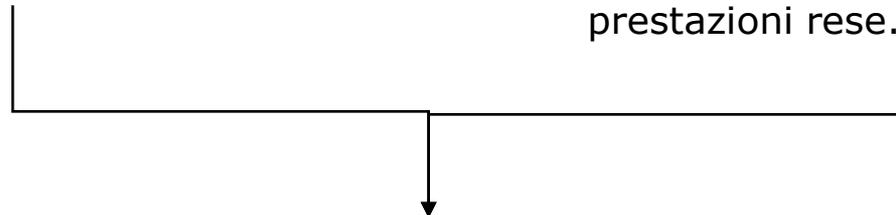

IL CONTROLLO DELLE PRESTAZIONI DEL PROVIDER

(riferimenti)

Il controllo delle prestazioni del provider - premessa (1)

in merito alla fase di "gestione ordinaria" dell'outsourcing sono state richiamate le prassi di miglioramento continuo, la cui logica si sviluppa sulla base di misurazioni ("check").

il "global service" è caratterizzato da un pricing variabile e comunque da compensi correlati al conseguimento degli obiettivi stabiliti ed al miglioramento degli stessi. Si pone quindi una questione di misurazione delle prestazioni rese.



la misurazione, o comunque le attività di verifica delle prestazioni, si configura quindi quale problematica di rilievo

Il controllo delle prestazioni del provider

- premessa (2)

la misurazione, o comunque le attività di verifica delle prestazioni, si configura quindi quale problematica di rilievo

```
graph TD; A[la misurazione, o comunque le attività di verifica delle prestazioni, si configura quindi quale problematica di rilievo] --> B[a prescindere da quanto relativo alla strumentazione di controllo, ne conseguono questioni di efficacia, con ciò intendendo la possibilità di considerare le misurazioni effettuate/i dati rilevati quale reali indicatori della caratteristica dell'oggetto - servizio o prodotto - in valutazione.]; B --> C[... il supporto a tali questioni è individuabile per il tramite di adeguate considerazioni di carattere statistico.];
```

a prescindere da quanto relativo alla strumentazione di controllo, ne conseguono questioni di efficacia, con ciò intendendo la possibilità di considerare le misurazioni effettuate/i dati rilevati quale reali indicatori della caratteristica dell'oggetto - servizio o prodotto - in valutazione.

... il supporto a tali questioni è individuabile per il tramite di **adeguate considerazioni di carattere statistico.**

Il controllo delle prestazioni del provider - premessa (3)

... il supporto a tali questioni è individuabile per il tramite **adeguate considerazioni di carattere statistico.**

questo file vuole appunto essere funzionale allo sviluppo di tali considerazioni.

Comunque **si evidenzia** che:

- quanto riportato è allo scopo di sola informazione sulla possibile strumentazione di controllo, la cui unica funzione è quindi di riferimento. In altri termini, l'applicazione a specifici casi richiede approfondimenti sull'applicabilità della strumentazione proposta.
- che di fatto spesso non si considera, sia pure in misura elementare, la componente statistica! Altrettanto spesso comunque progetti di miglioramento si bloccano proprio per non consenso sui dati rilevati.
- che, ancor prima dell'applicazione di strumentazione di carattere statistico, esiste comunque la problematica di definizione del sistema/criterio di misurazione (o di valutazione). Ciò a prescindere dal livello di sofisticatezza della misurazione da effettuare.
- che, aldilà dei risultati delle misurazioni, comunque vale la percezione (opportunamente suffragata) sulla capacità di miglioramento del fornitore.

in sintesi: è **"marcatamente" utile includere quanto nel seguito presentato nella propria strumentazione professionale, sapendo comunque che l'applicazione deve essere ben congegnata al caso in questione** (... e comunque che la strumentazione non si esaurisce con quanto presentato).

Il controllo delle prestazioni del provider - l'inferenza statistica (1)

... il problema evidenziato (di efficacia/affidabilità) delle misurazioni effettuate sostanzialmente riporta alla quantità di prestazioni effettuate o, in altri termini, all'intensità del controllo. E' infatti evidente che a priori (e per questioni di costi) non si può valutare ogni singola prestazione (oggetto o servizio) del provider/fornitore. La ragionevolezza vuole che si operi per campionamento.



è ovvia la non praticità di condurre controlli sulla totalità del prodotto o servizio interessato e sulla totalità delle relative caratteristiche.

... operare per campionamento porta al considerare questioni di inferenza statistica.

L'inferenza statistica è il procedimento per cui si deducono le caratteristiche di una popolazione dall'osservazione di una parte di essa, detta campione, selezionata solitamente mediante un esperimento casuale (aleatorio).

Il controllo delle prestazioni del provider - l'inferenza statistica (2)

- al concetto di inferenza statistica è associata la definizione di **intervallo di confidenza**.
- quando si stima un parametro, la semplice individuazione di un singolo valore è spesso non sufficiente. È opportuno allora accompagnare la stima di un parametro con un intervallo di valori plausibili per quel parametro, intervallo che viene appunto definito intervallo di confidenza (o di fiducia).
- si potrà ad esempio voler verificare o affermare che il parametro θ sia compreso fra due limiti L ed U, ovvero che:

tale parametro generalmente sarà uno degli indici statistici indicati.

$$L \leq \theta \leq U$$

Il controllo delle prestazioni del provider - l'inferenza statistica (3)

- l'espressione "voler verificare o affermare che il parametro θ sia compreso fra due limiti" comporta il voler verificare o affermare con un certo grado di sicurezza, ovvero ad un certa probabilità (... di reale contenimento del parametro nei limiti indicati).
- in altri termini si vuole poter affermare che la probabilità che θ sia maggiore o uguale a L o minore o uguale a U sia $1 - \alpha$, ovvero

$$P\{L \leq \theta \leq U\} = 1 - \alpha$$

- $1 - \alpha$ è detto **livello di confidenza**. Per $\alpha = 5\%$ il livello di confidenza sarà del 95%, per $\alpha = 1\%$ il livello di confidenza sarà del 99% ecc.

