**Anexo N° 7: Metodología para la selección de la muestra**

1. **OBJETIVO**

Establecer la metodología de selección de muestras a ser aplicada en auditoría de cumplimiento, en función del análisis de los datos disponibles y la interpretación de su comportamiento. La metodología permite discriminar las situaciones en las cuales se aplican técnicas de muestreo estadístico, tanto por atributos como por unidades monetarias, y otras situaciones en las que se aplica el muestreo discrecional (juicio experto).

1. **DEFINICIONES**

Las definiciones más importantes empleadas en muestreo estadístico se presentan a continuación:

* **Población:** conjunto de individuos o elementos que cumplen ciertas propiedades comunes.

Por ejemplo, los proveedores de un programa social o los postores en un proceso de contratación público.

* **Unidad:** es un miembro o elemento de la población. En el ejemplo anterior cada proveedor es una unidad de la población de proveedores.
* **Atributo:** Es cualquier característica de interés que pueden o no poseer las unidades de la población. Por ejemplo si un proveedor es sujeto de demandas judiciales por parte del Estado, estos problemas judiciales pueden constituir atributos de interés desde el punto de vista del control gubernamental.
* **Variable:** Cuando un atributo es medible o cuantificable, se le denomina variable. Por ejemplo, el monto de las compras mensuales de alimentos de un programa social es una variable.
* **Parámetro:** Es cualquier característica de una población que puede ser estimada. Dos parámetros más usuales son el promedio o media (μ) y la desviación estándar (σ) de la población, que indican la manera en que los datos de la población se dispersan alrededor del valor medio.
* **Estrato:** Es una sección o subconjunto de una población que difiere en algún aspecto del resto de la población.
* **Partida clave:** Son elementos seleccionados discrecionalmente, sin respaldo estadístico, en función de algún atributo o conjunto de atributos, relevantes para el logro de los objetivos de la auditoría. No constituyen parte de la muestra estadística y sus resultados no son extrapolables a la población de la que son extraídos.
* **Distribución de frecuencia:** Presenta la frecuencia de ocurrencia de diversos estados de una variable.
* **Muestra:** Subconjunto representativo de una población.
* **Muestra aleatoria:** Es aquella en la que las unidades de la población han tenido la misma probabilidad de ser escogidos. La principal ventaja de las muestras aleatorias radica en que ofrecen mayor seguridad que las características evaluadas de la población, se encuentren representadas con mayor aproximación a la proporción poblacional que en el caso de lasmuestras no aleatorias, permitiendo la extrapolación de los resultados muestrales a toda la población.
* **Muestra no aleatoria:** También denominada de juicio discrecional, es una muestra en la cual los criterios de selección de elementos de la población pueden producir un sesgo hacia determinado subconjunto poblacional. Este tipo de muestras no son representativas de la población debido a que no todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Los resultados de un muestreo no aleatorio deben ser tomados con precaución y su extrapolación es cuestionable.
* **Estadístico o estimado:** Los datos o medidas que se obtienen sobre una muestra y por lo

tanto una estimación de los parámetros. Por ejemplo, la media muestral (𝑥̅) y la desviación

estándar muestral (s).

* **Nivel de confianza:** Es la probabilidad que la estimación efectuada se ajuste a la realidad, es decir, que el intervalo construido en torno a un estadístico contenga el verdadero valor del parámetro.
* **Intervalo de confianza:** Indica la amplitud dentro de la cual se encuentra la media poblacional (μ) con una probabilidad del X% o, en otros términos; que el X% de los intervalos construidos de manera similar, contienen el parámetro que se está estimando.
* **Error Muestral:** Es la diferencia entre un estadístico y su parámetro correspondiente. Es una medida de la variabilidad de las estimaciones de muestras repetidas en torno al valor de la población, nos da una noción clara de hasta dónde y con qué probabilidad una estimación basada en una muestra se aleja del valor que se ha obtenido por medio de un censo completo. También se conoce como margen de error.
* **Error Estándar:** Es un estadístico que permite medir el error del muestreo. Es la desviación estándar de una población de las medias de las muestras.
* **Extrapolación:** Procedimiento de inferencia estadística que consiste en proyectar o generalizar a la población, mediante pruebas de hipótesis, los resultados obtenidos en una muestra.
* **Inferencia Estadística:** Procedimiento inductivo que tiene por objetivo determinar las propiedades de una población a partir del análisis de una muestra.
* **Contraste de Hipótesis:** Denominado también prueba de hipótesis, es un procedimiento de inferencia estadística que tiene por finalidad determinar si una propiedad atribuida a una población, es consistente con lo observado en una muestra representativa de la misma. El experimento más común de contraste compara una hipótesis determinada o nula (H0) contra una hipótesis alternativa (H1) para determinar la veracidad de una de ellas.
* **Errores de Contraste:** Son de dos tipos: Error de Tipo 1, Error de Probabilidad Alfa o Falso Positivo (Cuando se rechaza la hipótesis nula siendo esta verdadera en la población) y; Error de Tipo 2, Error de Probabilidad Beta o Falso Negativo (Cuando se acepta la hipótesis nula siendo esta falsa en la población).
* **Riesgo de Muestreo:** Es el riesgo de que las conclusiones a las que arriba el auditor sobre la base de una muestra estadística, sean diferentes de las conclusiones a las que puede arribar si se aplicase el mismo procedimiento de auditoría a toda la población. Este tipo de riesgo conduce a la ocurrencia de Errores de Tipo 1 o errores de Tipo 2 en las conclusiones de auditoría.

