

Metodologia statistica di calcolo dell'obiettivo di miglioramento di un processo.

S. Gorla (*), M. Maisano (**)

(*) Responsabile Qualità e Ambiente PSA. e consigliere di giunta AicqCN,

(**) Assistente Responsabile Qualità e Ambiente PSA

Il processo aziendale è definito come un insieme di attività correlate, svolte all'interno dell'[azienda](#), che trasformano elementi in entrata (input) in elementi in uscita (output). Il processo è teso al raggiungimento di un [obiettivo](#) aziendale, determinato solitamente in sede di [pianificazione](#).

Tanto le risorse quanto il prodotto possono essere beni, servizi o informazioni oppure una combinazione di questi elementi. La trasformazione dell'input in output può essere eseguita con l'impiego di lavoro umano, di macchine o di entrambi.

Nelle aziende dotate di un sistema di [gestione della qualità](#), in accordo alla norma [ISO 9001](#):2008 che cita nel paragrafo 4.1:

L'organizzazione deve stabilire, documentare, attuare e migliorare efficacemente un Sistema per la Gestione della Qualità (SGQ) e deve:

- a) Determinare i processi necessari per SGQ (in oltre: gestione, risorse, realizzazione servizi) e la loro applicazione in tutta l'organizzazione;*
- b) Stabilire la sequenza di tali processi;*
- c) Stabilire i criteri ed i metodi necessari per assicurare l'efficace funzionamento e l'efficace controllo di questi processi;*
- d) Assicurare la disponibilità delle risorse e delle informazioni necessarie per supportare funzionamento e controllo di tali processi;*
- e) Monitorare, misurare ove applicabile ed analizzare questi processi;*
- f) Attuare le azioni necessarie per conseguire i risultati pianificati ed il miglioramento continuo di questi processi;*

i processi aziendali devono essere misurabili e monitorabili nel tempo mediante l'utilizzo di [indicatori di prestazione chiave](#).

Per migliorare un processo, occorre che tutti i principali artefici lavorino insieme per eliminare gli sprechi (di denaro, di tempo, di risorse) in modo da ottenere un processo che sia più veloce, meno caro, più facile e più sicuro rispetto al precedente. Occorre cercare di automatizzare le attività in modo da ridurre il lavoro umano e puntare sul miglioramento di almeno uno di questi elementi: qualità tecnica, prezzo, tempi di consegna, flessibilità, assistenza, soddisfazione del personale, soddisfazione del Cliente.

Le strade per raggiungere il nostro obiettivo, però, possono essere più di una. Migliorare il processo significa trovare la strada migliore da percorrere; in questo caso è stata scelta la metodologia statistica, in particolare l'analisi della capacità di un processo, per definire oggettivamente un obiettivo di miglioramento, rispetto ad un obiettivo precedentemente prefissato dall'azienda.

Per analisi di capacità di un processo si intende l'attività generale volta alla valutazione della variabilità del processo, in relazione ai livelli nominali di specifica, fino alle operazioni dedicate alla eliminazione o almeno della riduzione di detta variabilità.

La capacità del processo può essere sintetizzata in modo semplice dal seguente indice:

$$C_p = (USL - LSL) / (6 \sigma),$$

Dove USL e LSL sono rispettivamente i limiti superiore ed inferiore si specifica; solitamente σ non è nota e si deve stimare opportunamente.

Se $C_p > 1$ il processo è capace perché la variabilità naturale è inferiore a quella delle specifiche e questo garantisce che il processo fornisca prodotti che soddisfino le specifiche. Assumendo che il processo segua una distribuzione normale e che la media del processo sia posizionata esattamente al centro dell'intervento di specifica, è possibile calcolare alcuni valori di C_p e i corrispondenti tassi di difettosità. L'indice C_p non tiene conto di dove è localizzata la media del processo rispetto alle specifiche.

