

# I COSTI DELLA PROGETTAZIONE

***Value engineering* è una metodologia progettuale orientata a ottenere il miglior valore al minimo costo per l'intera durata di esercizio di una struttura, di un impianto, o di una macchina**

Il mercato non domanda soltanto macchinari e attrezzature di qualità a bassi costi di acquisto; ma chiede costantemente un maggior supporto e un servizio a costi minori e con tempi di risposta sempre più brevi. Anche se in questi ultimi tempi si presta una forte attenzione all'ottimizzazione delle attività ripetitive, forse nello sviluppo delle fasi di *commitment* non si tende ancora a valutare completamente gli effetti di un'attività progettuale "a senso unico" sull'analisi dei costi/benefici.

Piuttosto, si sono presi in considerazione alcuni metodi alternativi e innovativi di consegna progettuale, spaziando dall'approccio tradizionale al "chiavi in mano" e dalla consegna rapida alla super-consegna. Tuttavia i tecnici e i responsabili dell'ingegneria non si sono ancora abituati a prendere in esame il progetto costruttivo globalmente, per trasformare il miglior ritorno in una funzione degli investimenti.

Per esempio, gli ingegneri e i progettisti non considerano normalmente gli aspetti della manutenzione e di durata a lungo termine dei macchinari, in maniera da esercitare il maggiore impatto sull'utilizzo delle strutture e sugli impianti installati, o sulle attrezzature ausiliarie che dovranno essere realizzate.

Infatti, nella maggioranza dei casi, gli interventi di ri-



parazione e la manutenzione delle macchine non costituiscono per l'ingegnere un problema da ricondurre allo sviluppo del proprio progetto e nemmeno l'occasione per procedere a una valutazione organizzata del disegno, impostata sulla durata di tutto l'impianto e sui termini di costo necessari alla manutenzione ordinaria, legata a minime probabilità di rischio dell'evento di guasto.

Dall'altra parte, il *facilities manager* deve gestire efficacemente la propria funzione di supporto al minor costo possibile, per ridurre i tempi morti e i fermi mac-

china e chiede al progettista e ai tecnici un intervento progettuale specifico a partire dalle prime fasi di sviluppo del disegno.

Più appropriatamente, l'analisi del valore deve cominciare nella fase concettuale della progettazione, dove l'impatto è maggiore e non vi sono costi per introdurre i necessari cambiamenti al disegno. Infatti, intervenire durante lo sviluppo e l'ingegnerizzazione del progetto di una struttura comporta sicuramente un incremento nei costi. Da notare che solo il 5% circa dei costi totali di realizzazione e costruzione ricade sulla progettazione e tuttavia sono proprio le decisioni a livello progettuale a portare un risparmio significativo (oppure costi maggiori) negli step successivi di realizzazione. Il value engineering è l'applicazione sistematica di tecniche riconosciute, che identificano le funzioni di un prodotto o di un servizio e si sforzano di fornire queste funzioni al minor costo complessivo possibile.

### APPROCCIO ALLO STUDIO DEL VALUE ENGINEERING

Per poter determinare e/o verificare la funzione di base del sistema studiato, così come per determinare l'ordine ascendente di importanza della funzione, in genere si fa ricorso a due possibili sistemi di analisi: la valutazione numerica dell'importanza funzionale; la tecnica sistematica di analisi delle funzioni.

