

## CONSORZIO GENERALE DI BONIFICA DEL BACINO INFERIORE DEL VOLTURNO

VIA ROMA, 80 - CASERTA

“Comprensorio irriguo in sx Regi Lagni ~Lavori di costruzione della rete di adduzione primaria, secondaria e terziaria per il completamento dell’impianto irriguo in sinistra Regi Lagni”

### PROGETTO ESECUTIVO I Lotto 2° Stralcio ~ Sub Comprensorio Alto II Lotto ~ Sub Comprensorio Medio

<b>ALLEGATO M.2</b>	Disciplinare descrittivo e presentazione dell'impianto di protezione catodica
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

<b>IL PROGETTISTA:</b> Dott.Ing. Massimiliano Capezzuto	<b>IL R.U.P.:</b> Dott.Ing. Camillo Mastracchio
<b>IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</b> Geom. Giuseppe Conte Geom. Francesco Piccirillo P.I. Antonio D'Aiello	

Rev.	Data		Cod.
0	Novembre 2014	Emissione	P.E. 05-2014

## Sommario

1. – PREMESSA.....	1
2. – DESCRIZIONE DELLE OPERE DA PROTEGGERE.....	1
2.1 – Movimentazioni delle tubazioni .....	2
2.2 – Letto di posa .....	2
2.3 – Rivestimento giunzioni ed altre parti nude .....	2
2.4 – Reinterro.....	3
2.5 – Parallelismi, avvicinamenti e incroci con strutture di terzi .....	3
2.6 – Protezione di tratti in cunicolo.....	3
2.7 – Attraversamenti stradali .....	4
2.8 – Attraversamenti pensili.....	4
2.9 – Attraversamenti ferroviari.....	4
2.10 – Distanze dai sostegni di linee elettriche .....	5
2.11 – Attraversamenti di pareti in calcestruzzo armato.....	6
3. – NORME DI RIFERIMENTO .....	8
4. – DIMENSIONAMENTO DELL’IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA E GARANZIE DI FUNZIONAMENTO .....	9
5. – INDAGINI ELETTRICHE PRELIMINARI .....	13
5.1 – Resistività dell’ambiente di posa.....	13
5.2 – Rilievo dello stato elettrico.....	13
5.3 – Resistenza media d’isolamento delle condotte.....	13
6. – COLLAUDO TECNICO DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA.....	14
6.1 – Documentazione tecnica .....	14
7. – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....	16
7.1 – Giunti dielettrici.....	16
7.2 – Collegamenti equipotenziali.....	17
7.3 – Cavi elettrici .....	17
7.4 – Pozzetti segnacavi .....	18
7.5 – Pozzetti d’ispezione per messa a terra .....	18
7.6 – Posti di misura.....	18
7.7 – Elementi dispersori .....	20
7.8 – Alimentatore.....	21
7.8.1 – Caratteristiche elettriche .....	21
7.8.2 – Sistema di telecontrollo.....	22
TELELETTURA .....	22
TELEALLARMI .....	23
DATA LOGGER.....	23
TELECOMANDI.....	23
PROGRAMMAZIONE PARAMETRI .....	24
CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’APPARATO .....	24
Custodie per l’alloggiamento delle apparecchiature .....	27
7.9 – Elettrodo di riferimento al Cu-CuSO <sub>4</sub> fisso.....	29
8. – IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	31
9. – ATTIVITA’ AGGIUNTIVE .....	32

## 1. – PREMESSA

Il presente documento stabilisce le caratteristiche tecniche concernenti la fornitura e la posa in opera dei materiali e delle attività necessarie ad assicurare la **protezione catodica** delle condotte in acciaio relative ai lavori di *“Comprensorio irriguo in Sinistra Regi Lagni – Lavori di Costruzione della rete di adduzione primaria, secondaria e terziaria per il completamento dell’impianto irriguo in sinistra Regi Lagni – Progetto Esecutivo I lotto 2° Stralcio SUB A – II Lotto SUB M.*

## 2. – DESCRIZIONE DELLE OPERE DA PROTEGGERE

Le condotte da proteggere catodicamente sono schematicamente rappresentate nelle **Tavole 25**.

Le condotte saranno provviste di rivestimento isolante in polipropilene.

Nella tabella che segue sono indicati i diametri, le lunghezze delle condotte in acciaio e le superfici da proteggere.

TIPO	Diametro (mm)	Lunghezza (m)	Superficie esposta (mq)
RETE PRIMARIA ( $I.S \div K \div Pr/a$ )	400	1.825,0	2.292,2
RETE PRIMARIA ( $I.S \div K \div Pr/a$ )	500	264,0	414,48
RETE PRIMARIA ( $Pr/a \div Pr/e$ )	600	1.645,0	3.099,18
Totale		3.470,0	2.805,86

Per quanto riguarda la protezione catodica il primo e più difficile compito che si è chiamati a svolgere, durante la posa di una condotta, è garantire il miglior isolamento verso terra della condotta in acciaio.

**Mantenere un buon isolamento è la base per la realizzazione di un efficiente sistema di protezione catodica. Questo è il primo degli obiettivi da raggiungere.**

Isolare bene la condotta significa:

- preparare innanzitutto un letto di posa adeguato;
- evitare che durante la posa e il reinterro venga danneggiato il rivestimento;
- evitare che durante la posa, ma anche in tempi successivi, possano venire a contatto con la condotta delle strutture metalliche estranee.

Di seguito elenchiamo alcuni accorgimenti per la fase di posa delle condotte.

- Movimentazioni delle tubazioni

- Letto di posa
- Rivestimento giunzioni ed altre parti nude
- Reinterro
- Parallelismi, avvicinamenti e incroci con strutture di terzi
- Protezione di tratti in cunicolo
- Attraversamenti stradali
- Attraversamenti pensili
- Attraversamenti ferroviari
- Distanze dai sostegni di linee elettriche
- Attraversamenti di pareti in calcestruzzo armato

## **2.1 – Movimentazioni delle tubazioni**

Eeguire la movimentazione delle tubazioni e dei pezzi speciali, con fasce a superficie liscia.

Non utilizzare funi, cavi d'acciaio, catene e/o simili.

Non trascinare sul terreno le condotte e/o i pezzi speciali ed evitare al massimo che essi subiscano urti.

Non appoggiare mai le tubazioni sul terreno, ma su appoggi in legno interponendo fra queste e il tubo sacchetti di fibra di materiale plastico riempito di sabbia.

## **2.2 – Letto di posa**

Accertarsi che il letto di posa, nei limiti del possibile, sia privo di sassi, vetro, ciottolame, legno o qualunque altro oggetto che, con il peso della struttura, finisca con il danneggiarne il rivestimento a reinterro avvenuto.

Le condizioni ottimali si ottengono con un letto di materiale raffinato (sabbia).

## **2.3 – Rivestimento giunzioni ed altre parti nude**

Particolare attenzione va posta nel ripristino in opera della giunzioni dei tubi o di altre parti nude. In corrispondenza di tali zone si provvederà alla pulizia a fondo con spazzola metallica della superficie da rivestire, in modo che risulti esente da polvere, terra, scorie di saldatura, etc., quindi ad una mano almeno, di vernice bituminosa.

Quando la vernice sarà ben essiccata si procederà ad applicare uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm., infine verrà eseguita una fasciatura in doppio strato con tessuto di fibra

di vetro imbevuto di bitume a caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente.

E' possibile impiegare anche nastri in polietilene che hanno un miglior rendimento su condotte di grosso diametro.

Si raccomanda però l'impiego di almeno due tipi di nastro: uno di attacco ed anticorrosivo e l'altro di copertura resistente ad urti ed alterazioni.

I nastri non sono invece consigliati per piccole riparazioni.

#### **2.4 – Reinterro**

Al reinterro avere cura che sassi ed affini non piombino sulla condotta **almeno per il primo metro di ricoprimento**.

Ripristinare sempre i danni più evidenti che emergano ad un controllo visivo. Per fare ciò si consiglia l'impiego di catrame fuso senza altro materiale di apporto.

#### **2.5 – Parallelismi, avvicinamenti e incroci con strutture di terzi**

Nel caso si abbiano parallelismi o incroci con altre strutture metalliche interrato, si deve mantenere la massima distanza possibile da esse.

PER I PARALLELISMI:	<b>cm 100</b> per strutture URBANE
	<b>cm 200</b> per strutture EXTRAURBANE

PER GLI INCROCI:	<b>cm 30</b> per strutture URBANE
	<b>cm 50</b> per strutture EXTRAURBANE

Qualora non esista spazio sufficiente per rispettare questi limiti, si consiglia di provvedere all'interposizione di una lastra isolante, meccanicamente resistente (bachelite, neoprene, etc. di spessore 10 mm.), in modo che, in caso di assestamenti del terreno, non possa ugualmente avvenire il contatto metallico fra le due strutture.

