



Ministero dello Sviluppo Economico
Dipartimento per le Politiche di Sviluppo e di Coesione

Il campionamento delle operazioni

5 novembre 2008

Carla Carlucci



Antefatto



Il Regolamento (CE) n. 1828/2006, all'articolo 17, stabilisce che il campionamento delle operazioni da sottoporre annualmente ad audit si deve basare su un metodo statistico che tenga conto degli standard di controllo accettati a livello internazionale.

Indice della presentazione



- Gli obiettivi del campionamento
- Parametri tecnici per il campionamento
- La definizione di popolazione e di unità campionaria
- Campionamento PPS, *Probability Proportional to Size*
- Determinazione della dimensione campionaria
- Metodo di selezione del campione
- Valutazione dei risultati del campionamento
- Procedure di campionamento alternative

Gli obiettivi del campionamento



Reg. (CE) 1828/2006, articolo 16: l'audit delle operazioni viene effettuato annualmente su un campione di operazioni adeguatamente individuate con lo scopo di verificare il rispetto delle seguenti condizioni:

- 1. L'operazione rispetta i criteri di selezione del programma operativo, è stata attuata conformemente alla decisione di approvazione e rispetta, se del caso, tutte le condizioni relative alla funzionalità, all'impiego o agli obiettivi da raggiungere;**
- 2. La spesa dichiarata corrisponde ai documenti contabili e ai documenti giustificativi conservati dal beneficiario**
- 3. La spesa dichiarata dal beneficiario è conforme alle norme comunitarie e nazionali**
- 4. Il contributo pubblico è stato pagato al beneficiario in conformità dell'articolo 80 del Regolamento (CE) n. 1083/2006**

Unità di verifica degli investimenti pubblici



Ministero dello Sviluppo Economico
Dipartimento per le Politiche di Sviluppo e di Coesione

Gli obiettivi del campionamento



Il Regolamento prevede, qualora i problemi riscontrati appaiano di carattere sistematico, che vengano effettuati ulteriori esami, compresi eventuali audit supplementari per definire l'entità di tali problemi.

Parametri tecnici per il campionamento



Reg. CE 1828/2006, All. IV:

- il livello di certezza, è il parametro legato al livello di affidabilità del sistema. Non deve essere inferiore al 60%, nel caso di un sistema ritenuto affidabile, né inferiore al 90%, nel caso di un sistema ritenuto poco affidabile;
- il tasso di errore previsto, è l'errore di cui, secondo l'opinione del revisore, è affetto l'insieme delle operazioni del programma operativo. Può essere nullo o positivo;
- la soglia di rilevanza, è il livello massimo tollerabile di errore nell'esecuzione del controllo sul campione. Deve essere non superiore al 2%.

Parametri tecnici per il campionamento



Modello di riferimento per l'audit è il Rischio di Revisione, con cui si intende il rischio che il revisore esprima un giudizio non corretto in presenza di errori o irregolarità rilevanti. Il modello combina i risultati dell'audit dei sistemi con quelli degli audit delle operazioni. Il modello è il seguente:

$$AR = IR \times CR \times DR$$

AR = Rischio di revisione (Audit Risk)

IR = Rischio Intrinseco (Inherent Risk)

CR = Rischio di Controllo Interno (Control Risk)

DR = Rischio di non Individuazione (Detection Risk)

Parametri tecnici per il campionamento



- Il **rischio intrinseco** indica l'attitudine della gestione finanziaria a presentare errori o irregolarità significativi indipendentemente dall'esistenza di procedure di controllo interno;
- Il rischio intrinseco viene quantificato attraverso una approfondita conoscenza dell'ente soggetto a audit.

Parametri tecnici per il campionamento



- Il **rischio di controllo** è il rischio che un errore o una irregolarità che potrebbe verificarsi nella gestione finanziaria e che potrebbe essere significativa, individualmente considerata o sommata ad altre inesattezze, non sia prevenuta o comunque tempestivamente individuata e corretta dai sistemi contabile e di controllo interno.
- Il rischio di controllo viene quantificato attraverso la conoscenza e la verifica delle procedure interne dell'ente soggetto ad Audit e, più specificatamente, del sistema di controllo interno.