Il controllo delle prestazioni del provider - l'inferenza statistica (4)

- in App. 1 sono riportati, insieme ad alcuni concetto base di statistica, le formule per la valutazione degli intervalli di confidenza per medie (nei due casi di varianza nota e ignota) e per differenza fra medie.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (1)

- “operativamente prossimo” al concetto di inferenza statistica è il **controllo per accettazione**. Il controllo per accettazione è infatti generalmente condotto a campione, riproponendo quindi le problematiche di efficacia/affidabilità del controllo di cui alle pagine precedenti.
- A tal proposito è necessario un punto di attenzione:
 - nella fattispecie il controllo di accettazione è tipico degli ambiti di produzione, ovvero applicato all'accettazione o meno di lotti di componentistica o materie prime in ingresso.
 - nell'ambito dell'outsourcing (rif. premessa pag. 1) in effetti non si pone tanto la questione di accettazione o rigetto di un lotto, quanto la necessità di riscontro di corretta gestione (da parte del provider) dei processi esternalizzati. Ciò premesso (e comunque ed ancora tenendo presente quanto alle pagine di “premesse”) le logiche di controllo di accettazione possono costituire un valido riferimento.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (2)

- più nello specifico il controllo di accettazione comprende l'insieme delle attività intese alla verifica di rispondenza fra il prodotto o servizio fornito ed i relativi requisiti di specifica o di capitolato.
- il controllo per accettazione, che è tipicamente condotto su un campione, implicitamente considera i concetti di **rischio di accettazione** (rischio del cliente) di un lotto quando il lotto contiene invece elementi di non conformità superiori a quanto accettabile e, viceversa, il **rischio di rigetto** di un lotto (rischio del fornitore). L'espressione "operativamente prossimo" (al concetto di inferenza statistica) di cui alla pagina precedente è associabile anche ai rischi suddetti.

in merito a quanto espresso è importante la condizione di omogeneità del lotto, condizione che, per questioni operative, a priori sembrerebbe più direttamente applicabile al controllo di prodotti che a quello di servizi. Mentre il prodotto è infatti associabile a quantità generate in prestabilite condizioni di processo e quindi anche in un certo ben definito periodo temporale, il servizio, almeno quando inteso come prestazione ripetuta nel tempo e proprio per tale aspetto di maggior estensione temporale, può con più probabilità essere influenzato da variazioni di processo. Tuttavia, avendo presenti le considerazioni di pag. 4, tale possibile limite può essere opportunamente gestito.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (3)

- le questioni indicate nell'esplicitazione del controllo per accettazione riportano al **piano di campionamento**, ovvero all'insieme dei riferimenti necessari per la definizione de:
 - ✓ il lotto in considerazione
 - ✓ la dimensione del campione
 - ✓ la caratteristica di qualità richiesta
 - ✓ le condizioni di accettazione o di rifiuto
- l'ultimo dei punti citati si correla direttamente alle condizioni di "rischio fornitore" e "rischio cliente".
- ... in pratica il piano di campionamento utilizzato deve assicurare che:
 - ✓ non si corra un rischio maggiore del 5% che il lotto di qualità migliore del Livello di Qualità Accettabile (**LQA** o **AQL**) sia rifiutato.
 - ✓ non si corra un rischio maggiore del 10% che il lotto di qualità inferiore al Livello di Qualità Tollerabile (**LQT**) sia accettato.

le percentuali del 5% e del 10% sono i valori ai quali generalmente ci si riferisce. Ovviamente ciò non significa che non si possa operare su differenti valori.

La probabilità di accettazione o di rifiuto di un lotto, per uno stesso piano di campionamento, varia in funzione della qualità; tale probabilità viene descritta dalla **curva operativa**.

[E. Belluco – Metodi statistici per la qualità]

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (4)

- la curva operativa permette di determinare il livello di qualità accettabile LQA ed il livello di qualità tollerabile LQT a fronte:
 - ✓ della determinazione dei livelli di "rischi cliente" e "rischio fornitore",
 - ✓ e dei parametri propri del piano di campionamento, ovvero de:
 - la numerosità del lotto,
 - la numerosità del campione,
 - il numero massimo di elementi (pezzi/prestazioni) difettosi (non conformi) ammessi nel campione per accettazione del lotto,
 - il numero massimo di elementi (pezzi/prestazioni) difettosi (non conformi) a partire dal quale il lotto viene rifiutato.

- la curva operativa di fatto esplicita l'andamento della probabilità in funzione della percentuale di pezzi difettosi. La costruzione di tali curve avviene tramite l'applicazione delle distribuzioni statistiche, in particolare della binomiale e della poissoniana.

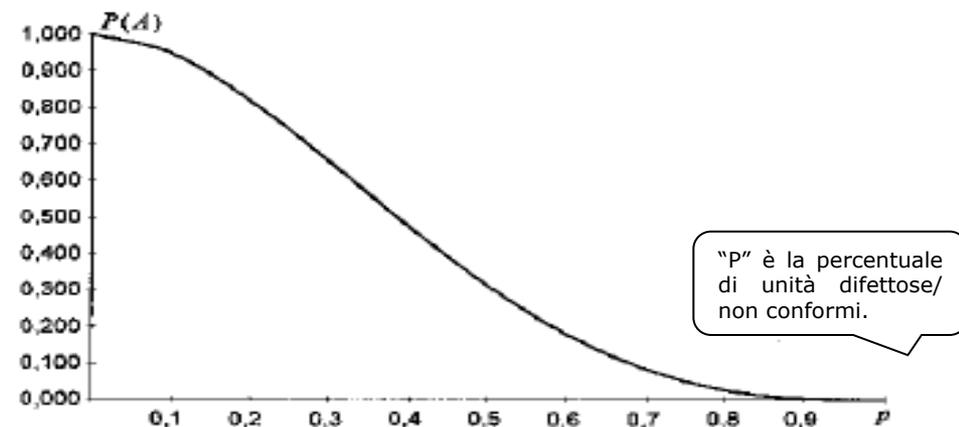


Fig. 3.42 - Curva operativa caratteristica

[E. Belluco - Metodi statistici per la qualità]

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (5)

dalla curva operativa, in corrispondenza del livello di "rischio fornitore" R_F (5%) e del "rischio cliente" R_C (10%) è possibile quindi ricavare i valori di LQA e LQT (in pratica comunque si opera sul solo LQA).