#### **2.6 – Protezione di tratti in cunicolo**

Nel caso di tratti in cunicolo è necessario interporre, fra la condotta e l'appoggio, uno strato di materiale isolante (tela di gomma o neoprene) in modo da rendere perfettamente isolate le due strutture.

## 2.7– Attraversamenti stradali

Particolare attenzione andrà posta negli attraversamenti stradali.

Se questi ultimi sono effettuati con l'ausilio di controtubi in acciaio, è **indispensabile che le due strutture non vengano in contatto**.

Si suggerisce l'utilizzo di collari distanziatori i quali garantiscono, se perfettamente montati, un risultato ottimale ai fini dell'isolamento.

Tali collari sono venduti in set da accoppiare l'uno all'altro ed il loro numero varia in funzione del diametro del tubo. Sono di applicazione semplicissima e dal costo irrisorio

## 2.8 – Attraversamenti pensili

Nel caso di tratti aerei inserire, fra le condotte e le sellette di appoggio, lastre o guaine di materiale dielettrico (gomma telata, PVC, etc.), sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata, sia in quelli in cui è ancorata a sostegni.

Tale accorgimento risulterà tanto più indispensabile quando i sostegni e/o i collari saranno in acciaio e fissati alla struttura portante.

## 2.9 – Attraversamenti ferroviari

Nel caso non ci siano richieste specifiche da parte degli organi delle Ferrovie per l'attraversamento di strade ferrate, è bene attenersi a quanto segue:

**a)** il sottopasso deve essere effettuato con l'ausilio di un tubo camicia, rivestito in bitume, di diametro minimo di 1/5 superiore al diametro della tubazione in progetto:

es.: TUBAZIONE DI PROGETTO = Ø 1000 => TUBO CAMICIA = Ø 1200

Le due condotte devono essere separate elettricamente con l'ausilio di collari distanziatori (vedi paragrafo precedente).

**b)** Ai lati dell'attraversamento devono essere realizzati pozzetti ispezionabili attraverso i quali sia possibile intercettare le condotte (tubo e controtubo).

**c)** Le FF.SS. richiedono che a monte dell'attraversamento siano previsti degli organi di intercettazione con **valvole, giunti dielettrici, etc.** Si consiglia di prevedere all'interno dei pozzetti di ispezione, uno spazio sufficiente all'inserimento dei giunti isolanti.

Per comodità riportiamo una breve tabella riassuntiva con le indicazioni di massima delle lunghezze di un giunto dielettrico in funzione del diametro.

<b>diametro</b>	<b>lunghezza</b>
DN 100	400 mm
DN 300	700 mm
DN 600	1000 mm
DN 800	1400 mm
DN 1000	2000 mm
DN 1200	2400 mm

## 2.10 – Distanze dai sostegni di linee elettriche

Le strutture metalliche interrate, posate nelle vicinanze di sostegni di linee elettriche aeree a media ed alta tensione e la loro messa a terra, sono soggette a sovratensioni e tensioni indotte che possono rendersi pericolose per la struttura stessa e per gli operatori addetti all'esercizio della rete.

Le **distanze di rispetto** che si consiglia di adottare nelle suddette condizioni, sono riportate tabella che segue:

**d:** distanza minima ammessa fra la struttura metallica e sostegno dei conduttori, fondazioni, tralicci e messe a terra.

Tipo di Protezione :

**a:** rivestimento rinforzato;

**b:** robusto tipo di protezione (PVC tipo pesante, nel caso di rete gas) munito di tappo di chiusura e di sfiati all'estremità;

**c:** robusto tubo di protezione (PVC tipo pesante nel caso di rete gas) munito di tappi di chiusura alle testate ma senza sfiati, oppure in alternativa, guaina termorestringente applicata direttamente sul rivestimento rinforzato della struttura (spessore minimo della guaina: 2 mm.).

Tabella riassuntiva delle distanze minime tollerate nei casi di avvicinamento  
o incrocio di condotte in acciaio a linee elettriche

DESCRIZIONE LINEA	SENZA PROTEZIONE	CON PROTEZIONE	
	d (m)	d (m)	TIPO DI PROTEZIONE
Linee di trasporto o distribuzione dell'energia elettrica c.a. fino a 1 kV  Linee in cavo aereo per illuminazione pubblica fino a 5 kV  Linee di trasporto dell'energia elettrica c.a. con tensione nominale di 30 kV  Cabine a palo  Linee di trazione elettrica  Linee telegrafiche e telefoniche	2	1,5 - 2	A + B
Linee di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica c.a. con tensione nominale 30 - 120 kV	15	2 - 10 10 - 15	A + C A
Linee di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica c.a.	30	6 - 20	A + C

## 2.11 – Attraversamenti di pareti in calcestruzzo armato

Dove le tubazioni attraversano pareti in calcestruzzo armato, è indispensabile che le condotte non vengano a contatto diretto con strutture metalliche (ferri, tondini etc.).

In questi casi è indispensabile:

- tenere una distanza di almeno 10 cm. dai ferri di armatura, per tutta la circonferenza della condotta;
- aumentare, dov'è necessario, il rivestimento passivo delle condotte nel punto di attraversamento (fig.8).



Un buon tecnico di protezione catodica comprende subito quale sia la qualità della posa della tubazione... quindi a nulla vale *SEPPELLIRE I PROPRI ERRORI!*

Oltre al rivestimento e agli accorgimenti da seguire in fase di posa per garantire il perfetto isolamento dei tubi in acciaio è previsto l'inserimento di giunti isolanti dove le tubazioni sono collegate ad altre condotte metalliche da non comprendere nel sistema di protezione o a strutture metalliche a contatto diretto o indiretto con il terreno (ad es. vasche, stazioni di pompaggio, serbatoi, pozzi, etc.).

E' previsto l'inserimento di 01 giunto dielettrico.

Diametro (mm)	Ubicazione
800	A monte dell'attraversamento FF.SS. linea Roma - Napoli

### 3. – NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN 12954 - Protezione catodica di strutture metalliche interrato o immerse - Principi generali e applicazione per condotte
- UNI 11094 - Protezione catodica di strutture metalliche interrato. Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione di UNI EN 12954 anche in presenza di correnti disperse
- UNI EN 13509 - Tecniche di misurazione per la protezione catodica
- CEI EN 50162 - Protezione contro la corrosione da correnti vaganti causate dai sistemi elettrici a corrente continua
- UNI 10166 - Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Posti di misura
- UNI 10265 - Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Segni grafici
- UNI EN 15257 - Protezione catodica - Livelli di competenza e certificazione del personale
- UNI 10950 - Protezione catodica di strutture metalliche interrato. Telecontrollo dei sistemi di protezione catodica
- UNI CEI 8 - Dispositivi di protezione catodica - Alimentatore di protezione catodica
- UNI EN 14505 - Protezione catodica di strutture complesse
- UNI EN ISO 8044 – Corrosione di metalli e leghe - Termini fondamentali e definizioni

L'impianto sarà messo in condizione di assoluto rispetto delle Norme antinfortunistiche, anche per quanto riguarda gli accessori previsti.

I materiali e le apparecchiature impiegate presentano tutte le qualità di solidità, di durata e di funzionamento, quindi tra l'altro sono in grado di resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità, alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

