



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 1 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE”

Sistema di terra





					
					
00	Emissione per FEED	GOLDER	IMPRO	IMPRO	20/11/2020
Indice di Rev.	Descrizione Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
Questo documento è di proprietà Eni Rewind S.p.A. che se ne riserva tutti i diritti.					

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 2 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Memorandum delle revisioni

Ind. Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 3 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	ANALISI DELLA SITUAZIONE E DEL DISPERSORE PREVISTO.....	5
3.	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA	8
3.1	DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLE TENSIONI DI CONTATTO AMMISSIBILI	8
3.2	DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLA RESISTENZA MECCANICA, ALLA CORROSIONE ED ALLA TENUTA DELLE CORRENTI DI GUASTO.....	9
3.3	MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL’IMPIANTO DI TERRA	10
4.	POTENZIALI TRASFERITI.....	12

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1 – Layout telo di capping</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 – Potenziali trasferiti: interconnecting con Herambiente</i>	<i>13</i>



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 4 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

1. INTRODUZIONE

Scopo della presente Relazione è quello di fornire la descrizione dell'impianto di terra a servizio della nuova piattaforma polifunzionale per il trattamento e la gestione dei rifiuti solidi di proprietà ENI Rewind, prevista in area Ponticelle Ravenna (RA).

Il livello di progettazione è FEED: il progetto non è idoneo per costruzione.

Il presente documento va consultato considerando anche i documenti di progetto delle altre discipline.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 5 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

2. ANALISI DELLA SITUAZIONE E DEL DISPERSORE PREVISTO

Lo stabilimento sarà alimentato da fornitura in MT a tensione 15 kV. Sulla base dei dati resi noti dal Distributore a stabilimenti limitrofi, allo stato attuale della progettazione sono ragionevolmente ipotizzabili i seguenti dati relativi alla fornitura (ed influenti sul dimensionamento dell'impianto di terra), che andranno comunque riverificati una volta noti i valori “ufficiali” comunicati dal Distributore:

- stato del neutro: compensato
- corrente di guasto monofase a terra: $\leq 50 \text{ A}$
- tempo di eliminazione guasto monofase a terra: $\gg 10 \text{ s}$
- corrente di doppio guasto monofase a terra: $\leq 10,8 \text{ kA}$
- tempo di eliminazione doppio guasto monofase a terra: $\leq 0,35 \text{ s}$
- impianto di terra non inserito in un impianto di terra globale.



Lo stabilimento è caratterizzato dalla particolarità di avere una vasta porzione dell'area ricoperta con un telo di “capping” e non è ragionevolmente possibile posare dispersori sotto il “capping” (sia per le fasi temporali dei lavori, sia per la non trascurabile differenza di quota tra piano di stabilimento finito e telo di “capping”).

L'impianto di terra di stabilimento è previsto realizzato tramite un dispersore magliato in corda di rame nuda da 95 mm² (diametro dei singoli fili almeno 1,8 mm), in contatto con il terreno, posato in parte [a] su area non protetta dal “capping” ed in parte [b] su area in cui, negli strati sottostanti, è presente il telo di “capping”.

È evidente che la parte [b] del dispersore contribuirà relativamente poco alla dispersione delle correnti verso il terreno, pur svolgendo la fondamentale funzione di realizzare una buona equipotenzialità a livello del suolo.

Per l'individuazione della parte [a] e della parte [b] si può fare riferimento all'immagine seguente dove:

- la parte [a] è a sinistra della linea di sezione A-A;
- la parte [b] è campita in azzurro, a destra della linea di sezione A-A.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra			Pag. 6 di 13
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

