

PROTEGGIAMOCI DALLA CORROSIONE, UN NEMICO DAI MILLE VOLTI

La protezione catodica per le strutture Oil&Gas e l'introduzione nel mondo idrico



Marco Facciadio
(CEO SAIT srl)



04 | **Conclusioni di natura economica sulle reti idriche**

- 01** | **Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa**
- 02** | **Protezione catodica in ambito gas**
- 03** | **Protezione catodica in ambito idrico**



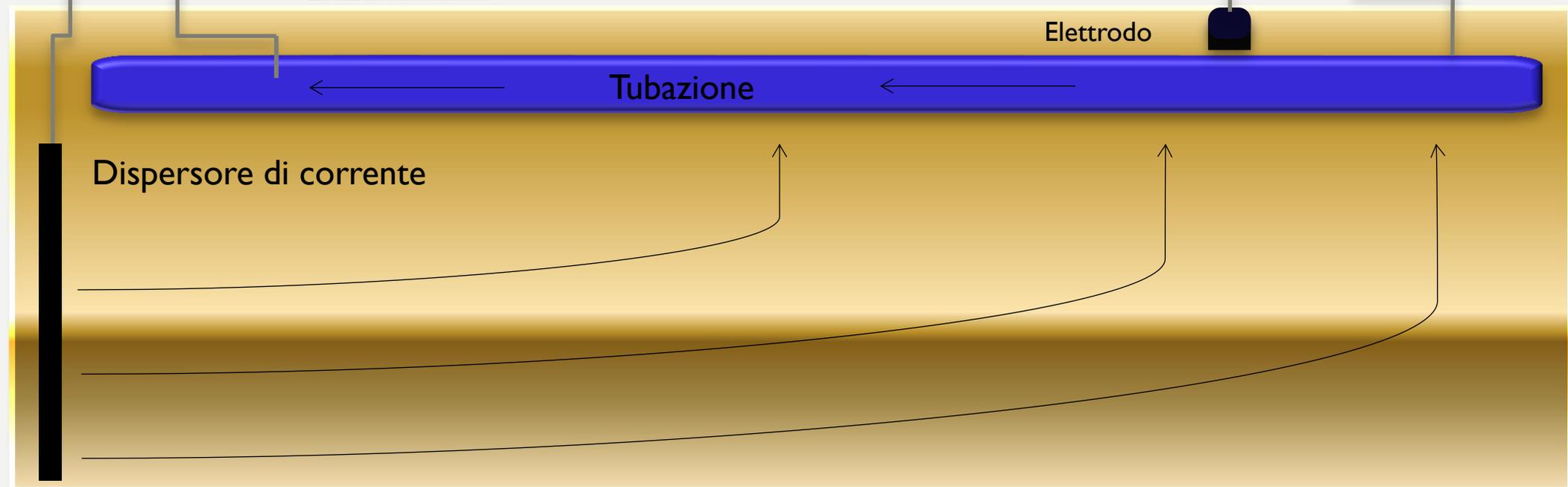
Che cosa è la protezione catodica

La protezione catodica è una tecnica elettrochimica di salvaguardia dalla corrosione di strutture metalliche esposte a un ambiente elettrolitico (terreni, acqua marina, acqua dolce, sostanze chimiche, ecc.)

Alimentatore di p.c.



Posto di misura



01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

Un sistema di protezione catodica è formato principalmente da:

- Un posto di alimentazione con un alimentatore di corrente continua (con o senza telecontrollo dei parametri) posto all'interno di un armadio di contenimento



01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

Assieme all'alimentatore viene realizzato un dispersore anodico di corrente di tipo verticale scavato e posato con una trivella



01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

Oppure un dispersore anodico di corrente di tipo orizzontale realizzato e posato con escavatore



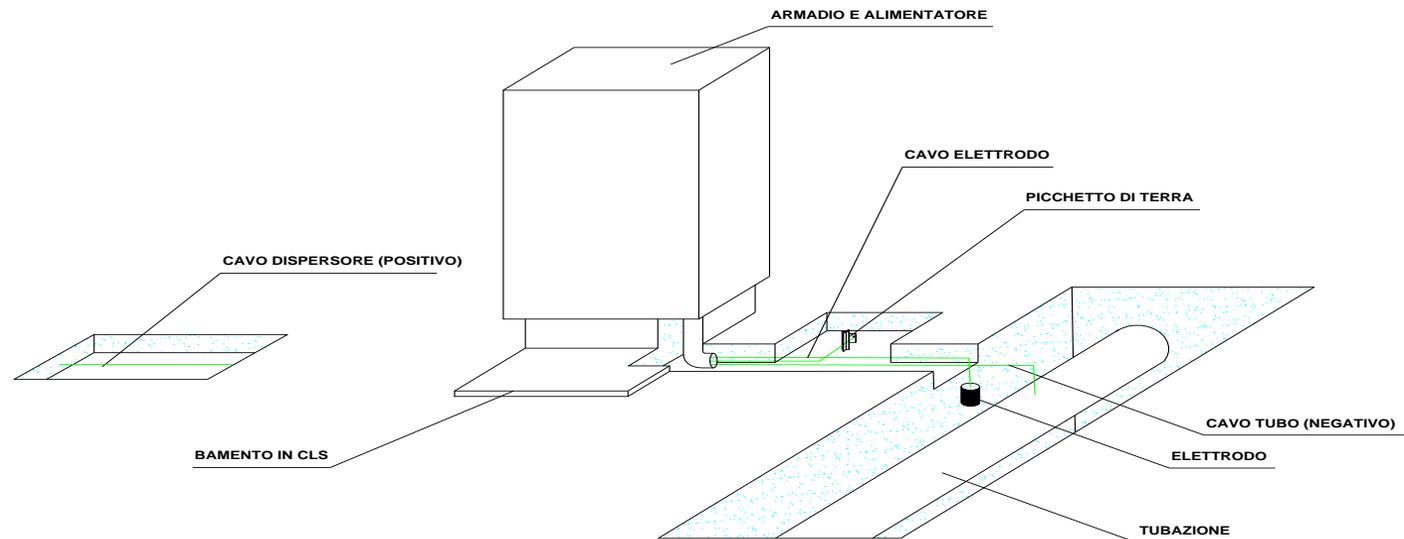
01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

