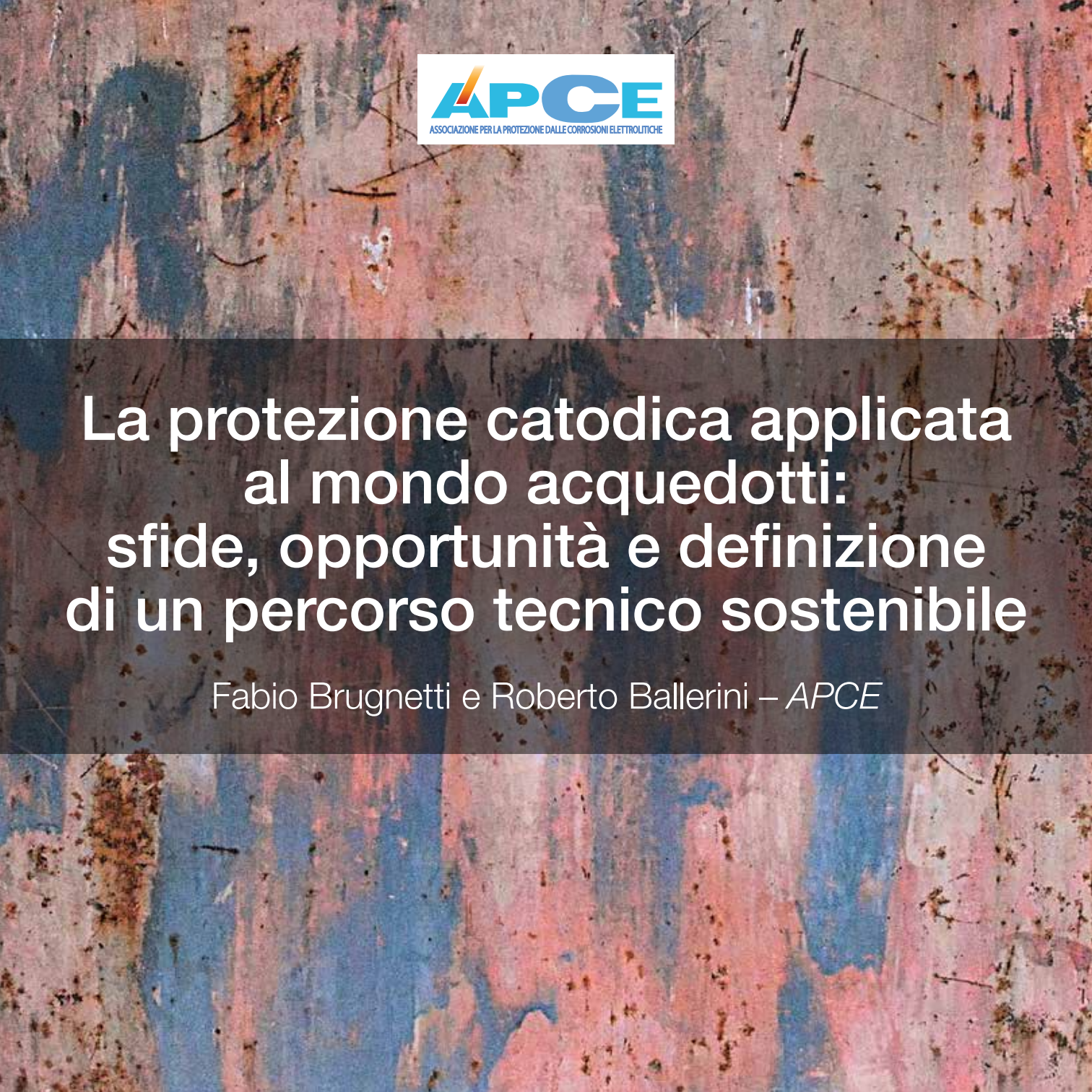


La protezione catodica applicata al mondo acquedotti: sfide, opportunità e definizione di un percorso tecnico sostenibile

Fabio Brugnetti e Roberto Ballerini – *APCE*

L'AUTORE

Fabio Brugnetti e Roberto Ballerini
APCE

APCE

APCE - Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche - è un'Associazione a carattere culturale - scientifico, senza finalità di lucro, fondata nel 1981 per coordinare tutte le azioni necessarie a proteggere le infrastrutture soggette a corrosione.

