

# notizie APCE

ASSOCIAZIONE PER LA PROTEZIONE DALLE CORROSIONI ELETTROLITICHE



**TIRATURA SPECIALE**  
per  
"XII Mostra internazionale delle  
tecnologie per il trattamento e la  
distribuzione dell'acqua potabile e il  
trattamento delle acque reflue"  
Bologna, 22 - 24 ottobre 2014

**APCE**  
**@EUROCORR**





Personale certificato CICPND - Liv. 2 e 3

**Studi, consulenze  
e progettazioni**

**Realizzazione  
e manutenzione impianti**

**Produzione  
e commercializzazione  
materiali ed accessori**

**Fornitura e manutenzione  
sistemi di telecontrollo**

**Campagne di misura**

**Organizzazione corsi  
di formazione a vari livelli**



ELETTEOTECNICA ADRIATICA S.r.l.  
Via Pineta Formica, 13 - 48015 CERVIA RA - IT

T +39 0544 971729  
F +39 0544 972040  
E info@elettrotecnicaadriatica.it  
W elettrotecnicaadriatica.it





Le notizie e le opinioni negli articoli non impegnano la redazione ma esprimono soltanto quelle degli autori.

n° 57 - settembre 2014

NEWS

4

EDITORIALE

7

MEMORIE

*Un modello probabilistico per la corrosione localizzata su tubazioni metalliche prodotta da correnti vaganti in corrente continua*

9

MEMORIE

*Valutazione della protezione catodica di un parco serbatoi di stoccaggio per il greggio*

11

EVENTI

16

MEMORIE

*Protezione catodica di un palancoato esteso. Un caso pratico.*

17

GIORNATA DI STUDIO APCE

*Monitoraggio della protezione catodica*

24

ESERCIZI

26

CORSI APCE

*Programma di formazione 2014 - 2015*

30

**APCE NOTIZIE** Periodico trimestrale

**Direttore responsabile**

Vincenzo Mauro Cannizzo (Snam Rete Gas)

**Promozione e sviluppo**

Lucio Francesco Venturini  
c/o Snam Rete Gas S.p.A.  
Largo F. Rismondo, 8  
35131 Padova  
tel. 049 8209246  
fax 049 8209331  
lucio.venturini@apce.it

**Consulenza editoriale e impaginazione**

Massimiliano Medei - m.medei@gimax.eu  
Santa Marinella (RM)

**Stampa**

GIMAX - Santa Marinella (RM)  
Via Valdambriani, 22  
Tel. 0766 511.644  
info@gimax.eu

**Redazione**

PoliLaPP  
c/o Dipartimento di Chimica Materiali e  
Ingegneria Chimica "G. Natta"  
Politecnico di Milano  
Via Mancinelli, 7  
20131 Milano  
Tel. 022 399 3152  
Fax 022 399 3180  
polilapp@chem.polimi.it

**Comitato di redazione**

Luciano Lazzari (Politecnico di Milano)  
Marco Ormellesse (Politecnico di Milano)  
MariaPia Pedeferrì (Politecnico di Milano)  
Fabio Brugnetti (APCE-UCEMI)  
Lucio Francesco Venturini (Snam Rete Gas)

**Comitato editoriale**

Sergio Orsini (Snam Rete Gas)  
Umberto Lebruto (RFI)  
Alvaro Fumi (RFI)

Massimo Tiberi (GERGAS)  
Giovanni Pilotto (2i Rete Gas)  
Giuseppe Maiello (Italgas)  
Paolo Del Gaudio (Genova Reti Gas)

**Comitato scientifico**

Fabio Bolzoni (Politecnico di Milano)  
Fabio Brugnetti (Snam Rete Gas)  
Vincenzo Mauro Cannizzo (Snam Rete Gas)  
Tiziana Cheldi (ENI E&P)  
Giovanni Pilotto (2i Rete Gas)  
Lorenzo Fedrizzi (Università di Udine)  
Romeo Fratesi (Univ. Politecnica delle Marche)  
Alvaro Fumi (RFI)  
Luciano Lazzari (Politecnico di Milano)  
Tommaso Pastore (Università di Bergamo)  
Stefano Trasatti (NACE Italia, Università degli Studi di Milano)





**APCE PARTECIPERÀ AD H2O ACCADUEO – CH4 2014  
(BOLOGNAFIERE, 22-24 OTTOBRE 2014): PADIGLIONE 30, STAND E21.**



Dal 22 al 24 Ottobre 2014 APCE parteciperà alla Mostra H2O ACCADUEO-CH4 che avrà luogo a Bologna, presso la Fiera, in viale della Fiera 20.

H2O ACCADUEO CH4 2014 come noto è la “XII Mostra internazionale delle tecnologie per il trattamento e la distribuzione dell’acqua potabile e il trattamento delle acque reflue”.

**Accadueo** da oltre 20 anni rappresenta il luogo di incontro per tutto il settore dei servizi idrici. Produttori di materiali, tecnologie ed attrezzature, aziende pubbliche e private di gestione integrata dei servizi idrici, municipalità ed imprese di esecuzione lavori hanno in **Accadueo** il momento di incontro e di confronto oltre che di aggiornamento.

L’importante calendario di convegni e seminari tecnici dedicati all’approfondimento delle tematiche di maggior rilevanza con relatori di rilievo nazionale ed internazionale, costituisce un’occasione imperdibile per tutti gli specialisti del settore.

A CH4 sul gas naturale, si svolgeranno importanti conferenze di aggiornamento sul quadro normativo, regolazione del settore ed approfondimenti sulla normativa tecnica sulla telegestione. **CH4 avrà innanzitutto come ospite protagonista l’istituzione nazionale di maggior prestigio ed autorevolezza: il CIG (Comitato Italiano Gas).** Nelle tre giornate CIG si terranno seminari di informazione e formazione di alto livello su argomenti molto attuali: aggiornamenti sulle norme tecniche di recente emanazione, dati statistici e considerazioni sugli incidenti, approfondimenti sui temi riguardanti le assicurazioni agli utenti, le novità in materia di qualifica degli operatori del “post-contatore”, le novità tecnologiche sui rilevatori di gas, le grandi novità del Biometano. Un altro tema sarà quello della misura, con le applicazioni dei contatori intelligenti e le prospettive di applicazione delle smart grid alle reti di distribuzione del gas.

**L’Associazione sarà presente alla Mostra con un proprio stand, al Padiglione 30 - Stand E21, per promuovere le proprie attività e richiamare l’attenzione sull’importanza della protezione dalla corrosione elettrolitica, con particolare riferimento ai settori gas & acqua.**

Date di apertura : 22 - 24 Ottobre 2014

Orario d’apertura : 9.00 - 18.00

I visitatori devono pre-registrarsi on-line e stampare il biglietto invito che dovrà essere presentato all’ingresso.

Per maggiori informazioni visita il sito [www.accadueo.com](http://www.accadueo.com)

**DIDATTICA E FORMAZIONE: I CORSI APCE SONO RICONOSCIUTI DALL’ORDINE DEGLI INGEGNERI DI MILANO, AI FINI DEI CREDITI FORMATIVI PROFESSIONALI (CFP).**

Sul Bollettino Ufficiale del Ministero della Giustizia n. 13 del 15/07/2014 è stato pubblicato il Regolamento 21/06/2013 varato dal Consiglio Nazionale Ingegneri recante “Regolamento per l’aggiornamento della competenza professionale degli iscritti agli albi degli ingegneri ex art. 7, comma 3 DPR n. 137/2012 “.

Il Regolamento disciplina la formazione continua dei professionisti iscritti all’Albo degli Ingegneri, ai fini dell’assolvimento dell’obbligo di aggiornamento della competenza professionale, in attuazione dell’articolo 7 del Regolamento di riforma delle professioni (DPR 137/2012).

**In tale contesto, APCE Service S.r.l. ha chiesto ed ottenuto dall’Ordine degli Ingegneri di Milano il riconoscimento - per chi frequenta i nostri corsi - dei crediti ai fini della formazione professionale obbligatoria.**

Nella seduta del 17 settembre 2014, il Comitato per la Didattica dell’Ordine degli Ingegneri di Milano ha valutato anticipatamente i contenuti formativi professionali e le modalità di attuazione dei nostri corsi, assegnando



diversi CFP sulla base dei contenuti e della durata degli eventi, in particolare :

- Corso T3 UNI EN 15257 LIV 3: assegnati 24 CFP (obbligatorio test finale)
- CORSO T1 UNI EN 15257 LIV 1: assegnati 40 CFP (obbligatorio test finale)
- CORSO T2 UNI EN 15257 LIV 2: assegnati 40 CFP (obbligatorio test finale)
- Giornata di studio "Protezione catodica: Monitoraggio": assegnati:
  - o6 CFP senza test finale
  - o7 CFP con test finale
- CORSO M2 UNI EN 15257 LIV 2 PC in Acqua di Mare: assegnati 40 CFP (obbligatorio test finale)
- CORSO C2 UNI EN 15257 LIV 2 PC CONCRETE: assegnati 40 CFP (obbligatorio test finale)
- Rivestimenti per condotte metalliche interrate protette catodicamente: assegnati 16 CFP (obbligatorio test finale)
- Corso aggiornamento T1-T2 UNI EN 15257 - LIV 1-2: assegnati 16 CFP (obbligatorio test finale)
- Corrosione e protezione delle armature nel calcestruzzo: assegnati 4 CFP (obbligatorio test finale)
- Protezione catodica di strutture metalliche interrate o in acqua di mare: assegnati 4 CFP (obbligatorio test finale)

Sul sito [www.apce.it](http://www.apce.it) - alla pagina Eventi & Formazione, selezionando Calendario – è possibile vedere i CFP attribuiti ad ogni prossimo corso .

Il recente riconoscimento avuto dall'Ordine degli Ingegneri di Milano conferma la validità e l'autorevolezza della Didattica di APCE Service S.r.l. nel campo della Formazione Professionale per la protezione dalla corrosione.

## GRANDE SODDISFAZIONE DI APCE PER "EUROCORR – PISA 2014"!

Come preannunciato nel numero 56 - Giugno 2014 di questa Rivista, APCE – che è membro della Federazione Europea della Corrosione – ha partecipato al **Congresso EUROCORR 2014**, organizzato da AIM **Associazione Italiana di Metallurgia**, evento che si è tenuto dall' 8 al 12 Settembre 2014 al Palazzo dei Congressi di Pisa.

Si tratta di un evento di grande rilevanza scientifica e **tecnico / industriale**, che ha visto la partecipazione di circa 1.000 persone, provenienti da 58 paesi del Mondo, con 30 stand espositori, la presentazione di 460 memorie e di 200 poster.

