalle sovratensioni;
- protezione dagli abbassamenti o dalla mancanza di tensione;
- protezione dai contatti indiretti.

3.2.4 Indipendenza dell’impianto elettrico

L’impianto elettrico è progettato in modo da escludere influenze mutue dannose tra lo stesso impianto elettrico e gli impianti non elettrici del comprensorio.

3.2.5 Accessibilità dei componenti elettrici

I componenti elettrici sono previsti in posizioni tali da rendere agevole la loro installazione iniziale e la successiva eventuale sostituzione, nonché per permettere l’accessibilità per ragioni di funzionamento, verifica, manutenzione o riparazione

3.2.6 Scelta dei componenti elettrici

I componenti elettrici indicati nella relazione di calcolo elettrico sono stati scelti in funzione:

- del valore efficace della tensione al quale essi sono alimentati nell'esercizio ordinario;
- del valore efficace della corrente che devono portare nell'esercizio ordinario e dell'eventuale corrente che li può percorrere in regime perturbato per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione;
- della frequenza nominale dell'energia fornita;
- delle condizioni di installazione;
- della compatibilità con gli altri componenti elettrici;
- della prevenzione da effetti dannosi quali fattore di potenza, correnti di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

Tutte le apparecchiature indicate portano il marchio CE e IMQ, ove previsto. Il grado di protezione dei componenti è adeguato all'ambiente d'installazione.

3.2.7 Protezione contro i contatti indiretti

Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 Sez. 714.412); per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti di illuminazione all'esterno:

La protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Non è necessario collegare all'impianto di terra dell'impianto di illuminazione le strutture metalliche (quali recinti, griglie, ecc.), che sono situate in prossimità ma non fanno parte dell'impianto di illuminazione esterno.

Per la protezione dai contatti indiretti si è proceduto al coordinamento dei dispositivi di interruzione automatica con l'impianto di terra. Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione delle torri faro e per l'impianto di illuminazione a pali realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame nuda da 25 mmq che li collega alla sbarra generale del QGBT, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di soddisfare la relazione indicata dalla Norma CEI 64.8 art. 413.1.4.2

$$RE \times I_{dn} \leq 50$$

dove:

RE = valore della resistenza globale dell'impianto di terra (ohm)

I_{dn} = valore della corrente d'intervento dell'interruttore differenziale (A)

50 = valore della tensione di contatto limite (V)

Per la protezione dai contatti indiretti, considerando la presenza di apparecchi di classe prima, è stato previsto un impianto di messa a terra coordinato con interruttori differenziali.

3.2.8 Protezione contro i contatti diretti

Nei confronti dei contatti diretti si farà riferimento alla regola generale (CEI 64-8 sez. 412) in base alla quale tutte le parti attive dovranno essere isolate o protette con involucri o barriere. Le lampade dei apparecchi di illuminazione non dovranno essere accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo. Sportelli, posti a meno di 2,5m dal suolo, anche se apribile con chiave o attrezzo se danno accesso a parti attive dovranno essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB), oppure devono essere protette da un ulteriore schermo, con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello si trovi in un ambiente accessibile solo a persone autorizzate.

3.2.9 Protezione contro i sovraccarichi

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una linea è installato, a monte della stessa, un organo di protezione di caratteristiche tali da soddisfare e seguenti:

$$I_b < I_n < I_z \text{ e } I_f < 1,45 * I_z$$

dove:

- I_b corrente di impiego
- I_n corrente nominale della protezione
- I_z portata della linea nelle determinate condizioni di posa
- I_f corrente convenzionale di funzionamento

Le protezioni rispettano il legame tra I_f ed I_n stabilito dalle Norme CEI 17-5 e 23-3.

3.2.10 Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione nei quadri e sulle apparecchiature hanno potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presente nel punto ove è installato il dispositivo. È eseguita la verifica termica dei conduttori nelle condizioni di corto circuito, secondo quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8.

La verifica della protezione dai cortocircuiti è stata effettuata sulla base della relazione di cui al cap. 434.3.2 delle Norme CEI 64-8 che stabilisce il rapporto tra le caratteristiche della conduttura e l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito.

Tale relazione stabilisce:

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

Dove:

- $I^2 t$: integrale di Joule lasciato passare dall'organo di protezione della conduttura,
- S : sezione del cavo;
- k : coefficiente che tiene conto del tipo di cavo; (143 per cavi isolati in EPR/XLPE)

3.2.11 Protezione contro le ustioni

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano sono tali da non raggiungere le temperature indicate nella tabella seguente.

Parti accessibili	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima [°C]
Organi di comando da impugnare	Metallico	55
	Non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugate	Metallico	70
	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	Metallico	80
	Non metallico	90

Tabella 1 – Massime temperature ammesse in relazione alle parti accessibili

4 ALLEGATI

4.1 ALLEGATO A: CALCOLI ELETTRICI