

# ENTE ACQUE UMBRE-TOSCANE

AREZZO

SISTEMA MONTEDOGLIO IN TERRITORIO TOSCANO ED UMBRO

PROGETTO ATTUATIVO PER IL COMPLETAMENTO E  
L'OTTIMIZZAZIONE TRAMITE POTENZIAMENTO E RECUPERO  
DI EFFICIENZA DELLE RETI IDRICHE INFRASTRUTTURALI  
DI ACCUMULO E ADDUZIONE

III° STRALCIO - III° SUB STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

4				
3				
2				
1	040219	REVISIONE N.1		
0	150517	PRIMA EMISSIONE		

REV.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.
------	------	-------------	------	------

TITOLO ELABORATO: A.6

PROGETTO N°

ELABORATO

A	T	R	0	6	
			0	0	0

RELAZIONE SULLA PROTEZIONE CATODICA DELLE CONDOTTE

SCALA:

SOSTITUISCE ELAB.


PROGETTISTA

Ing. Thomas CERBINI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Andrea CANALI

COLLABORATORI

Arch. Andrea CARDELLI

Ing. Francesco VITAGLIANI

Ing. Nicoletta VITALE

Geom. Marco ORLANDO

Geom. Leonardo TAVANTI

Geom. Fabio GRAZI

Geom. Lisa MORETTI

**ENTE ACQUE UMBRE-TOSCANE  
AREZZO**

**SISTEMA MONTEDOGLIO IN TERRITORIO TOSCANO ED UMBRO  
PROGETTO ATTUATIVO PER IL COMPLETAMENTO E L'OTTIMIZZAZIONE TRAMITE  
POTENZIAMENTO E RECUPERO DI EFFICIENZA DELLE RETI IDRICHE  
INFRASTRUTTURALI DI ACCUMULO E ADDUZIONE**

**III° STRALCIO – III° SUB STRALCIO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Relazione sulla protezione catodica delle condotte**

**1) GENERALITÀ SULL'INTERVENTO**

Il progetto “*Sistema Montedoglio in territorio toscano ed umbro. Progetto attuativo per il completamento e l'ottimizzazione tramite potenziamento e recupero di efficienza delle reti idriche infrastrutturali di accumulo e adduzione*”, in breve *Progetto Attuativo Montedoglio*, costituisce un contributo alla soluzione di problemi di approvvigionamento idrico per scopi plurimi che completa e rende le opere di adduzione dalla diga di Montedoglio sul fiume Tevere direttamente fruibili con maggiore efficienza, e che permette nel contempo, il recupero di capacità di accumulo consentendo l'effettuazione di una corretta azione di regolazione del bacino idrografico sotteso dall'infrastruttura idraulica stessa.

Le opere da realizzare sono quelle relative al III° stralcio:

- III° stralcio: *Sistema Montedoglio in territorio toscano ed umbro. Progetto attuativo per il completamento e l'ottimizzazione tramite potenziamento e recupero di efficienza delle reti idriche infrastrutturali di accumulo e adduzione. III stralcio.*

Il III° stralcio del *Progetto attuativo Montedoglio* consiste essenzialmente nella realizzazione delle opere necessarie a chiudere l'anello idraulico di approvvigionamento della risorsa idrica dalla diga di Montedoglio per la Valdichiana destinato a convogliare le portate che alimenteranno direttamente le 14 vasche di carico e compenso (n.10 esistenti e n.4 in progetto) a servizio della superficie irrigabile di oltre 28.000 Ha del territorio di cui al III°, IV°, V°, VI° e VII° lotto, così come definiti dal *Piano irriguo Arredi* ed aggiornati con il progetto preliminare redatto nell'anno 2000.

In direzione occidentale, le opere in progetto hanno inizio a partire dal manufatto esistente di diramazione n.10 in località Fonte del Mazza-Mezzavia del Comune di Castiglion Fiorentino (AR), verso le aree della Valdichiana Aretina e Senese e verso il Canale Maestro della Chiana.