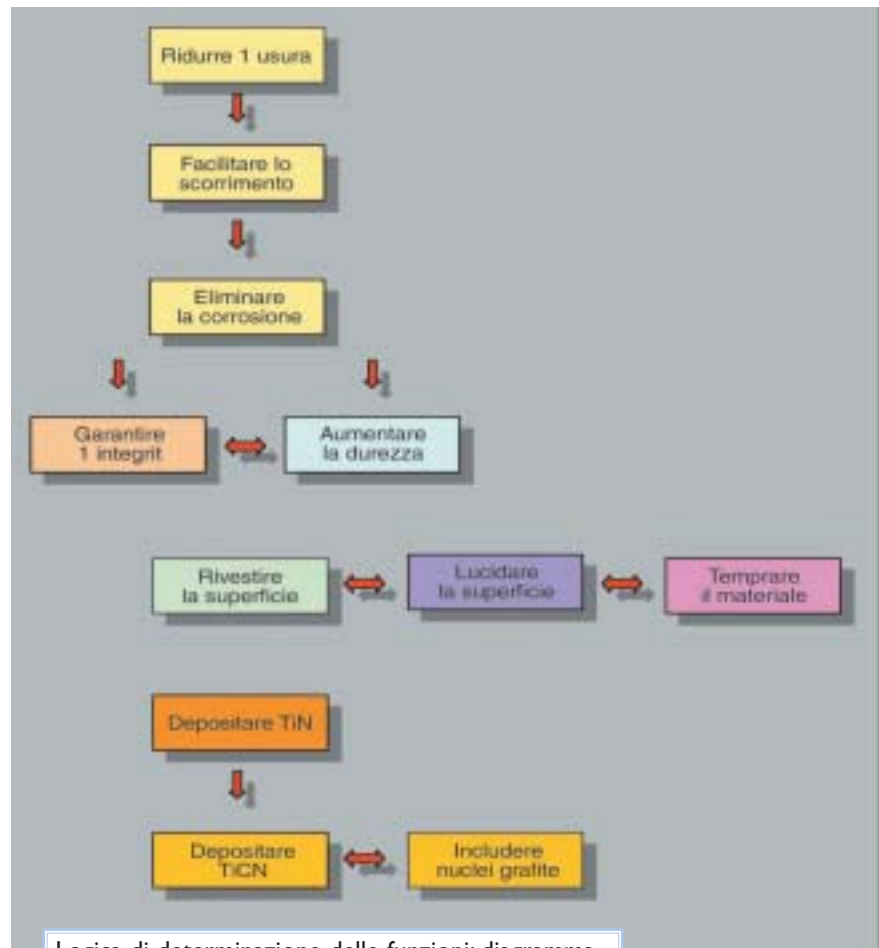
Nel caso del primo metodo, la funzione che presenta il maggior fattore d'importanza complessiva determina la funzione di base; mentre tutte le altre funzioni diventano secondarie, a meno che non abbiano un fattore d'importanza complessiva di pari ampiezza. Il secondo metodo, invece, conduce a una migliore comprensione delle interazioni tra funzioni e costi, attraverso una logica di determinazione delle funzioni e della capacità limite del progetto.

Questo tipo di analisi diventa utile nel value engineering, specialmente quando questo viene riferi-

to a un intero sistema, o alla maggior parte del sistema, allo scopo di tracciarne il percorso critico e individuare le funzioni di supporto rispetto alle funzioni primarie. L'impiego del metodo di analisi sopra descritto richiede la realizzazione di un diagramma partendo dalle semplici domande di de-

### DOMANDE E RISPOSTE

Pensiamo, ancora, di voler studiare le capacità di diagnosi del sistema, per poter analizzare lo stato di guasto latente (abrasione, corrosione chimica, porosità, vaiolature, scheggiature e usura) relativo alla superficie della vite e della came-



Logica di determinazione delle funzioni: diagramma delle classificazioni e percorso critico.

terminazione logica: come? Perché? Quando? I passaggi necessari per tracciare questo tipo di diagramma consistono nell'elencare tutta una serie di funzioni del sistema, o di un'ampia percentuale del sistema, utilizzando la tecnica di identificazione delle funzioni tramite l'impiego di un verbo e di un nome. Supponiamo, per esempio, che si intenda sviluppare il progetto di un mono-iniettore per la trasformazione di materie plastiche caricate e si voglia prendere in analisi uno specifico trattamento di superficie della camera, per aumentarne la durata.

ra. In questo caso la funzione selezionata sarà: ridurre l'usura e la corrosione della camera. Alla domanda logica: perché ridurre l'usura della camera? Possiamo rispondere: per garantire un tempo di vita più lungo e un funzionamento più corretto dell'iniettore. La domanda successiva è: come diminuiamo l'usura della camera? La risposta è: utilizzando una tecnica di rivestimento superficiale del cilindro della camera. Ma anche la domanda: perché far ricorso a una tecnica di trattamento di superficie? Deve trovare risposta: per aumentare la durezza del materiale

negli strati più esterni, quelli immediatamente a contatto col fuso di plastica. E, ancora, alla domanda: perché occorre evitare che la superficie della camera dell'iniettore si deteriori? Dovremo rispondere: per non correre il rischio di scheggiare o rigare la camera con l'andare del tempo, e, ancora: per non pregiudicare le qualità meccaniche e l'aspetto estetico dei pezzi prodotti; consentire un buono scorrimento della plastica all'interno della cavità, tra cilindro e vite; non fermare la macchina a causa di lunghi e costosi ripristini dell'iniettore; e così di seguito.