Parametri tecnici per il campionamento



- Il **rischio di non individuazione** è il rischio che le procedure sostanziali eseguite dal revisore non evidenzino, nella gestione finanziaria, errori o irregolarità significativi non corretti dai controlli interni all'Amministrazione.
- Il rischio di non individuazione viene quantificato attraverso le verifiche sulle operazioni (Audit sulle operazioni)

Parametri tecnici per il campionamento



- Nella prassi si procede fissando a priori un rischio di revisione adeguato.
- Il rischio di revisione normalmente tollerato deve essere infatti sufficientemente basso, ovvero i livelli di garanzia raggiunti dal revisore devono essere assai elevati.
- Il livello massimo di rischio di audit viene posto normalmente pari al 5%, con un conseguente livello di garanzia pari al 95%.

Parametri tecnici per il campionamento



Il rischio di non individuazione si ottiene sulla base della formula seguente, derivante dalla precedente:

$$DR = \frac{AR}{IR \times CR}$$

Da essa si evince che maggiore è il prodotto tra rischio intrinseco e di controllo, cioè maggiore è il rischio di sistema, minore sarà il rischio di non scoprire errori che può essere tollerato dal revisore e viceversa.

Parametri tecnici per il campionamento



Procedure di campionamento ai fini della verifica del rendiconto generale della Regione Siciliana. Deliberazione n. 9/2004 della Corte dei Conti, Sezione di controllo per la Regione Siciliana.

Fissano determinati valori per il rischio intrinseco e di controllo nell'ambito dei controlli sui capitoli di bilancio degli enti locali

Valutazione del rischio intrinseco	Valutazione del rischio di controllo	IR	CR	IRXCR	AR	DR	Livello di certezza (1-DR)
BASSO	BASSO	45%	17%	8%	5%	65%	60%*
BASSO	MEDIO	45%	28%	13%	5%	40%	60%
BASSO	ALTO	45%	100%	45%	5%	11%	89%
MEDIO	BASSO	65%	17%	11%	5%	45%	60%*
MEDIO	MEDIO	65%	28%	18%	5%	27%	73%
MEDIO	ALTO	65%	100%	65%	5%	8%	92%
ALTO	BASSO	100%	17%	17%	5%	29%	71%
ALTO	MEDIO	100%	28%	28%	5%	18%	82%
ALTO	ALTO	100%	100%	100%	5%	5%	95%

*Secondo il Regolamento (CE) n. 1828/2006, il livello di certezza non può essere inferiore al 60%.

Parametri tecnici per il campionamento



Linee guida sui sistemi di gestione e controllo per la programmazione 2007-2013, della Ragioneria Generale dello Stato.

Fissano tre modalità per la valutazione combinata del rischio intrinseco e del rischio di controllo riconducibili a tre livelli di affidabilità dei sistemi (affidabilità alta, media e bassa). A questi livelli si associano i livelli di certezza (confidenza) per la verifica delle operazioni che si rifanno a quelli stabiliti dal Regolamento (CE) n. 1828/2006

Valore del rischio complessivo del Programma Operativo (R=IRxCR)	Valutazione di affidabilità del Programma Operativo	AR	DR	Livello di certezza (1-DR)*
$R \leq 13\%$	ALTA	5%	40%	60%
$13\% < R < 28\%$	MEDIA	5%	25%	75%
$R \geq 28\%$	BASSA	5%	10%	90%

Definizione di popolazione e unità campionaria



• *Popolazione.*

L'universo di riferimento è il valore monetario dell'insieme delle operazioni per le quali nel corso dell'anno precedente l'anno in cui viene presentato alla Commissione il rapporto annuale di controllo a norma dell'articolo 18, paragrafo 2 del Regolamento (CE) 1828/2006, sono state dichiarate spese alla Commissione per il Programma Operativo o, se del caso, per i Programmi Operativi.

• *Unità campionaria*

Unità campionaria è potenzialmente ciascuna unità monetaria che costituisce il valore della popolazione. Dal punto di vista pratico, tuttavia, il revisore non esamina l'unità monetaria ma l'operazione a cui corrisponde quella unità monetaria.

L'operazione, pertanto, viene definita **unità logica**.

