



Ministero dello Sviluppo Economico

DIPARTIMENTO PER LE POLITICHE DI SVILUPPO E COESIONE
UNITÀ DI VERIFICA DEGLI INVESTIMENTI PUBBLICI



UNIONE EUROPEA

**PROCEDURA DI CAMPIONAMENTO
DELLE OPERAZIONI**
(ai sensi del Regolamento (CE) n. 1828/2006)

Giugno 2010

SOMMARIO

1. Premessa.....	4
2. Il rischio di revisione.....	4
3. Gli obiettivi del campionamento.....	7
4. La definizione di popolazione e di unità campionaria.....	7
5. Fattori da considerare nella determinazione della dimensione campionaria: rischio di accettazione, rischio di rifiuto, errore tollerabile ed errore atteso	7
6. La tecnica di campionamento proposta: Probability proportional to size	8
7. Determinazione della dimensione campionaria	9
8. Il metodo di selezione del campione.....	12
9. La valutazione dei risultati del campione	14
10. Considerazioni operative sul campionamento PPS.....	16
11. Procedura di campionamento in caso di tasso presunto di errori e/o irregolarità rilevante o di esiti indesiderati dei primi test	19
12. Documentazione di riferimento.....	21
Appendice A – La legge di Poisson	22
Appendice B – Calcolo della numerosità campionaria nel campionamento casuale semplice e stratificato.....	24
Appendice C – Numerosità campionaria nel caso di popolazioni di piccole dimensioni	28

INDICE DELLE TAVOLE

Tabella 1 – Determinazione del Rischio di non Individuazione e del relativo livello di certezza per le operazioni di campionamento sulla base del rischio di revisione e dei livelli noti di IRxCR	6
Tabella 2 – Determinazione del Rischio di non Individuazione e del relativo livello di certezza per le operazioni di campionamento sulla base del rischio di revisione e dei livelli noti di IRxCR	6
Tabella 3 – Reliability factor per determinati livelli di certezza.....	10
Tabella 4 – Dimensione campionaria per dati valori di RF e di SR	10
Tabella 5 – Fattori di espansione.....	11
Tabella 6 – Dim. campionaria per un livello di certezza=60% (Affidabilità ALTA) RF=0,92 e EF=1,12	11
Tabella 7 – Dim. campionaria per un livello di certezza=70% (Affidabilità MEDIO-ALTA) RF=1,21 e EF=1,2	12
Tabella 8 – Dim. campionaria per un livello di certezza=80% (Affidabilità MEDIO-BASSA) RF=1,61 e EF=1,3	12
Tabella 9 – Dim. campionaria per un livello di certezza=90% (Affidabilità BASSA) RF=2,31 e EF=1,5	12
Tabella A1 – Reliability Factors per alcuni livelli del rischio di accettazione e per numero degli errori di sovrastima	23
Tabella B1 – Dimensione campionaria per dati valori di z , di SR e di p	25
Tabella 4b – Dimensione campionaria ricalcolata per dati valori di RF e di SR.....	28
Tabella 6b – Dim. campionaria ricalcolata per un livello di certezza=60% (Affidabilità ALTA) RF=0,92 e EF=1,12	28
Tabella 7b – Dim. campionaria ricalcolata per un livello di certezza=70% (Affidabilità MEDIO-ALTA) RF=1,21 e EF=1,2	28
Tabella 8b – Dim. campionaria ricalcolata per un livello di certezza=80% (Affidabilità MEDIO-BASSA) RF=1,61 e EF=1,3	28
Tabella 9b – Dim. campionaria ricalcolata per un livello di certezza=90% (Affidabilità BASSA) RF=2,31 e EF=1,5.....	29

1. Premessa

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.

L'Allegato IV al regolamento chiarisce che i parametri tecnici del campionamento, in particolare il livello di certezza (parametro legato al livello di affidabilità del sistema) e il tasso di errore previsto, derivano dall'audit dei sistemi. Esso, inoltre, stabilisce che:

- il livello di certezza utilizzato per le operazioni di campionamento 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;
- la soglia di rilevanza, cioè il livello massimo tollerabile di errore nell'esecuzione del controllo sul campione, deve essere non superiore al 2%.

La garanzia fornita sul funzionamento dei sistemi (rischio di revisione o di audit) è determinata, infine, dalla combinazione dei risultati degli audit dei sistemi con quelli degli audit delle operazioni.

Nelle pagine seguenti verrà presentata la metodologia di campionamento che l'UVER adotterà in fase di audit delle operazioni. In particolare, si definiranno dapprima i concetti base relativi al rischio di revisione, quindi si affronterà il tema del campionamento attraverso la definizione degli obiettivi, di popolazione e di unità campionaria, e di errore. Si passerà quindi alla considerazione dei fattori che entrano nella determinazione della dimensione campionaria, alla descrizione della tecnica di campionamento impiegata, alle modalità di selezione del campione e alle modalità di valutazione dei risultati del campionamento. Si affronteranno quindi alcune problematiche relative all'applicazione della tecnica di campionamento prescelta ed infine si proporrà una procedura alternativa applicabile quando la tecnica prescelta risultasse inadeguata.

2. Il rischio di revisione

Il modello del rischio di revisione è espresso dalla seguente formula:

$$AR = IR \times CR \times DR \quad (1)$$

dove:

AR = Rischio di revisione (**A**udit **R**isk)

IR = Rischio Intrinseco (**I**nherent **R**isk)

CR = Rischio di Controllo Interno (**C**ontrol **R**isk)

DR = Rischio di non Individuazione (**D**etection **R**isk)

Con **Rischio di revisione** si intende il rischio che il revisore esprima un giudizio non corretto in presenza di errori o irregolarità rilevanti. Esso, come descritto dalla formula, è la risultante di tre diversi fattori:

- 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 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 non individuazione*** è il rischio che le procedure sostanziali eseguite dal revisore (audit delle operazioni) non evidenzino, nella gestione finanziaria, errori o irregolarità significativi non corretti dai controlli interni all'Amministrazione.

Dalle definizioni si comprende come la determinazione del rischio di revisione dipenda sia dall'audit dei sistemi, attraverso la combinazione di rischio intrinseco e rischio di controllo (IRxCR), che dall'audit delle operazioni, attraverso il rischio di individuazione (DR).

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%**.

Dati determinati valori per il rischio intrinseco e di controllo, il rischio di non individuazione si ottiene sulla base della formula seguente, derivante dalla precedente:

$$DR = \frac{AR}{IR \times CR} \quad (2)$$

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

Nella tabella seguente, a titolo di esempio, sono individuati i valori di **DR** sulla base di valori fissati¹ per il rischio intrinseco, di controllo e di un rischio di revisione pari al 5%.

¹ Si tratta di valori rielaborati a partire dalla griglia di riferimento per la quantificazione dei livelli di rischio prodotta dal Fornez e riportata nel Manuale delle procedure dell'Autorità di Audit per la programmazione 2007-2013.