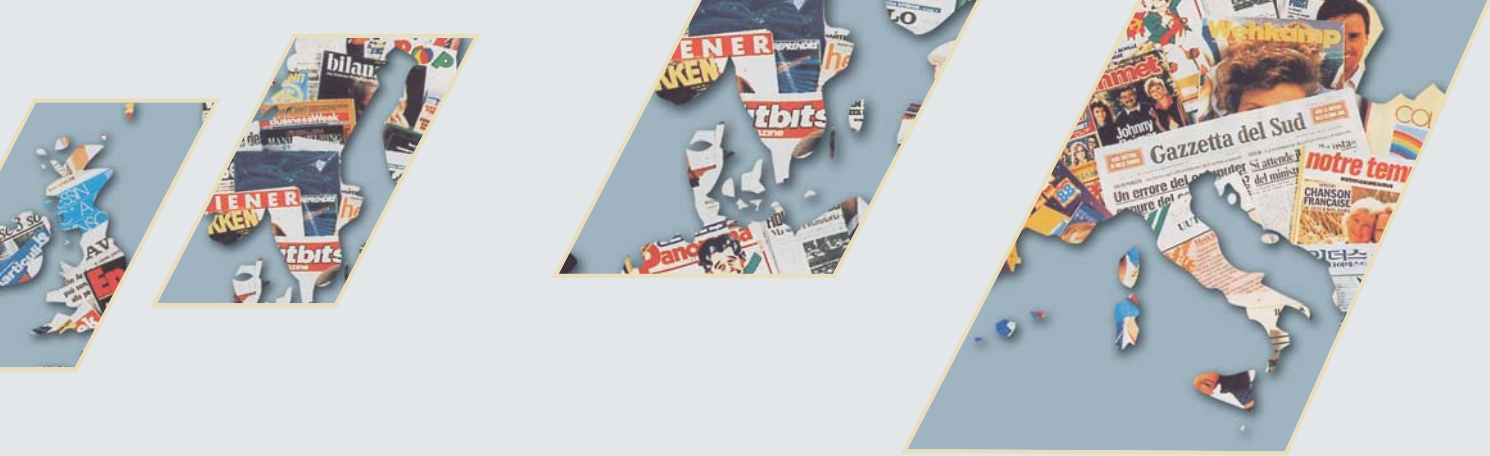
Nell'ambito del Congresso è stata allestita anche una esposizione delle **Titaniocromie di Pietro Pedeferrì**, amico e scienziato che ha applicato l'elettrochimica anche all'arte, colorando il titanio ossidandolo, con un **incantevole gioco di riflessi, luci e interferenze** cromatiche.

APCE ha sponsorizzato il Convegno ed è stata presente con uno stand: con il contributo anche di due studenti universitari del corso corrosioni della facoltà pisana di ingegneria (grazie Leonardo e Niccolò!), che hanno garantito presenza continua in supporto al Segretario APCE, sono stati promossi il **ruolo** e le **attività** di APCE ed è stato reso disponibile – per i partecipanti – oltre alla tradizionale brochure aziendale anche un numero speciale stampato su carta del n. 56 Giugno 2014 della nostra Rivista APCE Notizie, con gli abstract



*Cerimonia di apertura*





*Il Segretario APCE con alcuni soci partecipanti*

degli articoli ed il redazione del Direttore redatti in lingua inglese.

**Notevole l'afflusso di visitatori** allo Stand APCE nei corsi dei 5 giorni, con richieste – anche da parte di stranieri – di informazioni su **corsi, esami di certificazione EN 15257, prospettive di evoluzione** della normativa italiana ed internazionale nel settore di nostra competenza.

Grazie all'accordo di sponsorizzazione dell'evento, 15 persone dello staff APCE e di aziende socie che hanno fatto richiesta hanno partecipato gratuitamente in particolare alla quarta giornata del Congresso (giovedì 11 settembre 2014), in cui si sono svolte le sessioni **CORROSION OIL AND GAS** in sala Pacinotti, **MECHANISMS & METHODS** in sala Fermi, e **CATHODIC PROTECTION** in room 4.

Tra le memorie presentate vi è stata anche quella del POLIMI- PoLiLaPP/APCE, presentata dal Prof. **Marco Ormellese** (Autori: Ormellese, Brenna, Lazzari del POLIMI, Brugnetti di APCE) dal titolo **“Effects of anodic interference on carbon steel under cathodic protection condition”**, che riprende i contenuti dello studio sui picchi anodici redatto dal POLIMI per incarico di APCE.

In concomitanza con il Congresso si è svolto inoltre venerdì 12 settembre, in una delle sale all'interno del Palacongressi – un **meeting** dedicato alla **normativa di settore**: APCE ha sponsorizzato e partecipato – con Fabio Brugnetti – al tavolo di lavoro ISO/TC156/SC/WG 10 che ha il compito di redigere la **norma ISO/DIS 15257** “Cathodic protection – Competence levels of cathodic protection persons – Basis for certification scheme”.

L'Associazione ha quindi confermato la propria presenza e competenza anche su scala internazionale.

Un vivo ringraziamento agli organizzatori **AIM/EFC** e a tutti coloro che hanno contribuito, anche con la partecipazione, al successo del Congresso che – nel 2015 – avrà luogo in Austria.

## L'EDITORIALE DI VINCENZO MAURO CANNIZZO

**C**arissimi lettori, questo numero della rivista è dedicato al recente congresso EURO-CORR svoltosi a Pisa dal 8 al 12 settembre scorsi e che ha visto APCE come sponsor, presente anche con un suo stand.

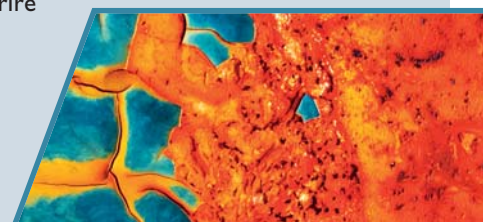
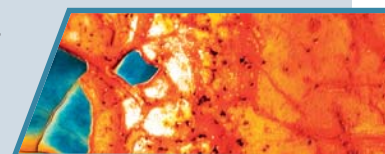
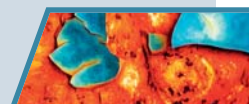
EUROCORR (Federazione Europea della Corrosione) unisce associazioni, aziende, università ed istituti di ricerca che combattono col loro lavoro la quotidiana guerra contro la corrosione delle strutture metalliche. Assieme a quasi 1000 partecipanti da ogni parte del mondo, per una settimana abbiamo condiviso il sapere e le conquiste, piccole e grandi, che riempiono di gusto il lavoro quotidiano di tutti.

In concomitanza con il congresso si sono tenuti anche meeting dedicati alla normativa di settore: in particolare APCE ha partecipato al tavolo di lavoro ISO/TC156/SC/WG10 per redigere la norma ISO/DIS 15257 "Cathodic protection - Competence levels of cathodic protection persons - Basis for certification".

Come sempre questi eventi sono l'occasione per incontrare vecchi amici, allacciare nuovi rapporti professionali, confrontarsi sulle idee e sulle cose. Il fatto che quest'anno il congresso EUROCORR sia stato ospitato in Italia, da un lato ha confermato il prestigio di cui il nostro paese gode nella comunità scientifica, dall'altro è stata per molti di noi un'opportunità preziosa che, con questo numero della rivista, vogliamo ulteriormente aprire a tutti.

*Buona lettura.*

**V. Mauro Cannizzo**  
Presidente APCE







- FORMAZIONE PROFESSIONALE
- ORGANIZZAZIONE DI CONFERENZE, SEMINARI E CONVEGNI
- SERVIZI EDITORIALI E PUBBLICITARI
- RICERCA, SVILUPPO E CONSULENZA NEL CAMPO DELLA PROTEZIONE CATODICA

**APCE Service S.r.l. - Società a Responsabilità Limitata con Socio Unico**

Direzione e coordinamento di APCE

Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche



*Uffici di Amministrazione Unica e Segreteria*

APCE Service S.r.l c/o Snam Rete Gas S.p.A. - Largo F. Rismondo, 8 - 35131 Padova - Italy

Tel. +39 049 8209111 - Fax +39 049 8209331

E-mail [info@apceservice.it](mailto:info@apceservice.it)



# Un modello probabilistico per la corrosione localizzata su tubazioni metalliche prodotta da correnti vaganti in corrente continua

L'articolo presenta un modello probabilistico di attacco di corrosione localizzata su una tubazione metallica interrata e soggetta all'interferenza da parte di correnti vaganti in corrente continua che sono tipicamente generate da impianti elettro-ferro-tramviari. Il modello, che prende in esame solo quella che è definita come allocorrosione, cioè dovuta a sorgenti esterne, (per l'appunto le correnti vaganti) può essere utilizzato per stimare la velocità di corrosione e quindi il tempo di perforazione di una tubazione metallica; tale stima può essere utile, soprattutto in fase di progettazione/costruzione di nuove linee di trazione e/o gasdotti, oleodotti, acquedotti che condividano, lungo i rispettivi tracciati, una parte di territorio. Si suppone che il processo di corrosione avvenga e si inneschi in corrispondenza di una falla nel rivestimento isolante della tubazione e si sviluppi ed evolva lungo la superficie di un cono avente base  $A$  pari all'area della falla ed altezza  $H$  crescente nel tempo (Fig.1).

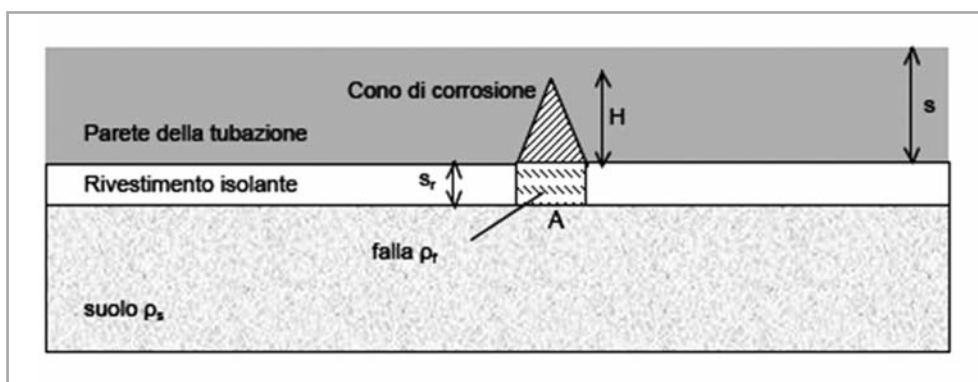


Figura 1 - Rappresentazione schematica del cono di corrosione

Si può mostrare, mediante la legge di Faraday, che la massa metallica corrosa è legata alla variazione di potenziale tubo-suolo  $\Delta U$  generata dalle correnti vaganti e ad altri parametri fisici e geometrici quali resistività del suolo  $\rho_s$ , spessore della tubazione  $s$ , grandezza dell'area  $A$  della falla ed altri; in particolare, viene proposta una formula che mette in relazione l'altezza  $H$  del cono con il tempo  $t$  di esposizione alle correnti vaganti. Da tale formula si può poi ricavare la velocità di corrosione.

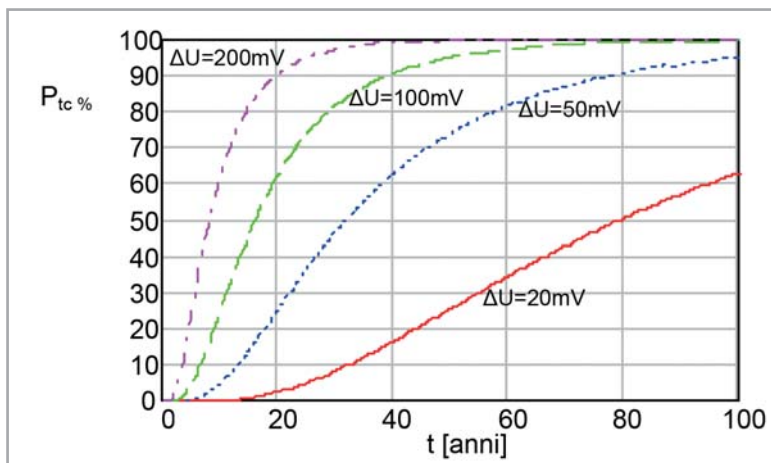
Occorre rimarcare che la grandezza dell'area della falla  $A$  influenza significativamente tempo e velocità di corrosione, ma al contempo, occorre osservare che tale quantità ha, senza dubbio, caratteristiche di variabile casuale; conseguentemente, anche tempo e velocità di corrosione devono essere considerate, a loro volta, come variabili casuali.