Campionamento *Probability Proportional to Size*



- Tecnica campionaria di largo impiego nella pratica delle indagini, nella quale si assegna ad ogni unità della popolazione una probabilità di selezione variabile, direttamente proporzionale alla sua dimensione.
- La principale giustificazione del PPS sta nel fatto che nella realtà si riscontra spesso una relazione statistica più o meno stretta tra dimensione dell'unità e caratteri oggetto di studio. Di conseguenza, l'utilizzazione dell'informazione sulla dimensione, tradotta in termini di probabilità di selezione, consente la costruzione di stimatori migliori di quelli ricavabili da una selezione equiprobabilistica.

Campionamento *Probability Proportional to Size*



- Rispetto al classico campionamento per variabili il PPS è generalmente più facile da applicare sia in termini di determinazione della dimensione campionaria che di valutazione dei risultati.
- Il PPS non richiede, per la determinazione della dimensione campionaria, informazioni sulla variabilità del fenomeno oggetto di studio.
- Produce automaticamente un campione stratificato dal punto di vista della dimensione finanziaria.
- Se il revisore non si attende errori nella popolazione, la dimensione campionaria che ne risulta è generalmente più piccola rispetto a quella che si avrebbe nel classico campionamento per variabili.

Campionamento *Probability Proportional to Size*



- Il PPS si applica per lo più ai casi in cui l'errore nella gestione finanziaria si traduca in una sovrastima dell'importo ritenuto ammissibile. In caso contrario la valutazione dei risultati richiede un esame particolarmente attento.
- Se il revisore si attende la presenza di errori nella popolazione, la dimensione campionaria tende a crescere. In questo caso, si può ricorrere al campionamento casuale semplice o al campionamento stratificato che si basano su ipotesi distributive degli errori e/o irregolarità nella popolazione più adatte al caso in cui la loro frequenza sia rilevante (tendenza verso la distribuzione normale).

Determinazione della dimensione campionaria



La dimensione campionaria viene determinata sulla base del rapporto tra il valore monetario della popolazione di riferimento (SP) e l'intervallo di campionamento (*ASI = Average Sampling Interval*):

$$DIM = \frac{SP}{ASI}$$

L'intervallo di campionamento varia a seconda che il revisore si attenda o meno la presenza di un tasso di errore nella popolazione

Determinazione della dimensione campionaria



Caso A – Nessun errore atteso

L'intervallo di campionamento deriva dal rapporto tra l'errore tollerabile ($SRP=SR \times SP$) e un fattore che corrisponde al livello scelto del rischio di non individuazione (o rischio di accettazione). Tale fattore viene denominato Reliability Factor (RF). In simboli:

$$ASI = \frac{SRP}{RF}$$

Il RF si desume attraverso l'impiego della distribuzione di Poisson che ben si adatta a rappresentare la distribuzione di eventi rari quali possono essere gli errori o le irregolarità di tipo finanziario.

Determinazione della dimensione campionaria



Dimensione campionaria per dati valori di RF e di SR

Livello di certezza	RF	SR= 1%	SR= 1,5%	SR= 2%
60%	0,92	92	61	46
75%	1,39	139	93	70
90%	2,30	230	153	115

Dove la dimensione campionaria viene desunta dalla formula seguente, ottenuta dalle precedenti con semplici passaggi:

$$DIM = \frac{RF}{SR}$$

Determinazione della dimensione campionaria



Caso B – Errore atteso

La formula per la determinazione della dimensione campionaria si modifica per tenere conto dell'errore atteso (ER) opportunamente amplificato mediante un fattore di espansione (EF). In simboli:

$$DIM = \frac{SP}{SRP - (ER \times EF)} \times RF$$

Dove $ASI = \frac{SRP - (ER \times EF)}{RF}$

Determinazione della dimensione campionaria



La formula può essere semplificata trasformando tutti i valori assoluti in tassi. Dividendo infatti tutti i termini per SP si ottiene la seguente:

$$DIM = \frac{RF}{SR - (TER \times EF)}$$

Dove SR è la soglia di rilevanza e TER è il tasso di errore atteso. In questo modo si rende il calcolo della dimensione campionaria indipendente dalla dimensione della popolazione

