

VALUTAZIONE SINTETICA DELL'ADEGUATEZZA DEL PROGRAMMA DI GESTIONE DELL'INVECCHIAMENTO DELLE ATTREZZATURE NEGLI STABILIMENTI SEVESO



Aprile 2018

Questo documento è stato predisposto dal Gruppo di lavoro istituito nell'ambito del Coordinamento per l'uniforme applicazione sul territorio nazionale di cui all'art. 11 del decreto legislativo 26 Giugno 2015, n. 105. Il documento ha l'obiettivo di fornire uno strumento pratico per le commissioni ispettive di cui all'art. 27 che sono tenute a verificare che il gestore degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante abbia predisposto i piani di monitoraggio e controllo dei rischi legati all'invecchiamento, ai sensi dell'Allegato B al suddetto decreto, § 3.4.4.. Si tratta di una importante novità del D.lgs. 105, introdotta in attuazione della direttiva 2012/18/UE a fronte di impianti che, in Italia come nella maggior parte dei Paesi europei, hanno sempre più anni di servizio e poche possibilità di essere sostituiti nel breve periodo.

Il metodo si basa su alcuni dati di sintesi che il gestore fornirà in merito ai fattori che accelerano o rallentano l'invecchiamento di attrezzature ed impianti. Il nucleo del metodo è un semplice sistema basato sull'attribuzione di penalità e compensazioni, che propone al gestore la scelta tra diverse misure di controllo da adottare in proporzione alla propensione all'invecchiamento risultante.

Il metodo è applicabile sia agli stabilimenti di soglia superiore che di soglia inferiore e può essere utilizzato autonomamente dal gestore, in via preventiva prima delle ispezioni, coinvolgendo il responsabile della sicurezza ed il responsabile della manutenzione degli impianti.

Autori

Coordinatore del Gruppo: Paolo Bragatto (INAIL)

Istituto nazionale Assicurazione Infortuni sul Lavoro (INAIL): Emanuele Artenio, Elisabetta Bemporad, Corrado Delle Site, Annalisa Pirone, Maria Rosaria Vallerotonda

Istituto Superiore per la Ricerca Ambientale (ISPRA): Fabrizio Vazzana

ARPAL Liguria: Tomaso Vairo

ARPAV Veneto: Marco Ziron

ARPA Piemonte: Francesca Bellamino

Consulenza Scientifica: Maria Francesca Milazzo (Università di Messina)

VALUTAZIONE SINTETICA DELL'ADEGUATEZZA DEL PROGRAMMA DI GESTIONE DELL'INVECCHIAMENTO NEGLI STABILIMENTI SEVESO

Introduzione

La Direttiva Seveso prevedeva già dalla sua precedente edizione, Seveso II (direttiva 96/82/CE come modificata dalla direttiva 2003/105/CE), che il SGS-PIR (Sistema di Gestione della Sicurezza per la Prevenzione degli Incidenti Rilevanti) contenesse procedure per l'identificazione dei pericoli e la valutazione dei rischi di incidenti rilevanti derivanti dall'attività normale o anomala comprese, se del caso, le attività subappaltate, nonché disponesse l'adozione delle misure per la riduzione del rischio, assicurando la loro corretta applicazione e il mantenimento nel tempo della loro efficacia.

Durante il processo di revisione della direttiva Seveso-bis venne proposto l'inserimento di un punto specifico sulle azioni da implementare ai fini del controllo del rischio associato all'invecchiamento di strutture ed attrezzature (recipienti, tubazioni, contenitori, ecc.). La proposta venne accettata, considerando l'invecchiamento e lo scarso livello di rinnovo del patrimonio impiantistico europeo. Per garantire un elevato livello di sicurezza, infatti, le procedure non possono restare come all'inizio della vita dell'impianto e si è ritenuta opportuna l'introduzione di nuove procedure come parte del funzionamento quotidiano dello stabilimento (p.e. un maggior livello di monitoraggio, sostituzione delle parti usurate, ecc.).

Nella direttiva 2012/18/UE o Seveso III è stata quindi esplicitata, tra gli elementi del Sistema di Gestione della Sicurezza, all'interno del controllo operativo, la necessità di gestire il rischio associato all'invecchiamento ed alla corrosione degli impianti. Tale elemento è presente nel D.lgs. 105/2015, di recepimento della direttiva Seveso-ter. L'Allegato 3 del D.lgs. 105/2015, così come l'analogo della direttiva Seveso III, prevede, tra gli aspetti da trattare nell'ambito del SGS-PIR:

controllo operativo: adozione e applicazione di procedure e istruzioni per il funzionamento in condizioni di sicurezza, inclusa la manutenzione dell'impianto, dei processi e delle apparecchiature e per la gestione degli allarmi e le fermate temporanee; tenendo conto delle informazioni disponibili sulle migliori pratiche in materia di monitoraggio e controllo al fine di ridurre il rischio di malfunzionamento del sistema; monitoraggio e controllo dei rischi legati all'invecchiamento delle attrezzature installate nello stabilimento e alla corrosione; inventario delle attrezzature dello stabilimento, strategia e metodologia per il monitoraggio e il controllo delle condizioni delle attrezzature; adeguate azioni di follow-up e contromisure necessarie.

Le attività di identificazione e valutazione devono essere condotte sia in termini di probabilità sia di gravità e documentate nell'ambito di un'analisi di sicurezza espletata secondo lo stato dell'arte, sia per le condizioni normali di esercizio sia per le condizioni anomale e per ogni fase di vita dell'impianto. In particolare, il SGS deve fissare criteri e requisiti di sicurezza finalizzati al raggiungimento

degli obiettivi generali, così come definiti nel SGS-PIR, e degli obiettivi specifici a fronte dei singoli rischi individuati.

Le misure per la riduzione del rischio devono essere individuate, realizzate e adottate ai fini del raggiungimento e mantenimento di tali obiettivi. L'identificazione e valutazione del rischio deve essere periodicamente aggiornata in occasione di modifiche (come previsto dall'art. 18 del D.lgs.105/2015) e qualora intervengano nuove conoscenze tecniche in materia di sicurezza, interne o esterne all'organizzazione, anche derivanti dall'esperienza operativa o dall'analisi di incidenti, quasi incidenti e anomalie di funzionamento o dal rilevamento di altri indicatori di invecchiamento di apparecchiature e impianti che non è connesso all'età dell'attrezzatura, bensì alle modifiche che la stessa ha subito nel tempo, in termini di grado di deterioramento e/o di danno subito.

Tali fattori possono comportare una maggiore probabilità che si verifichino guasti nel tempo di servizio dell'attrezzatura stessa. L'incremento di probabilità non è legato tanto all'invecchiamento dell'attrezzatura, quanto alle modalità di gestione o di manutenzione della stessa.

Il D.lgs. 105/2015, conseguentemente, introduce per i gestori degli stabilimenti a rischio di incidenti rilevanti, l'obbligo di adottare, nell'ambito del SGS-PIR, piani di monitoraggio e controllo dei rischi legati all'invecchiamento di apparecchiature e impianti che possono portare alla perdita di contenimento di sostanze pericolose, che tenga conto dei meccanismi di deterioramento presenti, inclusi corrosione interna ed esterna, erosione, fatica termica e meccanica. L'invecchiamento di un componente deve essere valutato unitamente al suo processo o al sistema di gestione e di manutenzione.

In considerazione di tali premesse si è ritenuto opportuno fornire uno strumento operativo per valutare, nei tempi ristretti della visita ispettiva ex art. 27 del D.lgs. 105/2015, la complessiva adeguatezza delle attività messe in atto dal management industriale al fine di gestire in modo sicuro il processo d'invecchiamento di apparecchiature e impianti critici, come individuati ai sensi e per gli effetti del suddetto decreto.

Lo strumento può essere utilizzato sia dal gestore dello stabilimento per un'autovalutazione che dagli enti esterni (auditor privati o pubblici) che sono chiamati a fornire una valutazione di adeguatezza in tempi molto ristretti.