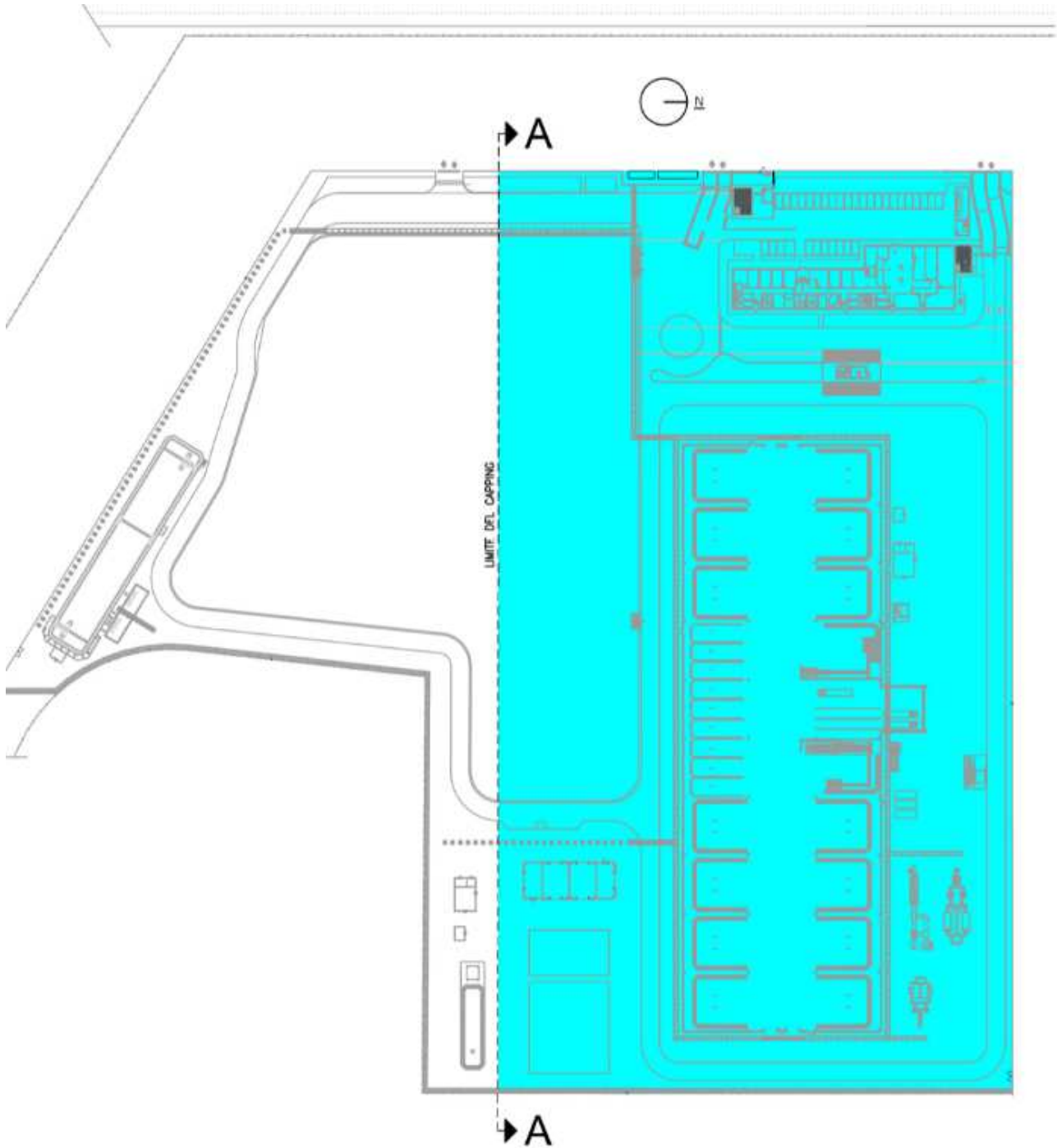




Figura 1 – Layout telo di capping

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 7 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	



Per il terreno presente sul piano di campagna “originale” – in base a caratteristiche riscontrate nelle aree limitrofe e tenuto conto della vicinanza delle valli – si può ragionevolmente considerare (cautelativamente) una resistività ρ_E di 100 Ωm (valore congruente con appendice J della norma CEI EN 50522 per terreno paludoso, terriccio, argilla, humus). E' tuttavia previsto un significativo riporto di terreno per arrivare fino alla quota finale del piano di stabilimento.