Per tenere più accuratamente conto della centratura del processo è definito il C_{pk} , che si tratta di un indice unilaterale rispetto al limite di specifica più vicino alla media.

Mentre l'indice C_{pk} misura la capacità effettiva del processo, l'indice C_p misura la capacità potenziale del processo.

Se $C_{pk} = C_p$ il processo è centrato, se $C_{pk} < C_p$ il processo non è centrato rispetto all'intervallo di specifica.

E' importante sottolineare che gli indici di capacità richiedono l'assunzione di una distribuzione normale. Un esempio è illustrato in figura 1.

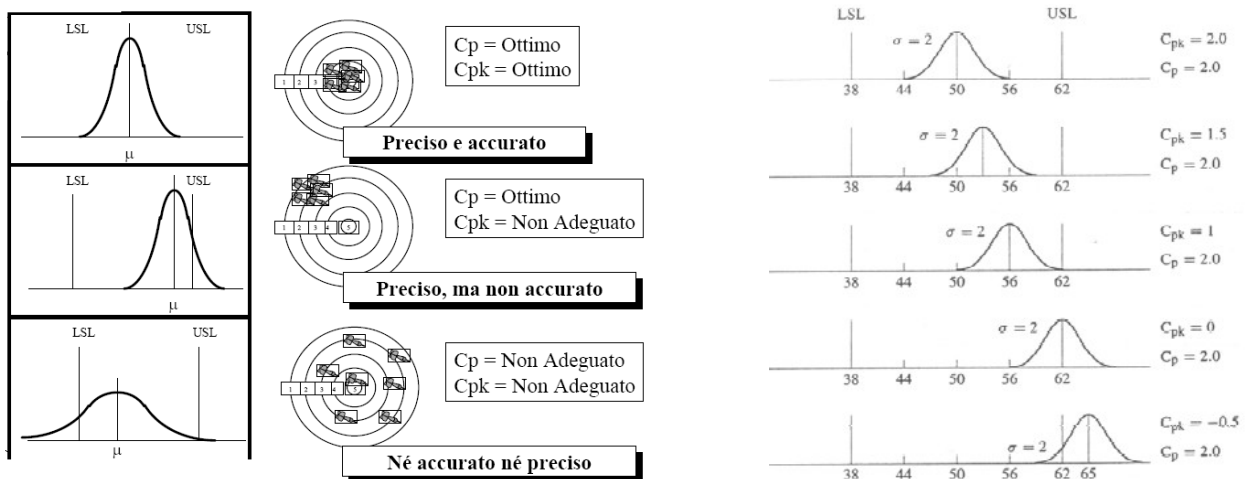


figura 1: Esempio di indici C_p e C_{pk}

Un processo di continuo miglioramento aziendale, che genera risparmi nelle risorse impiegate, è alla base delle migliori realtà imprenditoriali.

Un'azienda ha utilizzato il Metodo statistico precedentemente descritto per definire oggettivamente l'obiettivo di miglioramento di alcuni processi aziendali, avvalendosi del software Minitab®.

In particolare sono stati analizzati due processi.

Come primo è stato considerato il processo di efficacia della vendita cioè la concretizzazione dei contatti in contratti di vendita e come secondo, la corretta qualità della consegna del prodotto.

Dall'effettuazione di un'analisi, risulta che i dati assumono una distribuzione normale ($f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\langle x \rangle}{\sigma}\right)^2}$; $\sigma_x = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\langle x \rangle}{\sigma}\right)^2}$), requisito fondamentale richiesto dagli indici di capacità.

In seguito, è stata effettuata l'analisi della capacità del processo, calcolando i coefficienti C_p e C_{pk} prendendo come LSL e ULS i valori di $\langle x \rangle \pm 3\sigma$. Tale assunzione non è propriamente corretta ma può dare un'indicazione di come il processo evolve.