1. **DESARROLLO**

En el desarrollo de la auditoría de cumplimiento pueden encontrarse situaciones en las cuales la cantidad de datos disponibles para evaluar un criterio sea insuficiente; y otras situaciones en las cuales, la cantidad de datos es simplemente muy numerosa. Cada caso tiene sus riesgos e implicancias sobre el buen desarrollo del proceso auditor. A esto se suma la posibilidad de encontrar que los datos a ser evaluados son heterogéneos en algún atributo relevante, como valor monetario, cantidad, calidad, ubicación geográfica, etc.

Como medida de orientación básica, se puede trazar una tabla de doble entrada que enfrenta la diversidad de los datos versus las técnicas de muestreo más comunes, que puede orientar al auditor para la correcta selección de la técnica adecuada.

**Tabla 1. Criterios de selección de la técnica de muestreo**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **Diversidad de los datos** | |
| **Homogénea** | **Heterogénea** |
| **Cantidad de datos\*** | **Insuficiente** | Juicio Experto | Juicio Experto con estratificación |
| **Suficiente** | Estadístico Simple  Muestreo por Unidades Monetarias (MUM)\*\* | Estratificado proporcional |

\*: Como regla general, se puede considerar que la cantidad de datos es estadísticamente suficiente a partir de 30 observaciones. Ello no impide que se pueda aplicar algún tipo de muestreo a poblaciones de menos cantidad de elementos, sino que sus resultados no serían extrapolables de manera confiable.

\*\*: El MUM es recomendable cuando los valores poblacionales son muy dispersos y existe gran distancia entre los valores mínimos y máximos de la distribución. El MUM permite al auditor enfocar el análisis de aquellas partidas monetariamente más importantes, frente a las de menor importe.

* 1. **Análisis de los datos**

Antes de la aplicación de las técnicas de muestreo, el evaluador debe realizar un análisis previo de los datos obtenidos, con la finalidad de tener seguridad razonable de la validez y exactitud de los mismos. El análisis de los datos debe incluir como mínimolos siguientes pasos de evaluación, sin perjuicio de otros adicionales a juicio del auditor:

* 1. **Revisión de la integridad de los datos**

Comprende los pasos siguientes:

Revisión de la cantidad total de datos y existencia de campos en blanco. De encontrarse campos en blanco debe obtener la explicación del hecho y descartar un posible error en la extracción de los datos.

El auditor debe asegurar que cada campo de los datos sea consistente con el tipo de variable observada. Así, se debe verificar que las variables cuantitativas contengan datos numéricos consistentes y las variables cualitativas contengan campos de texto acordes a la lógica de su construcción.

En el caso de los registros monetarios, verificar que los registros de diferentes monedas no sean presentados en una sola serie de datos, a menos que sea posible realizar el filtrado empleando información cualitativa complementaria.

Verificar que el formato de fechas sea el mismo para todos los elementos de la muestra.

Verificar que lo datos de registros, tales como códigos de entidad, de operación, de transacción, números de documentación de identidad o de registro tributario, no permitan la pérdida de información. Por ejemplo, en el caso del número del documento nacional de identidad, se debe asegurar que todos los números posean 8 dígitos, aún en el caso que el primer dígito sea cero.

* 1. **Revisión de registros duplicados**

La existencia de registros duplicados pueden ser indicadores de errores en los registros de la información, errores en la extracción de datos o inclusive sugerir la posible manipulación de los mismos. La existencia de múltiples registros o de gran recurrencia en la aparición de ciertos valores en la población analizada puede analizarse de diferentes maneras, entre ellas empleando el análisis de frecuencias. Los registros que posean campos duplicados o multiplicados sin consistencia lógica u otra justificación que generen dudas al investigador, pueden ser analizados posteriormente como “partidas clave”.

* 1. **Revisión de medidas de estadística descriptiva**

Las medidas de estadística descriptiva permiten conocer el comportamiento y variabilidad de los datos. Estas medidas se agrupan en dos tipos, (i) Medidas de tendencia central (Promedio, moda22, mediana, percentiles) y (ii) Medidas de dispersión (Recorrido, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, coeficiente de asimetría).

Las medidas de dispersión son de particular interés debido a sus implicancias en la técnica de muestreo a aplicar y la conformación de la muestra final. Por ejemplo, según se muestra en la ilustración siguiente, algunas variables pueden tener distribuciones asimétricas debido a la existencia de valores extremos (altos o bajos), que se alejan de manera considerable de la masa de elementos poblacionales.

Los casos de asimetría de distribución requieren especial atención, debido a que pueden tener importantes implicancias en la conformación de la muestra de auditoría. En principio, los casos extremos de la distribución pueden ser analizados como “partidas clave” (Ver el ***numeral a*** de la sección siguiente), independientemente de la conformación de una muestra estadística aleatoria sobre el mismo universo poblacional.