Determinazione della dimensione campionaria



Dimensione campionaria per dati valori di TER, SR=2%

TER	Certezza = 60%	Certezza = 75%	Certezza = 90%
0,00%	46	70	115
0,05%	47	72	119
0,10%	49	74	124
0,15%	51	77	130
0,25%	54	83	142
0,50%	66	103	184
1,00%	115	199	460
1,50%	460	2780	-

Metodo di selezione del campione



Un esempio chiarirà la procedura di selezione.
Supponiamo di trovarci in questa situazione:

Popolazione (valore monetario)	SP	120.526.982
Campione	DIM	70
Intervallo di campionamento	SP/DIM	1.721.814

Metodo di selezione del campione



E che le operazioni facenti parte della popolazione siano le seguenti:

Codice progetto	Spesa dichiarata
1	150.698
2	2.542.687
3	3.897.265
4	15.326
5	1.425.623
.....
1000	587.569

Metodo di selezione del campione



- Ordiniamo la spesa dichiarata in ordine crescente;
- Costruiamo la cumulata della spesa;
- Generiamo un numero casuale compreso tra 1 e 1.721.814. Ad esempio 286.023;
- Selezioniamo, nella colonna dell'importo cumulato la prima unità logica che contiene l'unità monetaria 286.023-esima. Questa operazione è quella identificata dal codice 1000;
- Aggiungendo a 286.023 l'intervallo di campionamento 1.721.814, otteniamo 2.007.837. Questa unità monetaria è contenuta nella quarta unità logica (la 5), che pertanto viene selezionata.
- Aggiungendo a 2.007.837 l'intervallo di campionamento otteniamo 3.729.651. Questa unità monetaria è contenuta nella quinta unità logica (la 2) che pertanto viene selezionata. E così via.

Unità di verifica degli investimenti pubblici



Ministero dello Sviluppo Economico
Dipartimento per le Politiche di Sviluppo e di Coesione

Metodo di selezione del campione



La procedura si ripete sino alla selezione dell'70-esima unità monetaria.

Codice progetto	Spesa dichiarata	Importo cumulato	Unità logiche selezionate
4	15.326	15.326	-
1	150.698	166.024	-
1000	587.569	753.593	X
5	1.425.623	2.179.216	X
2	2.542.687	4.721.903	X
3	3.897.265	8.619.168	X
.....

Metodo di selezione del campione



- Se alcune unità logiche venissero selezionate più volte ciò comporterebbe una riduzione della numerosità campionaria.
- Se, ad esempio, venissero selezionate più volte le due unità logiche generiche n e k , ad esempio due volte ciascuna, la numerosità campionaria passerebbe da 70 a 68, cioè 66 unità logiche selezionate una sola volta più 2 unità logiche selezionate rispettivamente 2 e 2 volte.

Valutazione dei risultati del campionamento



- Consiste nella proiezione degli errori o irregolarità rilevati nel campione sulla popolazione.
- L'obiettivo è quello di ottenere una visione globale della loro dimensione e confrontarla con l'errore tollerabile (SRP).
- Se il revisore non rileva alcun errore, la proiezione dell'errore sulla popolazione è pari a zero in termini monetari e il revisore non può fare altro che concludere che il valore monetario della popolazione non è affetto da un errore superiore a quello massimo accettabile (SRP) dato lo specificato livello del rischio di accettazione (DR).
- Se, invece, il revisore rileva degli errori nel campione, occorre procedere al calcolo dell'errore proiettato sulla popolazione e di un limite superiore di errore.

Valutazione dei risultati del campionamento



Per capire procediamo con un esempio.