Tabella 1 – Determinazione del Rischio di non Individuazione e del relativo livello di certezza per le operazioni di campionamento sulla base del rischio di revisione e dei livelli noti di IRxCR²

Valutazione del rischio intrinseco	Valutazione del rischio di controllo	IR	CR	IRXCR	AR	DR	Livello di certezza (1-DR)
BASSO	BASSO	11%	11%	1,2%	5%	100%	60% *
BASSO	MEDIO	11%	27%	3,0%	5%	100%	60% *
BASSO	ALTO	11%	50%	5,5%	5%	91%	60% *
BASSO	MASSIMO	11%	100%	11,0%	5%	45%	60% *
MEDIO	BASSO	27%	11%	3,0%	5%	100%	60% *
MEDIO	MEDIO	27%	27%	7,3%	5%	69%	60% *
MEDIO	ALTO	27%	50%	13,5%	5%	37%	63%
MEDIO	MASSIMO	27%	100%	27,0%	5%	19%	81%
ALTO	BASSO	50%	11%	5,5%	5%	91%	60% *
ALTO	MEDIO	50%	27%	13,5%	5%	37%	63%
ALTO	ALTO	50%	50%	25,0%	5%	20%	80%
ALTO	MASSIMO	50%	100%	50,0%	5%	10%	90%
MASSIMO	BASSO	100%	11%	11,0%	5%	45%	60% *
MASSIMO	MEDIO	100%	27%	27,0%	5%	19%	81%
MASSIMO	ALTO	100%	50%	50,0%	5%	10%	90%
MASSIMO	MASSIMO	100%	100%	100,0%	5%	5%	95%

* Poiché, secondo il Regolamento (CE) n. 1828/2006, il livello di certezza non può essere inferiore al 60%, laddove questo avvenga per calcolo si impone il valore soglia.

La tabella 1 si può semplificare riducendo le modalità del rischio legato alla valutazione dei sistemi. Si possono, ad esempio, fissare quattro modalità per la valutazione combinata del rischio intrinseco e del rischio di controllo riconducibili a quattro livelli di affidabilità dei sistemi (affidabilità alta, medio/alta, medio/bassa, 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 (vedi Tabella 2).

Tabella 2 – Determinazione del Rischio di non Individuazione e del relativo livello di certezza per le operazioni di campionamento sulla base del rischio di revisione e dei livelli noti di IRxCR

Valore del rischio complessivo del Programma Operativo (R=IRxCR)	Valutazione di affidabilità del Programma Operativo	AR	DR	Livello di certezza (1-DR)*
$R \leq 0,055$	ALTA	5%	40%	60%
$0,055 < R \leq 0,1225$	MEDIO/ALTA	5%	30%	70%
$0,1225 < R \leq 0,27$	MEDIO/BASSA	5%	20%	80%
$R > 0,27$	BASSA	5%	10%	90%

* In questo caso il livello di certezza proposto è pari approssimativamente a quello derivante dalla media dei valori risultanti nella Tabella 1. I valori di DR sono determinati come complemento a 1. Il livello del rischio di audit (AR) è da considerarsi approssimato.

I valori così ottenuti per il Rischio di non Individuazione saranno utili, come si chiarirà più avanti, per la determinazione della dimensione campionaria.

² Per qualsiasi valore di IRxCR diverso da quelli noti, il livello corrispondente di DR è agevolmente ricostruibile sulla base della formula. La valutazione del Programma Operativo procede, infatti, attraverso medie aritmetiche e ponderazioni che possono determinare valori diversi da quelli teorici.

3. Gli obiettivi del campionamento

Come stabilito dal Regolamento (CE) 1828/2006 all'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:

- 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;
- La spesa dichiarata corrisponde ai documenti contabili e ai documenti giustificativi conservati dal beneficiario;
- La spesa dichiarata dal beneficiario è conforme alle norme comunitarie e nazionali;
- Il contributo pubblico è stato pagato al beneficiario in conformità dell'articolo 80 del Regolamento (CE) n. 1083/2006

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.

4. La definizione di popolazione e di unità campionaria

Popolazione

Costituisce l'universo di riferimento 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**.

5. Fattori da considerare nella determinazione della dimensione campionaria: rischio di accettazione, rischio di rifiuto, errore tollerabile ed errore atteso

Nello svolgimento dell'attività di campionamento sulle operazioni il revisore deve quantificare in primo luogo il *rischio di campionamento*. Questo deriva dalla possibilità che le conclusioni raggiunte dal revisore, sulla base di un campione, possano essere diverse da quelle che si sarebbero raggiunte se l'intera popolazione fosse stata sottoposta alla stessa procedura di revisione. Esistono due diversi tipi di rischio di campionamento:

1. *Rischio di accettazione*. Il rischio che il revisore concluda che non esiste un errore rilevante laddove, invece, esso esiste. Questo rischio ha effetti sull'efficacia della revisione e può, verosimilmente, condurre ad un giudizio inappropriato sulla gestione finanziaria;
2. *Rischio di rifiuto*. Il rischio che il revisore concluda che esiste un errore rilevante laddove invece esso non esiste. Questo tipo di rischio ha effetti sull'efficienza della

revisione in quanto normalmente conduce allo svolgimento di lavoro aggiuntivo per stabilire se le conclusioni inizialmente raggiunte non siano corrette. In questo caso, sebbene l'audit possa risultare meno efficiente esso è ugualmente efficace.

È evidente che il rischio più importante tra i due considerati è il rischio di accettazione. Questo rischio corrisponde in termini statistici al rischio beta (β) mentre il rischio di rifiuto corrisponde al rischio alfa (α).

Nella determinazione di un livello accettabile del rischio di accettazione, il revisore fa riferimento al modello del rischio di revisione nel quale come è noto gli elementi da considerare sono il rischio di audit (AR), il rischio intrinseco (IR), il rischio di controllo (CR) e il rischio di non individuazione (DR).

Come già chiarito in precedenza, rischio intrinseco e rischio di controllo fanno riferimento all'audit dei sistemi mentre il rischio di non individuazione fa riferimento all'audit delle operazioni nel caso in cui le procedure sostanziali messe in atto dal revisore siano costituite proprio dall'attività di campionamento. In questo caso, il rischio di non individuazione coincide proprio con il rischio di accettazione (beta). In seguito vedremo come il rischio di accettazione entri nella determinazione della dimensione campionaria.

Nella pianificazione di un campionamento per l'audit delle operazioni, il revisore deve anche considerare quale sia il livello di errore nella gestione finanziaria giudicato accettabile senza che ciò si traduca in una gestione materialmente scorretta. Questo livello di errore massimo viene chiamato *errore tollerabile* per il campione. Nella prassi si stabilisce una percentuale di errore tollerabile che viene poi applicata al valore monetario della popolazione. Tale percentuale si definisce soglia di rilevanza (SR) e secondo il Regolamento (CE) 1828/2006 non può superare il 2% del valore monetario. Le indicazioni dell'INTOSAI³ definiscono anche un limite inferiore per la soglia di rilevanza pari allo 0,5%. Pertanto, la SR viene definita adeguata secondo gli standard internazionali se compresa tra lo 0,5% e il 2%. In termini assoluti, la SR applicata al valore monetario della popolazione, che nel nostro caso corrisponde alla spesa rendicontata (SP) determina l'errore tollerabile (SRP):

$$SRP = SP \times SR \quad (3)$$

Infine, nella determinazione della dimensione campionaria, se il revisore ritiene che la popolazione di riferimento sia affetta da un tasso di errore (egli infatti può diversamente ritenere che la popolazione non presenti alcun errore o irregolarità), deve indicare l'ammontare totale di errore che si aspetta di trovare nella popolazione. Questa valutazione dipende dall'esperienza del revisore o proviene da indagini pilota. In generale, il *valore atteso dell'errore* è prossimo all'errore tollerabile, pertanto il revisore è tenuto a garantire una maggiore precisione dal campione cosa che si traduce in un incremento della dimensione campionaria.