**Ilustración 1. Ejemplos de distribuciones asimétricas**



**Media (μ) Media (μ)**

* 1. **Muestreo discrecional o de “Juicio Experto”**

Se considera que un muestreo es discrecional o de “Juicio Experto” a aquellas técnicas de muestreo que aplican criterios considerados de suma importancia o relevancia para el investigador, y que han sido seleccionados según su experiencia, “instinto”, conocimiento del tema, alcance del servicio de control, consideraciones sobre el tiempo y recursos, y las circunstancias del entorno.

Las técnicas de muestreo discrecional se aplican generalmente cuando los datos son heterogéneos en atributos, existe gran dispersión geográfica, o cuando la cantidad de los mismos es insuficiente para la aplicación de técnicas de muestreo estadístico. También es recomendable su aplicación en el caso de existir información verificada de denuncias o la identificación de “partidas clave”, que dirigen y focalizan de por sí la ejecución de la auditoría.

Por otra parte, a diferencia del muestreo estadístico, los resultados de la aplicación del muestreo discrecional no son extrapolables. En otros términos, los criterios de selección empleados para la conformación de la muestra, aunque alineados o consistentes con el alcance y objetivos de la auditoría, pueden sesgar la elección de los datos hacia cierto conjunto no representativo de la población. Por lo tanto, las conclusiones o recomendaciones basadas en los resultados obtenidos sobre tales muestras discrecionales, no se pueden generalizar o extrapolar a toda la población sino sólo a la muestra evaluada.

A continuación se presenta una breve descripción de una selección de técnicas de muestreo discrecional:

**Selección de casos extremos o anómalos**

En auditoría esta técnica consiste en entender el comportamiento bajo condiciones normales de los procesos misionales de la entidad y su relación con los procesos de soporte. El foco de la investigación radica en encontrar divergencias o anomalías entre los hechos ocurridos y la situación esperable o normal de acuerdo a la evidencia empírica y el conocimiento de la entidad.

Como ejemplo de casos anómalos en contrataciones se tiene: crecimientos súbitos en las adquisiciones de insumos en meses en los cuales existe sobre stock de inventarios; incremento inusitado de las compras realizadas a cierto proveedor, concentración de compras en determinado(s) proveedor(es) o alternancia de los mismos proveedores en la provisión de un mismo bien o servicio; cambio tecnológico de procesos misionales vinculado de ciertos proveedores monopólicos, etc.

**Casos frecuentes**

El entendimiento de las operaciones de una entidad, es decir, de sus procesos misionales, estratégicos y de soporte, conduce a la identificación de los casos frecuentes de comportamiento institucional, tanto en sentido positivo como en negativo. Los casos frecuentes de carácter negativo permiten la rápida detección de fallas en los procesos, en los controles internos y la formulación de medidas correctivas para su mejora.

Cuando el caso negativo es de tal naturaleza que muestra la falla sistemática de los controles internos en uno o más procesos de la entidad o la ausencia de los mismos, y por lo tanto, constituye una fuente de alto riesgo operacional, se le denomina “caso paradigmático”. Esta condición de alto riesgo es agravada en razón a la frecuencia de fallos y materialización del riesgo.

**Bola de nieve**

En el caso de indicios firmes de corrupción, cualquiera sea el origen de la información de sustento, el muestreo “bola de nieve” desarrolla una estrategia de seguimiento de las primeras irregularidades detectadas en determinados procesos, lo que conduce a la detección de nuevas irregularidades, y así sucesivamente hasta constituir un cúmulo de evidencias de soporte para la formulación de hallazgos de auditoría.

La condición necesaria para la aplicación de esta técnica es la confianza en la fuente de información y la detección de las primeras irregularidades sustantivas que permitan a la comisión profundizar las indagaciones y obtener mayores evidencias.

**Muestreo de oportunidad**

En el desarrollo del servicio de control posterior pueden surgir asuntos que requieren mayor investigación y detalle, que no necesariamente están dentro del alcance inicial de la auditoría; pero la gravedad de sus implicancias obliga a considerar su atención inmediata.

En este contexto, dependiendo de la evaluación de la situación por la unidad orgánica competente de la Contraloría, el alcance del servicio de control puede ser ampliado o el asunto de interés puede ser programado para su próxima atención mediante un nuevo servicio de control. Lo importante de la técnica es que la información sobre el hecho de interés no se pierde y se puede tomar la mejor decisión para su atención oportuna.

**Partidas clave**

La existencia de partidas clave focaliza las investigaciones hacia un conjunto de materias a auditar previamente definidas. Por lo general, las partidas clave son determinadas a partir de información de denuncias en el Sistema Nacional de Control (Sistema) o investigaciones realizadas por los medios de prensa y sistematizadas por las unidades orgánicas relevantes de la Contraloría.

* 1. **Muestreo Estadístico**

La metodología de muestreo estadístico propuesta en el presente instructivo, considera tres técnicas de muestreo fundamentales, el muestreo estadístico simple, asumiendo poblaciones finitas homogéneas; el muestreo estadístico estratificado proporcional, para poblaciones finitas heterogéneas bimodales o multimodales, que comparten algún atributo de interés de acuerdo a los objetivos de la auditoría; y el muestreo por unidades monetarias, empleado en casos que la población esté compuesta por valores monetarios de gran variabilidad, dispersión y presencia de valores extremos.