Per la posa del dispersore corrispondente alla parte [a], ovvero l'area priva del telo di “capping”, si dovrà procedere in uno dei seguenti modi:

- si posa almeno tutto l'anello più esterno (chiuso su stesso) del dispersore intenzionale (corda di rame nuda) corrispondente alla parte [a] direttamente a livello dell'attuale piano di campagna, prima di mettere il terreno di riporto, o, in alternativa:
- si inizia il riempimento con terreno di riporto avente una resistività ρ_E non superiore a 200 Ωm (terriccio, argilla, humus), verificandola con opportune misure, almeno fino alla quota di posa del dispersore; nella parte superiore il riempimento può proseguire con terreno di riporto senza particolari vincoli sulla resistività (nota: in tutti i casi, il terreno circostante la corda nuda del dispersore dovrà comunque essere privo di sassi, ciottoli, macerie, ecc. tali da poter danneggiare il dispersore stesso).

Il dispersore magliato – sia quello della parte [a] che quello della parte [b] – dovrà essere collegato in più punti ai ferri di armatura in acciaio delle strutture, delle fondazioni e delle platee (dimensioni minime dei ferri e numero collegamenti riportate più avanti).

Sono inoltre previsti vari collettori di terra, collegati al dispersore intenzionale, ai quali faranno capo i conduttori di terra, i conduttori equipotenziali principali per tutte le masse estranee, nonché i neutri dei trasformatori MT/BT (il sistema BT è di tipo TN-S).

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 8 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

3. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA

3.1 DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLE TENSIONI DI CONTATTO AMMISSIBILI

Sulla base di quanto sopra esposto, si decide di valutare la resistenza di terra dell'impianto tenendo conto di quanto segue:

- tenere in considerazione la sola parte di dispersore [a] (ovvero quella posata ove non è presente il telo di “capping”), che ha un'area di circa 14000 m² e perimetro di circa 540 m (si assume cautelativamente un perimetro di 500 m);
- considerare cautelativamente la resistività del terreno ρ_E di 200 Ω m, relativa al terreno di riporto (trascurando quella notevolmente inferiore degli strati sottostanti).

La resistenza di terra R_E del dispersore è stimabile con la formula (da CEI EN 50522, Appendice J):

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 \cdot D} \ln \left(\frac{2\pi D}{d} \right)$$

Dove:

ρ_E = resistività del terreno, assunta pari a 200 Ω m

D = diametro equivalente del dispersore, pari a L/p , dove L è il perimetro del dispersore; risulta quindi $D = 500 / p = 159$ m

d = diametro del conduttore (in metri), che vale 0,012 m per una corda in rame nuda da 95 mm²

Si ricava in tal modo un valore di $R_E \cong 1,44 \Omega$, approssimato per eccesso a:



$$R_E \cong 1,5 \Omega$$

Poiché state fatte diverse assunzioni cautelative, pare lecito attendersi un valore di R_E effettivo abbastanza inferiore.

Essendo la corrente di guasto monofase a terra non superiore a 50 A, si ricava una tensione totale di terra

$$U_E = 75 \text{ V} = \text{EPR (Earth Potential Rise)}$$

La tensione di contatto ammissibile U_{Tp} prevista da CEI EN 50522 vale 80 V per tempi di durata del guasto $t_f \gg 10$ s.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 9 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Si ricava pertanto che $UE (= EPR) < UTp$ e quindi (tenuto conto sia di CEI EN 50522 che di CEI 64-8 V1, sezione 422) si conclude che:



- l'impianto rispetta le tensioni di contatto previste dalla norma, senza necessità di procedere alla misura delle tensioni di contatto stesse;
- le masse dell'impianto elettrico utilizzatore BT (di tipo TN-S) possono essere collegate allo stesso impianto di terra relativo alle masse MT;
- non ci sono pericoli dovuti a tensioni trasferite dall'impianto in oggetto verso altri impianti (attraverso tubazioni, masse estranee, binari, ecc...): **vedere però quanto riportato più avanti riguardo al possibile trasferimento di potenziali in verso opposto.**

3.2 DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLA RESISTENZA MECCANICA, ALLA CORROSIONE ED ALLA TENUTA DELLE CORRENTI DI GUASTO

Come dispersore è previsto l'uso di corda di rame nuda di sezione 95 mm² con singoli fili di diametro almeno 1,8 mm. Tale tipo di dispersore è abbondantemente conforme a quanto previsto da CEI EN 50522 Allegato C ("Materiale e dimensioni minime dei dispersori per garantirne la resistenza meccanica e alla corrosione").