Non trattandosi di processi a carattere industriale, non sono noti e quindi disponibili i limiti inferiori e superiori di specifica, per questo motivo è stato preso in considerazione il limite inferiore (LSL), al quale è stato attribuito in un primo caso il valore dell'obiettivo inizialmente prefissato dall'azienda e in un secondo caso la media $\langle x_1 \rangle$ dei dati mensili relativi ai singoli processi analizzati in questo lavoro.

Lo scopo è quello di poter calcolare oggettivamente il livello di miglioramento che si vuole attuare.

Raccolti i dati mensili, per ciascun processo è stata calcolata la media $\langle x_1 \rangle$ e il relativo scarto quadratico medio σ_{x_1} .

Nel primo caso è stato assunto come Limite Inferiore (LSL) l'obiettivo e nel secondo caso la media $\langle x_1 \rangle$.

Successivamente è stata calcolata la nuova media $\langle x_2 \rangle$, alla quale è stato addizionato o sottratto 2σ , se si ritiene sufficiente il 95,44% di probabilità delle osservazioni o 3σ per il 99,73%.

Calcolata la nuova media, si procede con il calcolo della percentuale di miglioramento facendo il rapporto tra il $(\langle x_2 \rangle - \langle x_1 \rangle) / \langle x_1 \rangle$.

Supponendo di mantenere la stessa deviazione standard per le due distribuzioni.

A titolo esemplificativo è riportato il lavoro svolto.

- **Processo efficacia della vendita:**

Calcolata la media $\langle x_1 \rangle$ dei dati mensili ($\langle x_1 \rangle = 0,26$) e il relativo scarto quadratico medio σ ($\sigma = 0,041209$), abbiamo assunto nel primo caso come Limite Inferiore (LSL), l'obiettivo (OBJ).

$$LSL = Obj \rightarrow Obj = 0,3$$

Successivamente è stata calcolata la nuova media $\langle x_2 \rangle$:

$$x_2 = obj + 3\sigma = 0,4236$$

Considerando che:

- Il 68,26% dell'area totale (e quindi delle osservazioni), è compreso in un intervallo pari a $\langle x \rangle \pm \sigma$.
- Il 95,44% dell'area totale della curva (e quindi delle osservazioni), è compreso in un Intervallo pari a $\langle x \rangle \pm 2\sigma$.
- Il 99,73% dell'area totale della curva (e quindi delle osservazioni), è compreso in un Intervallo pari a $\langle x \rangle \pm 3\sigma$.

Sono stati effettuati i seguenti calcoli:

1. $\langle x_2 \rangle + 3\sigma = 0,547$
2. $\langle x_2 \rangle - 3\sigma = 0,299$
3. $\langle x_2 \rangle + 2\sigma = 0,506$
4. $\langle x_2 \rangle - 2\sigma = 0,341$

Calcolata la nuova media $\langle x_2 \rangle$, si procede con il calcolo della percentuale di miglioramento facendo il rapporto tra il $(\langle x_2 \rangle - \langle x_1 \rangle) / \langle x_1 \rangle$ ottenendo:

$$(0,4236 - 0,26) / 0,26 = 63\%$$

Nella figura sottostante, figura 2, sono riportati i grafici relativi al process capability, alla distribuzione di probabilità gaussiana e la relativa carta di controllo.