6. La tecnica di campionamento proposta: *Probability proportional to size*

L'approccio proposto è denominato *Probability proportional to size* (PPS). Si tratta di un tipo di campionamento di largo impiego nella pratica delle indagini, nel quale si assegna ad ogni unità della popolazione una probabilità di selezione variabile, direttamente proporzionale alla sua dimensione, supposta nota prima della selezione del campione. La principale giustificazione del PPS sta nel fatto che nella pratica si riscontra spesso una relazione statistica più o meno stretta tra

³ International Organization of Supreme Audit Institutions

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.

Riprendendo le definizioni di popolazione e di unità campionaria dati nel paragrafo 4, va sottolineato che nel PPS mentre le unità campionarie (cioè le unità monetarie) hanno la stessa probabilità di essere selezionate, le unità logiche (cioè le operazioni) hanno una probabilità di essere selezionate proporzionale alla loro dimensione finanziaria data dalla somma delle unità monetarie.

Nell'ambito della ripartizione delle tecniche di campionamento statistico per l'audit, tra campionamento per attributi e campionamento per variabili, il PPS si pone a metà strada in quanto sfrutta la teoria del campionamento per attributi (generalmente usato per ottenere risultati in termini di tasso di occorrenza) per raggiungere una conclusione in termini di valori monetari (tipico del campionamento per variabili).

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. Inoltre il PPS non richiede, per la determinazione della dimensione campionaria, informazioni sulla variabilità del fenomeno oggetto di studio. Un'altra caratteristica che rende il PPS preferibile ad altre tecniche è che produce automaticamente un campione stratificato dal punto di vista della dimensione finanziaria. Infine, se il revisore non si attende errori nella popolazione, la dimensione campionaria che ne risulta è generalmente più piccola rispetto quella che si avrebbe nel classico campionamento per variabili.

Di contro, il PPS si applica per lo più ai casi in cui l'errore nella gestione finanziaria si traduce in una sovrastima dell'importo ritenuto ammissibile. In caso contrario la valutazione dei risultati richiede un esame particolarmente attento. Nel caso, inoltre, in cui il revisore si attenda la presenza di errori nella popolazione, la dimensione campionaria tende a crescere e può diventare più grande di quella richiesta nel campionamento per variabili.

7. 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*):

$$DIM = \frac{SP}{ASI} \quad (4)$$

Poiché il valore monetario della popolazione è costante, la determinazione della dimensione campionaria è funzione dell'intervallo di campionamento specificato dal revisore. Tuttavia, prima di definire come si determina l'intervallo di campionamento occorre distinguere il caso in cui il revisore non si attende errori nella popolazione dal caso contrario. La dimensione campionaria, come già osservato, cambia a seconda delle due circostanze.

Caso A – Nessun errore atteso

La misura di un appropriato intervallo di campionamento è funzione della scelta da parte del revisore sia del rischio di accettazione che dell'errore tollerabile. In particolare, l'intervallo di campionamento deriva dal rapporto tra l'errore tollerabile e un fattore che dipende dal livello scelto del rischio di accettazione. Tale fattore viene denominato Reliability Factor (RF). In simboli:

$$ASI = \frac{SRP}{RF} \quad (5)$$

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. In Appendice vengono proposti alcuni approfondimenti sull'uso della distribuzione di Poisson nel campionamento PPS. Nella Tabella 3 sono riportati i valori del Reliability factor corrispondenti a determinati livelli di certezza, nel caso in cui il revisore non si attenda alcun errore o irregolarità nella popolazione di riferimento.

Tabella 3 – Reliability factor per determinati livelli di certezza

R=IRXCR	AR	DR	Livello di certezza (1-DR)	Reliability Factor (RF)
$R \leq 0,055$	5%	40%	60%	0,92
$0,055 < R \leq 0,1225$	5%	30%	70%	1,21
$0,1225 < R \leq 0,27$	5%	20%	80%	1,61
$RG > 0,27$	5%	10%	90%	2,31

* Per valori di DR superiori al 40% come è noto si assume un livello di certezza sempre pari al 60%, che corrisponde al limite imposto dal Regolamento (CE) 1828/2006

Si noti, a questo punto, che la determinazione della dimensione campionaria deriva dalla formula seguente, ottenibile con semplici passaggi dalle formule (3), (4) e (5).

$$DIM = \frac{RF}{SR} \quad (6)$$

Nella Tabella 4 vengono riportate le dimensioni campionarie corrispondenti ai valori del RF per dati livelli della soglia di rilevanza calcolate sulla base della formula (6)⁴.

Tabella 4 – Dimensione campionaria per dati valori di RF e di SR

Livello di certezza (1-DR)	RF	SR			
		0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
60%	0,92	184	92	61	46
70%	1,21	242	121	81	61
80%	1,61	322	161	107	81
90%	2,31	462	231	154	116

* Cfr. nota Tabella 3

Caso B – Errore atteso

Nel caso in cui il revisore ritenga che la popolazione di riferimento sia affetta da un certo tasso di errore, la formula per la determinazione della dimensione campionaria si modifica per tenere conto dell'errore atteso (ER) opportunamente amplificato mediante un fattore di espansione

⁴ L'indicazione di diverse soglie di rilevanza è utile alla verifica della variazione della dimensione campionaria al variare della soglia. Nella pratica si opta per la soglia di rilevanza pari al 2%. Per questo motivo, qui e in seguito, nelle tabelle la colonna corrispondente a tale soglia sarà contrassegnata da un diverso colore.

(EF). Va sottolineato che affinché la dimensione campionaria sia non solo calcolabile ma anche sostenibile l'errore atteso deve essere di un certo grado inferiore all'errore tollerabile.

$$DIM = \frac{SP}{SRP - (ER \times EF)} \times RF \quad \text{con} \quad ASI = \frac{SRP - (ER \times EF)}{RF} \quad (7)$$

Nel calcolo, l'errore atteso (espresso in valore assoluto) moltiplicato per il fattore di espansione viene detratto dall'errore tollerabile causando un incremento della dimensione campionaria che può diventare anche notevole se SRP e (ERxEF) sono prossimi⁵. Tale aumento è necessario in quanto, attendendosi un certo grado di errore, il revisore necessita di maggiore informazione per valutare la qualità della gestione finanziaria con una certa garanzia.

Nella Tabella 5 sono riportati i valori del fattore di espansione per determinati livelli del rischio di accettazione ovvero di DR e dei corrispondenti livelli di certezza.

Tabella 5 – Fattori di espansione

Rischio di accettazione DR	Livello di certezza (1-DR)	Fattore di espansione
40%	60%	1,12
30%	70%	1,20
20%	80%	1,30
10%	90%	1,50

* Cfr. nota Tabella 3

La formula (7) può essere semplificata trasformando tutti i valori assoluti in tassi. Dividendo infatti tutti i termini per SP si ottiene la (8):

$$DIM = \frac{RF}{SR - (TER \times EF)} \quad (8)$$

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.

Nelle tabelle che seguono sono riportate le dimensioni campionarie per determinati valori della soglia di rilevanza e del tasso di errore atteso e per alcuni valori del livello di certezza.