Tramite questo metodo è possibile accertare l'ordine più appropriato delle funzioni nel diagramma e determinare la completezza delle informazioni assicurandoci che tutte le funzioni primarie e secondarie siano state prese in considerazione.

Nel passaggio successivo verrà chiesto: come viene eseguita la funzione di diminuzione dello stato di usura/corrosione della camera di iniezione?

La risposta è: impiegando tecniche speciali di deposizione di vapori di titanio sulla superficie del materiale. La domanda successiva: quale tipo di soluzione speciale si intende impiegare? Dà origine a due tipi di risposte: 1) nitruri di titanio per supporti in acciaio superrapido, con spessori differenziati a seconda delle condizioni di esercizio; 2) ovvero carbonitruri di titanio e grafite, per aumentare lo scorrimento della materia fusa nella cavità dell'iniettore. Pertanto per dare una risposta completa alla domanda: quale soluzione adottare? Si devono prendere in analisi entrambe le risposte. Per quanto riguarda invece la domanda: perché? Bisogna considerare le risposte alle seguenti domande: perché nitruri di titanio? E, perché carbonitruri e grafite? Nel primo caso la risposta sarà: per limitare la probabilità che insorgano cricche e scheggiature in superficie; nel secondo caso, la risposta sarà: per conferire una capacità lubrificante al materiale e migliorare lo scorrimento del fuso.

A questo punto, le domande logiche hanno trovato risposta e il diagramma è stato completato.

Le domande di determinazione logica devono essere abbinate a ciascuna delle funzioni progettuali che si intende prendere in analisi, fino a che l'intero diagramma non viene ampliato e completato in maniera da arrivare a definire una funzione d'interfaccia che determini la portata del problema.

In questo caso, spesso, porre la domanda: possiamo farne a meno? Aiuta a eliminare una funzione superflua e costruire meglio una matrice logica su cui poter lavorare. Una volta che si è risposto a tutte le domande di determinazione logica: come, perché e quale, per tutte le funzioni che si vogliono studiare, abbiamo stabilito la relazione esistente tra le funzioni a livello superiore e inferiore necessarie per eseguire le funzioni di base di categoria più elevata.

vero secondaria. Nel primo caso ci si riferisce allo scopo specifico per cui una determinata soluzione progettuale è stata selezionata.

La funzione secondaria interagisce con quella di base e nasce generalmente come supporto del metodo progettuale prescelto per eseguire la funzione primaria.

Essenzialmente una funzione secondaria può essere definita come una azione necessaria a valutare il progetto nel suo complesso, per rendere accettabile e sostenibile il sistema (per esempio quando il cliente richiede una funzione accessoria a prescindere dalla sua necessità, oppure quando esistono funzioni collegate non importanti di secondo livello), come nel caso di un circuito di raffreddamento stampo acqua-glicole montato su di una pressa a iniezione, che induce gradienti di temperatura anomali a causa di fenomeni di stress nel fluido, a loro volta indotti



Albero dei costi. L'analisi schematica degli elementi di costo e dei fattori di comparazione permette di rilevare le voci fuori linea.

### DETERMINAZIONE DEL PERCORSO CRITICO

Dopo l'identificazione appropriata e specifica delle funzioni si procede alla loro classificazione, per stabilire la relazione con le altre funzioni e con la funzione complessiva del sistema.

Una funzione può essere classificata come primaria o di base, ov-

da una cattiva realizzazione dell'impianto.

