

1. LE VALVOLE: STORIA E CLASSIFICAZIONE

1.1. Brevi cenni storici

Le valvole e gli organi di intercettazione e regolazione fluidi, in genere, controllano la portata, la pressione, la temperatura, il livello, la direzione del flusso di liquidi/gas/polveri, attraverso tubazioni, canali, condotti. Possono aprire, chiudere, regolare, modulare, intercettare. Le loro dimensioni vanno dai millimetri ai metri, la loro storia si perde nei millenni e durerà certamente ancora a lungo.

Gli Egizi e i Greci svilupparono diversi organi di intercettazione, prevalentemente per la distribuzione dell'acqua e per uso irriguo, ma la paternità del rubinetto su scala industriale va ai Romani, che introdussero specifiche e normative sui materiali, sulle dimensioni e sulle classi di servizio.

Ancora ai Romani va il merito dell'invenzione del primo rubinetto a maschio (in tre pezzi) e delle valvole di ritegno (Fig. 1). Questi rubinetti erano a maschio cilindrico e si azionava per mezzo di un grosso chiodo o un tondino di ferro, da infilare a modo di chiave dentro un foro predisposto nella testa del maschio. Le valvole degli antichi Romani erano di bronzo normalizzate come dimensioni, materiale e disegno. Nella Roma imperiale, gli acquedotti distribuivano su tutto il territorio cittadino ben 200 litri d'acqua al giorno per ognuno del milione e mezzo di abitanti. L'acqua era disponibile per tutti, nelle fontane e nei bagni pubblici. Poche famiglie privilegiate potevano derivare l'acqua pubblica all'interno delle proprie dimore, dietro autorizzazione scritta dell'imperatore: l'autorizzazione imperiale era legata alle dimensioni del collettore domestico principale e alla valvola di intercettazione primaria.

Valvole e rubinetti conobbero un periodo di grande sviluppo anche durante il rinascimento ed è a dunque doveroso rammentare il lavoro di e la figura di Leonardo da Vinci, che in questo settore progetta diversi tipi di valvole applicabili a pompe aspiranti e prementi. Compare la tradizionale valvola a conchiglia, ma per lo più sono valvole coniche in cui l'otturatore, con movimento in senso verticale, è attaccato ad un lungo stelo e scorre entro determinate guide.

Leonardo progettò in seguito anche valvole a cerniere multiple, adottando per esse sistemi tecnici del tutto differenti da quelle tronco-coniche. Particolarmente interessante è una tromba da galea con valvola conica progettata per vuotare le sentine delle navi. Azionata da una pompa, la valvola si apre sollevandosi e facendo passare l'acqua dal basso verso l'alto ma non in senso opposto (Fig. 2).

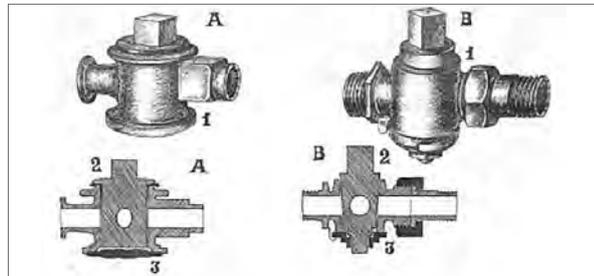


Figura 1
Vista e sezione di rubinetto a maschio romano (A) (25 a.C.) e di rubinetto a maschio moderno (1977) di fabbricazione Pettinatoli (B)

Dall'invenzione del primo motore a vapore e della locomotiva di Watt, gli inventori, i progettisti e i costruttori di macchine termiche e idrauliche hanno continuamente sviluppato nuovi tipi di valvole, anche se queste non vennero mai considerate per molti decenni un prodotto fine a se stesso e producibile su vasta scala industriale.