APCE è stata riconosciuta dall'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il sistema idrico come organismo tecnico competente per la definizione delle linee guida nel campo della protezione catodica di condotte metalliche adibite alla distribuzione (Deliberazione 574/2013/R/gas), al trasporto del gas naturale (Deliberazione 602/2013/R/gas), e alle flow line di collegamento degli impianti di stoccaggio del gas naturale (Deliberazione 596/2014/R/gas).

Tutte le immagini e le fotografie presenti in questo Focus sono state regolarmente acquistate su banche dati.
Nel caso in cui l'autore ritenga che siano state violate le regole di copyright, è pregato di segnalarlo al seguente indirizzo: comunicazione@ energiamedia.it

Progetto editoriale: Energia Media srl - Milano
www.energiamedia.it
Coordinamento editoriale: Emanuele Martinelli
Redazione: Martina Ginasi
Realizzazione grafica: Alice Ceccherini

©APCE - giugno 2025
©Energia Media Editore - giugno 2025

LA PROTEZIONE CATODICA APPLICATA AL MONDO ACQUEDOTTI: SFIDE, OPPORTUNITÀ E DEFINIZIONE DI UN PERCORSO TECNICO SOSTENIBILE

Fabio Brugnetti e Roberto Ballerini - *APCE*

La protezione catodica è una tecnica essenziale per la prevenzione della corrosione nelle infrastrutture metalliche interrate o immerse, come parte delle condotte degli acquedotti. Questa tecnologia potrebbe svolgere un ruolo cruciale nella salvaguardia delle reti idriche, migliorando l'affidabilità, la sicurezza e la durata delle tubazioni, riducendo i costi di manutenzione e prevenendo guasti che tipicamente tendono a compromettere la continuità del servizio (perdite d'acqua, infiltrazioni e contaminazioni), oltre a impattare negativamente sulla sostenibilità economica e ambientale della gestione degli acquedotti.

In questo approfondimento verranno illustrati i principi della protezione catodica, le diverse tecniche applicabili agli acquedotti, la normativa di riferimento e i vantaggi che questa tecnologia potrebbe offrire nella gestione delle reti idriche.

La protezione catodica è un metodo di prevenzione della corrosione basato sulla modifica del potenziale elettrochimico del metallo da proteggere. La corrosione si verifica quando un metallo, immerso in un elettrolita (come il terreno o l'acqua), subisce

una reazione di ossidazione che lo porta a degradarsi nel tempo.

Questa tecnica si basa sul principio di trasformare il metallo della tubazione in un catodo, impedendone l'ossidazione in sostanza rallentando il fenomeno corrosivo fino a renderlo dal punto di vista ingegneristico trascurabile nel corso della vita utile della struttura.

Esistono due metodi principali per realizzare la protezione catodica: Protezione Catodica a Corrente Impressa *(ICCP - Impressed Current Cathodic Protection)*, che consiste nell'applicazione di una corrente elettrica continua alle tubazioni mediante un sistema di dispersori collegati a un alimentatore, metodo particolarmente efficace per lunghe condotte e in ambienti con elevata resistenza elettrica del suolo; Protezione Catodica a Protezione Galvanica (o Sacrificale), che si basa sull'utilizzo di anodi sacrificali, generalmente in zinco, magnesio o alluminio, che si corrodono al posto del metallo della tubazione; non richiede una fonte esterna di energia, rendendola più semplice e affidabile in alcune applicazioni, quindi indicata per reti di distribuzione più piccole e per ambienti con caratteristiche chimico-fisiche specifiche.