Sempre assieme all'alimentatore viene posato un elettrodo al CuCuSo_4 e un cavo del negativo collegato alla tubazione



01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

- Alimentatore catodico posto all'interno di un armadio stradale.
- Dispersore anodico di tipo orizzontale o verticale
- Elettrodo al Cu-CuSO₄
- Collegamenti tubazione, fonte di energia elettrica e messa a terra



01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

- Posti di misura lungo la tubazione realizzati con un contenitore e cavi collegati alla tubazione ed elettrodo (il punto di misura può essere corredato di apparato per la telelettura)

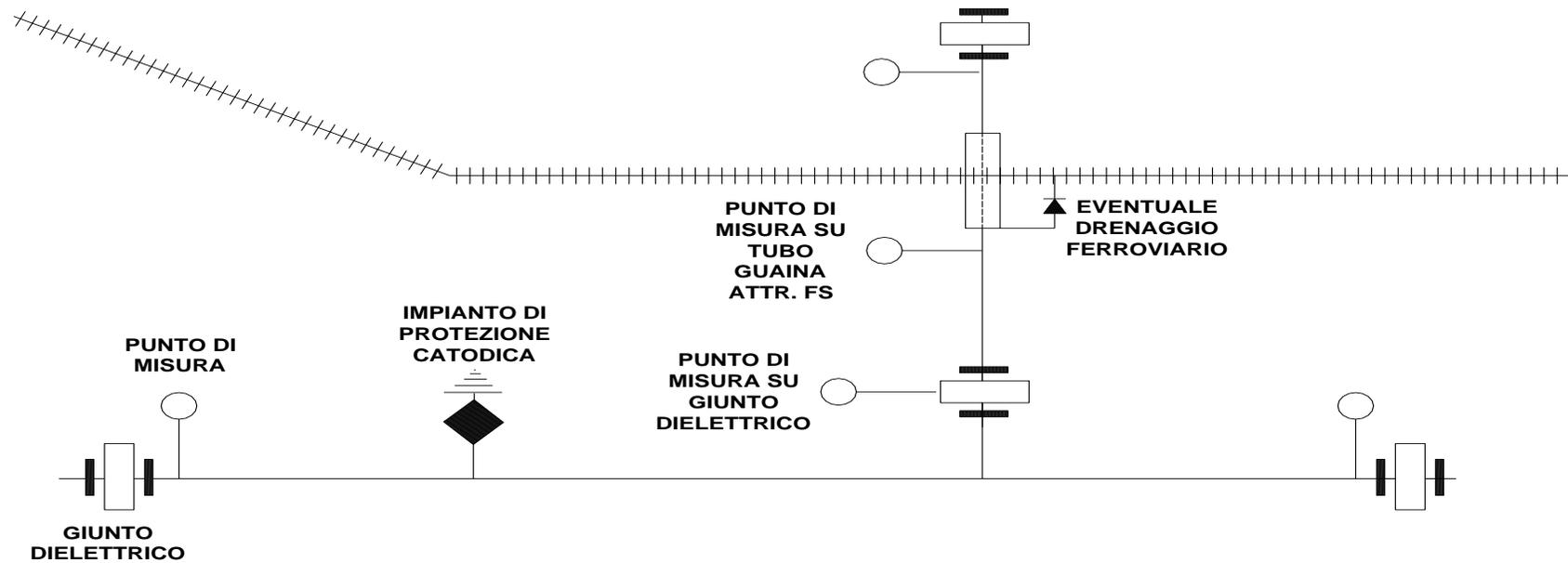


01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa

In alcuni casi esiste la possibilità di utilizzare anche un drenaggio ferroviario **NON** alimentato dalla corrente 220Vac (viene utilizzato solamente in casi particolari)



01 Composizione tipo di un sistema di protezione catodica a corrente impressa



02

Protezione catodica in ambito gas

Tutto quello che è stato fatto negli anni fino alle nuove linee guida



02

Protezione catodica in ambito gas



In ambito sicurezza delle strutture convoglianti gas naturale e fluidi pericolosi, sono state sviluppate norme tecniche tese a definire le regole di implementazione delle reti.

