PROGETTAZIONE E SVILUPPO:

REMNA Srl

Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel - 3496535114 - 3402570771 - 3288175300
Tel – 02 83986400;
Pec – remna@legalmail.it

PROPONENTE: IDROELETTRICA 2021

Via Ricasoli 2, 20121 Milano (Mi)
Partita IVA e Cod. Fiscale 11593970962
Pec – idro2021@pec.it

Regione Liguria	*Comuni di Montalto Carpasio, Molini di Triora e Taggia*

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE ARGENTINA A MONTALTO CARPASIO

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai Sensi del d.lgs. 152/2006

R13 – Progetto Elettrico

Gruppo di lavoro

Coordinamento dello SIA:
REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

Progettazione:
REMNA SRL
Dott. Ing. Matteo Motta

Comparto Geologia:
GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

Dott. Geol. Andrea Robbiano

Comparto Ambientale:
FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing. Andrea Zanin

Data:	Gennaio 2023	Revisione:	01

Sommario

1 Preventivo di connessione 3
2 Pagamento e accettazione preventivo di connessione 4
3 Progetto elettrico 7
3.1 Premessa e definizione del lavoro. 7
3.2 Riferimenti normativi. 7
3.3 Leggi 7
3.4 Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL. 7
4 Caratteristiche generali del sito. 9
4.1 Inquadramento Geografico. 9
4.2 Descrizione 9
4.3 Accessibilità al sito. 9
4.4 Disponibilità dei terreni 9
4.5 Titolarità dell'impianto di rete per la connessione e dismissione 9
4.6 Iter autorizzativo e autorizzazioni 9
5 Descrizione delle opere. 10
5.1 Indirizzo del sito dell'impianto. 14
5.2 Dati di Connessione alla rete elettrica pubblica. 14
5.3 Sistema di distribuzione e tensione di esercizio. 14
5.4 Locale di consegna 14
5.5 Cavi elettrici e di cablaggio. 15
5.6 Impianto di messa a terra 15
5.7 Contributo al cortocircuito impianto di generazione. 21
6 Valutazione preliminare impatto elettromagnetico. 24
6.1 Premessa. 24
6.2 Normativa di riferimento 25
6.3 Analisi computazionale. 25
6.4 Analisi con la massima corrente prevista nei cavi. 26
7 Lavorazioni previste. 29
8 Conclusioni 29

1 Preventivo di connessione

e-distribuzione

Spettle
IDROELETTRICA 2021 S.R.L.
Via Bettino Ricasoli, N° 2
20121 Milano
(MI)

Codice rintracciabilità: 323132467

Oggetto: Preventivo di connessione alla rete MT di e-distribuzione S.p.A. per l'impianto di produzione da fonte Altro (idroelettrico) per una potenza in immissione richiesta di 1155 kW sito in Strada Provinciale 548, Snc Montalto Carpasio.

Con riferimento alla Vostra domanda di connessione ricevuta il 18/05/2022, si trasmette, ai sensi della Delibera dell' Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (già Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il Sistema Idrico) n. 99/08, allegato A - Testo Integrato delle Connessioni Attive e successive modifiche e integrazioni, di seguito denominata anche solo "TICA", il preventivo di connessione, elaborato secondo le seguenti condizioni:

- Potenza in immissione richiesta (art. 1.1,dd del TICA) 1155 kW;
- Potenza nominale dell'impianto di produzione 1155 kW;
- Potenza ai fini della connessione (art. 1.1,z del TICA) 1155 kW.

1. DATI IDENTIFICATIVI DI IMPIANTO

I seguenti dati sono relativi al punto di connessione dell'impianto in oggetto alla rete MT con tensione nominale 15000 V ed identificato con il codice di rintracciabilità della richiesta 323132467.

Indirizzo:	Strada Provinciale 548, Snc - Montalto Carpasio
Località:	Montalto Carpasio 18028 (IM)
Codice POD:	IT001E106317780 (Art. 37, c.1 Delibera 111/06)
Codice presa:	0884972000001
Codice fornitura:	106317780

2. COSTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONNESSIONE E MODALITA' DI PAGAMENTO

L'importo da corrispondere per la richiesta di connessione in immissione, nel caso in cui l'impianto per la connessione venga realizzato da e-distribuzione S.p.A. come da soluzione tecnica minima individuata, è pari a 143.286,56 € IVA compresa, come di seguito specificato:

L'importo da corrispondere per la richiesta di connessione in immissione, come da soluzione tecnica minima individuata, è pari a 143.286,56 € IVA compresa, come di seguito specificato:

A = 35,00 · 1155 + 90,00 · 2 · 1155 · 0,37 + 100	117.448,00 €
B = 4,00 · 1155 + 7,50 · 2 · 1155 · 9,35 + 6000	172.608,75 €

cui andrà aggiunta l'IVA pari a 25.838,56 €.

ED-18-07-2022-P2453536

Azienda certificata ISO 9001 - ISO 45001 - ISO 14001 - ISO 50001 - ISO 37001

2 Pagamento e accettazione preventivo di connessione

Distinta

Lista firmatari					
Firmatario	ND ND	Codice Fiscale	GVZGLI82P20F205X	Firmata il	17/09/22 11.24

Dettaglio Distinta					
Ragione Soc./Intestatario	IDROELETTRICA 2021 S.R.L.			**Tipo operazione**	Bonifico SEPA
Coordinate bancarie	IT74G0305801604100572291686	**Tipo conto**			
Stato distinta	Spedita				
Esito ordinante	Bon.Esito Ordinante (TRA)	**Data esecuzione**	19/09/2022		
N.°Disposizioni	1	**Totale Importi**	42.985,97	**Divisa**	EUR
Data Creazione	17/09/2022	**Data e ora spedizione**	17/09/2022 11.24.00	**Data e ora a disp. banca**	17/09/2022 11.24.22

Dettaglio Disposizioni					
Beneficiario	**Coordinate Bancarie**	**Importo**	**Descrizione**	**CRO**	**Esito**
E-Distribuzione Spa	IT69K0306902117100000009743	42.985,97	Accettazione preventivo pratica 323132467 - IDROELETTRICA 2021 S. R.L.		

Allegato A

Codice rintracciabilità 323132467
LIVELLO DI TENSIONE CONNESSIONE: MT
COMUNE IMPIANTO DI PRODUZIONE: MONTALTO CARPASIO
PROVINCIA IMPIANTO DI PRODUZIONE: Imperia

Il sottoscritto

GIULIO GAVAZZI, nato a **MILANO** Provincia di **Milano** nazione **Italia** il **20/09/1982**, codice fiscale **GVZGLI82P20F205X**, residente in **VIA Mac Mahon 50** nel Comune di **MILANO**, Provincia di **Milano** nazione **Italia**,

Legale Rappresentante del/della **IDROELETTRICA 2021 S.R.L.** con sede in **VIA Bettino Ricasoli 2 20121** nel Comune di **MILANO**, Provincia di **Milano** nazione Italia codice fiscale **11593970962** Partita IVA **11593970962**

in qualità di richiedente, ai sensi dell'Art.1 della Delibera dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas n. 99/08, allegato A - Testo Integrato delle Connessioni Attive (TICA) e successive modifiche e integrazioni, consapevole delle responsabilità e delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del DPR n. 445/2000 per false attestazioni e dichiarazioni mendaci

Preso atto di quanto riportato nell'informativa Privacy ai sensi dell'Art. 13 del Regolamento europeo in materia di protezione dei dati personali n. 2016/679 (di seguito "GDPR") riportata in calce al presente Allegato A

Dichiara

di aver preso visione e di accettare integralmente il preventivo per la connessione dell'impianto individuato dal codice rintracciabilità sopraindicato, le condizioni esposte e quanto altro specificato;

☑ di non avvalersi della facoltà di realizzare in proprio l'impianto di connessione

Si impegna:

- ad inviare la comunicazione di completamento delle opere strettamente necessarie ai fini della realizzazione della connessione eventualmente previste nella specifica tecnica nonché, per il caso in cui non si sia avvalso della facoltà di realizzare in proprio l'impianto di connessione, la ricevuta del versamento dell'importo a saldo (70% dell'importo complessivo), se non corrisposto già all'accettazione del presente preventivo;
- a realizzare l'impianto di produzione e a consegnare la documentazione prevista dalla "Guida per le connessioni alla rete elettrica di **e-distribuzione S.p.A.** (disponibile nella sezione dedicata agli impianti di produzione del sito internet di **e-distribuzione S.p.A.**) riguardante l'impianto di produzione;
- ad assumersi la responsabilità degli oneri che dovessero eventualmente derivare per l'adeguamento di

impianti di telecomunicazione a seguito di interferenze ai sensi dell'articolo 95 comma 9 del D.Lgs. 259/03.

