

Case Study

Cedimento Attuatore presso C.le Gas Sillaro

A cura di Marco Santucci¹ e Riccardo Masetti²

In data 13 luglio 2018 presso la Centrale Gas “Sillaro”, Concessione di Coltivazione “Sillaro”, si è verificato un incidente che ha comportato il cedimento dell’attuatore di una valvola di blocco (SDV) poco a valle della Wing Valve di testa pozzo. Fortunatamente, al di là della mancata produzione e del danno all’equipment, l’evento non ha avuto conseguenze né per i lavoratori né per l’ambiente circostante. La successiva investigazione, condotta sotto la supervisione dell’Autorità competente, UNMIG di Bologna, alla quale l’incidente è subito stato notificato come previsto dal D.Lgs. 624/96, ha individuato come causa profonda la corrosione della maggior parte dei componenti dell’attuatore. Premesso che tutti gli attuatori presenti in impianto sono all’aperto ed esposti all’atmosfera, si ritiene che nel tempo la corrosione si sia instaurata a causa di semplici fenomeni di ossidazione, favoriti dalla presenza di acqua meteorica e potenzialmente aggravati dall’insorgere di correnti galvaniche.

1. INTRODUZIONE

1.1 INFORMAZIONI DI BASE

La Centrale Gas “Sillaro” è ubicata a Medicina (BO), ed è pertinenza mineraria della Concessione di Coltivazione “Sillaro”.

All’interno della centrale sono presenti i due pozzi “Sillaro 1 Dir” e “Sillaro 2 Dir”, oltre agli impianti di produzione e agli uffici.

L’incidente ha riguardato l’attuatore che aziona la valvola 100-SDV-123 installata poco a valle della wing valve sulla flow line della string corta del pozzo “Sillaro 2 D”, il giorno venerdì 13 Luglio 2018, tra le 10:00 e le 10:20 del mattino.

¹ Direttore di Produzione Italia di Coro Energy Plc

² QHSE Manager



Figura 1: Centrale Gas “Sillaro”

1.2 STEP DEL PROCESSO DI INVESTIGAZIONE

GIORNO	DESCRIZIONE
Venerdì 13 Luglio	Incidente. Messa in sicurezza dell’impianto. Acquisizione fotografica post-evento. Invio della comunicazione di incidente a UNMIG Bologna.
Lunedì 16 Luglio	Sopralluogo preliminare. Ulteriore acquisizione di fotografie e dati di campo.
Venerdì 20 Luglio	Svuotamento delle cantine di testa pozzo e recupero parti dell’attuatore, disperse nelle cantine in seguito all’incidente. Sopralluogo tecnico del Costruttore dell’attuatore per l’acquisizione dei dati degli attuatori e smontaggio dell’attuatore incidentato.
Mercoledì 1 Agosto	Secondo sopralluogo in campo del Costruttore dell’attuatore, per l’acquisizione dei dati relativi a tutti gli attuatori installati presso la centrale di “Sillaro”. Ispezione di tutti gli attuatori con evidenze di corrosione e rotture del materiale.
Giovedì 2 Agosto	Consegna al laboratorio “Tec Eurolab” di Campogalliano (MO) dei composti di ossidazione prelevati dagli attuatori.
Martedì 21 Agosto	Ricevuti i risultati dell’analisi condotta dal laboratorio, stesura in Rev. 0 del Rapporto di Indagine da presentare all’autorità competente.

2. DESCRIZIONE INCIDENTE

2.1 SEQUENZA EVENTI

ORA	EVENTO
8:00	Ispezione giornaliera di verifica dell'impianto a cura del sorvegliante e di un altro operatore.
8:20	Impianto in ESD. Pressurizzata la linea dei tappi fusibili con azoto e ripristinato il blocco ESD sul pannello blocchi; successiva apertura con azoto della linea del gas strumenti per il ripristino del pannello blocchi e delle valvole di impianto.
9:00	Verificata l'apertura della valvola fondo pozzo della stringa corta del pozzo «Sillaro 2 D», apertasi regolarmente da pannello, aperte le valvole SDV per la pressurizzazione progressiva dell'impianto. Il pozzo «Sillaro 1 D» è invece rimasto chiuso in quanto al momento non in produzione.
10:00	Impianto in pressione (circa 22-23 bar) fino alla flangia di uscita verso rete SNAM.
Tra le 10:00 e le 10:20	Mentre il sorvegliante e l'operatore si trovano nelle vicinanze del pannello blocchi, avvertono un forte rumore simile ad un'esplosione proveniente dalle teste pozzo a cui segue un PSD di impianto. Il sorvegliante verifica immediatamente che non ci siano danni a persone e che l'impianto sia in condizioni statiche (PSD) e di sicurezza.
10:30	Effettuata l'ispezione di controllo in tutto l'impianto e analizzati i parametri di processo da PC. Non si notano anomalie. Contemporaneamente vengono rinvenuti i primi pezzi dell'attuatore nelle vicinanze delle cantine.
16:30	A seguito di ulteriori controlli, d'accordo col Direttore Responsabile, viene manualmente innescato ESD, portando dunque l'impianto in condizioni di sicurezza.

2.2 DESCRIZIONE INCIDENTE

La rottura dell'attuatore ha riguardato il solo lato rivolto verso gli uffici, mentre l'altro è rimasto totalmente integro. Nel dettaglio, le parti oggetto di cedimento sono state:

- Testata.
- Grano di registro e dado di tenuta.
- cinque molle e le relative cartucce.
- Pistone, pattino, anello guida e o-ring.

Sono invece rimaste in sede le quattro viti di serraggio della testata al corpo dell'attuatore.

La maggior parte dei pezzi sono stati proiettati contro la flow line della stringa corta del pozzo "Sillaro 2 D", all'interno della gabbia in cui sono ubicati i pozzi "Sillaro 1 D" e "Sillaro 2 D". Il pistone invece è stato deietto sul piazzale (lato uffici) a circa una decina di metri di distanza dall'attuatore. L'impulso scaturito dalla proiezione delle parti mobili ha lievemente inclinato l'asse verticale dell'attuatore di qualche grado, nella direzione opposta rispetto a quella del moto delle parti, e ha provocato la rottura del segnalatore di posizione aperta/chiusa, posto sulla sommità dell'attuatore stesso.