In direzione orientale è previsto invece la realizzazione di lunghi tratti di condotte di distribuzione dalle vasche già realizzate n.9 del comune di Castiglion Fiorentino (AR) e n. 10+11 del comune di

Cortona (AR), che dalle suddette vasche si sviluppano parallelamente alla condotta adduttrice principale verso i nodi idraulici n.29 – in loc. Terontola del comune di Cortona (AR) – e “T” – nel comune di Castiglion Fiorentino (AR) –.

In area orientale è altresì prevista la realizzazione di una diramazione che si stacca dal nodo idraulico esistente n.31 in loc. Piana del comune di Castiglion del lago (PG), e che raggiunge una delle suddette quattro vasche (vasca 27+28) prevista in progetto ubicata in loc. I Giorgi del medesimo comune.

Il predetto ramo occidentale del sistema si estende, in direzione sud-ovest, sviluppandosi inizialmente secondo un andamento sub-ortogonale alla linea FF.SS. Firenze-Roma fino ad oltrepassare il torrente Mucchia, per poi curvare, dopo circa 1,6 km, e proseguire parallelamente al Canale Maestro della Chiana fino alla località di Cignano; qui il percorso devia nuovamente per porsi in prossimità del Canale Maestro della Chiana per poi svolgersi pressoché parallelamente ad esso fino a raggiungere la vasca n.42+43.

Lungo questo percorso di circa 30,4 km, dal ramo occidentale si dipartono quattro diramazioni a servizio delle seguenti vasche di compenso, tutte ricomprese in progetto: 24+25; 26+37; 38+39.

Il tratto da realizzarsi a chiusura dell'anello idraulico costituisce il ramo occidentale è costituito inizialmente da una condotta in acciaio DN 1600, che si sviluppa nel primo tratto lungo il fondo valle della Valdichiana in direzione sud-ovest, costeggiando l'abitato di Santa Caterina sino agli attraversamenti in spingitubo del torrente Reglia delle Lepri e del torrente pensile Mucchia. Da qui l'adduttore risale lungo le colline della Valdichiana e dopo una deviazione verso sud arriva al nodo idraulico n. 53, in località Cerreto.

Il ramo quindi continua con il diametro DN 1400, intersecando la S.P. n°31 di Manzano e il raccordo autostradale Bettolle-Perugia, ed arriva al nodo di diramazione n.54 per la vasca 24+25; prosegue poi attraversando e costeggiando la strada comunale del Chiuso fino al nodo di diramazione n.55 per la vasca 26+37, in località Ospizio nei pressi dell'abitato di Cignano.

A partire da questo nodo, l'adduttore si riduce al diametro DN 1200, supera l'abitato di Cignano e prosegue in direzione del canale Maestro della Chiana, continuando per buona parte a costeggiare la strada comunale sopra richiamata, superando la galleria ferroviaria della linea direttissima Firenze-Roma con un ricoprimento di circa 25 m, fino a Campetone, ove sono localizzati sia il nodo di diramazione n.57, poco più avanti, il nodo di diramazione 91 per l'adiacente vasca 38+39. Proseguendo ancora, il ramo si riduce al DN 1000, devia ponendosi in direzione sub-parallela al canale Maestro della Chiana, pur mantenendosi ad oltre un chilometro da esso, e si snoda lungo le colline prospicienti.

Il tracciato prima scende, attraversando il fosso Reglia di Val di Spera ed il relativo allacciante in destra, e poi risale in quota fino alla località Fasciano, per superare ancora con un ricoprimento di oltre 25 m la galleria della linea ferroviaria direttissima Firenze-Roma. Da qui la condotta prosegue

costeggiando vigneti ed una strada vicinale che si allaccia alla S.P. Lauretana, superando Valiano e scendendo di quota portandosi nella parte più valliva fino a raggiungere, al piede di un promontorio, il nodo di diramazione 59 per la vasca 42+43 già realizzata.