In questa giornata di studio APCE si è posta i seguenti obiettivi:

> comprendere i principi fondamentali della corrosione nei sistemi idraulici,
> esplorare le tecnologie di protezione attiva e passiva,
> analizzare casi studio e migliori pratiche nella protezione degli acquedotti,
> stimolare la discussione tra professionisti del settore riguardo le sfide e le opportunità legate alla protezione catodica.

Vediamo com'è andata:

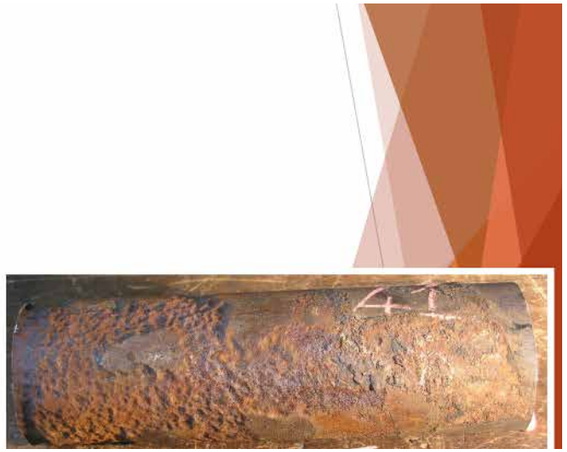
L'apertura dei lavori con la tematica "Corrosione delle tubazioni di acciaio interrate *(PoliMI)*" ha posto l'attenzione sugli aspetti tecnici legati ai fenomeni di corrosione che possono accadere sulle reti idriche metalliche.

È stato illustrato il fenomeno della corrosione elettrochimica dei metalli a contatto con il terreno, che comprende, corrosione generalizzata, corrosione batterica, corrosione per aerazione differenziale e contatti galvanici.

La relazione tra il singolo fenomeno elettrochimico e la tipologia / morfologia di corrosione riscontrabile sui metalli ha suscitato molto interesse nei partecipanti.

CORROSIONE GENERALIZZATA

- Terreni aerati con pH > 5
- Regolata dall'**apporto di ossigeno**
- **Condotta nuova**
  - velocità di corrosione 10-30 µm/anno
- **Condotta vecchia (10 anni)**
  - Formazione di una crosta di ruggine
  - Minor ossigeno alla superficie
  - Velocità di corrosione 1-3 µm/anno



Dall'aspetto squisitamente tecnico si è passati alla "Panoramica normativa applicabile all'idrico – APCE nell'industria gas cosa può offrire (Ballerini Roberto)", aspetto di fondamentale importanza per comprendere che APCE si propone con un impegno sempre crescente nell'assicurare la divulgazione dell'informazione tecnica sulla la protezione catodica attraverso giornate studio e convegni e l'impegno nella formazione propedeutica alla certificazione del personale addetto alla protezione catodica secondo UNI EN 15257.

Il Know-how acquisito in oltre 40 anni di attività per modellare l'attuazione della protezione catodica a servizio delle infrastrutture gas può essere messo a fattore comune anche per le infrastrutture del sistema idrico; l'approccio di APCE non è quello di imporre Linee Guida nel settore, ma è quello di proporre un percorso tecnico condiviso tra Utility, in primis, e società di servizio ad esse correlate per agire in uno scenario condiviso con l'industria.

APCE nel corso del tempo ha investito molte energie nel presidiare i tavoli normativi nazionali e internazionali e nel mantenere un contatto continuo con l'Autorità per l'Energia (oggi *ARERA*).

Non esiste una sostanziale differenza nelle problematiche di corrosione in funzione del fluido trasportato, se non per il fatto che fluidi conduttivi possono introdurre problematiche di corrosione interna (e talvolta di erosione).