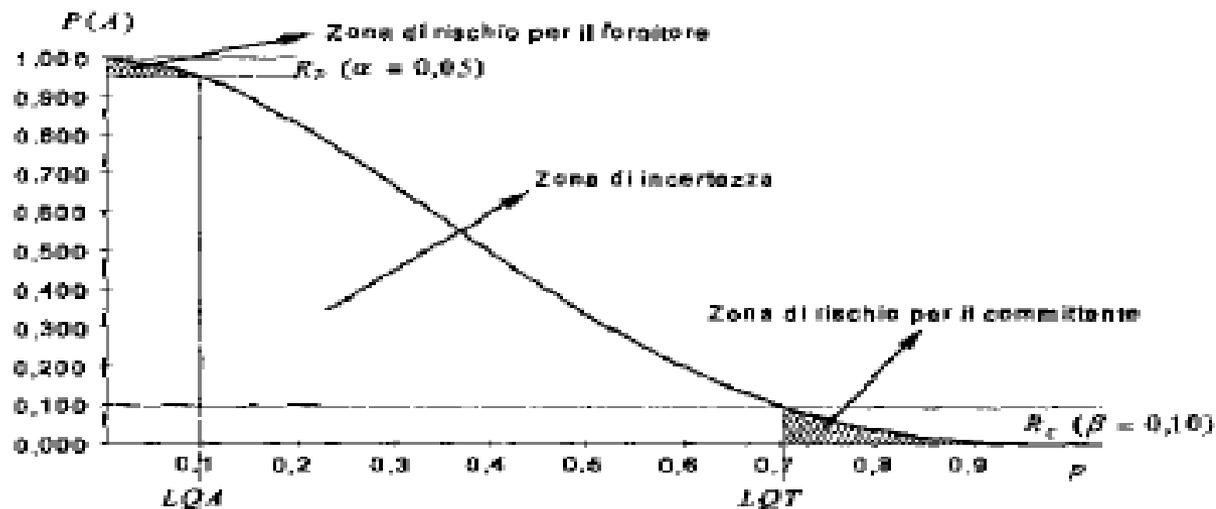


Fig. 3.43 – Curva operativa caratteristica

[E. Belluco – Metodi statistici per la qualità]

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (6)

- premesso quanto in precedenza esposto, si presenta comunque il problema di controllo per attributi o variabili:
 - ✓ il controllo per attributi sostanzialmente riporta all'individuazione di caratteristiche tali per cui la singola unità possa essere considerata accettabile (conforme) o meno (ad es.: dimensione, peso, parametro in generale entro o oltre un certo valore). Sostanzialmente si fa quindi riferimento alla presenza di pezzi difettosi o di difetti in un campione.
 - ✓ il controllo per variabili si basa invece sugli indici (media e deviazione standard) calcolati sulla base di quanto rilevato dal campione e relativi alla caratteristica controllata.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (7) controllo per attributi (i)

- la definizione stessa di controllo per attributi (numero di pezzi difettosi o di difetti) implica l'applicazione della distribuzione binomiale o della poissoniana.
- a fronte della definizione della numerosità del campione n e del numero di pezzi di riferimento per l'accettazione o il rigetto del lotto (n_A o n_T) è possibile, sulla base di differenti percentuali di difettosità p , sviluppare la curva operativa e quindi definire l'entità del rischio cliente e del rischio fornitore (la lettura dell'esercizio riportato può essere di supporto alla comprensione)

In un contratto di compravendita si è stabilito che, al momento della consegna, sarà estratto un campione di 8 elementi e che:

- la merce sarà accettata se il campione conterrà al massimo un pezzo difettoso;
- la merce sarà rifiutata se il campione conterrà più di tre pezzi difettosi;
- se il campione conterrà due o tre pezzi difettosi si ripeterà l'operazione fino a quando non si verificherà una condizione di cui ai punti a) e b).

In questo caso risulta che $n = 8$, $n_A = 1$, $n_T = 4$; quindi:

$$LQA = \frac{n_A}{n} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$LQT = \frac{n_T}{n} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2} = 0,50$$

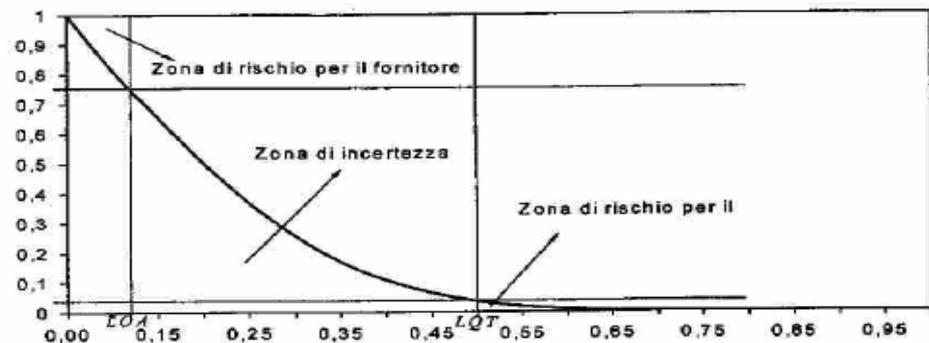
$$P(A) = \sum_{k=0}^1 \binom{8}{k} \cdot p^k \cdot (1-p)^{8-k} = \binom{8}{0} \cdot p^0 \cdot (1-p)^8 + \binom{8}{1} \cdot p^1 \cdot (1-p)^{8-1} = (1-p)^8 + 8p \cdot (1-p)^7 = (1-p)^7 \cdot (1+7p)$$