Metodo per la valutazione sintetica dell'adeguatezza del programma di gestione dell'invecchiamento negli stabilimenti Seveso

Per avere uno strumento agile e specifico nell'ambito PIR è stata sviluppato un metodo a indici. Lo sviluppo di tale metodo si basa su un'analisi di tipo *fish-bone*, finalizzata ad individuare i fattori che hanno un inevitabile effetto accelerante sull'invecchiamento ed i fattori che, fornendo lavoro al sistema, hanno l'effetto di rallentare od invertire la naturale tendenza entropica. Come negli altri metodi a indice i fattori acceleranti ed i fattori frenanti si traducono rispettivamente in penalità e compensazioni e la valutazione generale del sistema è data dalla somma algebrica.

Il diagramma in Figura 1 mostra, in forma sintetica, i meccanismi individuati con l'analisi svolta.

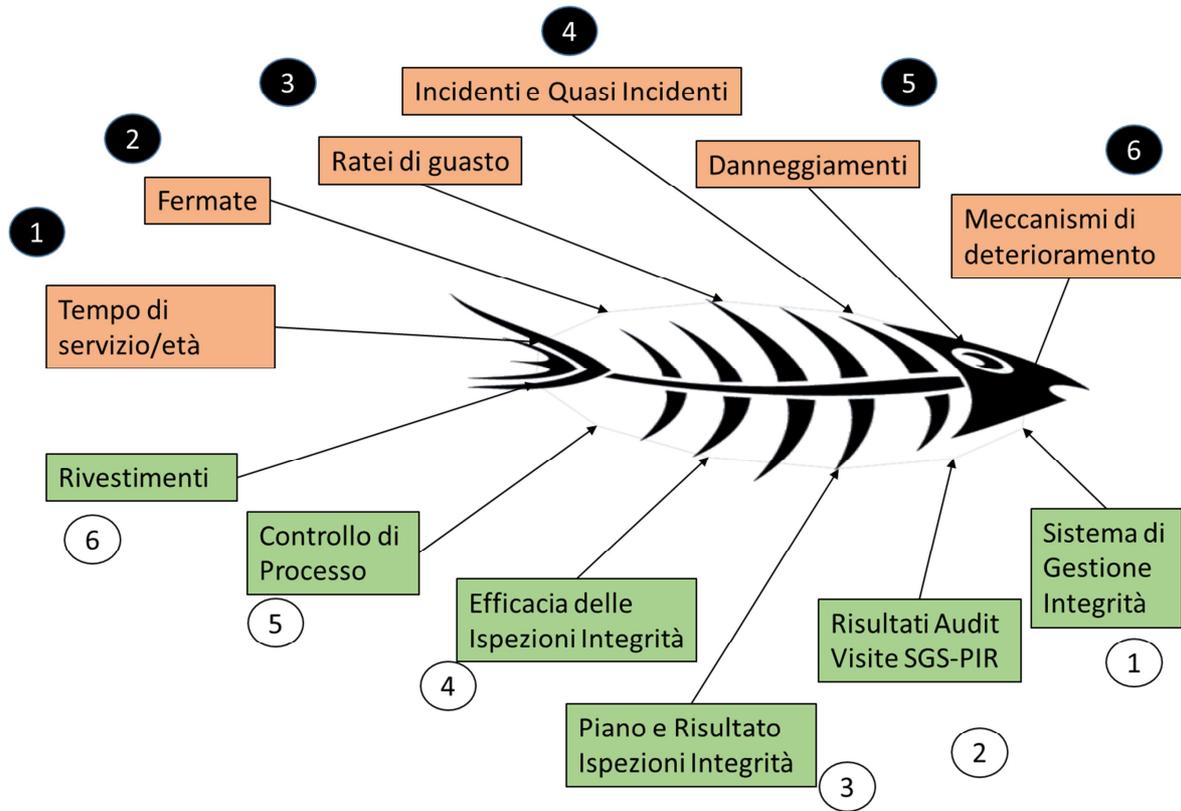


Figura 1. Modello "fishbone" per l'invecchiamento. Nei blocchi superiori i fattori che accelerano, in quelli inferiori quelli che rallentano il fenomeno. La numerazione su fondo scuro si riferisce alle penalità la numerazione in fondo chiaro alle compensazioni.

L'obiettivo del metodo, come già accennato nell'introduzione, è quello di fornire uno strumento operativo per valutare, nei tempi a disposizione per le attività di ispezione, la complessiva adeguatezza delle attività messe in atto dal gestore dello stabilimento al fine di gestire in modo sicuro il processo d'invecchiamento di attrezzature e impianti critici, come individuati nel rapporto di sicurezza o in altra documentazione pertinente per gli stabilimenti di soglia inferiore.

Lo strumento si traduce, operativamente, nella compilazione di alcuni moduli di tipo tabellare e nel calcolo di un indice compensato che si configura come uno strumento semplice e facilmente utilizzabile.

La scelta di un metodo ad indici presenta molti vantaggi, fra cui:

- 1) la proporzionalità delle misure: se le penalità sono basse vengono richieste poche compensazioni, se aumentano occorre di converso aumentare le attività di prevenzione per avere compensazioni più alte;
- 2) la libertà di scelta: il gestore può scegliere le soluzioni tecniche e/o gestionali da utilizzare per compensare le penalità. In questo si promuove comunque la preferenza verso soluzioni più razionali, senza privilegiare uno standard rispetto agli altri;
- 3) la chiarezza della valutazione ottenuta: se le compensazioni sono maggiori o uguali alle penalità, le attività messe in campo per la gestione

dell'invecchiamento sono adeguate. Se le compensazioni sono inferiori alle penalità, il sistema di gestione dell'invecchiamento deve essere migliorato. Se la differenza in termini assoluti è minima, saranno solo raccomandati interventi migliorativi, se la differenza è maggiore si potranno anche proporre delle prescrizioni;

- 4) l'uniformità: il metodo, basato su pochi riscontri è ripetibile su tutti gli stabilimenti ed evita gli sbilanciamenti soggettivi su questioni di dettaglio;
- 5) la rapidità: il gestore può compilare in anticipo le tabelle in modo che con la commissione ispettiva si possa discutere gli eventuali punti dubbi.

Gli svantaggi sono una relativa imprecisione del metodo da considerare inevitabili in relazione ai tempi a disposizione della verifica.

Campo di applicazione

I sistemi e le caratteristiche soggetti ad invecchiamento possono contribuire alla sicurezza di un impianto o possono comprometterne le prestazioni fino all'incidente o al cedimento; è, quindi, importante mantenere un approccio di ampio respiro. I diversi sistemi soggetti all'invecchiamento possono essere ricondotti a quattro tipologie di base (HSE, 2010):

- ✓ sistemi di contenimento primario;
- ✓ misure di controllo e mitigazione (salvaguardie di processo, sistemi di contenimento secondari o terziari, sistemi antincendio, salvaguardie ambientali esterne);
- ✓ sistemi di controllo, elettrici e strumentali;
- ✓ strutture.

Il metodo proposto rappresenta il primo strumento emanato in ambito nazionale per una valutazione dell'adeguatezza del programma di gestione dell'invecchiamento negli stabilimenti soggetti al D.lgs. 105/2015. Il campo di applicazione è quello dei sistemi di contenimento primari nell'industria di processo, che comprendono sistemi statici e sistemi rotanti. Fra i primi: serbatoi, scambiatori, reattori, agitatori, colonne (distillazione, scrubber, ecc.), tubazioni e relativi dispositivi di sicurezza e filtri. Fra i secondi: pompe, compressori e ventilatori.

In questa prima versione del metodo, ci si riferisce esclusivamente ai sistemi di contenimenti primari statici presenti negli stabilimenti di cui al D.lgs. 105/2015, sia di soglia inferiore che superiore. Sono al momento escluse macchine rotanti e sistemi di controllo. La priorità data ai sistemi statici è dovuta al fatto che sono difficili da sostituire, a differenza dei sistemi rotanti e dei sistemi di controllo, di solito facilmente sostituibili (IAEA 2004).