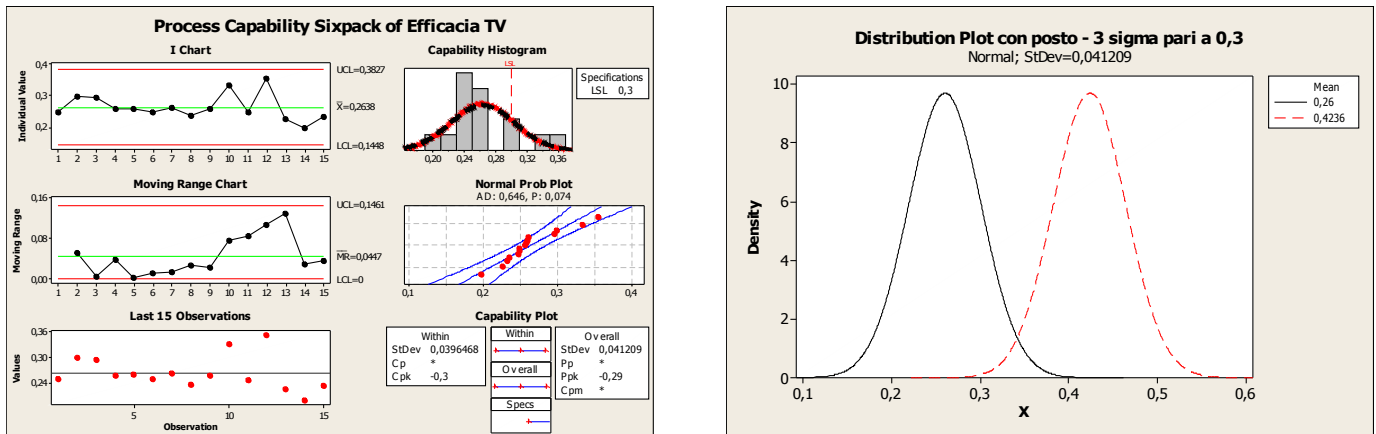


figura 2: grafici relativi al calcolo della capacità del processo con $LSL = 0.3$

Nel secondo caso, calcolata la media $\langle x_1 \rangle$ dei dati mensili e il relativo scarto quadratico medio σ ($\sigma = 0,041209$), abbiamo assunto come Limite Inferiore (LSL), la media $\langle x_1 \rangle$.

$$LSL = \langle x_1 \rangle \rightarrow \langle x_1 \rangle = 0,26$$

Successivamente è stata calcolata la nuova media $\langle x_3 \rangle$:

$$\langle x_3 \rangle = \langle x_1 \rangle + 3\sigma = 0,3839$$

ed effettuati i seguenti calcoli (considerando la percentuale di Osservazioni che vogliamo conoscere, descritti precedentemente):

1. $\langle x_3 \rangle + 3\sigma = 0,507$
2. $\langle x_3 \rangle - 3\sigma = 0,260$
3. $\langle x_3 \rangle + 2\sigma = 0,466$
4. $\langle x_3 \rangle - 2\sigma = 0,301$

Calcolata la nuova media $\langle x_3 \rangle$, si procede con il calcolo della percentuale di miglioramento facendo il rapporto tra il $(\langle x_3 \rangle - \langle x_1 \rangle) / \langle x_1 \rangle$:

$$(0,3839 - 0,26) / 0,26 = 48\%$$

Nella figura sottostante, figura 3, sono riportati i grafici relativi al process capability, alla distribuzione di probabilità gaussiana e la relativa carta di controllo.