Per questo motivo le normative utilizzate nel mondo del gas rappresentano lo stato dell'arte anche per il mondo acquedottistico, al quale possono essere applicate an-

che norme sviluppate per la corrosione interna e per il trasporto di acque salmastre.

Ad oggi la differenziazione è principalmente dal punto di vista legale, perché il legislatore ha ritenuto finora che gli aspetti di sicurezza legati alle perdite di gas necessitino di maggiori obblighi operativi.

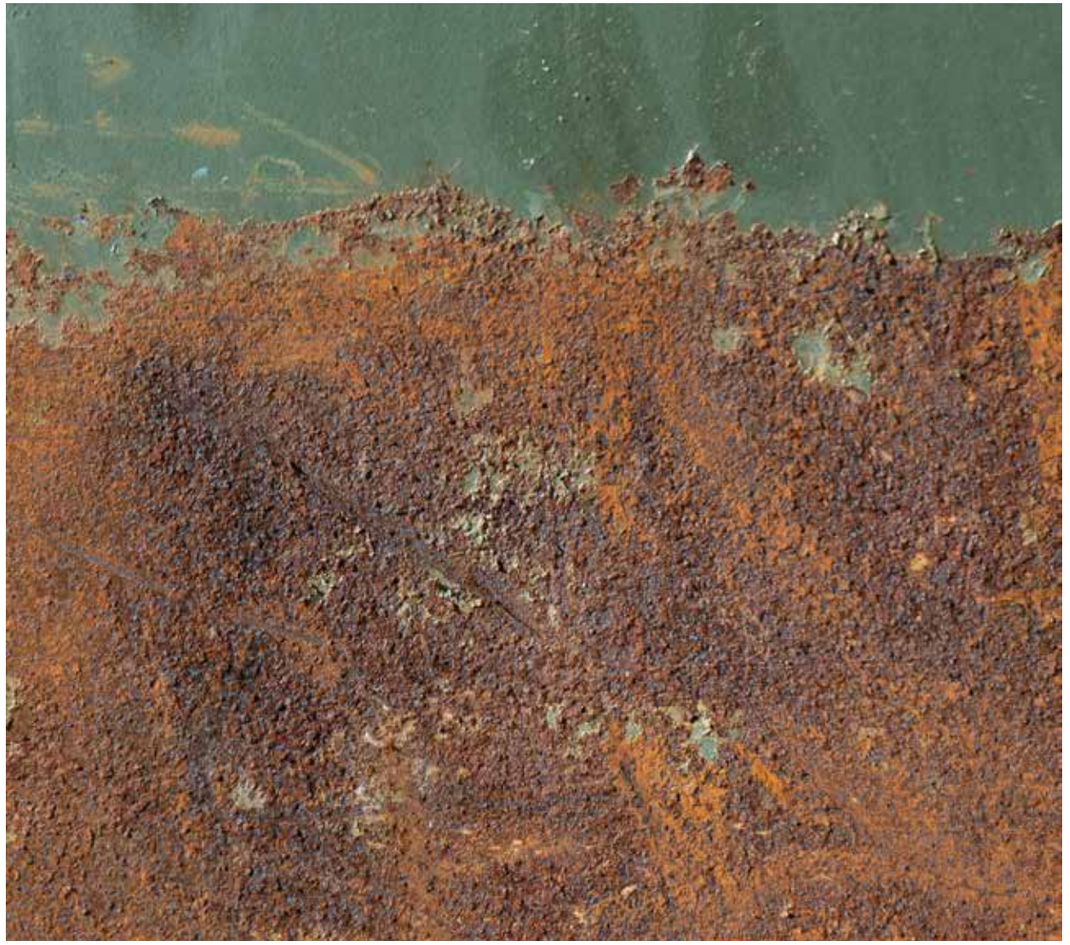
Anche dal punto di vista dell'Autorità, si è preferito puntare sull'incentivazione della riparazione delle perdite idriche rispetto alla loro prevenzione. Questa scelta ha portato a concentrare gli investimenti, in particolare quelli legati a PNRR/ReactEU, sulle tecniche di individuazione delle perdite, e pochi gestori hanno approfittato dell'occasione per manutenere o implementare sistemi di Protezione Catodica.