Gli stabilimenti dove sono presenti sistemi di contenimento primari statici includono principalmente, ma non esclusivamente:

1. raffinerie;
2. impianti petrolchimici;
3. impianti chimici (processi continui e batch);

4. depositi di prodotti petroliferi (Liquidi);
5. depositi di Gas Liquefatti (GPL, GNL) e impianti di rigassificazione;
6. impianti di produzione energetica.

Il metodo non è applicabile negli stabilimenti dove non sono presenti tubature o recipienti contenenti fluidi pericolosi, quali stabilimenti pirotecnici, depositi di esplosivi e depositi di fitofarmaci. La presente guida si applica alle attrezzature critiche ai fini dell'incidente rilevante (vedi definizione in art. 3, lettera o del D.lgs. 105/2015).

Definizioni

Nel presente testo, ove non indicato, si applicano le definizioni di cui al D.lgs.105/2015. Ulteriori definizioni vengono di seguito riportate.

Attrezzature critiche (D.lgs. 105/2015 allegato H, punto 1, definizioni, lettera i): apparecchiature, serbatoi, componenti e dispositivi di controllo, protezione e sicurezza coinvolti negli sequenze incidentali ipotizzabili nello stabilimento o desunti dall'analisi dell'esperienza operativa¹.

Ai fini della gestione dell'invecchiamento vanno comunque considerati tutti i sistemi di contenimento (recipienti e linee, in pressione e non), che sono suscettibili degli stessi meccanismi di deterioramento di cui alle normative tecniche settoriali e che in esercizio possono contenere sostanze pericolose in quantitativi sufficienti a determinare uno scenario incidentale, cioè pari o superiori al 5 % della quantità limite prevista alla colonna 3 della parte 1 o alla colonna 3 della parte 2 dell'allegato 1 D.lgs. 105/2015. È essenziale, per poter applicare con successo il metodo, avere un elenco aggiornato delle attrezzature critiche.

Evento Significativo (D.lgs. 105/2015 allegato H, punto 1, definizioni, lettera a): qualunque incidente, quasi incidente o anomalia di funzionamento o di gestione che metta in evidenza possibili carenze gestionali interessate dal verificarsi dell'evento e che permettano di focalizzare l'attenzione su possibili miglioramenti sia in termini specifici di risposta puntuale all'evento sia in termini generali di adeguamento dello stabilimento nel suo insieme e del suo sistema di gestione della sicurezza(SGS-PIR).

Quasi incidente rilevante (UNI 10617: 2012): qualunque evento straordinario che avrebbe potuto trasformarsi in un incidente rilevante².

Guasto (API 581): termine della capacità di un sistema, struttura o componente di eseguire le funzioni richieste, fra cui, in particolare, il

¹ Rappresentano quei sistemi tecnici, desunti dalla valutazione dei rischi effettuata dal gestore (ad es. con metodologie tipo alberi dei guasti, alberi degli eventi) la cui efficienza ed integrità risulta determinante per evitare l'accadimento di scenari incidentali. Si dovrebbe, comunque, tener conto che i processi di degrado possono aumentare le probabilità di guasto e conseguentemente rendere credibili alcuni scenari inizialmente scartati.

² La differenza tra un incidente rilevante e un quasi incidente rilevante non risiede nelle cause o nelle modalità di evoluzione dell'evento, ma solo nel diverso grado di sviluppo delle conseguenze o nella casualità della presenza di cose o persone.

contenimento dei fluidi.

Danneggiamento: riduzione delle caratteristiche iniziali di un sistema, struttura o componente esterno, che può ridurre le funzionalità del sistema stesso. Il danneggiamento può essere causato da uno o più eventi esterni (p.e. urti, shock termici) oppure dalla prolungata esposizione ad uno o più meccanismi di deterioramento (p.e. corrosione, fatica). Il danneggiamento è considerato **lieve** se il sistema al momento conserva le proprie funzionalità e si esclude che, a causa della eventuale progressione del danneggiamento, possa perderle prima delle manutenzioni programmate. Il danneggiamento è considerato **grave** se le funzionalità sono già compromesse o si prevede che lo saranno prima delle manutenzioni programmate.

Tasso (o frequenza) di guasto: la probabilità che un'entità, che al tempo t si trovi in stato di buon funzionamento, si guasti in un tempo compreso tra t e $t + dt$; in pratica si può assimilare al numero di guasti nell'unità di tempo o alla velocità di guasto.

Meccanismo di deterioramento: qualsiasi fenomeno che agisce nel tempo sul materiale, ne altera le caratteristiche fisiche e chimiche (in superficie o in profondità) e causa danneggiamenti e guasti.

Periodo di riferimento: è il periodo temporale durante il quale sono state raccolti i dati di misurazione o osservazione sui fattori che contribuiscono all'invecchiamento. Per essere significativo tale periodo deve essere pari a dieci anni, ma può essere eventualmente esteso, nel caso esistesse la disponibilità di dati su un periodo più lungo.

Ispezione (API 581): attività eseguita per verificare che materiali, realizzazione, installazione, analisi, prove, riparazioni, ecc. siano conformi ai requisiti richiesti dagli standard normativi, ingegneristici e/o dalle procedure scritte del proprietario.

Visita ispettiva: esame pianificato e sistematico dei sistemi tecnici, organizzativi e gestionali, svolto dalle Commissioni ispettive ai sensi dell'art. 27 del D.lgs. 105/2015. Questo termine viene utilizzato nel presente documento come sinonimo del termine "ispezioni SGS" per evitare possibili ambiguità con le "ispezioni" di tipo tecnico definite sopra. Le visite ispettive sono pianificate, programmate ed effettuate sulla base dei criteri e delle modalità di cui all'allegato H del D.lgs. 105/2015.

Calcolo degli indici

L'applicazione del metodo prevede nel calcolo degli indici i fattori acceleranti che danno luogo a penalità ed i fattori frenanti che danno luogo a compensazioni. I successivi paragrafi sono organizzati con una spiegazione discorsiva, un Modulo che deve essere riempito e una Tabella con i valori di riferimento per la compilazione del modulo. I valori di riferimento, ove non siano riportati dati di letteratura specifici, sono da intendersi derivati dall'esperienza decennale degli enti di controllo in materia di verifica e prova di attrezzature e impianti e dalla esperienza delle ispezioni svolte in applicazione delle Direttive Seveso. Nella prima parte sono trattati i fattori che danno luogo

a penalità, nella seconda parte i fattori che danno luogo a compensazioni. Nella terza parte si tratta l'elaborazione finale dei punteggi.

Si precisa che un evento significativo deve essere riportato in un solo fattore e non duplicato e conteggiato in più fattori. Ad esempio, nel caso di un evento significativo su di una attrezzatura con perdita di contenimento, questo deve essere riportato solo nel fattore 1.3 "*Tassi di guasto*" (vedi definizione di Guasto) e non duplicato conteggiandolo anche negli altri fattori quali: 1.2 "*fermate impreviste*", 1.4 "*incidenti o quasi incidenti*" e 1.5 "*Danneggiamenti e difetti*". In detti fattori 1.2, 1.4 e 1.5 si riportano, quindi, nei conteggi, solo il numero degli eventi a prescindere dalla causa degli stessi.

Un'altra situazione che può occorrere è quella che riguarda il fattore di penalità delle fermate; su questo fattore, per esempio, occorre precisare che il conteggio del numero delle fermate è da riferirsi agli impianti e non alle singole attrezzature costituenti gli impianti stessi.

Parte 1 Fattori acceleranti (penalità)

I fattori che accelerano l'invecchiamento includono:

1.1 Tempo in servizio/età

Questi fattori devono essere considerati insieme, in quanto si riferiscono alla posizione dei sistemi critici rispetto al tempo di vita atteso. Tali fattori sono rispettivamente definiti come il rapporto "età attuale/età massima di progetto" e "Ore attuali di esercizio/Ore max di servizio progettate". Per ogni sistema critico, deve essere scelto il parametro più adatto, in funzione del meccanismo di deterioramento prevalente. L'estensione sicura della vita dell'impianto è uno scopo essenziale della gestione dell'invecchiamento, quindi si ammette che si possa estendere ben oltre il valore iniziale di progetto, a condizione di aumentare in proporzione le compensazioni, fatti salvi gli specifici obblighi normativi.