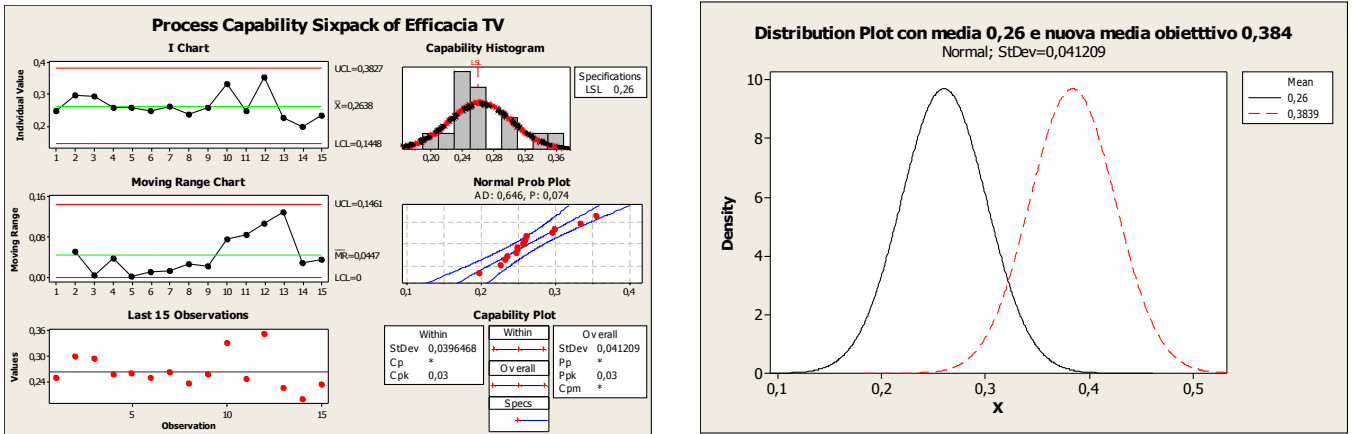


figura 3: grafici relativi al calcolo della capacità del processo con LSL = 0.26

Per completezza riportiamo i risultati del secondo processo analizzato con la stessa metodologia.

- **Processo qualità consegna:**

Calcolata la media $\langle x_1 \rangle$ dei dati mensili ($\langle x_1 \rangle = 99,03$) e il relativo scarto quadratico medio σ ($\sigma = 0,8707$), abbiamo assunto nel primo caso come Limite Inferiore (LSL), l'obiettivo (OBJ).

$$LSL = Obj \rightarrow Obj = 98,5$$

Risultando una percentuale di miglioramento pari al 2,1%.

Riportiamo, in figura 4, i grafici relativi al process capability, alla distribuzione di probabilità gaussiana e la relativa carta di controllo.

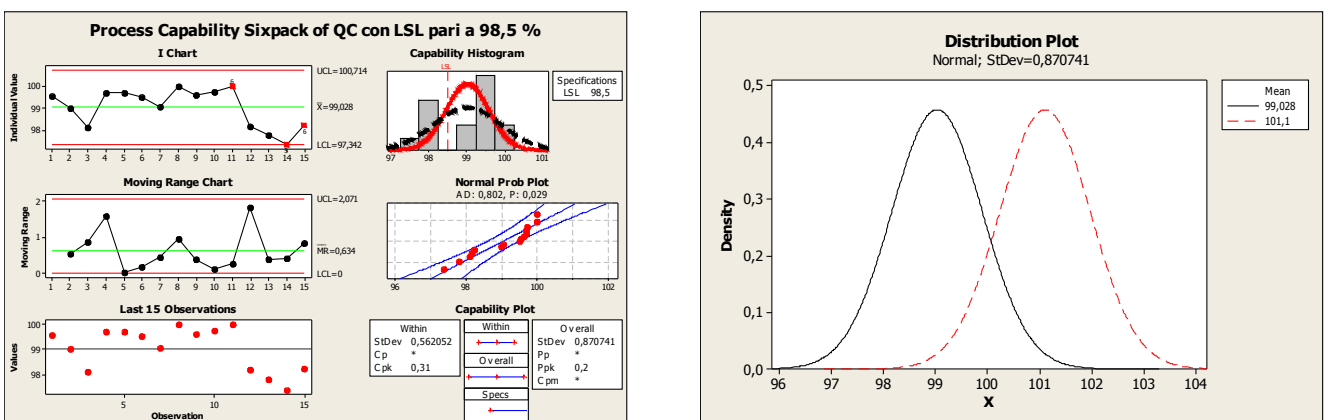


figura 4: grafici relativi al calcolo della capacità del processo con LSL = 98.5

Utilizzando invece come Limite Inferiore (LSL) la media $\langle x_1 \rangle$.

$$LSL = \langle x_1 \rangle \rightarrow \langle x_1 \rangle = 99,03$$

Risultando una percentuale di miglioramento pari al 2,6%.