Dichiara in materia di procedimenti autorizzativi che:

l'impianto di produzione è sottoposto al procedimento unico di cui all'art. 12 del D.Lgs. n. 387/03 o al procedimento abilitativo semplificato di cui all'art. 6 D.Lgs. N. 28/2011 (PAS)
A tal fine
dichiara che curerà tutti gli adempimenti per l'acquisizione delle autorizzazioni richieste dalla legge per la costruzione ed esercizio delle opere di rete (impianto di rete e interventi su rete esistente e/o sviluppo) per la connessione, compresi gli eventuali interventi sulla RTN, per l'ottenimento di ogni altro provvedimento amministrativo indispensabile per la cantierabilità delle opere stesse; dichiara, altresì, di provvedere all'acquisizione delle relative servitù di elettrodotto e di cabina elettrica; non richiede, quindi, a **e-distribuzione S.p.A.** di predisporre la relativa documentazione, e si impegna a sottoporre preliminarmente a **e-distribuzione S.p.A.** stessa, per il benestare tecnico, il progetto delle opere necessarie alla connessione
Il beneficiario dell'autorizzazione all'esercizio delle opere di rete per la connessione dovrà essere **e-distribuzione S.p.A.** (Terna per la parte RTN) e, pertanto, per tali opere non dovrà essere previsto l'obbligo di ripristino dello stato dei luoghi in caso di dismissione dell'impianto di produzione di energia elettrica.

DATA: 19/09/2022

FIRMA _____

IDROELETTRICA 2021 S.r.l.
Via Bettino Ricasoli 2
20121, Milano
C.F./P.IVA 11593970962

Nel caso l'impianto di rete sia realizzato da **e-distribuzione S.p.A.**
Dà infine atto
di aver preso visione e di accettare integralmente le "Condizioni generali di contratto per il servizio di connessione alla rete elettrica di media tensione - opere a cura allegate al preventivo per la connessione

Inoltre, ai sensi e per gli effetti degli art. 1341 e 1342 c.c. il sottoscritto **GAVAZZI GIULIO**, con riferimento alle condizioni generali del contratto di connessione sopramenzionate, approva in particolare le seguenti clausole:
Art. 3 lett.d) e lett.l)
Art. 6.2 lett.d): Obblighi del PRODUTTORE
Art. 8.2: Limitazioni richiesta risarcitoria in caso di limitazioni all'esercizio
Art. 9.2: Cessazione del servizio di connessione
Art.10.2: Limitazione responsabilità **e-distribuzione S.p.A.**
Art.11.2: Efficacia delle condizioni generali di contratto in caso di trasferimento impianto produzione
Art.13: Modifica ed integrazioni delle condizioni generali
Art.14: Cessione contratto
Art.15: Foro competente

3 Progetto elettrico

3.1 Premessa e definizione del lavoro.

La presente relazione costituisce la Relazione Tecnica Generale delle opere di connessione di rete relative all'impianto di generazione mini idroelettrico di potenza pari a 1155 kW in Comune di Montalto Carpasio; più precisamente descrive i criteri adottati per la progettazione esecutiva e la realizzazione di dette opere per l'impianto di produzione, destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione pubblica ed in regime di vendita totale dell'energia prodotta.

3.2 Riferimenti normativi.

Per la progettazione si è fatto riferimento alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti.

3.3 Leggi

- **DM 37/08 per quanto concerne la progettazione, la realizzazione, l'utilizzazione e la manutenzione degli impianti ed in particolare per quelli elettrici.**
- **DPR 547 del 27.04.1955 (ove applicabile) ed aggiornamenti successivi "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".**
- **Legge Regionale n.16 del 6 giugno 2008 "Disciplina dell'attività edilizia"**
- **LEGGE n° 186 del 01.03.1968 "Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici".**
- **LEGGE n° 791 del 18.10.1977 "Attuazione della direttiva CEE n° 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che dovrà possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".**
- **DLgs. n° 81/08, DLgs n° 626/94 (ove applicabile) "Attuazione delle Direttive CEE n° 89/391, n° 89/654, n° 89/655, n°90/269, n° 90/270, n° 90/394, n° 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".**
- **D.P.R. n° 462 del 22/10/01 "Regolamento per la semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici".**

3.4 Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL.

- **NORMA CEI-UNEL 35024/1 fasc. 3516 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 100 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria".**
- **NORMA CEI-UNEL 35024/1;Ec fasc. 4610 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 100 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria".**
- **NORMA CEI-UNEL 35011 fasc. 5757 "Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione".**

- **NORMA CEI-UNEL 35026 fasc. 5777 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 100 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa interrata".**
- **NORMA CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici)".**
- **NORMA CEI 17-13/1 fasc. 5862, 5863, 5922, 6230, 3445, 5666, 4153 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)".**
- **NORMA CEI 20-27 fasc. 5640 "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione".**
- **NORMA CEI 20-27;V1 fasc. 6337 "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione".**
- **NORMA CEI 20-40 fasc. 4831 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione".**
- **NORMA CEI EN 50086-2-1 e successive integrazioni e varianti "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche".**
- **NORMA CEI 23-51 fasc. 2731 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare".**
- **NORMA CEI 23-51;V1 fasc. 4306 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare".**
- **NORMA CEI 34-21 "Apparecchi di illuminazione – Parte I: Prescrizioni generali e prove".**
- **NORMA CEI 34-22 "Apparecchi di illuminazione – Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza".**
- **NORMA CEI 64-8; "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c".**
- **NORMA CEI 70-1; "Gradi di protezione degli involucri".**
- **NORMA CEI 81-10/1 -10/2 – 10/3 e 10/4; "Protezione contro i fulmini – Parte 1 – Principi generali – Parte 2 – Valutazione del rischio – Parte 3 – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone e Parte 4 – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".**
- **NORMA CEI 0-16 Edizione ultima: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica -Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione;**
- **NORMA CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;**
- **NORMA CEI 11-25: Calcolo delle correnti di cortocircuito delle reti trifasi a corrente alternata;**
- **Guida CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;**
- **Guida CEI 11-37: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1 kV;**

4 Caratteristiche generali del sito.

4.1 Inquadramento Geografico.

L'impianto è realizzato su terreno agricolo nel territorio del comune di Montalto Carpasio, in Provincia di Imperia.

4.2 Descrizione

Il terreno che ospiterà l'impianto di produzione è costituito da un terrapieno agricolo ricompreso tra la strada provinciale SP 548 e il torrente Argentina.

4.3 Accessibilità al sito.

Il sito ove è prevista la realizzazione dell'impianto è facilmente raggiungibile tramite viabilità esistente dalla quale sarà realizzata una rampa d'accesso dedicata per l'edificio centrale idroelettrica e la cabina di consegna Enel.

L'intero cavidotto MT interrato in capo a E-Distribuzione s.p.a. verrà posato lungo il tracciato della SP 548 e lungo la rampa di accesso all'edificio centrale, pertanto senza necessità di realizzazione di nuova viabilità.
Il proponente si farà carico di tutte e le spese di manutenzione per la viabilità stradale ricadente su particelle private, sia per accedere al proprio impianto di produzione che per consentire l'accesso agli operatori di E-Distribuzione S.p.a.

4.4 Disponibilità dei terreni

Il proponente acquisirà la disponibilità dei necessari diritti di servitù e passaggio e delle necessarie autorizzazioni durante l'iter autorizzativo ex dlgs 387/2003, con sottoscrizione di appositi contratti con i proprietari dei fondi e mediante apposizione del vincolo preordinato all'esproprio previsto dall'art. 12 comma 1 del dlgs 387/2003.

I diritti necessari alla realizzazione delle opere sui fondi ove è ubicata la centrale idroelettrica, la rampa d'accesso e la cabina Enel sono stati già acquisiti dal Proponente mediante appositi contratti preliminari.

L'elenco dei terreni necessari alla realizzazione dell'impianto idroelettrico e dell'impianto di rete per la connessione è riportato all'interno della R12 Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto da autorizzare ex dlgs 387/2003.

4.5 Titolarità dell'impianto di rete per la connessione e dismissione

L'impianto di rete per la connessione sarà realizzato da E-Distribuzione ed entrerà a far parte della rete di distribuzione nazionale pertanto non sarà ricompreso nel progetto di dismissione.

4.6 Iter autorizzativo e autorizzazioni

L'iter autorizzativo ex Dlgs 387/2003 prevede unitamente all'autorizzazione dell'impianto idroelettrico anche l'autorizzazione in capo ad E-Distribuzione di tutti i titoli necessari alla

realizzazione delle opere di connessione alla rete E-Distribuzione oggetto della soluzione tecnica di cui al preventivo di connessione.

5 Descrizione delle opere.

Il preventivo per la connessione emesso da E-Distribuzione S.p.a. prevede che l'impianto idroelettrico venga collegato alla rete elettrica tramite derivazione da linea MT esistente con la realizzazione di:

- Una nuova linea MT completamente interrata, connessa in antenna alla cabina secondaria MT esistente CAPPELLAIO.
- Una nuova cabina di consegna, posizionata nel punto terminale della linea all'interno di apposito vano ricavato nell'edificio dell'impianto di produzione.