Codice progetto	Spesa dichiarata	Unità logiche selezionate	Spesa accettata (B)	Importo dell'errore (A-B)
1	150.698		150.698	0
2	2.542.687	X	2.462.514	80.173
3	3.897.265	X	3.846.373	50.892
4	15.326		15.326	0
5	1.425.623	X	1.338.258	87.365
.....			
1000	587.569	X	565.045	22.524

Valutazione dei risultati del campionamento



Proiezione dell'errore

Codice progetto	Spesa dichiarata A	Unità logiche selezionate	Spesa accettata B	Importo dell'errore C=A-B	% di errore D=C/A	Intervallo di campionamento E	Errore proiettato F=D×E
Unità logiche con valore inferiore all'intervallo di campionamento							
5	1.425.623	X	1.338.258	87.365	0,613	1.721.814	105.547
1000	587.569	X	565.045	22.524	0,338	1.721.814	65.945
Totale							171.493
Unità logiche con valore uguale o superiore all'intervallo di campionamento							
2	2.542.687	X	2.462.514	80.173	-	-	80.173
3	3.897.265	X	3.846.373	50.892	-	-	50.892
Totale							131.065

Valutazione dei risultati del campionamento



- Calcoliamo ora il limite superiore dell'errore (UL) che andrà confrontato con l'errore tollerabile (SRP).
- Il UL è dato dalla somma della precisione di base (BP), cioè l'errore proiettato in caso di assenza di errori rilevati, più l'errore incrementale (IE) che tiene conto della presenza di errori nel campione. In simboli:

$$UL = BP + IE$$

dove $BP = ASI \times RF$ (cioè intervallo di campionamento moltiplicato per il *Reliability factor*)



Valutazione dei risultati del campionamento



Ritornando all'esempio, calcoliamo l'errore incrementale:

Codice progetto	Errore proiettato F	Numero di errori	Reliability factor (1)	Incremento (2) G	Errore incrementale H=FxG
Unità logiche con valore inferiore all'intervallo di campionamento					
		0	1,39		
5	105.547	1	2,70	1,31	138.267
1000	65.945	2	3,93	1,23	81.113
Totale	171.493				
Unità logiche con valore uguale o superiore all'intervallo di campionamento					
2	80.173	-	-	-	80.173
3	50.892	-	-	-	50.892
Totale	131.065				
Errore incrementale					323.022

(1) Ad un livello di confidenza del 75%, affidabilità media

(2) E' la differenza tra ciascun valore del Reliability factor e il precedente

Valutazione dei risultati del campionamento



Ed, infine, il limite superiore dell'errore:

Precisione di base (BP)	2.393.321	= 1.721.814 × 1,39
Errore incrementale (IE)	323.022	
Limite superiore dell'errore (UL)	2.716.343	> 2.410.540 (errore tollerabile, SR=2%)

- Se $UL \leq SRP$ si conclude che il valore monetario della popolazione non è sovrastimato più di UL con un rischio pari al rischio di accettazione (DR).
- Se $UL > SRP$ si conclude che, al livello di certezza 1-DR, la popolazione è affetta da errore superiore a quello tollerabile.

Valutazione dei risultati del campionamento



- Il limite superiore dell'errore eccede l'errore tollerabile.
- Il revisore è sicuro al 75% che la spesa dichiarata non è sovrastimata di un importo superiore a euro 2.716.343.
- Tuttavia, essendo tale limite al di sopra dell'errore tollerabile la conclusione è che la popolazione è affetta da errore rilevante e non tollerabile.

Quali azioni porre in essere?

- Rivedere le ipotesi alla base della pianificazione del campione (rischio intrinseco e di controllo giudicati troppo bassi?);
- Effettuare un test su un campione supplementare di operazioni.
- Valutare l'applicazione di altre tecniche campionarie

Procedure di campionamento alternative



- Se ci si attende un tasso di errore troppo alto e/o l'evidenza empirica lo dimostra, si può ricorrere ad un'altra tecnica di campionamento.
- Ci si riferisce al campionamento casuale semplice o al campionamento stratificato che si basano su ipotesi distributive degli errori nella popolazione più adatte al caso in cui la loro frequenza sia rilevante (tendenza verso la distribuzione normale).
- Il campionamento stratificato è auspicabile se la popolazione presenta una certa variabilità rispetto al fenomeno in oggetto, perché consente attraverso la costruzione di strati omogenei, un risparmio in termini di numerosità campionaria e quindi un beneficio in termini di efficienza. Il campionamento stratificato si ottiene combinando più campioni casuali semplici indipendenti e scelti in appropriate proporzioni dagli strati omogenei, in una popolazione eterogenea.