L'Autorità in Italia si affida ad APCE per definire il parametro di efficienza delle reti protette attraverso il parametro KT , dove all'interno del calcolo di questo parametro troviamo tutti i dati del sistema di protezione catodica.

02

Protezione catodica in ambito gas

Rif.to 2022-2024 – Distribuzione

VALORE INDICATORE DISTRIBUZIONE K_T

L_{SPC}	Lunghezza della Rete in Acciaio del sistema di protezione catodica	<i>IKmI</i>	<input type="text" value="21000"/>
N_{PM}	Numero Totale dei Posti di misura presenti nel sistema di protezione catodica	<i>In.I</i>	<input type="text" value="10"/>
ΔE	Variazione Campo Elettrico (Alta - Media - Bassa)	<i>A/M/B</i>	MEDIA
N_{AF}	Numero degli attraversamenti ferroviari presenti nel sistema di protezione catodica	<i>In.I</i>	<input type="text" value="1"/>
N_{IPC}	Numero totale degli impianti di protezione catodica, degli impianti di drenaggio unidirezionale e dei collegamenti con strutture estranee presenti nel sistema di protezione catodica	<i>In.I</i>	<input type="text" value="1"/>
CS	Controllo del sistema di protezione catodica (Operatore in Campo o Telesorvegliato)	<i>OP/TLS</i>	<input type="text" value="TLS"/>
N_{PM}	Numero di posti di misura totali dotati di telesorveglianza conformi presenti nel sistema di protezione catodica (impianti, attraversamenti ferroviari, punti caratteristici)	<i>In.I</i>	<input type="text" value="4"/>
N_{MBD}	Numero di misure di breve durata conformi eseguite con operatore nei posti di misura non inseriti nel sistema di telesorveglianza	<i>In.I</i>	<input type="text" value="0"/>
N_{MR}	Numero di misure registrate conformi eseguite con operatore sul sistema di protezione catodica dotato sistema di telesorveglianza o ricavate dal sistema di telesorveglianza stesso nel periodo di efficiente ed efficace funzionamento oppure derivanti da posti di misura dotati di telesegnalazione o telemisura	<i>In.I</i>	<input type="text" value="5"/>

K_T

64

[vedi risultati parziali](#)

[NUOVO CALCOLO](#)



Tra le principali norme del settore, troviamo:

UNI 10611:1997 → Rivestimenti

UNI EN ISO 15589-1 → Generalità sugli impianti di protezione catodica

UNI 11094 → Principi di attuazione e verifica della protezione catodica

UNI 10950 → telecontrollo dei sistemi di protezione catodica

UNI 13509 → tecniche di misura della protezione catodica

UNI 14505 → strutture e aree complesse

UNI EN ISO 18086 → rischio corrosione da AC

UNI EN ISO 15257 → livelli di competenza del personale tecnico di protezione catodica

ISO 22426 → Caratteristiche di coupon e sonde di potenziale

Di seguito, si riporta cronoprogramma degli step operativi:

STEP OPERATIVO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	a seguire
1° revisione Linee Guida APCE	→								
obbligo applicazione tabella manutenzione relativa all'anno 2018 riportata nell'attuale linea guida distribuzione quinta edizione	→	→	→	→	→				
2° revisione Linee Guida APCE	→	→	→						
obbligo aggiornamento classificazione dei punti di misura	→	→	→	→	→	→	→	→	→
obbligo valutazione interferenza elettrica e definizione/aggiornamento del numero minimo punti di misura caratteristici	→	→	→	→	→	→	→	→	→
obbligo messa in esercizio numero minimo punti di misura caratteristici con relativo monitoraggio	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Installare gli elettrodi di riferimento rispondenti ai criteri di monitoraggio UNI EN ISO 15589-1 nei dei punti di misura caratteristici	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Installare apparati di tele sorveglianza di ultima generazione nei punti di misura caratteristici dotati di nuovi elettrodi rispondenti ai criteri di monitoraggio UNI EN ISO 15589-1	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Esecuzione del collaudo di stato elettrico dei sistemi di protezione catodica con i criteri UNI EN ISO 15589-1	→	→	→	→	→	→	→	→	→

Tra le principali norme del settore, troviamo:

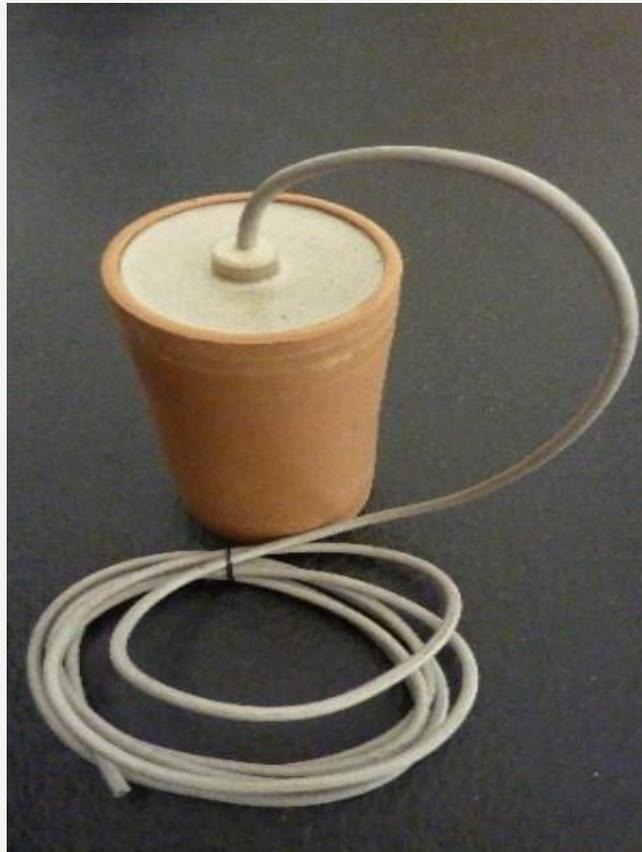
UNI EN ISO 15589-1 → Generalità sugli impianti di protezione catodica

LINEA GUIDA APCE EDIZIONE 5 REV. 2 → Si introduce l'utilizzo delle sonde di potenziale al posto dei tradizionali elettrodi per la misura di potenziale in assenza di interferenza **Eirfree**

02

Protezione catodica in ambito gas

Le novità negli ultimi anni nel campo della protezione catodica applicata al mondo gas&oil, è la sostituzione dei vecchi elettrodi di riferimento al Cu-CuSo₄ in ceramica con Sonde di potenziale al Cu-CuSo₄