Tabella 6 – Dim. campionaria per un livello di certezza=60% (Affidabilità ALTA) RF=0,92 e EF=1,12

TER	SR			
	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
0,00%	184	92	61	46
0,05%	207	97	64	47
0,10%	237	104	66	49
0,15%	277	111	69	50
0,25%	418	128	75	53
0,50%	-	209	98	64
1,00%	-	-	242	105
1,50%	-	-	-	288

⁵ Ciò consente di calcolare l'intervallo di campionamento usando il metodo impiegato per la determinazione della dimensione campionaria nel caso di nessun errore atteso. Semplicemente si agisce sull'errore tollerabile (SRP) riducendolo a parità di tutte le altre condizioni.

Tabella 7 – Dim. campionaria per un livello di certezza=70% (Affidabilità MEDIO-ALTA) RF=1,21 e EF=1,2

TER	SR			
	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
0,00%	242	121	81	61
0,05%	275	129	84	62
0,10%	318	138	88	64
0,15%	378	148	92	66
0,25%	605	173	101	71
0,50%	-	303	134	86
1,00%	-	-	403	151
1,50%	-	-	-	605

Tabella 8 – Dim. campionaria per un livello di certezza=80% (Affidabilità MEDIO-BASSA) RF=1,61 e EF=1,3

TER	SR			
	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
0,00%	322	161	107	81
0,05%	370	172	112	83
0,10%	435	185	118	86
0,15%	528	200	123	89
0,25%	920	239	137	96
0,50%	-	460	189	119
1,00%	-	-	805	230
1,50%	-	-	-	3220

Tabella 9 – Dim. campionaria per un livello di certezza=90% (Affidabilità BASSA) RF=2,31 e EF=1,5

TER	SR			
	0,50%	1,00%	1,50%	2,00%
0,00%	462	231	154	116
0,05%	544	250	162	120
0,10%	660	272	171	125
0,15%	840	298	181	130
0,25%	1848	370	205	142
0,50%	-	924	308	185
1,00%	-	-	-	462
1,50%	-	-	-	-

8. Il metodo di selezione del campione

La selezione delle unità monetarie avviene mediante *selezione sistematica*. Questa consiste dei seguenti passi:

1. ordinare le operazioni per importo in senso crescente;
2. costruire la serie cumulata dell'importo delle operazioni;
3. selezionare un numero casuale compreso tra 1 e l'intervallo di campionamento (incluso). Il numero casuale corrisponde alla prima unità monetaria selezionata. La prima unità logica (operazione) selezionata corrisponde a quella che contiene l'importo corrispondente all'unità monetaria;

4. aggiungere al numero casuale selezionato l'intervallo di campionamento tante volte fino a raggiungere la numerosità campionaria. Saranno selezionate, quindi, tutte le unità logiche contenenti l'importo corrispondente alle unità monetarie scelte.

È importante considerare che:

- poiché ciascuna unità monetaria ha la stessa probabilità di essere selezionata, quanto più una unità logica è grande in termini di dimensione finanziaria tanto più ha probabilità di essere selezionata;
- tutte le unità logiche con importo uguale o superiore all'intervallo di campionamento hanno probabilità certa (pari a 1) di essere selezionate;
- diversamente, le unità logiche con importo, ad esempio, pari alla metà dell'intervallo di campionamento hanno probabilità pari al 50% di essere selezionate.
- se l'importo di una unità logica eccede l'intervallo di campionamento, l'unità logica potrebbe essere selezionata più di una volta. In questo caso, il revisore ignora la selezione ripetuta e considera l'unità logica selezionata una sola volta. Questa circostanza fa sì che il campione delle unità logiche potrebbe essere inferiore a quello inizialmente programmato, senza che ciò comporti una perdita in termini di efficacia del campione.

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

Popolazione (valore monetario)	SP	120.526.982
Campione (n. unità) (1)	DIM	81
Intervallo di campionamento	SP/DIM	1.487.987

Dove la dimensione campionaria è, nella tabella 4, quella corrispondente al livello di certezza 80% e alla SR pari al 2%. Supponiamo, inoltre, 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

Ordiniamo le operazioni per importo crescente e calcoliamone il valore cumulato (vedi tavola seguente). Generiamo quindi un numero casuale compreso tra 1 e 1.487.987.

Supponiamo che tale numero sia pari a 22.788. Poiché il numero selezionato è superiore all'importo della prima operazione (la numero 4), questa viene esclusa dal campione e si seleziona, nella colonna dell'importo cumulato, l'unità logica che contiene l'unità monetaria 22.788-esima. Questa operazione è quella identificata dal codice 1.

Aggiungendo a 22.788 l'intervallo di campionamento 1.487.987, si ottiene 1.510.775. Questa unità monetaria è contenuta nella quarta unità logica (la 5), che pertanto viene selezionata.

Ancora, aggiungendo a 1.510.775 l'intervallo di campionamento si ottiene 2.998.763. Questa unità monetaria è contenuta nella quinta unità logica (la 2) che pertanto viene selezionata. La

successiva unità monetaria (la 4.486.750-esima) è contenuta ancora nella quinta unità logica (la 2). Questa pertanto viene di nuovo selezionata.

La procedura si ripete sino alla selezione dell'81-esima unità monetaria.

La selezione delle unità logiche produce l'esito descritto nella tabella seguente. Poiché una unità logica è stata selezionata più volte ciò comporta una riduzione della numerosità campionaria. Se, ad esempio, è stata selezionata più volte solo l'unità logica 2 (due volte), la numerosità campionaria passa da 81 a 80, cioè 79 unità logiche selezionate una sola volta più 1 unità logica selezionata 2 volte.

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

9. La valutazione dei risultati del campione

Definita la dimensione campionaria, selezionato il campione ed effettuato l'audit delle operazioni si giunge alla valutazione dei risultati del campionamento.

Questa 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).

Tuttavia, può darsi il caso che il revisore non rilevi alcun errore. Se ciò accade 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.

Per capire procediamo con un esempio. Riprendiamo l'elenco delle operazioni campionate e supponiamo che in alcune di esse siano stati rilevati errori o irregolarità.

Codice progetto	Spesa dichiarata (A)	Unità logiche selezionate	Spesa accettata (B)	Importo dell'errore (A-B)
1	150.698	X	140.500	10.198
2	2.542.687	XX	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		565.045	0

Poiché ciascuna unità monetaria rappresenta statisticamente un gruppo di unità monetarie (quelle comprese nell'intervallo di campionamento), la percentuale di errore nell'unità logica

rappresenta la percentuale di errore nell'intervallo campionario. Va tuttavia specificato che nel calcolo dell'errore proiettato sulla popolazione il trattamento delle unità logiche con valore monetario inferiore all'intervallo di campionamento è diverso da quello delle unità logiche con valore superiore all'intervallo di campionamento. Nel primo caso, infatti, la percentuale di errore dell'intervallo di campionamento è uguale a quella dell'unità logica; nel secondo caso l'errore proiettato è pari all'intero ammontare di errore dell'unità logica. L'errore totale proiettato sulla popolazione è, infine, pari alla somma degli errori proiettati su tutti gli intervalli campionari.

Continuiamo con l'esempio suddividendo le unità in due gruppi, quello delle unità con valore inferiore all'intervallo di campionamento e quelle con valore superiore.

