

di Alberto Di Lullo - EniTecnologie, Ivan Calao -
A.S.P. Advanced System Projects e Fabio Favot -
Arthur D. Little, gruppo ALTRAN



QUESTIONE DI PIGGING

Pig è il nomignolo dato a un'apparecchiatura in grado di eliminare depositi nelle condotte per il trasporto di olio o di gas. Una pratica che non è esente da rischi. EniTecnologie e Advanced System Projects hanno messo a punto una metodologia di problem-solving al fine di intervenire in modo efficace in tutte le situazioni.

Cere, asfalteni, sabbia, acqua e prodotti di corrosione... nelle condotte destinate al trasporto di gas e petrolio può depositarsi di tutto, creando colli di bottiglia e alterando le superfici interne della tubazione stessa. Questo fenomeno si può in parte prevenire con l'iniezione continua di additivi o mediante la pulizia periodica delle condotte. Il sistema di pulizia meccanizzata più diffuso, sia in campo upstream che downstream, è rappresentato dai cosiddetti pig (figura 1). Questa attività, in gergo pigging o "piggaggio", consiste nel far passare nella condotta una sorta di cilindro che, avanzando sotto la spinta del fluido tra-

sportato, rimuove dalle pareti interne gli accumuli indesiderati e li veicola all'esterno della tubazione. Il "piggaggio", prescritto come misura essenzialmente preventiva, presenta tuttavia determinati rischi: è possibile che lo strumento rimanga bloccato all'interno della condotta, indipendentemente dalle precauzioni prese affinché ciò non avvenga. Infatti, l'arresto del pig in una condotta (condizione denominata stuck pig) può creare un'ostruzione completa del flusso interrompendo la produzione (full stuck pig) con gli evidenti danni che ne conseguono. Anche un'ostruzione parziale della condotta (pig in by-pass), pur non ostacolando il

flusso al momento, pone il problema delle operazioni di manutenzione successive (figura 2). Come rimuovere un pig bloccato? Quali strategie (figura 3) devono essere sviluppate per uscire con rapidità e basso costo da una condizione che può mettere a dura prova il sistema produttivo?

La condizione di stuck pig è caratterizzata da alcune peculiarità:

- si presenta con bassissima frequenza, cogliendo spesso impreparato l'operatore;
- ha raramente cause evidenti;
- è un evento che stimola facilmente reazioni impulsive, non sufficientemente pianificate;

- se affrontato in modo inappropriato, può portare a condizioni peggiori di quelle iniziali.

Pochi specialisti hanno vissuto direttamente più di un problema di stuck pig e, di fatto, è molto difficile sviluppare la capacità di affrontare tale eventualità seguendo un approccio convenzionale. Occorre quindi strutturare in modo razionale le modalità di gestione del problema dell'arresto di pig in condotta, così da fornire all'operatore le linee guida utili a minimizzarne l'impatto sulla produzione e a ridurne il notevole "peso psicologico". EniTecnologie ha avviato uno studio con Advanced System Projects con l'obiettivo di formalizzare le procedure operative per l'intervento ottimale. I risultati del progetto sono con-

fluiti sia in una metodologia decisionale di problem-solving, sia in un prototipo di software di supporto per alleviarne l'applicazione.

Primo: stiamo calmi

La metodologia per affrontare in modo appropriato la gestione di un problema di stuck pig deve:

- anzitutto limitare azioni impulsive che potrebbero portare al peggioramento delle condizioni del problema;
- individuare la soluzione che permetta sicuramente di risolvere il problema e che, nel peggiore dei casi, verrà adottata per chiudere la partita (la "soluzione di riferimento");
- pianificare eventuali tentativi che, senza peggiorare la situazione, con-

sentano - con un po' di fortuna - di arrivare alla soluzione del problema con costi e tempi inferiori.

Questo risultato, poi, deve essere ottenuto applicando un'analisi che si integri con un lavoro di gruppo non privo di tensioni (sempre presenti nell'affrontare problemi operativi di una certa rilevanza) e permetta di conciliare sensibilità tecniche ed economiche diverse.