Successivamente all'incidente, l'area è stata delimitata per evitare l'accesso e la contaminazione – anche involontaria – delle prove.

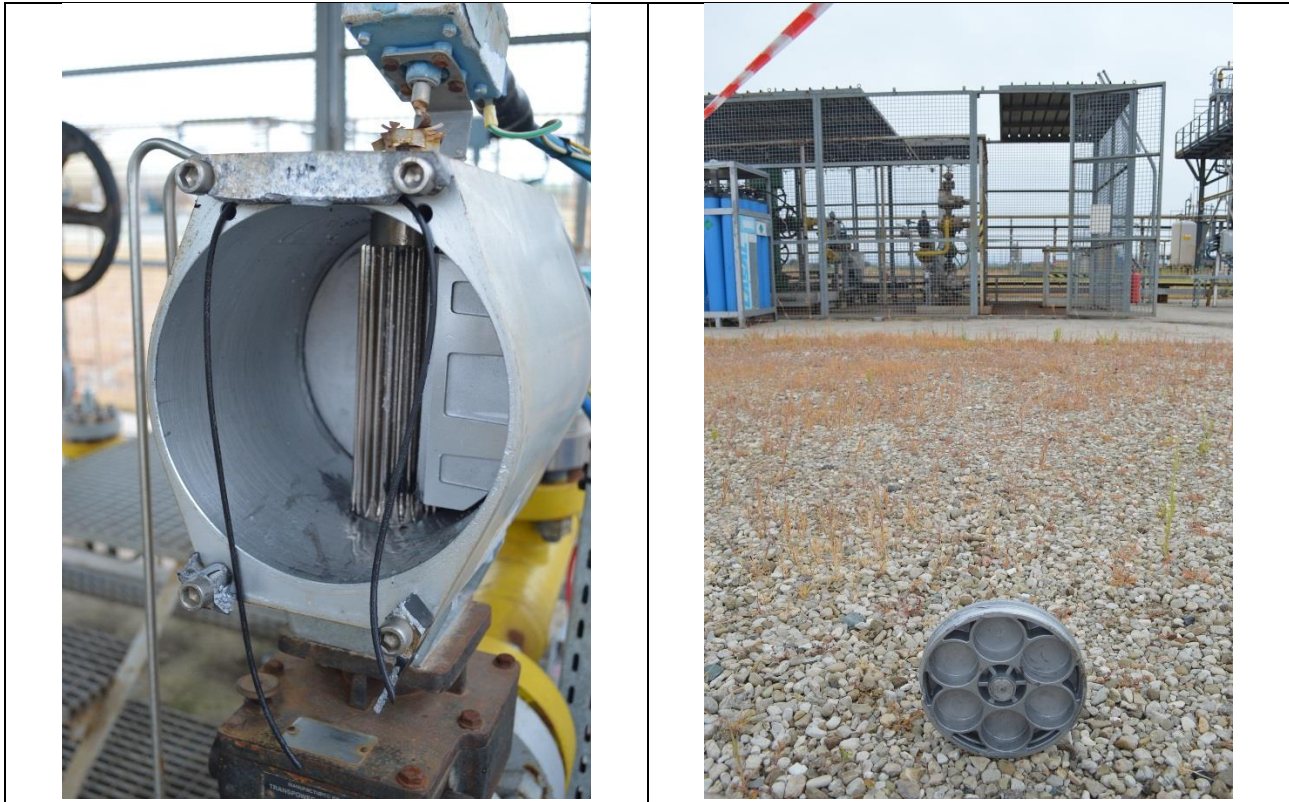


Figura 2: Rottura di un lato dell'attuatore e proiezione del pistone a circa dieci metri dall'attuatore



Figura 3: foto aerea che illustra la scena dell'evento, con posizione del pistone a circa 10 m di distanza dall'attuatore

2.3 DESCRIZIONE ATTUATORE

L'attuatore consiste in due camere a volume variabile: la camera del pignone (camera interna) e la camera delle molle (camera esterna). Ai fini dell'indagine è importante rilevare che la camera a molle è alimentata

dal gas strumenti che fornisce la pressione (solitamente 8 barg) e dunque la forza motrice necessaria per muovere il pistone; altresì, la camera delle molle è collegata all'aria a pressione atmosferica. Le due camere sono isolate per mezzo degli opportuni organi di tenuta.

In caso di ESD, tutto il gas presente negli impianti, compreso quello nel circuito di gas strumenti, viene scaricato in blow down. Dunque, per le manovre di ripartenza, il circuito viene collegato temporaneamente a pacchi di azoto mediante una linea fissa di tubing da ¼" fornita di un riduttore di pressione e una valvola a sfera.

Il circuito gas strumenti, sia in condizioni normali, sia durante le fasi di riempimento con gas azoto, è sempre protetto da una valvola di sicurezza PSV (tarata a 9,7 barg).

I dati di pressione del circuito gas strumenti e dunque dell'alimentazione dell'attuatore sono registrati in campo dal trasmettitore 490-PT-303 e inviati al PLC che a sua volta li trasmette al PC in sala controllo con una frequenza superiore al decimo di secondo.