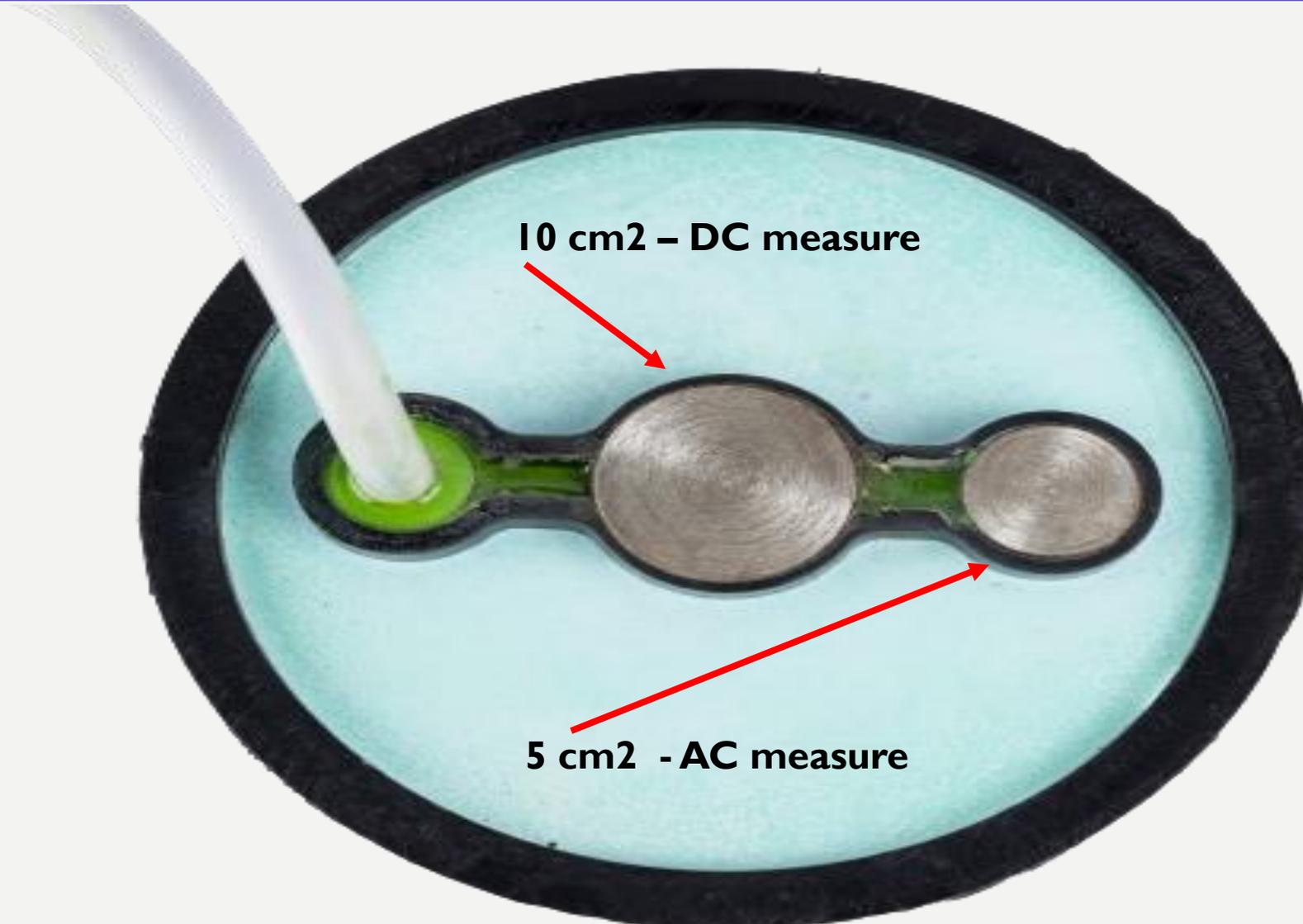
ELETTRODO AL CU-CUSO₄



SONDA DI POTENZIALE

02

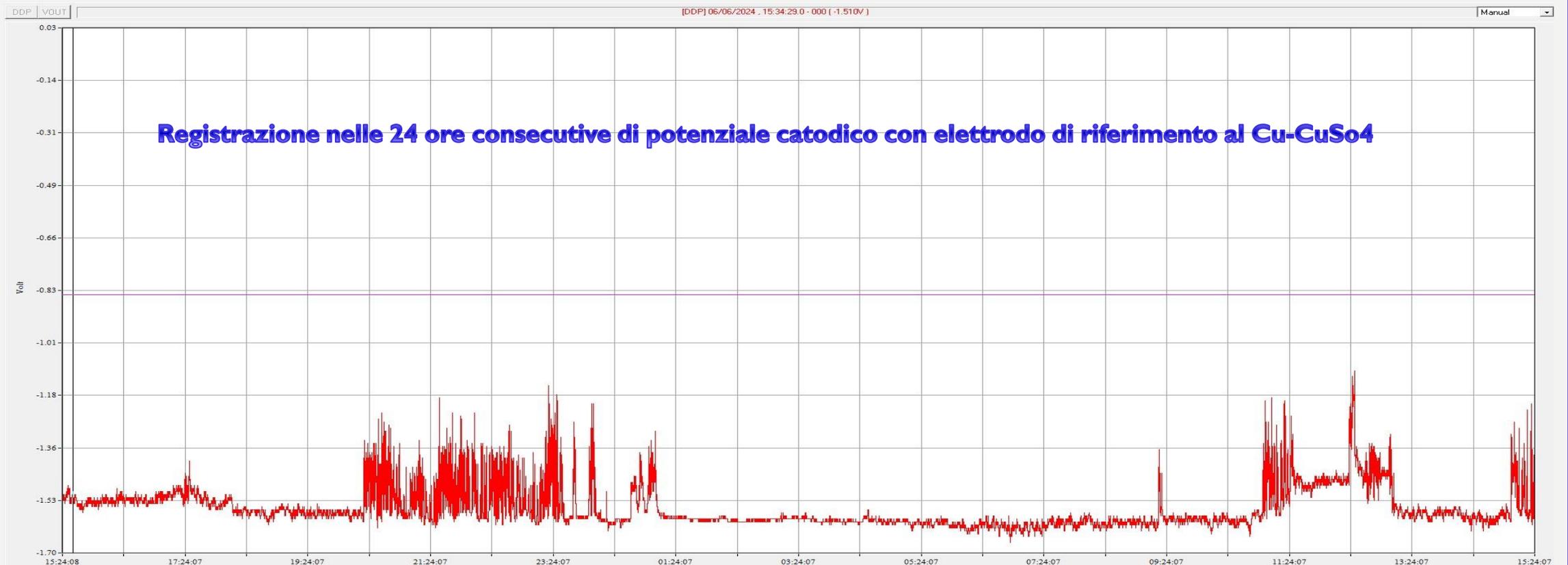
Protezione catodica in ambito gas



02

Protezione catodica in ambito gas

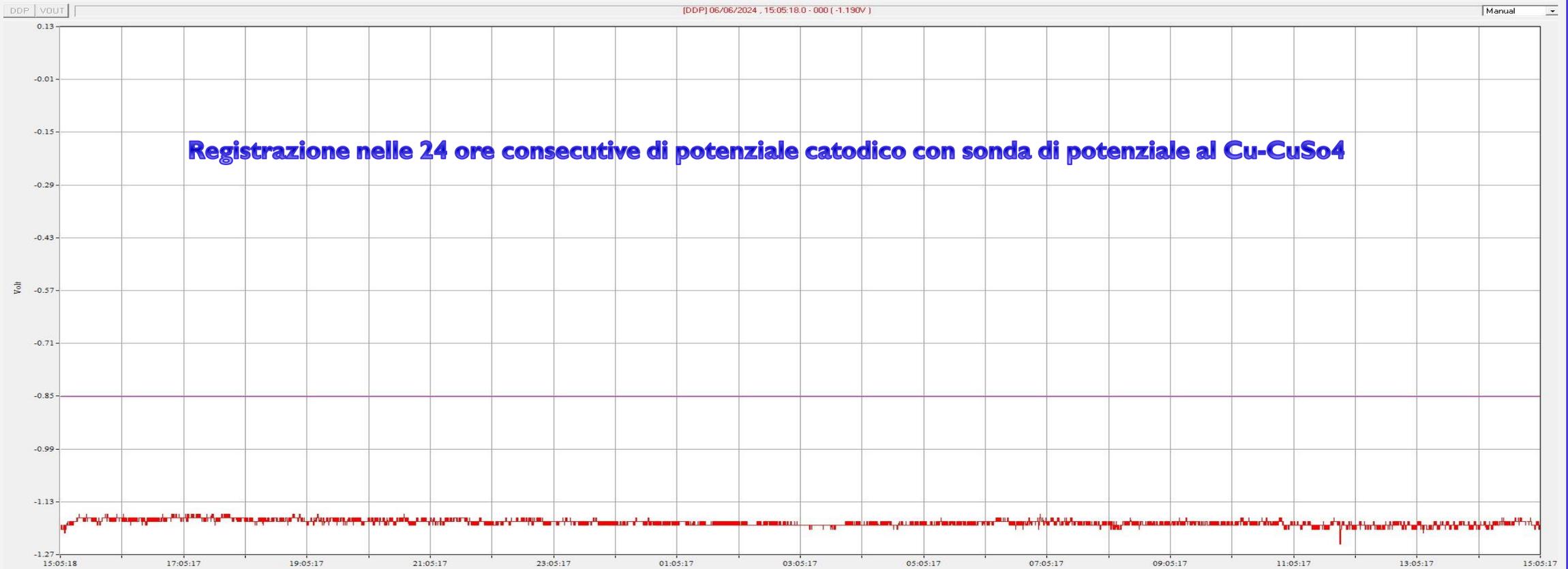
Le misure di potenziale (tubo-elettrodo) eseguite con i vecchi elettrodi di riferimento in ceramica al Cu-CuSo₄ non erano depurate dalle cadute di tensione e dalle interferenze che ci sono in campo, quindi il valore di potenziale catodico rilevato non era veritiero.



02

Protezione catodica in ambito gas