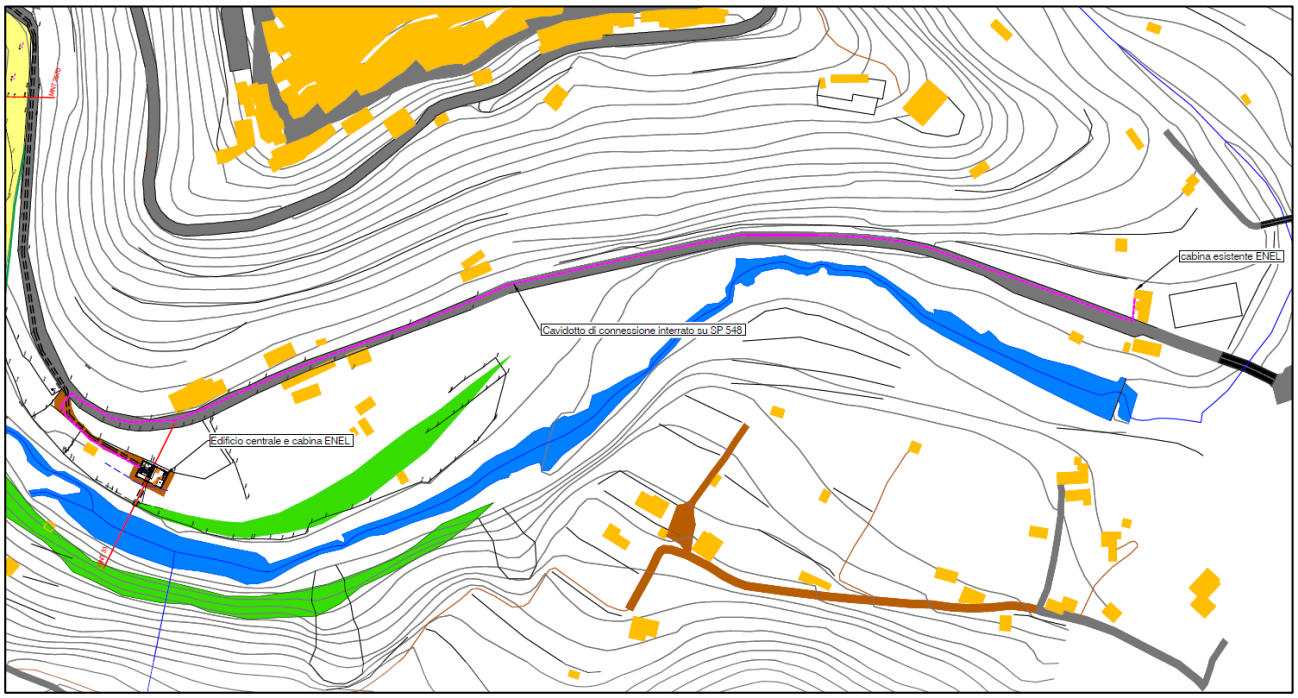
La soluzione tecnica, così come descritta nel preventivo di connessione dell'impianto, prevede che:

"Il Suo impianto sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite una nuova cabina di consegna collegata in antenna con organo di manovra alla cabina secondaria MT esistente CAPPELLAIO.

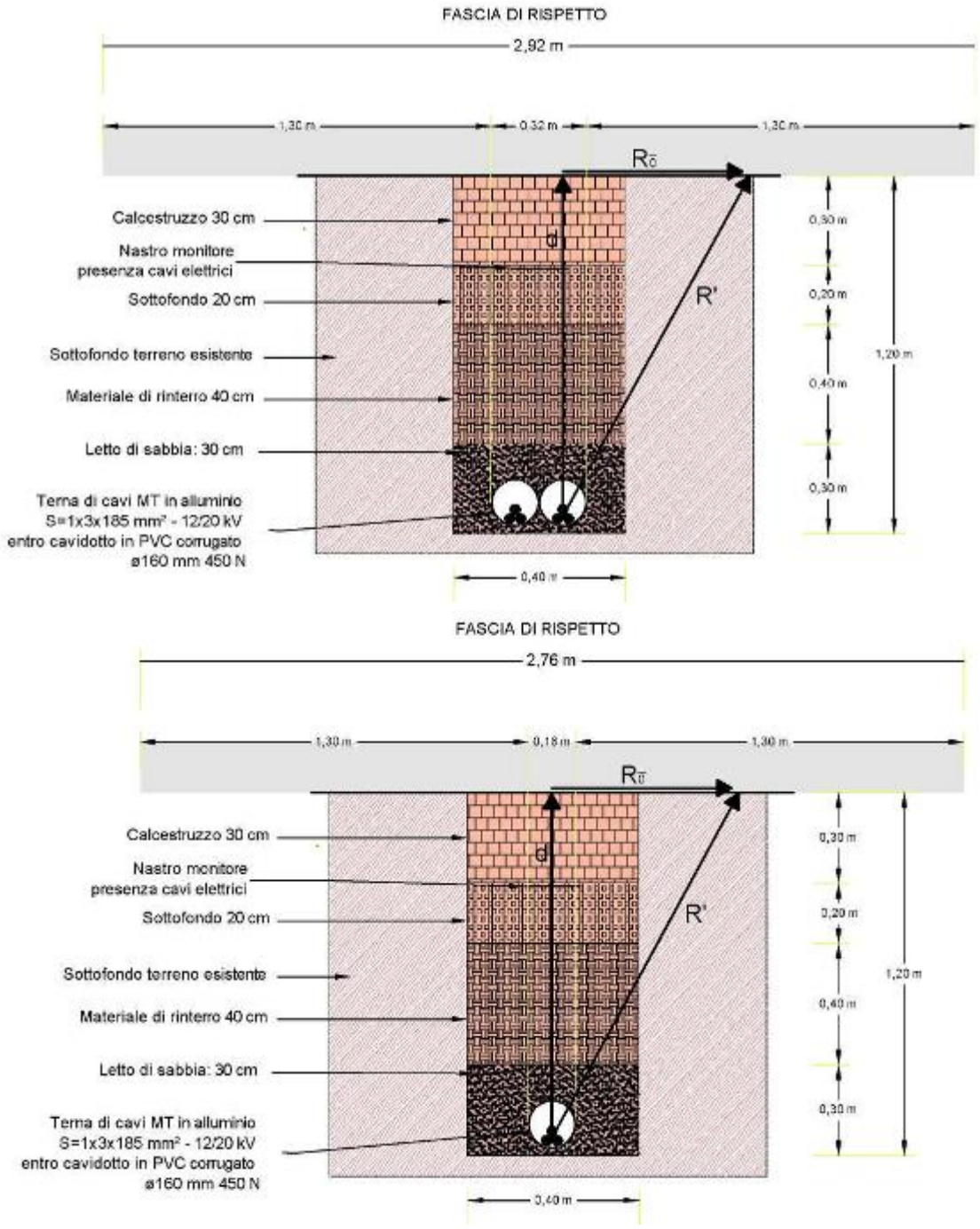
Tale soluzione prevede la realizzazione delle seguenti componenti:

- Cavo interrato al 185 mm2 (terreno)m 100, apparecchiature per elecontrollo up e modulo gsm 1,cavo interrato al 185 mm2 (asfalto)m 700,fornitura e posa 2 scomparti di linea + consegna 1
- linea cavo aereo al 35 mm2m 630, mont. elet. scomp. di sez. linea mt in cabina esistente1, apparecchiature per telecontrollo up e modulo gsm1, mont. elet. scomp. di sez. linea mt in cabina esistente1"

La connessione alla rete elettrica MT avviene per mezzo di cavidotto interrato DN 160 mm della lunghezza in pianta di 680 m circa, il quale viene posato sul sedime della SP 548, procedendo verso valle fino a raggiungere la cabina elettrica esistente in fregio alla strada stessa.