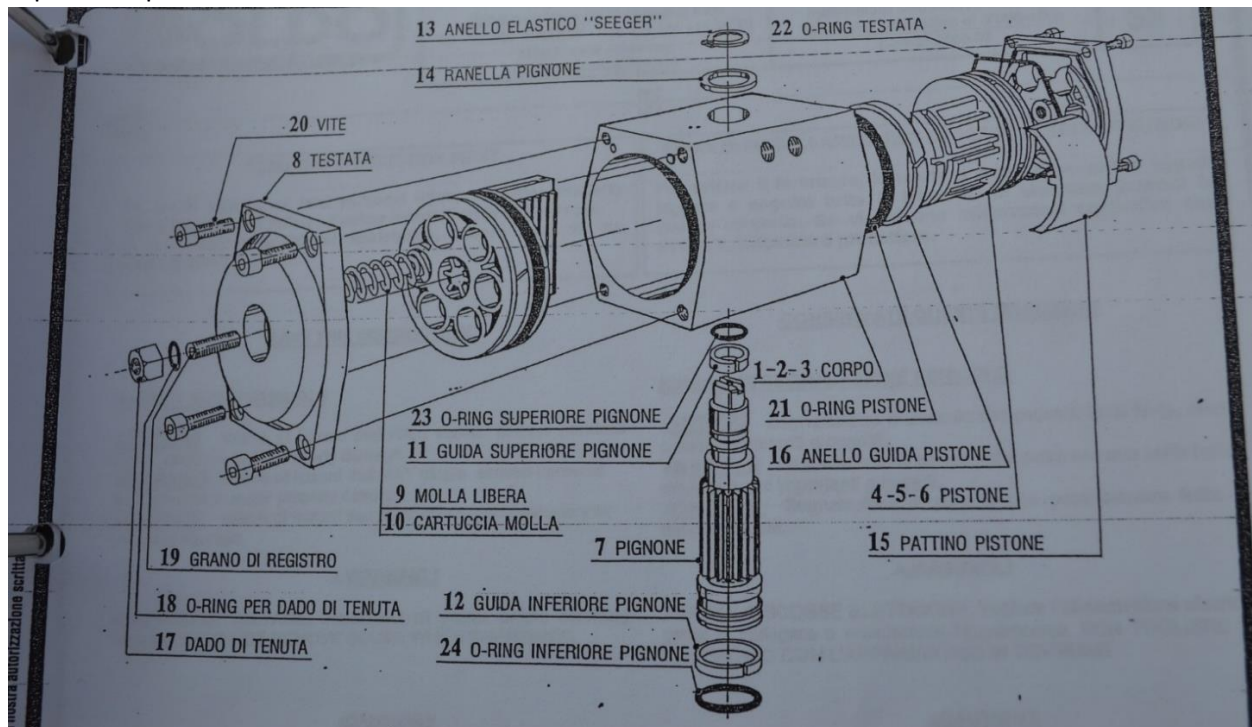


Figura 4: illustrazione esplosa dell'attuatore interessato dall'incidente

2.4 DINAMICA DELL'INCIDENTE

A causa del cedimento strutturale della testata dell'attuatore, la pressione del gas strumenti nella camera interna, non trovando una contropressione sufficiente, ha generato un impulso sul pistone, tale da provocare la rottura dell'ultimo dente della cremagliera e la proiezione dello stesso e degli altri elementi presenti nella camera a molle contro la flowline del «Sillaro 2 D» string corta e più in generale all'interno della gabbia di sicurezza posta in corrispondenza delle teste pozzo. Il pistone, dopo aver impattato contro la flow line, è stato prima deviato verso un pilastro della struttura tappi fusibili e poi verso il tetto della gabbia, ove era presente un'apertura dovuta ad un pannello, rimosso il giorno prima per manutenzione straordinaria. Il pistone ha così continuato la sua traiettoria verso l'esterno, arrestandosi sul piazzale a circa 10 m di distanza dall'attuatore.



Figura 5: lato integro dell'attuatore. Si noti la sostanza di colore bianco nella parte in basso, che ha costituito un indizio importante per la ricerca delle cause