Con l'introduzione delle sonde di potenziale al Cu-CuSo₄ le cadute di tensioni vengono ridotte al minimo e le interferenze quasi annullate, quindi possiamo stabilire che il valore del potenziale catodico (tubo-sonda) rilevato è molto vicino alla realtà.



02

Protezione catodica in ambito gas

Dopo l'installazione delle sonde di potenziale, ovvero dopo il 2025, ci sarà la sostituzione degli apparati di telelettura con l'ultima generazione



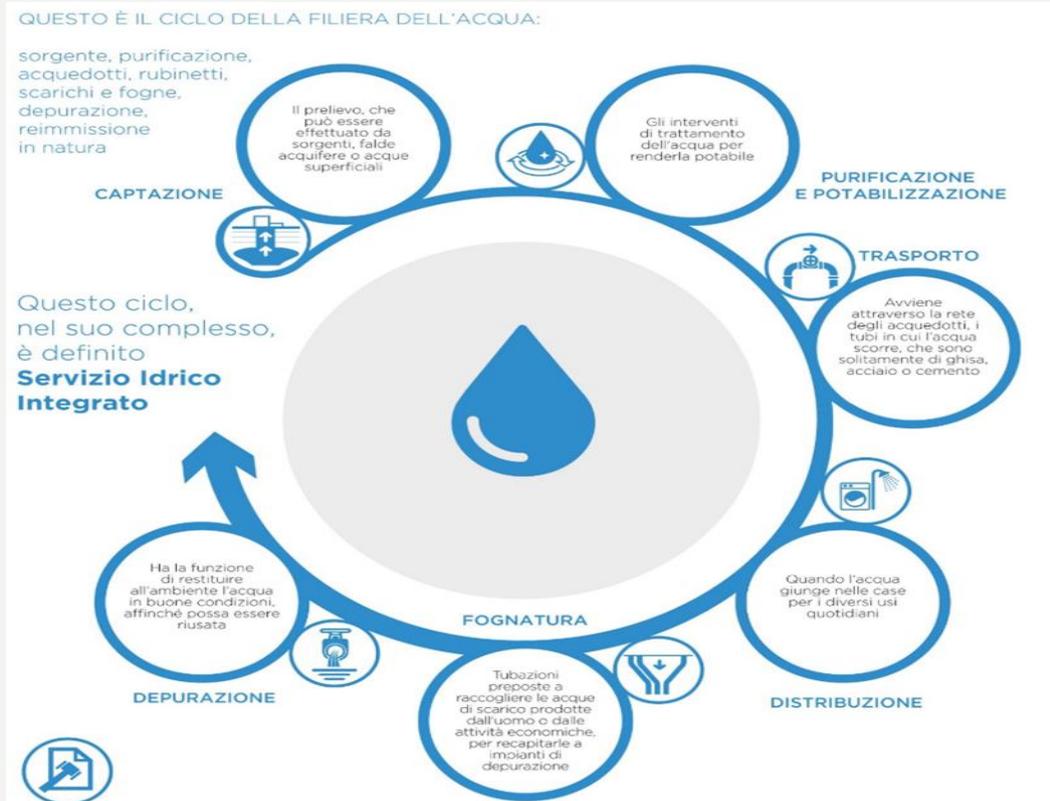
03

Protezione catodica in ambito idrico

Tutto quello che si sta tentando di fare



IL PUNTO DI PARTENZA



Il sistema di adduzione e distribuzione in ambito idrico attualmente risentono di strutture spesso datate.