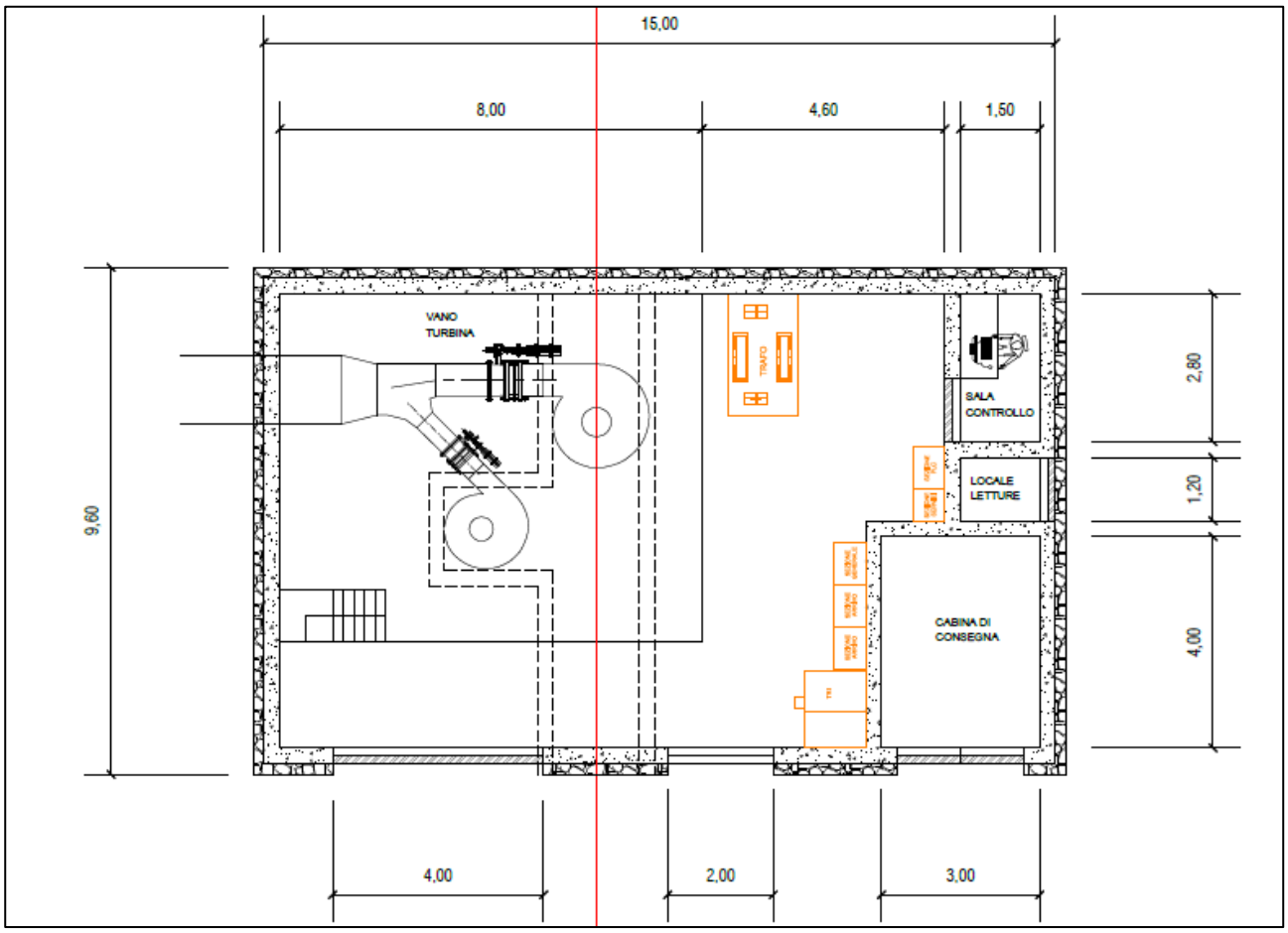


Percorso cavidotto MT evidenziato in viola



Sezione di scavo

La cabina di consegna ENEL viene posizionata all'interno di un vano del fabbricato centrale di dimensioni interne minime 3x4x2.7 m come da standard Enel.
Il locale letture viene posizionato all'interno di un vano del fabbricato centrale di dimensioni interne minime 1.2x1.2x2.7 m come da standard Enel.



Layout edificio centrale con cabina di consegna



Cabina secondaria esistente Cappellaio

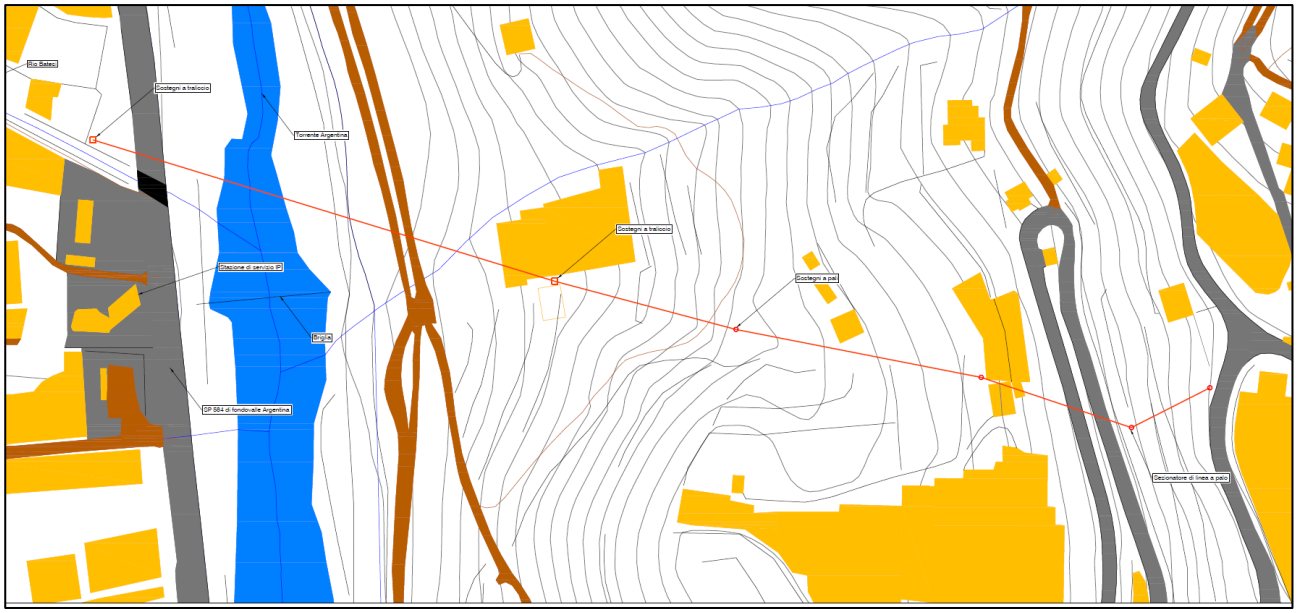
E’ inoltre necessaria la sostituzione di ca 650 m di cavo aereo su una linea elettrica in comune di Taggia, per la quale è prevista la rimozione della terna di cavi in corda nuda e la sostituzione con cavo elicord.

La tratta è posizionata in corrispondenza della terza briglia da valle lungo il Torrente Argentina, alla confluenza col rio Batesi in corrispondenza della stazione di servizio IP lungo la strada fondovalle Argentina.

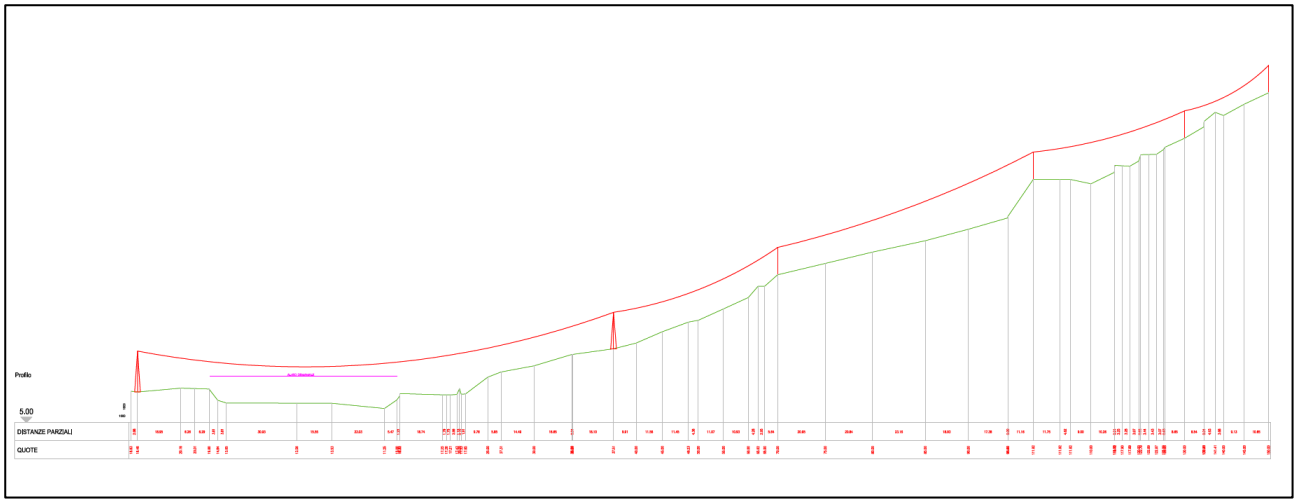
La linea è costituita da 2 sostegni a traliccio per la campata di scavalco del Torrente Argentina e da 4 sostegni a palo in cemento.

La sostituzione costituisce una miglioria sotto il profilo delle emissioni elettromagnetiche, che sono nulle con i cavi elicord.

Trattandosi di intervento su linea esistente non sono necessari asservimenti sulle aree oggetto dei lavori o autorizzazioni di accesso in alveo.



Planimetria linea esistente con cavi da sostituire in Comune di Taggia



Profilo linea esistente con cavi da sostituire in Comune di Taggia

5.1 Indirizzo del sito dell'impianto.

Strada Provinciale 548 snc, 18028 Montalto Carpasio (IM)

5.2 Dati di Connessione alla rete elettrica pubblica.

L'impianto idroelettrico utilizzerà per la connessione il seguente punto di connessione di cui si riportano i dati caratteristici.

Nome Impianto:	Argentina Montalto
Titolare del contratto di fornitura:	Idroelettrica 2021
Codice di rintracciabilità:	323132467
Codice POD:	IT001E106317780 (Art. 37, c.1 Delibera 111/06)
Numero presa:	0884972000001
Numero di fornitura	106317780
Potenza contrattuale:	1155 kW.
Potenza disponibile:	1155 kW

5.3 Sistema di distribuzione e tensione di esercizio.

La tensione di collegamento tra linea MT e locale ente distributore sarà di 15kV–50Hz.