Partendo da dati sperimentali a nostra disposizione, è stato possibile mostrare, in un lavoro

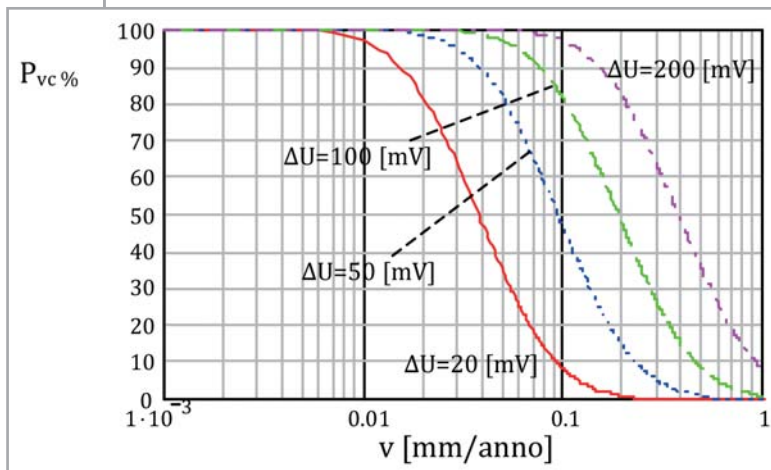
di

**Giovanni Lucca**

SIRTI S.p.A,  
Via Stamira d'Ancona 9  
20127 Milano, Italy  
E-mail: G.Lucca@sirti.it



**Figura 2** - Probabilità percentuale di avere un tempo di perforazione inferiore al valore in ascissa per differenti valori di  $\Delta U$ . Spessore della tubazione 3mm.



**Figura 3** - Probabilità percentuale di avere una velocità di corrosione superiore al valore in ascissa per differenti valori di  $\Delta U$ .

precedente [1], che la distribuzione di densità di probabilità della variabile A può essere approssimata da una log-normale. Pertanto, è possibile dedurre formule analitiche per le distribuzioni di probabilità del tempo e della velocità di corrosione. Le Fig.2 and 3 mostrano alcuni esempi di tali distribuzioni per differenti valori della variazione di potenziale  $\Delta U$  sulla tubazione esposta all'interferenza delle correnti vaganti.

Il modello descritto nell'articolo consente quindi di costruire grafici come quelli mostrati nelle Fig. 2 e 3 che possono essere utili per avere una idea dell'impatto e del relativo rischio di corrosione a causa di correnti vaganti su tubazioni il cui tracciato sia in vicinanza di quello di linee di trazione elettricizzate o di altre sorgenti di campo elettrico nel suolo (ad esempio dispersori di terra).

## BIBLIOGRAFIA

- [1] [1] G. Lucca, L. Di Biase, M. Moro: "A. C. corrosion on buried pipelines: a probabilistic approach", Proc. of 6th CEOCOR Int. Cong. Giardini Naxos (Messina), Italy, 2003.
- [2] W. von Baeckmann, W. Schewenk, W. Prinz: "Handbook of Cathodic Protection", Gulf Professional Publishing, Houston TX USA, Third Edition 1997.
- [3] A. W. Peabody: "Peabody's Control of Pipeline Corrosion", edited by R.L. Bianchetti, Nace International, Houston TX USA, Second Edition 2001.
- [4] CEOCOR: "A.C. Corrosion on cathodically protected pipelines". Guidelines for risk assessment and mitigation measures. Published by APCE 2001
- [5] European Standard EN 50162: "Protection against corrosion by stray current from direct current systems", August 2004.
- [6] M. N. Gimelfarb: "Corrosion Prediction for Underground Pipelines", Materials Performance, February 1990, Vol. 29, p.18-20
- [7] L. Lazzari, P. Pedferri, M. Ormellese: "Protezione Catodica", 2006, Edizioni Polipress, Milano.
- [8] G. Rossi: "Sulla corrosione delle condotte metalliche interrate", L'Energia Elettrica, N.9, Vol. 29, 1952, p.533-552
- [9] G. Corbellini, S. Quaia, F. Tosato: "Il problema delle correnti disperse di origine continua", L'Energia Elettrica", 1992, p.331-337
- [10] V. Finzi, M. Picasso: "Le corrosioni elettrolitiche delle rotaie sulla linea succursale dei Giovi", Ingegneria Ferroviaria, n.6, 1978, p. 537-552.
- [11] L. Di Biase: "Corrosione da corrente alternata su tubazioni metalliche interrate: stato dell'arte e prospettive", Atti del Ilo Convegno Nazionale APCE, Roma, 21-22 Novembre 1996.



# Valutazione della protezione catodica di un parco serbatoi di stoccaggio per il greggio

**Q**uesto articolo offre una panoramica delle metodologie usate per identificare i rischi di corrosione e calcolare la velocità di corrosione del fondo di 32 serbatoi di un parco serbatoi SIOT per lo stoccaggio di petrolio greggio prima dell'esportazione. I serbatoi hanno capacità di stoccaggio variabile da 20.000 a 100.000 metri cubi. Le perdite di idrocarburi, derivanti da un eventuale cedimento dei serbatoi potrebbero portare a seri rischi di incendio e problematiche ambientali, oltre a elevati costi di ripristino. Diventa quindi importante fornire una strategia di gestione della corrosione per garantirne l'affidabilità dell'impianto. Questo scopo è stato raggiunto mediante una valutazione complessiva dell'integrità delle strutture, attraverso un approccio RBI in combinazione con un survey della protezione catodica. Si illustra inoltre una breve panoramica sulle tecniche di ispezione della protezione catodica, applicabili per identificare le aree soggette a corrosione

## Introduzione

La Società Italiana Oleodotto Transalpino (SIOT) S.p.A. viene costituita a Trieste nel 1964 allo scopo di gestire il tratto italiano dell'oleodotto transalpino compresi tutti i suoi impianti.



Figura 1 - Vista aerea del parco serbatoi SIOT

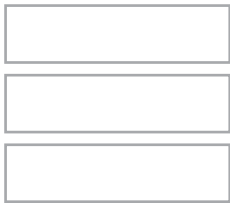
di

**Massimo Diminich,  
Fabio Mari**

TAL Società Italiana per  
l'Oleodotto Transalpino  
SpA, San Dorligo della  
Valle, Trieste

**Bruno Bazzoni,  
Tiziana Caglioni,  
Fabio Duranti**

Cescor Srl, Milano



Il Terminal SIOT Marine è situato nella baia di Muggia nel Golfo di Trieste ed facendone il principale scalo petrolifero italiano e del Mediterraneo.

Con una media di 40 milioni di tonnellate di petrolio greggio scaricato ogni anno, rappresenta il 75% del traffico del Porto di Trieste, ed è il terminal petrolifero leader in Italia e nel Mediterraneo. Per ogni petroliera che si aggancia al terminale marino, vi è un significativo impatto economico sul territorio. Il petrolio greggio viene scaricato presso il molo del terminale marittimo e passa attraverso quattro linee di trasferimento al parco serbatoi di San Dorligo della Valle, situato a sud-est della zona industriale di Trieste, dove il petrolio greggio è stoccato e gestito. Il parco serbatoi è costituito di 32 serbatoi atmosferici di diametro compreso tra 40 e 80 metri e la capacità tra 20.000 a 100.000 metri cubi.

Nell'ultimo trimestre del 2013 è stata affidata a Cescor l'attività di survey della protezione catodica: è stato effettuato un **Corrosion Risk Assessment (CRA)**, inteso come la prima fase del processo di implementazione di una **Risk Based Inspection**.

### Corrosion Risk Assessment

L'obiettivo principale del CRA è la valutazione sistematica del rischio di cedimento associato a ogni componente delle strutture indagate. Il **rischio** è un indicatore definito da almeno due variabili: (1) la probabilità che si verifichi un evento avverso, e (2) l'incertezza sui tempi e la gravità dell'evento. Le variabili che compongono il rischio sono rappresentate dalle matrici di rischio. Queste permettono di visualizzare e confrontare lo stato di rischio dell'impianto o del servizio in studio.

Il **rischio** è definito come il prodotto della **probabilità** di un determinato evento, P, per l'entità delle **conseguenze**, C, qualora si verifichi l'evento:

$$\text{Rischio} = P \times C$$

Questa definizione implica la valutazione quantitativa della probabilità e delle conseguenze.

Applicato al caso di cedimenti per corrosione, le conseguenze di un evento includono il pericolo per le persone, l'intervento di riparazione, la perdita di produzione, l'inquinamento ambientale, e altri ancora che sono spesso di difficile quantificazione. La probabilità che un evento di corrosione si verifichi non può essere calcolata utilizzando la statistiche dal momento che non sono disponibili anche dati omogenei.

Per superare questo inconveniente, è stato adottato un approccio semi-quantitativo, calcolando il **fattore di corrosione**, FC,

per quanto possibile proporzionale alla probabilità di cedimento per corrosione, e il **fattore conseguenze**, FOC, che combina ed esprime l'entità delle conseguenze dovute a rischi (sicurezza per il personale), operabilità (perdita di produzione) e impatto ambientale. I due fattori sono quindi combinati nella matrice di corrosione, mostrata in Figura 2.

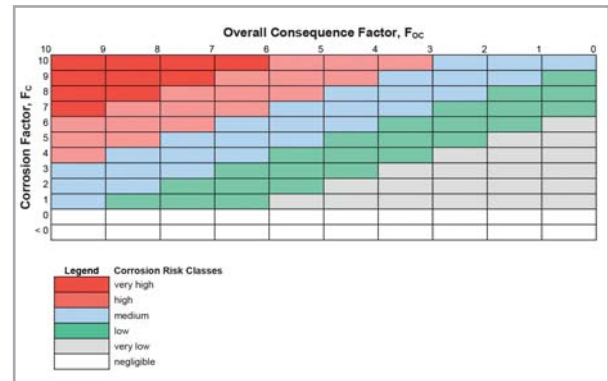


Figura 2 - Matrice dei rischi di corrosione e classi di rischio

La procedura per la valutazione del rischio di corrosione consiste in una sequenza di fasi:

- identificazione di servizi e componenti,
- raccolta dati,
- definizione dei parametri di corrosione,
- analisi della corrosione,
- analisi delle conseguenze,
- preparazione della matrici di rischio,
- indicazione dei risultati e delle raccomandazioni.

La sequenza di esecuzione delle diverse fasi, tuttavia, può non essere strettamente lineare, e può richiedere reiterazioni, essendo spesso necessario adeguare la procedura alle esigenze di progetto. Le attività da svolgere sono state concordate tra le Parti e programmate nelle prime fasi del progetto al fine di fornire risultati affidabili. Di seguito si illustra come i risultati del survey di protezione catodica possono essere integrati nel processo di valutazione del rischio.

### Survey della protezione catodica e Corrosion Risk Assessment

Il survey della protezione catodica richiede, come fase principale, la valutazione della funzionalità della protezione catodica stessa, sia mediante il controllo dell'integrità delle attrezzature, sia attraverso il monitoraggio delle condizioni di protezione delle strutture. Le attività da svolgere nel corso di un survey di protezione catodica sono delineate dalle norme internazionali, che sono strutturate in relazione alle diverse possibili configurazioni per le quali è normalmente applicata la protezione catodica.

Nel caso in esame, l'area dell'impianto è



configurata come un'area complessa: tutte le strutture interrato non sono isolate elettricamente tra loro (in particolare le tubazioni e i serbatoi di stoccaggio); inoltre, la presenza di una rete di terra comune impedisce in pratica qualsiasi sezionamento elettrico. La protezione catodica è applicata con un sistema a corrente impressa e la corrente necessaria per realizzare le condizioni di protezione è fornita da alcuni dispersori che operano in parallelo.