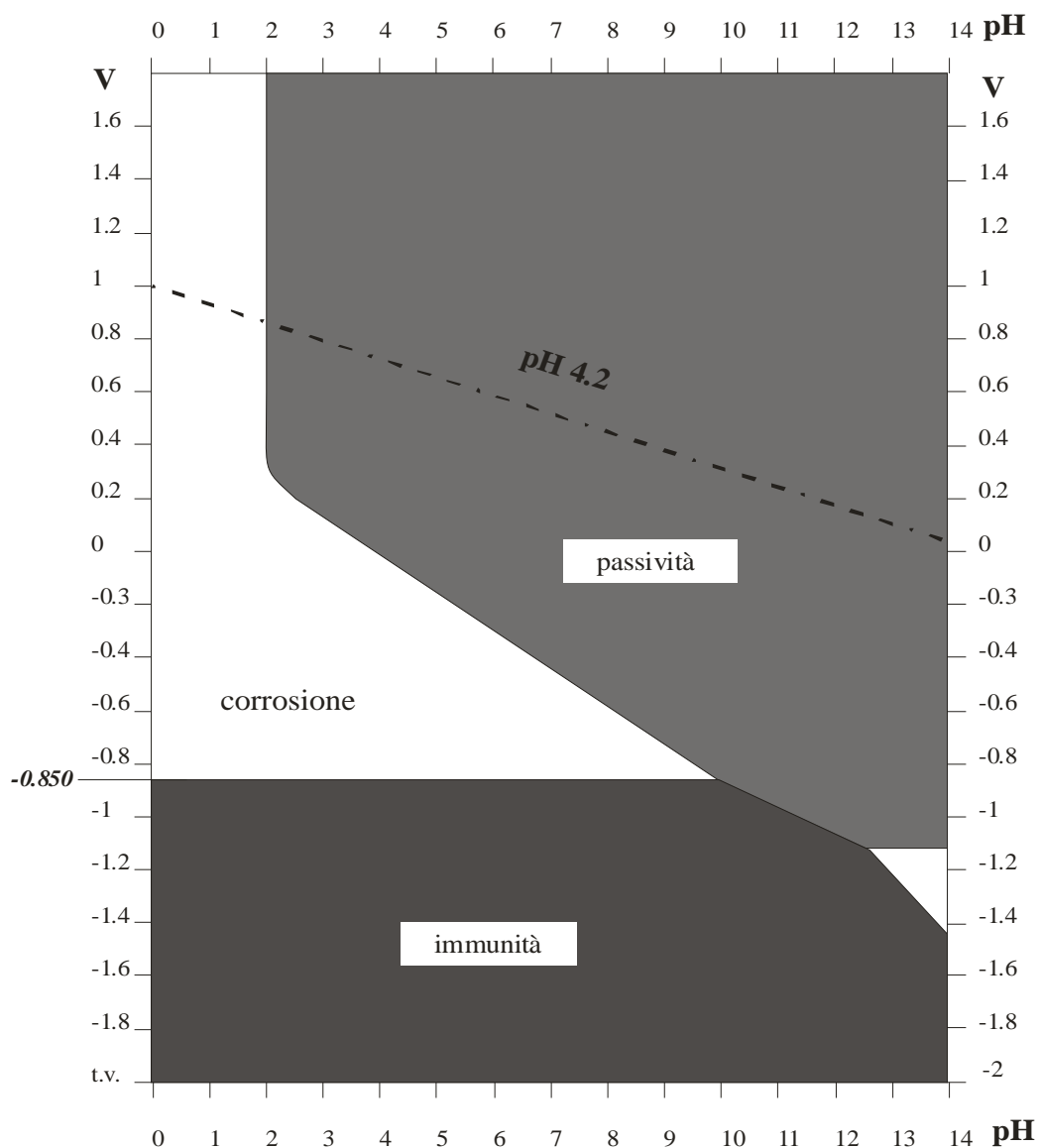
I materiali e le apparecchiature corrispondono alle normative CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL. La rispondenza alle prescrizioni di tali norme e tabelle (nel caso di materiali ed apparecchiature per le quali è prevista la concessione del marchio di qualità) è attestata dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchi di Qualità.

#### 4. – DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA E GARANZIE DI FUNZIONAMENTO

Ogni impianto di protezione catodica è stato dimensionato per assicurare alle condotte, in ogni punto ed in ogni istante, il potenziale di protezione (senza caduta di tensione IR) uguale o più negativo di -0,85 V, in accordo alla norma UNI EN 12954.

Nel punto di alimentazione a corrente impressa il valore del potenziale condotta-elettrolita non dovrà essere più negativo di -2,50 V.

**Diagramma di Pourbaix**  
(Valori della d.d.p. con riferimento all'elettrodo al Cu/CuSO<sub>4</sub>)



I suddetti potenziali sono riferiti a misure eseguite con elettrodo di riferimento al Cu-CuSO<sub>4</sub> saturo.

Il sistema di protezione catodica a progetto è costituito dai seguenti componenti principali:

1. **N.7 Impianti** di protezione catodica ad **ANODI SACRIFICIALI (catene galvaniche)**

2. **N.1 Impianto** di protezione catodica a **CORRENTE IMPRESSA** costituito da:

- armadio
- quadro elettrico
- impianto di terra
- alimentatore di protezione catodica
- dispersore di corrente del tipo verticale profondo
- elettrodo di riferimento al Cu-CuSO<sub>4</sub> saturo
- cavi elettrici
- quanto altro necessario per il suo regolare funzionamento;

3. **n.2 Posti di misura a colonnina (di linea)**

4. **n.1 Giunto isolante (giunto dielettrico).**

Il sistema di protezione catodica a corrente impressa da attuare non dovrà causare interferenze elettriche ad adiacenti strutture metalliche interrato di terzi (cavi telefonici, tubazioni acqua/gas, ecc.).

Le eventuali interferenze elettriche saranno contenute nei limiti previsti dalla norma UNI 9783.

In ogni caso i valori del potenziale di protezione lungo la condotta permetteranno la buona conservazione del rivestimento isolante.

La corrente erogata dall'impianto di protezione catodica a corrente impressa, al collaudo sarà inferiore al 75 % di quella nominale dell'apparecchiatura stessa. Il dispersore di corrente è dimensionato per una corrente di erogazione di 6 A e per una durata minima di 20 anni.

**Per la protezione delle condotte è previsto:**

**A) l'utilizzo di N° 1 impianto a corrente impressa con corrente massima nominale di 6 A e tensione massima a vuoto di 50 V per la protezione delle condotte in acciaio della rete primaria.**

L'impianto di protezione catodica a corrente impressa è stato dimensionato con i seguenti parametri di riferimento.

~ Profondità media d'interro :

2 ÷ 4 m

~ Rivestimento :	Polipropilene
~ Resistività media dei terreni :	60 $\Omega$ x m
~ Potenziale spontaneo medio * :	~ 0,60 V
~ Limite min. potenziale di prot. * :	~ 0,85 V
~ Limite max potenziale di prot.* :	~ 2,50 V

\* rif.to elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub>

~ Salto di potenziale $\Delta V$ :	~1,500 V
~ Resistenza ipotizzata d'isolamento delle condotte :	1.000 $\Omega$ xm <sup>2</sup>
~ Ampere assorbiti per 1 m <sup>2</sup> di condotta :	0,0015 A
~ Ampere assorbiti TOTALI :	17,44 A
~ Alimentatore proposto :	n° 1 x 6 A – 50 V
~ Rendimento stimato per l'alimentatore :	$\eta = \leq 75\%$

L'impianto sarà fornito di un dispersore di corrente del tipo verticale profondo costruito secondo le prescrizioni della norma UNI 10835.

L'ubicazione dell'impianto permetterà di:

- controllare eventuali interferenze da correnti disperse
- assicurare il livello di protezione.

Per consentire il controllo dello stato elettrico di protezione sono previsti numero 3 posti di misura da posizionare in accordo alla norma UNI EN 12954.

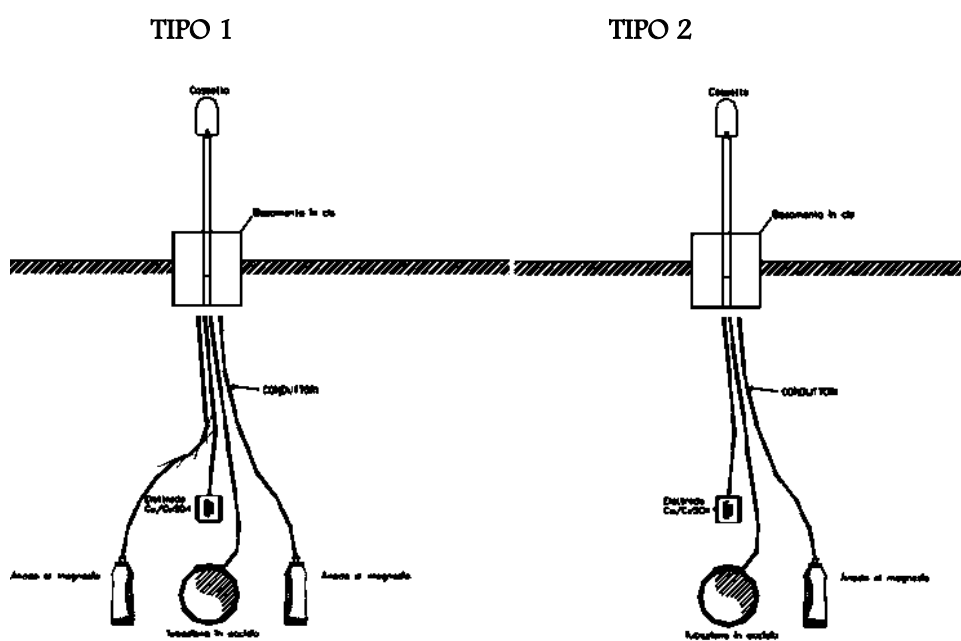
**B) l'utilizzo di N° 7 impianti ad anodi sacrificali al magnesio, per la protezione della camicia dell'attraversamento ferroviario e dei manufatti di presa distrettuale.**

L'impianto ad anodi sacrificali è stato dimensionato con i seguenti parametri di riferimento.