Per quanto riguarda il ramo da realizzarsi in direzione orientale, questo è finalizzato al perfezionamento della funzionalità dei lotti di lavori già realizzati, anche a seguito delle pressanti richieste al riguardo da parte delle organizzazioni agricole di categoria e delle amministrazioni locali (Regioni Toscana ed Umbria, Provincie Comuni interessati).

Un nuovo tratto di condotta sarà posto all'interno dell'esistente servitù della condotta di adduzione dalla diga di Montedoglio, e parallelamente all'adduttore principale andrà a raggiungere le aree in corrispondenza del Nodo T e del Nodo 29, rendendo le opere già pronte per la futura distribuzione irrigua del territorio dei comuni di Castiglion Fiorentino (AR) e di Cortona (AR). È altresì previsto in corrispondenza del Nodo U l'interconnessione idraulica tra le condotte di distribuzione dalle vasche n.9 e n.10+11, rendendo quindi possibile il mutuale utilizzo delle rispettive risorse.

Il completamento predetto renderà immediatamente disponibile, attraverso il necessario volume di compenso giornaliero, la risorsa idrica per l'irrigazione dei territori facenti parte dei distretti irrigui n.9, n. 10+11 e n.12+13, nelle more della esecuzione della rete di distribuzione da parte delle amministrazioni locali competenti e/o delle reti consortili a cura e spese delle aziende interessate.

Completano le opere relative alla cosiddetta parte orientale anche un'ulteriore diramazione in acciaio DN 700 che si stacca dal nodo idraulico esistente n.31 in loc. Piana del comune di Castiglion del lago (PG), e che prosegue verso ovest passando per la loc. I Bogni fino al nodo idraulico previsto in progetto n. 44, posto qualche centinaia di metri più avanti; quindi la condotta passa a DN 500 e prosegue in direzione nord-ovest, supera un area boschiva fino ad arrivare in loc. I Giorgi, anch'essa del comune di Castiglion del Lago (PG), ove è prevista la realizzazione della vasca di compenso n. 27+28.

Il materiale adottato per le linee di adduzione principale è l'acciaio S355JR, confermando le scelte già effettuate nelle realizzazioni fin qui effettuate, avendo scartato la possibilità di utilizzare le tubazioni in C.A.P., sia per le minori garanzie offerte da queste nelle zone di giunzione, che per la grande incidenza di pezzi speciali e grossi blocchi di ancoraggio, senza il vantaggio di potere evitare l'onere della necessaria protezione catodica, attesa la notevole presenza di correnti vaganti indotte dalle linee ferroviarie incontrate. Anche per le diramazioni è stato scelto l'acciaio S355JR, uniformando così l'intero sistema, permettendo di ottenere tratte monolitiche, tutte saldate, che escludono la necessità di ricorrere ad ingombranti blocchi di ancoraggio o a costosi giunti antisfilamento.

In particolare, sono state adottate tubazioni in acciaio rivestite esternamente in polietilene, con l'applicazione di 3 strati costituiti da: un primo strato di resina epossidica in polvere spessore 50 micron, per rinforzare la protezione contro la corrosione; un secondo strato copolimerico per

assicurare l'adesione tra primo e terzo strato; ed infine un terzo strato in polietilene estruso, che garantisce un rivestimento compatto. Lo spessore del rivestimento è di 2.2 mm per i diametri inferiori al DN 500, di 2.5 mm per diametri compresi tra il DN 500 ed il DN 700, e di 3.0 mm per i diametri maggiori.

Il rivestimento interno è invece in resina epossidica, applicata liquida secondo le norme NFA 49709 o AWWA C210, con spessore di almeno 300 micron su tutti i punti della superficie.

Questa tipologia di tubazioni garantisce notevoli caratteristiche d'isolamento delle condotte, consentendo una migliore protezione catodica di tipo passivo e, dunque, la realizzazione di un sistema di protezione attiva più blando rispetto alle condotte con rivestimenti tradizionali.