Utilizzando questa relazione le probabilità di accettazione per le diverse percentuali di prodotti difettosi risultano essere (tab. 3.24):

Tab. 3.24 - Tabella per la costruzione della curva operativa

p	0	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
$P(A)$	1	0,8131	0,6572	0,5033	0,3671	0,2553	0,1691	0,1064	0,0632	0,0352
P	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
$P(A)$	0,0181	0,0085	0,0036	0,0013	0,0004	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Graficamente (fig. 3.46):



Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (8) controllo per attributi (ii)

- diverse combinazioni di n ed n_A generano quindi differenti piani di campionamento.
- di fatto comunque sono utilizzati piani già predisposti e pubblicati dalla norma **MIL-STD-105 D** (del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti) o dall'equivalente **UNI ISO 2859**.
- si rimanda alla norma stessa o a testi specialistici per l'esplicitazione di dettaglio. Comunque, il meccanismo della norma comprende:
 - ✓ un primo prospetto (fig. 1 pag. 17) per scelta del "livello di controllo", che, in funzione del pregresso del controllo stesso, può essere "normale", "ridotto", "rinforzato".
 - ✓ una volta definito il livello di controllo, in funzione della numerosità del lotto la norma propone un "codice alfabetico" (fig. 2 pag. 17) funzionale alla numerosità del campione.
 - ✓ sulla base di tale codice si determina il campione (fig. pag. 18), e sulla base del valore di AQL (LQA) il numero limite di unità non conformi a fronte del quale accettare o respingere il lotto.
- Ad es., qualora si decidesse per un livello di ispezione normale (livello II) ed il lotto fosse di 800 unità, la tabella (fig. 2 pag. 17) indica la lettera J. A fronte di tale lettera, la tavola di pag. 18 indica un campione di 80 unità; se il livello di AQL scelto fosse lo 0.65% il lotto sarebbe da accettare qualora in tale campione si ritrovasse una unità non conforme o da respingere qualora il numero delle non conformi fosse superiore.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (9) controllo per attributi (iii)

Fig. 1

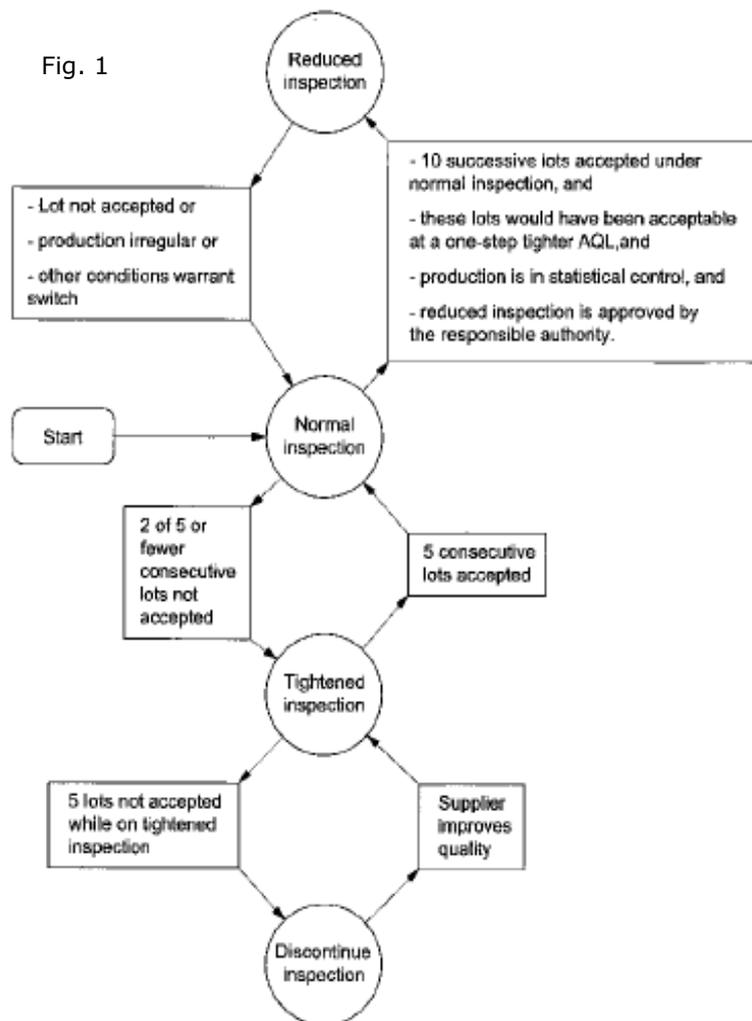


Figure 1 — Outline of the switching rules

Fig. 2

TABLE 24-5 Sample Size Code Letters*

Lot or batch size	General inspection levels		
	I	II	III
2 to 8	A	A	B
9 to 15	A	B	C
16 to 25	B	C	D
26 to 50	C	D	E
51 to 90	C	E	F
91 to 150	D	F	G
151 to 280	E	G	H
281 to 500	F	H	J
501 to 1,200	G	J	K
1,201 to 3,200	H	K	L
3,201 to 10,000	J	L	M
10,001 to 35,000	K	M	N
35,001 to 150,000	L	N	P
150,001 to 500,000	M	P	Q
500,001 and over	N	Q	R

* Sample size code letters given in body of table are applicable when the indicated inspection levels are to be used. The Standard includes an added table of code letters for small-sample inspection.

[J.M. Juran – Quality Control Handbook]

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (11) controllo per variabili (i)

- “parallelamente alla logica” per cui il controllo per attributi (che è riferito alla sussistenza o meno di numero di pezzi difettosi o di difetti) implica l’applicazione della distribuzione binomiale o della poissoniana, il controllo per variabili, che implicitamente suppone continuità dei valori assunti, presuppone la sussistenza di una distribuzione normale.
- una volta determinati dal campione i valori della media \bar{x} e della varianza s - eventualmente sviluppando adeguate valutazioni di inferenza statistica (per la media ad es. tramite l’applicazione di quanto a pag. 35) - ed avendo come riferimento le caratteristiche della distribuzione normale (rif. pagg. 28-29), è possibile risalire alla percentuale di unità eventualmente esterna ai limiti di specifica.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (12) controllo per variabili (ii)

più nel dettaglio, e comunque per arrivare al concetto di curva operativa (propedeutica ai piani di campionamento per variabili) ...