~ Profondità media d'interro :	4 ÷ 6 m
~ Rivestimento :	Polipropilene
~ Resistività media dei terreni :	50 $\Omega$ x m
~ Potenziale spontaneo medio * :	~ 0,50 V
~ Limite min. potenziale di prot. * :	~ 0,85 V
~ Potenziale richiesto di prot.* :	~ 1,00 V

\* rif.to elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub>

- Salto di potenziale  $\Delta V$  : -0,500 V
- Resistenza ipotizzata d'isolamento delle condotte : 500  $\Omega \times m^2$
- Ampere assorbiti per 1 m<sup>2</sup> di condotta : 0,001 A
- Ampere assorbiti TOTALI : 0,267 A
- N° 2 batterie da
- Anodo al magnesio proposto: TIPO 1 2 Anodi al magnesio da 8,5 Kg – TIPO 1



Q.TA'	DESCRIZIONE ARTICOLI PRINCIPALI
N° 07	Anodo al Magnesio da 8,5 Kg.
N° 07	Punto di misura del tipo a colonnina
N° 07	Elettrodo di riferimento tipo fisso al Cu/CuSO <sub>4</sub>

## **5. – INDAGINI ELETTRICHE PRELIMINARI**

Prima di procedere all'esatta ubicazione degli impianti, a rete posata, saranno eseguite misure elettriche preliminari tese ad individuare lo stato elettrico delle condotte e del terreno lungo il tracciato di posa.

### **5.1 – Resistività dell'ambiente di posa**

La resistività apparente del terreno sarà misurata con il metodo dei quattro picchetti (Wenner), secondo norma UNI CEI 7, rispettivamente alla profondità di 1, 2 e 3 m, ed in almeno 10 posizioni.

### **5.2 – Rilievo dello stato elettrico**

Per accertare eventuali interferenze elettriche da correnti disperse e per individuare le aree anodiche e catodiche sulla condotta, saranno eseguite una serie di rilievi elettrici. Detti rilievi da eseguire sull'intera condotta consisteranno in misurazioni dei potenziali condotta-elettrolita e di gradienti di potenziale rispetto all'elettrodo di riferimento Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo, utilizzando strumenti registratori.

### **5.3 – Resistenza media d'isolamento delle condotte**

Saranno accertati i valori medi d'isolamento verso terra delle condotte.

Qualora l'isolamento rilevato risulterà inferiore a 1000  $\Omega \cdot m^2$ , saranno effettuate delle prove di ricerca interferenza per l'individuazione di eventuali contatti con strutture estranee.

Tutti i rilievi registrati saranno effettuati con l'uso contemporaneo di un minimo di 10 strumenti registratori.

Tutti gli strumenti saranno provvisti di certificato di conformità e di calibrazione con data apposta non superiore a 12 mesi dalla data in cui sarà effettuato il controllo.

## **6. – COLLAUDO TECNICO DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA**

Il collaudo del sistema di protezione catodica sarà eseguito in conformità alla norma UNI EN 12954 per accertare se la protezione catodica della condotta è adeguata sia per quanto attiene all'efficienza delle apparecchiature, sia per quanto attiene all'efficacia del sistema di protezione catodica attuato.

Il collaudo prevede la verifica preliminare della conformità delle opere, delle apparecchiature e dei dispositivi installati, (lo stato elettrico di corrosione libera), la messa in esercizio e regolazione delle caratteristiche elettriche del sistema ed il collaudo con i definitivi parametri elettrici di funzionamento degli impianti e dei dispositivi di protezione catodica.

In particolare sarà verificato che il valore:

- della resistenza del dispersore consenta di erogare la corrente nominale massima dell'alimentatore;
- del potenziale di protezione (senza caduta di tensione IR), riferito all'elettrodo Cu-CuSO<sub>4</sub> saturo e rilevato nei posti di protezione catodica e in tutti i posti di misura, sia uguale o più negativo di - 0,85 V ed il valore del potenziale condotta-elettrolita, nel punto di alimentazione, non sia più negativo di -2,50 V in assenza o bassa variabilità del campo elettrico.

### **6.1 – Documentazione tecnica**

Al termine delle operazioni di collaudo sarà fornita una relazione tecnica corredata dalla seguente documentazione:

- planimetria della situazione della struttura comprendente le strutture vicine significative ai fini della protezione catodica;
- i disegni costruttivi delle installazioni eseguite e tutti i particolari relativi al sistema di protezione catodica della struttura;
- documentazione per la denuncia dell'impianto di terra agli Enti di competenza
- i risultati di tutte le misure di collaudo eseguite ivi compresi i diagrammi delle misure registrate dei potenziali e delle correnti prima e dopo la messa in marcia dell'impianto, i parametri di funzionamento e regolazione delle apparecchiature e i dispositivi installati;
- i risultati delle verifiche di interferenza effettuate su strutture vicine;
- manuali di uso e manutenzione degli impianti e dispositivi contenenti i riferimenti ai materiali e tutte le informazioni utili per il corretto esercizio e manutenzione, es.



frequenza dei controlli del sistema.

I risultati del collaudo costituiscono lo stato elettrico di riferimento, cioè la base per i controlli successivi da attuare sul sistema e dovranno essere archiviati e conservati. (UNI 10362)

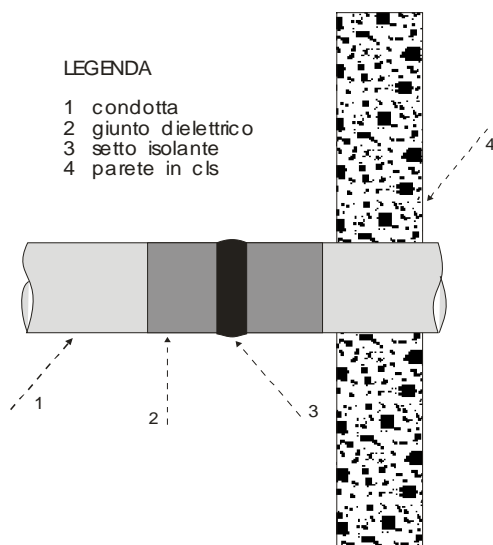
## 7. – CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

### 7.1 – Giunti dielettrici

I giunti isolanti forniti saranno del tipo monoblocco e ogni sarà sottoposto in fabbrica alle seguenti prove, che saranno attestate dal costruttore:

- resistenza elettrica del giunto vuoto: non inferiore a 5 MOhm
- resistenza elettrica del giunto riempito con acqua potabile a pressione atmosferica: non inferiore a 300 Ohm
- resistenza elettrica del giunti dopo 50 cicli, della durata di circa 1 minuto ciascuno, di variazione della pressione dalla massima di collaudo a quella atmosferica: non inferiore a 300 Ohm
- resistenza elettrica dopo immersione in una soluzione di cloruro di sodio al 3%: non inferiore a 300 ohm
- resistenza elettrica dopo riscaldamento per 5 ore in forno alla temperatura di 50° C: non inferiore a 5 MOhm.
- prova con esito positivo alla tensione di 2,5 KV-50Hz applicata agli estremi del giunto per 1 minuto.

Tutti i giunti dovranno essere accompagnati dai rapporti delle prove e dalla dichiarazione di conformità alla norma UNI, e Leggi vigenti in materia



## 7.2 – Collegamenti equipotenziali

I collegamenti equipotenziali saranno realizzati con cavo unipolare a treccia di rame stagnato, isolato in gomma butilica sotto guaina di materiale termoplastico, corrispondente al tipo FG7R 0,6/1KV e posati in opera alla profondità minima di un metro.

Ogni collegamento sarà provvisto di cassetta di interruzione tipo “Conchiglia” completa di morsettiera ed elettrodo di riferimento al Cu/Cu SO<sub>4</sub> fisso.

Per i collegamenti equipotenziali saranno adottate le seguenti sezioni minime:

- per  $\phi$  fino a 350 mm: 16 mm<sup>2</sup>
- per  $\phi$  fino a 900 mm: 25 mm<sup>2</sup>
- per  $\phi$  superiori : > 25 mm<sup>2</sup>

## 7.3 – Cavi elettrici

Il cavo elettrico sarà unipolare a treccia di rame stagnato di sezione minima 16 mm<sup>2</sup> e sarà rispondente alle seguenti caratteristiche:

densità di corrente massima 0,5 A/mm<sup>2</sup>;

cavo tipo FG7RO,6/1KV.

I cavi, se interrati, saranno posati in tubi di resina sintetica, ad esempio PVC tipo pesante, ad una profondità non inferiore ad 1 m dal piano di campagna e ricoperti di sabbia, per uno spessore di 0,15 m.

L'ulteriore rinterro sarà eseguito a mano, curando la buona compattazione dei successivi strati ed il ripristino dello stato dei luoghi.

Durante la posa si avrà cura di non tendere il cavo, lasciandolo una “ corda molla “ del 10% circa la lunghezza strettamente necessaria, per evitare sollecitazione meccaniche nel cavo in caso di assestamento del terreno.

Negli attraversamenti stradali, di cunette o manufatti, il cavo sarà posto in di resina sintetica, ad esempio PVC tipo pesante e inglobato in conglomerato cementizio.

I cavi, se posati a vista, saranno adeguatamente fissati alle pareti con tubo RK. La posa in opera dovrà avvenire a mezzo di idonee grappe che consentono il sicuro fissaggio dei tubi.