La tensione nominale di alimentazione all'interno della cabina avrà i seguenti valori convenzionali:

400 V - 50 Hz per la tensione concatenata dei circuiti trifase

230 V - 50 Hz per la tensione stellata (di fase) dei circuiti monofase

5.4 Locale di consegna

La cabina elettrica prevista è un locale dedicato ricavato all'interno della centrale idroeelettrica. Risulta costituita da un unico locale tecnico misure 3.0 x 4.0 m ad uso esclusivo di E-Distribuzione contenente le apparecchiature di protezione e comando MT.

E' previsto un altro locale 1.2x1.2 m dedicato all'alloggiamento del misuratore e l'altro

I locali risultano realizzati conformemente a quanto previsto nella CEI 0-16 ultima edizione, alla guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione ultima edizione, nonché conformemente alle prescrizioni Enel Distribuzione
Il locale di consegna verrà predisposto per la posa di un trasformatore MT/BT.

I componenti elettromeccanici verranno interamente assemblati in stabilimento assieme alle strutture secondo la norma CEI EN 62271-202.

5.5 Cavi elettrici e di cablaggio.

Il collegamento elettrico tra il punto di consegna dell'impianto di generazione ed il sezionatore da palo ENEL avviene tramite una terna di cavi in rame da 185 mm^2 entro cavidotto corrugato ø 160 mm con uno sviluppo di circa 680 m ca

I cavi e le canaline sono posati secondo quanto descritto dalle norme CEI 11-17.

In generale il cablaggio elettrico avviene per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame scelti in funzione della effettiva tensione di esercizio e portata e del tipo unificato e/o armonizzato e non propaganti l'incendio e con le seguenti prescrizioni:

sezione delle anime in rame opportunamente dimensionati in modo da contenere la caduta di potenziale entro il 3% del valore misurato da qualsiasi punto dell'impianto elettrico al gruppo di conversione;

Tipo ARG7OCR per il sistema di distribuzione in corrente alternata se installati in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;

I cavi sono tutti contrassegnati e chiaramente identificabili: quelli del sistema a corrente continua e/o di segnale da quelli del sistema a corrente alternata.

5.6 Impianto di messa a terra

5.6.1 Generalità.

L'impianto di terra dell'impianto ha lo scopo di assicurare la messa a terra degli involucri dei quadri elettrici al fine di prevenire pericoli di elettrocuzione per tensioni di contatto e di passo secondo le Norme CEI 11-8. La rete di terra ha inoltre lo scopo di disperdere a terra le correnti che transitano attraverso i varistori di protezione previsti.

Per impianto di messa a terra s'intende l'insieme dei dispersori, dei collettori o nodi, dei conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità, destinato a realizzare la messa al potenziale del terreno delle parti metalliche ai fini della protezione.

Il cavo che verrà utilizzato segue le specifiche Enel DC4384 con matricola 332284.

La messa a terra è necessaria per permettere il regolare esercizio degli impianti: in tal caso si parla di messa a terra di funzionamento.

Questa sezione tratta i criteri di scelta, dimensionamento ed installazione degli elementi ai fini della messa a terra di protezione.

L'impianto di terra ai fini della protezione è stato progettato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione, fissando a tal fine le dimensioni minime previste dalle Norme CEI 64-8 e 11-1 sia per i dispersori che per i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità;

essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;

evitare danni a componenti elettrici e beni;

garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Relativamente ai sistemi di distribuzione TN lato bassa tensione, ciò è garantito quando il coordinamento tra il valore dell'impedenza dell'anello di guasto e la corrente del dispositivo di protezione è tale da soddisfare la seguente relazione:

Zs x Ia < Uo

Dove

Z_s = Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il guasto e la sorgente;

U_o = tensione nominale tra fase e terra dell'impianto;

I_a = corrente d'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo definito in funzione della tensione nominale U oppure, per i circuiti di distribuzione (e in altre condizioni specificate dalla norme), tempo convenzionale non superiore a 5s; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale I_{dn}.

Per l'impianto in esame inoltre, a vantaggio ulteriore della sicurezza, la gran parte dei circuiti terminali risultano protetti con interruttori magnetotermici, condizione che garantisce sicuramente la relazione di cui sopra senza alcuna necessità di ulteriori verifiche sul campo.

5.6.2 Caratteristiche e dimensionamento dell'impianto di terra.

Per il dimensionamento dell'impianto sono stati considerati i seguenti parametri:

il valore della corrente di guasto a terra;

tipo e resistenza del dispersore utilizzato;

le caratteristiche del terreno in termini di resistività

L'impianto di terra è unico sia per la media che per la bassa tensione ed inoltre il neutro dell'impianto sarà anch'esso collegato a terra.

In attesa di ricevere lettera protocollata dall'ente distributore con le caratteristiche della rete di alimentazione lato MT che alimenta l'impianto sono state fatte le seguenti ipotesi e/o assunzioni:

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE	
Tensione	**15 kV ± 10%**
Corrente massima di esercizio del collegamento	**48 A**
Corrente di cortocircuito nel punto di consegna	**3,650 kA**
Corrente di cortocircuito trifase	**12,5 kA**
Frequenza	**50 Hz**
Esercizio del neutro	**Normalmente gestito a terra tramite impedenza**
Corrente di guasto a terra	**50 A**
Tempo di eliminazione del guasto	**>> 10 s**
Esercizio del neutro	**Isolato (brevi periodi)**
Corrente di guasto a terra	**191 A**
Tempo di eliminazione del guasto	**0,69 s**
Caratteristiche dell'alimentazione MT	**Conforme a Norma CEI 50 160**

Pertanto la verifica dell'impianto di terra è stata eseguita in entrambe le condizioni di esercizio del neutro, ovvero sia per il neutro compensato che isolato.

Il fase di progettazione esecutiva, appena ricevute da ENEL Distribuzione s.p.a. le caratteristiche della rete di alimentazione MT, verranno definiti in maniera esatta i parametri di riferimento ed eseguita la relativa progettazione di dettaglio.

Essendo in presenza di un sistema di distribuzione TT, in ottemperanza alla norma CEI 11-1, si ha che:

per il neutro compensato per tempi $t_F > 10$ s occorre verificare che la tensione di contatto in condizioni normali non superi i 75 V ($U_{Tp} = 75$ V) .

per il neutro isolato per tempi $t_F = 0{,}69$ s occorre verificare che la tensione di contatto in condizioni normali non superi i 134,375 V ($U_{Tp} = 134{,}375$ V)

Quindi il valore della resistenza di terra R_E dovrà risultare minore o uguale a:

$$R_E = \frac{1,5 * U_{TP}}{I_F}$$

dove I_F rappresenta il valore della corrente di guasto a terra

Numericamente nel caso specifico dovrà verificarsi che:

Esercizio con neutro compensato.

$$R_E = \frac{1,5 * 75}{50} = 2,25\Omega$$

Esercizio con neutro isolato.

$$R_E = \frac{1,5 * 134,375}{191} = 1,06\Omega$$

Risulta evidente che la condizione più sfavorita si verifica quando l'impianto di MT viene esercito con neutro isolato: pertanto il valore limite di resistenza di terra dell'impianto dovrà essere minore o uguale R_E (≤1,06 Ω).

5.6.3 Caratteristiche e misura della resistenza dell'impianto di terra

Lungo tutto il perimetro del box costituente la cabina, sarà presente un dispersore ad anello realizzato con corda di rame da 35 mm2 con l'aggiunta ai quattro angoli di dispersori a picchetti a croce 1500x35x35 mm infissi nel terreno meccanicamente alla profondità non inferiore a di 1,5 m.

Inoltre il box della cabina elettrica presenta un'armatura metallica in rete elettrosaldata in modo da realizzare una maglia equipotenziale su tutta la struttura (gabbia di Faraday) collegata all'impianto di terra al fine di proteggere le apparecchiature interne da sovratensioni atmosferiche e limitare a valori trascurabili gli effetti delle tensioni di passo e contatto.

A fine lavori pertanto dovrà essere effettuata la misura della resistenza di terra dell'impianto che dovrà essere ≤ ai valori sopra riportati

Nodo equipotenziale di terra: elemento per la connessione al dispersore di terra del conduttore di terra, dei conduttori di protezione, di equipotenzialità, nonché i conduttori per la messa a terra funzionale, ove presente. E' prevista la realizzazione di più nodi connessi a quello principale, e ciò al fine di sezionare l'impianto di terra per evitarne il fuori esercizio totale in caso di interruzione di qualche collegamento nonché per favorire l'esecuzione dei lavori di manutenzione in zone separate e/o alle masse locali.

Il nodo equipotenziale dovrà essere collegato al conduttore principale di protezione, con un conduttore di sezione almeno equivalente a quella del conduttore di sezione più elevata collegato al nodo stesso. Le connessioni dovranno essere disposte in modo che esse siano chiaramente identificabili ed accessibili e in grado di essere scollegate individualmente.

Collettore (o nodo) principale di terra: e' l'elemento al quale confluiscono i conduttori di terra, i conduttori di protezione principali , i conduttori equipotenziali principali. Esso può essere costituito da un morsetto o da una barra meccanicamente robusti ed atti ad assicurare nel tempo la continuità elettrica. Dovrà essere possibile il sezionamento, solo mediante l'uso di un attrezzo, almeno del conduttore di terra per poter effettuare le verifiche.