L'effetto di queste indicazioni non è stato quello desiderato: si sta assistendo ad un progressivo peggioramento degli indicatori M1, legato anche alla vetustà delle condotte.

Tale peggioramento ha comportato una difficoltà del Sistema Paese a rispondere agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'ONU riguardanti l'acqua (*SDG 6*).

Il focus della discussione è stato sull'impatto nella gestione dei SII, ma non bisogna dimenticare l'importanza del settore irriguo nel bilancio idrico complessivo.

Guardando retrospettivamente a quanto accaduto nell'interazione tra Autorità e mondo del gas, non è difficile prevedere che nei prossimi periodi di regolazione si punterà a consolidare la tendenza all'aggregazione e alla gestione industriale, ma i fenomeni siccitosi e l'instabilità idrogeologica potrebbero sollecitare tempistiche più brevi.



Difficile pensare che il settore idrico possa tollerare una crescita importante degli investimenti senza un sistema di incentivi per proteggere un bene pubblico essenziale come la disponibilità di acque potabili e per l'irrigazione.

Sembra importante, perciò, uno sforzo unitario per valutare quelle che saranno le necessità, anche in termini progettuali, per rendere le reti compatibili con le tecniche di prevenzione (per esempio utilizzando materiali metallici, per le loro caratteristiche meccaniche, e garantendo la loro continuità elettrica, precondizione per l'applicazione della protezione catodica).

Un occhio di riguardo andrà dato anche alle caratteristiche delle condotte che si renderanno necessarie per garantire un uso il più possibile circolare della risorsa e per essere compatibili con l'eventuale necessità di tecniche di desalinizzazione.

Da questo punto di vista, l'auspicio di APCE è che un numero crescente di operatori possano aderire all'associazione per dare vita a tavoli di lavoro specifici.

Chi ha partecipato alla discussione ha anche mostrato interesse allo sviluppo di percorsi formativi dedicati, che affianchino quelli più completi che portano alla certificazione del personale secondo la norma UNI ESO ISO 15257.

Fondamentale appare anche il bisogno di un cambiamento culturale, che aumenti la percezione del valore dell'acqua (nonostante il basso costo e l'alta qualità dell'acqua erogata, si assiste ad un consumo abnorme di acque imbottigliate).

LEGISLAZIONE E NORMAZIONE

FIG. 5.46 *Macro-indicatore M1 – "Perdite idriche"*

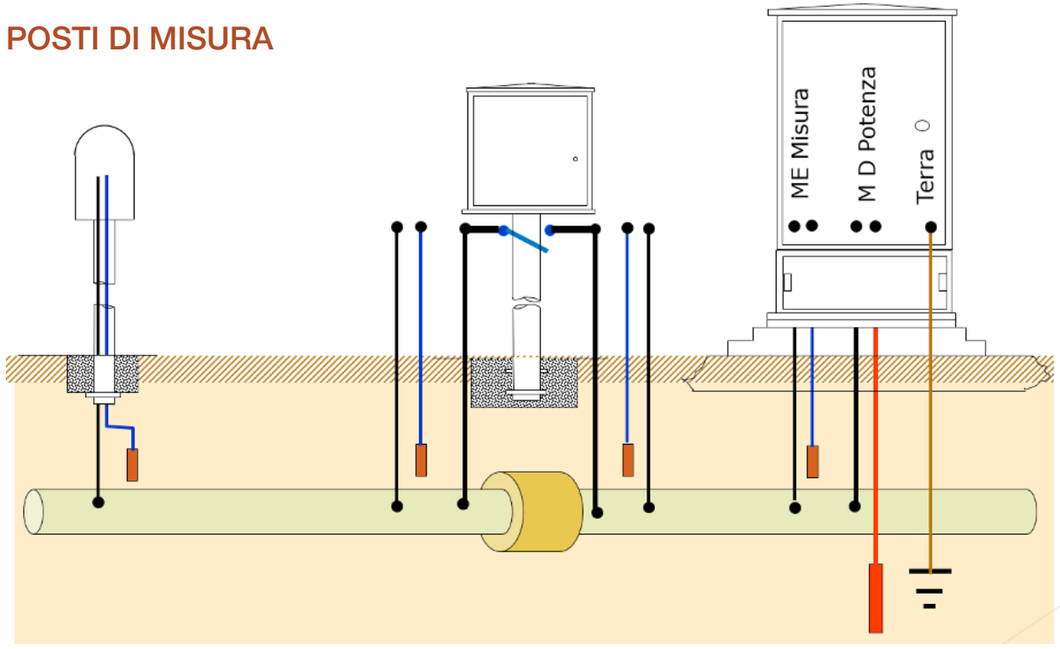
Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi al procedimento sull'applicazione del meccanismo incentivante della regolazione della qualità tecnica per il biennio 2020-2021 (delibera 477/2023/R/idr).