Le eventuali giunzioni dei cavi saranno realizzate meccanicamente o con saldature a stagno. Non sono ammesse in nessun caso giunzioni o torsioni di filo, oppure nastrate.

In ogni caso sarà assicurato l'isolamento elettrico della parte giuntata, con materiali di potere isolante equivalente a quello dei materiali che servono di involucro ai conduttori congiunti.

#### **7.4 – Pozzetti segnacavi**

Il percorso dei cavi interrati sarà segnalato con appositi pozzetti posti in opera ad ogni vertice e a percorsi con distanza superiore a 10 m.

I pozzetti in calcestruzzo, di dimensione minimo 0,30x0,30x0,30 m, nel caso di realizzazioni in campagna, usciranno dal piano di campagna per almeno 0,10 m e saranno annegati in un basamento in calcestruzzo.

#### **7.5 – Pozzetti d'ispezione per messa a terra**

Le testate delle puntazze di terra saranno ispezionabili e pertanto saranno alloggiate in pozzetti di calcestruzzo o murature di dimensione interne minimo 0,30x0,30x0,30 m, eseguiti a perfetta regola d'arte, completi di coperchio in calcestruzzo se in campagna e ghisa se su pavimentazione stradale.

#### **7.6 – Posti di misura**

Lo stato elettrico delle condotte potrà essere controllato mediante opportuni posti di misura dislocati in punti significativi lungo la rete (Norma UNI EN 12954).

Tali postazioni saranno realizzate in conformità alle norme UNI 10166 e 10167.

Tutti i posti di misura saranno dotati di:

- elettrodo di riferimento al Cu-CuSO<sub>4</sub> fisso
- un datalogger da piantana con un solo canale specializzato per la misura e registrazione della DDP ed elevata capacità di memoria che gli consente una lunga autonomia operativa (12 mesi).

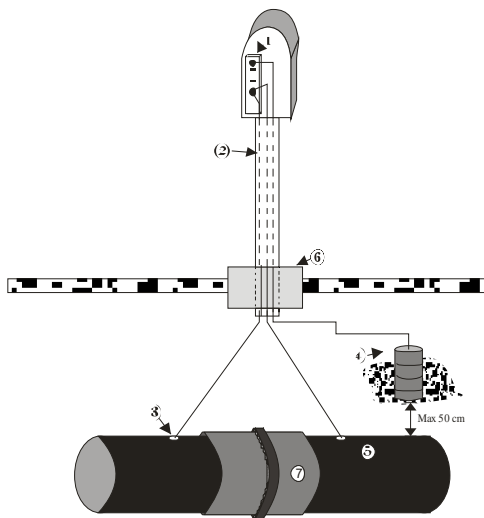


I cavi saranno portati all'esterno attraverso un tubo di acciaio zincato che sarà ancorato saldamente ad un basamento in cemento.

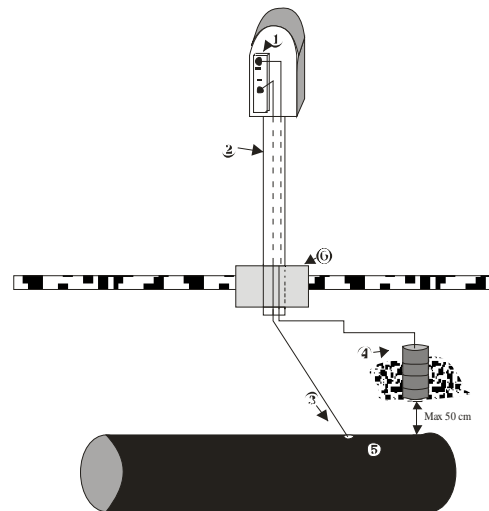
All'estremità del tubo sarà montata la cassetta di intercettazione cavi costituita da una cassetta per PC tipo “Conchiglia” con montaggio su palo completa di una morsettiera a base isolante con 2 attacchi in acciaio inossidabile con alveoli  $\varnothing$  4 mm per spinotto di misura.

### SCHEMA DI MONTAGGIO

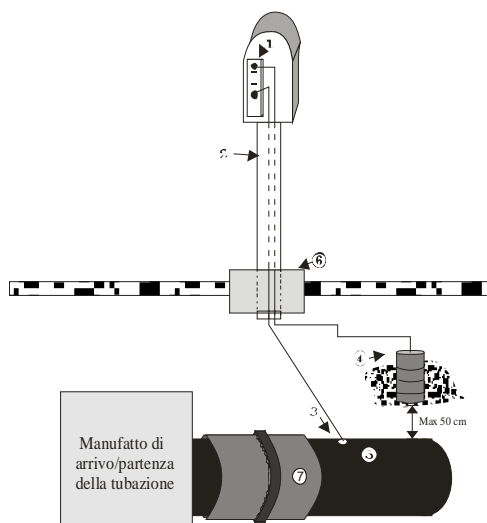
PUNTO DI MISURA - GIUNTO



PUNTO DI MISURA - TUBO



PUNTO DI MISURA - TERMINALE



### LEGENDA :

- 1 Morsettiera
- 2 Cavi FG7 1x10 mm<sup>2</sup>
- 3 Saldatura alluminotermica
- 4 Elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub>
- 5 Sezione di tubo
- 6 Massetto in calcestruzzo
- 7 Giunto dielettrico

## 7.7 – Elementi dispersori

I dispersori di corrente saranno del tipo verticale profondo e saranno realizzati in conformità alla norma UNI 10835, impiegando elementi al Fe/Si.

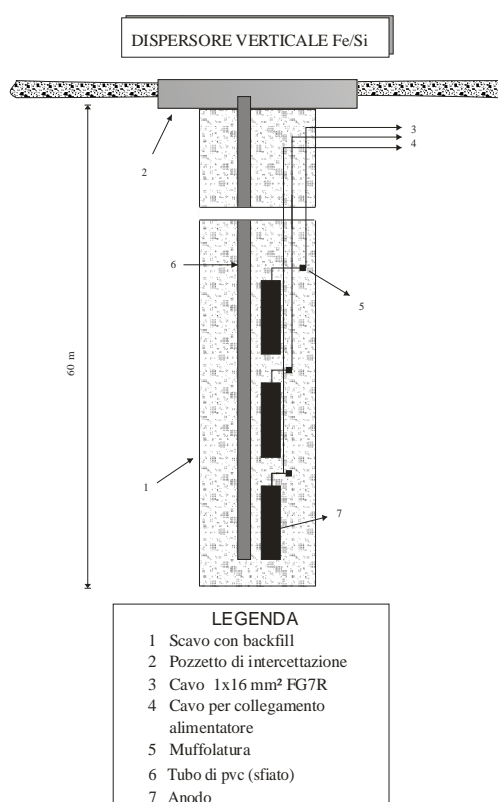
Ciascun dispersore sarà costituito da 10 barre da 13 Kg.

Il pozzo per la posa dei dispersori verticali profondi sarà realizzato mediante perforazioni del suolo con circolazione di fanghi bentonitici con un diametro di 150 mm ed una profondità di 60 m.

Le barre che costituiranno il dispersore di corrente saranno posate in un letto di posa e sulla testa del dispersore fino al piano stradale sarà posto un tubo di resina sintetica rigido del diametro di 40 mm per favorire la fuoriuscita di eventuali gas prodotti e per immettere acqua in caso di variazioni stagionali del valore della resistenza del dispersore.

Sulla testa del foro sarà posto un pozzetto in cemento vibrato di dimensioni 40x40 cm con chiusino in ghisa.

Per la realizzazione dei dispersori profondi saranno osservate le disposizioni di legge nazionali, regionali e comunali.

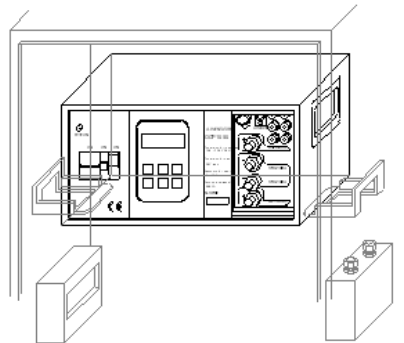


## 7.8 – Alimentatore

L'alimentatore sarà del tipo a potenziale costante.

L'alimentatore comprenderà tre sezioni

- A) Alimentatore di protezione catodica
- B) Datalogger
- C) Ricetrasmittitore GSM



Sarà del tipo a regolazione automatica, con tre modalità di funzionamento:

- a corrente costante;
- a potenziale costante;
- a potenziale costante con corrente di base.

La tensione di uscita max a vuoto non deve superare i 50V.

### 7.8.1 – Caratteristiche elettriche

Tensione di alimentazione ammessa 220 V +/- 20%, 50 Hz.

Trasformatore di sicurezza protetto da cortocircuito non per ostruzione.

Dispositivo per l'inserzione ciclica PAUSA/LAVORO integrato nell'alimentatore con tempi di off e on indipendenti dal numero dei cicli impostabili anche in remoto.