Il primo progetto di grande rilevanza – per l'ampio uso di valvole anche di grosso diametro standardizzate e prodotte secondo precisi capitolati di fornitura – è quasi certamente rappresentato dall'acquedotto Croton di New

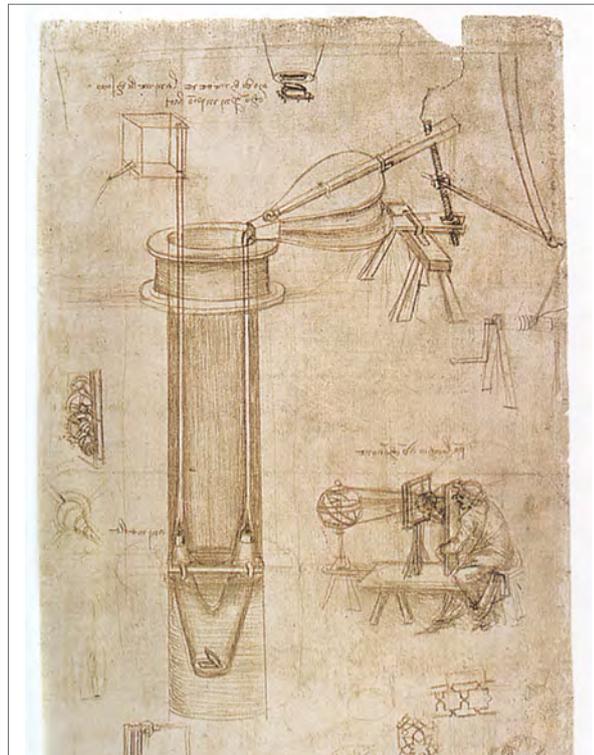


Figura 2
Pompa aspirante con valvola di non ritorno (Leonardo da Vinci)

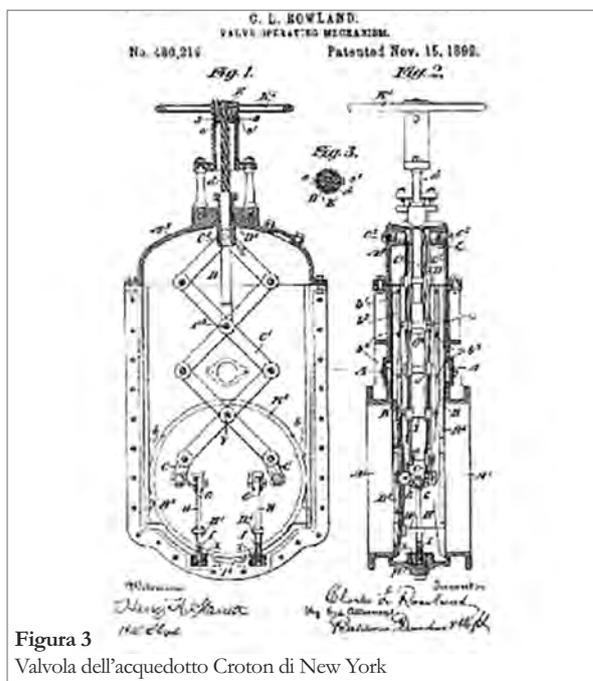


Figura 3
Valvola dell'acquedotto Croton di New York

York che nel 1842 portò acqua alla metropoli, da oltre 50 chilometri, con un investimento di 10 milioni di dollari dell'epoca. Questo progetto dimostrò i vantaggi offerti da un così vasto sistema di acquedotti municipali e creò, indirettamente, la prima grande domanda di valvole industriali nel mondo moderno (Fig. 3).

1.2. Classificazione delle valvole

Le valvole e i relativi sistemi di azionamento possono essere suddivisi in diversi modi a seconda delle specifiche esigenze. Uno schema di classificazione razionale, da utilizzare come base per la suddivisione delle tipologie, è quello inserito nello Standard ISA S-75.05, disponibile sul sito www.isa.org oppure tramite la Segreteria dell'Associazione Italiana Strumentisti ISA Italy Section – Associazione Italiana Strumentisti (www.aisisa.it)

L'industria, per rispondere alle esigenze dei Progettisti e degli Utenti, ha introdotto ulteriori tipologie e classificazioni sulla base dell'applicazione, dei parametri di processo e ambientali e dei materiali costruttivi.