Le tecniche utilizzate per verificare le condizioni di protezione sono di seguito riassunte:

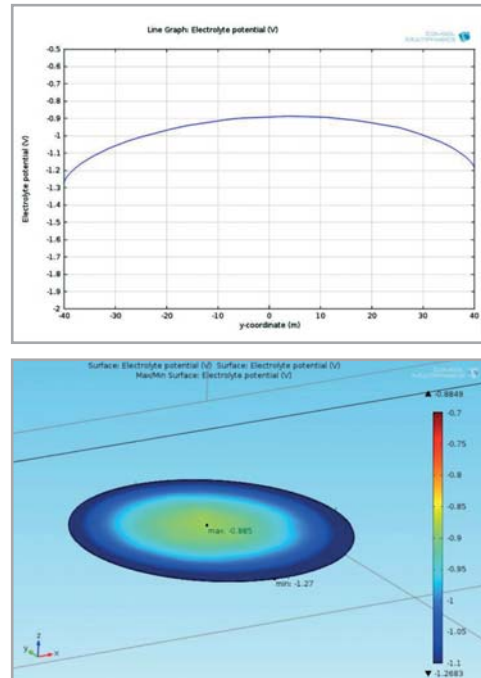
- misure di potenziale ON,
- misure di potenziale Instant-Off,
- corrente assorbita dalle sonde di potenziale, tipo StrayProbe<sup>®</sup>,
- registrazione di lunga durata del potenziale di protezione per verificare la presenza di correnti vaganti,
- verifica dell'isolamento elettrico rispetto a strutture esterne.

Quando un survey di protezione catodica è eseguito in un parco serbatoi che si configura come un'area complessa, uno degli aspetti più critici da considerare durante l'esecuzione delle ispezioni è la difficoltà nel valutare lo stato di protezione proprio dei fondi dei serbatoi. Questa difficoltà è il risultato dell'intrinseca incertezza che si ha circa la presenza di un adeguato contatto elettrolitico tra fondo e suolo, condizione necessaria perché la protezione catodica possa essere applicata. È noto che se il contatto elettrolitico è scarso e non uniforme, il campo elettrico tende a concentrarsi solo dove vi sia un contatto elettrolitico, lasciando alcune aree non protette: questo è tipico per la parte inferiore del serbatoio a contatto con una zona oleosa-sabbiosa.

Questo problema è critico anche per le misure del potenziale di protezione del serbatoio. Per esempio, in prossimità della piastra anulare del serbatoio, lo stato di prote-

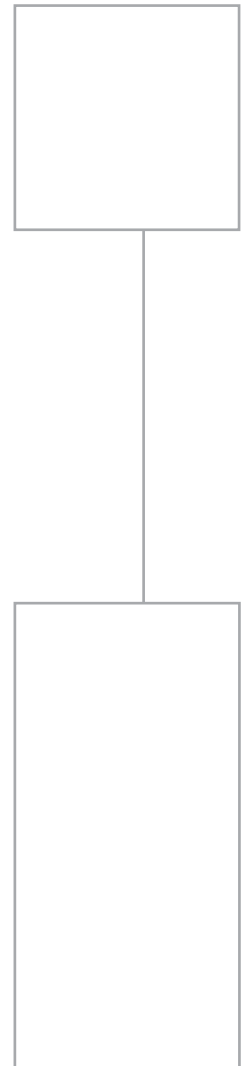
zione non può essere esteso all'intero fondo, poiché i potenziali misurati riferiscono alle superfici metalliche più vicine, cioè ai sistemi di messa a terra, alle tubazioni interrate, all'anello di fondo del serbatoio.

Anche nel caso sia presente un elettrodo di riferimento fisso installato sotto il fondo del serbatoio, o al di sotto di una zona di asfalto, c'è una doppia incertezza: una analoga alla precedente, l'altra associata al profilo di potenziale lungo il diametro del serbatoio. In



**Figura 3** - Profilo normale di potenziale del fondo del serbatoio ottenuto con l'analisi FEM

Figura 3 è mostrato un profilo di potenziali, calcolato, calcolato con un modello FEM dove l'elettrolita è considerato omogeneo e l'anodo remoto. Se è disponibile un profilo di potenziale reale, ottenuto mediante misu-





razioni con elettrodi di riferimento fissi, che non segue questa tendenza, si dovrebbe prendere in considerazione l'ipotesi di uno scarso contatto elettrolitico tra il fondo del serbatoio e il terreno.

Un altro indicatore di un tale problema è la divergenza del bilancio di corrente tra la corrente di protezione di progetto e quella erogata: quando quest'ultima è inferiore, deve essere presa in considerazione l'ipotesi di scarso contatto elettrolitico tra il fondo del serbatoio e la terra.

Poiché gli elementi sopra descritti rappresentano solo indizi indicativi di condizioni di protezione, è necessario prevedere una tecnica di ispezione che non lasci dubbi sullo status del fondo dei serbatoi, al fine di valutare il rischio di fuoriuscita.

L'unica strada percorribile è applicabile solo a quei serbatoi che sono fuori servizio e quindi accessibili per le operazioni di manutenzione.

La tecnica consiste nel tagliare e rimuovere alcune porzioni sul fondo del serbatoio al fine di accedere all'area tra la piastra inferiore e il terreno sottostante. La misurazione di potenziale è quindi eseguita in corrispondenza del foro, dapprima senza aggiunta di acqua e poi aggiungendo acqua. Se entrambe le misurazioni indicano che esiste un debole contatto elettrolitico con il suolo, il fondo del serbatoio deve essere considerato non protetto; si deve quindi stimare una velocità di corrosione per completare l'attività di valutazione del rischio.

La corrosione del fondo del serbatoio è generalmente associata alla presenza di acqua aerata a contatto con il metallo. La velocità di corrosione varia con la temperatura dell'ambiente corrosivo che è condizionato dalla temperatura del prodotto immagazzinato. È possibile ipotizzare valori compresi tra 0,1 e 0,3 mm/anno, per temperature comprese nell'intervallo 10°C-40°C.

La velocità di corrosione media calcolata

può essere quindi confrontata con i dati di perdita di spessore del fondo del serbatoio, se disponibili. Se la massima perdita misurata è compatibile con le velocità di corrosione stimata, si deve considerare l'ipotesi di presenza di uno strato impermeabile. In questo caso, l'acqua è intrappolata tra la piastra e l'asfalto al di sotto del serbatoio, e l'ossigeno diffonde e alimenta continuamente il processo di corrosione.

Come regola empirica, si ipotizza che se la massima perdita di spessore misurata è indicativamente inferiore al 20% del valore calcolato a partire dalla velocità di corrosione, il sistema di protezione catodica deve essere considerato efficiente.

Gli indicatori e le tecniche di valutazione illustrati costituiscono le linee guida che l'ingegnere, che si occupa dell'integrità di una struttura, dovrebbe considerare quando si esegue una valutazione dell'integrità del serbatoio. Allo stesso tempo, gli ingegneri, nel valutare le proprietà dello strato di terreno sottostante il serbatoio, devono essere consapevoli che i serbatoi di stoccaggio non possono essere considerati come un sistema statico: è infatti riconosciuto che le continue operazioni di carico/scarico potrebbero progressivamente alterare le proprietà drenanti del terreno sottostante e la sua conducibilità elettrica. Per questo motivo, si consiglia di ripetere la procedura di valutazione ogni volta che un serbatoio è fuori servizio e accessibile per le operazioni di manutenzione.

## Conclusioni

Il lavoro presenta le fasi principali di uno studio di valutazione del rischio di corrosione effettuata sul parco serbatoi SIOT di San Dorligo della Valle, Trieste, Italia, mediante una metodologia messa a punto per la valutazione della protezione catodica di un'area



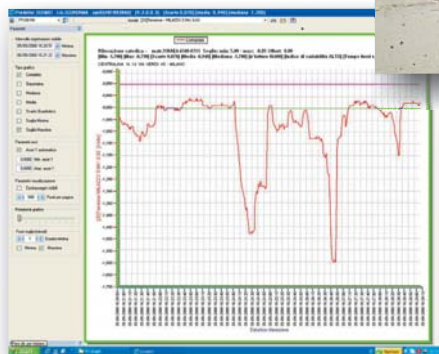
complessa, che comprende 32 serbatoi atmosferici, tubazioni e il sistema di messa a terra. In questa memoria sono stati illustrati i principali passaggi per l'esecuzione della valutazione della protezione catodica. In particolare, sono state analizzate le misure rela-

tiva alle condizioni di protezione catodica del fondo dei serbatoi. Infine, sono state analizzate le principali criticità relative all'integrità dal punto di vista corrosionistico del serbatoio così come gli indicatori per la valutazione dell'integrità.

## RIFERIMENTI

- [1] Cathodic Protection, L.Lazzari, P.Pedefferri, Polipress 2006;
- [2] API-RP-581, Risk Based Inspection Technology, Second Edition, October 2008;
- [3] API-RP-580, Risk Based Inspection, Second Edition, November 2009;
- [4] API-650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, 10<sup>th</sup> Edition;
- [5] API-651, Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks, Second Edition, November 1997;
- [6] API-653, Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fourth Edition, April 2009;
- [7] EEMUA 159, Inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tank, Edition 3;
- [8] ISO-9223, Corrosion of metals and alloys-Corrosivity of atmospheres classification, determination and estimation, Second Edition , February 2012;
- [9] ISO-9224, Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres — Guiding values for the corrosivity categories, Second Edition , February 2012;
- [10] UNI EN 12954, Cathodic Protection Of Buried Or Immersed Metallic Structures - General Principles And Application For Pipelines, 2002;
- [11] UNI EN 14505, Cathodic protection of complex structures, 2005. 6<sup>th</sup> CEOCOR Int. Cong. Giardini Naxos (Messina), Italy, 2003.

# ECONORMA S.a.s.



## DATA LOGGER serie FT-100/MV

### MODELLI DISPONIBILI

**FT-100/MV** range: -5,00 / +5,00 Volt

Risoluzione 0,01 Precisione +/-0,01 Volt

**FT-100/MV-H** range: -10,00 / +10,00 Volt

Risoluzione 0,01 Precisione +/-0,02 Volt

Partenza ritardata - Memorizzazione **131.000** letture

**Valore medio** di n. 100 letture in un secondo

Alimentazione con batteria al Litio sostituibile

E' disponibile il software di elaborazione grafica con selezione dei dati **FT-Graph-2** con cui si può possono graficare e stampare tutti i file relativi alle letture del data logger serie FT-100/MV, con la possibilità di scegliere fra i seguenti modelli matematici: **Media - Mediana - Scarto quadratico medio, gaussiana**. Due ulteriori importanti possibilità del software sono la funzione "DURATA TOTALE DEI FUORI SOGLIA" e quella relativa al "INDICE DI VARIABILITA' (Bassa, Media, Alta). Nella parte inferiore del report è riportata la sommatoria del tempo complessivo per "intervalli di tempo" selezionabili. Si può inoltre stampare il report per "Cronologia", "Ordinato per durata" oppure "Ordinato per tipologia".



**ECONORMA S.a.s.**  
31020 SAN VENDEMIANO - TV - Via Olivera 52  
Tel. 0438.409049 E-mail: [info@econorma.com](mailto:info@econorma.com)  
[www.econorma.com](http://www.econorma.com)

E V E N T I

# 19th International Corrosion Congress

(www.19thicc.com)

November 2 (Sun) – 6 (Thu), 2014  
International Convention Center Jeju, Korea



Organized by  
The Corrosion Science Society of Korea (CSSK)  
www.corrosionkorea.org



International Corrosion Council  
www.icc-net.org



## Important Dates

Abstract Submission Due	February 28, 2014
Notification of Acceptance	March 31, 2014
Manuscript Submission Due	June 30, 2014
Pre-registration Due	June 30, 2014

## What's New

[May 21, 2013] 1st Circular & CFP  
[November 30, 2012] 1st Newsletter

## Sponsored by



Ministry of Science, ICT and  
Future Planning



MOTIE  
MINISTRY OF  
TRADE, INDUSTRY & ENERGY



KOREA  
TOURISM  
ORGANIZATION  
www.tour2korea.com





# Protezione catodica di un palancoolato esteso. Un caso pratico.

**I**l documento descrive lo studio, l'esecuzione e la messa a punto del sistema di protezione catodica di un palancoolato di 5 km di lunghezza. Il palancoolato che si trova in Sicilia viene utilizzato per contenere una zona caratterizzata da inquinamento superficiale delle acque sotterranee. Poiché il palancoolato era destinato a sigillare l'acqua di falda e non a contenere il terreno meccanicamente, la protezione catodica si è resa necessaria al fine di evitare ogni tipo di degrado dovuto a corrosione che possa compromettere la funzionalità di questa importante struttura.

