Collaudo sistema di protezione catodica di una rete esistente

Curiosità operative ed efficienza energetica come traguardo

Lorenzo Spisni – INRETE

L'AUTORE

Lorenzo Spisni – INRETE Distribuzione Energia S.p.A., Bologna

t.i. Lorenzo Spisni è un tecnico senior di protezione catodica, certificato dal 2005, attualmente Livello3T per strutture metalliche nel terreno secondo EN ISO 15257:2017. Lavora nel campo della protezione catodica per la distribuzione gas dal 1991, ad oggi ricopre il ruolo di Responsabile per la gestione della Protezione Catodica per INRETE Distribuzione Energia.

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 - luglio 2023
©Energia Media Editore - luglio 2023

RIVESTIMENTI ANTICORROSIVI

Lorenzo Spisni – INRETE Distribuzione Energia S.p.A., Bologna

ABSTRACT

Considerando lo sviluppo della metanizzazione in Italia l'attenzione del distributore gas sulla condizione di protezione della rete si associa in forte prevalenza a reti esistenti ed in esercizio da anni se non decenni.
In considerazione di ciò con l'introduzione degli obblighi di servizio è facile capire come l'attenzione delle aziende di distribuzione gas si concentri maggiormente sul mantenimento dell'efficace condizione di protezione di reti gas esistenti, relegando in secondo piano l'elaborazione di progetti innovativi in ambito protezione catodica.

Lo scopo dell'esperienza illustrata in questo documento è quello di dimostrare come, per una rete di distribuzione gas esistente, limitarsi a raggiungere l'obiettivo di una condizione di protezione rappresentata da un indicatore KT che soddisfa gli obblighi di servizio, possa costituire ostacolo ad eventuali approfondimenti e possibili migliorie nell'esercizio e nei costi.
Tra le azioni potenzialmente in grado di produrre **migliorie nell'esercizio** e una diminuzione nei costi di esercizio si possono elencare:

1. la determinazione della densità di corrente;
2. l'eliminazione di contatti con altre strutture;

3. l'implementazione di misure di potenziale mediante sonde di potenziale,
4. aggiornamento dei criteri di protezione;
5. l'installazione di un sistema di monitoraggio continuo da remoto tale da permettere analisi dati e una tempestiva gestione delle anomalie (analisi e gestione eventi verranno trattate nella 2°parte del focus di prossima pubblicazione).

INTRODUZIONE

La grande metanizzazione in Italia, ovvero la distribuzione del gas ai clienti finali, è un processo durato anni dal post-guerra mondiale fino agli anni 2000 e oltre.
Negli anni '50 – '60 la scoperta dei primi giacimenti di metano nella Pianura Padana e nel Mare Adriatico rese l'Italia una delle prime nazioni a voler intraprendere il processo di metanizzazione. Il metano, che veniva utilizzato meramente per l'illuminazione e per l'alimentazione delle auto, venne visto come una nuova fonte di energia nazionale, capace di dare un notevole contributo allo sviluppo economico di un'Italia segnata dal conflitto mondiale.
In questi anni venne costruita in Europa e in Italia la rete distributiva primaria e secondaria del gas naturale, con condutture in grado di collegare i luoghi di estrazione del metano con i luoghi di consumo anche a grandi distanze.
In seguito al sempre più vasto impiego di tubazioni in acciaio con rivestimenti esterni bituminosi ebbe avvio anche l'installazione degli impianti di protezione catodica, per preservare l'acciaio dai fenomeni di corrosione esterna. Si può ritenere che la prote-

zione catodica delle strutture metalliche interrate abbia assunto, in Italia, una precisa connotazione intorno agli anni ‘60, con l’inizio della sua attuazione sistematica da parte delle aziende di maggiori dimensioni.

Oggi l’attività di distribuzione del gas è definita dalla legge, all’articolo 1 del Decreto n. 164/2000 (noto anche come Decreto Letta), quale “il trasporto di gas naturale attraverso reti di gasdotti locali per la consegna ai clienti”.
Con l’entrata in vigore del suddetto Decreto, le varie attività della “filiera” del gas sono state separate ed assegnate a differenti Società che oggi operano sul mercato dell’energia distintamente, con obiettivi e attività diverse.