**Muestreo Estadístico Simple para Poblaciones Finitas**

Durante la conducción de una auditoría, por ejemplo, al determinarse la efectividad de los controles internos aplicados a un determinado proceso, suelen presentarse situaciones en las que solo son posibles dos resultados, es decir, que el control cumpla o no cumpla con el estándar requerido.

Este tipo de situaciones, en las cuales el aspecto monetario no es relevante, sino los

*atributos* de la población, es idóneo para la aplicación de muestreo aleatorio simple.

Entre los criterios más importantes que deben definirse previo para la estimación de la muestra representativa, es la determinación del tipo de distribución que siguen los datos evaluados. Para ello es importante analizar los estadísticos descriptivos de la población, observar la distribución de frecuencias, medidas de centralidad, de dispersión, etc., que brindan información sobre el comportamiento de los datos.

El modelo propuesto emplea una distribución normal estándar para el cálculo del tamaño de muestra “n”, considerando una probabilidad de error “α”. La ecuación a emplearse es la siguiente:

Dónde:

**N:** Tamaño de la población.

**n:** Tamaño de la muestra.

**p:** Proporción de la población que tiene la característica del interés a ser evaluada.

**q:** Proporción de la población que no tiene la característica de interés.

**e:** Error muestral, margen de error o límite de error de estimación, es la cantidad máxima de error permisible por el estudio.[[1]](#footnote-1)

**Zα/2:** Valor de la distribución normal estándar para una probabilidad de error “α” considerando que la distribución posee dos colas con probabilidad de error de “α/2” en cada extremo. La tabla adjunta presenta algunos valores de Zα/2, considerando los niveles de confianza más empleados:

**Tabla 2. Valores de Z ante determinados nivel de confianza**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nivel de Confianza** | **α** | **α/2** | **Zα/2** |
| 90.0% | 10.0% | 5.0% | 1.64 |
| 95.0% | 5.0% | 2.5% | 1.96 |
| 95.5% | 4.5% | 2.3% | 2.00 |
| 97.0% | 3.0% | 1.5% | 2.17 |
| 99.0% | 1.0% | 0.5% | 2.58 |

Gráficamente, se puede apreciar el área comprendida entre los valores de Z ante un determinado nivel de confianza, considerando que la distribución normal estándar posee dos colas[[2]](#footnote-2), cada uno con la mitad del margen o probabilidad de error admitido (α).

Ilustración 1. Valores de Z ante determinados niveles de confianza



El **nivel de confianza** se determina en función del riesgo de detección (RD) del procedimiento aplicado por el auditor.

El auditor debe aplicar procedimientos formulados de tal manera que reduzcan el riesgo de auditoría a un nivel aceptablemente bajo. De acuerdo a la fórmula para la determinación del riesgo de auditoría el riesgo de detección se puede expresar de la siguiente manera:

Donde:

**RA:** Riesgo de auditoría[[3]](#footnote-3)

**RI:** Riesgo inherente[[4]](#footnote-4)

**RC:** Riesgo de Control[[5]](#footnote-5)

**RD:** Riesgo de detección[[6]](#footnote-6)

Aplicando la metodología de evaluación del control interno relativa a la materia examinada específica, es posible determinar a nivel cualitativo el nivel de cada tipo de riesgo. A continuación se presenta una tabla de rangos referenciales como propuesta para la calificación de los riesgos de auditoría sobre la base de la evaluación de la eficacia del control interno:

**Tabla 3. Rango de calificación de riesgos de auditoría**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de Riesgo** | **Rango de Calificación** | | |
| **Alto** | **Medio** | **Bajo** |
| **Riesgo de Auditoría (RA)** | Baja seguridad de detección de errores. La información tiene alta probabilidad de conducir a conclusiones equivocadas. | Seguridad intermedia de detección de errores. La información tiene probabilidad media de conducir a conclusiones equivocadas. | Alta seguridad de detección de errores. La información tiene baja probabilidad de conducir a conclusiones equivocadas. |
| **5%** | **3%** | **1%** |
| **Riesgo Inherente (RI)** | Sistemas institucionales de registro de información no confiables. | Sistemas institucionales de registro de información de confiabilidad media. | Sistemas institucionales de registro de información de alta confiabilidad. |
| **100%** | **55%** | **10%** |
| **Riesgo de Control (RC)** | Sistema de control interno ineficaz o inadecuado. Alta probabilidad de no detección de errores materiales. | Sistema de control interno insuficiente. Posibilidad intermedia de no detección de errores materiales. | Sistema de control interno eficaz. Baja probabilidad de no detección de errores materiales. |
| **100%** | **55%** | **10%** |

El nivel de confianza se define como el porcentaje de veces en las cuales los resultados de las pruebas son los correctos, es decir, que el comportamiento de la muestra refleja el verdadero comportamiento de la población, dado un determinado nivel de error.