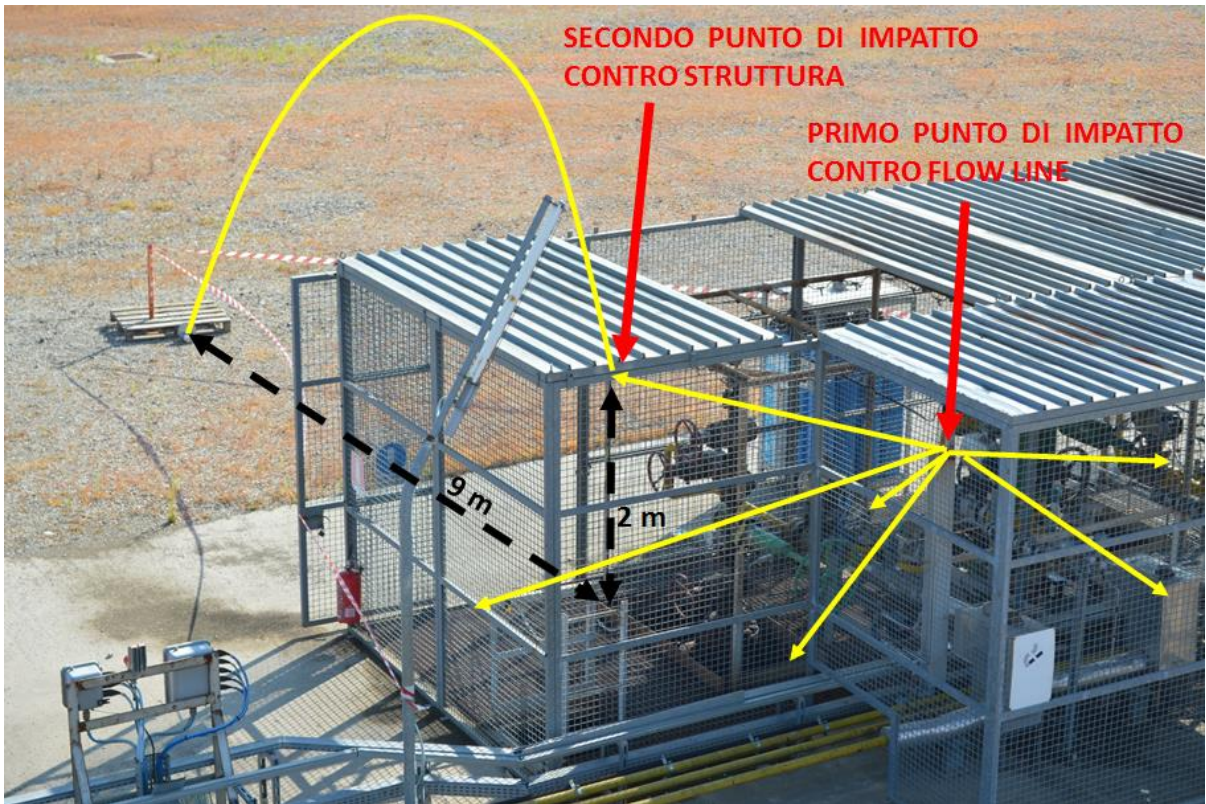


Figura 6: ricostruzione della dinamica dell'incidente

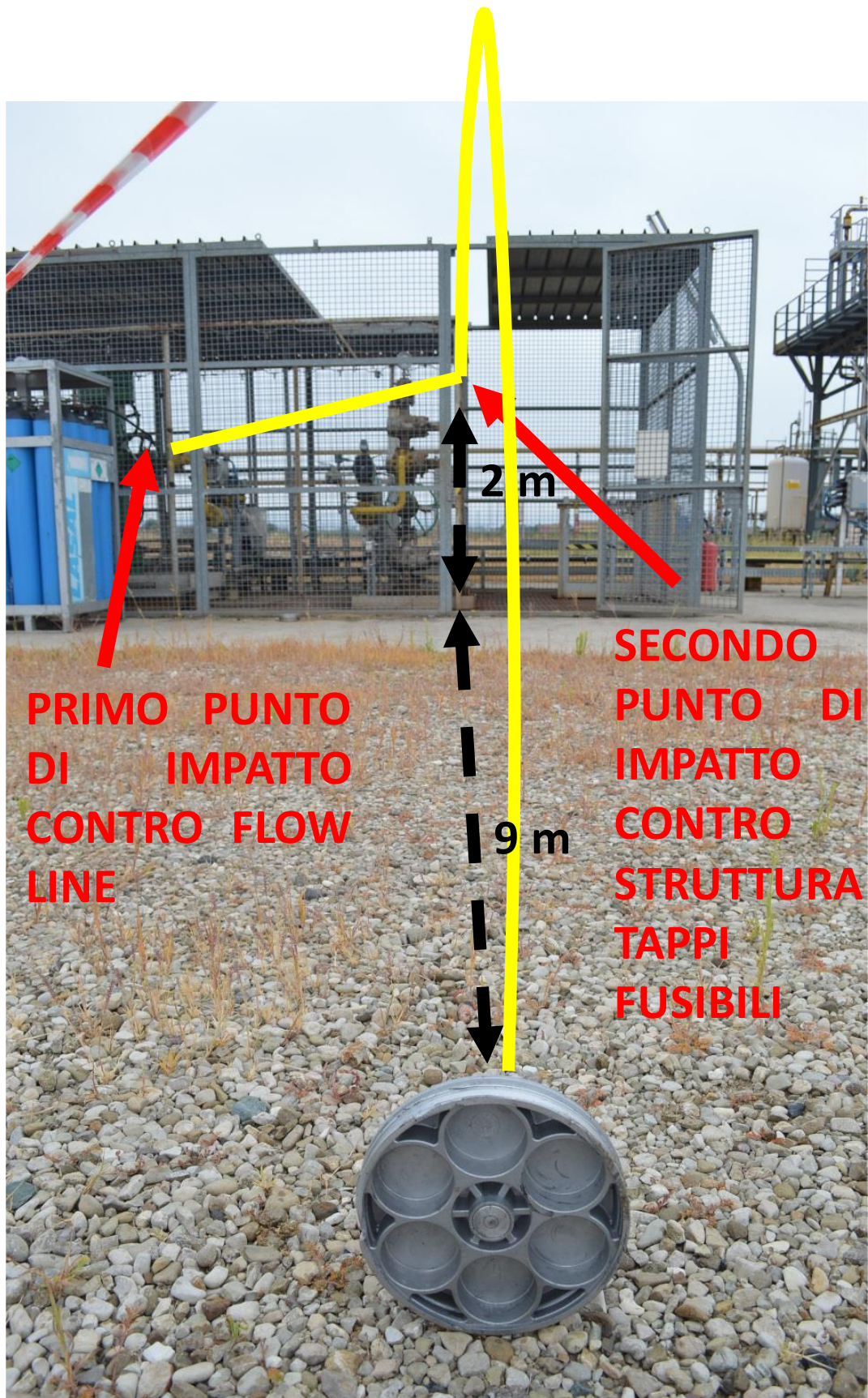


Figura 7: ricostruzione della traiettoria del pistone

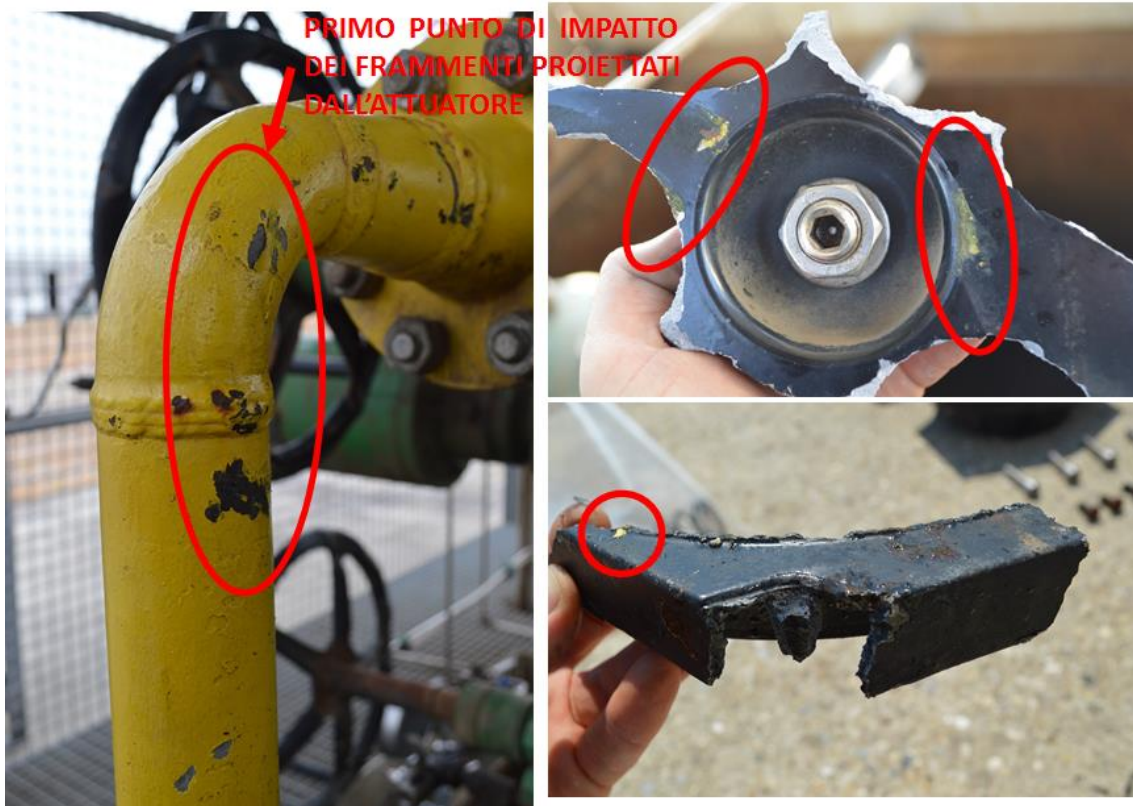


Figura 8: primo punto di impatto contro la flow line

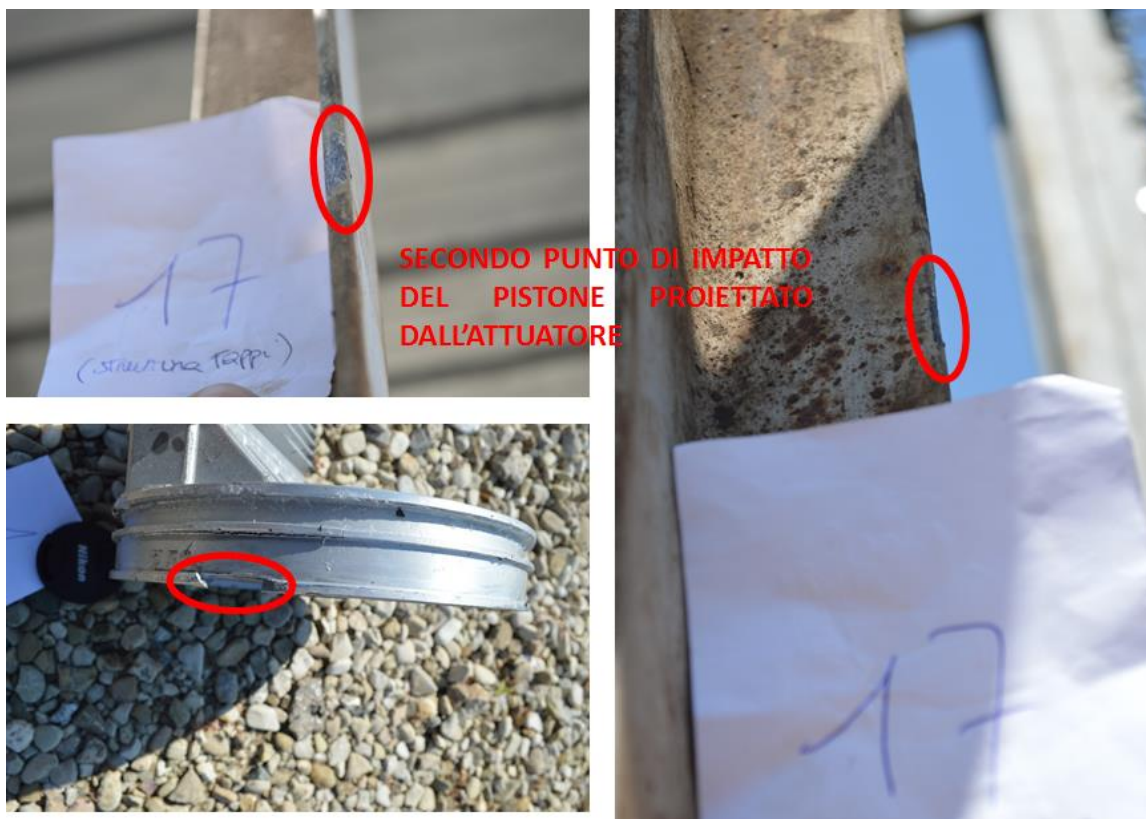


Figura 9: secondo punto di impatto su elemento strutturale della rete tappi fusibili

3. ESITO INVESTIGAZIONE

3.1 CAUSE IMMEDIATE

Considerato il cedimento strutturale della testata come causa immediata dell'evento, sono stati valutati diversi possibili scenari al fine di comprendere realmente le cause scatenanti. In particolare due sono stati gli scenari presi in considerazione:

- Esplosione dell'attuatore a causa della deflagrazione del gas, teoricamente possibile in quanto, in caso di scarsa tenuta tra la camera interna alimentata a gas metano e quella esterna contenente aria, può avvenire un trafilamento di gas metano dalla camera interna a quella esterna, dove può dunque generarsi una miscela esplosiva.
- Sovrappressione nel circuito di alimentazione.

Immediatamente dopo l'incidente, si è ipotizzato che fosse avvenuta una deflagrazione nella camera delle molle e dunque l'analisi si era concentrata sul reperimento di evidenze in tal senso. Per esempio, era stato osservato un annerimento vicino al pignone, così come una variazione cromatica all'interno della testata. Tuttavia l'analisi di laboratorio condotta da TEC Eurolab ha evidenziato l'assenza di alterazione termica del grasso lubrificante presente all'interno della camera interna dell'attuatore, facendo così decadere l'ipotesi della deflagrazione.

L'ipotesi sovrappressione è invece stata scartata per varie ragioni:

- L'ingresso di azoto è avvenuto gradualmente, come misurato dal trasmettitore di pressione 490-PT-303.
- Il circuito gas strumenti, interamente isobaro al momento dell'evento, è protetto da PSV tarata a 9,7 barg, mai scattata né prima né durante l'incidente.
- Durante l'incidente non era in corso alcuna manovra di pressurizzazione con azoto, in quanto già completata diversi minuti prima.

La pressione del circuito gas strumenti, misurata con frequenza al millesimo di secondo, durante l'evento risultava entro i normali valori di esercizio.