Le principali sono:

- valvole per reti idriche, costituite soprattutto da diverse famiglie di saracinesche (a cuneo gommato, per servizio interrato, ecc.), valvole a fuso, idrovalvole, serrande e paratoie;
- valvole “fire proof” resistenti all'incendio;
- valvole “fugitive emission proof” con tenuta verso l'esterno stabilita e certificata;
- valvole criogeniche, per funzionamento su fluidi a bassissima temperatura;
- valvole a spina, la cui uscita in genere non è intubata, e servono ad ottenere la massima velocità del fluido in uscita, per lance antincendio, ecc.;

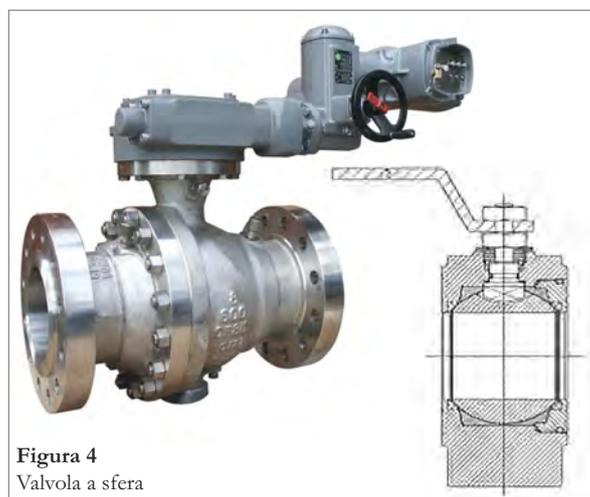


Figura 4
Valvola a sfera

- valvole “sigillate”, tipicamente valvole a solenoide, nelle quali il comando dell'otturatore è isolato in modo rigido, senza nemmeno il soffiutto o il diaframma.

1.3. Principali tipologie di valvole

Valvole a sfera (Fig. 4)

La valvola a sfera (ball valve) è un componente presente in tutti gli impianti chimici, petrolchimici, nelle raffinerie, così come negli impianti di produzione di energia fino a quelli domestici, utilizzato per l'intercettazione o la deviazione o, più recentemente, la regolazione di fluidi.

L'organo di intercettazione/regolazione è una “sfera” lavorata con un foro di passaggio al proprio interno il quale, quando è allineato con l'asse della valvola, consente il passaggio del fluido mentre quando è posizionato perpendicolare, per mezzo di una rotazione di 90° della sfera, ostruisce il flusso. La tenuta è realizzata a mezzo di due guarnizioni circolari leggermente più grandi del foro di passaggio opportunamente sagomate, da un lato, per garantire un perfetto contatto con la superficie della sfera e montate nel corpo valvola.

Il collegamento tra l'operatore esterno e la sfera è realizzato dallo stelo, detto anche asta di manovra. La posizione di aperta-chiusa è normalmente resa visibile dalla leva di manovra, che deve compiere solo un quarto di giro per aprire o chiudere la valvola.

Nella posizione aperta la leva deve risultare parallela all'asse della tubazione e perpendicolare alla stessa nella posizione chiusa. Tranne pochi casi particolari le valvole a sfera sono sempre bi-direzionali, ovvero possono intercettare un fluido che entri indifferentemente da uno qualsiasi dei lati.

Valvole a farfalla (Fig. 5)

La valvola a farfalla è indubbiamente l'organo di intercettazione e di regolazione sul quale, negli ultimi anni, si è maggiormente concentrata l'attenzione dei costruttori e degli utilizzatori tanto da non essere più considerato un prodotto di seconda categoria, utilizzabile solo per impieghi non gravosi (basse pressioni e scarsa tenuta).

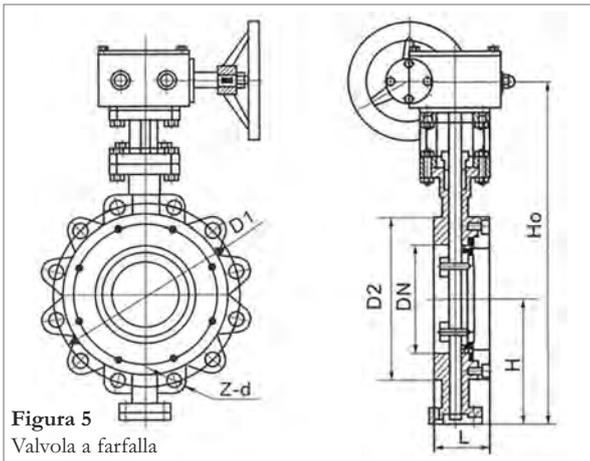


Figura 5
Valvola a farfalla

L'evoluzione del progetto, il mantenimento del semplice concetto costruttivo e la facilità nell'offrire le più svariate soluzioni alle richieste degli impiantisti, rendono quest'organo di intercettazione l'elemento universalmente più noto ed apprezzato.