Gli elementi principali della pianificazione del sistema catodico e della sua realizzazione fino all'avvio, sono stati le dimensioni della struttura, l'impossibilità di eseguire importanti lavori di scavo, la necessità di evitare interferenze con le strutture esistenti anche in presenza di elevate correnti di protezione, e la poca letteratura in materia di protezione catodica dei palancoolati in ambiente non marino. La realizzazione del sistema ha comportato l'installazione di 36 alimentatori di corrente per la protezione catodica, pari al numero di dispersori anodici posati in pozzi profondi. Durante la calibrazione degli impianti, l'introduzione della misura E-Log I ha permesso di ridurre la corrente erogata dall'alimentatore, garantendo la protezione dei palancoolati.

Keywords: Protezione catodica, palancoolati, terreno, corrosione, potenziale di corrosione, curve di Tafel, test E -log I

## Introduzione

La protezione catodica con anodi sacrificali è solitamente applicata in ambiente marino per proteggere dalla corrosione palancoolati immersi in acqua di mare e in letteratura si trovano molti esempi di applicazione. È più raro trovare palancoolati utilizzati per delimitare una zona inquinata al fine di estrarre le acque di falda inquinate. In questo caso l'ambiente resistivo non è l'acqua di mare, ma il terreno, motivo per cui la protezione catodica deve essere progettata utilizzando il sistema a corrente impressa, proprio come nel caso della protezione catodica di tubazioni. La letteratura inerente a questo tipo di applicazione è molto scarsa e le scelte adottate per progettare l'intero sistema di protezione catodica si sono basate soprattutto su esperienze precedenti su sistemi di protezione dalla corrosione di condotte. Inoltre, il palancoolato di acciaio non rivestito si estende per una lunghezza di circa 5 km (the area which the sheet piling rose in was about 5 km of bare steel surface), con il mare da un lato e il sistema di pozzi di pompaggio dell'acqua dall'altra. Dal momento che non c'era spazio sufficiente per un'ampia installazione, è stato scelto il sistema di protezione catodica con dispersori posati in pozzi profondi (deep well cathodic protection system). L'impianto è stato progettato, costruito e avviato ma, date le sue rilevanti dimensioni, per verificare l'efficienza del sistema oltre al normale test di avvio sono state effettuate una serie di misurazioni "E -log I" [1], [2], [3].

di

**U. Marinelli,  
E. Barbaresi**

F.M. Engineering S.r.l.,  
Technical Department,  
Ancona, Italy

Il test o criterio "E-log I" è basato sulla misura della corrente erogata dagli anodi interrati e della corrispondente variazione di potenziale della struttura da proteggere, misurata in corrispondenza dell'aumento di corrente applicato all'alimentatore CC degli anodi. La curva di fig. 1 mostra le rette di

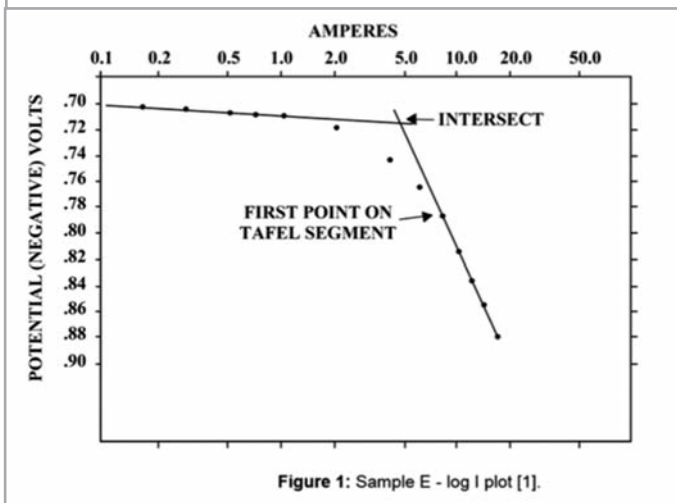


Figura 1 - Esempio di grafico E- log I [1]

Tafel la cui intersezione individua la corrente minima necessaria per la protezione. Al di sopra di questa corrente, avviene lo sviluppo di idrogeno, e quindi la corrente necessaria per proteggere l'acciaio è compresa tra il punto A (l'intersezione) e il punto B, che corrisponde al primo punto della retta di Tafel. Generalmente questo criterio è utilizzato per determinare la corrente minima necessaria per la protezione in fase di dimensionamento dell'impianto catodico, ma nel presente lavoro è stata eseguita per la valutazione del sistema di PC esistente, verificando che la "corrente minima necessaria" corrispondesse alla corrente misurata nel test di avvio, assicurando così la protezione catodica a tutto il palancoleto.

## Metodologia

Il palancoleto si trova in Sicilia ed è costituito da palancole di acciaio al carbonio laminato unite a formare un muro di contenimento

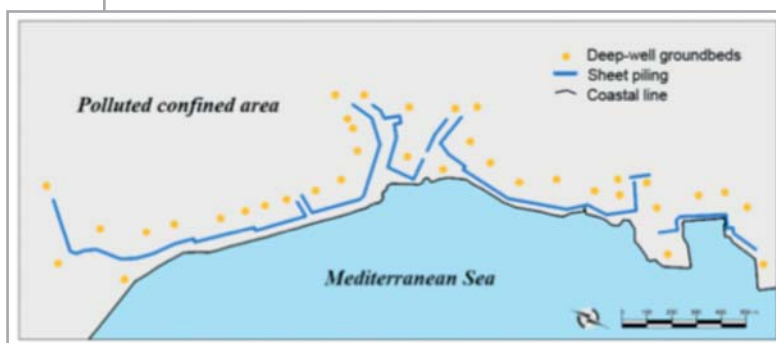


Figura 2 - Area inquinata, posizione del palancoleto (sheet piling) e dei pozzi (deep wells).

per gli inquinanti presenti nel suolo (Fig. 2). Le palancole variano in altezza per raggiungere lo strato sotterraneo impermeabile e la loro larghezza è di 450 mm, con una forma ad "S" (sezione "Larsen", larghezza totale: 600 mm) ed estremità ripiegate per l'ancoraggio.

Il sistema di protezione dalla corrosione è stato dimensionato a partire dalla resistività del suolo. Il valore di progetto della resistività è stato ipotizzato pari  $30 \Omega \cdot m$  ed è stato ottenuto da una serie di misure di resistività effettuate nella zona interessata, tenendo conto della vicinanza del mare. Al fine di evitare problemi funzionali legati all'isolamento elettrico e per garantire l'efficacia della protezione catodica, è stata realizzata il collegamento elettrico tra palancole contigue e tra i segmenti separati delle barriere anti-inquinanti. Il collegamento elettrico è stato garantito mediante tondini in acciaio saldati sulla parte superiore della barriera e inseriti, insieme con la parte superiore delle palancole, all'interno di un cordolo di calcestruzzo che si estende per tutta la lunghezza della barriera anti-inquinanti.

La densità di corrente di protezione del sistema è stata fissata pari a  $10 \text{ mA/m}^2$ , trattandosi di palancole in acciaio al carbonio nel terreno. La superficie totale di acciaio da proteggere era di circa  $150000 \text{ m}^2$  e la corrente totale necessaria per l'intero sistema era  $1770 \text{ A}$ , erogata da 36 alimentatori a "50 V / 50 A" in CC collegati allo stesso numero di dispersori profondi distanziati lungo tutto il palancoleto (Fig. 3).

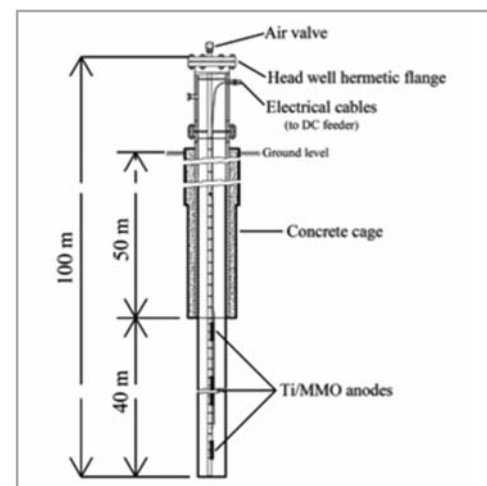


Figura 3 - Schema dei dispersori anodici verticali

Sono stati realizzati dispersori profondi (deep well type), mediante aste tubolari di Ti / MMO, con diametro di 16 mm e lunghezza di 1000, collegati assieme e posti alla stessa distanza uno dall'altro. Ogni catena è composta da 10 anodi Ti / MMO impilati all'interno di un backfill di carbone. Ogni pozzo anodico era profondo 100 m, con un tratto attivo di 40 m (Fig. 3).

Per le misure di potenziale sono stati predi-





sposti 36 punti di misura fissi in corrispondenza di ognuno dei quali è stato posizionato un elettrodo di riferimento Cu / CuSO<sub>4</sub> (CSE) a una distanza di 0,5 m ÷ 1 m dal palancoato e interrato a 1 m di profondità, collegato al corrispondente alimentatore a CC. Altri punti di misura sono stati aggiunti in prossimità degli incroci tra tubazioni e di altre strutture, per effettuare misure di potenziale con un elettrodo di riferimento portatile.

Dopo la fase di realizzazione del sistema di protezione catodica, sono state effettuate le misure all'avvio. La sequenza delle operazioni è la seguente:

- misure di potenziale di corrosione libera ( $E_{corr}$ ) per tutti i punti di prova del palancoato, eseguite dopo la completa depolarizzazione della struttura;
- misure del potenziale di polarizzazione ( $E_{on}$ ), effettuate durante il tempo di polarizzazione (60 giorni);
- misure del potenziale con tecnica "ON-OFF" ( $E_{off}$ ) effettuate dopo circa 15 giorni di erogazione della corrente CC;
- registrazioni di prove di interferenza sugli altri punti di prova (in corrispondenza di incroci di tubazioni, di interruzione del palancoato, ecc.) eseguite durante i test "on-off";
- misure E-log I eseguite per ciascuno dei 36 punti di prova fissi.

Il potenziale di polarizzazione ( $E_{on}$ ) è stato controllato quotidianamente per circa 60 giorni, al fine sia di verificare l'efficacia del sistema, verificando che il valore di potenziale di -850 mV vs CSE fosse raggiunto in ogni punto di prova, sia di effettuare le regolazioni di corrente, ottimizzando l'erogazione di corrente continua.

Le misure di potenziale Eoff, eseguite utilizzando la tecnica "On - Off", sono state effettuate per eliminare le cadute ohmiche dalla misura del potenziale. Come è mostrato in fig. 4, quando la corrente di protezione è interrotta, le cadute ohmiche scompaiono entro 10-6 s. Il valore corrispondente è il vero valore del potenziale della struttura protetta, Eoff. Col passare del tempo, l'acciaio si depolarizza, ma è necessario un tempo maggiore per raggiungere il potenziale  $E_{corr}$  ( $> -0,85$  mV) e per dissipare totalmente la sovratensione.