Conduttore di terra (CT): è l'elemento destinato a collegare il dispersore al collettore di terra oppure i diversi elementi del dispersore fra loro ma che non e' in intimo contatto con il terreno (ciò non significa che debba essere isolato elettricamente da terra).

Il conduttore di terra può essere costituito da cavo isolato , corda metallica nuda, piattina metallica , tubi metallici o altri elementi strutturali metallici inamovibili con le seguenti caratteristiche di affidabilità , di continuità elettrica e resistenza alla corrosione:

percorso breve

giunzioni con saldatura a forte o con appositi robusti morsetti o manicotti protetti contro la corrosione

assenza di sollecitazioni meccaniche

opportuno dimensionamento

Conduttore di protezione (PE): conduttore per il collegamento delle masse al collettore principale di terra nonché per il collegamento di più nodi equipotenziali supplementari tra loro. In genere sono costituiti da cavi unipolari isolati o da anime di cavi multipolari isolate contraddistinte dal colore giallo verde. Si possono impiegare anche conduttori nudi a percorso indipendente o no dalla conduttura principale o altre strutture metalliche inamovibili con opportune caratteristiche di continuità elettrica e di affidabilità.

Conduttore equipotenziale (EQ): conduttore di protezione destinato a collegare le masse alle masse estranee e le masse estranee fra loro, al fine di assicurare la equipotenzialità.

Si distinguono dai conduttori di protezione per la loro funzione elettrica . Infatti i conduttori di protezione sono dimensionati per convogliare a terra, attraverso il dispersore , le correnti che si verificano per contatto franco fra una struttura massa ed un conduttore di fase facente parte dell'impianto stesso. I conduttori equipotenziali sono invece destinati a convogliare attraverso dispersori occasionali o contatti labili correnti di guasto di intensità del tutto imprevedibile in genere più basse della corrente di guasto a terra dell'impianto. Si distinguono in conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS).

I conduttori equipotenziali principali collegano le strutture metalliche principali dell'impianto collettore di terra con connessioni in genere realizzate alla base degli edifici eventualmente presenti.

I conduttori equipotenziali supplementari collegano in loco le masse estranee (in genere già collegate al collettore di terra) al morsetto di terra locale per costituire un'ulteriore sicurezza.

Relativamente alle sezioni dei suddetti conduttori si sono tenute in considerazione le prescrizioni della norma CEI 64/8 riassunte nei paragrafi successivi in funzione delle condizioni di posa:

Sezione minima dei conduttori di protezione (PE).
Sono state rispettate le sezioni precisate dalla tabella 54F della norma CEI 64-8 art. 543.1.2

La sezione del conduttore di protezione è stata scelta fra le seguenti possibilità (64-8 art. 543.1):

non inferiore al valore determinato dalla formula seguente:

$Sp = \sqrt{I^2 t} / K$

dove

Sp = sezione del conduttore di protezione in mm^2

I = corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione

t = tempo di intervento delle protezioni in secondi

K = fattore che dipende dal materiale del conduttore di protezione (ad esempio PVC = 115)

secondo la seguente tabella (tab. 54 F):

Sezione conduttore di fase	Sezione conduttore di protezione
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

La sezione del conduttore di protezione non facente parte della conduttura di alimentazione non è inferiore a:

2,5 mm^2 se protetto meccanicamente;

4 mm^2 se non protetto meccanicamente.

Quando un conduttore di protezione fosse comune a più circuiti è stato proporzionato alla sezione del conduttore di fase avente sezione maggiore.

Sezione minima del conduttore di terra.

Con riferimento all'art. 542.3 ed alla tabella 54A della norma CEI 64-8 le sezioni minime dei conduttori di terra si distinguono in relazione alla loro protezione meccanica e alla loro protezione contro la corrosione. Si hanno quindi:

conduttori privi di protezione contro la corrosione: sezione 25 mm^2 se in rame e 50 mm^2 se in ferro zincato;

conduttori protetti contro la corrosione e protetti meccanicamente: sezione in accordo con l'art. 543.1;

conduttori protetti contro la corrosione, ma non protetti meccanicamente: sezione 16 mm^2 se in rame e 16 mm^2 se ferro zincato.

Sezione minima dei conduttori equipotenziali principali.

In accordo all'art. 547.1.1 della norma CEI 64-8, la sezione non è inferiore alla metà del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto con un minimo di 6 mm^2.

Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi i 25 mm^2, se in rame o una sezione di conduttanza equivalente se il conduttore è di materiale diverso.

Sezione minima del conduttore equipotenziale supplementare.

Con riferimento all'art. 547.1.2 della norma CEI 64-8, si distinguono due tipi di collegamento:

tra due masse la sezione è non inferiore alla più piccola sezione del conduttore di protezione di una delle due masse;

tra una massa e una massa estranea ha una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Realizzazione degli impianti messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti .
Il dispersore può essere "intenzionale" quando è installato unicamente per scopi inerenti alla messa a terra dell'impianto elettrico oppure di "fatto" quando si utilizza una struttura avente altri scopi primari.

Sono ad esempio dispersori di fatto le armature metalliche interrate nelle fondazioni in calcestruzzo, le camicie metalliche dei pozzi, tubazioni metalliche interrate etc. In ogni caso un elemento fa parte del dispersore se contribuisce in maniera significativa alla dispersione delle correnti, oppure se, essendo necessario al funzionamento, e' soggetto all'azione corrosiva del terreno: per esempio una corda nuda direttamente interrata, destinata a collegare fra loro due parti disperdenti, fa parte del dispersore; la stessa corda se isolata dal terreno e protetta dall'azione corrosiva non fa più parte del dispersore bensì del conduttore di terra (CT).

Per facilitare la realizzazione dell'impianto di messa terra e la verifica della sua funzionalità, in ciascun locale tecnico potrà essere installato un nodo equipotenziale a cui siano collegate le seguenti parti situate, o che possono entrare, nella zona paziente:

- masse (conduttori di protezione);
- masse estranee (conduttori equipotenziali);
- schermi se installati, contro le interferenze elettriche;
- eventuali griglie conduttrici del pavimento;
- l'eventuale schermo metallico del trasformatore di isolamento.

La sezione nominale dei conduttori equipotenziali non dovrà essere inferiore a 6 mm^2.

La derivazione dal conduttore di maglia è fatta con morsetto bifilare a compressione, mentre il collegamento alla carpenteria da mettere a terra è fatto con capocorda a compressione. Particolare cura è rivolta ad evitare che nelle zone di contatto rame superficie di acciaio zincato si formino coppie elettrochimiche soggette a corrosione per effetto di eventuali correnti di dispersione.

5.7 Contributo al cortocircuito impianto di generazione.

Si riporta la definizione dei parametri di sequenza, in particolare si riportano gli elementi fondamentali per i singoli componenti dell'impianto, ovvero:

- reattanze longitudinali di sequenza per Generatori;
- resistenze e reattanze longitudinali di sequenza per linee e cavi in BT;
- reattanze trasversali di sequenza per linee e cavi BT.

5.7.1 Generatori.

Per il generatore idroelettrico si suppone un contributo al corto circuito pari a 4 volte la corrente nominale del generatore eolico, in quanto macchina asincrona:

$$\dot{X}_1'' = \dot{X}_2'' = \frac{A_G}{4 \cdot A_n}$$

e

$$\dot{X}_0'' = 0{,}30 \cdot \dot{X}_1''$$

dove

- A_n è la potenza nominale apparente in MVA del gruppo generatore
- X_1" è la reattanza suBTransitoria diretta dell'inverter in per unit (p.u.);
- X_2" è la reattanza suBTransitoria inversa dell'inverter in per unit (p.u.);
- X_0" è la reattanza suBTransitoria omopolare dell'inverter in per unit (p.u.).

5.7.2 Cavi e linee.

$$\dot{R}_1 = \dot{R}_2 = R_L \cdot \frac{A_G}{V_n^{\,2}}$$

$$\dot{X}_1 = \dot{X}_2 = X_L \cdot \frac{A_G}{V_n^{\,2}}$$

da cui

$$\dot{Z}_1 = \dot{Z}_2 = \dot{R}_1 + j \cdot \dot{X}_1$$

analogamente

$$\dot{R}_0 = R_{0L} \cdot \frac{A_G}{V_n^{\,2}}$$

$$\dot{X}_0 = X_{0L} \cdot \frac{A_G}{V_n^{\,2}}$$

da cui

$$\dot{Z}_0 = \dot{R}_0 + j \cdot \dot{X}_0$$

dove

- V_n è la tensione nominale in kV della linea;
- R_L è la resistenza in □ della linea;
- R_1 è la resistenza diretta della linea in per unit (p.u.);
- R_2 è la resistenza inversa della linea in per unit (p.u.);
- Z_1 è l'impedenza diretta della linea in per unit (p.u.);
- Z_2 è l'impedenza inversa della linea in per unit (p.u.);
- X_L è la reattanza in □ della linea;

- X_1 è la reattanza diretta della linea in per unit (p.u.);
- X_2 è la reattanza inversa della linea in per unit (p.u.);
- R_{0L} è la resistenza omopolare in □ della linea;
- R_0 è la resistenza omopolare della linea in per unit (p.u.);
- X_{0L} è la reattanza omopolare in □ della linea;
- X_0 è la reattanza omopolare della linea in per unit (p.u.);
- Z_1 è l'impedenza omopolare della linea in per unit (p.u.).