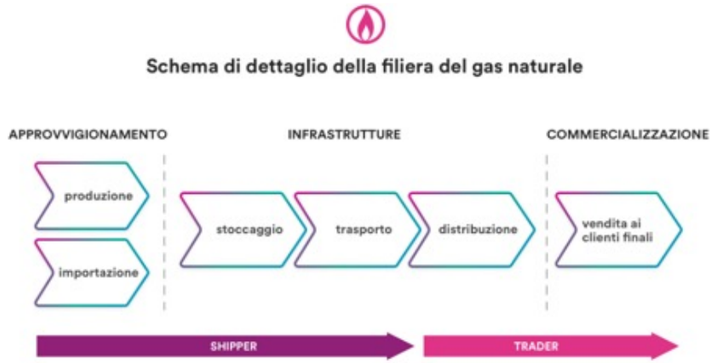


Fig. 1 – La filiera del gas naturale

La rete di distribuzione gas in Italia è gestita dai distributori, vale a dire aziende che si occupano appunto del funzionamento e della manutenzione di tale rete.
INRETE Distribuzione Energia S.p.A. è una società costituita da HERA S.p.A. il 29 luglio 2015 per gestire l’attività di distribuzione del gas naturale e dell’energia elettrica.

Fig.2 – Perimetro e dati INRETE DISTRIBUZIONE ENERGIA

La nascita di un Ente Regolatore in Italia (Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, AEEG oggi ARERA, istituita in seguito alle decisioni UE del 1996-1998 relative alla liberalizzazione del settore dell'energia elettrica e quello del gas naturale) ha introdotto livelli di qualità e obblighi di servizio a cui si debbono attenere tutte le aziende di distribuzione del gas.

Ad esempio, in ambito protezione catodica, a partire dal 2006, ARERA ha introdotto l'obbligo di presentazione di un 'Rapporto Annuale dello Stato Elettrico di Protezione Catodica dell'impianto di distribuzione gas' ed il calcolo de 'Indicatore KT' come criterio di valutazione annuale dell'efficacia della gestione della protezione catodica di ogni sistema di protezione catodica.

L'Indicatore KT si applica ai soli sistemi a corrente impressa sia gestiti con operatore che monitorati con telesorveglianza; è calcolato valutando sia i criteri di progettazione (adeguata presenza di punti di misura) che quelli di gestione (rilievo di valori di potenziale conformi). L'indicatore è calcolato per ogni singolo sistema sulla base di

un punteggio che va da 0 a 100 punti: 30 assegnati alla progettazione ed attribuiti in considerazione dell'adeguatezza della filosofia di sezionamento elettrico e della appropriata dislocazione dei punti di misura, 70 punti assegnati alla gestione del sistema ed attribuiti in relazione ai valori di potenziale rilevati e classificati conformi nel rispetto della normativa tecnica di riferimento. Per un sistema di protezione catodica a corrente impressa, la rete in acciaio è considerata "protetta catodicamente in modo efficace" quando, nell'anno di riferimento, il KT calcolato è uguale o superiore a 60.
Le normative tecniche a supporto della protezione catodica si sono evolute di pari passo alla metanizzazione stessa.
L'evoluzione della normativa in ambito protezione catodica in Italia:

- Anni '70 in Italia la protezione catodica delle strutture metalliche interrate ha assunto una precisa connotazione quando tale tecnica ha cominciato ad essere attuata con sistematicità nelle aziende di maggior dimensione;
- 1981 nasce associazione APCE;
- 1990 UNI ha costituito la "Commissione per la protezione dei materiali metallici contro la corrosione" con il compito di predisporre normative nell'ambito della protezione catodica;
- 2004 viene pubblicata la norma UNI11094 'Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione della norma UNI EN 12954 (norma europea uscita nel 2001) anche in presenza di correnti disperse';
- …fino al giorno d'oggi.

COLLAUDO SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA DI UNA RETE ESISTENTE

IL SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA IN ESAME

> Lo stato di fatto

Viene presa in esame una rete di distribuzione gas esistente di un comune della Pianura Padana, comune dotato di tutti i servizi e sottoservizi presenti nella stessa misura che in una città.