La regolazione in uscita sarà a funzionamento elettronico con regolazione SCR e possibilità di controllo dei seguenti quattro parametri:

Corrente max in uscita da..... 0 ÷ 25A

Corrente min valore di base.....  $0 \div 3A$

Tensione max in uscita.....  $0 \div 50V$

Potenziale tubo/terra.....  $0 \div 5V$

Tempo di risposta minore di 1 secondo.

La regolazione dei parametri potrà essere effettuata in tre modi distinti.

Direttamente da tastiera accessibile sul pannello frontale dell'alimentatore

In locale, da PC a mezzo comunicazione seriale RS232

Da remoto via modem GSM

Nel caso di funzionamento a corrente costante lo scostamento massimo della corrente erogata rispetto al valore prefissato è minore del 10% in valore assoluto.

Nel caso di funzionamento a potenziale costante lo scostamento del potenziale di struttura rispetto al potenziale prefissato è minore di 100 mV in valore assoluto.

L'alimentatore è dotato di filtro LC in modo da eliminare le armoniche presenti nel segnale raddrizzato, garantendo il valore efficace del ripple entro il 2% del valore della componente continua, e predisposto per l'inserzione di un eventuale filtro elettronico.

#### 7.8.2 – Sistema di telecontrollo

Ogni alimentatore catodico sarà dotato di un sistema di telecontrollo costituito da un apparato di ridotte dimensioni, e con cinque differenti strumenti in grado di svolgere altrettante distinte mansioni:

- telelettura
- teleallarmi
- data-logger
- telecomandi.

L'apparato è gestito da un centro di controllo dotato di un software cartografico in grado di gestire il vettore di comunicazione.

#### **Telelettura**

L'apparato deve consentire il controllo su terminale remoto, sia delle tre grandezze fondamentali



dell'alimentatore catodico, ovvero tensione applicata, corrente erogata e d.d.p. , sia di parametri quali la presenza di tensione di alimentazione 220 V, lo stato della batteria tampone interna, il surriscaldamento dell'alimentatore catodico ed inoltre lo stato di start/stand-by dell'alimentatore stesso. Le grandezze ed i parametri citati devono essere trasmessi automaticamente al centro operativo e continuamente aggiornati; tutte le tarature dei fondo scala degli strumenti devono poter essere effettuate via software direttamente dal centro operativo.

### **Teleallarmi**

Anche se non collegato al centro operativo, l'apparato deve continuare a monitorare tutte le grandezze precedentemente citate, ed in caso di superamento delle soglie minime o massime impostate per uno o più valori, deve effettuare automaticamente una chiamata al centro operativo inviando un allarme indicante lo stato di tutti i parametri. L'apparato deve effettuare una seconda chiamata automatica di cessato allarme, nel momento in cui i valori monitorati rientrano nelle soglie prestabilite. Tali soglie di allarme, unitamente ai ritardi di chiamata ed al numero di tentativi di aggancio linea, devono essere impostabili sul software del centro operativo, che deve consentire di riprogrammare la EPROM dell'apparato, con i nuovi valori, attraverso il vettore di comunicazione.

### **Data logger**

L'apparato deve anche essere un potente strumento registratore in grado di effettuare campionamenti a medio e lungo termine; si devono poter impostare dal software del centro operativo tutti i parametri della registrazione da effettuare e, una volta terminata, scaricare i dati, sempre tramite vettore di comunicazione. L'apparato deve essere in grado di effettuare registrazioni della durata anche di 365 giorni e deve consentire l'acquisizione di una o più parti dei campionamenti anche durante lo svolgersi della registrazione stessa. Tutti i campionamenti memorizzati devono poter essere gestiti in un apposito file in formato ASCII.

### **Telecomandi**

L'apparato, deve essere in grado di effettuare a distanza, tramite software, una vasta gamma di telecomandi, permettendo all'operatore, attraverso una semplice maschera video raffigurante i comandi dell'alimentatore, di effettuare le seguenti operazioni: regolare il valore di corrente erogata; regolare il valore di d.d.p. impostata; regolare la corrente di base; commutare il funzionamento dell'alimentatore da C.C. (corrente costante) a C.V. (potenziale costante) e viceversa; effettuare un test macchina; spegnere/accendere l'alimentatore.

## **Programmazione parametri**

Locale a mezzo tastiera, locale con P.C. in collegamento seriale, remoto via GSM.

## **Caratteristiche tecniche dell'apparato**

### Alimentazione principale

- Rete 110 – 220 V a.c., 50/60 Hz, assorb. max = 110 mA

### Alimentazione con batteria

Batteria al Pb-gel da 12 V e 2,2 Ah,

- tempo di mantenimento tampone internasolo apparato = 13 ore
- apparato + GSM = 6 ore con possibilità di mantenimento in tampone con pannello solare esterno

### Condizioni operative ambientali

- 10° C / + 50° C, umidità 90 %

### Vettori di comunicazione

- GSM, a mezzo rete telefonica con rete urbana o numero diretto.

### Velocità di trasmissione

- Da 1200 a 9600 Baud in funzione del vettore impiegato

Parametri di trasmissione settabili

- Vettore di comunicazione, Header identificativo, PTT ON, PTT OFF

### Numero di ingressi analogici

- 3 con DC/DC coverter e tre diversi range per d.d.p., Vcc, Icc: optoisolati d.d.p. max = 12,5 V, Vcc max = 250 V, Icc max = 100 mA

### Numero di ingressi digitali

- 4 ingressi di stato logico (ON/OFF) optoisolato (isolamento > 500 V)

### Numero di uscite digitali

- 1 uscita ON/OFF ad impulso con rating 1 A / 24 V
- 7 uscite ON/OFF ad impulso con rating 20 mA / 15 V

#### Protezioni linea alimentaz. 220 V

- 2 fusibili da 200 mA 5x20 + soppressori a variatore per sovratensioni da 420 Vms. Filtro EMI su alimentazione con attenuazione 40 dB

#### Protezioni sulle linee di misure

- Soppressori a varistore da 170 V e scaricatori a gas da 90 V analogiche con presenza di tre filtri RLC per disturbi esterni

I materiali e le apparecchiature saranno conformi alle relative norme CEI ed alle tabelle unificate CEI-UNEL, ove queste esistano.

Tutti i materiali riguardanti la parte elettrica ed elettronica saranno dimensionati per un funzionamento continuo.

Tutti i materiali isolanti saranno del tipo autoestinguente, anigroscopici e resistenti all'invecchiamento.

Il trasformatore di isolamento sarà costruito secondo la norma CEI 96-2 con caratteristiche di sicurezza. A montaggio avvenuto, le parti sotto tensione, saranno inaccessibili a contatti accidentali. Tutti i circuiti d'ingresso e di uscita saranno protetti tramite fusibili posti sul frontale del pannello di controllo. I fusibili saranno del tipo a tappo e montati in modo che, a fusibile estratto, la ghiera non risulti in tensione. L'alimentatore, inoltre, sarà provvisto di interruttore magnetotermico ( $I_n = 25\text{ A}$ ).

Sempre sul frontale del pannello di controllo, si prevedono lampade spia collegate con l'alimentazione c.a. (corrente alternata) e con i canali di uscita c.c. (corrente continua). Relativamente alla protezione dai sovraccarichi, cortocircuiti e contatti diretti e indiretti, l'alimentatore sarà conforme a quanto indicato nella norma CEI 64-8.

In uscita sarà montato un dispositivo di protezione sia verso le sovratensioni inverse, sia verso correnti indotte nell'alimentatore. Tutti gli organi di manovra, di controllo e di regolazione, saranno disposti sul fronte dell'apparecchiatura e programmabili a mezzo tastiera elettronica.

Al fine di consentire le operazioni di manutenzione e controllo, si prevede un contropannello, in materiale isolante, opportunamente serigrafato, sul quale sono montati:

- morsetti serrafile di collegamento con l'esterno predisposti per cavi fino a 25 mm<sup>2</sup>;
- porta fusibili con fusibili di protezione;
- porta di comunicazione seriale RS232

Dalla tastiera elettronica si regoleranno le seguenti grandezze ed accessibili le funzioni:

- corrente di base;
- corrente massima;

- tensione massima;
- d.d.p. tubo-elettrodo;
- telesorveglianza,
- scarico dati;
- attivazione/disattivazione datalogger e relativa programmazione.

I collegamenti elettrici fra i vari elementi dell'apparecchiatura saranno eseguiti con cavi rispondenti alle tabelle CEI-UNEL, rivestiti e diversamente colorati, cablati, in modo da poterne seguire facilmente il circuito.

I morsetti utilizzati, di sezione adeguata ai conduttori da collegare (par. 3), saranno provvisti di contrassegni per la loro individuazione secondo la CEI 16-2 e devono assicurare un collegamento stabile ed elettricamente non resistivo.

L'alimentatore sarà a raffreddamento forzato con ventola e dimensionato in modo che i vari componenti non superino le temperature ammissibili secondo le norme CEI.