Per compilare il Modulo 1 occorre partire dalla lista delle attrezzature critiche, per ciascuna di esse andrà indicata l'età reale ed il tempo di vita atteso (età massima) e calcolato il rapporto, in forma percentuale. Per alcuni tipi di attrezzature il tempo di vita è strettamente legato all'altezza del sovrasspessore di corrosione. Ovviamente il tempo di vita progettuale è calcolato sulla base dei ratei di corrosione attesi, che spesso sono assunti a titolo conservativo maggiori dei ratei reali. Se il sistema di gestione prevede un monitoraggio del rateo di corrosione, il tempo di vita atteso può essere aggiornato sulla base del reale rateo di corrosione, piuttosto che sul rateo teorico. La raccolta negli anni dei dati sulla corrosione è essenziale per poter stimare successivamente la vita residua delle attrezzature. Nel caso sia disponibile il tempo residuo di vita utile, esso può essere utilizzato per calcolare il parametro da mettere a denominatore. Il tempo di vita atteso delle attrezzature sarà la somma del tempo consumato e del tempo residuo.

Qualora un'attrezzatura sia stata complessivamente ricondizionata, con spesa documentata (manutenzione di importo significativo rispetto al valore dell'attrezzatura), il tempo di vita consumato ed atteso potrà essere ricalcolato a partire dalla data di ricondizionamento.

Se pertinente si può calcolare la percentuale d'invecchiamento sulla base delle ore di esercizio (attuali ed attese). Per le attrezzature che operano a pressione e a temperatura elevate, per le quali si attivano meccanismi di deterioramento specifici, si considerano, piuttosto che gli anni, le ore di esercizio attuali ed attese. Le ore attese sono le ore stimate in fase progettuale, aggiornate a seguito di successivi controlli ispettivi eseguiti e documentati.

Modulo 1 (riempire colonna 2 e 3 oppure 4 e 5 in alternativa)

#Attrezzatura critica	Ore esercizio attuali	Ore max esercizio attese	Età reale	Età max attesa	Rapporto % (col. 2/col. 3) oppure (col. 4/col. 5)	Punteggio singola attrezzatura (vedi Tabella 1)
Punteggio complessivo						= <i>media punteggi</i>

Tabella 1: Penalità per "età" (in alternativa ore di esercizio)

Punteggio	Rapporto età/tempo di vita atteso (anni/ore esercizio)
1	$f \leq 90\%$
2	$90 < f \leq 100 \%$
3	$100 < f \leq 125 \%$
4	$f > 125\%$

1.2 Fermate

Questo fattore è il rapporto "n° fermate impreviste /n° fermate totali". Sulla base dell'esperienza un eccesso di fermate impreviste è un chiaro segnale che il sistema non è in equilibrio. Per fermate impreviste si intendono e si computano tutte quelle non programmate i cui tempi e procedure di fermata non sono quelli definiti dai manuali operativi di impianto (ad esempio per interventi dei sistemi di blocco e di sicurezza automatici), tali da indurre potenziali stress termici e meccanici anormali. Per ogni impianto, di cui fa parte l'attrezzatura interessata alla verifica, si dovrà riportare il numero di fermate impreviste ed il numero di fermate totali (programmate più impreviste) verificate nel periodo di riferimento (vedi definizioni) e calcolare il rapporto. Si deve considerare la media dei valori ottenuti per ogni impianto. Nel caso in cui non siano state registrate fermate (programmate o previste) per tutto il periodo di riferimento la percentuale non è calcolabile ed il punteggio è ovviamente pari ad 1.

Nel caso in cui siano previste delle fermate non programmate per condizioni/assenza di fornitura dell'energia elettrica (situazioni non applicabili a stabilimenti soggetti ad AIA) queste non andranno computate, a condizione che il gestore abbia previsto nel sistema di gestione della sicurezza un'apposita procedura che riduca al minimo gli stress termici e meccanici cui è soggetto l'impianto e l'attrezzatura, in mancanza di energia elettrica.

Modulo 2

#Attrezzatura critica	N° fermate impreviste	N° fermate totali	Rapporto % (col. 2/col. 3)	Punteggio singola attrezzatura (vedi Tabella 2)
Punteggio complessivo				= <i>media punteggi</i>

Tabella 2: Penalità fermate impreviste

Punteggio	Rapporto fermate impreviste/fermate totali
1	$f \leq 10\%$
2	$10\% < f \leq 25\%$
3	$25\% < f \leq 60\%$
4	$f > 60\%$

1.3 Tassi di guasto (vedi definizione di guasto)

Questo fattore comprende solo i guasti dei componenti meccanici critici. Quantitativamente è dato dal reale tasso di guasto registrato sui componenti per un arco temporale di riferimento. L'incidenza va confrontata con il tasso di guasto riportato per la tipologia nei database di riferimento (p.e. HSE/FRED, OREDA, ecc.). Il database di riferimento sarà lo stesso utilizzato per la redazione del Rapporto di Sicurezza (RDS). Il Gestore può, in casi particolari, integrare le fonti utilizzate nel RDS, purché siano basate su dati ed esperienze giustificative documentate ed aggiornate. Le frequenze di guasto del database vanno assunte come frequenze di riferimento $f_{\text{riferimento}}$. Se i guasti registrati nello stabilimento sono superiori o molto superiori alle medie del database di riferimento, è un chiaro segnale della necessità di una maggiore attenzione alla gestione dell'invecchiamento. Il periodo di osservazione minimo deve essere di 10 anni. Per ogni attrezzatura critica, occorre riportare nel Modulo 3 il numero di guasti registrati e il numero di guasti attesi. Se il periodo è 10 anni il numero di guasti atteso è dato semplicemente dal rateo di guasto per 10. Il valore dei guasti attesi sarà, per ogni elemento, un numero decimale, sicuramente minore o molto minore di 1. I termini frazionari non hanno ovviamente senso fisico, quindi la sommatoria di tutti i valori di guasto attesi deve essere arrotondata all'intero superiore, che rappresenta il numero di guasti che sono effettivamente attesi su tutto lo stabilimento nel periodo di osservazione. All'intero così ottenuto va rapportato il numero di guasti realmente registrato. Dal rapporto R ottenuto si calcola il punteggio, secondo la Tabella 3 di assegnazione.

Modulo 3

#Attrezzatura critica	Numero guasti registrati	Numero di guasti attesi in base ai ratei di guasto di riferimento		
	= somma1	= somma2	$R = \text{somma 1}/\text{somma 2}$	Punteggio (vedi Tabella 3)

Tabella 3: Penalità per tassi di guasto

1	< 0,5
2	0,5÷1
3	1,0÷2,0
4	>2,0

1.4 Incidenti e Quasi Incidenti

È un fattore complessivo, per le attrezzature critiche di contenimento primario, che prende in considerazione tutti gli eventi significativi (incidenti, quasi incidenti, anomalie) riportati negli ultimi 10 anni, per verificare quanti di questi sono correlati in tutto o in parte a fenomeni di deterioramento dovuti all'invecchiamento (quali ad esempio corrosione, erosione, fatica, ecc.). Si considera il rapporto percentuale fra numero di "eventi significativi" riconducibili a fenomeni di deterioramento ed il numero totale di eventi riportati negli ultimi 10 anni. La definizione di "eventi significativi" è quella riportata nel paragrafo "definizioni" del presente documento. I dati da considerare sono esattamente quelli che, in sede di verifica ispettiva SGS vengono riportati nella sezione 2 ("Analisi dell'esperienza operativa") della appendice 2 "Criteri e procedure per la conduzione delle ispezioni" ex art. 27 D.lgs. 105/2015 (vedi Allegato H). In questo fattore non è richiesto di riconteggiare eventi significativi qualora già conteggiati in altri fattori penalizzanti.