La rete di distribuzione gas presenta le seguenti caratteristiche e installazioni:

- è esercita in 4ª specie, 5ª specie e 7ª specie;
- è costituita da tubazioni in acciaio rivestite in bitume, posate a partire dagli anni ’60 in terreni prevalentemente argillosi;
- ha uno sviluppo in lunghezza totale di circa 14 km, con architettura prevalentemente magliata ma anche in estensione;
- sottoposta a protezione catodica tramite corrente impressa;
- in un’area dove non sono presenti fonti di interferenze elettrica (stazionaria e non stazionaria);
- adeguati sezionamenti elettrici necessari a separare le differenti specie gas;
- adeguati giunti isolanti in linea;
- idonei giunti isolanti d’utenza;
- idonei punti di misura del potenziale.

Fig.3 – Planimetria del sistema di protezione catodica con ubicazione impianto a corrente impressa

Fig.3a – Planimetria con ubicazione dei giunti isolanti e punti di misura del potenziale

> Le motivazione che hanno spinto alle indagini

C'era una volta E_{ON}

Nel 2017 l'impianto a corrente impressa subisce un significativo intervento di manutenzione col rifacimento del dispersore verticale profondo giunto al termine di una vita d'esercizio risultata inferiore al decennio.
Questo dato impose una riflessione e ci stimolò a sottoporre il sistema di protezione catodica ad una revisione completa.
Inoltre, l'introduzione ed evoluzione delle sonde di potenziale sia portatili che fisse sono state la spinta all'innovazione, e la curiosità era tale da accelerarne la valutazione fino all'applicazione in campo con rilievi di E_{SONDA} ed E_{OFF}.

Il sistema era stato gestito per anni nella medesima modalità e con identici parametri impostati sull'impianto a corrente impressa. Di seguito i valori storici: il valore di potenziale impostato non ha mai subito modifiche, mentre il valore di corrente erogata è riferita al 2018 in quanto l'alimentatore era impostato a potenziale costante.

Valore di potenziale	-2.10 V E_{ON}
Corrente erogata	10.5 A

> Procedimento utilizzato per la ricerca anomalie

L'idea prese corpo nel 2018, quando la normativa di riferimento attualmente vigente ISO EN 15589-1 non era ancora stata pubblicata; pertanto, la progressione del lavoro fu sviluppata in attinenza a UNI 11094: 2004 (in vigore al momento) e alle nostre esperienze passate.
Ad oggi alcuni passaggi potrebbero essere rivalutati in considerazione della ISO EN 15589-1, ad esempio in riferimento alla densità di corrente i relativi calcoli ed indagini.

La progressione del lavoro è stata così strutturata:

1) in campo
   a) Censimento punti di misura
   b) Efficienza cavi ed elettrodi
   c) Continuità elettrica
   d) Isolamento elettrico (contatti con altre strutture).
2) in ufficio
   a) Analisi dati densità di corrente
   b) Analisi dati valore di potenziale.
3) in campo
   a) Accertamento isolamento elettrico
   b) Livello variabilità
   c) Stato elettrico di riferimento E_{ON}.
4) in ufficio
   a) Determinazione livello variabilità
   b) Individuazione punto di misura critico.

> L'esperienza operativa: anomalie rilevate e conformità

Le attività descritte in seguito sono state avviate nell'anno 2018. Nel corso della progressione del lavoro abbiamo affrontato delle anomalie: alcune verranno descritte in modo riassuntivo, per altre proviamo a focalizzare l'argomentazione.

1 - IN CAMPO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
a) Censimento punti di misura	Individuazione accurata dei punti di misura.
b) Efficienza cavi	Per la totalità dei punti di misura verifica efficienza di tutte le connessioni e dispositivi installati.
c) Continuità elettrica	Accertamento della continuità elettrica in corrispondenza di tutti i sezionamenti elettrici, con analisi dei valori di potenziale e corrente.
d) Isolamento elettrico (contatti con altre strutture)	Accertamento dell'isolamento elettrico con analisi dei valori di potenziale e corrente. Focus…

Focus isolamento elettrico -ESITO

...il sistema ha una rete idonea al sezionamento elettrico in più tratte, pertanto abbiamo rilevato l'assorbimento di corrente di tutte le tratte sezionate al fine di individuare le tratte con densità di corrente elevata.

Le misurazioni di corrente sono state effettuate impostando sul punto di alimentazione di ogni tratta sezionata il potenziale -1.4 V E_{ON} CSE. Il potenziale è stato di volta in volta ottenuto tramite regolazione dell'impianto a corrente impressa esistente.