Nella prima progettazione del sistema di protezione catodica le misure "E -log I" [1] non erano state incluse ma, dato l'estendersi della superficie di acciaio da proteggere e l'assenza di esperienze precedenti per questa particolare tipologia, al fine di trovare un'altra modalità di verifica dell'efficacia del sistema di protezione catodica sono state incluse le misure "E - log I" per verificare che tutta la corrente di protezione erogata dagli alimentatori CC fosse sufficiente a

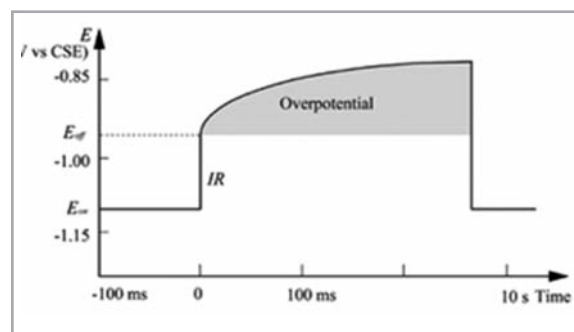
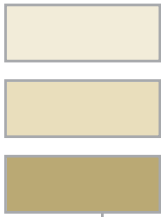


Figura 4 - Esempi di misura di potenziale mediante tecnica "On-Off" [4]



garantire una buona protezione catodica del palancoato. Le misure di "E -log I" sono state eseguite nelle seguenti condizioni: il sistema di protezione catodica è stato spento fino a completa depolarizzazione del palancoato, poi, a partire dal valore potenziale di corrosione libera, è stato imposto mediante l'alimentatore CC un incremento di corrente a passi logaritmici (0,2 A , 0,5 A, 1 A, 2 A, ecc.). Dopo circa 1 min - 5 min dall'aumento della corrente è stato registrato un nuovo valore stabile di potenziale ed è stato quindi imposto all'alimentatore CC un ulteriore aumento di corrente. Il processo è stato ripetuto fino al raggiungimento della massima capacità dell'alimentatore di PC, ottenendo la curva E - log I

### Risultati e discussione

Durante la fase di avvio del sistema di protezione catodica sono sorti diversi problemi, soprattutto legati alle interferenze con le altre strutture e alla cinetica del processo di polarizzazione ed in secondo luogo a problemi connessi con il terreno e con l'inquinamento dell'acqua di falda , con i permessi di scavo e la pericolosità del sito.

#### Problemi di scavo e genesi del progetto

Il primo approccio progettuale è stato quello di proteggere l'intero palancoato mediante dispersori verticali, profondi quanto il palancoato, installandoli sia lato terra che lato mare. Questa soluzione è stata scartata dal momento che era proibito effettuare scavi lato mare, con l'eccezione di alcune zone confinate. Non essendo consentito posizionare punti di misura lato mare, l'intero sistema di protezione catodica ha necessitato un'estrema cura nella fase

di progettazione. La scelta è stata quella di utilizzare pozzi anodici profondi per garantire la protezione catodica di entrambi i lati del palancoato e sono stati installati solo 5 pozzi profondi anodici lato mare, come si può vedere in fig. 3. Dal momento che gli scavi lato terra del palancoato erano consentiti per le sole perforazioni per i dispersori, tutti i cavi sono stati installati all'interno di condotti protetti di calcestruzzo direttamente posati sulla superficie del terreno.

#### Problemi relativi all'inquinamento delle acque sotterranee

Le acque sotterranee inquinate sono risultate essere confinate entro i primi 50 m sotto il livello del suolo, al di sopra del primo strato di argilla e sono state isolate dal pozzo mediante una gabbia di cemento profonda 50 m. Durante lo scavo dei pozzi, in alcune zone è stata trovata una falda artesianica al di sotto del primo strato di argilla. Questo fatto ha causato perdite di acqua in corrispondenza di alcuni pozzi anodici profondi. Questo problema è stato risolto ri-progettando la testa dei pozzi dei dispersori come mostrato in fig. 3: è stata realizzata una tenuta ermetica nella parte alta di ciascun pozzo, mediante una valvola di sfiato, da aprire a intervalli di tempo stabilito per far uscire il gas formati a seguito della reazione anodica.

#### Interferenze con altre strutture

Il sistema di protezione catodica è stato caratterizzato da un'elevata corrente di alimentazione che avrebbe potuto creare problemi e danneggiamenti alle tubazioni esistenti di attraversamento e alle strutture presenti. Ogni punto di misura posto in corrispondenza di strutture interferite è stato monitorato durante i test "ON-OFF" per valutare tutte le interferenze dovute al siste-

Test point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ecorr (mV CSE)	-754	-730	-759	-765	-781	-797	-771	-725	-692	-745
Current supply (A)	11.9	19.7	22.1	12.0	8.8	14.0	20.4	14.4	12.2	9.9
Eoff (mV CSE, <-850)	-962	-876	-879	-900	-977	-912	-928	-894	-900	-940
Test point	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ecorr (mV CSE)	-739	-735	-695	-752	-715	-705	-667	-742	-562	-535
Current supply (A)	13.3	20.0	32.0	2.8	10.9	11.8	13.1	12.5	12.0	12.8
Eoff (mV CSE, <-850)	-957	-893	-884	-852	-959	-900	-870	-902	-914	-914
Test point	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Ecorr (mV CSE)	-685	-635	-665	-708	-714	-675	-681	-616	-652	-735
Current supply (A)	11.8	11.9	11.9	22.4	12.6	20.8	1.9	11.8	19.9	12.3
Eoff (mV CSE, <-850)	-922	-879	-922	-869	-976	-880	-1426	-969	-870	-892

**Tabella I** - Ecorr, Eoff e valori di corrente erogata misurate dopo 15 giorni di erogazione della corrente del sistema di PC (le caselle con sfondo grigio si riferiscono al punto di misura di Fig. 7)



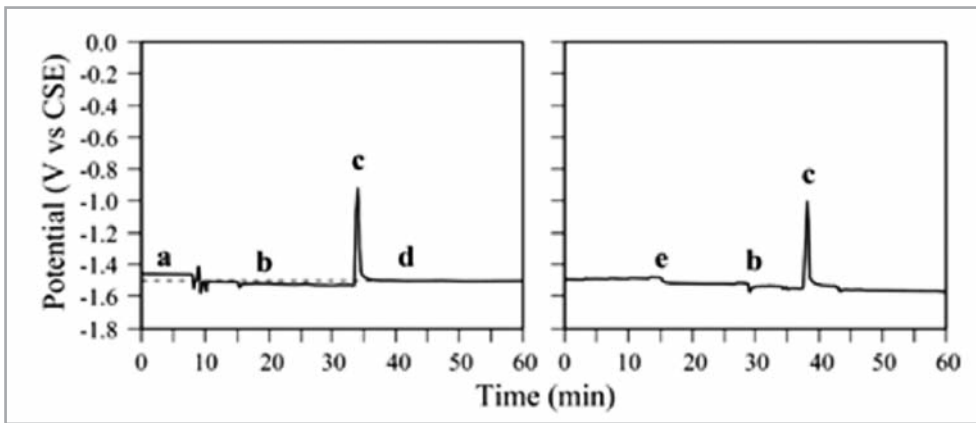


Figura 5 - Potenziale monitorato in corrispondenza del punto di misura "C15" di massima interferenza.

ma di protezione catodica. Si può vedere in fig. 5 che la corrente di protezione catodica ha avuto un'influenza sul potenziale di altre strutture con una riduzione massima di circa 40 mV: il valore del potenziale parte da -1470 mV vs CSE durante la fase di "Off" (a, e), a -1500 mV vs SCE durante la fase "On" (d). Si possono notare dei "picchi ON" in fig. 5, causata dalla accensione dell'alimentatore CC e dell'alimentazione anodica (c); sono inoltre visibili interferenze dovute alla rete ferroviaria (b).

#### Bassa velocità di polarizzazione

Per una struttura di acciaio protetta catodicamente, il tempo di polarizzazione dall'accensione del sistema è solitamente di circa 48 h. A causa della presenza di superfici in acciaio nude, il tempo di polarizzazione è stato stimato in 7 giorni, ma per questo progetto questo lasso di tempo non è stato sufficiente a polarizzare completamente il palancolato, probabilmente a causa della grande superficie da proteggere e della sua ampiezza. In Figura 6 si vede che una polarizzazione abbastanza efficace ha avuto luogo solo dopo 15 ÷ 20 giorni di erogazione della corrente anodica, e la polarizzazione completa di ogni punto di misura del palancolato si è verificata solo dopo 60 giorni.

#### Valori dei potenziali "On-Off"

I valori delle misure di potenziale per i 36 alimentatori sono riportati in tab. I. Questi valori sono stati misurati dopo 60 giorni di alimentazione del sistema di protezione catodica e dopo le regolazioni di corrente dei 36 alimentatori in CC. Sono anche riportati i valori di  $E_{corr}$ , misurati all'inizio del test di polarizzazione (con sistema di protezione catodica spento) e la corrente erogata da ogni alimentatore CC. Le misure di potenziale sono state eseguite come test di interferenza negli altri punti di misura con elettrodi di riferimento portatili e due di queste sono riportate in fig. 5. Questi valori indicano che la protezione catodica è efficace per tutti i 36 punti di misura e per gli altri punti di misura.

#### E-log curve I

Le curve E-log I riportate in Fig. 7 relative al punto di misura n. 2 indicano che il valore minimo di corrente di protezione catodica è di circa 14 A. Secondo i valori di tab. I, la superficie di acciaio di competenza dell'alimentatore DC n.2 è protetta, in quanto l'erogazione di corrente è pari a 19,7 A, valore maggiore dell'erogazione minima pari a 14 A. Le due curve di fig. 7 sono state ottenute

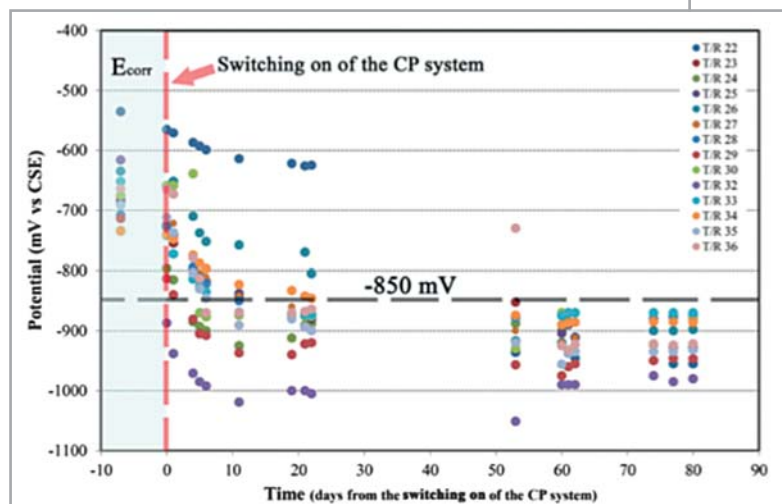


Figura 6 - Potenziale monitorato in corrispondenza di 14 punti di misura dopo accensione del sistema di protezione catodica.

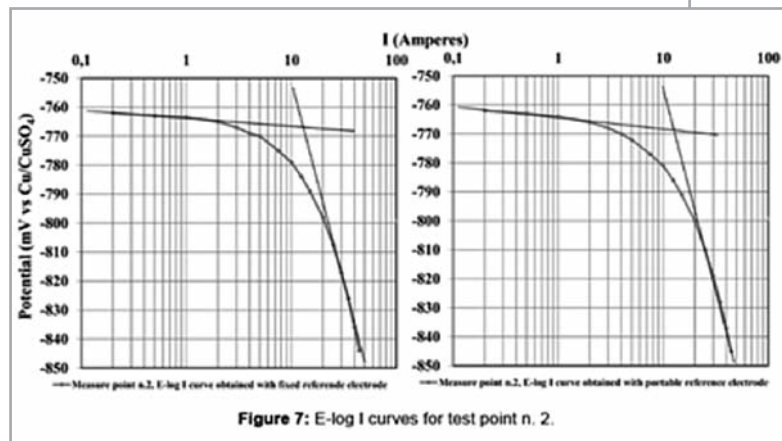


Figura 7 - Curve E - log I del punto di misura n. 2.

utilizzando sia l'elettrodo di riferimento fisso che un elettrodo di riferimento portatile e la differenza è molto piccola. Il primo punto delle due curve (~ -760 mV) rappresenta E<sub>corr</sub> ed è molto simile al valore corrispondente in tab. I.