Modulo 4 (si applica all'intero stabilimento)

Numero eventi registrati negli ultimi 10 anni per le attrezzature critiche	Numero di eventi di deterioramento per attrezzature critiche	connessi alle	Rapporto R (col. 2/col. 1) in %	Punteggio (vedi Tabella 4)

Tabella 4: Penalità per "incidenti, quasi incidenti e anomalie" dovute a deterioramento

Punteggio	% incidenti, quasi incidenti e anomalie dovute a corrosione
1	$R < 5\%$
2	$5\% \leq R < 15\%$
3	$15\% \leq R < 35\%$
4	$\geq 35\%$

1.5 Danneggiamenti

Questo fattore si riferisce ai danneggiamenti "gravi" delle attrezzature critiche, come rilevati attraverso i vari controlli (programmati ed estemporanei). I danneggiamenti sono considerati "gravi" quando compromettono o riducono la funzionalità dell'attrezzatura e devono, conseguentemente, essere riparati al più presto, al fine di ripristinare le condizioni iniziali d'integrità. I difetti minori, cioè quelli che non richiedono interventi immediati, non sono considerati. È un fattore di tipo complessivo, si applica cioè all'insieme delle attrezzature critiche dello stabilimento. A denominatore va messo il numero di attrezzature critiche presenti nello stabilimento, mentre a numeratore il numero di danneggiamenti o difetti gravi che sono stati rilevati nel corso degli ultimi 10 anni nel corso delle ispezioni programmate o estemporanee, cioè occasionali (vanno considerati gravi i difetti che hanno richiesto una riparazione immediata oppure la dismissione e la sostituzione immediata dell'attrezzatura).

Modulo 5 (si applica all'intero stabilimento)

1	2		
Numero di danneggiamenti o difetti gravi alle attrezzature critiche in 10 anni	Numero di attrezzature critiche	Rapporto R (col. 1/col. 2)	Punteggio (vedi Tabella 5)

Tabella 5: Penalità per "danneggiamenti e difetti"

Punteggio	% Attrezzature danneggiate
1	$R \leq 1\%$
2	$0,01 < R \leq 3\%$
3	$0,03 < R \leq 5\%$
4	$R > 5\%$

1.6 Meccanismi di deterioramento

Questo fattore è legato ai meccanismi fisici e chimici di deterioramento delle attrezzature critiche, dei quali il gestore dovrebbe avere perfetta conoscenza. Un riferimento importante, per la conoscenza dei meccanismi di deterioramento, è dato dalla API 571 [13] che identifica, nei soli impianti petroliferi, almeno 63 differenti meccanismi che possono portare nel tempo a forme di degrado delle attrezzature, quali l'assottigliamento, l'infragilimento, la perdita di elasticità, la corrosione, ecc. Nel dettaglio, in questo fattore si fa riferimento alla capacità di rilevare i principali meccanismi di deterioramento (mediante ispezione), alla velocità di propagazione di ciascun meccanismo, al livello di variabilità del meccanismo e alla conoscenza del fenomeno. Il livello di

variabilità si riferisce alla dipendenza del meccanismo di deterioramento da variabili che possono essere controllate (parametri operativi, composizione chimica delle correnti, ecc.), o meno (inquinamento esterno, contaminazione delle correnti in ingresso, ecc.); il livello di conoscenza si riferisce alla comprensione del meccanismo e quindi alla disponibilità di tecniche per il suo controllo.

Modulo 6

#Attrezzatura critica	Meccanismo di deterioramento	Punteggio (vedi Tabella 6a)
Punteggio complessivo		= <i>media punteggi</i>

Per ogni attrezzatura critica si dovrà riportare il meccanismo di deterioramento "prevalente" ed il relativo punteggio. All'interno di un'unità logica può esserci un meccanismo di deterioramento prevalente, in tal caso si applica il medesimo a tutte le attrezzature critiche dell'unità. Alcune attrezzature, al contrario, possono essere così complesse da avere meccanismi di deterioramento differenti nelle diverse parti. È il caso delle colonne, per le quali i meccanismi di deterioramento possono essere molto diversi in funzione delle temperature. Ai fini di questo calcolo i meccanismi vanno trattati separatamente salvo poi ricomporli nella media.

Per ogni tipo di meccanismo di deterioramento vi è un fattore di gravità da 1 a 4. Questo fattore fa riferimento alle conseguenze dei fenomeni, alla difficoltà di rilevamento (mediante una tecnica di ispezione) e alla velocità di propagazione dei fenomeni. I presupposti di questo punto sono la solida conoscenza di tutti i fenomeni chimici e fisici possibili, nonché l'informazione esatta sui materiali e le condizioni di esercizio passate e presenti.

La Tabella 6a riporta la lista dei meccanismi di danno raggruppati secondo le principali tipologie con i punteggi parziale e totale. I meccanismi di deterioramento sono stati raggruppati tenendo conto, in particolare, dei diversi effetti sui materiali. La Tabella 6a ha *valore indicativo* e può essere modificata, tenendo in debito conto le specificità dello stabilimento nel rispetto dei criteri di seguito esposti. Di seguito vengono riportati i criteri adottati e i punteggi parziali e totali. Tanto più è alto il punteggio, tanto più il meccanismo richiede attenzione. I punteggi parziali considerano la rilevabilità, la velocità di propagazione e le conseguenze. Il punteggio complessivo è la media fra i tre punteggi parziali.

Rilevabilità

Il punteggio è tanto più alto quanto più è difficile rilevare e misurare gli effetti del fenomeno. La motivazione è evidente: tanto più è difficile rilevare un fenomeno, tanto più difficile è controllarlo. Le difficoltà derivano innanzitutto dalla strumentazione di misura richiesta, ma anche dai costi di acquisto e di uso, dalle competenze richieste per l'utilizzo, dall'affidabilità e dalla ripetibilità delle misure. Ulteriori difficoltà possono venire da aspetti organizzativi e metodologici legati alla misura.

Livello 1: rilevazione facile, significa che per una rilevazione attendibile è sufficiente un esame visivo (semplice o adjuvato).

Livello 2: rilevazione relativamente facile, tipicamente sono richiesti controlli non distruttivi, con strumentazione specialistica e personale qualificato.

Livello 3: rilevazione relativamente difficile. Questo punteggio si applica nel caso in cui siano richieste prove parzialmente invasive o campioni sacrificali, da analizzare successivamente. Tali prove si applicano anche nel caso in cui le tecniche non distruttive, nel contesto dell'impianto, risultino di difficile esecuzione. Le motivazioni possono essere, ad esempio, il costo elevato della misurazione, la necessità di ripetere le misure su molti punti diversi a causa dell'elevata variabilità spaziale, la difficoltà di accesso ai punti da misurare, l'interferenza con il normale esercizio.

Livello 4: massima difficoltà di rilevamento, la rilevazione è possibile solo con prove particolarmente invasive e con metodi di indagine sofisticati per rilevare il fenomeno. Per la corrosione sotto isolamento la tabella propone la penalità massima, in considerazione delle difficoltà pratiche a svolgere i controlli non distruttivi. È tuttavia possibile rivedere a ribasso il valore tenendo conto del contesto ambientale specifico, delle risorse disponibili all'interno dello stabilimento (p.e. laboratori ed attrezzature specifiche) e di eventuali soluzioni specifiche innovative (p.e. monitoraggio con sensori sotto isolamento).

Sono da considerarsi cautelativamente a livello 4 i fenomeni di degrado legati all'utilizzo di nuove sostanze chimiche e/o nuovi materiali, per i quali potrebbe esserci una conoscenza non ancora consolidata.

Velocità di propagazione

Il punteggio è tanto più alto, tanto più la propagazione è veloce. Questo punteggio viene introdotto perché i controlli possono essere eseguiti ad intervalli di tempo fissati. Se i fenomeni fisici e chimici sono veloci, vi è la possibilità che il fenomeno, inizialmente non visto, porti, prima della successiva ispezione ad effetti rilevanti. Il parametro considerato è la scala temporale intesa come l'ordine di grandezza della distanza attesa fra l'inizio del fenomeno ed il suo manifestarsi in forma di guasto o rottura.

Il punteggio 1 rappresenta i fenomeni che si evolvono con una scala temporale pluridecennale, il punteggio 2 una scala fra 5 e 10 anni, il punteggio 3 una scala fra 2 e 5 anni e il punteggio 4 una scala temporale inferiore ai 2 anni. Anche in questo caso le valutazioni dipendono fortemente dal contesto. Le condizioni di esercizio o quelle ambientali possono accelerare fenomeni che in contesti diversi possono essere più lenti. La velocità del meccanismo è quella rilevata in campo o in assenza di misurazioni affidabili nel tempo di riferimento, quella ipotizzata da letteratura.