Nei grafici di figura 5, sono riportati i grafici relativi al process capability, alla distribuzione di probabilità gaussiana e la relativa carta di controllo.

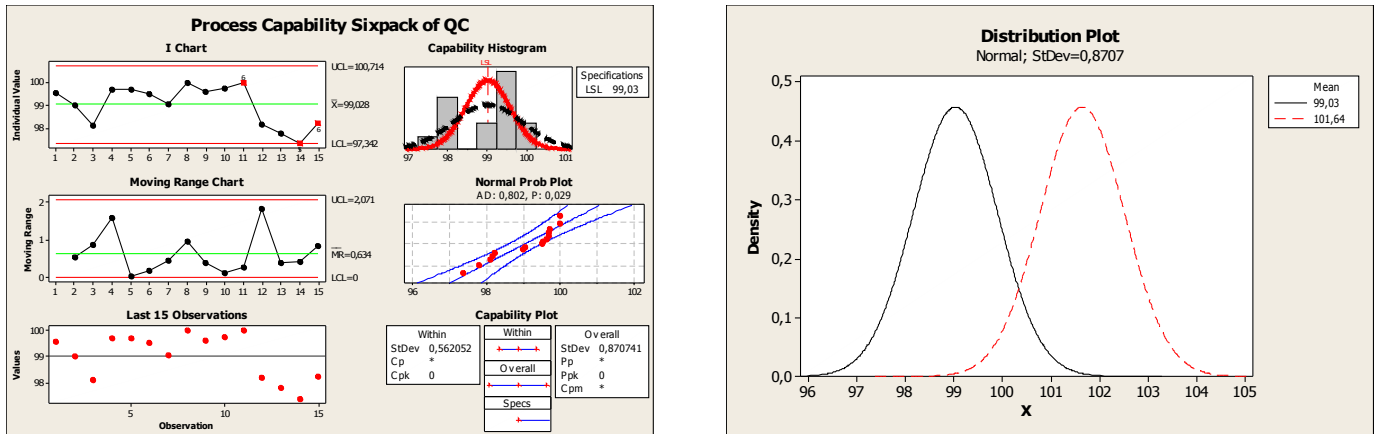


figura 5: grafici relativi al calcolo della capacità del processo con $LSL = 99,03$

Conclusioni:

Nel seguente lavoro è stata applicata una metodologia statistica, in particolare l'analisi della capacità di un processo, per definire oggettivamente un obiettivo di miglioramento, rispetto ad un obiettivo precedentemente prefissato dall'azienda; è stato definito il campo d'indagine ovvero il processo di efficacia della vendita cioè la concretizzazione dei contatti in contratti di vendita e il processo relativo alla qualità della consegna del prodotto.

Una prima analisi evidenzia che i dati assumono una distribuzione normale, sono stati quindi calcolati i coefficienti C_p e C_{pk} . Da tale analisi è emerso che non trattandosi di processi a carattere industriale, non sono noti e disponibili i limiti inferiori e superiori di specifica. Per questo motivo è stato preso in considerazione il limite inferiore (LSL), a quale è stato attribuito in un primo caso il valore dell'obiettivo inizialmente prefissato dall'azienda e in un secondo caso la media x_1 dei dati mensili relativi ai singoli processi analizzati in questo lavoro.

Sono stati calcolati i nuovi valori delle medie in funzione degli scarti quadratici ottenuti e la relativa percentuale di miglioramento nei casi in cui sia utilizzato l'obiettivo o la media iniziale come parametro di partenza.

Mediante l'utilizzo del software Minitab® è stato possibile calcolare e rappresentare graficamente il process capability, la distribuzione di probabilità gaussiana e la relativa carta di controllo. L'azienda ha adesso tutte le informazioni necessarie per conoscere di quanto deve migliorare il suo processo in funzione delle strategie aziendali.