Tornando agli aspetti tecnici, il programma della giornata di studio è stato pensato per catturare l'attenzione dei partecipanti sugli aspetti realizzativi di un sistema di protezione catodica "gli elementi base da considerare (Brugnetti Fabio APCE)": per assicurare l'integrità delle strutture metalliche interrate il tipo di protezione è costituito da due provvedimenti tra loro interagenti e complementari: l'applicazione di un rivestimento isolante e l'attuazione della protezione catodica (PC) con anodi galvanici o con impianti a corrente impressa.

I criteri di attuazione della protezione catodica sono stati illustrati sempre in riferimento alla normativa internazionale, europea e italiana vigente, focalizzando l'attenzione

sui criteri che risultano tecnicamente applicabili alla realtà impiantistica della rete idrica in Italia. È stata messa ben in evidenza la semplicità realizzativa e di gestione di questi sistemi: è stato chiaramente dimostrato che, se inseriti in fase progettuale, il costo realizzativo e operativo di un impianto di protezione catodica risulta irrisorio rispetto al costo realizzativo di una infrastruttura. Stesso discorso vale per il ripristino di eventuali impianti messi in disuso e/o la messa in protezione di strutture esistenti.

POSTI DI MISURA



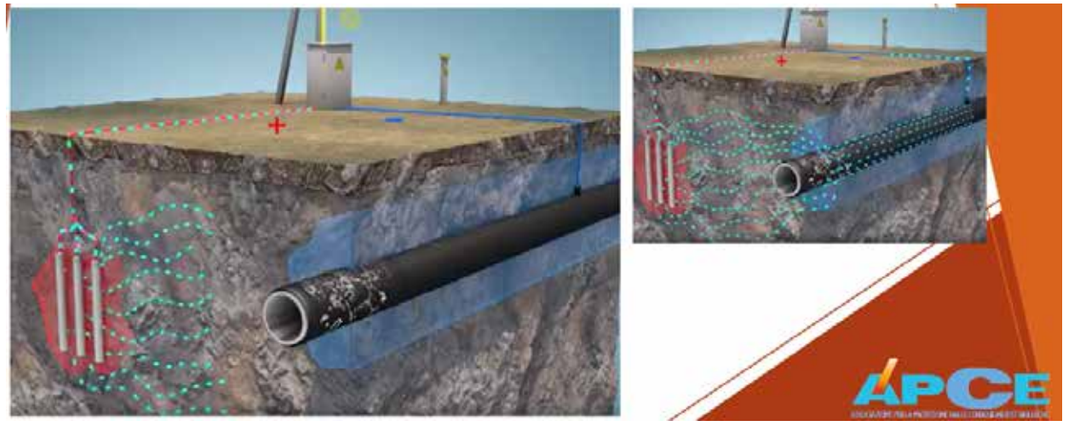
La tematica ha scatenato l'inevitabile punto di vista economico legato ai fondi di investimento messi a disposizione delle Utility, le quali di fatto, appresa la fattibilità realizzativa, comunque si trovano in condizione di difficile impiego delle risorse economiche per la messa in protezione delle infrastrutture su larga scala laddove tecnicamente fattibile.