- si immagini di conoscere la deviazione standard σ e di avere un limite di specifica U (al quale è quindi collegabile una probabilità p di avere valori superiori) e di definire una regola per cui il lotto è accettato per valori delle media campionario $\bar{x} \leq U - k\sigma$, allora - sapendo che, per una distribuzione normale, la media delle medie dei campioni (rif. "distribution of sample means" di figura) coincide con la media μ della popolazione - la probabilità di accettazione sarà data dall'area tratteggiata di figura (considerando che la regola suddetta è equivalente a $\bar{x} + k\sigma \leq U$, stessa considerazione vale per la "seconda figura").

➤ ...

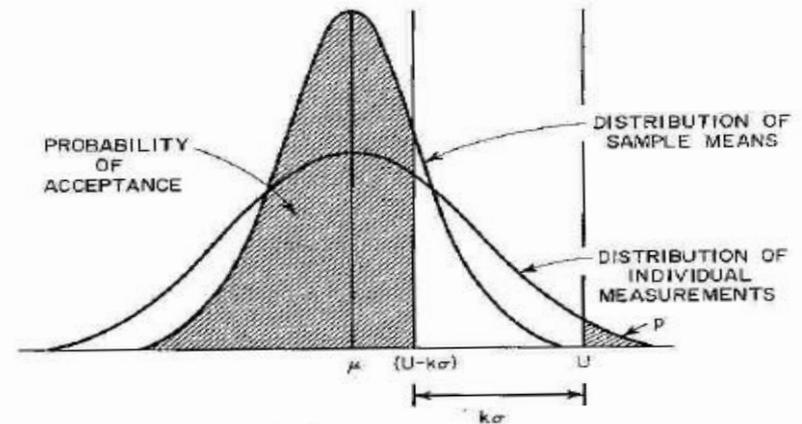


Fig. 25-1 ($U - k\sigma$) method.

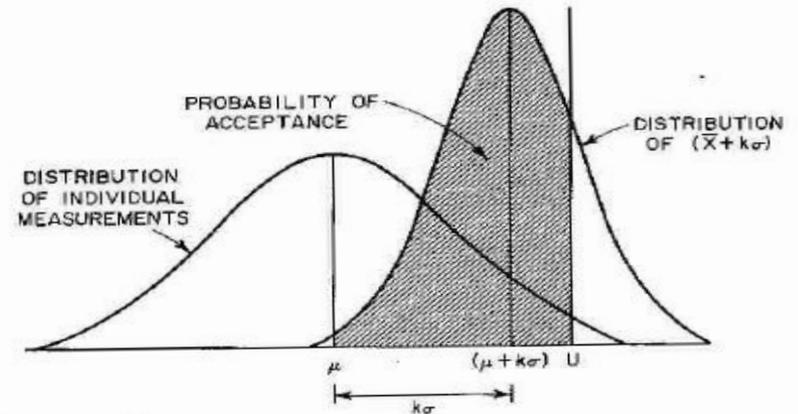


Fig. 25-2 ($\bar{x} + k\sigma$) method.

[J.M. Juran - Quality Control Handbook]

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (13) controllo per variabili (iii)

p_1 = acceptable proportion defective
 $1 - \alpha$ = probability of acceptance at p_1
 p_2 = rejectable proportion defective
 β = probability of acceptance at p_2

- analogamente a quanto espresso per il controllo per attributi, diversi valori di p possono generare differenti piani di campionamento.
- anche nel caso del controllo per variabili di fatto comunque sono utilizzati piani già predisposti e pubblicati dalla norma **MIL-STD-414** o dall'equivalente **UNI ISO 3951**.

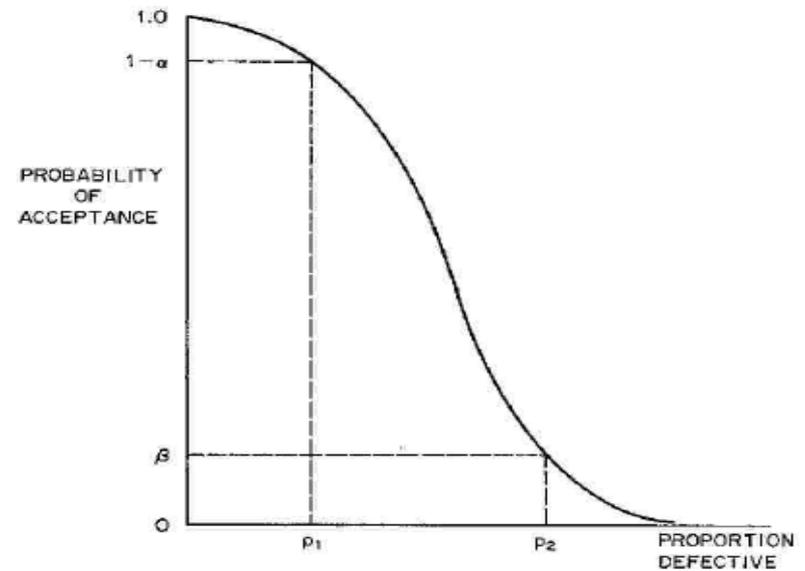


Fig. 25-4 Operating characteristic curve.