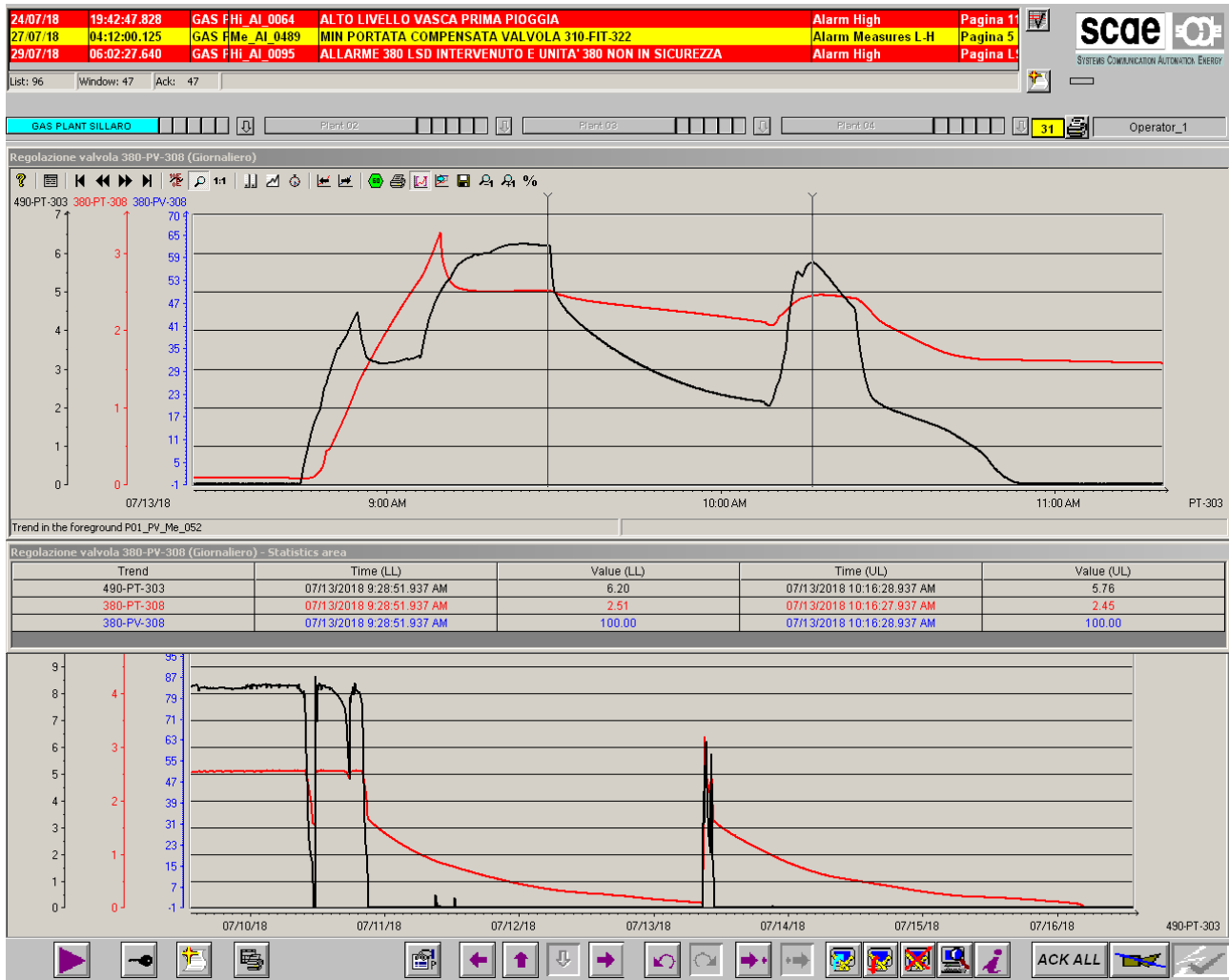


Figura 10: pressione circuito gas strumenti

3.2 CAUSE PROFONDE

La causa profonda che ha generato il cedimento meccanico della testata è stata la corrosione, che ha comportato la diminuzione delle caratteristiche di resistenza meccanica del materiale della testata stessa. La corrosione era stata infatti ipotizzata in seguito al rinvenimento di una sostanza di colore bianco nel lato integro dell'attuatore. Durante la seconda campagna di ispezione delle valvole, condotta l'01/08/18, tutti gli attuatori sono stati verificati sia all'interno che all'esterno, mostrando alternativamente i seguenti segni di alterazione:

- Presenza di liquido di colore bianco.
- Presenza di polvere di colore bianco.
- Presenza di ossidazione di colore arancione, specialmente sulle molle.
- Presenza di "pitting", cioè micro cavità, tra la testata e il corpo dell'attuatore.
- Presenza di fratture sulla testata.