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							
1	150.698	X	140.500	10.198	6,77%	1.487.987	100.695
5	1.425.623	X	1.338.258	87.365	6,13%	1.487.987	91.187
Totale							191.881
Unità logiche con valore uguale o superiore all'intervallo di campionamento							
2	2.542.687	XX	2.462.514	80.173	-		80.173
3	3.897.265	X	3.846.373	50.892	-		50.892
Totale							131.065

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:

$$UL = BP + IE \quad (9)$$

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

Ritornando all'esempio, calcoliamo l'errore incrementale:

Codice progetto	Errore proiettato F	N. di errori	Reliability factor (1)	Incremento (2) G	Errore incrementale H=F×G
Unità logiche con valore inferiore all'intervallo di campionamento					
		0	1,61		
1	100.695	1	3,00	1,39	139.966
5	91.187	2	4,28	1,28	116.719
Totale	191.881				
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					387.750

(1) Ad un livello di confidenza dell'80%, affidabilità medio-bassa

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

Ed, infine, il limite superiore dell'errore:

Precisione di base (BP)	2.395.659	= 1.487.987 × 1,61
Errore incrementale (IE)	387.750	
Limite superiore dell'errore (UL)	2.783.409	> 2.410.540 (errore tollerabile, SR=2%)

Il limite superiore dell'errore eccede l'errore tollerabile. Il revisore è sicuro all'80% che la spesa dichiarata non è sovrastimata di un importo superiore a euro 2.783.409. 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

Riepilogando, se nel campione non vengono rilevati errori:

Limite superiore dell'errore (UL) = Precisione di base
--

Se, al contrario, nel campione vengono rilevati errori:

Limite superiore dell'errore = Precisione di base + Errore incrementale

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.

10. Considerazioni operative sul campionamento PPS

Al termine della trattazione metodologica, allo scopo di riepilogare i passaggi principali della procedura si forniscono alcune indicazioni operative per il campionamento.

- A) L'audit dei sistemi fornisce sulla base del modello di rischio (formula 1, par. 2) il valore per il rischio di non individuazione DR (formula 2, par. 2) e come complemento a 1 ($1 - DR$) il livello di certezza per l'audit delle operazioni (ad esempio, il 60%, il 70%, l'80% o il 90%);
- B) Dato il livello di certezza, il revisore definisce il livello ritenuto appropriato per la soglia di rilevanza (tra lo 0,5% e il 2%);
- C) Sulla base della propria esperienza o di valutazioni derivanti dagli esiti dell'audit dei sistemi, il revisore stabilisce se sia opportuno ipotizzare che l'insieme di operazioni oggetto di audit sia esente da errori e/o irregolarità. In caso contrario, deve valutare

una misura per il tasso di errore atteso, vincolandola comunque alla soglia di rilevanza;

- D) Stabiliti i parametri necessari, si procede alla determinazione della dimensione campionaria (cfr. tabelle 4 e 6,7,8) e quindi alla selezione delle unità logiche dall'universo.

Nella pratica, possono sorgere tre problematiche che richiedono soluzioni ad hoc e che possiamo identificare come: sottodimensionamento delle unità piccole in termini di valore; stratificazione per dimensioni diverse da quella finanziaria e revisione della numerosità campionaria nel caso di popolazioni di piccole dimensioni;.

Sottodimensionamento delle unità piccole in termini di valore

Come già sottolineato nei paragrafi 6 e 8, il campionamento PPS assegna probabilità di selezione maggiori alle unità logiche (le operazioni) di dimensione finanziaria più grande, a causa del fatto che unità di campionamento è l'unità monetaria e che quante più unità monetarie compongono una unità logica tanto più è probabile che almeno una unità monetaria appartenente a quella unità logica sia selezionata per il campione.

Questo, nel caso del controllo finanziario, è auspicabile. Tuttavia, in determinate situazioni potrebbe essere opportuno non perdere l'informazione relativa alle operazioni di piccola dimensione se, ad esempio, mediante l'audit dei sistemi si evidenziasse una elevata criticità proprio in capo ad un insieme omogeneo di operazioni caratterizzato dalla piccola dimensione.

Come è noto, il giudizio di affidabilità del programma operativo è ottenuto mediando tra i giudizi espressi sulle procedure relative a gruppi omogenei di operazioni ponderati per la dimensione finanziaria del gruppo. Quanto più la dimensione finanziaria di un gruppo è importante tanto più il giudizio espresso su quel gruppo di operazioni inciderà sul giudizio del programma complessivo.

Nel caso di un gruppo di operazioni di importo unitario basso e di importo complessivo non determinante, ma caratterizzato da un livello di criticità che potenzialmente potrebbe tradursi in un elevato grado di errori e/o irregolarità, il revisore può decidere:

- a. di effettuare un campionamento supplementare su quel gruppo (discriminato per via della piccola dimensione) con un discapito solo in termini di efficienza (cioè di maggiore costo).
- b. di incorporare il gruppo in questione dall'universo ed effettuare su di esso un campionamento indipendente sempre secondo la tecnica PPS.

In entrambi i casi gli esiti dei due campionamenti non vanno sommati affinché non ne risulti distorta la stima finale. Nell'ipotesi b, si può decidere di determinare il giudizio sul programma complessivo (con esclusione del gruppo di operazioni in questione) tenendo conto o meno del giudizio espresso sul gruppo escluso. Nel primo caso, ciò si traduce in un campionamento in eccesso che non ne influenza l'efficacia in senso negativo.

Stratificazione per dimensioni diverse da quella finanziaria

Il campionamento PPS non prevede forme di stratificazione diverse da quella legata alla dimensione finanziaria, tuttavia, produce delle buone performance anche in presenza di popolazioni di operazioni molto variabili rispetto ad altre caratteristiche.

In qualche caso, sempre legato alla piccola dimensione finanziaria, potrebbe risultare opportuno operare dei correttivi al fine di vedere rappresentate tutte le dimensioni di interesse.

Dopo aver verificato che il campionamento PPS su tutte le operazioni trascura strati della popolazione che si ritengono importanti, al fine di ottenere una copertura campionaria anche per dimensioni diverse da quella finanziaria si può procedere:

- a. per sub campioni attraverso una stratificazione a priori dell'universo. Per ciascuno strato individuato si applica il campionamento PPS secondo le modalità descritte;
- b. effettuando un campionamento supplementare sulle dimensioni di interesse. Anche in questo caso, gli esiti dei due campionamenti non vanno sommati.

Revisione della numerosità campionaria nel caso di popolazioni di piccole dimensioni

Nel caso di popolazioni finite, cioè di piccola dimensione, può verificarsi che la numerosità campionaria assuma un peso rilevante sul totale della popolazione (oltre 1/10). Affinché tale numerosità sia congrua rispetto alla popolazione si può applicare una formula che ricalcola la dimensione del campione riducendola. Tale formula è la seguente:

$$n^* = \frac{N \times n}{N + n}$$

dove:

n^* = dimensione campionaria ricalcolata;

N = numerosità della popolazione;

n = numerosità del campione iniziale.

In appendice C sono riportate le tavole con la numerosità campionaria ricalcolata con riferimento alle diverse tecniche proposte per il calcolo della dimensione campionaria ad una popolazione di 800 unità.

Modalità alternative non statistiche di campionamento di popolazioni di piccole dimensioni, specialmente nel caso di numerosità notevolmente inferiore alle 800 (circa 200), sono le seguenti⁶:

- 1) Scelta ragionata;
- 2) Percentuale fissa.

Il primo approccio si basa principalmente sulla capacità di giudizio del controllore. Infatti, la scelta delle operazioni non è totalmente casuale, poiché, dopo aver effettuato una stratificazione, si decide se controllare completamente o estrarre una percentuale di operazioni da ogni strato.