[J.M. Juran - Quality Control Handbook]

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (14) controllo per variabili (iv)

- le **MIL-STD-414** presentano differenti alternative di applicazione, per le quali si rimanda a testi specialistici.
-
- ancora al solo scopo di informazione sul meccanismo di utilizzo, sono riportate le tavole delle pagg. 24 e 25, che, assegnati i limiti di specifica U ed L (superiore ed inferiore), permettono di calcolarne le relative probabilità di superamento (p_U e p_L) e quindi di assumere adeguate decisioni di accettazione o rigetto del lotto.
- nello specifico:
 - ✓ a fronte di un lotto di numerosità n e della definizione del livello di ispezione, tavole simili a quelle utilizzate per il campionamento per attributi (rif. pag. 17), forniscono un codice alfabetico necessario per la determinazione del campione.
 - ✓ sulla base di tale codice e del valore di AQL prescelto (rif. tavola pag. 23) è quindi definito un valore M , che rappresenta il limite massimo che le suddette probabilità p_U e p_L possono assumere per accettazione del lotto.
 - ✓ tali probabilità sono derivabili dalla tabella di pag. 24 sulla base dei valori Q_U e Q_L rispettivamente calcolati come $(U-\bar{x})/s$ e $(\bar{x}-L)/s$, dove \bar{x} ed s sono la media e la deviazione standard del campione.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (15) controllo per variabili (v)

TABLE 25-8 Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown, Standard Deviation Method (Double Specification Limit and Form 2, Single Specification Limit)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable quality levels (normal inspection)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7.59	18.86	26.94	33.89	40.47
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7	↓	↓	↓	↓	0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10	↓	↓	↓	0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.250	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.280	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.264	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.275	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	0.147	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.203	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.204	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptable quality levels (tightened inspection)													

All AQL and table values are in percent defective.
 ↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

Il controllo delle prestazioni del provider - controllo per accettazione (16) controllo per variabili (vi)

TABLE 25-9 Table for Estimating the Lot Percent Defective Using Standard Deviation Method

Q_U or Q_L	Sample sizes															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
0.1	47.2	46.7	46.4	46.3	46.2	46.1	46.1	46.1	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
0.2	44.5	43.3	42.9	42.5	42.4	42.2	42.2	42.2	42.2	42.1	42.1	42.1	42.1	42.1	42.1	42.1
0.3	41.6	40.0	39.4	38.9	38.6	38.4	38.4	38.3	38.3	38.3	38.3	38.3	38.2	38.2	38.2	38.2
0.4	38.7	36.7	35.9	35.3	34.9	34.7	34.6	34.6	34.6	34.6	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
0.5	38.8	33.3	32.4	31.7	31.4	31.2	31.1	31.0	31.0	31.0	31.0	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9
0.6	32.6	30.0	29.0	28.3	27.9	27.7	27.6	27.6	27.6	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.4	27.4
0.7	29.3	26.7	25.7	25.0	24.7	24.5	24.4	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.2	24.2	24.2	24.2
0.8	25.6	23.3	22.5	21.9	21.6	21.4	21.3	21.3	21.3	21.3	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2
0.9	21.6	20.0	19.4	18.9	18.7	18.5	18.5	18.5	18.5	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
1.0	16.7	16.7	16.4	16.1	16.0	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9	15.9
1.1	9.8	13.3	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6
1.2	0	10.0	10.8	11.1	11.2	11.3	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
1.3	0	6.7	8.2	8.9	9.2	9.4	9.5	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.7
1.4	0	3.3	5.9	7.0	7.4	7.7	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
1.5	0	0	3.8	5.3	5.9	6.2	6.3	6.4	6.5	6.5	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
1.6	0	0	2.0	3.8	4.5	4.9	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4
1.7	0	0	0.7	2.6	3.4	3.8	4.0	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4
1.8	0	0	0	1.6	2.5	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6
1.9	0	0	0	0.9	1.8	2.2	2.4	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8
2.0	0	0	0	0.4	1.2	1.6	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
2.1	0	0	0	0.1	0.7	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8
2.2	0	0	0	0	0.4	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
2.4	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7
2.6	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
2.8	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Il controllo delle prestazioni del provider

Appendice 1

Il controllo delle prestazioni del provider

➤ **indici di posizione:**

✓ media

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

✓ **mediana:** la mediana di un campione è definito come quel valore in un insieme di misure tale che il 50% dei valori cada alla sua destra e il 50% alla sua sinistra.

✓ **moda:** la moda è definita come il valore che compare più frequentemente in un insieme di dati.

Il controllo delle prestazioni del provider

➤ **indici di dispersione:**

✓ **varianza**

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

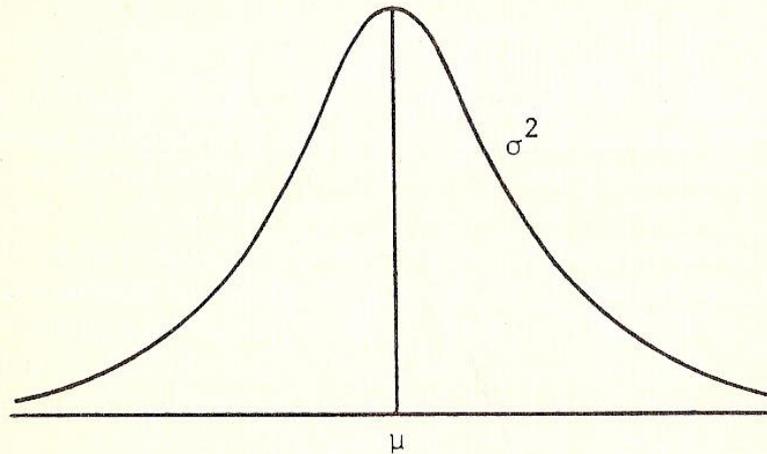
$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2$$

✓ **deviazione standard:** sostanzialmente è la radice quadrata della varianza.