Procedure di campionamento alternative



Se l'obiettivo del campionamento è la stima di una percentuale di errore, le formule per il calcolo della dimensione campionaria sono le seguenti:

$$1) n = \frac{z^2 Npq}{\delta^2 (N - 1) + z^2 pq}$$

nel caso di popolazione finita

$$2) n = \frac{z^2 pq}{\delta^2}$$

nel caso di popolazione infinita

N = numerosità della popolazione (unità monetarie);

z = valore della variabile casuale normale standardizzata per il livello di fiducia considerato;

δ = errore assoluto ammesso per la stima del parametro;

p = proporzione (frequenza di unità monetarie errate) da stimare nella popolazione;

q = 1-p.

Procedure di campionamento alternative



In entrambe le formule,

$$\delta = SR$$

Ciò rappresenta una limitazione.

L'intervallo di variazione della percentuale di errore p è pari a:

$$p \pm \delta$$

Se p risultasse positivo, si avrebbe la certezza assoluta di violare il vincolo di errore rappresentato dalla SR.

E' preferibile considerare la numerosità derivante dalle 1 e 2 come una numerosità minima e incrementare quella su cui effettuare il test al fine di ridurre l'errore δ .

Procedure di campionamento alternative



Numerosità campionaria nell'ipotesi di popolazione infinita (formula 2) e $p = 0,02$

$p = 0,02, q = 0,98$					
Livello di certezza (1-DR)	z	SR			
		0,5%	1,0%	1,5%	2,0%
60%	0,84	553	138	61	35
71%	1,06	881	220	98	55
73%	1,10	949	237	105	59
75%	1,15	1.037	259	115	65
82%	1,34	1.408	352	156	88
89%	1,60	2.007	502	223	125
90%	1,64	2.109	527	234	132
92%	1,75	2.401	600	267	150
95%	1,96	3.012	753	335	188

Procedure di campionamento alternative



In questo caso si sceglie di prendere in considerazione la numerosità campionaria in corrispondenza di $SR = 1,5\%$, in modo tale che se risultasse da campione una percentuale di errore $p = 0,5\%$, l'intervallo $p + \delta$ risulterebbe pari a

$$0,5\% + 1,5\% = 2\%$$

Procedure di campionamento alternative



Come si valutano i risultati del campionamento casuale?
Riprendiamo l'esempio precedente:

N (Numerosità della popolazione di operazioni)	1000
SP (Valore totale delle operazioni: unità monetarie)	120.526.982
SR	2%
SRP	2.410.540
z (corrispondente a liv. certezza 75%)	1,15
p (percentuale di errore e/o irregolarità ipotizzata)	2%
q (complemento a 1 di p)	98%

Procedure di campionamento alternative



In corrispondenza di $SR = 2\%$ la dimensione campionaria sarebbe pari a 65, tuttavia, per quanto detto in precedenza, scegliamo la dimensione campionaria corrispondente a $SR = 1,5\%$, cioè 115. Supponiamo ora che il test sul campione abbia prodotto il seguente risultato:

Codice progetto	Spesa dichiarata (A)	Spesa accettata (B)	Importo dell'errore (A-B)
1	150.698	150.698	0
2	2.542.687	2.462.514	80.173
3	3.897.265	3.846.373	50.892
4	15.326	15.326	0
5	1.425.623	1.338.258	87.365
.....
1000	587.569	565.045	22.524

Procedure di campionamento alternative



Se dal campione si stimasse che la frequenza di errore è pari a:

$$\hat{p}$$

Il limite superiore (UL) dell'errore sarebbe pari a:

$$UL = \hat{p} + \delta = \hat{p} + 0,015$$

- Se $UL \leq SR$ si conclude che il valore monetario della popolazione non è sovrastimato più di $UL \times SP$ con un rischio pari al rischio di accettazione (DR).
- Se $UL > SR$ si conclude che, al livello di certezza $1-DR$, la popolazione è affetta da errore superiore a quello tollerabile.



**Unità di Verifica degli investimenti pubblici
Dipartimento per le Politiche di Sviluppo e di
Coesione**

**Ministero dello Sviluppo Economico
Via Sicilia, 162/c
00187 Roma**

web: www.dps.tesoro.it/UVER

mail: uver.segreteria@tesoro.it

Unità di verifica degli investimenti pubblici