Conseguenze

Di tutti i punteggi è quello più dipendente dal contesto. Il metodo si applica solo a sistemi di contenimento primari critici ai fini dell'incidente rilevante. È difficile immaginare che un fenomeno di degrado su un elemento critico possa avere conseguenze trascurabili. La distinzione è fra i fenomeni che al caso estremo possono avere come conseguenze anche cedimenti e rilasci immediati di buona parte della sostanza pericolosa contenuta (livello 4) e i fenomeni che, al peggio, conducono a perdite minori della sostanza pericolosa contenuta (tipicamente fori di dimensioni ridotte rispetto alle dimensioni dell'attrezzatura). Il livello sarà 3 per fluidi in pressione o ad alta temperatura; 2 negli altri casi. Il livello 1 è riservato ai fenomeni di degrado per i quali si hanno perdite funzionali, ma si escludono le perdite di contenimento.

Lo stesso meccanismo può avere maggiore o minore gravità anche in funzione del contesto nel quale è presente ed è quindi possibile in fase di singola valutazione aggiornare i valori, rispetto alla Tabella 6a, di carattere indicativo. Per meccanismi non contenuti nell'elenco è sempre possibile calcolare autonomamente il punteggio, utilizzando i criteri sopra descritti.

Tabella 6a (Indicativa)

Tipo di meccanismo	Rilevabilità	Velocità	Conseguenze	Media
Metallurgico a lungo termine	4	1	4	3
Metallurgico a breve termine	4	4	4	4
Meccanismi di assottigliamento localizzati	4	3	4	3
Meccanismi di Assottigliamento Uniforme (corrosione e/o erosione)	2	2	3	2
Corrosione dovuta all' ambiente (atmosferico, suolo)	1	1	2	1
Tenso-Corrosione con fessurazione	4	2	4	3
Danneggiamento da Idrogeno ad Alta Temperature	4	3	4	4
Fatica	3	3	4	3
Scorrimento Viscoso	3	3	3	3
Corrosione sotto isolamento	4	3	4	4

Parte 2 Fattori frenanti (compensazioni)

In base al sopra menzionato principio di "libertà di scelta", il gestore può scegliere soluzioni tecniche e/o gestionali diverse da quelle menzionate in questo paragrafo, da utilizzare per la compensazione delle penalità. In questo modello si promuove comunque la preferenza verso soluzioni più razionali, senza privilegiare uno standard rispetto agli altri.

I fattori che rallentano l'invecchiamento sono di seguito trattati singolarmente.

2.1 Sistema di gestione integrità

Questo fattore riguarda la gestione dei controlli sulle attrezzature critiche, integrata nel SGS-PIR, in particolare al punto 4 relativo al controllo operativo. I contenuti del SGS-PIR sono definiti nell'allegato B del D.lgs. 105/2015. Ulteriori dettagli sono definiti dallo standard UNI 10617:2012, richiamato esplicitamente dal D.lgs. 105/2015. Entrambi i documenti richiedono un piano di controllo delle attrezzature critiche che deve essere predisposto ed attuato in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità per ogni parte dell'impianto, in congruenza con la valutazione dei rischi di incidente rilevante. La linea guida UNI 10616:2012, per l'attuazione della UNI 10617, è più esplicita e ha un'appendice dedicata alla pianificazione delle ispezioni e dei controlli; in essa si introduce il concetto di "durata operativa" delle attrezzature, che è utile valutare per assicurare le condizioni di sicurezza. I riferimenti normativi in ambito PIR lasciano libertà di scelta sulle strategie di controllo (periodico, basato sul rischio, basato sulle condizioni, dinamico). Lo scopo delle strategie è quello di mantenere nel tempo una buona conoscenza delle condizioni delle attrezzature con costi e risorse sostenibili. Per la gestione delle ispezioni si fa riferimento ai vari standard e linee guida di settore, fra i quali API 580:2012, API 581:2016, API 584: ASME PCC-3-2007, EEMUA 159:2017, UNI 11325-8:2016, CEN 16991:2018.

Il punteggio, per questo fattore, viene assegnato tenendo conto del livello delle informazioni e dalla conoscenza che esse garantiscono. Si parte dal livello 1, che coincide con i requisiti minimi di conformità del sistema di gestione PIR all'allegato B del D.lgs. 105/2015. La periodicità dei controlli sarà quella di legge o quella indicata dai fabbricanti o dalla normativa settoriale. Al livello 2 le procedure gestionali di ispezione e manutenzione sono genericamente basate sul rischio; al livello 3 il gestore adotta un standard specifico (API, EEMUA, CEN, ASME) per la gestione delle ispezioni, almeno per attrezzature ed impianti a rischio di incidenti rilevanti. Al livello 3 si immagina che il gestore si avvalga di esperti per applicare lo standard adottato, nonché di software specialistico, acquisito allo scopo. Il livello 4 premia la "dinamicità" della gestione delle ispezioni: le procedure del SGS devono assicurare che la programmazione dei controlli venga sempre aggiornata in occasione di modifiche apportate ai materiali trattati ed alle condizioni di esercizio, anche senza attendere la naturale scadenza dei piani adottati.

Modulo 7 (si applica all'intero stabilimento)

Sistema di gestione delle ispezioni	Punteggio (vedi Tabella 7)

Tabella 7: Compensazione per "Sistema di gestione delle ispezioni" (controlli su attrezzature critiche)

Punteggio	Tipologia
1	Gestione documentale interna per le attrezzature critiche (con regolare registrazione degli interventi ispettivi e manutentivi).
2	Programmazione delle ispezioni alle attrezzature critiche in base alla tipologia, alle condizioni e al livello di rischio.
3	Programmazione delle ispezioni in base al rischio RBI, secondo standard EEMUA, API, ASME, UNI o CEN (utilizzo di software specifico).
4	Programmazione delle ispezioni RBI (EEMUA, API; ASME, UNI, CEN), aggiornata sistematicamente in base alle variazioni dei materiali e delle condizioni di esercizio.

2.2 Risultati delle Visite ispettive e degli Audit del SGS-PIR

Questo fattore fa riferimento alla conduzione di visite ispettive delle autorità e di audit indipendenti sul sistema di gestione e si basa sui loro risultati. Il periodo di osservazione è di almeno 10 anni. Si considerano solo visite ispettive ed audit sul SGS-PIR. Gli audit sul sistema qualità, ambiente o altro non vanno inclusi. Tutti i punti del sistema gestionale concorrono direttamente o indirettamente all'invecchiamento sicuro delle attrezzature, quindi tutti i punti vanno considerati. Per la compilazione del modulo, si richiede di inserire il numero di punti (elementi del SGS-PIR) complessivamente esaminati. Per le visite ispettive, in particolare, si fa riferimento alla scheda riepilogativa in 27 sottopunti del paragrafo 7.1 del rapporto finale d'ispezione, secondo lo schema dell'allegato H del D.lgs. 105/2015 (appendice II, parte II, sezione 5). Gli audit possono essere parziali ed avere dunque un numero di punti esaminati minore. Si considera il rapporto fra il numero di punti con non conformità rilevate (maggiori e minori separatamente) e il numero di punti esaminati negli audit, negli ultimi 10 anni. Il punteggio viene ricavato dalle percentuali di non conformità minori e maggiori, in base alla Tabella 8. Il punteggio totale di questo fattore di compensazione è dato dalla media dei due punteggi parziali. Le percentuali di riferimento sono desunte dall'esperienza delle visite ispettive espletate su disposizione delle Autorità Competenti nell'ultimo decennio.