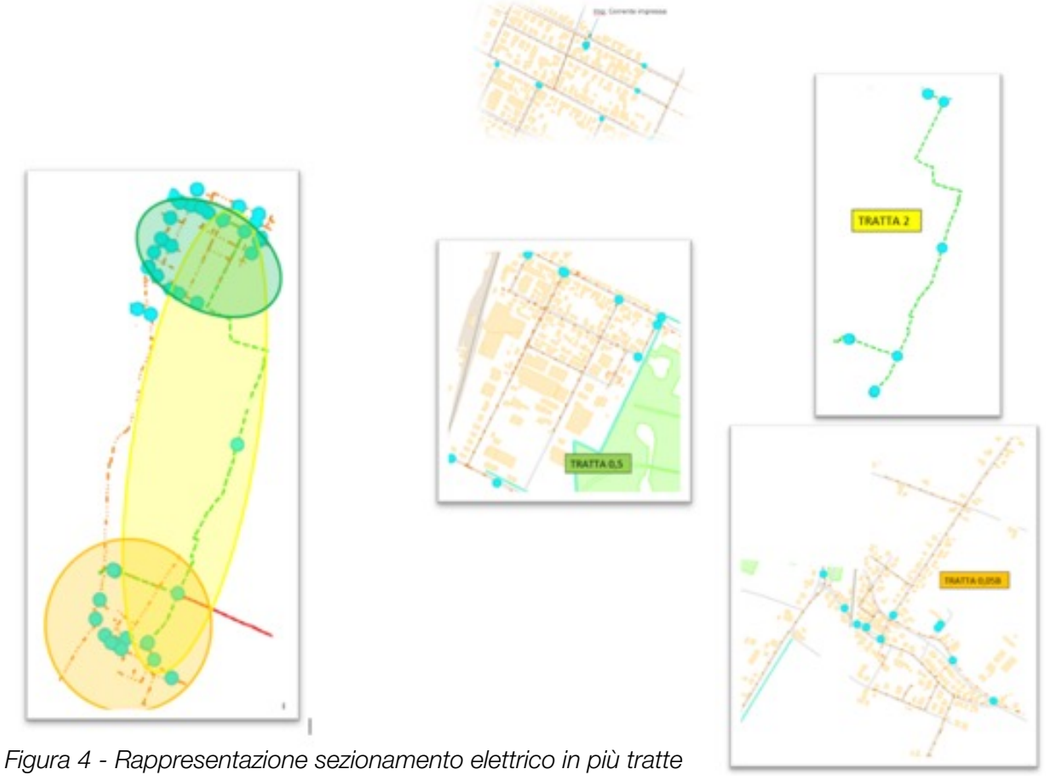


Figura 4 - Rappresentazione sezionamento elettrico in più tratte

2 - IN UFFICIO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
a) Analisi dati densità di corrente	Focus…
b) Analisi dati valore di potenziale	

Focus densità di corrente -ESITO

Nella tabella vengono rappresentate le tratte (indicate per pressione esercizio) i relativi assorbimenti di corrente e la densità di corrente calcolata.

Pressione di esercizio	Superficie in mq	Corrente A	Densità di corrente mA/mq	
0,02	64,50	0,027	0,42	
0,05 A	255,66	6	23,47	*
0,5	197,84	1	5,05	
2	955,01	1	1,04	
0,05 B	276,33	1,7	6,15	*

* presenza di allacci

Tab.2 - Densità di corrente necessaria per tratta (densità di corrente media 7.23 mA/mq)

L'analisi delle densità medie di corrente ha evidenziato un valore molto più alto della media in corrispondenza della tratta denominata 0,05 A, e sulla quale abbiamo concentrato i nostri sforzi di ricerca delle anomalie.

3 - IN CAMPO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
a) Accertamento isolamento elettrico	Focus…

Focus accertamento isolamento elettrico -ESITO

La ricerca delle anomalie, effettuata con utilizzo di un localizzatore (la cui tecnica verrà descritta nel successivo capitolo), ha portato all'individuazione di alcuni giunti isolanti d'utenza il cui fattore dielettrico risultava probabilmente compromesso.
Decidiamo di non procedere ad alcuna sostituzione di giunti isolanti d'utenza e questa scelta si rivelerà azzeccata in quanto, in una analisi successiva, stabiliamo come l'elevata erogazione di corrente del dispersore dell'impianto a corrente impressa, associata ad un impianto di terra collegato a valle di un sezionamento elettrico della rete, possa indurre un potenziale da interferenza stazionaria, vedi EN 50162 allegato E.
Tant'è che il tratto di rete 0,05 A è la più vicina al dispersore verticale di corrente.