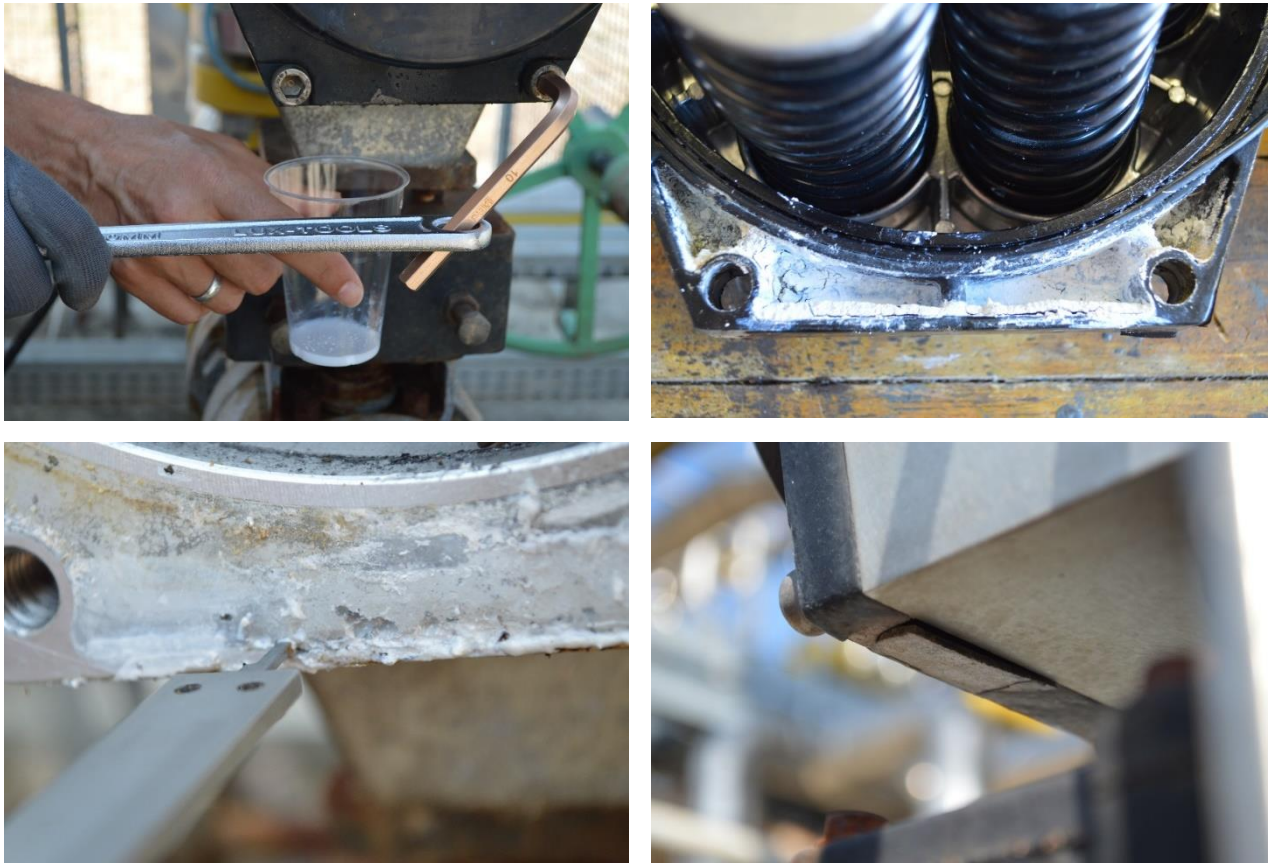


Figura 11: esito verifica attuatori

La polvere bianca è stata analizzata da TEC Eurolab, che ha confermato la presenza di ossidi e idrossidi di Alluminio, responsabili dunque della corrosione rinvenuta in varie parti degli attuatori.

Premesso che tutti gli attuatori presenti in impianto sono all'aperto ed esposti all'atmosfera, si ritiene che nel tempo la corrosione si sia instaurata a causa di fenomeni di ossidazione, favoriti dalla presenza di acqua meteorica e potenzialmente aggravati dall'insorgere di correnti galvaniche. Nei punti di maggior corrosione, infatti, è stata osservata la compresenza di più metalli - alluminio anodizzato (corpo dell'attuatore), alluminio pressofuso (testata e pistone), acciaio inossidabile (tiranti) - nonché di acqua interstiziale, creando così l'ambiente favorevole allo sviluppo di correnti galvaniche.

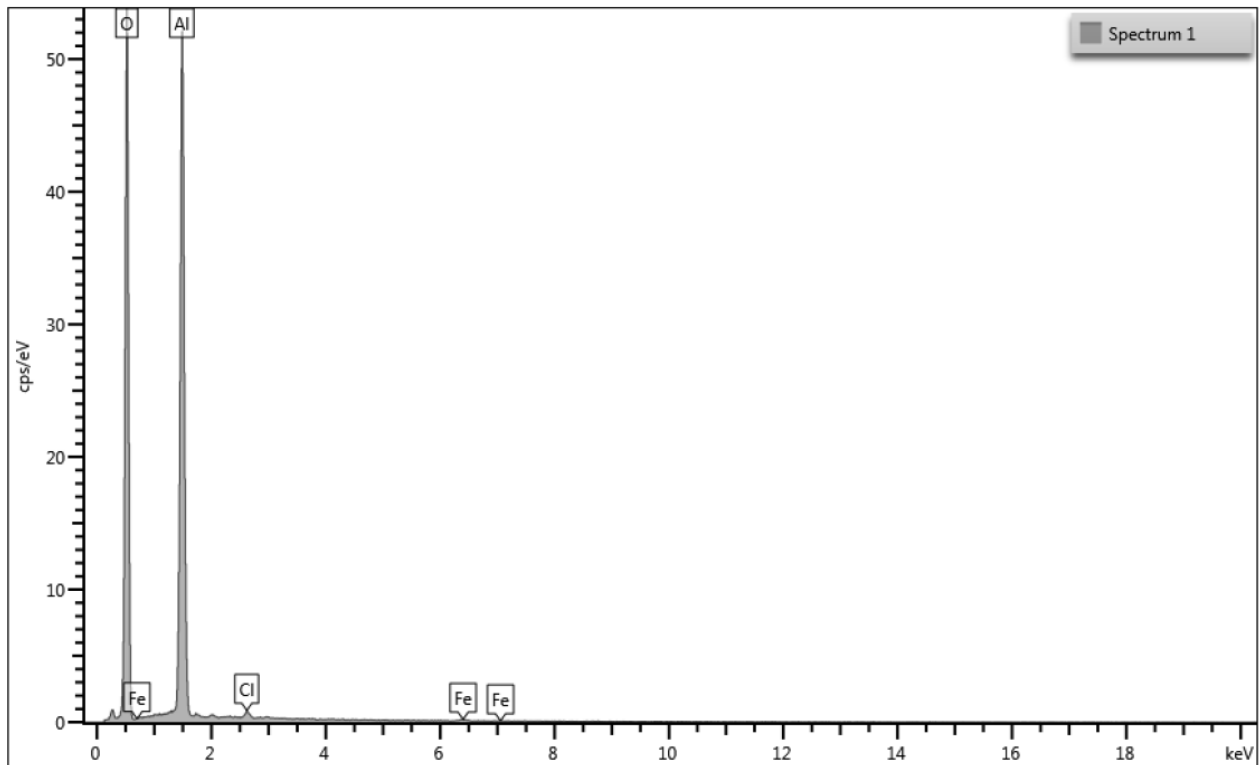


Figura 12: analisi chimica del composto solido di colore bianco rinvenuto negli attuatori, che risulta essere costituito in prevalenza da Alluminio e Ossigeno

La corrosione della testata dell'attuatore ha determinato perciò una significativa alterazione delle caratteristiche di resistenza del materiale, non più in grado di sopportare il normale carico di lavoro a cui la testata è sottoposta. Tale conclusione è stata confermata anche dall'analisi condotta da Tec Eurolab sui pezzi coinvolti nell'incidente, come sotto evidenziato.