Gli accorgimenti tecnici adottati dai progettisti, le migliorate prestazioni, l'affidabilità, la durata ed il superamento di rigorosissime prove indicano che la valvola a farfalla è idonea anche per gli impieghi più gravosi richiesti dalle centrali termoelettriche e dagli impianti di teleriscaldamento.

Le valvole a farfalla maggiormente in uso sono basate sui criteri costruttivi di Figura 6.

Da questi criteri costruttivi e dall'abbinamento di altre scelte di carattere progettuale – quali ad esempio i dimensionamenti e la tipologia delle guarnizioni – ne derivano le prestazioni, il livello di affidabilità e la determinazione delle classi di tenuta della valvola.

Valvole a maschio (Fig. 7)

Le valvole a maschio (plug valves) utilizzano, quale organo di intercettazione, una delle soluzioni costruttive più antiche. Famose, ad esempio, sono le valvole a maschio in bronzo utilizzate dai Romani negli acquedotti in tutto l'Impero.

Un otturatore (maschio) a forma tronco-conica ruota di 90° all'interno di una sede conica femmina ricavata nel corpo valvola. Lo stelo di manovra è un pezzo unico con l'otturatore, mentre il foro di passaggio è a sezione rettangolare, determinando una variazione delle luci di passaggio con conseguenti elevate perdite di carico localizzate.

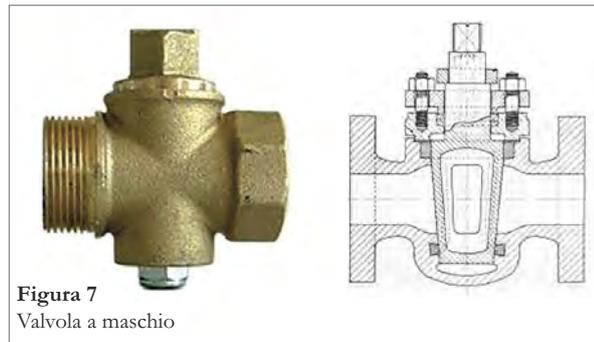


Figura 7
Valvola a maschio

A causa della forma conica, l'otturatore può essere soggetto a spinte verticali, che devono essere contrastate in maniera meccanica o tramite il bilanciamento delle pressioni all'interno della sezione di passaggio del maschio, nella camera al di sopra dello stesso ed in quella sottostante.

Al fine di ottenere buoni gradi di tenuta le due superfici coniche, del maschio e della sua sede nel corpo, devono essere adattate l'una all'altra (ad esempio mediante lappatura). L'utilizzo di grasso di lubrificazione iniettato in appositi canali è, inoltre, essenziale in questa tipologia costruttiva. Esistono, però, anche soluzioni che impiegano un inserto in materiale polimerico (PTFE o similari), posto nel corpo, all'interno del quale ruota il maschio, rendendo più semplice l'adattamento delle superfici, migliorando, quindi, il grado di tenuta e riducendo le coppie di manovra.

Valvole a saracinesca

La valvola a saracinesca è classificata come «valvola lineare», poiché l'otturatore per effettuare l'intera corsa compie un movimento lineare, perpendicolare al senso del flusso.

Le valvole a saracinesca sono costituite da un corpo, un coperchio, un castello, uno stelo filettato e da due sedi anulari centrate in linea, con una distanza fra loro pari allo spessore della lastra (saracinesca) che traslando perpendicolarmente alla linea stessa, agisce da otturatore. Le sedi sono montate in modo da formare un angolo fra loro corrispondente all'inclinazione delle facce dell'otturatore, a cuneo che può essere di tipo rigido flessibile. L'angolo può essere pari a zero: in tal caso si parla di tratta di una saracinesca a seggi paralleli. Le saracinesche possono essere a stelo saliente e non saliente e vengono utilizzate quasi esclusivamente per servizio di intercettazione.