Modulo 8 (si applica a tutti gli audit SGS: interni ed esterni)

	Punteggio non conformità minori	Punteggio non conformità maggiori
N° punti esaminati negli audit negli ultimi 10 anni		
N° punti con non conformità minori		
N° punti con non conformità maggiori		
% R = (N° punti con non conformità/ N° punti esaminati nelle visite ispettive e audit negli ultimi 10 anni)		
Punteggio parziale	(vedi Tabella 8, col. 2)	(vedi Tabella 8, col. 4)
Punteggio complessivo totale	= media dei due punteggi parziali	

Tabella 8: Compensazione per "Risultati delle visite ispettive e degli audit"

Punteggio	% R non conformità minori	Punteggio	% R non conformità maggiori
1	30,0%	1	20%
2	20,0%	2	10%
3	10,0%	3	5%
4	5,0%	4	3%

2.3 Pianificazione e risultati delle ispezioni

Questo fattore è legato ai risultati positivi dei test (prove) che verificano la funzionalità e l'integrità delle attrezzature critiche, nonché al tempo trascorso dalle ispezioni precedenti (come indicato in Tabella 9). Gli accessori di sicurezza, soggetti alle verifiche funzionali hanno un ruolo essenziale per proteggere l'attrezzatura e quindi rientrano nella gestione dell'invecchiamento.

Per quanto riguarda il tempo trascorso dalle ultime ispezioni, esso potrebbe essere ovviamente superiore a quello della frequenza pianificata. Pertanto, occorre verificare se le ultime ispezioni siano state effettuate nei tempi previsti: il parametro di riferimento è la percentuale di ispezioni attuate oltre le scadenze previste oppure non ancora attuate, seppur pianificate. Il periodo di osservazione può essere fissato ragionevolmente agli ultimi 10 anni. Il contributo di ciascun sub-fattore non è in linea e il fattore finale è dato dalla media di ciascun parametro. Si deve fare riferimento all'elenco delle attrezzature critiche; per ogni attrezzatura critica, indicare il numero di test di funzionalità eseguiti (inclusi quelli ex art. 71 D.lgs. 81/08), il numero di test funzionali positivi (cioè privi di anomalie), il numero di test d'integrità eseguiti (incluse le decennali ex art. 71 D.lgs. 81/08), il numero di test d'integrità positivi, il numero di prove programmate e il numero di prove realmente eseguite entro i termini previsti. Le verifiche eseguite in deroga sono comunque incluse nel numero "entro scadenza". Dopo avere fornito questi dati per ogni attrezzatura critica, si calcolano le sommatorie rispettivamente per le prove funzionali (eseguite con esito positivo), le prove d'integrità (eseguite con esito positivo), le prove programmate e le prove eseguite. Si calcolano poi i tre rapporti: rapporto tra prove funzionali positive e prove funzionali eseguite, rapporto tra prove d'integrità positive e prove d'integrità eseguite, rapporto tra prove eseguite e prove programmate. Ai rapporti corrispondono dei punteggi riportati in Tabella 9. I punteggi parziali per ispezioni funzionali, ispezioni

d'integrità e nel rispetto della programmazione vengono poi mediati in un punteggio complessivo di compensazione dell'invecchiamento.

Modulo 9

#Attrezzatura critica	N° test funzionali eseguiti	N° test funzionali OK	Punteggio parziale tab. 9 colonna 2	N° test integrità eseguiti	N° test integrità OK	Punteggio parziale tab. 9 colonna 4	N° ispezioni in programmazione	N° ispezioni fatte entro scadenza	Punteggio parziale tab. 9 colonna 6
	Somma 1	Somma 2	Somma 2/Somma1	Somma 4	Somma 5	Somma 5/Somma 4	Somma 7	Somma 8	Somma 8/Somma 7
			Punteggio parziale			Punteggio parziale			Punteggio parziale
			= media dei tre punteggi parziali						

Tabella 9: Compensazione per "Pianificazione e risultati delle ispezioni"

Punteggio	2
	Risultati test di funzionalità (% componenti non danneggiati)
1	<90%
2	>90<95%
3	>95<98%
4	>98%

Punteggio	4
	Risultati test di integrità (% componenti non danneggiati)
1	<98%
2	>98<99%
3	>99<99,5%
4	>99,5%

Punteggio	6
	% di ispezioni attuate entro le scadenze previste
1	<90%
2	>90<95%
3	>95<99%
4	>99%

2.4 Efficacia delle ispezioni (riferite alle ispezioni realmente fatte)

Questo fattore tiene conto dell'estensione delle misure effettuate, in termini di frazioni percentuali di attrezzature direttamente misurate, del livello di affidabilità delle misurazioni e dell'appropriatezza delle misurazioni in funzione dei meccanismi di deterioramento in atto. I riferimenti per l'appropriatezza sono le tabelle di associazione "meccanismi di danno-metodo di ispezione", per l'affidabilità il livello di errore associato agli strumenti utilizzati, riportato da standard riconosciuti, come UNI 11325-8, appendice B. Il fattore è definito come la percentuale di ispezioni appropriate fra quelle attuate nel periodo di riferimento (10 anni). Per l'efficacia delle ispezioni bisogna considerare i vari tipi di misura ed in particolare l'estensione, il grado di copertura ottenibile, la probabilità di rilevare tutti o parte dei difetti. Una trattazione specifica per ogni tipo di misura si trova nelle "Guidelines for Assigning Inspection Effectiveness" (API 581 parte 2) [4]. Infine, l'ultimo elemento che contribuisce all'efficacia delle ispezioni è la qualificazione degli ispettori che fa riferimento alla norma UNI/ISO 9712. Per ogni attrezzatura critica occorre considerare il livello di adeguatezza ed efficacia delle ispezioni effettuate, facendo in particolare riferimento alla UNI 11325-8, appendice B. Per ogni attrezzatura critica in elenco, indicare anche il livello di qualificazione degli ispettori. Calcolare, poi, la media dei valori ottenuti per ciascuna attrezzatura per avere un punteggio per ognuna di esse; infine, calcolare la media su tutti i punteggi medi delle attrezzature.

Modulo 10

#Attrezzatura critica	Efficacia/estensione/adequatezza delle ispezioni (vedi Tab. 10, col. 1)	Qualificazione ispettori/ditta (vedi Tab. 10, col. 3)	Punteggio singola attrezzatura critica (MEDIA della riga)
Punteggio complessivo:			= <i>media delle medie</i>

Tabella 10: Compensazione per "Efficacia delle ispezioni"

Punteggio	Efficacia, estensione ed adeguatezza delle ispezioni	Punteggio	Qualificazione degli Ispettori e della ditta
1	Tale da garantire con sufficiente attendibilità l'individuazione dei difetti, il degrado del materiale e i sottospessori	1	Dimostrata competenza/esperienza
2	Tale da garantire con buona attendibilità l'individuazione di difetti, il degrado del materiale e i sottospessori	2	Ispettori qualificati secondo standard ASNT
3	In grado di rilevare il danno nella maggior parte dei casi (90%)	3	Ispettori qualificati da ente terzo secondo Norma UNI EN ISO 9712:2012 Livello 2
4	In grado di rilevare il danno in quasi tutti i casi	4	Ditta certificata in qualità per le misurazioni, Ispettori tutti qualificati secondo Norma UNI EN ISO 9712:2012 fino a Livello 2

2.5 Controllo di processo

Il controllo stretto dei parametri di processo (pressione, temperatura, flussi, livelli, ecc.) è un fattore che contribuisce ad evitare situazioni che possono aumentare più del dovuto lo "stress" cui sono sottoposti i materiali. In particolare, il minimo livello riconoscibile per questo fattore è l'adozione di sistemi di controllo basati su sensori e regolatori che controllano i parametri di esercizio, incluse temperatura, portata e pressione. L'adozione di standard che garantiscano l'affidabilità dei sistemi elettronici preposti allo scopo (IEC 61508 e IEC 61511) può essere considerata un elemento premiante anche ai fini di un invecchiamento "sicuro". Un livello elevato di sicurezza, prescelto nell'ambito dell'applicazione di IEC 61511, è un fattore di ulteriore apprezzamento. Questo punto si riferisce all'intero stabilimento.