## Conclusioni

In questo lavoro è stato descritto un sistema di protezione catodica per un palancoato in acciaio interrato antiinquinamento di 5 km di lunghezza. Il sistema di protezione catodica è realizzato per mezzo di 36 dispersori anodici a pozzo profondo, ognuno dei quali composto da aste tubolari di Ti / MMO. Durante la fase di avvio sono state effettuate misure di potenziale di corrosione libera, di potenziale di polarizzazione di potenziale "On-Off" e di interferenza. Infine sono state effettuate misure "E-

log I" per verificare il buon funzionamento del sistema di protezione catodica. Durante la costruzione del sistema di protezione catodica sono sorti diversi problemi che hanno portato ad alcune scelte progettuali insolite, come la realizzazione di pozzi di testa ermetici per evitare perdite di acqua inquinata o cavi posati all'interno di condotte protette non interrate. Le misure di potenziale di polarizzazione hanno mostrato che, per ampie superfici interrate di acciaio, il tempo di polarizzazione convenzionale non è sufficiente a garantire la completa polarizzazione: sono necessari 15 giorni di polarizzazione per capire se il sistema funziona, ma solo dopo 60 giorni l'intera struttura è protetta in ogni sua parte. Infine, i test "E-Logi" sono stati utili per comprendere l'efficacia del sistema di protezione catodica, ma ulteriori monitoraggi sono necessari essere effettivamente sicuri che il sistema funzioni correttamente nel tempo.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] NACE SP0169 - 2007, Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems, National Association of Corrosion Engineers, 2007
- [2] P. PEDEFERRI, Corrosione e protezione dei materiali metallici, Polipress, Milano, Italy, 2007.
- [3] PEABODY, A.W., Control of pipeline corrosion, NACE Press, 2001
- [4] LAZZARI, L., PEDEFERRI, P., Cathodic Protection, Polipress, Milano, Italy, 2006. [7] EEMUA 159, Inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tank, Edition 3;

**Centro  
Italiano  
Servizi  
AntiCorrosione**



La **CISAC Protezione Catodica** è un'azienda specializzata nel settore dell'anticorrosione con tecnici operanti dal 1966. Attraverso la sua esperienza multi decennale e ad un continuo aggiornamento, è in grado di offrire un servizio affidabile garantendo soluzioni tecniche sempre all'avanguardia.

Presente sull'intero territorio nazionale, si occupa di:

- **progettazione**
- **costruzione**
- **gestione**
- **manutenzione**

**impianti di protezione catodica.**



**CISAC Protezione Catodica S.r.l. - P.IVA: 02887600167**  
via Spallanzani, 4/5 ad Albano Sant'Alessandro (BG)

**email:** info@cisac.it - **telefono:** 035-58.32.44 - **fax:** 035-02.92.973 - **sito web:** www.cisac.it



in collaborazione con

**PoliLaPP**



**POLITECNICO DI MILANO**

3<sup>A</sup> Edizione

## Corso per la certificazione Livello 2 UNI EN 15257

c/o Politecnico di Milano  
Dipartimento di Chimica,  
Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"  
Via Mancinelli 7 - 20131 Milano

# PROTEZIONE CATODICA IN ACQUA DI MARE

# 6 - 10 OTTOBRE 2014

### DESCRIZIONE

Il corso di Protezione Catodica in Acqua di Mare è un corso intensivo di 5 giorni focalizzato sulle problematiche legate alla corrosione e protezione di opere portuali e strutture a mare.

Il corso affronterà sia temi generali, quali la corrosione in acqua di mare, i sistemi di protezione (cicli di pittura e protezione catodica), la normativa e la sicurezza, sia temi specifici quali la progettazione della protezione catodica, il collaudo, l'attuazione, le condizioni di esercizio e il monitoraggio.

Il corso prevede lezioni, discussioni in classe e esperienze pratiche in laboratorio, che preparano i partecipanti all'esame di certificazione in conformità alla norma UNI EN 15257.

### PROGRAMMA DEL CORSO

#### Materiali metallici e strutture per acqua mare

- Acciaio al carbonio
- Acciai inossidabili
- Leghe di rame e leghe di nichel
- Strutture in calcestruzzo armato

#### Principi di corrosione

- Corrosione da ossigeno
- Corrosione da batteri
- Tipiche forme di corrosione

#### Sistemi di prevenzione

- Scelta dei materiali
- Utilizzo di rivestimenti
- Protezione catodica

Le iscrizioni devono essere effettuate on line sul sito:

<http://www.apce.it/modulo-iscrizione-corsi/>





in collaborazione con

il Politecnico di Milano, PoliLaPP Laboratorio di Corrosione dei Materiali "Pietro Pedferri"

organizzano

1<sup>a</sup> Edizione 2014 - 2015

## Giornate di studio APCE "Monitoraggio della Protezione Catodica"

Riconosciuti i CFP dall'Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Milano all'edizione del 28 ottobre

L'APCE, associazione a carattere culturale / scientifico, è da sempre attiva su tutto il territorio nazionale con un'organizzazione articolata in Comitati Tecnici Territoriali (CTT) i cui esperti, si riuniscono periodicamente per collaborare nella risoluzione dei problemi connessi con la protezione dalle corrosioni elettrolitiche che possono interessare le strutture metalliche. Il Comitato Tecnico Centrale (CTC), l'organo che coordina le attività dell'associazione, ha accolto la richiesta dei CTT sulla necessità di effettuare su tutto il territorio nazionale delle giornate di studio. Esse si terranno nel corso del 2014/2015 per aggiornare tecnici e operatori sui criteri di monitoraggio della protezione catodica. Questa tematica è ritenuta elemento fondamentale per raggiungere l'efficacia della protezione catodica, per ridurre i costi di gestione dei sistemi di protezione catodica e per contenere le mutue interferenze elettriche tra strutture coesistenti protette catodicamente.

### Chi partecipa

La giornata di aggiornamento è aperta sia ai soci APCE che ai non soci APCE, al personale deputato alle attività di protezione catodica non certificato UNI EN 15257, agli addetti di protezione catodica certificati LIV 1 - LIV 2 - LIV 3 UNI EN 15257.

I singoli eventi sono organizzati dai Comitati Tecnici Territoriali (CTT) di Milano, Roma, Torino, Genova, Catania, Bologna, Firenze, Bari, Venezia.

### Programma Tecnico

Gli argomenti trattati nella giornata di studio "Monitoraggio della protezione catodica" sono i seguenti:

- principi di corrosione e di protezione catodica
- criteri di protezione catodica
- monitoraggio di un sistema di protezione catodica
- misura del potenziale di protezione:
  - Potenziale vero
  - Eliminazione del contributo di caduta ohmica
- Esperienze di campo.

### Orario di Lavoro

- 8.30 benvenuto ai partecipanti alla giornata di studio
- 8.45 inizio lavori
- 10.30 ÷ 10.45 pausa caffè
- 12.15 ÷ 13.30 pausa pranzo
- 15.00 ÷ 15.15 pausa caffè
- 16.30 termine lavori

### Docenza

La docenza è garantita Politecnico di Milano, PoliLaPP Laboratorio di Corrosione dei Materiali "Pietro Pedferri" e/o da esperti del settore certificati 3° LIV EN 1525, appartenenti sia alle aziende che esercitano gli impianti, sia alle aziende proprietarie di strutture.

### Crediti Formativi Professionali

Il riconoscimento dei Crediti Formativi Professionali all'evento del 28 ottobre 2014 è stato autorizzato dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, che ne ha valutato anticipatamente i contenuti formativi professionale e le modalità di attuazione. In particolare, sono riconosciuti 6 CFP per partecipazione senza test finale.

### Calendario e indicazione Referenti CTT

Le giornate di studio "Monitoraggio della protezione catodica" sono state prefissate nelle seguenti giornate, riportate in ordine di data **con indicazione dei CTT organizzatori e relativi referenti:**

**Milano**, 28 ottobre 2014 (6 CFP)

Sig. Fabio Brugnetti - fabio.brugnetti@apce.it  
tel. 02 37039408 - cell. 346 6821564

**Roma**, 2 dicembre 2014

Sig. Claudio Spalvieri - c.spalvieri@rfi.it

**Torino**, 09 giugno 2015

Sig. Claudio Gianolio  
claudio.gianolio@mail.italgas.it - tel. 011 2394485

**Genova**, 10 giugno 2015

Sig. Riccardo Tomelleri

riccardo.tomelleri@genovaretigas.it  
tel. 010 5586723

**Catania**, 20 ottobre 2015

Sig. Francesco Tasco  
francesco.tasco@snamretegas.it  
tel. 095 7574319

**Bologna**, 03 novembre 2015

Sig. Stefano Sbarzagli - s.sbarzagli@rfi.it  
Tel. 051 2586670

**Firenze**, 04 novembre 2015

Sig. Massimo Tiberi - tiberi@gergas.it  
Tel. 056 4453686

**Bari**, 5 novembre 2015

Sig. Mario Dicuonzo  
mario.dicuonzo@snamretegas.it  
tel. 080 5919288

**Venezia**, 17 novembre 2015

Sig. Pietro Sartori - pietro.sartori@mail.italgas.it  
Tel. 041 3945088

### Iscrizione

Le singole giornate sono organizzate a numero chiuso con un massimo di 40 iscritti, e sono garantite con un numero minimo di 10 partecipanti. Qualora il numero minimo di partecipanti non fosse raggiunto, le quote di iscrizione versate potranno ritenersi valide per una sessione programmata presso un altro CTT.

Il pagamento della quota di iscrizione deve essere effettuato attraverso bonifico bancario, senza alcuna spesa di trasferimento per il beneficiario, a favore di: APCE sul cc presso Banco Popolare Società Cooperativa, Agenzia 8 di Padova, Via Venezia 7, IBAN IT 53 K 05034 12113 0000 0001 0000. Sulla causale del bonifico bancario deve essere riportato il nome e cognome del partecipante, seguito dal nome del CTT xxx (es. CTT Milano) che organizza la giornata scelta.

**Il personale interessato a partecipare alla giornata di studio deve inviare al referente del CTT il modulo di iscrizione con copia del pagamento della quota di iscrizione.** L'iscrizione è accettata e confermata dal CTT organizzatore che avrà cura di comunicare la sede in cui si svolgerà la giornata.

I partecipanti alla giornata di studio hanno diritto al ricevimento in loco della documentazione tecnica relativa agli argomenti presentati e al fast lunch.

• **Soci APCE:** per le aziende socie l'iscrizione è gratuita fino a 5 persone per ogni singola giornata riportata nel calendario, ulteriori partecipazioni 100,00 € + IVA per persona

• **Non Soci APCE:** 100,00 € + IVA per persona

## MODULO ISCRIZIONE GIORNATA DI STUDIO

### "Monitoraggio della Protezione Catodica"

Cognome: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Dodice Fiscale: \_\_\_\_\_

Telefono: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Società: \_\_\_\_\_

Indirizzo: \_\_\_\_\_

CAP/Città/Prov. \_\_\_\_\_

Intestazione Fattura: \_\_\_\_\_

Esente IVA (si/no)/Legge e articolo esenzione: \_\_\_\_\_

CTT prescelto: \_\_\_\_\_

Data giornata: \_\_\_\_\_

Socio APCE  SI  NO

Pagamento quota :

APCE garantisce la riservatezza dei dati da lei forniti e in ogni momento è sua facoltà richiederne la modifica, l'integrazione e la cancellazione in conformità al D.Lgs 196/03. La informiamo che i suoi dati personali saranno trattati da APCE per le finalità correlate all'oggetto della sua richiesta. Il suo cognome e azienda di appartenenza sarà inserito nell'elenco dei partecipanti al corso prescelto.