**Nivel de Confianza = [1 – Riesgo de Detección] … (3)**

Por otra parte, el término “p\*q” es denominado “varianza de la población” y puede estimarse empleando datos estadísticos de la proporción de elementos que cumplen el criterio evaluado (p) y la proporción de los que no lo cumplen (q). En el caso de contarse con datos históricos de tales proporciones, **estas deben ser empleadas en la determinación del tamaño de muestra**.

Por ejemplo, en una auditoría de cumplimiento con el objetivo de determinar que la asignación de subsidios monetarios individuales en la región Z durante el período 20XX-20YY, se ha desarrollado de acuerdo a la normativa relevante; se tienen indicios de una presunta defraudación mediante la modalidad de “beneficiarios fantasma”.

Dado que los subsidios monetarios otorgados no presentan gran variabilidad entre sí, representando por lo general unidades per cápita constantes, el método de muestreo seleccionado es el muestreo aleatorio simple.

Por revisión de información histórica, se sabe que la proporción de beneficiarios fantasma *–personas que reciben beneficios sociales sin cumplir con los requisitos legales-* del programa es del 8%, mientras que el porcentaje de beneficiarios que cumplen la normativa es del 92%. Por lo tanto, el cálculo del tamaño muestral para evaluar la proporción de beneficiarios fantasma considera los valores de p = 8% y q = 92%.

En los casos en los cuales **no se conozca la varianza poblacional**, es recomendable emplear de manera conservadora los valores que maximizan la varianza poblacional, es decir, p = q = 50% y p\*q = 0.25.

El error muestral influye decisivamente en el tamaño de la muestra representativa, una reducción del error muestral, manteniendo los inalterados los valores de “p”, “q”, “α” y “Z”, significa un incremento en la cantidad de elementos a ser incorporados a la muestra.

En la tabla adjunta se muestra un ejemplo de cálculo de tamaño muestral considerando errores muestrales de 5% y de 3%, niveles de confianza de 95%, 95.5% y 97%, y máxima varianza poblacional (25%).

**Tabla 4. Ejemplo de tamaños de muestra representativa**

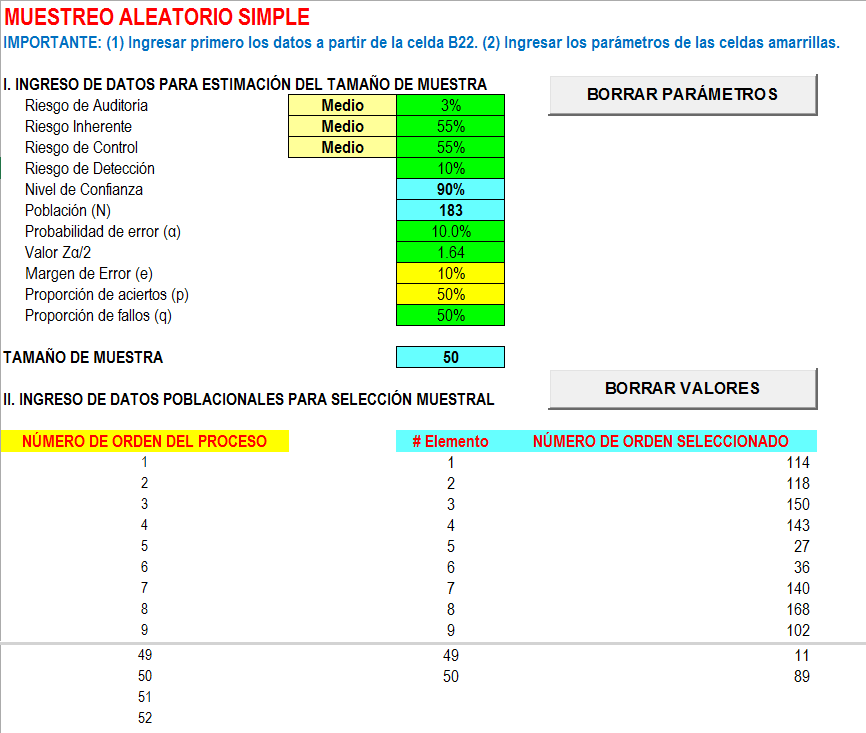
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Población (N)** | **Tamaño Muestral (n)** | | | | | |
| p.q = 0.25 | | | p.q = 0.25 | | |
| α = 5% | α = 4.5% | α = 3% | α = 5% | α = 4.5% | α = 3% |
| Zα/2 = 1.96 | Zα/2 = 2 | Zα/2 = 2.17 | Zα/2 = 1.96 | Zα/2 = 2 | Zα/2 = 2.17 |
| **Error muestral del 5%** | | | **Error muestral del 3%** | | |
| 100 | 80 | 80 | 83 | 92 | 92 | 93 |
| 200 | 132 | 134 | 141 | 169 | 170 | 174 |
| 500 | 217 | 223 | 243 | 341 | 346 | 362 |
| 1,000 | 278 | 287 | 320 | 516 | 528 | 567 |
| 2,000 | 322 | 335 | 381 | 696 | 717 | 791 |
| 5,000 | 357 | 372 | 430 | 880 | 913 | 1037 |
| 10,000 | 370 | 386 | 450 | 964 | 1004 | 1157 |
| 25,000 | 378 | 396 | 462 | 1023 | 1069 | 1243 |

**EJEMPLO DE APLICACIÓN**

Los cálculos de tamaño de muestra presentados en la tabla superior se pueden obtener empleando las herramientas de hoja de cálculo de MS Excel. El Manual de Auditoría de Cumplimiento de la Contraloría incluye una plantilla desarrollada en MS Excel para automatizar el cálculo de estimación de la muestra, dicha plantilla se encuentra disponible para el personal auditor en el sistema informático establecido por la Contraloría.