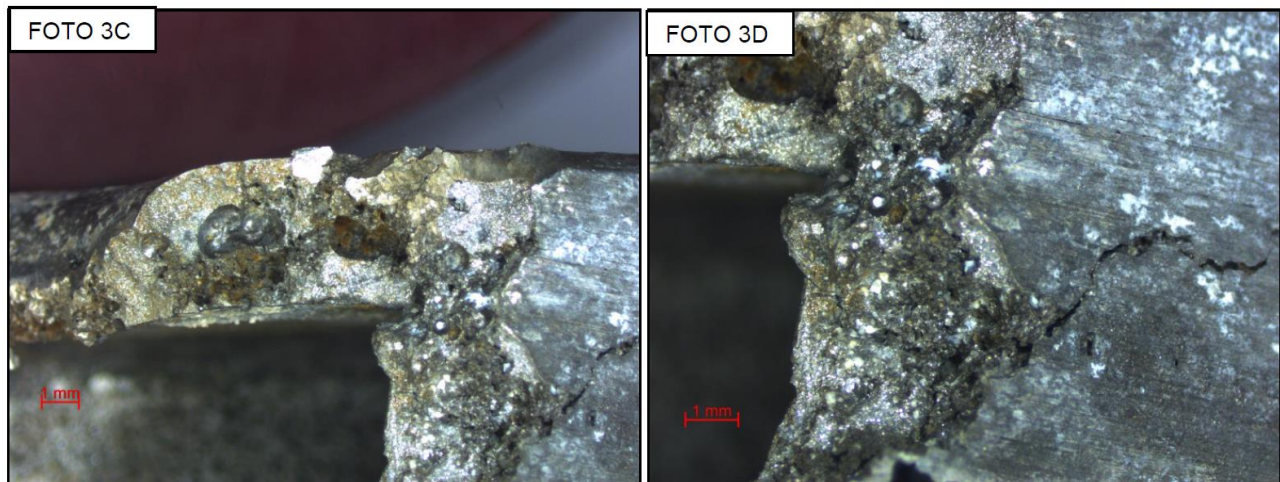


Figura 13: la superficie di rottura appare molto frastagliata e da essa si diramano alcune cricche secondarie; risulta interessata da numerose piccole cavità dalle pareti tondeggianti; in prossimità della superficie di rottura la vernice risulta staccata a scoprire la superficie di materiale base in presenza di ossidi bianchi

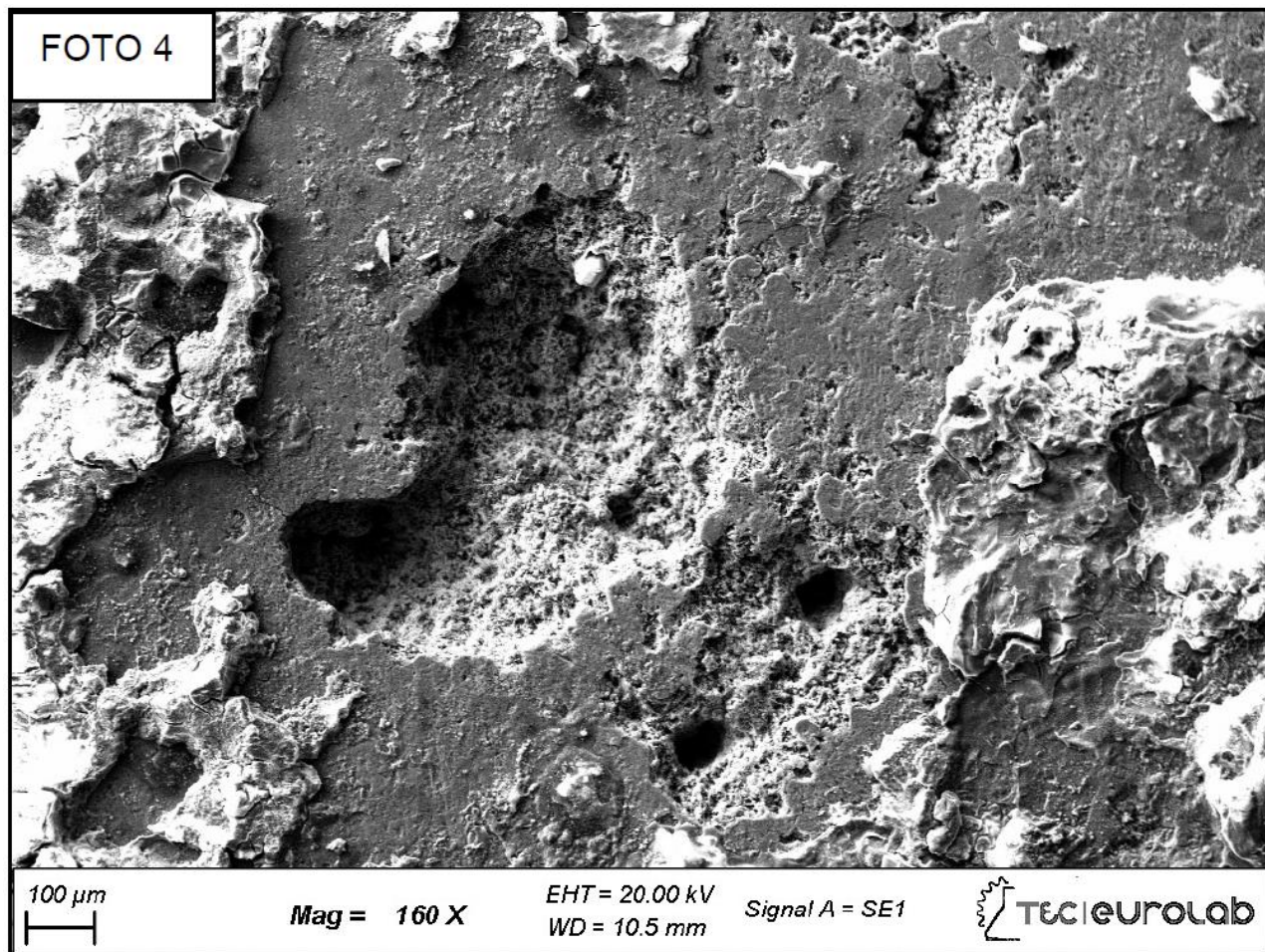


Figura 14: immagine superficie di rottura esaminata mediante microscopio SEM; si evidenzia presenza cavità corrosive

4. PIANO D'AZIONE

Al fine di eliminare il rischio residuo e al tempo stesso acquisire tutte le informazioni volte ad evitare il ripetersi dell'incidente, è stato predisposto il seguente piano d'azione:

- Sostituzione di tutti gli attuatori con attuatori nuovi, compatibili con le valvole da movimentare e con le specifiche di impianto.
- Analisi strumentali sui vecchi attuatori al fine di approfondire ulteriormente l'indagine e affinare il piano di manutenzione.
- Verifica delle condizioni di attuatori simili presso altri impianti della società.
- Integrazione e revisione del piano di manutenzione ordinaria in virtù delle indicazioni contenute nel piano d'uso e manutenzione dei nuovi attuatori e della *lesson learnt* scaturita dall'incidente.