È risultata abbastanza evidente la differenza di punti di vista tra le Utility ovvero tra chi oserebbe nell'investire e chi no, aspetto non trascurabile che sottolinea l'importanza del ruolo di APCE con l'intento di condividere ed allineare l'industria sulla strategia e sull'importanza del ruolo della protezione catodica come uno degli strumenti utili a garantire l'integrità delle strutture metalliche interrate.

Per dimostrare la fattibilità dell'attuazione della protezione catodica sulle reti idriche si sono susseguite due presentazioni "Case history – attuazione PC per acquedotto (Lorenzo Spisni, gruppo HERA e Nello Novelli, ESA); l'esposizione di Lorenzo si riagganciava in parte alla semplicità realizzativa di un impianto di protezione catodica a corrente impressa, per poi approfondire un aspetto di assoluta importanza ovvero la gestione operativa che può provocare interferenze elettriche su strutture metalliche equivalenti e coesistenti nel sottosuolo.

PROTEZIONE CATODICA...

corrente catodica...



Le interferenze elettriche generate da un sistema di protezione catodica su una struttura terza possono causare problemi di corrosione accelerata, quindi diventa fondamentale gestire correttamente il valore di corrente di protezione per ottenere una riduzione accettabile del rateo di corrosione evitando di eccedere con l'erogazione.
Ci si riallaccia all'importanza della formazione e della divulgazione dei concetti di protezione catodica per i quali APCE rimane a disposizione dell'industria per avviare cicli formativi e giornate di studio dedicate.

A seguire, Nello ha proposto un esempio di progettazione di un sistema di protezione catodica per una struttura idrica, esaltando l'importanza di evitare interferenze elettriche su strutture terze.

Ferma restando la facilità realizzativa di un impianto di protezione catodica a corrente impressa, diventa fondamentale che la loro progettazione e distribuzione lungo la condotta venga attenzionata da personale certificato appunto per conciliare in modo appropriato la coesistenza di sistemi equivalenti nel sottosuolo.

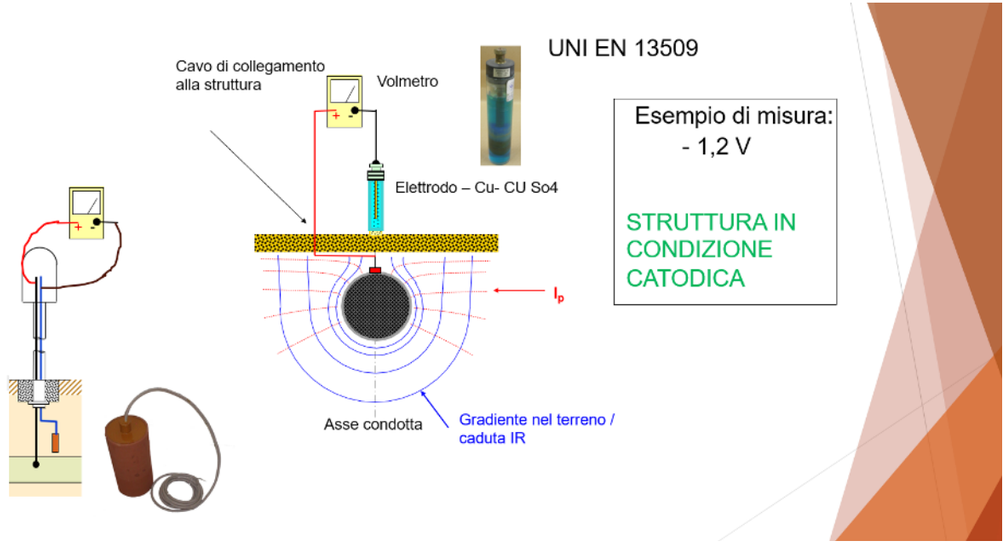
Sono stati installati 22 alimentatori di protezione catodica e 58 posti di misura lungo l'intera estensione di circa 142 Km, con una superficie di circa 258.000 mq.