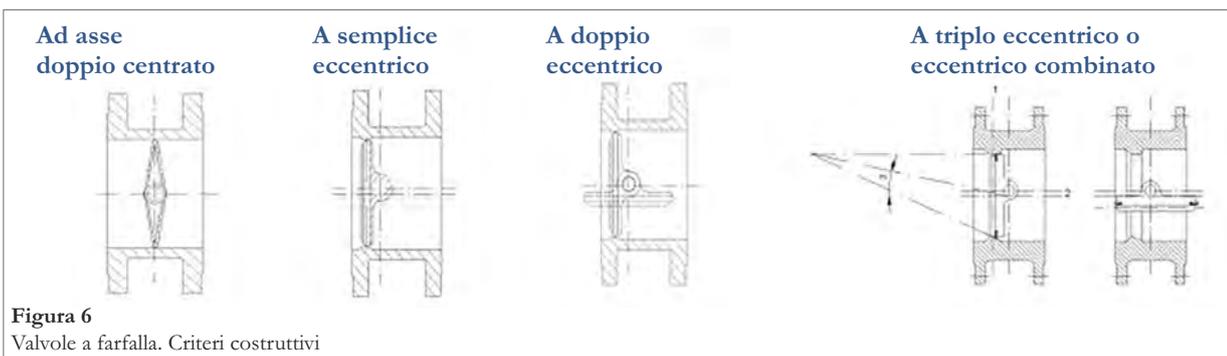


Figura 6
Valvole a farfalla. Criteri costruttivi

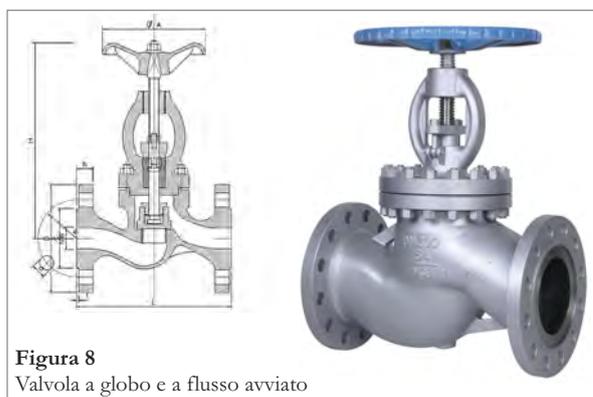


Figura 8
Valvola a globo e a flusso avviato

Una versione particolare detta a ghigliottina o «knife-gate» appartenente alla famiglia delle saracinesche a seggi paralleli, viene a volte impiegata su servizi di regolazione blanda, in presenza di fluidi densi ad alta viscosità o torbidi, in particolar modo in cartiere o su impianti di trattamento acque reflue

Le valvole a globo e a flusso avviato (Fig. 8)

Le valvole a globo sono realizzate in quattro distinte tipologie (a “L”, a “T”, a “Y”, a “Z”) ed hanno attacchi di ingresso e di uscita in linea (saldati, flangiati o filettati). Il loro funzionamento è analogo e il fluido attraversa un percorso a vari gradi non rettilineo. In condizioni di elevata pressione differenziale è bene verificare la possibilità di flashing, cavitazione, rumore e vibrazioni).

In particolare le valvole a “T” ed a “Y” obbligano il fluido ad un percorso ad “S” accentuato per le valvole a seggio singolo, valvole a seggio doppio e per le valvole a tre vie, rispettivamente miscelatrici e deviatrici. Le valvole miscelatrici e le valvole deviatrici costituiscono una modifica di valvole a doppio seggio.

Si tratta di canalizzazioni topologicamente equivalenti, (spesso si impiega la valvola deviatrice anche per la miscelazione), ma le spinte del fluido rendono l’otturatore della valvola miscelatrice tendente a posizionarsi a metà corsa (stabilità

per il controllo della dosatura), mentre quello della deviatrice tende a portarsi verso uno degli estremi (un vantaggio se si deve indirizzare l’intero flusso verso l’uno o l’altro dei rami di uscita).