Per il dimensionamento nei confronti delle correnti di guasto, vale quanto segue:

- il dimensionamento va fatto sulla base della corrente di doppio guasto monofase a terra e relativo tempo di eliminazione (10,8 kA - 0,35 s); laddove la corrente di guasto si divide su più percorsi, è ammissibile considerare la quota parte di corrente che interessa ciascun percorso, ma, al momento, si preferisce qui considerare l'intera corrente di doppio guasto monofase (a parte quanto riportato nel seguito);
- come temperatura iniziale del dispersore, dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali, si può assumere il valore di 20 °C;
- come temperatura finale del dispersore, dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali, si assume cautelativamente il valore di 150 °C (in maniera da poter utilizzare anche conduttori in rame rivestiti in PVC per conduttori di terra ed equipotenziali e per ridurre le sollecitazioni termiche nei ferri annegati nel calcestruzzo);
- sulla base dell'allegato D a CEI EN 50522, si perviene ad una densità di corrente ammissibile nel rame (per tempi di eliminazione del guasto di 0,35 s e considerando le temperature iniziali e finali sopra esposte) pari a circa 245 A/mm²; di conseguenza, per l'intera corrente di doppio guasto monofase (10,8 kA) servono conduttori di sezione normalizzata almeno 50 mm². Il dispersore scelto rispetta con larga abbondanza quanto sopra;



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 10 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- come conduttori di terra e conduttori equipotenziali principali si dovranno utilizzare cavi in rame di sezione almeno 50 mm² (ovviamente protetti contro la corrosione ed il danneggiamento meccanico ove necessario). Per i conduttori equipotenziali, laddove sia ragionevole ipotizzare che gli stessi siano interessati solo da una quota parte della corrente di doppio guasto, non superiore al 50% di quella totale (ad esempio per il collegamento di masse estranee solo interne allo stabilimento, previa valutazione caso per caso), è possibile l'utilizzo di cavi in rame di sezione non inferiore a 25 mm²;
- per tutti gli schermi dei cavi collegati a terra ad entrambe le estremità (non solo quelli MT, ma anche quelli BT e di strumentazione, laddove presente tale situazione), si dovrà far sì che in parallelo agli schermi stessi esistano percorsi per la corrente di guasto, tali da far sì che gli schermi stessi siano interessati solo da una quota parte della corrente, compatibile con gli schermi medesimi (in base alle caratteristiche degli schermi fornite dal Costruttore dei cavi); tale incombenza non risulta in linea generale troppo gravosa o difficile da soddisfare, essendo stata prevista una rete di terra magliata abbondantemente dimensionata, tale da presentare bassa impedenza tra un punto e l'altro della rete di terra stessa;
- i ferri di armatura (in acciaio) delle strutture in calcestruzzo e platee dovranno essere collegati alla rete di terra con conduttori di rame nudo da 95 mm² con diametro dei fili almeno 1,8 mm; i ferri di armatura dovranno avere la sezione minima prescritta da CEI EN 50522 allegato N punto a) - ovvero 50 mm² per l'acciaio, corrispondenti ad un diametro di 8 mm. Tale sezione è in grado di rispettare la temperatura max. prescelta di 150 °C solo se i singoli ferri sono interessati da una corrente di guasto non superiore a 4,4 kA (inferiore quindi all'intera corrente di doppio guasto monofase a terra). Per ottenere ciò, in ciascun punto di collegamento tra ferri di armatura e dispersore intenzionale, dovranno essere connessi alla corda di rame nuda almeno quattro diversi ferri di armatura. Tale numero potrà essere eventualmente ridotto a tre per ferri di armatura di diametro almeno 10 mm.
- la metodologia per il dimensionamento dei conduttori di protezione (PE) delle linee di alimentazione BT è indicata nel documento “Calcolo cavi elettrici” (rif. 090026-ENG-C-CA-3095) e tabelle di dimensionamento condutture e protezioni allegate ad esso.