Nel secondo approccio la scelta è casuale e la numerosità del campione è legata percentualmente al grado di affidabilità del sistema di gestione e controllo.

Campionamento a scelta ragionata

In termini generali, si parla di campionamento a scelta ragionata quando le unità campionarie vengono selezionate non casualmente, sulla base d'informazioni preliminari concernenti la popolazione indagata. Questa tecnica è appropriata soprattutto per piccoli campioni. La proposta è quella di ricorrere all'utilizzo di un campione ragionato determinato attraverso i seguenti punti:

- vengono controllate tutte le operazioni con valore elevato (la soglia di rilevanza è fissata al 2%).

⁶ Cfr. Ragioneria Generale dello Stato – IGRUE, 2010.

- Si stratifica il resto della popolazione considerando la variabile asse e la tipologia di rimborso (anticipi, pagamenti intermedi, saldi).
- Si individuano gli strati che hanno maggior rilevanza (ad esempio i saldi) ed essi vengono controllati al 100%.
- Per gli strati rimanenti viene controllata una quota fissa percentuale collegata all'affidabilità del sistema:

Livello di certezza (1-DR)	Affidabilità del sistema	Percentuale di controllo
60%	Alta	10%
70%	Medio/Alta	13%
80%	Medio/Bassa	17%
90%	Bassa	20%

L'estrazione avviene all'interno di ogni strato in modo proporzionale al suo peso finanziario (stessa % in ogni strato) e considerando ogni operazione equiprobabile ($P(k) = 1/N'$, ove $k=1,2,...,n'$ sono le unità campionarie per ogni singolo strato ed N' e' pari alla numerosità dell'universo nello strato) ovvero con probabilità di venire estratta pari ad una variabile casuale discreta con distribuzione uniforme. Gli aspetti rilevanti di questa metodologia sono: la scelta delle variabili di stratificazione ; la copertura del controllo ad ogni strato (totale o percentuale).

Tali scelte sono effettuate dall'auditor in base alle caratteristiche della popolazione di operazioni da campionare.

Campionamento a percentuale fissa

Questa metodologia di campionamento prevede inizialmente una stratificazione per le variabili principali caratterizzanti la popolazione. Ad esempio si possono utilizzare come strati:

- il peso finanziario (diviso in tre caratteri piccole, medie e grandi);
- l'Asse;
- le variabili geografiche (province, comuni).

Effettuata la stratificazione si procede al campionamento casuale del 10, 13, 17 o 20% delle operazioni (percentuale legata al livello di affidabilità dei sistemi come dalla tabella precedente).

Infine, tutti le operazioni con importo certificato superiore alla soglia di rilevanza calcolata sull'importo complessivo della popolazione (2%) non presenti nel campione estrapolato o nei campioni controllati in anni precedenti, dovranno essere inseriti in un campione supplementare da controllare.

La numerosità delle operazioni da sottoporre a controllo, applicando tale metodologia, risulta generalmente inferiore alle altre metodologie proposte.

11. Procedura di campionamento in caso di tasso presunto di errori e/o irregolarità rilevante o di esiti indesiderati dei primi test

Se ci si attende un tasso di errore troppo alto e/o l'evidenza empirica lo dimostra, occorre valutare la possibilità di ricorrere ad un'altra tecnica di campionamento. In particolare, ci si riferisce 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).

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, e quindi attraverso la riduzione della variabilità all'interno di ciascuno strato, 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.

Per maggiori dettagli su questa tecnica campionaria si veda l'appendice B.

12. Documentazione di riferimento

Per la stesura del documento si è fatto riferimento, tra gli altri, ai seguenti documenti:

1. American Institute of Certified Public Accountants (AICPA) Audit and Accounting Guide, *Audit Sampling*, New edition, April 2001;
2. Commissione Europea, *Regolamento (CE) 1828/2006 – Disposizioni di attuazione del Regolamento (CE) 1083/2006*;
3. Commissione Europea, DG Politica regionale e DG Occupazione, affari sociali e pari opportunità, *Draft guidance note on sampling methods for audit authorities*;
4. Commissione Europea, DG Occupazione, affari sociali e pari opportunità, *Metodo di campionamento “Campionamento per unità monetaria”*;
5. Corte dei Conti, Sezione di controllo per la Regione siciliana, *Procedure di campionamento ai fini della verifica del rendiconto generale della Regione siciliana*, Deliberazione n. 9/2004;
6. Formez, *Manuale delle procedure dell’Autorità di Audit*, Programmazione 2007-2013, Versione del 3/06/2008;
7. Ragioneria Generale dello Stato – IGRUE, *Linee guida sui sistemi di gestione e controllo per la programmazione 2007-2013*, Roma, aprile 2007.
8. Ragioneria Generale dello Stato – IGRUE, *Orientamenti per la ridefinizione della metodologia di campionamento per piccole popolazioni di progetti relative alla programmazione 2007-2013*, Roma, maggio 2010.

Appendice A – La legge di Poisson

La distribuzione di Poisson è detta *legge degli eventi rari*, in quanto può essere applicata al posto della variabile casuale binomiale $B(p;n)$ 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 è comunque finito, in modo tale che il loro prodotto tenda ad una costante k quando n aumenta ($k = np$).

L'espressione della distribuzione di Poisson è la seguente:

$$P(X) = \frac{\kappa^x}{X!} e^{-k} \quad (X = 0; 1; 2; \dots) \quad (A1)$$

- k è un qualsiasi valore positivo ($k > 0$) equivalente al numero di successi che ci si aspetta che si verifichino in un dato intervallo di tempo, area, volume (p.e. numero di piante infestanti per unità di superficie, numero di difetti in un modulo,....)
- e è la base del logaritmo naturale ($e = 2,71828...$)
- X è il numero delle occorrenze (successi) per cui si vuole prevedere la probabilità $P(X)$

La distribuzione di Poisson è caratterizzata dal solo parametro k che rappresenta sia la media che la varianza.

Nell'ambito dell'Audit finanziario la distribuzione di Poisson descrive la probabilità del verificarsi di un certo numero X di errori nel campione dato che il loro valore atteso è k .

Per comprendere meglio, consideriamo:

- una popolazione di dimensione N ;
- un numero di errori nella popolazione pari a L ;
- un campione di dimensione n ;
- un rischio di accettazione pari a b ;
- un numero di errori nel campione pari a X .

La distribuzione cumulativa di Poisson esprime la probabilità approssimata che non più di X errori verranno individuati nel campione dato che l'errore atteso è pari a $k = np$, con $p = L/N$. In simboli:

$$b = \sum_{i=0}^X \frac{\kappa^i}{i!} e^{-k} = P(0) + \dots + P(X) \quad (A2)$$

Così, se $N=100.000$, $n=100$, $b=0,05$ e $X=1$

$$P(0) + P(1) = \sum_{i=0}^1 \frac{\kappa^i}{i!} e^{-k} = 0,05$$

Dalle tavole di Poisson a $P(0)+P(1) = 0,05$ corrisponde $k = 4,75$ (vedi Tabella A1).

Dato che $k = (L/N)n$, allora $L = k(N/n)$, ossia $L = 4,75 \cdot (100.000/100) = 4.750$.

Ritornando alle notazioni usate nel testo, se indichiamo con $SR = L/N$ (Soglia di rilevanza), e $k = RF$ (Reliability factor), allora da $k = (L/N)n$ risulta che la dimensione campionaria $n = RF/SR^7$.