Il 60% della rete è stato posato da circa 30 anni, mentre il 25% da più di 50 anni (fonte FAI).

QUANTA ACQUA SI PERDE?



Più del 36%
dell'acqua immessa in rete viene persa
prima di arrivare all'utente

Vicini al 70%
in alcune regioni dove le reti sono più
vestuste

85 litri pro capite
persi ogni giorno nelle reti di distribuzione di
città e capoluoghi

03

Protezione catodica in ambito idrico

Reti vecchie e vetuste con rivestimenti degradati (tipo bitume)

RETI DI ADDUZIONE



Le fasi preliminari da verificare in una rete di adduzione per la fattibilità di installazione di un sistema di protezione catodica sono le seguenti:

1. Verifica della rete se presenti dei materiali diversi dall'acciaio;
2. Verifica dei giunti isolanti sulla sorgente e sui serbatoi;
3. Progettazione di un sistema di p.c. compresi i punti misura tenendo conto della bassa resistenza del rivestimento

Tutto cio' porta ad una possibile fattibilità di installazione

Reti nuove con rivestimenti di tipo polietilene doppio e triplo strato RETI DI ADDUZIONE



Per le reti nuove di adduzione l'installazione di un sistema di p.c. diventa più facile sia per la sua progettazione sia per la sua realizzazione, perché la rete è fatta interamente in acciaio con un rivestimento ad alta resistenza, sono presenti i giunti dielettrici e non sono presenti contatti elettrici con strutture terze.

03

Protezione catodica in ambito idrico

Verifiche e interventi per poter attuare la protezione catodica sulle reti esistenti



Requisiti
di base



Verifica della fattibilità di installazione di un sistema di protezione catodica



Verifica del rivestimento della rete

SUCCESSIVAMENTE



Installazione degli impianti di protezione catodica



Predisposizione punti misura (con elettrodo o sonda)

03

Protezione catodica in ambito idrico

Lo stato attuale della protezione catodica

Ad oggi la protezione catodica **non è obbligatoria** nelle reti idriche, con **APCE** si sta portando avanti una bozza di linee guida per l'attuazione della protezione catodica su reti idriche di **ADDUZIONE** partendo dall'installare gli impianti di protezione catodica sulle reti, ovvero.....

DARE CORRENTE AI TUBI!!!!



04 Conclusioni di natura economica sulle reti idriche

Alcuni esempi reali dei costi di riparazione per corrosioni elettrolitiche





1



2



3

ATTIVITA' DI RIPARAZIONE

**DN1600 PN 16 – LATO VALLE – verso
ferrovia LLFS-RM-FI.**

Foto di dettaglio relative alla campagna di indagini atte a verificare lo stato di degrado della tubazione posta tra il giunto e la camera di manovra (foto 1,2,3).

Interventi di riparazione mediante saldatura di fazzoletti in acciaio spessore 10 mm (foto 4,5,6)



4



5



6

SCHEDA CONCLUSIVA INTERVENTO**DURATA COMPLESSIVA DELLE ATTIVITA' DI RIPARAZIONE, MANUTENZIONE E RIPRISTINO:** 23/08/2019 AL 27/09/2019**INTERRUZIONE SERVIZIO DI FORNITURA:** NO**IMPRESE COINVOLTE NELLE ATTIVITA' DI RIPARAZIONE :** N°3**LAVORAZIONI ESEGUITE:**

Scavi, attività di riparazione, pulizia tubazione, interventi di riparazione sulla tubazione, n°15 saldature di fazzoletti in acciaio sp.10 mm, trattamenti preliminari protettivi, guaina isolante, attività manutentive al sistema di aggotamento, attività manutentive all'impianto elettrico, verifiche funzionalità impianto telecomando e telecontrollo, rinterrati, ripristino piazzali, ripristino recinzioni perimetrali, materiali. **€ 48.062,00 oltre iva di legge**

COSTI INTERNI:

Personale: n°1 tecnico incaricato delle attività di sorveglianza – 10 giorni per 8 ore - **€ 1.450,00 oltre iva di legge**

Spostamenti : km 1560, 00 - **€ 631,80 oltre iva di legge**

Rimborsi spese: n° 10 pasti - **€ 150,00**

COSTO DERIVANTE DALLA PERDITA DI ACQUA (stima per difetto): $672 \text{ h} * 5,0 \text{ l/s} = 12.096,00 \text{ mc} * 0,1353 \text{ €/mc} = \text{€ 1.636,58 oltre iva di legge}$

COSTO TOTALE INTERVENTO DI RIPARAZIONE: € 51.930,38 oltre iva di legge



ATTIVITA' DI VERIFICA

Successivamente alla chiusura e scarico del tratto di condotta si è proceduto ad una verifica generale del giunto e in ragione dei danni limitata ad una porzione ben definita si è proceduto al taglio della parte compromessa.