La primera sección del aplicativo, como se aprecia en la ilustración adjunta, presenta el resultado de estimación del tamaño muestral empleando la ecuación (1). Los insumos del modelo están constituidos por los datos de la población, el nivel cualitativo estimado de los riesgos de auditoría – que se emplean para la obtención del riesgo de detección (RD), de acuerdo con la ecuación (2)- y el nivel de confianza del modelo.

**Ilustración 3. Estimación del tamaño muestral mediante muestreo aleatorio simple\*.**



\*: El modelo aplica la siguiente convención: (1) las celdas amarillo fosforescente se emplean para el ingreso de información,

(2) las celdas verde fosforescente contienen cálculos automáticos intermedios, y (3) las celdas celeste fosforescente presentan los resultados o salida del modelo.

En el ejemplo, el nivel estimado de todos los riesgos de auditoría es “Medio”. Aplicando los parámetros referenciales de la [Tabla 3](#_bookmark52) para el nivel medio se obtiene un riesgo de detección de 10%. Por lo tanto, el nivel de confianza requerido para las pruebas de auditoría es de 90%. Asimismo, el auditor ha considerado apropiado un el margen de error de 10% y máxima varianza poblacional (0.25) debido a que no se tiene información previa confiable.

La segunda sección de la plantilla de muestreo presenta los resultados de selección aleatoria (celdas en celeste) de acuerdo al tamaño muestral obtenido en la primera sección (50 valores, sobre una población de 183 elementos). En la columna “Número de Orden Seleccionado” se listan los códigos o número de orden asociados a cada elemento poblacional que han sido seleccionados aleatoriamente. Es importante copiar estos datos en una nueva hoja de cálculo debido a que el programa Excel actualiza el cálculo automáticamente. Posteriormente, es posible la fácil referenciación de cada proceso con sus respectivos atributos (importe, proveedor, RUC, fecha, modalidad de contratación, etc.) empleando las funciones de búsqueda de MS Excel.

Finalmente, con respecto a la información ingresada al aplicativo, el auditor emplea su juicio profesional en la decisión de aplicar filtros o segmentar los datos poblacionales. Una de las medidas más eficaces es la separación de los valores extremos o casos anómalos en la población. El auditor puede considerar el “truncamiento de los datos”, al aplicar límites para la obtención de un nuevo universo poblacional, cuyas características sirvan de manera más eficaz al cumplimiento de los objetivos de la auditoría.

* 1. **Muestreo Estadístico Estratificado**

A menudo, cuando las poblaciones son suficientemente grandes y heterogéneas (N ≥ 200), los elementos o unidades que las conforman suelen poseer diferentes propiedades de interés y, por lo tanto, surgen subgrupos de características diferentes. Un estrato está conformado por elementos homogéneos, es decir, que comparten las mismas propiedades y constituyen subconjuntos de la población.

El muestreo estratificado es un procedimiento por el cual la muestra representativa refleja la proporción o participación de cada estrato de la población, al evaluarse un determinado criterio de interés común a todos los elementos poblacionales. La fórmula empleada para el cálculo del tamaño de muestra estratificada proporcional es:

La principal diferencia con la ecuación (1) radica en la cantidad de estratos “i” y la proporción de aciertos pi.qi en cada estrato. Si no existe información estadística previa para la estimación de las proporciones pi y qi, se puede considerar que todos los estratos comparten la misma proporción de aciertos p\*q.

Una vez obtenido el tamaño muestral “n”, la cantidad de elementos correspondientes a cada estrato “ni” se obtiene mediante la ecuación:

Como regla general, es recomendable el uso del muestreo estratificado cuando la población supera los 200 elementos.

**Ejemplo:**

Supongamos que se desea evaluar los procesos de contratación de una entidad en un período determinado, en función de los problemas suscitados con sus proveedores durante el año pasado.

Se sabe que la entidad ha realizado durante el año evaluado, 425 procesos de contratación, de los cuales, 300 fueron otorgadas mediante adjudicación por menor cuantía (AMC), 100 por adjudicación directa selectiva (ADS) y 25 por concurso público (CP). Asimismo, por información histórica de años previos, se conoce que el porcentaje de ocurrencias de problemas con proveedores en las AMC, ADS y CP de la entidad fueron de 50%, 30% y 10%, respectivamente.

Se debe seleccionar una muestra con margen de confianza del 95%, error muestral del 10% y determinar el número de procesos de cada estrato que deben elegirse para evaluación.

**Solución:**

La muestra total se obtiene empleando la ecuación (4):

Luego, empleando la ecuación (5) se obtienen la cantidad de procesos de AMC, ADS y CP que se deben extraer para la construcción de la muestra estratificada:

**Respuesta:**

La evaluación requiere que se seleccionen un total de 52, 18 y 4 procesos de AMC, ADS y CP.