Le soluzioni

Uno degli ingredienti base della metodologia è necessariamente costituito da un elenco ragionato di soluzioni applicabili, da utilizzare come punto di partenza per le successive analisi. In questo progetto le possibili soluzioni per la rimozione di pig sono state raccolte tramite interviste



Figura 1 - Esempio di pig per la pulizia di gasdotti

a esperti del settore, prevalentemente di Eni Divisione E&P, ma anche di società esterne. Le informazioni raccolte sono successivamente state strutturate in modo da adattarsi alla metodologia descritta nel seguito. Ogni soluzione, cioè ogni azione che è possibile intraprendere per la rimozione del pig, è caratterizzata da una descrizione che ne definisce il principio di funzionamento, dai requisiti che esprimono le condizioni che devono essere soddisfatte per l'applicazione, dalle attività che specificano la sequenza operativa e infine dagli effetti, cioè le possibili conseguenze dell'applicazione sullo stato del problema e

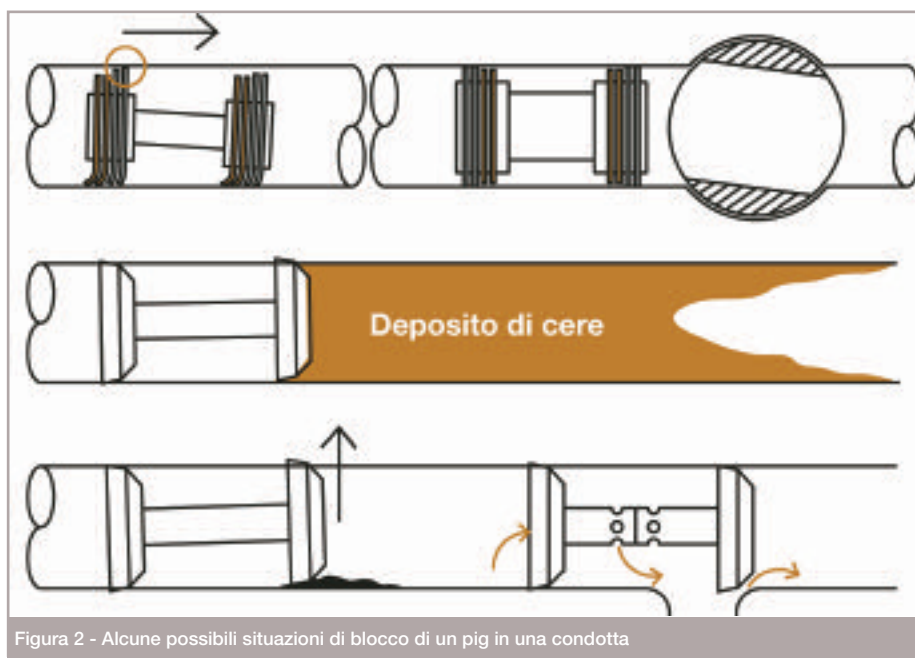


Figura 2 - Alcune possibili situazioni di blocco di un pig in una condotta

quindi sulla sua criticità. Queste informazioni sono fondamentali per definire l'applicabilità di ciascuna soluzione, ma - di fatto - molto raramente vengono raccolte e rese esplicite. Le soluzioni sono ulteriormente classificate secondo le categorie seguenti:

- preliminari, quando rappresentano verifiche della situazione e dello stato del problema;
- di tentativo, quando la loro applicazione potrebbe portare alla rimozione del pig, ma anche rivelarsi vana;
- di localizzazione, quando hanno l'obiettivo principale di localizzare il pig nella condotta, ma potrebbero anche portare alla sua rimozione;
- meccaniche, quando rappresentano un'azione meccanica sulla tubazione per la rimozione del pig, eventualmente assieme al tratto di condotta in cui è localizzato;
- ausiliarie, quando possono rappresentare una possibile mitigazione della

severità delle condizioni del problema. La conoscenza della categoria di appartenenza di ciascuna soluzione consente, applicando la corretta metodologia di analisi, di metterla in atto nel momento in cui può essere più efficace.

Le fasi operative

La metodologia di gestione delle emergenze da pigging è articolata secondo le fasi riportate di seguito.

Fase 1 - Selezione delle soluzioni applicabili

Il primo step è formulare una raccolta di informazioni sul contesto in cui il problema si è presentato e sulle sue caratteristiche, per esempio l'indicazione delle condizioni di impianto e delle caratteristiche del fluido e del pig.

Dal confronto tra il contesto del problema e i requisiti di tutte le soluzioni note avviene una prima riduzione del numero di opzioni. Solo le soluzioni applicabili

nell'impianto e nel contesto in esame proseguono nel percorso di analisi; le altre sono scartate in partenza.