Figura 9
Paratoia



Figura 10
Attuatore elettrico

Le paratoie (Fig. 9)

La paratoia rappresenta il sistema di regolazione del flusso idrico, più antico ed elementare, di sbarramento idraulico, posto su un corso d’acqua naturale, a valle di una tubazione o su un canale per regolarne il deflusso e quindi la portata o il livello. La manovra della paratoia permette la modifica dell’area della sezione libera (luce di passaggio) che viene attraversata dall’acqua.

La paratoia è costituita da una parete mobile, cioè uno scudo o diaframma, generalmente in metallo rinforzato da centine o cantonali, che scorre su guide verticali di un telaio (gargami).

Può essere azionata manualmente, con l’ausilio di manovelle, volantino, pulegge a fune o a catena e ingranaggi demoltiplicatori, oppure meccanicamente, per mezzo di un attuatore – di solito elettrico – che aziona generalmente l’asta di manovra filettata, direttamente o tramite riduttori. In questo caso, la paratoia viene definita, a seconda della larghezza dello scudo, mono-asta o bi-asta, a madrevite interna od esterna.

2. L’ATTUATORE ELETTRICO

L’attuatore elettrico (Fig. 10) è un dispositivo che serve ad azionare vari organi di manovra negli impianti industriali (valvole e paratoie) usati sia per servizio di intercettazione sia di regolazione di fluidi o solidi.

In passato il lavoro svolto dall’attuatore elettrico veniva svolto dall’uomo che operava sulle valvole mediante volantini e leve di comando poste sulle valvole stesse.

La norma europea UNI EN 15714-2 “Attuatori elettrici per valvole industriali”, frutto del lavoro di importanti gruppi di studio nazionali (AIS-ISA, CTI, ATI, UNI), fornisce i requisiti di base per gli attuatori elettrici usati sia per servizio di intercettazione sia di regolazione.

Gli elementi essenziali di un attuatore elettrico sono quelle parti che consentono di movimentare una valvola arrestandone la corsa in condizioni predeterminate, ovvero sia il motore stesso, il gruppo riduttore ad ingranaggi, il gruppo meccanico di controllo ed il volantino per le operazioni manuali.

I motori elettrici presentano elevate velocità di rotazione, per ridurre la velocità, aumentando nel contempo la coppia erogata, il motore viene dotato di gruppi intermedi di riduzione con diversi cinematismi. Il motore elettrico deve poter ruotare in entrambi i sensi per eseguire le manovre di apertura e chiusura e richiede quindi, nei casi più comuni, opportune unità tele-invertitrici che, a loro volta, devono essere collegate ai finecorsa, ai limitatori di coppia ed al termico salva-motore.

A partire dagli anni ’60 cominciano ad apparire sul mercato i primi attuatori elettrici con comando elettrico integrato. Queste unità includono infatti tutti i dispositivi prima descritti che fino ad allora, principalmente per motivi di ingombro erano installati all’interno di un quadro elettrico sovraordinato.

Dagli anni '80 poi si assiste ad un progressivo ingresso di componenti elettroniche, in sostituzione delle omologhe elettromeccaniche, che permettono sia una ulteriore riduzione degli ingombri, sia una maggiore disponibilità di misure di tipo fisico ed elettrico relative alla condizione del dispositivo.

3. NUOVE TECNICHE DI AUTOMAZIONE

È però con l'ingresso delle tecnologie a microprocessore e a tutte quelle discipline che vanno sotto il nome di mecatronica, che avviene il vero cambiamento. La miniaturizzazione della sensoristica digitale, unita alla accresciuta disponibilità di memorie per la registrazione e dei dati ed la riduzione del costo di tale componenti, hanno permesso di sviluppare dispositivi "smart" anche per applicazioni da campo.

Gli attuatori sono fra i principali protagonisti di questa rivoluzione essendo le apparecchiature più prossime al processo e quindi alla «fonte» delle informazioni.