Nella tabella che segue sono riportati i valori dei *reliability factors* per determinati livelli del rischio di accettazione e per numero di errori di sovrastima. La tabella risulta utile nella valutazione dei risultati del campione. In essa sono evidenziate quattro colonne relative ad un rischio di accettazione del 10%, del 20%, del 30% e del 40%: i valori sono corrispondenti ai quattro livelli di certezza derivanti dall'audit dei sistemi, qui proposti, (90%, 80%, 70% e 60%) e che entrano nella determinazione campionaria per l'audit delle operazioni.

Tabella A1 – Reliability Factors per alcuni livelli del rischio di accettazione e per numero degli errori di sovrastima

Numero di errori di sovrastima	Rischio di accettazione									
	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	37%	40%	50%
0	4,61	3,00	2,31	1,90	1,61	1,39	1,21	1,00	0,92	0,70
1	6,64	4,75	3,89	3,38	3,00	2,70	2,44	2,14	2,00	1,68
2	8,41	6,30	5,33	4,72	4,28	3,93	3,62	3,25	3,10	2,68
3	10,05	7,76	6,69	6,02	5,52	5,11	4,77	4,34	4,15	3,68
4	11,61	9,16	8,00	7,27	6,73	6,28	5,90	5,43	5,22	4,68
5	13,11	10,52	9,28	8,50	7,91	7,43	7,01	6,49	6,31	5,68
6	14,57	11,85	10,54	9,71	9,08	8,56	8,12	7,56	7,37	6,67
7	16,00	13,15	11,78	10,90	10,24	9,69	9,21	8,63	8,38	7,67
8	17,41	14,44	13,00	12,08	11,38	10,81	10,31	9,68	9,43	8,67
9	18,79	15,71	14,21	13,25	12,52	11,92	11,39	10,74	10,47	9,67
10	20,15	16,97	15,41	14,42	13,66	13,02	12,47	11,79	11,51	10,67
11	21,49	18,21	16,60	15,57	14,78	14,13	13,55	12,84	12,55	11,67
12	22,83	19,45	17,79	16,72	15,90	15,22	14,63	13,89	13,58	12,67
13	24,14	20,67	18,96	17,86	17,02	16,32	15,70	14,93	14,62	13,67
14	25,45	21,89	20,13	19,00	18,13	17,40	16,77	15,97	15,65	14,67
15	26,75	23,10	21,30	20,13	19,24	18,49	17,84	17,02	16,68	15,67
16	28,03	24,31	22,46	21,26	20,34	19,58	18,90	18,06	17,72	16,67
17	29,31	25,50	23,61	22,39	21,44	20,66	19,97	19,10	18,75	17,67
18	30,59	26,70	24,76	23,51	22,54	21,74	21,03	20,14	19,78	18,67
19	31,85	27,88	25,91	24,63	23,64	22,81	22,09	21,18	20,80	19,67
20	33,11	29,07	27,05	25,74	24,73	23,89	23,15	22,22	21,83	20,67

⁷ Nel testo, come si ricorderà, questa è la formula della dimensione campionaria impiegata nel caso di zero errori attesi. In caso di errori attesi la formula viene modificata al fine di incrementare la dimensione campionaria e aumentare così la garanzia per il revisore di non giungere a conclusioni errate.

Appendice B – Calcolo della numerosità campionaria nel campionamento casuale semplice e stratificato

Se l'obiettivo del campionamento è la stima di una frequenza (nel nostro caso una frequenza di errore), la formula per il calcolo della dimensione campionaria è la seguente:

$$n = \frac{z^2 N p q}{\delta^2 (N - 1) + z^2 p q} \quad (B1)$$

dove:

N = numerosità della popolazione (insieme delle 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 = frequenza di errore da stimare nella popolazione;

q = 1-p.

Se la popolazione è molto grande (questo è il caso di popolazioni di unità monetarie) la formula si semplifica e diventa la seguente⁸:

$$n = \frac{z^2 p q}{\delta^2} \quad (B2)$$

Il campionamento casuale semplice e il campionamento stratificato non sono tipici dell'audit finanziario, pertanto la loro applicazione richiede qualche adattamento. La formula B2 necessita, per essere calcolata, di tre informazioni:

- il livello di certezza per l'audit delle operazioni determinato attraverso il modello di rischio (par. 2), dopo aver effettuato l'audit dei sistemi, e il relativo valore della variabile normale standardizzata z;
- l'errore tollerabile o soglia di rilevanza (SR)⁹;
- la percentuale p di errore e/o irregolarità finanziaria nella popolazione, generalmente definita sulla base di esperienze pregresse.

La formula, pertanto, si può riscrivere in questo modo:

$$n^* = \frac{z^2 p q}{SR^2} \quad (B3)$$

⁸ Al crescere di N si dimostra che la numerosità ottimale del campione tenda asintoticamente al valore definito dalla relazione B2.

⁹ Come si ricorderà la soglia di rilevanza è definita come $SR = SRP/SP$ dove SRP l'errore assoluto tollerabile e SP è il valore monetario della popolazione (spesa rendicontata).

Poiché la formula non dipende dalla numerosità della popolazione N è possibile calcolare a priori la numerosità campionaria. La Tabella B1 mostra la dimensione campionaria calcolata per determinate percentuali di errore e/o irregolarità.

Tabella B1 – Dimensione campionaria per dati valori di z , di SR e di p

$p = 0,015, q = 0,985$					
Livello di certezza (1-DR)	z	SR			
		0,5%	1,0%	1,5%	2,0%
60%	0,84	417	104	46	26
70%	1,04	639	160	71	40
80%	1,28	968	242	108	61
90%	1,64	1.590	397	177	99
$p = 0,02, q = 0,98$					
60%	0,84	553	138	61	35
70%	1,04	848	212	94	53
80%	1,28	1.285	321	143	80
90%	1,64	2.109	527	234	132
$p = 0,05, q = 0,95$					
60%	0,84	1.341	335	149	84
70%	1,04	2.055	514	228	128
80%	1,28	3.113	778	346	195
90%	1,64	5.110	1.278	568	319
$p = 0,10, q = 0,90$					
60%	0,84	2.540	635	282	159
70%	1,04	3.894	973	433	243
80%	1,28	5.898	1.475	655	369
90%	1,64	9.683	2.421	1.076	605

Che relazione c'è tra l'errore ammesso δ e l'errore tollerabile SR? Data la numerosità campionaria, l'errore δ è il seguente:

$$\delta = z \sqrt{\frac{pq}{n}} \quad (\text{B4})$$

Se la numerosità campionaria determinata in base alla B3 fosse uguale a quella determinata mediante la B2 ($n = n^*$), SR coinciderebbe con δ . Tuttavia, ciò rappresenta una limitazione in quanto implica che se nel campione si individuasse un errore e/o irregolarità, essendo l'intervallo di variazione della percentuale di errore e/o irregolarità p pari a $p \pm \delta$, si avrebbe la certezza assoluta di violare il vincolo di errore rappresentato dalla SR. Pertanto, è preferibile considerare la numerosità derivante dalla B3 come una numerosità minima e incrementare quella su cui effettuare il test al fine di ridurre l'errore δ .