ATTIVITA' DI RIPARAZIONE

- 1 Adeguamento degli scavi
- 2 pulizia completa del tratto di tubazione scoperto
- 3 censimento puntuale dei danni da corrosione al giunto e al tratto di tubazione compresa tra la parete in ca e il giunto
- 4 taglio della porzione di giunto compromessa dai fenomeni di corrosione
- 5 saldatura di elemento in acciaio opportunamente calandrato dello spessore di 10 mm
- 6 trattamento preliminare mediante primer
- 7 isolamento della tubazione mediante altene bianco e nero
- 7 verifica funzionalità della protezione catodica
- 8 rinterro
- 9 ripristini finali



1



2



3



4



5



6

ATTIVITA' DI RIPARAZIONE

Foto di dettaglio relative alle attività di riparazione (foto 1,2,3).

Interventi finali di isolamento (foto 4,5,6).

SCHEDA CONCLUSIVA INTERVENTO**DURATA COMPLESSIVA DELLE ATTIVITA' DI RIPARAZIONE, MANUTENZIONE E RIPRISTINO:** 25/08/2023 al 30/08/2023**INTERRUZIONE SERVIZIO DI FORNITURA:** NO**IMPRESE COINVOLTE NELLE ATTIVITA' DI RIPARAZIONE :** N°2**LAVORAZIONI ESEGUITE:**

Scavi, attività di riparazione, pulizia tubazione, Trattamenti protettivi preliminari, guaina isolante, ripristino prot. catodica, verifiche funzionalità impianto telecomando e telecontrollo, opere di rinterro, ripristino piazzali.

Scavi, assistenza agli scavi, rinterri e sistemazioni esterne: € 2.800,00 – Riparazione giunto e isolamento: € 3.500,00

COSTI INTERNI:

Personale: n°1 tecnico incaricato delle attività di sorveglianza – 3 giorni per 4 ore - € 217,50

Spostamenti : km 1560, 00 - € 78,50

COSTO TOTALE INTERVENTO DI RIPARAZIONE: € 6.596,00 oltre iva di legge

RIFLESSIONI CONCLUSIVE

Sulla base della esperienza (DELLA SOCIETA' CHE CI HA FORNITO LE SLIDE PRECEDENTI) maturata nell'ambito della gestione del sistema di adduzione può conseguire una considerazione di natura economica che attesta l'importanza di un adeguato sistema di protezione catodica efficace ed efficiente nel tempo.

DETERMINAZIONE COSTI E BENIFICI DI UN IMPIANTO DI PROTEZIONE

PARAMETRI DI RIFERIMENTO:

1 - durata media di un acquedotto 30 anni

2 – costo realizzazione impianto di protezione catodica – sistema di adduzione occidentale: 1937,00 €/km * 135,00 km
= **€ 270.000,00**

3 – costo della manutenzione annuale:

A – *verifiche e controlli annuali: € 5.500,00*

B - *sostituzione dispersori verticale: € 23.000,00 * n° 1 = € 23.000,00*

C – *manutenzione punti di misura: € 10,00 * n°50 = € 500,00*

D – *manutenzione alimentatori: € 20,00 * n°35 = € 700,00*

Costo medio della manutenzione annuale: € 29.700,00

4 – costo complessivo delle attività di manutenzione per 30 anni: € 29.700,00 * 30 anni = **€ 891.000,00**

5 – costo realizzazione impianto ed attività di gestione e di manutenzione nell'arco della vita dell'acquedotto:
€ 270.000,00 + € 891.000,00 = **€ 1.161.000,00**

Sulla base dell'esperienza maturata nell'ambito delle attività di gestione, manutenzione e riparazione e da recenti studi di settore si può sostenere che i costi degli interventi di riparazione di un acquedotto sprovvisto di sistema di protezione catodica si attestano al 10% del costo totale delle opere (nell'arco della durata della vita delle opere stesse)

COSTO OPERE DI ADDUZIONE SISTEMA OCCIDENTALE: € 205.000.000,00

COSTI DI RIPARAZIONE IN ASSENZA DI P.C. PER 30 ANNI – 10% DI 205 M - € 20.500.000,00

COSTI DI REALIZZAZIONE E GESTIONE DELLA PROTEZIONE CATODICA PER 30 ANNI - € 1.161.000,00

RISPARMIO OTTENUTO CON IMPIANTO EFFICIENTE DI P.C. – 95% CA

Oltre tutto tale valutazioni non tengono conto della:

1 – Costi ambientali: spreco della risorsa idrica (dovuta alle rotture)

2 – Costi economici: mancata vendita della risorsa sprecata

2 – Costi sociali: qui sono compresi tutti quei costi che provocano disagi al consumatore finale e a tutti quegli attori che sono colpiti dalla perdita (VV.FF., forze dell'ordine, etc.)

6 - Costi derivanti da eventuali responsabilità civili o penali a cui potrebbero incorrere il personale incaricato delle attività di gestione e controllo dei sistemi di adduzione

GRAZIE PER L'ATTENZIONE