Inoltre, il rivestimento esterno presenta maggiori resistenze agli urti ed alla penetrazione e permette un più facile ed efficace ripristino dei giunti, utilizzando idonee fasce termo-restringenti in polietilene. In più, dopo la posa in opera e la saldatura dei vari tratti, è possibile, utilizzando una apposita strumentazione di misura, rilevare la continuità del rivestimento esterno della tubazione, consentendo, così, controlli più efficaci sulla qualità di esecuzione dell'opera.

In merito agli spessori delle tubazioni, si è fatto riferimento alla norma norme vigenti ed in particolare al Decreto Ministeriale 12/12/1985 relativo alle tubazioni come richiesto nel disciplinare di fornitura facendo riferimento alla pressione di esercizio:

DIAMETRO DN (mm)	SPESSORE (mm)
1600	12,5
1400	11,0
1200	10,0
1000	8,8
800	7,1
700	7,1
500	6,3

Il III° stralcio è suddiviso in ulteriori tre sub stralci.

#### **LE OPERE DEL III° STRALCIO - III° SUB DEL "PROGETTO ATTUATIVO MONTEDOGLIO"**

Il III° sub-stralcio del III° stralcio del *Progetto Attuativo Montedoglio* prevede la realizzazione di un tratto della condotta di distribuzione dalla vasca esistente n.10+11 con sviluppo parallelo alla condotta adduttrice principale tra i nodi "27A" e 29A", e la realizzazione delle vasche n.26+37 e n.38+39 con le relative diramazioni che si staccano rispettivamente dai nodi n. 55 e n. 57 della predetta linea di adduzione.

Il tratto di condotta di distribuzione dalla vasca n.10+11, da realizzare tra i nodi 27A e 29A con tubazione DN 800 mm e con sviluppo di 5,8 km circa, sarà posto all'interno dell'esistente servitù della condotta di adduzione dalla diga di Montedoglio.

La diramazione verso la vasca n.26+37, con sviluppo di 1,4 km circa, si stacca con DN800 dal nodo idraulico n.55 in località Ospizio nei pressi dell'abitato di Cignano del comune di Cortona (AR) e prosegue fino la vasca stessa; la diramazione per la vasca 38+39 si sviluppa invece con DN700 per circa 100 m dal nodo di diramazione n.57 posto in località Campetone del comune di Cortona (AR).

Completano le opere in progetto le opere d'arte di linea, vari manufatti in c.a., l'impianto di protezione catodica delle condotte, lavori diversi di finitura, riambientamento, etc.

## **2) GENERALITÀ SUI MATERIALI**

Il materiale adottato per le condotte é l'acciaio S355JR. In particolare, sono state adottate delle tubazioni in acciaio con rivestimento esterno in polietilene a tre strati (resina epossidica – copolimerico – polietilene). Il rivestimento interno è, invece, in resina epossidica liquida, applicata secondo le norme NFA 49709 o AWWA C210, con spessore di almeno 250 micron su tutti i punti della superficie.

In merito agli spessori delle tubazioni, si è fatto riferimento alla norma UNI EN 10224:2006 richiamata nel disciplinare di fornitura; in particolare è stata scelta la serie B per tutti i diametri.

## **3) CARATTERISTICHE ELETTRICHE**

Al fine di valutare gli effetti della corrosione sulle tubazioni metalliche per effetto della aggressività dei terreni presenti nella zona di posa delle condotte e alla circolazione di corrente elettrica che si disperde dalle linee ferroviarie dovranno essere eseguite misure in campo che consentano la progettazione ed il dimensionamento della protezione catodica.

Per quanto riguarda la resistenza trasversale delle condotte, si ritiene di suggerire di utilizzare in sicurezza, un valore di  $1.000 \text{ Ohm} \cdot \text{m}^2$ . Infatti, inizialmente, con il rivestimento nuovo, ossia con un valore della resistenza trasversale superiore ai  $5.000 \text{ Ohm} \cdot \text{m}^2$ , la densità di corrente di protezione occorrente è dell'ordine di qualche decimo di milliampere.