In ogni caso, la funzione secondaria viene svolta da una parte del sistema (per esempio quando si generano dei picchi di calore causati dall'iniettore a contatto col piano mobile della pressa nel caso di uno stampo multi-impronte, oppure nel caso di uno stampo modulare per l'iniezione a più componen-



ti) durante lo svolgimento di un'altra funzione di tipo primario ed è molto utile, per concentrare l'attenzione sugli scopi fondamentali del progetto e fornire visibilità alle ragioni dell'esistenza delle funzioni diverse per i vari componenti del sistema oggetto dello studio.

### DISTRIBUZIONE DEI COSTI E VALUTAZIONE DELLE FUNZIONI

Una volta che si sono classificate tutte le funzioni, queste vengono valutate attribuendo a ciascuna un valore e stabilendo un rapporto tra il costo e il valore della funzione. Il rapporto costo/valore è una misura della quantità ultima di costo non necessario, o del potenziale di miglioramento del valore. A seconda del metodo di valutazione della funzione, questi indici possono variare da due a uno, fino a parecchi ordini di grandezza.

delle funzioni identiche di primo e secondo livello e poi sommarle alla funzione di base del sistema. L'impiego di queste tecniche rende possibile determinare le relazioni tra il costo e il valore per funzione, come, per esempio, la tipologia della vite, il materiale plastico da stampare, l'acciaio da impiegare nella costruzione, componenti e accessori dell'iniettore (per esempio termoresistenze ugelli di iniezione, sensori di temperatura e pressione).

### APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI VALUE ENGINEERING

Le tecniche di analisi dei costi delle funzioni vengono impiegate per identificare le aree a maggior costo, in maniera da contribuire ai necessari sforzi di value engineering per il miglioramento del prodotto, unitamente all'individuazione dei

voro svolto, per diminuire, magari, il costo di una funzione (usura, corrosione, raffreddamento, scorrimento) in una fase del ciclo progettuale in cui è più facile intervenire.

D'altra parte, riuscire a ottenere un'immagine ad ampio raggio della situazione dei costi contribuisce molto alla loro analisi. Il fatto di valutare il costo di una funzione o di un componente del sistema (motori idraulici, sensori di temperatura e pressione, martinetti, ugelli, termoresistenze, ecc.) costituisce spesso il segnale di un'azione o di un intervento programmato.

La valutazione può essere puramente intuitiva, oppure può darsi che si proceda a un paragone mentale, conscio o inconscio, con il costo di qualcos'altro.

In ogni caso, qualunque sia lo strumento di analisi del valore dedicato, l'analizzatore potrà determinare l'approccio più idoneo al processo di decision making in corso e valutare meglio quale di essi si addatti più da vicino alle caratteristiche del problema o della ricerca dei migliori sistemi, progettazioni o prodotti.

Come abbiamo visto, il momento migliore per ottenere il massimo rapporto costo/efficienza è quello del progetto preliminare, ove si possono programmare gli interventi di analisi del valore nelle aree dello sviluppo dei criteri progettuali e degli standard.

A questo proposito, lo schema e le tecniche descritte costituiscono un approccio semplice all'applicazione dei criteri di studio; mentre l'identificazione dei requisiti in termini di funzione e di necessità stabilisce gli orientamenti di scelta, che conducono alla selezione degli indirizzi progettuali più appropriati.



Esistono diversi metodi per valutare le funzioni, comunque riconducibili ad almeno quattro sistemi di base: 1) registrare esclusivamente il costo dei componenti e dei materiali; 2) utilizzare la tecnica di valutazione comparativa per stabilire esclusivamente il valore delle funzioni fondamentali; 3) utilizzare la valutazione comparativa per stabilire il valore di ogni funzione identica alla funzione di base del sistema per poi calcolarne la somma; 4) calcolare il costo effettivo

costi superflui. Infatti, sono proprio queste le aree che offrono il maggiore ritorno sugli investimenti agli sforzi di value engineering.

Conoscere bene i costi è la tecnica di base per effettuare l'analisi del valore e sviluppare, di conseguenza, il progetto, in modo ottimale. Spesso, la semplice conoscenza e l'analisi dei rapporti efficienza su produttività, o qualità su durata, bastano per motivare il progettista a dare una seconda occhiata al la-

P. Pontrandolfo,  
consulente industriale.