Il controllo delle prestazioni del provider

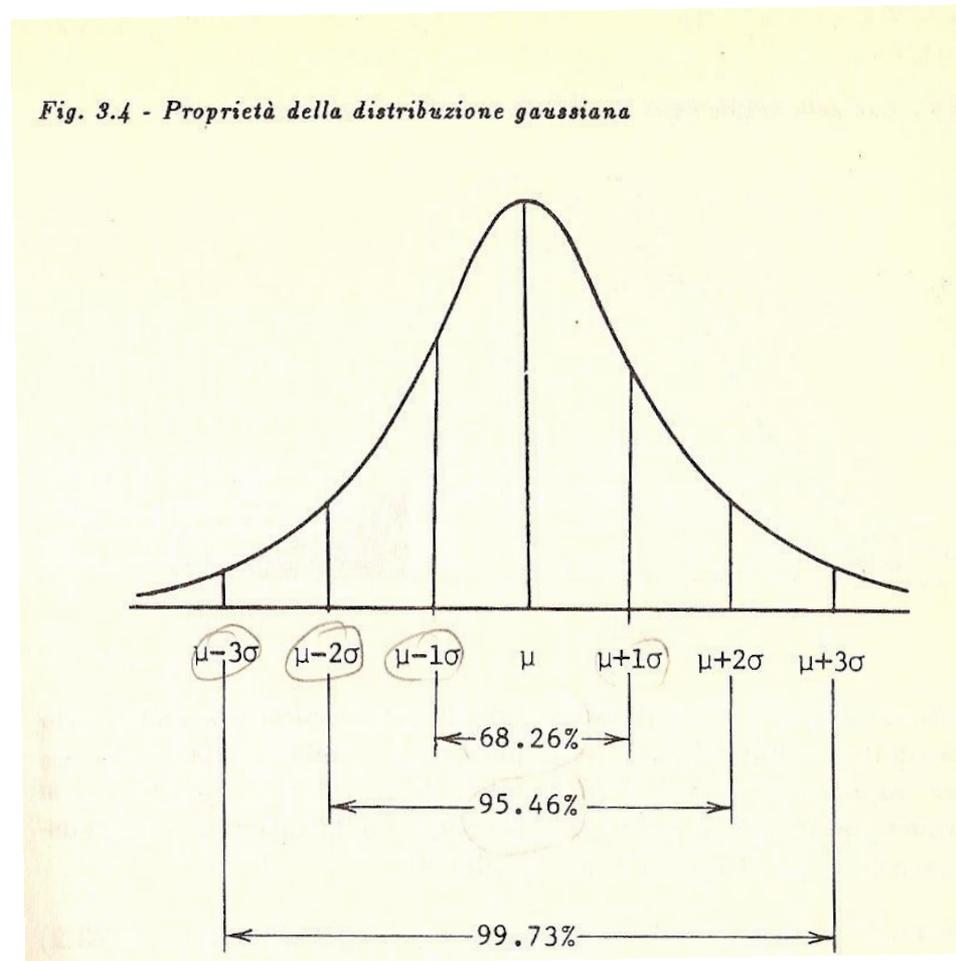
- **distribuzioni di probabilità continua:** ... quando la variabile da misurare è espressa in una scala continua (es.: lettura di vischiosità di un certo tipi di inchiostro)
- distribuzione tipica è la **distribuzione gaussiana.**

Fig. 3.3 - Distribuzione di probabilità gaussiana



Il controllo delle prestazioni del provider - *richiami di statistica*

- relazione fra la media e la deviazione standard di una distribuzione gaussiana.



Il controllo delle prestazioni del provider - richiami di statistica

- formula della distribuzione gaussiana.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad \text{con} \quad -\infty < x < \infty$$

- in effetti, conoscendo la media μ e la deviazione standard σ , nei calcoli si fa riferimento alla variabile standard z .

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Tab. A.1 - Distribuzione gaussiana standard

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.00	.500	.496	.492	.488	.484	.480	.476	.472	.468	.464
0.10	.460	.456	.452	.448	.444	.440	.436	.433	.429	.425
0.20	.421	.417	.413	.409	.405	.401	.397	.394	.390	.386
0.30	.382	.378	.374	.371	.367	.363	.359	.356	.352	.348
0.40	.345	.341	.337	.334	.330	.326	.323	.319	.316	.312
0.50	.309	.305	.302	.298	.295	.291	.288	.284	.281	.278
0.60	.274	.271	.268	.264	.261	.258	.255	.251	.248	.245
0.70	.242	.239	.236	.233	.230	.227	.224	.221	.218	.215
0.80	.212	.209	.206	.203	.200	.198	.195	.192	.189	.187
0.90	.184	.181	.179	.176	.174	.171	.169	.166	.164	.161
1.00	.159	.156	.154	.152	.149	.147	.145	.142	.140	.138
1.10	.136	.133	.131	.129	.127	.125	.123	.121	.119	.117
1.20	.115	.113	.111	.109	.107	.106	.104	.102	.100	.099
1.30	.097	.095	.093	.092	.090	.089	.087	.085	.084	.082
1.40	.081	.079	.078	.076	.075	.074	.072	.071	.069	.068
1.50	.067	.066	.064	.063	.062	.061	.059	.058	.057	.056
1.60	.055	.054	.053	.052	.051	.049	.048	.047	.046	.046
1.70	.045	.044	.043	.042	.041	.040	.039	.038	.038	.037
1.80	.036	.035	.034	.034	.033	.032	.031	.031	.030	.029
1.90	.029	.028	.027	.027	.026	.026	.025	.024	.024	.023
2.00	.023	.022	.022	.021	.021	.020	.020	.019	.019	.018
2.10	.018	.017	.017	.017	.016	.016	.015	.015	.015	.014
2.20	.014	.014	.013	.013	.013	.012	.012	.012	.011	.011
2.30	.011	.010	.010	.010	.010	.009	.009	.009	.009	.008
2.40	.008	.008	.008	.008	.007	.007	.007	.007	.007	.006
2.50	.006	.006	.006	.006	.006	.005	.005	.005	.005	.005
2.60	.005	.005	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.004
2.70	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003
2.80	.003	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
2.90	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001
3.00	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001

Estratto da S. Dowdy e S. Wearden, *Statistics for Research*, Wiley, New York, 1983.
Riprodotta su autorizzazione

Il controllo delle prestazioni del provider

- richiami di statistica

- **distribuzioni di probabilità discrete:** ... quando la variabile da misurare può assumere valori discreti (es.: numero di pezzi difettosi)
- distribuzione tipica è la **distribuzione binomiale.**

in particolare la binomiale rappresenta la probabilità di prove ripetute indipendenti quando i risultati di ciascuna prova sono solamente due.

$$b(y, n, p) = \binom{n}{y} p^y (1 - p)^{n-y}, \quad y = 0, 1, 2, \dots, n$$

dove

$$\binom{n}{y} = \frac{n!}{y!(n-y)!}$$

$$n! = n(n-1)(n-2) \dots 2(1)$$

- n : numero di prove
- p : probabilità di successo
- y : numero di successi (eventi) nelle n prove

Il controllo delle prestazioni del provider

- richiami di statistica

- nell'ambito delle distribuzioni di probabilità discrete è da considerare la **distribuzione di Poisson**.