Valga a titolo di esempio considerare le misure ad oggi disponibili su di un attuatore elettrico di ultima generazione:

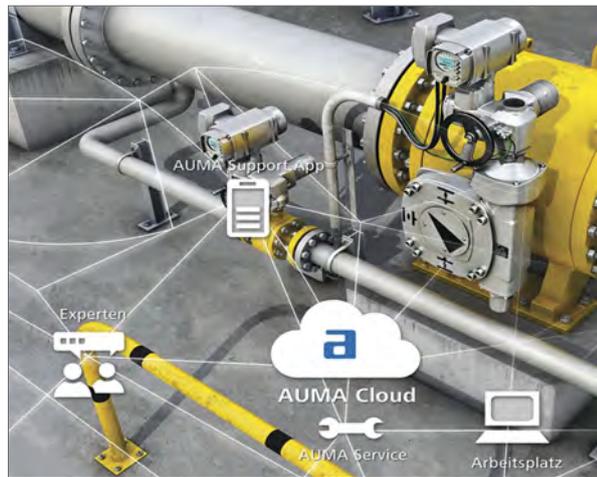
- Registrazione della temperatura componenti:
 - motore;
 - ingranaggi di riduzione;
 - elettronica di controllo.
- Misura della vibrazione colonna centrale.
- Registrazione della posizione raggiunta.
- Registrazione della coppia applicata.
- Registrazione delle condizioni operative:
 - tempo di lavoro;
 - numero di avvii;
 - numero di arresti per coppia;
 - numero di giri colonna.

Tale disponibilità di dati, unita alla possibilità di una trasmissione degli stessi a dispositivi centralizzati di elaborazione, ha permesso di sviluppare sofisticate analisi sia di tipo statistico che analitico, volte a determinare algoritmi previsionali circa lo stato dei dispositivi.

Sono le tecniche di "manutenzione predittiva", ovverosia la pianificazione degli interventi di manutenzione basata non sull'avverarsi degli eventi negati o sulla sua probabilità di accadimento degli stessi, bensì sulla previsione di accadimento del guasto sulla base di parametri indicativi.

Si consideri a titolo esemplificativo la possibilità di valutare lo stato di salute di un motore elettrico, sulla base del numero degli avviamenti registrati nel tempo, del tempo di esercizio, della temperatura operativa e di picco e della tensione e corrente applicata. Facilmente intuibili sono i vantaggi di tali politiche manutentive che spaziano dalla riduzione del fermo impianto, alla migliore programmazione delle attività ispettive alla riduzione delle scorte a magazzino ed infine alla estensione della vita attesa delle apparecchiature e degli impianti.

Va da sé che la grande disponibilità di dati, provenienti dai dispositivi installati, richiede, specie in opere com-



plesse quali quelle di ingegneria idraulica per il ciclo delle acque, di sistemi di trasmissione, memorizzazione ed elaborazione degli stessi particolarmente efficienti ed al tempo stesso economici.

4. VALVOLE E ATTUATORI 4.0

Da questo punto di vista le tecnologie informatiche di ultima generazione e lo sviluppo di internet offrono già oggi strumenti adeguati a tali scopi. Ci si riferisce nello specifico alle tecnologie basate sul cloud computing che permettono di condividere ed elaborare le informazioni all'interno delle organizzazioni e fra diverse organizzazioni, in modo efficiente ed economico, a partire da un insieme di risorse preesistenti, configurabili e disponibili in remoto sotto forma di architettura distribuita.

Già oggi aziende leader di mercato sono in grado di proporre servizi strutturati per l'analisi dei dati operativi e la pianificazione di attività manutentive, basati su piattaforme cloud condivise con i gestori.

Inoltre, tramite apposite app sviluppate per i principali smartphone, si possono organizzare campagne di raccolta dati anche su quelle parti di impianti non raggiunte da connessioni internet affidabili o dove, per necessità di sicurezza, non sono previste connessioni di rete agli attuatori. I file di log così raccolti possono essere riversati off-line sulle piattaforme e condivisi con gli specialisti di manutenzione per l'analisi. Anche i costruttori delle apparecchiature possono essere coinvolti nell'analisi se richiesto in modo semplice e veloce.

Esempi di tali applicazioni si possono ritrovare sia in ambito nazionale che europeo. Molti gestori stanno avviando proficue collaborazioni con i costruttori di apparecchiature, dagli attuatori alle pompe ai compressori per lo sviluppo di piattaforme condivise e per la formazione del personale tecnico di manutenzione.

Per informazioni: AUMA Italiana S.r.l. a socio unico.
Via delle Arnasche, 6 – 20023 Cerro Maggiore (MI).
Tel. 0331.51351 – E-mail: info@auma.it
Linkedin: <https://www.linkedin.com/company/consorzio-pascal>