Con il trascorrere del tempo il rivestimento diminuisce gradatamente la sua resistenza elettrica aumentando nel contempo la densità di corrente richiesta per mantenere in protezione la struttura. Pertanto si può assumere a base dei calcoli un valore di densità di corrente di protezione pari a:  $i = 1 \text{ mA/m}^2$ .

Giova notare tuttavia, che in sede costruttiva e in relazione ai materiali che concretamente saranno approvvigionati, dovranno acquisirsi i reali parametri di isolamento nelle condotte e utilizzare questi valori per determinare la effettiva densità di corrente che potrà essere ben inferiore ai valori ora indicati.

Alla luce di quanto esposto, si é proceduto a suddividere la condotta di adduzione in numerosi tronchi tutti delimitati da giunti dielettrici e che corrispondono, generalmente, alle tratte comprese tra due manufatti di diramazione.

Nella fase esecutiva dei singoli tratti questa suddivisione discenderà dalla consistenza dello stralcio e il conseguente dimensionamento dell'impianto sarà ad essa correlata.

Nel prosieguo, pertanto, verranno indicati solo i criteri di dimensionamento che dovranno essere adottati.

#### 4) CORRENTE DI PROTEZIONE

Il valore di densità di corrente di protezione, sarà assunto cautelativamente pari a  $i = 1 \text{ mA} \times \text{mq}$ , e la corrente di protezione teorica dei vari tronchi calcolata con la relazione seguente in cui S è la superficie laterale del tratto di tubazione da proteggere

$$ip = S \times I$$

Nel determinare il valore di densità sarà opportuno considerare di utilizzare gli alimentatori al 70% della loro corrente nominale.

#### 5) VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE

Per la verifica della caduta di tensione si utilizzeranno per i calcoli le seguenti formule:

$\Delta V_o = \Delta V_e \text{ Cosh} aL$  = variazione di potenziale della tubazione dal punto di alimentazione a fine tratto (Volt) quando la tubazione è protetta;

$\Delta V_e$  = differenza di potenziale fra il potenziale naturale della tubazione rispetto all'elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub> (0,6 Volt) ed il potenziale di protezione (0,9 Volt);

con L = lunghezza tubazione (m)

$$a = \text{costante di attenuazione} \left( a = \sqrt{\frac{r_L}{r_T}} \right) \left( \frac{1}{m} \right)$$

$$r_T = \frac{r_i}{\pi \cdot DN} \quad \text{resistenza trasversale della tubazione (Ohm * m)}$$

$$r_L = \frac{\rho_A}{A} \quad \text{resistenza longitudinale della tubazione (Ohm * m)}$$

Rk = resistenza caratteristica (Rk =  $r_L \times r_T$ ) (Ohm)

$\rho_A = 18 \times 10^{-8} \text{ ohm} \times \text{m}$  = resistività dell'acciaio

$r_i = 1000 \text{ ohm} \times \text{m}$  = resistenza di isolamento della tubazione

$A = \pi (DN - s)s$  = superficie della sezione.

Il potenziale di protezione nei punti più "sfavorevoli" deve risultare inferiore al potenziale di soglia (-900 mv) per cui la corrosione é considerata nulla; per ottenere questi valori l'alimentatore dovrà essere regolato a valori che rientrino ampiamente nel "range" consentito.

## **6) ALIMENTATORI**

Gli alimentatori avranno tensione di targa di 50 V in conformità con le normative vigenti.

Tali alimentatori dovranno essere automatici a corrente costante e ddp costante per adeguarsi a tutte le possibili variazioni di resistività del terreno riconducibili a motivi igrometrici ed agli sbalzi di potenziale causati dalle interferenze con le linee ferroviarie.

Gli alimentatori saranno raffreddati in aria fino a 15 A ed in olio oltre 15 A. Per energizzare ciascun alimentatore sarà necessaria una potenza minima di 1,5 kW.