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

- La distribuzione di Poisson è anche chiamata *legge degli eventi rari*, in quanto può essere applicata al posto della distribuzione binomiale quando la probabilità p di un evento è molto bassa e contemporaneamente la grandezza del campione n è molto alta, ovvero quando un evento è raro, ma il numero di eventi che si verificano ($\lambda = np$) è comunque finito

Il controllo delle prestazioni del provider

- richiami di statistica

Tav. 1 - Valori di $e^{-\lambda}$ ($0 \leq \lambda < 1$)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	1,0000	0,9900	0,9802	0,9704	0,9608	0,9512	0,9418	0,9324	0,9231	0,9139
0,1	0,9048	0,8958	0,8869	0,8781	0,8694	0,8607	0,8521	0,8437	0,8353	0,8270
0,2	0,8187	0,8106	0,8025	0,7945	0,7866	0,7788	0,7711	0,7634	0,7558	0,7483
0,3	0,7408	0,7334	0,7261	0,7189	0,7118	0,7047	0,6977	0,6907	0,6839	0,6771
0,4	0,6703	0,6637	0,6570	0,6505	0,6440	0,6376	0,6313	0,6250	0,6188	0,6126
0,5	0,6065	0,6005	0,5945	0,5886	0,5827	0,5769	0,5712	0,5655	0,5599	0,5543
0,6	0,5488	0,5434	0,5379	0,5326	0,5273	0,5220	0,5169	0,5117	0,5066	0,5016
0,7	0,4966	0,4916	0,4868	0,4819	0,4771	0,4724	0,4677	0,4630	0,4584	0,4538
0,8	0,4493	0,4449	0,4404	0,4360	0,4317	0,4274	0,4232	0,4190	0,4148	0,4107
0,9	0,4066	0,4025	0,3985	0,3946	0,3906	0,3867	0,3829	0,3791	0,3753	0,3716

($\lambda = 1, 2, 3, \dots, 10$)

λ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$e^{-\lambda}$	0,36788	0,13534	0,04979	0,01832	0,006738	0,002479	0,000912	0,000335	0,000123	0,000045

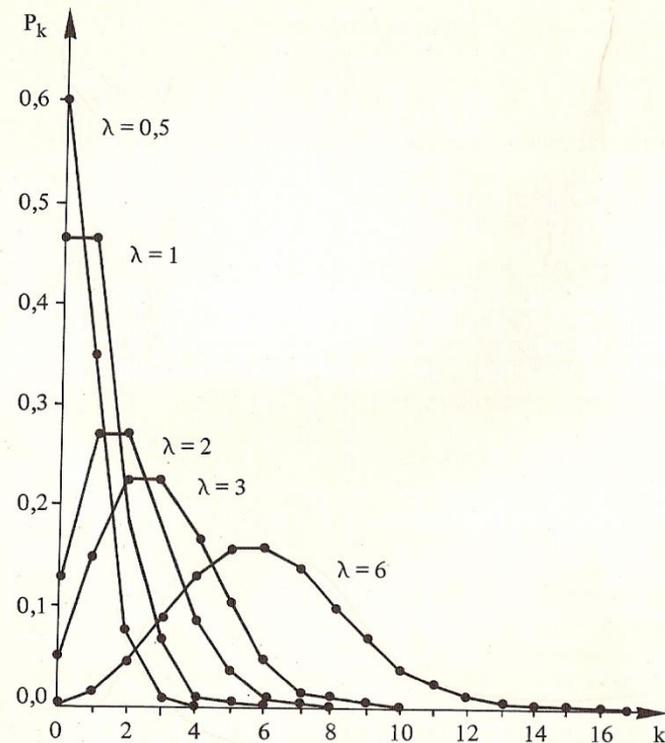


Fig. 2.9.1

Diagramma di frequenza della distribuzione di Poisson per diversi valori di λ .

Il controllo delle prestazioni del provider

- richiami di statistica

- intervallo di confidenza per una media (varianza nota)

$$\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- α : complemento a 100 dell'intervallo di confidenza ($1 - \alpha$),
- n : numerosità del campione
- z : variabile normale standard

Il controllo delle prestazioni del provider - richiami di statistica

- intervallo di confidenza per una media (varianza ignota)

$$\bar{x} - t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

- α : livello di rischio, ovvero complemento a 100 dell'intervallo di confidenza $(1 - \alpha)$,
- n : numerosità del campione
- t : variabile della distribuzione t di Student

La t di Student, i cui valori sono riportati nella tabella, è utilizzata in modo analogo alla variabile standard z. Il parametro ν è detto "grado di libertà) ed è uguale a $n-1$.

b. A.3 - Valori critici della distribuzione t di Student

$\nu \backslash \alpha$	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
INF	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ratto da S. Dowdy e S. Wearden, *Statistics for Research*, Wiley, New York, 1983.
 prodotto su autorizzazione

Il controllo delle prestazioni del provider

- *richiami di statistica*

- intervallo di confidenza per una differenza fra media (varianza nota)

$$(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_B^2}{n_B}} \leq \mu_A - \mu_B \leq (\bar{x}_A - \bar{x}_B) + z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_B^2}{n_B}}$$