Fase 2 - Identificazione della "soluzione di riferimento"

Il secondo step consiste nel determinare la soluzione di riferimento ossia di scegliere, tra le sole soluzioni che possono portare con certezza alla rimozione del pig (escludendo cioè le soluzioni di tentativo), quella che minimizza tempi e costi. Si tratta di un concetto molto importante perché tale soluzione rappresenta l'elemento rispetto al quale, nel seguito, vengono articolate le alternative possibili. Per portare a compimento questo step, oltre alla valutazione del tempo e del costo delle potenziali soluzioni di riferimento, è fondamentale l'analisi dei possibili effetti negativi e la valutazione delle probabilità tecniche di insuccesso. Questa analisi degli effetti negativi richiede necessariamente il giudizio dell'operatore, che deve ragionare sulla plausibilità di diversi eventi avversi. La metodologia, dal canto suo, specifica come queste valutazioni debbano essere utilizzate per giungere a una stima finale di tempi e costi che ne tenga conto.

Fase 3 - Valorizzazione dei tentativi

Definita la soluzione di riferimento, lo step successivo consiste nell'esaminare tutte le soluzioni di tentativo che possano aumentare la probabilità di soluzione positiva del problema.

In questo caso, il punto di massima attenzione consiste nel preservare sempre l'applicabilità della soluzione di riferimento. Alcuni tentativi vani, infatti, potrebbero alterare le condizioni del pig

e della condotta rendendo la soluzione di riferimento inapplicabile e portare, così, al peggioramento del problema e all'aumento dei costi. Questa fase si conclude con l'esame di tempi e costi di tutte le soluzioni di tentativo compatibili con la soluzione di riferimento.

Fase 4 - Esame delle sequenze di soluzioni

In questa fase tutte le soluzioni applicabili devono essere esaminate in sequenza temporale, valutando l'impatto di tempi e costi di ciascuna sequenza identificando altresì quella ottimale rispetto ai criteri posti dall'operatore della condotta. È chiaro che, nel concetto di sequen-

Fase 5 - La strategia migliore

Tutte le sequenze di soluzioni con un costo complessivo medio inferiore a quello della soluzione di riferimento sono valide alternative: la loro selezione ultima è essenzialmente dettata dai criteri del gestore della pipeline ed è facilitata da opportune rappresentazioni grafiche che ne sintetizzano le caratteristiche principali.

Le linee di sviluppo

I risultati ottenuti in questa prima fase di progetto hanno confermato la possibilità di trattare le emergenze di arresto di pig in condotta con un approccio metodologico strutturato che riduca le componen-

Nel corso dello sviluppo del metodo, è stato anche realizzato un tool prototipo che supporta il decisore in vari aspetti, particolarmente quelli più meccanici e matematici.

Attualmente è in corso lo sviluppo di un tool informatico più sofisticato associato alla metodologia, in modo da rendere disponibile uno strumento agevole di discussione e di validazione in accordo con la dinamica di team work. In questo modo, oltre che avviarsi verso la gestione di emergenze reali, si potrà favorire la preservazione e la comunicazione delle esperienze attraverso la costituzione di una base di conoscenza e ragionamento riutilizzabile.

za, è implicita la possibilità che una singola soluzione possa non avere esito positivo, ma che, complessivamente, l'applicazione di più soluzioni di tentativo possa aumentare la probabilità di successo della strategia riducendone probabilisticamente i costi. Concretamente, in questa fase viene calcolato sistematicamente l'impatto (tempi e costi) di ciascuna sequenza di soluzioni per tutte le combinazioni possibili. L'esame di questi valori, confrontati con quelli relativi alla sola soluzione di riferimento, permetterà di identificare, nella fase successiva, la sequenza ottimale da adottare. È questo il tipo di operazioni che beneficia maggiormente della disponibilità di uno strumento a supporto, il quale eviti di effettuare una gran mole di conti essenzialmente meccanici.

ti "irrazionali" del decisore in condizioni di emergenza, pur lasciando spazio a diverse sensibilità e valutazioni tecniche.

Articolo tratto da tpoint - notiziario di EniTecnologie - anno VII, n. 4, settembre 2005



Figura 3 - Possibili cause e soluzioni legate all'arresto di pig in linea