Figura 4a - Rappresentazione Tratta 0,05 A (tracciato rosso in alto)

3 - IN CAMPO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
b) Livello variabilità	Eseguito con impianti spenti e registrazioni h24 eseguite dopo depolarizzazione rete per alcuni giorni
c) Stato elettrico di riferimento E_{ON}	Registrazioni h24

4 - IN UFFICIO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
a) Determinazione livello variabilità	Bassa Variabilità – Assenza di interferenze non stazionarie e stazionarie
b) Individuazione punto di misura critico	Analisi dei valori di potenziale E_{ON} e individuazione dei punti di misura con valori più positivi. Focus…

Focus individuazione punto di misura critico -ESITO

Analisi dei valori di potenziale E_{ON}.

Identificazione del punto di misura con valori più elettropositivi.

Fig.5 - Rappresentazione valori medi del potenziale E_{ON} e scelta del punto critico.

> Evoluzione del mestiere: uso della sonda di potenziale

Si prospettò l'occasione per installare una sonda di potenziale in campo e ottenere dei rilievi di E_{SONDA}.

Alla base alcune considerazioni, quali:

> la posizione dell'impianto a corrente impressa tale da accentuare il fenomeno dall'attenuazione del potenziale, essendo ubicata presso una estremità della rete del sistema,
> l'incertezza dato dal valore E_{ON} (probabile presenza di caduta ohmica),
> la possibilità di utilizzare sonde di potenziale portatili (EN 50162), ci hanno indotto ad effettuare una prova: utilizzare una sonda di potenziale portatile in prossimità del punto critico, cioè quello col potenziale E_{ON} più elettropositivo nell'intera rete.

La progressione del lavoro è stata così strutturata:

5) in campo
   a) Utilizzo di nuovi dispositivi: sonde di potenziale portatili
   b) Installazione sonda di potenziale fissa
   c) Impostazione finale impianto a corrente impressa.
6) In campo
   a) Nuova densità di corrente
   b) Nuovo stato elettrico di riferimento
7) in ufficio
   a) Popolazione dei dati di riferimento sul sistema di monitoraggio in continuo
   b) Gestione degli eventi.

> L’esperienza in campo: uso della sonda di potenziale

5 - IN CAMPO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
a) Utilizzo di nuovi dispositivi: sonda di potenziale	Installazione sonda di potenziale portatile nel punto più critico, con l’obiettivo di regolare l’impianto per ottenere -1.0 V ESONDA [6]. Focus…

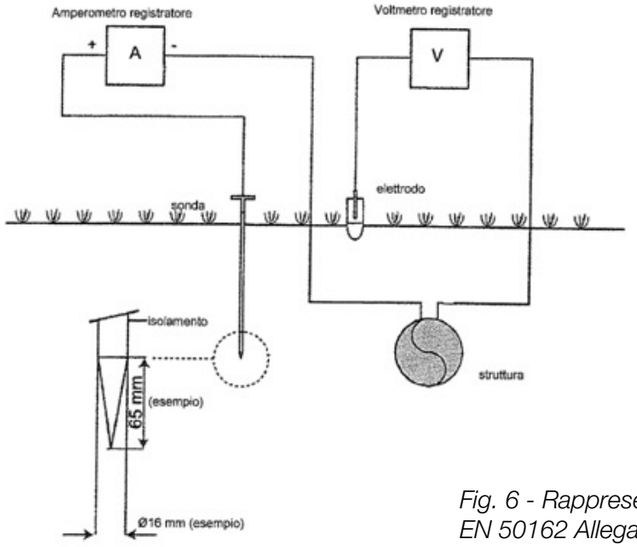


Fig. 6 - Rappresentazione sonda di potenziale portatile, EN 50162 Allegato D.