* 1. **Muestreo por Unidades Monetarias (MUM)**

Como se ha expresado en las secciones precedentes, la elección del método de muestreo, sea por atributos o por unidades monetarias, depende fundamentalmente de los objetivos de la auditoría y de las características de la información disponible.

El muestreo por unidades monetarias o MUM es una metodología de selección probabilística basada en la proporción de cada importe monetario sobre el total monetario de la población. La principal diferencia entre el MUM y el muestreo por atributos radica en que la unidad de muestreo del primero es la unidad monetaria y no el registro, como es el caso del muestreo por atributos. De esta manera, el universo poblacional del MUM es el valor monetario de todos los elementos que lo componen.

En algunas ocasiones, los importes monetarios a ser analizados por el auditor poseen gran variabilidad y amplitud del rango entre sus valores extremos, por lo cual resulta adecuado y razonable focalizar el análisis en los elementos poblacionales de mayor importe monetario, manteniendo las ventajas de las técnicas de selección aleatoria. Así, una muestra determinada mediante MUM, es obtenida a partir de intervalos del universo monetario, seleccionándose al azar a cada registro en función de su pertenencia en términos acumulativos a un determinado intervalo.

1. **Estimación del tamaño de muestra**

La metodología MUM considera los siguientes parámetros para la determinación del intervalo de muestreo y la selección de la muestra:

* 1. **Nivel de Confianza:** Es igual a 1- Riesgo de Detección. La metodología de cálculo del RD se presentó en la sección 3.3.1 del presente instructivo.
  2. **Tamaño Poblacional:** Es la suma de los importes monetarios de los “N” elementos poblacionales. Se cuantifica en términos monetarios.
  3. **Porcentaje de Materialidad:** Es el umbral por sobre el cual el auditor considera que el error o suma de errores (o alteraciones) son lo suficientemente grandes como para ejercer influencia en los usuarios de la información o conducir a conclusiones erradas sobre el comportamiento de la población[[7]](#footnote-7).
  4. **Materialidad:** Es el resultado de multiplicar el porcentaje de materialidad al tamaño monetario poblacional.
  5. **Error Tolerable:** Importe definido por el auditor como límite máximo del total de errores o incorrecciones existentes en la población. Puede ser igual o inferior a la materialidad.
  6. **Error esperado:** Es el importe monetario de errores detectados en función de la información histórica. Por lo general suele asumirse como un porcentaje de la materialidad.
  7. **Factor de Confianza:** Son factores obtenidos de tablas, calculados a partir de una distribución de Poisson considerando el riesgo de detección (RD) y la proporción entre el error esperado y el error tolerable. La tabla adjunta presenta los factores de confianza reportados por el American Institute of Certified Public Accountants (AICPA):

Tabla 1. Factores de Confianza

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **% Error Esperado / Error Tolerable** | **Riesgo de Detección** | | | | | | | | |
| **5%** | **10%** | **15%** | **20%** | **25%** | **30%** | **35%** | **37%** | **50%** |
| **0%** | 3.00 | 2.30 | 1.90 | 1.61 | 1.39 | 1.20 | 1.05 | 0.99 | 0.69 |
| **5%** | 3.28 | 2.50 | 2.05 | 1.73 | 1.48 | 1.28 | 1.11 | 1.05 | 0.73 |
| **10%** | 3.60 | 2.72 | 2.22 | 1.86 | 1.59 | 1.37 | 1.18 | 1.12 | 0.76 |
| **15%** | 3.98 | 2.98 | 2.41 | 2.01 | 1.71 | 1.47 | 1.26 | 1.19 | 0.80 |
| **20%** | 4.41 | 3.28 | 2.63 | 2.19 | 1.85 | 1.58 | 1.35 | 1.27 | 0.85 |
| **25%** | 4.91 | 3.62 | 2.89 | 2.38 | 2.00 | 1.70 | 1.45 | 1.36 | 0.90 |
| **30%** | 5.49 | 4.02 | 3.19 | 2.61 | 2.19 | 1.85 | 1.57 | 1.47 | 0.96 |
| **35%** | 6.18 | 4.48 | 3.53 | 2.88 | 2.40 | 2.01 | 1.70 | 1.59 | 1.02 |
| **40%** | 6.99 | 5.03 | 3.94 | 3.19 | 2.64 | 2.20 | 1.85 | 1.73 | 1.09 |

Fuente: Estimación propia sobre formulas propuestas en el documento Technical Notes on the AICPA Audit Guide – *Audit Sampling*. (2012).

El número de intervalos se obtiene mediante la siguiente fórmula:

O alternativamente:

Finalmente, el valor monetario del intervalo de confianza se obtiene dividiendo el tamaño poblacional entre el número de intervalos:

**EJEMPLO DE APLICACIÓN**

Una entidad ha realizado 173 procesos de contratación en el año 201X, los cuales totalizaron S/ 1 249 614 761,00. La comisión auditora ha realizado el análisis metodológico de los controles internos relacionados a tales procesos de contratación y ha determinado cualitativamente un riesgo de detección del 10%. Por lo tanto, el nivel de confianza para la selección de muestra según el método de muestreo por unidades monetarias es de 90%.