## **7) DISPERSORI ANODICI**

I dispersori anodici saranno del tipo verticale profondo, e rispetteranno le norme tecniche di esecuzione.

Gli anodi per il dispersore anodico verticali saranno di tipo in Ferro, formato da tondini pressofusi di ml. 4, dalle dimensioni di 60mm del peso di 88,6 kg ogni anodo, collegati tra loro meccanicamente e isolato tramite idonea muffola con isolante a base di resina liquida.

Le caratteristiche della composizione chimica dovranno assicurare le proprietà tipiche di questo tipo di anodi, ed in particolare:

1. Consumo specifico non inferiore a 10 Kg/A.anno
2. Max. densità di corrente, nelle condizioni specificate nella documentazione di progetto non superiore a 5 A/mq.

Il punto di connessione tra cavo e anodo sarà in grado di sopportare una trazione di almeno circa 200 Kg., mentre la sua resistenza elettrica non dovrà essere superiore a 0.008 ohm.

### *Resistenza dei dispersori anodici*

Si dovrà calcolare la resistenza dei dispersori anodici al fine di verificare se la tensione richiesta dagli alimentatori é in accordo con la tensione di targa degli stessi.

La resistenza del circuito anodico sarà calcolata con la seguente formula di Dwight:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \log\left(\frac{8L}{d} - 1\right)$$

in cui:



$\rho$  = resistività elettrica del terreno;

L = lunghezza del dispersore anodico;

d = diametro del letto anodico.

La resistenza totale "R" del circuito anodico sarà calcolata assumendo  $R_v$  pari al 70% della resistenza totale.

Nel rispetto della normativa vigente deve essere valida per ogni dispersore la seguente relazione:

$$V = I_p \times R \leq 50 \text{ V}$$

## **8) VERIFICHE**

A fine lavori dovranno essere eseguite le verifiche in accordo alle norme:

- UNI EN 12954: Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse. Principi generali e applicazione per condotte.
- UNI EN 13509: Tecniche di misurazione per la protezione catodica.

Se dovessero persistere fenomeni di interferenze occorrerà eliminarli in accordo alle prescrizioni tecniche progettuali, alla norma UNI 10428 oltre che, ovviamente, in esplicito accordo con le altre Amministrazioni interessate.

## **9) UBICAZIONE DEGLI ALIMENTATORI, DEI DISPERSORI, DEI PUNTI DI MISURA E DEI GIUNTI DIELETRICI**

Le dimensioni delle opere in progetto e la presenza lungo il suo sviluppo di importanti interferenze elettriche, richiedono una particolare attenzione nello studio dei problemi legati alla corrosione delle tubazioni. Sebbene la scelta delle tubazioni rivestite in polietilene 3 strati garantisce una notevole protezione dall'azione corrosiva dei terreni, risulta di fondamentale importanza prevedere anche una adeguata protezione catodica di tipo attivo, sia pure più blanda rispetto a quella da realizzare nel caso di condotte con rivestimento tradizionale.

Nella progettazione dell'impianto, in accordo alla normativa UNI EN 10224:2006, è stato necessario:

- frazionare il più possibile gli impianti per abbassare la corrente di protezione;
- installare alimentatori dedicati a questi particolari tratti;

- ubicare i dispersori anodici a distanza di sicurezza dalle linee ferroviarie.

Considerata la resistenza trasversale delle condotte, utilizzando un valore di sicurezza di 1000 Ohm $\times$ m<sup>2</sup>, è stata determinata la densità di corrente richiesta per mantenere in protezione la struttura, dalla quale sono state poi calcolate le correnti di protezione per ognuno dei tronchi sopra considerati. Fissate le caratteristiche degli alimentatori e dei dispersori anodici, la loro collocazione verrà definita successivamente in fase di realizzazione dell'opera.