Per i cavi si rimanda a quanto appena detto in relazione alle linee, ricordando che per i cavi oltre ai parametri longitudinali sono importanti anche i parametri trasversali ed in particolare la capacità verso terra, soprattutto quella omopolare, C_0, per la valutazione della corrente da guasto monofase verso terra.

5.7.3 Correnti di guasto.

Definita l'impendenza longitudinale equivalente in p.u. nel punto di guasto alla sequenza diretta, inversa e omopolare come:

$$\dot{Z}_{1g} = \sum_{i=1}^{n} \dot{R}_{1i} + j \cdot \sum_{i=1}^{n} \dot{X}_{1i}$$

$$\dot{Z}_{2g} = \sum_{i=1}^{n} \dot{R}_{2i} + j \cdot \sum_{i=1}^{n} \dot{X}_{2i}$$

$$\dot{Z}_{0g} = \sum_{i=1}^{n} \dot{R}_{0i} + j \cdot \sum_{i=1}^{n} \dot{X}_{0i}$$

Le correnti di guasto in termini di modulo (A) e di fase (°) sono calcolati con le seguenti espressioni:

a) Corto circuito monofase[1].

$$I_{cc1} = I_R = \frac{1}{\left(\dot{Z}_{1g} + \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{0g}\right)} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot A_G}{V_n}$$

b) Corto circuito bifase senza terra[2].

$$I_{cc2} = I_S = -I_T = \frac{j \cdot \sqrt{3}}{\left(\dot{Z}_{1g} + \dot{Z}_{2g}\right)} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot A_G}{V_n}$$

[1] Si suppone un guasto sulla fase R (fase S e fase T integre).

[2] Si suppone un guasto fra la fase S e la fase T (fase R integra).

c) Corto circuito bifase con terra[3].

$$I_S = \frac{-j \cdot \left(\dot{Z}_{0g} - \alpha \cdot \dot{Z}_{2g}\right)}{\left(\dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{0g} + \dot{Z}_{2g} \cdot \dot{Z}_{0g}\right)} \cdot \frac{A_G}{V_n}$$

$$I_T = \frac{j \cdot \left(\dot{Z}_{0g} - \alpha^2 \cdot \dot{Z}_{2g}\right)}{\left(\dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{0g} + \dot{Z}_{2g} \cdot \dot{Z}_{0g}\right)} \cdot \frac{A_G}{V_n}$$

dove rappresenta il fattore complesso di Fortscue pari a $e^{j90°}$.

d) Corto circuito trifase.

$$I_R = \frac{1}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

$$I_S = \frac{\alpha^2}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

$$I_T = \frac{\alpha}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

Applicando le formule e le ipotesi illustrate di cui sopra, si valuta che il contributo al corto circuito dell'intero impianto di generazione al punto di consegna (in bassa tensione a 400 V) non è superiore al 0,385 kA[4].

6 Valutazione preliminare impatto elettromagnetico.

6.1 Premessa.

Si premette che il progetto, nella localizzazione dell'impianto, ha tenuto conto degli aspetti territoriali ed ambientali esistenti.

L'impianto pertanto verrà realizzato in un'area piuttosto urbanizzata e sarà realizzato secondo la planimetria allegata.

E' possibile anticipare fin d'ora che l'uso di linee elettriche interrate mitiga notevolmente le problematiche relative alle emissioni di campi magnetici. Ciò è dovuto alla compensazione delle componenti vettoriali associate alle tre fasi della linea, per effetto della reciproca vicinanza dei cavi (che essendo isolati, possono essere accostati l'uno all'altro, come non può farsi per una linea aerea), e del loro eventuale avvolgimento ad elica (in ogni caso non è previsto la posa di un cavo ti tipo RX).

[3] Si suppone un guasto fra la fase S e la fase T (fase R integra).

[4] Come ulteriore ipotesi cautelativa si sono trascurate le impedenze dei cavi di collegamento che hanno un effetto drenante che esso ha sulla corrente di guasto.

L'analisi di impatto elettromagnetico è stata effettuata utilizzando modelli di simulazione analitici che permettono una stima accurata dei valori di campo magnetico presenti nel caso reale.

Le valutazioni sono state effettuate utilizzando un principio cautelativo, ovvero assumendo le ipotesi peggiorative dal punto di vista delle emissioni da parte degli elettrodotti.

Nel documento sono illustrate le soluzioni da adottare per garantire il soddisfacimento dell'obiettivo di qualità per il valore di induzione magnetica lungo tutto il percorso delle linee elettriche.

Per minimizzare l'emissione da parte delle linee interrate, le tre fasi potranno essere disposte a 'trifoglio' ed avvolte ad elica. Tale configurazione permette di ridurre il valore del campo magnetico emesso rispetto alla configurazione a linee parallele. Tuttavia, non avendo a disposizione dati certi relativamente al passo dell'elica (parametro geometrico fondamentale per il calcolo del campo magnetico), si è preferito effettuare le valutazioni numeriche assumendo l'ipotesi di linee parallele. Questa ipotesi è chiaramente peggiorativa rispetto alla condizione reale e quindi cautelativi ai fini della sicurezza delle persone.

Per quanto riguarda il campo elettrico, la normativa definisce un limite di esposizione di 5 kV/m, ma non fa menzione di valori di attenzione o obiettivi di qualità per linee di media tensione. Ciò è dovuto al fatto che il campo elettrico (che è proporzionale alla tensione di esercizio) emesso da linee a media tensione (MT) è notevolmente inferiore a quello delle linee ad alta tensione (AT).

Inoltre, le linee a media tensione interrate prevedono la schermatura dei conduttori, soluzione tecnica che introduce un'ulteriore riduzione del campo elettrico emesso, oltre alla parziale mitigazione del campo magnetico per correnti indotte sullo schermo stesso.

Di conseguenza, il campo elettrico non è stato preso in considerazione, mentre per il campo magnetico si ha un ulteriore elemento favorevole alla sicurezza.

6.2 Normativa di riferimento

Le normative di riferimento applicate sono le seguenti:

- Legge 36/01
- D.M. 29/05/08

6.3 Analisi computazionale.

I calcoli che seguono servono a determinare l'induzione magnetica massima, la distanza di prima approssimazione (Dpa) e la fascia di rispetto, per i cavi e le cabine, utilizzando le formule previste nel D.M. 29/05/08 e nella guida CEI 106-11.

Si elencano qui di seguito i calcoli effettuati, considerando che per la DPA si è utilizzata la formula riportata all'art. 5.2.1 del D.M. 29.05.08, mentre per il calcolo di B, R' e R_0 le formule previste nella guida CEI:

1. $DPA = \sqrt{I} * 0{,}40942 * x^{0{,}5241}$ con x diametro esterno dei cavi, I la corrente transitante e DPA la distanza di prima approssimazione, che si determina soltanto con la portata dei cavi (valore massimo di I).
2. $B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$
3. $B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S*I}{R^2}$ I □□T□
4. $R' = 0{,}286 * \sqrt{S * I}$ [m]
5. $R_0 = \sqrt{0{,}082 * S * I - d^2}$ [m]

Secondo le leggi fisiche dell'elettromagnetismo, l'induzione magnetica B, il campo magnetico H e la corrente I, sono collegate tra loro dalle seguenti espressioni:

$$B \square \square\square H \; ; \; I = H * \frac{L}{N}$$

essendo

- B = induzione magnetica [Tesla]
- □ = permeabilità magnetica [Henry/spire^2·m]
- H = campo magnetico [Amperespire/m]
- I = Corrente [A]
- L = lunghezza della spira [m]
- N = numero di conduttori

Essendo inoltre in presenza di materiali diamagnetici o paramagnetici, si può ipotizzare che la permeabilità magnetica coincida permeabilità del vuoto e pertanto la si può ritenere nota e costante.

In questa ipotesi le superiori equazioni permettono di scrivere che: I = kB dove k è una costante e pertanto si può ipotizzare lineare la curva di B = f·(I)

In funzione delle misure di induzione magnetica effettuate sul campo e delle correnti misurate o ipotizzate, si possono calcolare, in prima approssimazione, i valori sul campo dell'induzione: in funzione della massima corrente prevista nei cavi.

6.4 Analisi con la massima corrente prevista nei cavi.

In questo paragrafo si fa riferimento al caso peggiore riscontrabile che corrisponde alla sezione normalizzata massima prevista in questo momento da Enel D. nella posa di linee in Media Tensione per connessioni di questo tipo.

Con approccio cautelativo la verifica di queste condizioni permettono automaticamente il rispetto della normativa vigente per tutte le altre configurazioni e/o installazioni aventi cavi MT di sezione inferiore.