Modulo 11 (si applica all'intero stabilimento)

Sicurezza funzionale	Punteggio (vedi Tabella 11)

Tabella 11: Compensazione per la "sicurezza funzionale"

Punteggio	Tipologia di sistema di controllo
1	Sistema di controllo con registrazione dei dati
2	Sistema di controllo con registrazione dei dati + blocco automatico
3	Sistema di controllo con registrazione dei dati + sistema di blocco automatico separato
4	Sistema di controllo con registrazione dei dati + sistema di blocco automatico separato + livelli di certificazione sicurezza dei sistemi di blocco

2.6 Rivestimenti e Protezioni specifiche

Questo fattore entra in gioco nel caso di utilizzo di rivestimenti interni (es. *cladding* e *lining*) o esterni, nonché di altre protezioni (es. *protezione catodica*). In questo caso, più che l'età delle attrezzature critiche, conta l'età del rivestimento. In caso di meccanismi di deterioramento esterno, andrebbe considerata analogamente l'età del trattamento superficiale. La presenza di misure specifiche, ove applicabile, deve essere considerata come riportato in Tabella 12. Per ogni attrezzatura critica che presenti rivestimenti, occorre considerare la frequenza d'ispezione del rivestimento e le condizioni rilevate nell'ultima ispezione. Ai fini dell'assegnazione del punteggio è necessario tenere presenti i seguenti riferimenti: per rivestimenti interni in lega/vetro l'intervallo massimo dall'ultima ispezione è 20 anni, minimo 10; per rivestimenti in fibra di vetro l'intervallo massimo dall'ultima ispezione è 10 anni, minimo 5; per i refrattari l'intervallo massimo dall'ultima ispezione è 10 anni, minimo 5; per i rivestimenti esterni l'intervallo massimo dall'ultima ispezione è 10 anni, minimo 5 anni; per la protezione catodica l'intervallo massimo dall'ultima ispezione è 5 anni, minimo 2 anni. Per ogni attrezzatura si deve considerare, quindi, la media dei valori risultanti per frequenza d'ispezione e le condizioni rilevate nell'ultima ispezione. Naturalmente se non sono applicabili protezioni specifiche ad una certa attrezzatura, questa non è conteggiata nella media.

Modulo 12

#Attrezzatura critica	Tipo di rivestimento	Frequenza d'ispezione del rivestimento (vedi Tab. 12, col. 2)	Condizioni rilevate nell'ultima ispezione (vedi Tab. 12, col. 4)	Punteggio della singola attrezzatura critica (MEDIA dei due punteggi)
Punteggio complessivo:				= media dei punteggi di tutte le attrezzature

Tabella 12: Compensazione per "protezioni specifiche" (rivestimenti)

1	2	3	4
Punteggio	Intervallo di tempo dall'ultima ispezione del rivestimento	Punteggio	Condizioni di conservazione rilevate nell'ultima ispezione
1	> intervallo massimo	1	Condizioni povere
2	intervallo massimo	2	Condizioni medie
3	intervallo minimo	3	Condizioni buone
4	< intervallo minimo	4	Condizioni perfette

Parte 3 Elaborazione dei punteggi raccolti e valutazione finale

Le penalità, assunte di segno negativo, vengono sommate algebricamente alle compensazioni, assunte di segno positivo. Per quanto riguarda i pesi di correzione dei punteggi di ciascun fattore, in questa fase di applicazione del modello si assumono tutti unitari (negativi o positivi, rispettivamente per fattori acceleranti e fattori frenanti). Se si volessero fissare pesi differenziati per i singoli fattori, sarebbe necessario normalizzare i pesi, in modo che le sommatorie separate dei pesi negativi e di quelli positivi risultino entrambe pari a 6, per mantenere la possibilità di comparazione dei risultati (*fishbone model*).

Modulo 13: Elaborazione dei punteggi nella valutazione sintetica della gestione dell'invecchiamento

Fattori acceleranti (penalità)	peso	Punteggio
1 Età o ore di esercizio delle attrezzature critiche	-1	
2 Fermate impreviste	-1	
3 Tassi di guasto (perdita di contenimento)	-1	
4 Incidenti e quasi incidenti dovuti a corrosione	-1	
5 Danneggiamenti e difetti	-1	
6 Meccanismi di deterioramento	-1	
Media penalità (propensione al fenomeno invecchiamento) P		
Fattori frenanti (compensazioni)		
1 Sistema di gestione SGS-PIR	+1	
2 Risultati degli Audit	+1	
3 Pianificazione e risultati delle ispezioni	+1	
4 Efficacia delle ispezioni	+1	
5 Controllo di processo	+1	
6 Protezioni specifiche meccaniche (rivestimenti)	+1	
Media compensazioni (capacità di controllo del fenomeno) C		
IC = Indice compensato = Penalità + Compensazioni (P + C)		
IC >= 0		Misure compensative OK
IC < 0		Raccomandare ulteriori misure compensative

Si pretende che le compensazioni superino le penalità, per avere una differenza di segno positivo. Una differenza di segno negativo è un segnale che il sistema deve essere migliorato, attraverso ulteriori misure compensative. Il punteggio ottenuto nelle specifiche voci permette di comprendere quali ulteriori misure potrebbero essere raccomandate o, se necessario, proposte per eventuale prescrizione, in modo da portare il sistema di gestione dell'invecchiamento ad un livello adeguato.

Bibliografia

API 2003. Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry. RP 571, American Petroleum Inst., Washington, USA.

API, 2014. Integrity Operating Window RP 584, American Petroleum Inst., Washington, USA

API, 2016, Risk-Based Inspection RP580, 3rd ed., American Petroleum Inst., Washington, USA

API, 2016, Risk-Based Inspection Technology RP581, 3rd ed., American Petroleum Inst., Washington, USA.

ASME, 2007, PCC-3 Inspection Planning Using Risk-based Methods. American Society of Mechanical Engineers, New York, USA

CEN, 2016 Risk Based Inspection Framework (RBIF) PrEN 16991 Brussel, B

EEMUA, 2014, Users' guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks, P159 4th ed. EEMUA London, UK.

Energy Institute, 2016, Research Report: Guidance on available literature for assessing and managing ageing plant at bulk storage facilities, London.

ESReDa, 2006, Ageing of Components and Systems, Eds: Lars Petterson and Kaisa Simola. An ESReDa Working Group Report. Det Norske Veritas Oslo

EUR, report no. 26331 (2013) Corrosion Related Accidents in Petroleum Refineries. Wood, M. H., Arellano, A. V., & Van Wijk, L. European Commission Joint Research Centre.

HSE, 2012, Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments – FRED Health & Safety Executive London UK

HSE, 2010, Plant Ageing Study – A Summary Guide, Research Report RR823, Health & Safety Executive London UK

HSE 2006, Plant ageing, Management of equipment containing hazardous fluids or pressure, Research Report RR509, Health & Safety Executive London UK

IAEA, 2004 Management of life cycle and ageing at nuclear power plants: Improved Maintenance & Control of Nuclear Power Plant, TECDOC-1402 International Atomic Energy Agency

IEC 61508: 2010 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, Geneva CH

IEC 61511-1:2016 Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector, Geneva CH

ISO 9712:2012 Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel, Geneva CH.

OECD, 2017, Environment, Health and Safety Publications, Series on Chemical Accidents, No. 29, Ageing of hazardous installations, ENV/JM/MONO(2017)9

OREDA, 2015, Offshore and onshore reliability data handbook 2015, 6th edition – Volume I - II

UNI 11325-Parte 8 (2013) Pianificazione delle manutenzioni su attrezzature a pressione attraverso metodologie basate sulla valutazione del rischio (RBI) Milano Italia

UNI 10617:2012 Impianti a rischio di incidente rilevante Sistemi di gestione della sicurezza Requisiti essenziali, Milano Italia

Ringraziamenti

Si ringraziano I rappresentanti dei portatori d'interesse, che con critiche costruttive, suggerimenti e sperimentazioni in situ, hanno contribuito alla stesura del metodo.

Unione Petrolifera: Fausto Sini, Antonio Barison, Antonio Buccarelli, Paolo Leonardi, Andrea Stagni.

Federchimica: Alessandra Pellegrini, Giuseppe Astarita.

Federchimica-Assogasliquidi: Filippo De Cecco, Matteo Lentini.