3.3 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra in oggetto (previa la necessaria progettazione esecutiva), dovrà essere realizzato in accordo con la normativa vigente, tra cui si sottolinea la più volte citata CEI EN 50522, curando tra l'altro gli aspetti trattati agli allegati della norma:

- F - Provvedimenti sugli impianti di terra per ridurre gli effetti di interferenze ad alta frequenza;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 11 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- G - Provvedimenti specifici per la messa a terra di componenti elettrici e di impianti
- K - Installazione di dispersori e di conduttori di terra
- L - Misure in campo sugli impianti di terra
- M - Dettagli sull'ispezione in sito e documentazione degli impianti di terra
- N - Uso delle armature del calcestruzzo nell'impianto di terra.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra		Pag. 12 di 13	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

4. POTENZIALI TRASFERITI

Come già esposto in precedenza, la tensione totale di terra (o EPR: Earth Potential Rise) dello stabilimento è inferiore al valore delle tensioni di contatto ammesse dalla norma (UTp).

In tale situazione, lo stabilimento in oggetto non può trasferire verso l'esterno potenziali pericolosi.



Si osserva però che sono previste tre tubazioni (metalliche) provenienti da stabilimenti limitrofi (Herambiente, vedere doc. 090026-ENG-D-DG-3070 “*Planimetria tubazioni interconnecting Herambiente*”) che potrebbero trasferire dei potenziali pericolosi verso lo stabilimento in oggetto.

Si evidenzia che – per quanto noto a chi scrive – **lo stabilimento Herambiente risulta avere la rete di terra interconnessa con quella dello stabilimento Petrolchimico, che è dotato di connessioni a linee AT (sia a 132 kV che a 400 kV), con elevate correnti di guasto a terra e conseguenti elevati valori di EPR.**

Pertanto, anche al fine di mantenere separati gli impianti di terra, le tubazioni metalliche (o comunque conduttrici) provenienti da Herambiente, dovranno essere munite di idonei giunti isolanti (tensione di tenuta da valutare in accordo con Herambiente / Petrolchimico, in base ai valori di EPR previsti in tali stabilimenti), preferibilmente posti in prossimità del confine dello stabilimento. Lato “Ponticelle” (rispetto al giunto isolante) le tubazioni dovranno essere connesse al presente impianto di terra; la parte a monte del giunto (lato Herambiente) non dovrà essere collegata al presente impianto di terra e dovrà essere inaccessibile o opportunamente isolata; non dovrà essere possibile toccare simultaneamente parti in contatto con i lati a monte ed a valle dei giunti (interdizione, isolamento, o simili). Una soluzione ancora migliore è quella di installare due giunti isolanti, uno in prossimità del confine Herambiente ed uno in prossimità del confine “Ponticelle”.

Se le suddette tubazioni sono posate su rack metallici, vanno presi analoghi provvedimenti per evitare il trasferimento di potenziali tramite i suddetti rack (sarebbe opportuno posare tubazioni fuori terra su selle separate tra loro, vedere anche guida CEI 99-5 art. 9.4).

L'immagine seguente mostra un estratto del citato doc. 090026-ENG-D-DG-3070 in cui è individuato il passaggio delle tubazioni fra i due stabilimenti.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-S-ST-3085	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Sistema di terra			Pag. 13 di 13
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_002	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