Linea ENEL

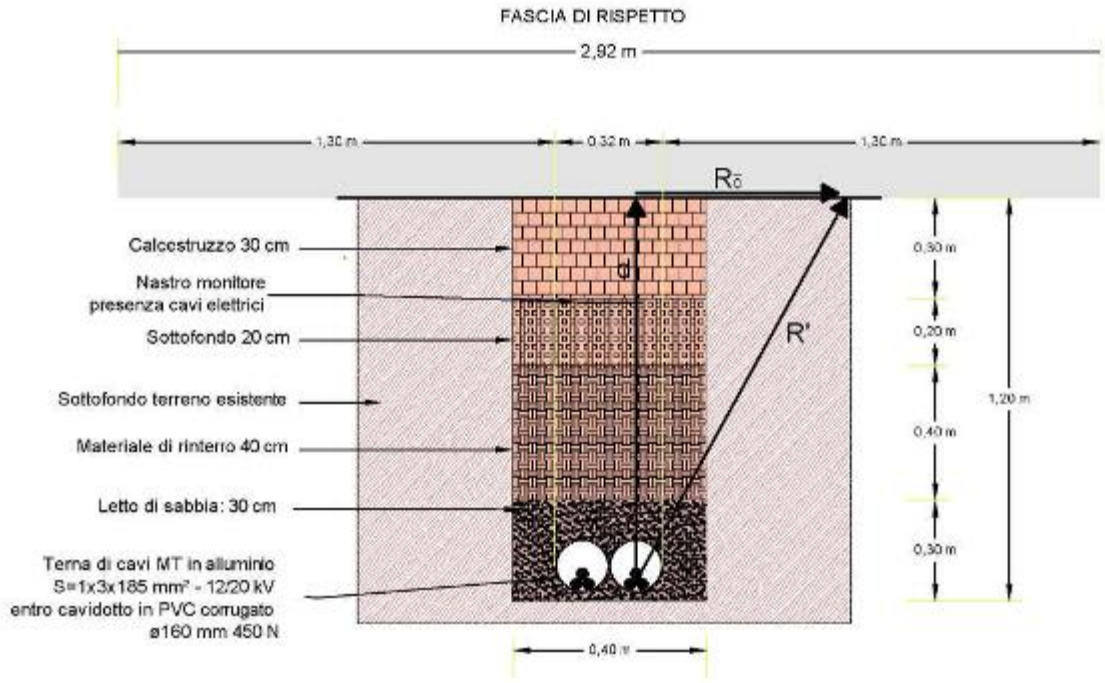
- Cavidotto in rame 1x3x185 mm^2
- $D_e = 32$ mm
- Corrente massima $I_x = 347$ A
- Profondità di posa $= 1{,}20$ m
- Disposizione: a elica
- $B_{185} = \frac{0{,}1*\sqrt{6}*0{,}032}{4} * 347 = 0{,}68$ □□
- $DPA = \sqrt{347} * 0{,}40942 * 0{,}032^{0{,}5241} = 1{,}30\ m$
- $R' = 0{,}286 * \sqrt{0{,}032 * 347} = 0{,}96\ m$
- $R_0 = \sqrt{0{,}082 * 0{,}032 * 347 - 1{,}20^2} =$ negativo

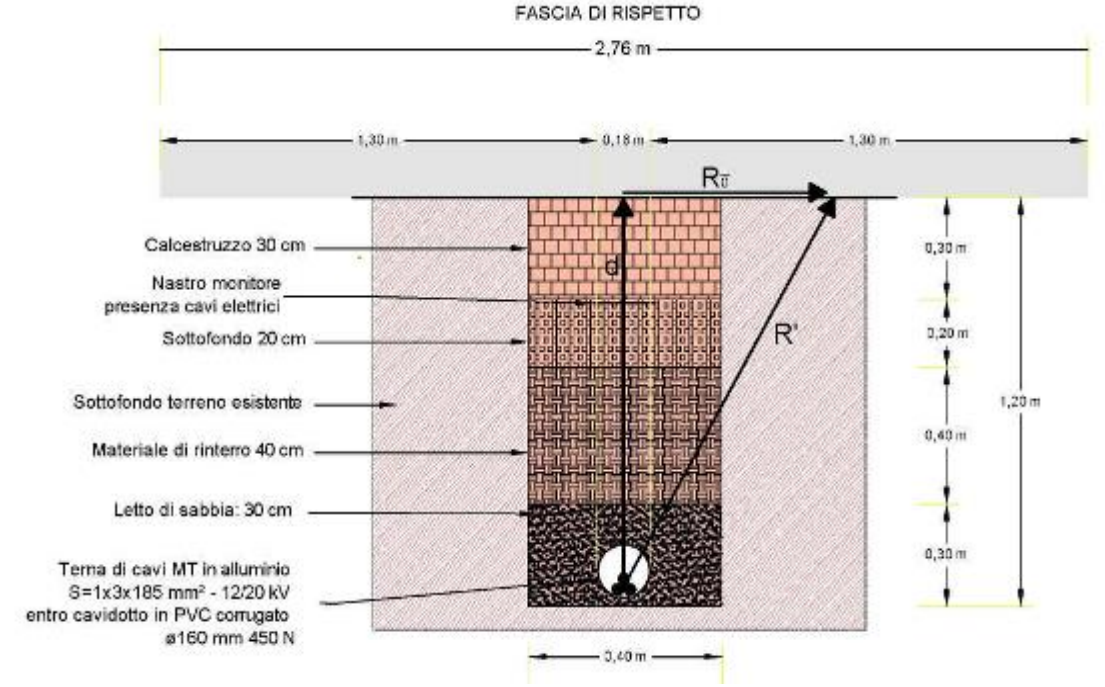
Analogamente, come per il calcolo della distanza di prima approssimazione (DPA), è stata calcolata l'induzione magnetica per la corrente massima prevista nei cavi installati, utilizzando le approssimazioni precedentemente citate.

Per l'impianto si è considerata quindi come distanza di prima approssimazione quella massima ottenuta e cioè DPA $= 1{,}30$ m e quindi la fascia di rispetto complessiva è pari a 3,00 m.

Il valore dell'induzione elettromagnetica è comunque sempre << 3□T, che è l'obiettivo di qualità, in qualsiasi zona dell'impianto.

In conclusione, dalle verifiche eseguite si può affermare che l'impianto è stato dimensionato in modo da essere conforme ai contenuti del D.M. 29/05/08 ed è stato progettato nel pieno rispetto dei contenuti di cui all'art.6 del richiamato decreto.


FASCIA DI RISPETTO
2,92 m
1,30 m
0,32 m
1,30 m
Rō
Calcestruzzo 30 cm
Nastro monitore
presenza cavi elettrici
Sottofondo 20 cm
Sottofondo terreno esistente
Materiale di rinterro 40 cm
Letto di sabbia: 30 cm
Terna di cavi MT in alluminio
S=1x3x185 mm² - 12/20 kV
entro cavidotto in PVC corrugato
ø160 mm 450 N
d
R'
0,30 m
0,20 m
0,40 m
0,30 m
1,20 m
0,40 m


FASCIA DI RISPETTO
2,76 m
1,30 m
0,18 m
1,30 m
Rō
Calcestruzzo 30 cm
Nastro monitore
presenza cavi elettrici
Sottofondo 20 cm
Sottofondo terreno esistente
Materiale di rinterro 40 cm
Letto di sabbia: 30 cm
Terna di cavi MT in alluminio
S=1x3x185 mm² - 12/20 kV
entro cavidotto in PVC corrugato
ø160 mm 450 N
d
R'
0,30 m
0,20 m
0,40 m
0,30 m
1,20 m
0,40 m

7 Lavorazioni previste.

Per il completamento dell'impianto sono state previste le seguenti lavorazioni:

- installazione del cantiere con la recinzione delle aree di cantiere, preparazione delle zone di deposito;
- scavo perimetrale, livellamento del terreno e posa dei cavidotti;
- adattamento della viabilità esistente e delle eventuali opere d'arte in essa presenti qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto al sito dei componenti e delle attrezzature;
- preparazione della copertura per l'alloggiamento dei componenti elettromeccanici
- installazione delle apparecchiatura elettrica (inverter e quadri elettrici).
- realizzazione di eventuali opere minori di regimentazione idraulica;
- realizzazione di cavidotti o posa canalette per il collegamento dei quadri di campo;
- recupero delle aree di cantiere[5] ed eventuale sistemazione del terreno.
- Asfaltatura del tratto interessato dallo scavo relativo al cavidotto.

8 Conclusioni

Al termine dei lavori di realizzazione dell'impianto di generazione miniidroelettrico saranno stati rilasciati i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi della DM 37/08;
- certificazioni relative alle macchine installate

[5] ***La gestione delle forniture e dei lavori in sito e la gestione e lo smaltimento di qualsiasi tipologia di rifiuto derivante dall'esecuzione è fatta nell'integrale ottemperanza alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti.***

Tutto ciò premesso, il sottoscritto Matteo Motta, iscritto all'Albo degli Ingegneri di Monza e della Brianza (n°A 1752), per la progettazione di un impianto idroelettrico di potenza pari a 610 kW da installare in Comune di Isola del Cantone

DICHIARA

che l'impianto realizzato come descritto nel presente progetto è da considerare

"realizzato in conformità con le Norme CEI e quindi a regola d'arte"

Il tecnico