Ad esempio, posta SR pari al 2%, si potrebbe scegliere la numerosità campionaria corrispondente alla SR = 1,5% (che quindi corrisponderebbe al nostro δ), di modo che se la percentuale di errore e/o irregolarità rilevata fosse inferiore o al massimo uguale allo 0,5%, si accetterebbe l'ipotesi che la popolazione sia affetta da una percentuale di errore e/o irregolarità non superiore al 2%.

Determinata la numerosità campionaria l'estrazione si effettua casualmente sull'intera popolazione o all'interno degli strati se la popolazione è stata stratificata. Il campione che risulta dall'estrazione è costituito da unità monetarie e pertanto ciascuna unità monetaria ha una probabilità pari a $1/N$ o $1/N_s$, nel caso di campionamento stratificato, di essere estratta. Ciò non è così per

quanto riguarda le operazioni, che rappresentano l'oggetto dell'attività di audit. Se una operazione è costituita da k unità monetarie (cioè il suo valore monetario è pari a k) la sua probabilità di essere estratta è pari a k/N , o k/N_s , nel campionamento stratificato. Questo implica che anche nel campionamento casuale semplice, laddove la popolazione sia costituita di unità monetarie, la probabilità per una operazione di essere estratta è direttamente proporzionale alla sua dimensione finanziaria, cioè tanto più grande è l'operazione tanto maggiori sono le possibilità che essa venga inclusa nel campione.

Come si valutano gli esiti del campionamento casuale?

Riprendiamo l'esempio del paragrafo 8. La nostra popolazione è costituita di 1000 operazioni per un ammontare totale in valore di 120.526.982 euro. Si ammette una tolleranza massima di errore e/o irregolarità pari al 2% dell'importo totale, quindi 2.410.540. Al livello di certezza dell'80% corrisponde un valore per il parametro z pari a 1,28. Ipotizziamo una percentuale di errore e/o irregolarità (p) pari proprio al 2% e sulla base di questi dati individuiamo nella tabella B1 la dimensione campionaria. Di seguito sono riepilogati i dati suddetti.

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 livello certezza 80%)	1,28
p (percentuale di errore e/o irregolarità ipotizzata)	2%
q (complemento a 1 di p)	98%

In corrispondenza di $SR = 2\%$ la dimensione campionaria sarebbe pari a 80, tuttavia, per quanto detto in precedenza, scegliamo la dimensione campionaria corrispondente a $SR = 1,5\%$, cioè 143. 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	140.500	10.198
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	0

Supponiamo, inoltre, che l'errore e/o l'irregolarità accertata corrisponda all'1,6% dell'importo del campione. Con l'ausilio dell'errore campionario δ , costruiamo un limite superiore (UL) per l'errore, $p + \delta = 1,6\% + 1,5\% = 3,1\%$. Questa è la massima percentuale di errore che ci si può attendere nella popolazione al livello di certezza dell'80%. Confrontando la soglia di rilevanza (2%) con $p + \delta$, (3,1%) si conclude che il limite superiore è più elevato e che c'è sufficiente evidenza che la popolazione di operazioni sia significativamente affetta da errore e/o irregolarità anche se l'errore accertato (1,6%) è inferiore alla soglia di rilevanza.

Schematicamente:

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.

Appendice C – Numerosità campionaria nel caso di popolazioni di piccole dimensioni

Tabella 4b – Dimensione campionaria ricalcolata per dati valori di RF e di SR

Livello di certezza (1-DR)	RF	Numerosità della popolazione								
		50	100	200	300	400	500	600	700	800
60%	0,88	24	32	37	40	41	42	43	43	43
70%	1,21	27	38	46	50	53	54	55	56	56
80%	1,61	31	45	57	63	67	69	71	72	73
90%	2,31	35	54	73	83	90	94	97	99	101

Confronta tab. 4

Tabella 6b – Dimensione campionaria ricalcolata per un livello di certezza=60% (Affidabilità ALTA) RF=0,92 e EF=1,12, SR=2%

TER	Numerosità popolazione								
	50	100	200	300	400	500	600	700	800
0,00%	24	32	37	40	41	42	43	43	43
0,05%	24	32	38	41	42	43	44	44	45
0,10%	25	33	39	42	43	44	45	46	46
0,15%	25	33	40	43	45	46	46	47	47
0,25%	26	35	42	45	47	48	49	50	50
0,50%	28	39	48	53	55	57	58	59	59
1,00%	34	51	69	78	83	86	89	91	92
1,50%	43	74	118	147	167	183	194	204	211

Confronta tab. 6

Tabella 7b – Dimensione campionaria ricalcolata per un livello di certezza=70% (Affidabilità MEDIO-ALTA) RF=1,21 e EF=1,2, SR=2%

TER	Numerosità popolazione								
	50	100	200	300	400	500	600	700	800
0,00%	27	38	46	50	53	54	55	56	56
0,05%	28	38	48	52	54	55	56	57	58
0,10%	28	39	49	53	55	57	58	59	60
0,15%	29	40	50	54	57	59	60	61	61
0,25%	29	42	52	58	60	62	64	65	65
0,50%	32	46	60	67	71	74	76	77	78
1,00%	38	60	86	101	110	116	121	124	127
1,50%	46	86	150	201	241	274	301	325	344

Confronta tab. 7

Tabella 8b – Dimensione campionaria ricalcolata per un livello di certezza=80% (Affidabilità MEDIO-BASSA) RF=1,61 e EF=1,3, SR=2%

TER	Numerosità popolazione								
	50	100	200	300	400	500	600	700	800
0,00%	31	45	57	63	67	69	71	72	73
0,05%	31	45	59	65	69	71	73	74	75
0,10%	32	46	60	67	71	73	75	77	78
0,15%	32	47	62	69	73	76	78	79	80
0,25%	33	49	65	73	77	81	83	85	86
0,50%	35	54	75	85	92	96	99	102	104
1,00%	41	70	107	130	146	158	166	173	179
1,50%	49	97	188	274	356	433	506	575	641

Confronta tab. 8

**Tabella 9b – Dimensione campionaria ricalcolata per un livello di certezza=90% (Affidabilità BASSA)
RF=2,31 e EF=1,5, SR=2%**

Confronta tab. 9

TER	Numerosità popolazione								
	50	100	200	300	400	500	600	700	800
0,00%	35	54	73	83	90	94	97	99	101
0,05%	35	55	75	86	92	97	100	102	104
0,10%	36	56	77	88	95	100	103	106	108
0,15%	36	57	79	91	98	103	107	110	112
0,25%	37	59	83	96	105	111	115	118	121
0,50%	39	65	96	114	126	135	141	146	150
1,00%	45	82	140	182	214	240	261	278	293
1,50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella B1b – Dimensione campionaria ricalcolata per dati valori di z, di p e per SR=2% tab. B1)

	Numerosità della popolazione				
	50	100	200	500	800
Livello di certezza	p = 0,015				
60%	17	21	23	25	25
70%	22	29	33	37	38
80%	27	38	46	54	56
90%	33	50	66	83	88
Livello di certezza	p = 0,02				
60%	20	26	29	32	33
70%	26	35	42	48	50
80%	31	45	57	69	73
90%	36	57	79	104	113
Livello di certezza	p = 0,05				
60%	31	46	59	72	76
70%	36	56	78	102	111
80%	40	66	99	140	156
90%	43	76	123	195	228
Livello di certezza	p = 0,1				
60%	38	61	89	120	132
70%	41	71	110	164	187
80%	44	79	130	212	252
90%	46	86	150	274	345

Confronta tab. B1 in corrispondenza di SR = 2%