La struttura è caratterizzata da tubazioni di diverso diametro dal DN 80 al DN 800, per tale motivo è stata posta particolare attenzione al bilanciamento delle correnti in gioco per non incorrere in sovratensioni ed inutili sprechi di energia.

esa Environmental Special Activities

Ritemprati dalla pausa pranzo, si è riaperto il dibattito tecnico sul “Concetto di monitoraggio della PC cosa serve fare – cosa serve evitare (Brugnetti o PoliMi)”, riprendendo appunto la descrizione di come avviene una interferenza elettrica tra strutture protette catodicamente e quali sono le azioni estremamente semplici per evitarle; la tematica ha sollevato interesse per l’aspetto dei rivestimenti isolanti applicati alle condotte, aspetti di posa e distanze di rispetto tra i componenti elettrici che concorrono nell’impianto.

POTENZIALE DI PC - INTERPRETAZIONE DEL SEGNO



La parte tecnica si è conclusa con l’intervento, forse il più importante, “Dimostrazione costi benefici della PC (Lorenzo Spisni – Marco Cattalini – Roberto Ballerini)” predisposto a 6 mani: è stata dimostrata l’affidabilità della protezione catodica come tecnica impiegata per mitigare il fenomeno della corrosione elettrolitica delle strutture metalliche interrate.

Dall’analisi dello studio presentato si evince che il costo di una struttura in acciaio che si corrode in 25 anni è sensibilmente superiore al costo della messa in opera e manutenzione della protezione catodica, Quindi il bilancio economico dimostra la convenienza che la protezione catodica restituisce.

BENEFICI

- ETICI
- IMMAGINE AZIENDALE
  - SICUREZZA e CONTINUITA’ SERVIZIO
- SOSTENIBILITA’ ECONOMICA
  - ESERCIZIO VS INVESTIMENTI
  - < COSTO ESERCIZIO
  - > INVESTIMENTI (REMUNERATI IN TARIFFA)
- RIDUZIONE INTERVENTI RIPARAZIONE DA CORROSIONE
  - < PERDITA FATTURATO
  - < PERDITA RISORSA IDRICA
  - < COSTO MANUTENZIONE IMPIANTI SOLLEVAMENTO / TRATTAMENTO ACQUA
  - < ORE/RISORSE IMPIEGATE IN P.I. / MANUTENZIONE RETE E IMPIANTI

Si è arrivati alla conclusione dei lavori verso le ore 16:00 con una tavola rotonda dinamica ed interessante: oltre ad un riepilogo veloce dei punti cardine esposti , si è confermata l'esigenza che APCE continui il percorso intrapreso per coinvolgere in modo efficace le Utility e le società di servizio nel settore della protezione catodica; in particolare è emersa la necessità di presentarsi in maniera unitaria nei confronti con l'Autorità, dopo aver sviluppato una proposta che sia fattibile e che tenga conto dell'impatto economico-finanziario degli interventi necessari su un orizzonte temporale che potrebbe essere vincolato da decisioni esterne provenienti dalla Commissione Europea.

Non possono ora mancare i ringraziamenti al Socio APCE SAGEST per avere ospitato l'evento nella loro sede di Atena Lucana e aver organizzato un interessante evento sociale a conclusione dei lavori.

Visita guidata alle grotte di Pertosa

ENERGIAMEDIA EDITORE