Focus sonda di potenziale portatile -ESITO

Temporaneamente **presso il punto critico** viene posata una **sonda di potenziale portatile**.
Dopo un adeguato tempo di polarizzazione del coupon, si è provveduto a regolare l'impianto a corrente impressa al fine di ottenere un E_{SONDA} = -1.0 V (con caduta ohmica trascurabile).
L'alimentatore è impostato a potenziale costante.
La misura E_{SONDA} = -1.0 V è una misura di breve durata.
Il **risultato ottenuto presso l'impianto è stato il seguente**:

	prima	dopo
Valore di potenziale	-2.10 V E_{ON}	**-1.30 V E_{ON}**
Valore di potenziale	10.5 A	**3.0 A**

L'installazione della sonda portatile e il relativo rilievo del potenziale E_{SONDA} sul **punto critico** hanno dunque sancito la possibilità di ottenere una **drastica riduzione di corrente erogata dall'impianto a corrente impressa**.

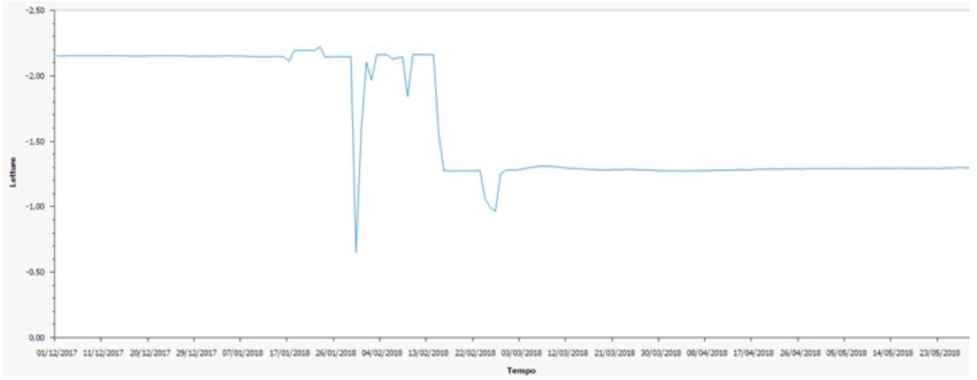


Fig. 7 - Andamento valori medi potenziale impianto corrente impressa prima e dopo la regolazione con E_{SONDA} sul punto critico.

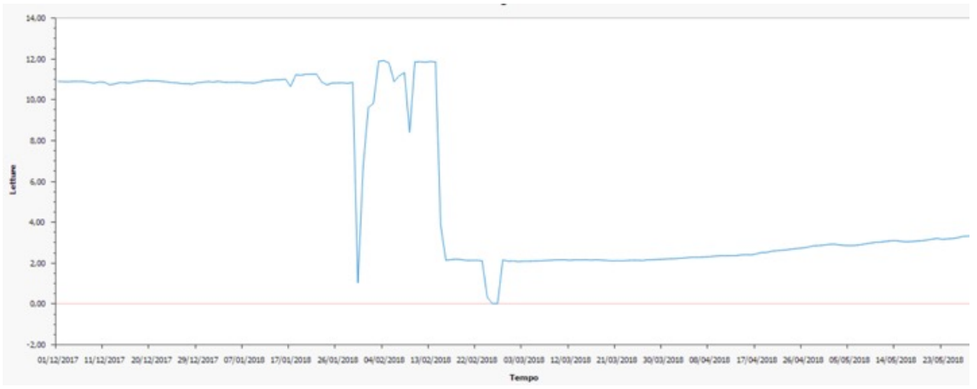


Fig. 8 - Andamento valori medi corrente erogata impianto corrente impressa prima e dopo la regolazione con E_{SONDA} sul punto critico.

Dopo la prova con la sonda di potenziale portatile installata temporaneamente, l'idea ulteriore fu il posare provvisoriamente la sonda di potenziale portatile e monitorarne il valore di potenziale in modalità in continuo.
Poi in fase successiva la sonda portatile venne sostituita con sonda di potenziale fissa.

5 - IN CAMPO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
b) Installazione sonda di potenziale fissa	Installazione sonda di potenziale fissa modello Cerbero by Elettrotecnica Adriatica s.r.l. Cervia (RA) Italia.
e) Impostazione finale impianto a corrente impressa	Regolazione fine e impostazione corrente di base.

Focus sonda di potenziale fissa –ESITO

L'analisi dell'andamento del potenziale (E_{SONDA}) sul punto di misura critico non denota nessuna variazione significativa successivamente all'installazione della sonda di potenziale fissa modello Cerbero in sostituzione di quella portatile.