Acconsento al trattamento dei dati personali

Firma \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

**INVIARE MODULO E COPIA DEL BONIFICO BANCARIO  
AL REFERENTE DEL CTT ORGANIZZATORE**

**SPONSOR**



**APCE**

Sede legale c/o ITALGAS - 00154 Roma, Via del Commercio, 11  
Uffici di Presidenza e Segreteria APCE - c/o Snam Rete Gas S.p.A. - Largo F. Rismondo, 8  
35131 Padova - **Tel. 049 82209111** - Fax 049 8209331 - Email: info@apce.it



# ESERCIZI

Continua la rubrica dedicata alla risoluzione di esercizi numerici di corrosione e protezione catodica, alla discussione dei criteri di protezione e alla presentazione di alcuni casi pratici di corrosione.

Di seguito troverete la soluzione ai due esercizi proposti nel numero 56 e due nuovi esercizi non risolti...

Se siete incuriositi dall'esercizio e volete proporre una soluzione, scrivete a [polilapp@chem.polimi.it](mailto:polilapp@chem.polimi.it). Sarete immediatamente contattati...

a cura di

**PoliLaPP**  
*Laboratorio di Corrosione dei  
Materiali "Pietro Pedeferrì"*  
*Politecnico di Milano*

## **Esercizi risolti...**

Presso una stazione ferroviaria è stato effettuato il monitoraggio del potenziale di alcune puntazze in acciaio al carbonio della rete di terra. Durante la circolazione dei treni (15 ore al giorno) si registrano in alcune zone della stazione degli aumenti medi del potenziale di 200-400 mV e in altri casi una diminuzione massima del potenziale di 100 mV. Calcolate la variazione della velocità di corrosione delle puntazze. (Suggerimento. La velocità di libera corrosione dell'acciaio al carbonio è 50 mA/m<sup>2</sup> in assenza di interferenza).

La velocità di corrosione,  $i_{corr}$ , è legata alla differenza di potenziale dalla legge di Tafel:

$$E - E_{corr} \text{ (mV)} = b \text{ Log } (i/i_{corr}) = 100 \text{ Log } (i / 50)$$

dove la velocità di corrosione  $i_{corr}$  è stata posta uguale a 50 mA/m<sup>2</sup> e la pendenza della retta di Tafel ( $b$ ) è pari a 100 mV/decade.

La velocità di corrosione,  $i$ , corrispondente a una polarizzazione  $\Delta E = E - E_{corr}$  è data da:

$$i = 50 \times 10^{\Delta E / 100}$$

L'aumento della velocità di corrosione è dato da:

$$\Delta i_{corr} = (i - 50) = 50 * (10^{\Delta E / 100} - 1) \times 0,6$$



dove 0,6 è la frazione di tempo in cui è presente l'interferenza. Si ottiene:

- per  $\Delta E = +200$  mV l'aumento della velocità di corrosione è di circa 3 mm/anno
- per  $\Delta E = +400$  mV l'aumento della velocità di corrosione è di circa 300 mm/anno
- per  $\Delta E = -100$  mV la diminuzione della velocità di corrosione è di 0,03 mm.

Per un'analisi più accurata e veritiera è necessario conoscere i tempi effettivi in cui si ha l'interferenza; i valori calcolati sono quelli massimi, assumendo che l'interferenza sia sempre presente nelle 15 ore.

- **Supponendo che un treno disperda una corrente nel terreno di circa 100 A e che di questa corrente solo lo 0,1% sia assorbito da una tubazione che corre parallela ai binari, qual è la velocità di corrosione per interferenza su un difetto di 1 cm<sup>2</sup>, che si trova nelle vicinanze della sottostazione elettrica?**

Il calcolo è presto fatto: la corrente assorbita è  $100 \times 0,0001 = 10$  mA. Se questa corrente è rilasciata da un difetto di dimensione 1 cm<sup>2</sup>, la densità di corrente risultante è  $10 \text{ mA} / 1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ A/m}^2$  a cui corrisponde una velocità di corrosione di 117 mm/anno. Questa è la velocità di corrosione in caso di interferenza permanente (o stazionaria), ma in questo caso è non-stazionaria per il danno annuale è molto minore. Faccio l'ipotesi di un treno ogni ora il cui passaggio nella zona di interferenza sia efficace quando la distanza sia 1 km; supponendo una velocità media di 120 km/h, il tempo efficace è 60 s per ogni passaggio, per cui in un giorno si hanno 24 minuti e in anno 8760 minuti, corrispondenti a 0,017 anni. La perdita di spessore in un anno è pertanto: 1,95 mm: un valore non accettabile!

**... e da risolvere !!!**

- **Una tubazione è immersa in un terreno argilloso. Quale densità di corrente di protezione adattereste? È necessaria l'applicazione della PC? E l'impiego di un rivestimento?**
- **Stimare l'aumento di densità di corrente di protezione per proteggere una struttura in acciaio al carbonio immersa in una soluzione acida (per esempio pH=1) rispetto al caso di struttura interrata se il potenziale di protezione è - 1,35 V CSE. Si consideri la corrente limite di ossigeno pari a 100 mA/m<sup>2</sup>, la pendenza della retta di Tafel 0.12 V/decade**



## La redazione informa

Chi volesse pubblicare una memoria sul prossimo numero di APCE può farlo inviandola a Polilapp all'indirizzo [polilapp@chem.polimi.it](mailto:polilapp@chem.polimi.it)



### Istruzioni per gli autori

Gli articoli inviati alla redazione devono preferibilmente rispettare la seguente struttura:

- Titolo
- Autori con affiliazione (completa)
- Sommario (o abstract)
- Titolazione dei paragrafi principali, per esempio:
  - Introduzione
  - Condizioni sperimentali (o dati di progetto)
    - Risultati
    - Discussione
    - Conclusioni
  - Ringraziamenti (eventuali)
  - Riferimenti (bibliografici o fonti di altra natura, per esempio siti web)

Manoscritti, fotografie e materiale grafico inviati alla redazione non saranno in ogni caso restituiti.

### Nota

Le notizie e le opinioni contenute negli articoli non impegnano la redazione ed esprimono quelle degli autori.

# PROCOR® s.r.l.

MATERIALI PROTEZIONE CATODICA DAL 1976

## PRODOTTI

### ANOPACK

Anodo Ferro/Silicio impaccato

### BIANOPACK

Anodo Titanio/Attivato impaccato

### CELLCORR

Cella di polarizzazione

### CORAL6

Alimentatori catodici universali 48V-10A-20A

### CUGEL

Elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub> per misure su terreni asfalto, cemento con CUSO<sub>4</sub> in gel

### ELF1

Elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub> per misure su terreni acque dolci

### ELF3

Elettrodo Cu/CuSO<sub>4</sub> per misure su terreni asfalto, cemento

### MACOR

Anodi di magnesio

### PIASTEEL

Piastrina per prese di potenziale con cavo

### RIFEL

Elettrodo fisso Cu/CuSO<sub>4</sub>

### SCAREL

Scaricatore antideflagrante

### SILICOR

Anodi Ferro/Silicio

### STRING

Catena di Anodi al Titanio/Attivato

### WELLCORR

Dispersore di profondità recuperabile

*"abbiamo ragionato  
con la testa..."*



[www.procor.it](http://www.procor.it)  
[www.correntivaganti.it](http://www.correntivaganti.it)  
[info@procor.it](mailto:info@procor.it)



## BICELL®

BREVETTATO

Elettrodo fisso CU/CUSO<sub>4</sub> infrangibile (sonda di potenziale) completo di n°2 piastrine (coupon) in acciaio con ceramica porosa nella parte superiore secondo UNI EN 12954 - UNI EN 13636 - UNI EN 13509 - UNI EN 14505



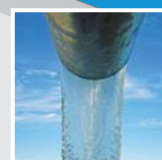
# CORSI APCE 2014

## programma di formazione 2015



[www.apce.it](http://www.apce.it)

*Insieme per la sicurezza e la qualità  
delle strutture metalliche*



Corso	Obiettivo	Periodo	Sede Evento	Crediti Formativi
30° CORSO "LIV1T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale settore T	13-17 ottobre 2014	Perugia	
25° CORSO "LIV2T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale settore T	20-24 ottobre 2014	Perugia	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	28 ottobre 2014	Politecnico di Milano	6 CFP senza test finale
26° CORSO "LIV2T" UNI EN 15257 AD HOC SRG	Corso destinato alla certificazione del personale settore T	3-7 novembre 2014	Mestre	
19° CORSO DI AGGIORNAMENTO UNI EN 15257	Corso destinato al rinnovo del Certificato o alla ricertificazione	17-18 novembre 2014	Politecnico di Milano	16 CFP (obbligatorio test finale)
ESAMI DI RICERTIFICAZIONE UNI EN 15257		19 novembre 2014	Politecnico di Milano	
ESAMI DI CERTIFICAZIONE UNI EN 15257		20-21 novembre 2014	Politecnico di Milano	
GIORNATA STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	2 dicembre 2014	Roma	
31° CORSO "LIV1T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	2-6 febbraio	2i Rete Gas Perugia	
32° CORSO "LIV1T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	16-20 febbraio	Politecnico Milano	40 CFP (obbligatorio test finale)
33° CORSO "LIV1T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	9-12 marzo	Politecnico Milano	40 CFP (obbligatorio test finale)
34° CORSO "LIV1T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	23-27 marzo	Snam Rete Gas Marghera	

Corso	Obiettivo	Periodo	Sede Evento	Crediti Formativi
27° CORSO "LIV2T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	13-17 aprile	2i Rete Gas Perugia	
28° CORSO "LIV2T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	4-8 maggio	Politecnico Milano	40 CFP (obbligatorio test finale)
20° CORSO DI AGGIORNAMENTO UNI EN 15257	Corso destinato al rinnovo del Certificato alla ricertificazione	18-19 maggio	Politecnico Milano	16 CFP (obbligatorio test finale)
ESAMI LIV1-LIV2	Esami certificazione UNI EN 15257	20-22 maggio	Politecnico Milano	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	9 giugno	Torino	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	10 giugno	Genova	
35° CORSO "LIV1T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	14-18 settembre	Prato	
2° CORSO "LIV3T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	28-30 settembre	Politecnico di Milano	24 CFP (obbligatorio test finale)
4° LIV2M "PC ACQUA DI MARE"	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore M	5-9 ottobre	Politecnico di Milano	40 CFP (obbligatorio test finale)
ESAME LIV2 "PC ACQUA DI MARE"	Esami certificazione UNI EN 15257	10 ottobre	Politecnico di Milano	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	20 ottobre	Catania	
29° CORSO "LIV2T" UNI EN 15257	Corso destinato alla certificazione del personale -Settore T	26-30 ottobre	Prato	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	3 novembre	Bologna	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	4 novembre	Firenze	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	5 novembre	Bari	
21° CORSO DI AGGIORNAMENTO UNI EN 15257	Corso destinato al rinnovo del Certificato alla ricertificazione	9-10 novembre	Politecnico Milano	16 CFP (obbligatorio test finale)
ESAMI LIV1-LIV2	Esami certificazione UNI EN 15257	11-13 novembre	Politecnico Milano	
GIORNATA DI STUDIO	Monitoraggio della Protezione Catodica	17 novembre	Venezia	

## APCE

Associazione per la  
Protezione dalle Corrosioni  
Elettrolitiche

*Sede Legale*  
c/o Italgas  
Via del Commercio, 11  
00154 Roma

*Uffici di Presidenza*  
e Segreteria APCE c/o Snam Rete Gas S.p.A.  
Largo F. Rismondo, 8 - 35131 Padova  
Tel. 049 82209111 - Fax 049 8209331  
E-mail: info@apce.it

## APCE Service S.r.l.

Formazione e Consulenza  
Direzione e coordinamento di APCE  
Associazione per la Protezione dalle  
Corrosioni Elettrolitiche

*Sede Legale*  
c/o Studio Commercialisti  
Viale Gozzadini, 11  
40124 Bologna

*Uffici di Amministrazione Unica*  
e Segreteria APCE Service S.r.l.  
c/o Snam Rete Gas S.p.A.  
Largo F. Rismondo, 8 - 35131 Padova  
Tel. +39 049 8209111 - Fax +39 049 8209331  
E-mail info@apceservice.it