Infatti, in relazione alla natura corrosiva dei terreni ed alla presenza di notevoli correnti vaganti, è stato ritenuto indispensabile realizzare la protezione catodica contestualmente alla posa in opera della tubazione, integrando con ulteriori indagini le problematiche legate alle interferenze elettriche.

A tal fine, negli oneri di posa in opera delle tubazioni in acciaio, secondo quanto stabilito nel Capitolato Speciale d'Appalto, è previsto che la ditta esecutrice dei lavori svolga, preliminarmente, apposite campagne di indagini per valutare in modo esaustivo l'entità di tali interferenze, considerando oltre alle linee ferroviarie anche le altre infrastrutture presenti (Metanodotto SNAM, COINGAS, ENEL, TELECOM, etc.), per potere conseguentemente passare alla progettazione costruttiva e, quindi, alla realizzazione dell'opera.

Il piano d'indagini, da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, sarà mirato all'acquisizione del profilo di resistività dell'ambiente di posa e di ogni sito di ubicazione dei dispersori anodici; alla misura della resistenza di isolamento delle tubazioni; alla verifica dei campi elettrici esterni e loro interazione con le condotte. L'impresa, inoltre, dovrà fornire oltre al progetto esecutivo con allegati i relativi disegni, anche i provvedimenti per la successiva gestione programmata dell'impianto.

Ritornando alla localizzazione degli elementi della protezione catodica, le indicazioni che sono date le seguenti: gli alimentatori dovranno essere ubicati in luoghi baricentrici rispetto ai singoli tratti ed in prossimità di strade servite da linee ENEL.

I posti di misura dovranno essere posti in luoghi facilmente accessibili; mentre i dispersori anodici, dovranno, come già detto, essere distanziati abbondantemente dalle linee ferroviarie per non creare ulteriori interferenze elettriche.

Per quanto riguarda in ultimo le condotte, esse avranno una perfetta continuità metallica essendo le barre elettricamente saldate, prevedendo in corrispondenza dei pezzi speciali anche l'esecuzione di cavallottamenti in cavo di adeguata sezione.

#### IMPIANTO DI PROTEZIONE CATODICA.

Impianto di protezione catodica delle condotte in acciaio DN 1000 tra il Nodo U e il Nodo 27A, costituito da:

- n.1 armadio in vetroresina IP 44 completo di basamento in c.a., cablato, contenente n.1 alimentatori automatici con ingresso alimentazione 220 Vac 50 Hz corrente max in uscita 15 Amper, pannello portacontatori, interruttore magneto-termico differenziale 25 A, prese di servizio, morsettiera, ripiano portastrumenti;

-1 dispersore anodico verticale con barre in ferro, realizzato tramite perforazione a rotazione di diametro 200 mm e profondità minima di 80 m, costituito da catena di 10 anodi al di acciaio al carbonio di diametro minimo 70 mm, lunghezza delle barre di 4 m ciascuna, peso 29 kg/ml, muffole isolanti, ecc.;

- opere di collegamento tubazioni, dispersore, alimentatore, costituite da cavi FG7R/5 ma mmq 1x20, comprensive di tubi corrugati, impianti di messa a terra con picchetto di terra e pozzetto in cls 30x30x30 con coperchio, elettrodo di misura fisso impolarizzabile, ecc;

- punti di misura fissi da installarsi in corrispondenza dei manufatti n.U, 10A, 26A, 26B, 26C, 27A, ed ogni tubo guaina per gli attraversamenti in spingitubo, costituiti da piantana pressofusa, morsettiera su palo zincato, elettrodo di riferimento, cavetti, ecc;

- compresi gli oneri di allacciamento alla rete ENEL, qualsiasi tipo di collegamento occorrente e quanto altro necessario per garantire la protezione delle tubazioni.

E' inoltre previsto il necessario collegamento elettrico per la messa in protezione delle condotte comprese tra i Nodi 57-58 e 59, nonché quelle tra i Nodi 31-44 e la Vasca 27+28, mediante gli impianti di protezione catodica già realizzati con gli esistenti tratti di adduzione principale.