6 - IN CAMPO

Fase successiva in campo:

a) Nuova densità di corrente: esecuzione assorbimenti di corrente delle tratte (in tabella indicate per pressione esercizio) con nuova erogazione in impianto a corrente impressa e calcolo della NUOVA densità di corrente:

Pressione di esercizio	Superficie in mq	Assorbimento post sonda (A)	Nuova Densità di corrente mA/mq
0,02	64,50	0,0067	0,1
0,05 A	255,66	1.7	6.66
0,5	197,84	0.25	1.2
2	955,01	0.5	0.52
0,05 B	276,33	0.425	1.53

Tab. - Nuova densità di corrente per tratta

b) Nuovo stato elettrico di riferimento.

7 - IN UFFICIO	
Attività	**Anomalie - Conformità**
a) Sistema di monitoraggio e popolazione dei dati di riferimento	Popolazione sul sistema di monitoraggio in continuo dei dati dello stato elettrico di riferimento (almeno su valore medio di corrente erogata da impianto a corrente impressa).
b) Gestione degli eventi	Report giornaliero su scarto +- xx% dal valore medio di corrente erogata da impianto a corrente impressa.

> CONCLUSIONI

L'esperienza del passaggio dal valore di potenziale E_{ON} ad E_{SONDA} sul punto critico del sistema di protezione catodica ha avuto impatti sorprendenti verso la gestione e il mantenimento della condizione di protezione della rete di distribuzione gas.
Oggi, nel 2022, è possibile testarne l'affidabilità e l'efficienza tramite il sistema di monitoraggio della condizione di protezione e apprezzarne i benefici in termini di riduzione dei costi di esercizio e facilità di gestione degli eventi.

A testimonianza del lavoro in presentazione si pone in evidenza l'efficientamento straordinario dei costi di esercizio di fornitura elettrica ottenuti, rappresentati nella seguente tabella:

POD IT001E5382xxxx						
Anno	Energia attiva _Kwh/anno	KWh/giorno	Costo Totale Fattura _€/Anno	note	RAFFRONTO 2015-2021	
2015	3124	8,56	553,33		KW/anno RIDUZIONE del	€/anno RIDUZIONE del
2016	2418	6,61	403,09	Dispersore in esuarimento	89%	69%
2017	693	1,90	170,01	Rinnovo dispersore		
2018	802	2,20	248,56	Avvio esperienza		
2019	263	0,72	192,64			
2020	297	0,81	166,08			
2021	352	0,96	168,87			
2022	107	0,89	54,56	dati al 30/04/22		

Tabella 1 – Andamento di consumi e costi di approvvigionamento per energia elettrica 2015 – 2022

> Tra le azioni in grado di produrre migliorie nell'esercizio possiamo certamente elencare certezze quali:
> Andamento dei valori di potenziale ottenuti nel tempo nel punto critico (fig.10);
> Affidabilità della sonda di potenziale Cerbero (fig.10);
> Andamento valori di corrente erogata dall'impianto a corrente impressa (fig.11);
> Impatto sui costi di esercizio storici di fornitura elettrica (Tabella 1);
> Riduzione delle interferenze elettriche nel sottosuolo;
> Probabile aumento della vita totale del dispersore verticale profondo;
> Probabile riduzione dei guasti in apparecchiatura alimentatore;
> Migliore gestione degli eventi (notare le variazioni cerchiate in azzurro figlie di un evento che verrà trattato nella 2°parte del focus di prossima pubblicazione).

A esempio:

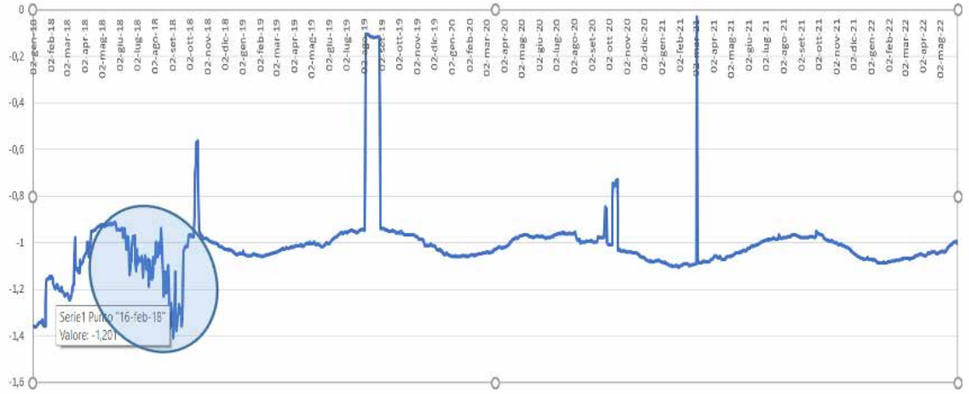


Fig. 10 - Andamento valori di potenziale medi del punto critico dal 2018 al 2022

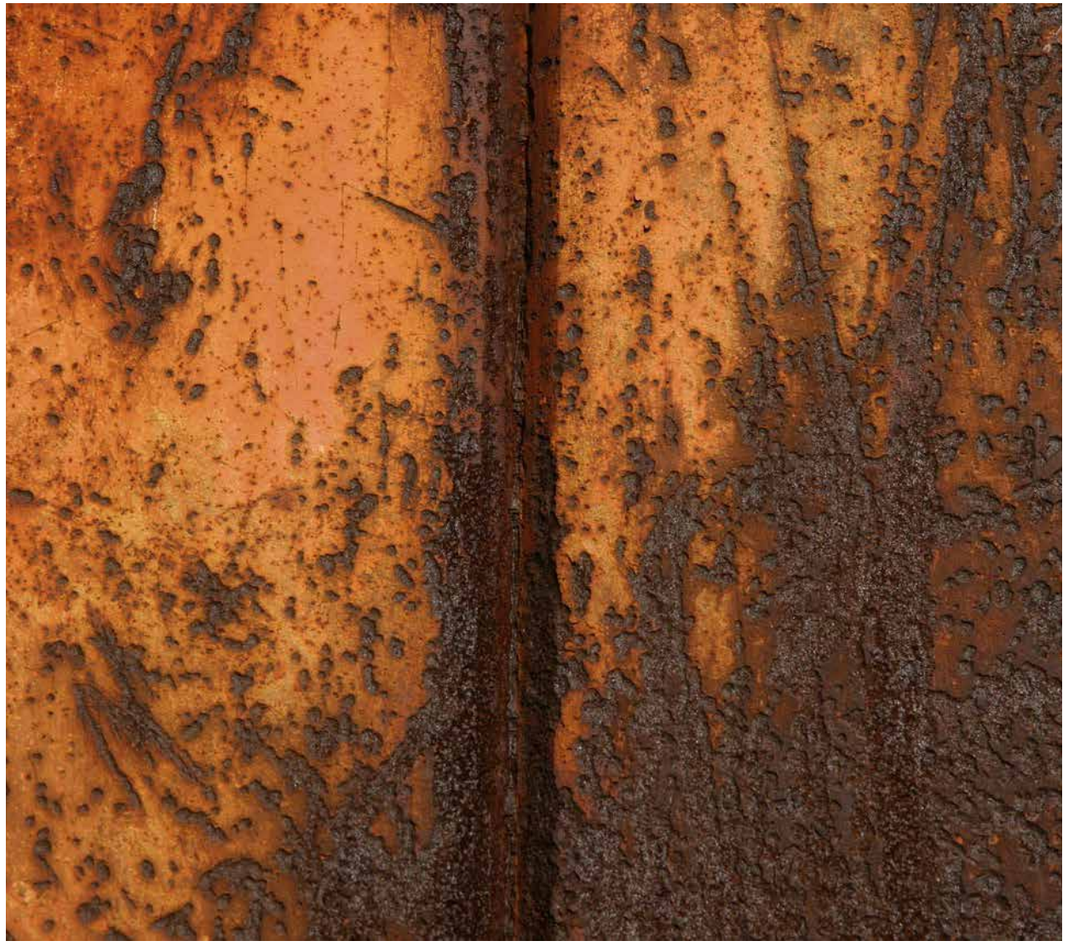
Fig. 11 - Andamento valori medi di corrente in impianto a corrente impressa dal 2018 al 2022

Ringraziamenti per il contributo vanno ai miei collaboratori:

Tassinari Massimo
Vandelli Gianni
Albertini Matteo
Babini Stefano
Malagoli Massimo
Pocaterra Alessandro

Contatti:

E-mail: *lorenzo.spisni@inretedistribuzione.it*
Tel.: +39.3485180984



ENERGIAMEDIA EDITORE