I punti di attraversamento delle lamiere devono essere protetti contro le lesioni mediante boccole di plastica.

I cavi di collegamento fra parti fisse ed apparecchi montati sullo sportello saranno raggruppati in fasci flessibili ancorati sui due lati, in modo da evitare che i movimenti dello sportello diano luogo ad un deterioramento meccanico dei conduttori.

L'alimentatore è dotato di marcatura CE e di targa marcata in maniera indelebile e leggibile, sulla quale saranno riportati i seguenti dati:

- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- anno di fabbricazione;
- tipo e numero di matricola;
- corrente nominale;
- tensione e frequenza nominale di alimentazione;
- tensione nominale a vuoto.

L'alimentatore è corredato da una documentazione comprendente le caratteristiche tecniche, il rapporto di prova, dichiarazione di conformità alla norma UNI CEI 8, lo schema elettrico, le istruzioni per una corretta installazione, messa in esercizio e manutenzione.

### **Custodie per l'alloggiamento delle apparecchiature**

L'alimentatore, l'apparato di telecontrollo e i dispositivi di protezione elettrica saranno contenuti in un armadio per esterno in vetroresina.

- grado di protezione IP44 secondo CEI EN 60529
- colore grigio RAL 7040
- dimensioni nominali in millimetri 640(B) x 1365(H) x 375(P)
- porta incernierata, completa di serratura con chiave di a cifratura unica (cod.21).

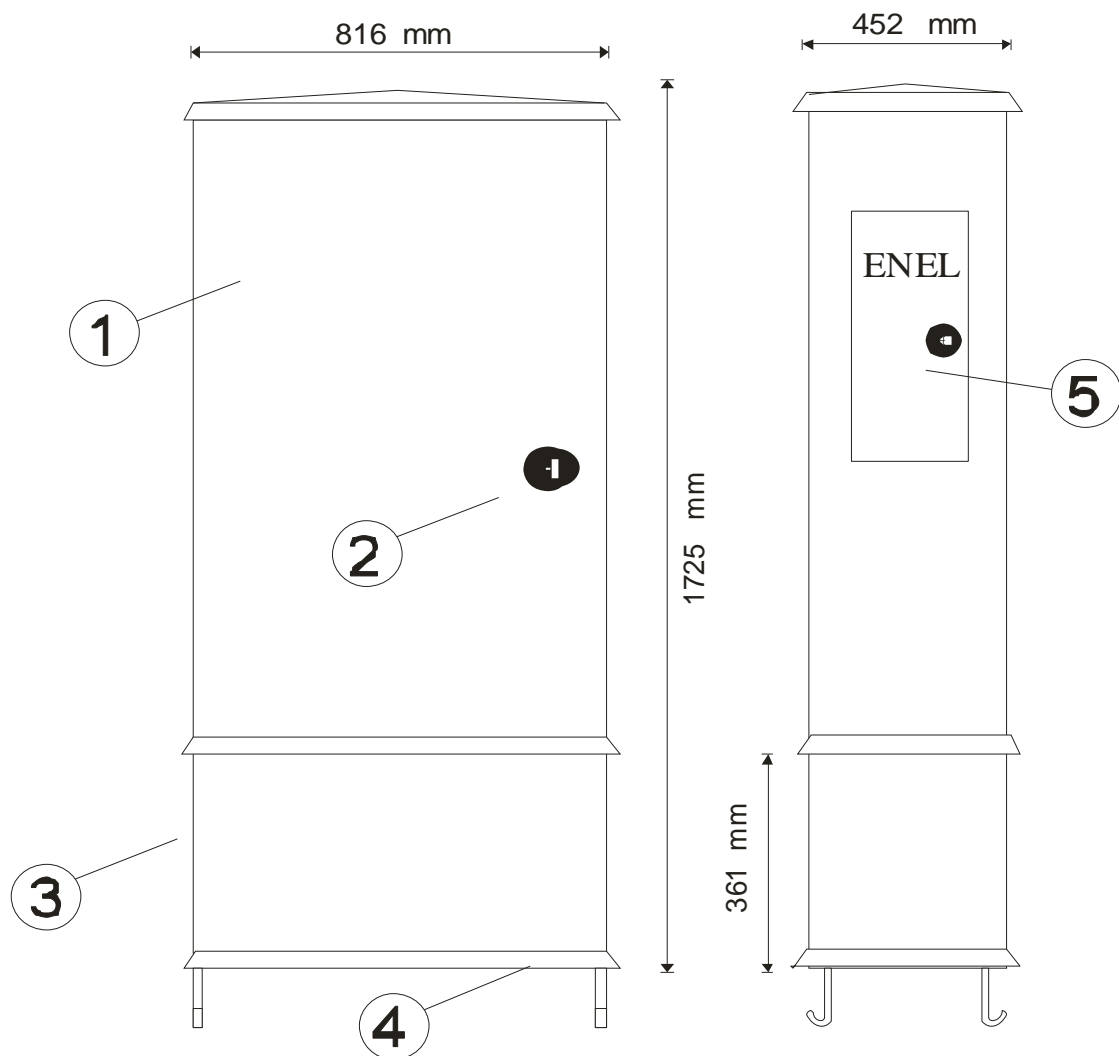
L'armadio sarà corredato di:

- Zoccolo alto 366 mm dello stesso colore e verniciatura dell'armadio;
- N° 4 bocchette di aerazione applicate a X, due su ogni lato;
- Guide portaripiani;
- Cutodia portaschede;
- Cassetta stagna del tipo GW40028, grado di protezione IP55, con dispositivi di protezione elettrica e da sovratensione per linee di alimentazione in c.a. 220 V;
- Cassetta stagna del tipo GW44209, grado di protezione IP56, con dispositivi di protezione da sovratensione sulle uscite in c.c. dell'alimentatore.

Per le stazioni di protezione catodica nelle quali l'alimentazione è derivata direttamente dal contatore Enel, questo sarà alloggiato in un contenitore da esterno e fissato direttamente all'armadio di protezione catodica.

I cavi in entrata e in uscita dal contenitore saranno posati in tubi protettivi isolanti.

**CUSTODIA/ARMADIO  
IN VETRORESINA  
ALLOGGIAMENTO APPARECCHIATURE**



**LEGENDA**

- 1 Custodia/Armadio
- 2 Serratura con chiave
- 3 Zoccolo (Optional)
- 4 Telaio di ancoraggio
- 5 Scomparto contatore (Optional)

### **Dispositivi di protezione elettrica**

I dispositivi di protezione elettrica e da sovratensione sulla linea di alimentazione in c.a. 220 V saranno montati in cassetta stagna del tipo GW40028 GEWISS, o similare, grado di protezione IP55, e comprenderanno:

n° 1 interruttore magnetotermico con differenziale, tipo A, 2 poli, con dispositivo a riarmo automatico, corrente nominale 16 A, corrente differenziale d'intervento  $I_{diff}$  0,030 A, potere d'interruzione nominale 6 kA (CEI EN 60898) del tipo GW 90 961 + GW 90227 o equivalente;

n° 1 scaricatore di sovratensione bipolare, in classe di protezione II secondo norma IEC 61 643-1, max. tensione d'esercizio 275 Vac / 350 Vdc, corrente nominale impulsiva (8/20) 15 kA, tensione residua 1,2 / 2 kV, segnalazione fine vita di tipo ottico;

n° 1 presa SCHUKO con spinotto di terra e alveoli schermati, corrente nominale 16 A, tensione nominale 230 Vac;

n° 1 presa di corrente 2 x 10/16A+ T (del tipo bivalente) protetta con fusibile da 10 A;

morsettiere e materiali di cablaggio.

I dispositivi di protezione elettrica e da sovratensione sulle uscite in c.c. dell'alimentatore saranno montati in cassetta stagna del tipo GW44209 GEWISS, o similare, grado di protezione IP56, e comprendono:

n° 1 induttanza di filtro, di valore pari a 0,2 mH, corrente nominale 10 A, collegata, secondo elaborati grafici di progetto, sull'uscita in corrente continua dell'alimentatore, polo negativo;

n° 1 induttanza di filtro, di valore pari a 1 mH, corrente nominale 0,5 A, collegata, secondo elaborati grafici di progetto, sul morsetto di misura per l'elettrodo di riferimento;

n° 2 scaricatori di sovratensione, con tensione di isolamento 75 Vdc, corrente nominale impulsiva 4,5 kA, collegati in modo differenziale, rispettivamente, tra i morsetti di uscita e tra i morsetti di misura dell'alimentatore;

morsettiere e materiali di cablaggio.