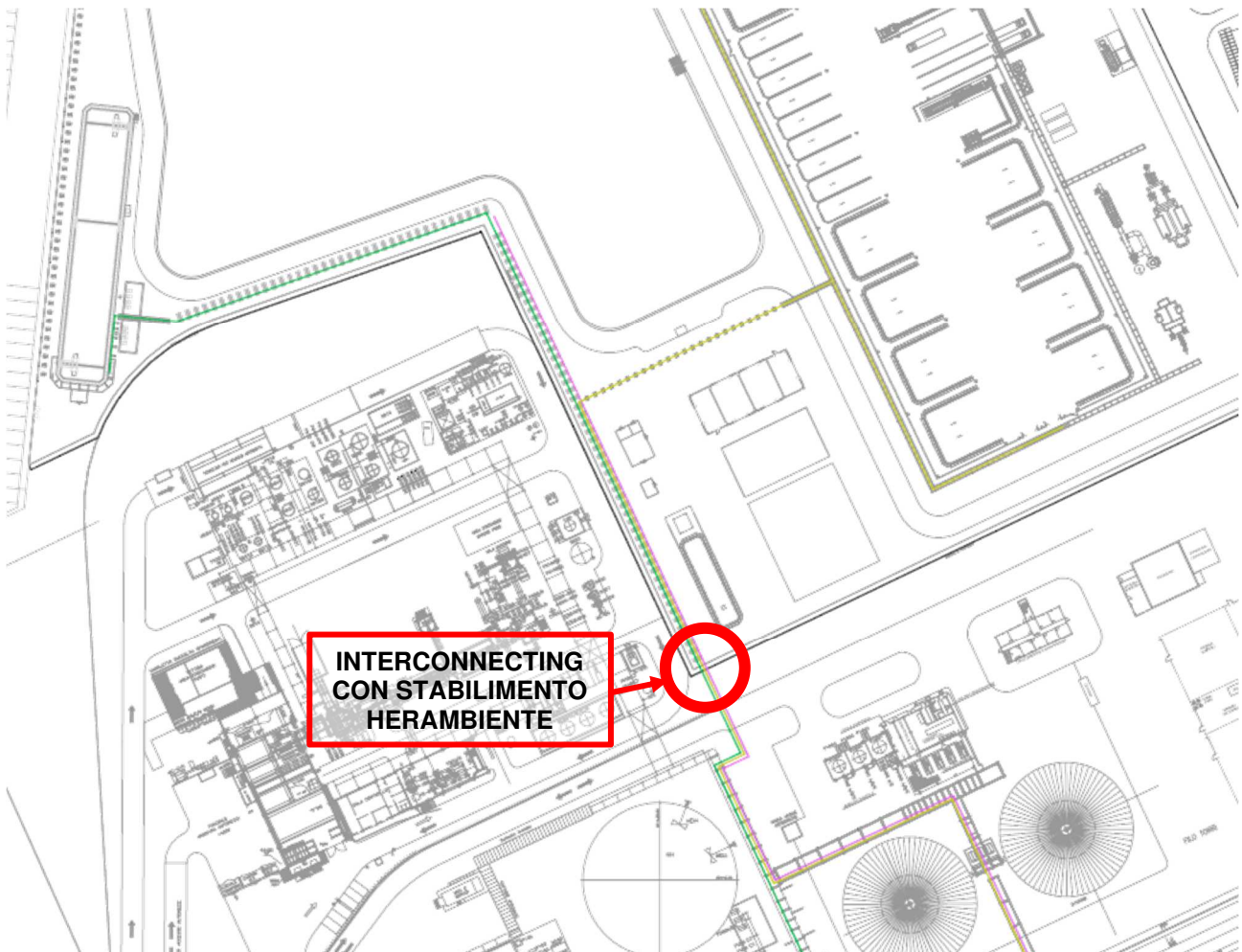


Figura 2 – Potenziali trasferiti: interconnecting con Herambiente

Vanno inoltre individuate eventuali situazioni simili relativamente a tubazioni da/a altri stabilimenti (per quanto noto, gli stabilimenti Orion, Cabot e Polynt, situati nelle vicinanze, sono nelle stesse condizioni, così come tutti gli stabilimenti presenti nell'area interna al polo Petrolchimico), prendendo gli stessi provvedimenti in precedenza descritti.

Nel caso fossero presenti condutture elettriche o di segnale da/a stabilimenti aventi elevati valori di EPR, dovranno essere prese opportune misure, quali trasformatori e/o interfacce di separazione con adeguato livello di isolamento. Per i segnali può essere opportuno optare per collegamenti in fibra ottica priva di guaina metallica.