Asimismo, a juicio de los auditores, se estima como crítico un umbral de materialidad de 3% y se ha definido que el error esperado es el 10% del error tolerable. El factor de confianza de tablas para 10% de riesgo de error y 10% de relación error esperado / error tolerable es de 2.72.

Por lo tanto, de acuerdo con la ecuación (6), el número de intervalos para la selección de elementos de la muestra es igual a: 2.72 / 3% ≈ **91**. Y, empleando la ecuación (8), la amplitud monetaria de cada intervalo es de: S/1 249 614 761,00 / 91 = **S/.13,732,030,00**. La ilustración adjunta presenta los resultados empleando el aplicativo de muestreo monetario:

Ilustración 2. Estimación del número de intervalos mediante muestreo por unidades monetarias.



1. **Selección de los elementos de la muestra**

El modelo emplea un criterio de selección aleatoria basada en la amplitud monetaria del intervalo de muestreo, es decir, el aplicativo selecciona una unidad monetaria entre 1 y el valor monetario del intervalo.

En la ilustración adjunta se aprecia que el número aleatorio inicial generado en el intervalo [1, 13 732 030,00] es S/.5 657 998,00. A partir del valor de S/.5,657,998,00 se generan rangos de selección al sumar sucesivamente al número aleatorio de inicio, el valor del intervalo de muestreo. El mecanismo de selección elige el registro que genera el importe acumulado más próximo a los rangos de selección generados a partir del número aleatorio de inicio.

**Tabla 6. Mecanismo de selección de registros por muestreo monetario**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Número de Registro** | **Importe** |  | **Importe Acumulado** | **Rangos de Selección** |
| 1 | 41 531 |  | 41 531 | 5 657 998 |
| 2 | 42 990 |  | 84 521 | 19 390 028 |
| 3 | 46 982 |  | 131 503 | 33 122 058 |
| 4 | 47 053 |  | 178 556 | 46 854 089 |
| 5 | 48 073 |  | 226 629 | 60 586 119 |
| **…** | **…** |  | **…** |  |
| 56 | 212 346 |  | 5 375 278 |  |
| 57 | 233 640 |  | 5 608 918 |  |
| 58 | 243 080 |  | 5 851 998 | **…** |
| **…** | **…** |  | **…** |  |
| 89 | 573 143 |  | 18 532 030 |  |
| 90 | 621 000 |  | 19 153 030 |  |
| 91 | 623 298 |  | 19 776 328 | 1 241 540 728 |

Por ejemplo, el modelo selecciona el registro N° 57 de S/.233 640,00, debido a que genera el importe acumulado de S/.5 608 918,00, que es menor y más próximo al primer rango de selección de S/.5 657 998,00. El segundo registro seleccionado es del N° 90 de S/.621 000,00, debido a que el importe acumulado que genera es el menor más próximo al segundo rango de selección correspondiente a S/.19,390,028,00. El modelo repite el procedimiento hasta completar la selección de registros correspondientes a cada uno de los 91 intervalos obtenidos.

1. El error muestral tiene serias implicancias en lo referente a la extrapolación de los resultados muestrales, bajo un determinado nivel de confianza. Por ejemplo, si el nivel de confianza es 95% y se acepta un error muestral del 4%, si el 59% de los elementos de la muestra resulta positivo en el criterio evaluado, se espera que con el 95% de confianza que la población positiva al criterio evaluado se encuentre en el intervalo (59% - 4%, 59% + 4%), es decir, entre 55% y 63%. [↑](#footnote-ref-1)
2. Recuerde que la distribución normal estándar tiene media 0 y varianza 1, por lo cual el área comprendida entre los valores

   ±Zα/2 representan la probabilidad que los datos reflejen positivamente el criterio evaluado [↑](#footnote-ref-2)
3. El riesgo de auditoría es el riesgo que las pruebas aplicados por el auditor, en función de los objetivos de la auditoría, no detecten las incorrecciones materiales presentes en los registros de la entidad. [↑](#footnote-ref-3)
4. El riesgo inherente es la susceptibilidad o tendencia que posee un tipo de registro relativo a un determinado proceso, de presentar errores de materialidad individual o conjunta con otros registros, antes del efecto de la aplicación de los controles respectivos. [↑](#footnote-ref-4)
5. El riesgo de control es el riesgo que posee un tipo de registro relativo a un determinado proceso, de presentar errores de materialidad individual o conjunta con otros registros, que no es prevenido, detectado o corregido de manera oportuna y eficaz por el sistema de control interno de la entidad. [↑](#footnote-ref-5)
6. El riesgo de detección es el riesgo afrontado por el auditor, al aplicar procedimientos destinados a reducir el riesgo de auditoría a un nivel aceptablemente bajo, que tales procedimientos no detecten la existencia o incorreción material en la población. [↑](#footnote-ref-6)
7. El porcentaje de materialidad recomendado, considerando buenas prácticas internacionales, es del 3% del total monetario de la población. Este porcentaje puede ajustarse y elegirse menores valores, como 2% o 0.5%, de acuerdo al juicio del auditor sobre información histórica, su conocimiento del tema, de los procesos internos de la entidad que producen la información, etc. [↑](#footnote-ref-7)