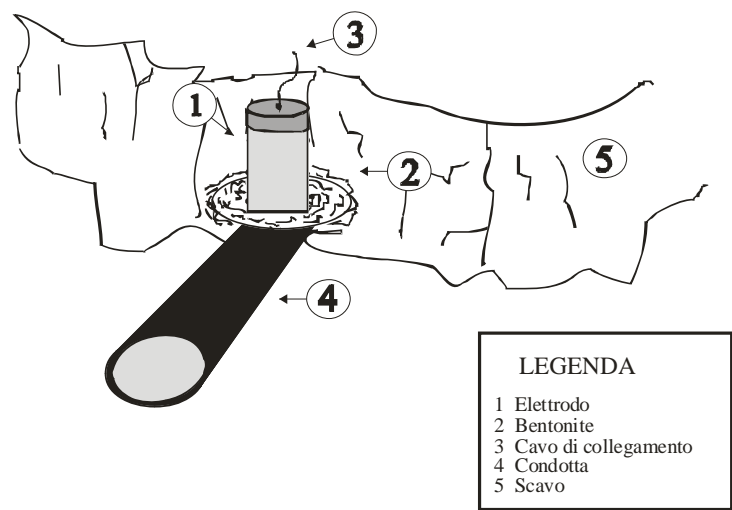
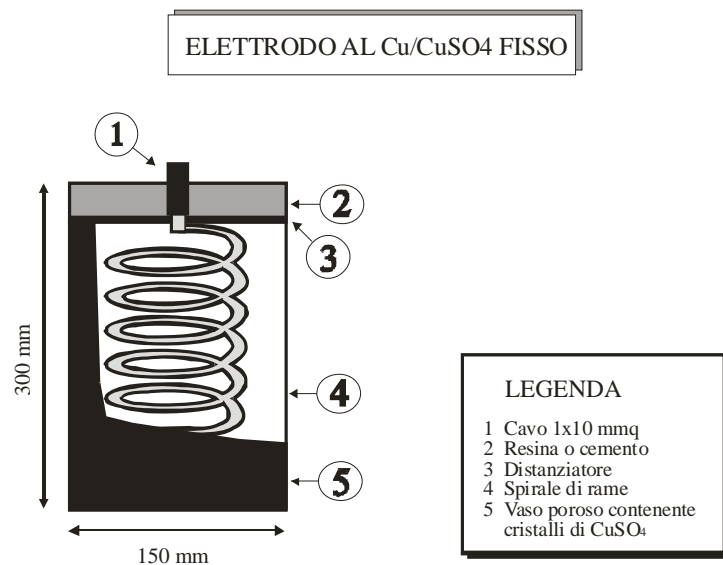
### **7.9 – Elettrodo di riferimento al Cu-CuSO<sub>4</sub> fisso**

In corrispondenza di ciascun punto di misura e di ciascun impianto a corrente impressa o drenaggio sarà installato un elettrodo di riferimento al rame-solfato di rame adatto alla posa interrata.

Esso permetterà di misurare il potenziale della struttura rispetto all'ambiente e sarà installato sulla verticale della stessa e in terreno umidificato. L'elettrodo di riferimento al Cu/CuSO<sub>4</sub> è costituito da un contenitore poroso, del diametro di 150 mm e altezza 300 mm, contenente la soluzione di solfato

di rame al 99.98% di purezza, nella quale è immersa la spirale in tondo di rame (superficie di contatto  $\cong 943 \text{ cm}^2$ ).

Completano l'elettrodo il tappo di resina epossidica, il cavo elettrico FG7R (1x10 mm<sup>2</sup>) e il connettore di giunzione spirale-cavo. a testata dell'elettrodo di riferimento di cui sopra, sarà ispezionabile in un anello di calcestruzzo di dimensioni esterne 300x300x300 mm. completo di coperchio in calcestruzzo.

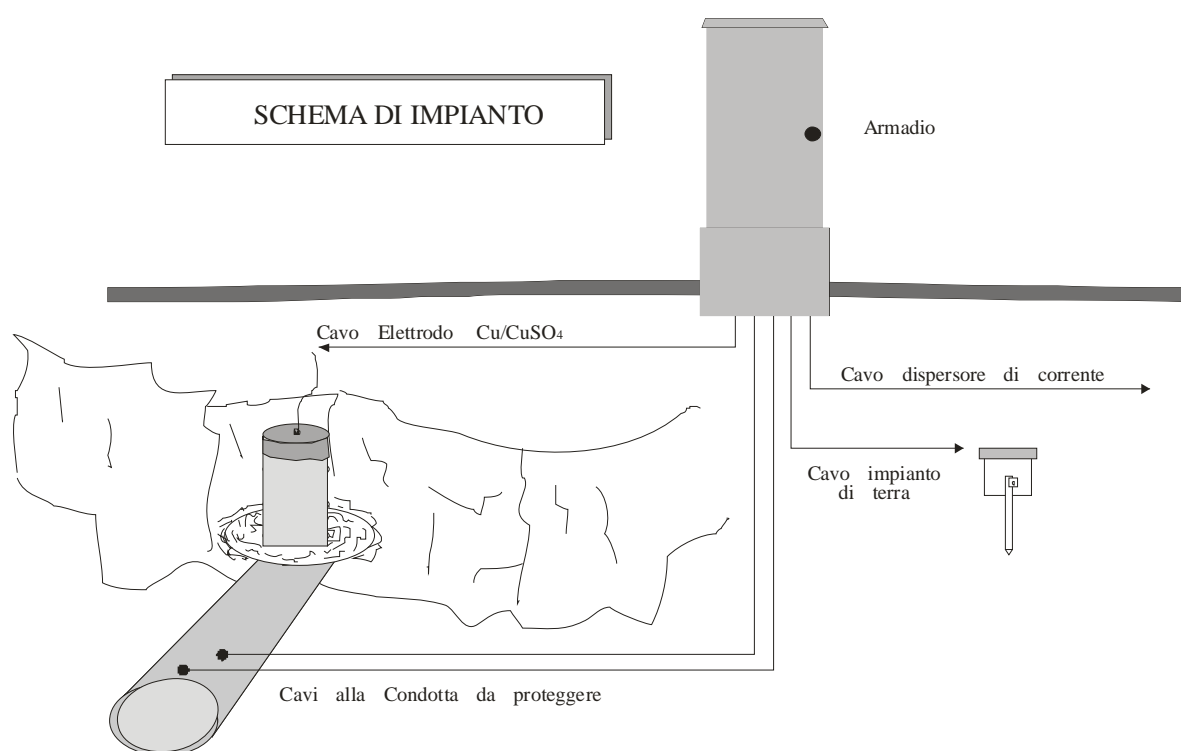




## 8. – IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Tutte le apparecchiature saranno collegate ad un impianto di terra composto da due picchetti in profilato di acciaio zincato a caldo, con le seguenti dimensioni minime: dimensione trasversale 50 mm, spessore 5 mm, lunghezza 1 m.

a distanza di interramento tra i picchetti sarà di almeno 2 metri. I due dispersori saranno alloggiati in apposito anello prefabbricato in cls, completo di coperchio, di dimensioni 30x30x30 cm, e collegati con corda di rame nuda da 35 mm<sup>2</sup>



## 9. – ATTIVITA' AGGIUNTIVE

Oltre a quanto prescritto sarà a totale carico e spesa ogni altro onere per dare i lavori compiuti ed eseguiti a perfetta regola d'arte e in particolare modo :

- le pratiche connesse alla richiesta di fornitura di energia elettrica per l'alimentazione degli impianti;
- le opere civili ed idrauliche per la posa dei posti di misura, degli elettrodi fissi e dei cavi di collegamento ai vari giunti isolanti;
- gli oneri di gestione sino al collaudo definitivo delle opere;
- le prestazione di personale idoneo, di attrezzi e di strumenti per rilievi, tracciamenti, misurazioni e quanto altro possa occorrere per le operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudo dei lavori;
- lo sgombero ad impianto ultimato dei locali usati durante l'esecuzione dei lavori per depositi dei materiali ed attrezzi;
- la fornitura a lavori ultimati, di una copia in carta riproducibile di tutti i disegni del progetto approvato con le variazioni eventualmente effettuate nel corso dei lavori, in modo da lasciare una esatta documentazione dell'impianto eseguito, nonché una relazione sull'impianto stesso, completa, in particolare, di tutte le norme per l'esercizio e la manutenzione;
- le spese per le operazioni di prova e collaudo;
- la certificazione di conformità ai sensi di legge,
- tutti gli oneri per le misure antinfortunistiche connesse con l'esecuzione dei lavori e la presentazione del piano di sicurezza.
- tutti gli oneri per disporre nel luogo dell'energia elettrica necessaria per i lavori di montaggio anche mediante l'impiego di gruppi elettrogeni;
- tutte le opere e gli adempimenti occorrenti per l'acquisizione dei verbali che accertino la rispondenza degli impianti alle vigenti norme per la prevenzione degli infortuni ed igiene del lavoro;
- la documentazione necessaria, di cui si dà elenco indicativo e non riduttivo:
  - Manuale di istruzione ed operativo dell'intero sistema.
  - I manuali illustrativi delle singole apparecchiature.

- Gli schemi elettrici.
- I disegni delle singole apparecchiature.
- Tabelle di interconnessioni