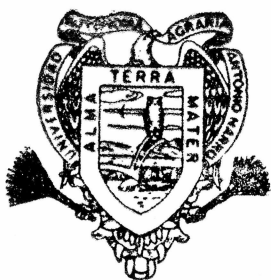
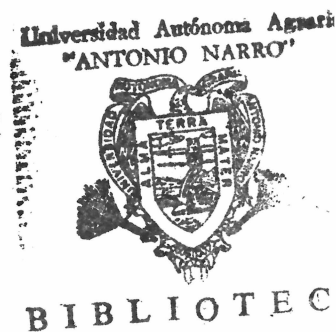


LOS METODOS COMPUTACIONALES  
EN EL MUESTREO ESTADISTICO

SERGIO SANCHEZ MARTINEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ESTADISTICA EXPERIMENTAL



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista, Saltillo, Coah.  
JUNIO DE 1997

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular  
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar  
al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN  
ESTADISTICA EXPERIMENTAL

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



---

M.C. Emilio Padrón Corral

Asesor:



---

M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez

Asesor:



---

M.C. Víctor Cantú Hernández

Asesor:



---

Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera



---

Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Junio de 1997

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a:

- A la **Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro "** por la oportunidad que me dio para la realización de este postgrado.
- Al **M.C. Emilio Padrón Corral**, por sus consejos, su paciencia y su valiosa ayuda en la realización de la tesis.
- A los sinodales **M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez, M.C. Víctor Cantú Hernández** y al **Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera**, por sus atinados comentarios durante el desarrollo y la revisión de este trabajo.
- A todos mis compañeros de estudio, por su apoyo en los momentos difíciles.
- Por último quiero mostrar mi agradecimiento a todos mis maestros, y en forma especial al **Dr. Rolando Cavazos Cadena**, por la gran labor que desempeña al impartir sus conocimientos.

# DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS



COMPENDIO

Los Metodos Computacionales en el Muestreo Estadístico

por

SERGIO SANCHEZ MARTINEZ

MAESTRIA

ESTADISTICA EXPERIMENTAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1997

Lic. M.C. Emilio Padrón Corral - Asesor -

Palabras clave: Muestreo, Muestra, Programa, Computadora.

El presente trabajo proporciona una ayuda a las personas que trabajan constantemente con los métodos del muestreo estadístico.

Se creó un programa computacional aplicado al muestreo estadístico.

Los métodos de muestreo usados son: Muestreo Simple Aleatorio, Muestreo Estratificado, Muestreo por conglomerados y Muestreo Sistemático.

ABSTRACT

The Computational Methods in Statistic Sampling

BY

SERGIO SANCHEZ MARTINEZ

MASTER OF SCIENCE

EXPERIMENTAL STATISTICS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE 1997

Lic. M.C. Emilio Padrón Corral - Advisor -

Key Words: Sampling, Sample, Program, Computer.

This work offers help to people who usually work with statistic survey methods.

A system program was created and applied to statistic survey.

The survey methods used are: Simple Random Sampling, Stratified Random Sampling, Cluster Sampling and Systematic Sampling.

# INDICE DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	7
MATERIALES Y METODOS	9
RESULTADO	11
Mínimo equipo para usar el paquete	11
Instalación del paquete	12
Como copiar muestreo al disco duro	13
Presentación de menus	13
Fórmulas usadas en el programa	24
Listado del programa	41
DISCUSION	60
CONCLUSIONES	61
RESUMEN	62
LITERATURA CITADA	63

## INTRODUCCION

El uso del muestreo, como una herramienta estadística, es de una aplicación muy amplia; así, pueden mencionarse estudios biológicos, médicos, industriales, sociales, políticos, económicos, etc., que se realizan con base en el muestreo estadístico. De hecho, gran parte del conocimiento y decisiones humanas son justificadas mediante el análisis de información incompleta, es decir, tienen como premisa fundamental los resultados obtenidos por muestreo.

Si bien es cierto que el muestreo tiene gran importancia en el desarrollo de la humanidad, también es cierto que para su aplicación existen diversos aspectos en los cuales debe poner atención el usuario. Estos aspectos no solo son de carácter teórico, como podría ser la selección de estimadores y sus propiedades, sino también el mismo esquema de muestreo. De igual manera del tipo práctico, como es la consideración del presupuesto disponible, el tiempo, los materiales o equipo para la medición, el personal involucrado, etc. Nótese que estos factores en su conjunto determinarán la "bondad" de los resultados del muestreo.

Si se considera la enorme cantidad de recursos que

se necesitan para realizar una investigación de este tipo, nos damos cuenta de que es un número bastante considerable, tan solo en la recolección de datos, además de que se tiene que realizar una serie de cálculos matemáticos engorrosos que quitan mucho tiempo y que pueden ser imprecisos debido a un mal uso de la información recolectada; ya que es muy común que debido al agotamiento de encuestar se tomen cifras equivocadas, y que éstas alteren de manera significativa los resultados de la investigación.

Otro tipo de error muy común es el del manejo de las cifras significativas, pues el usar o dejar de usar algunas cifras pueden alterar de sobre manera los resultados del investigador.

Es debido a estos tipos de errores antes mencionados que se pensó en este trabajo, ya que, con el uso de un equipo de cómputo, prácticamente se reduce a un mínimo el riesgo de cometer una equivocación.

El trabajo está basado en los cuatro tipos de muestreo más usados, los cuales son: Muestreo Simple Aleatorio, Muestreo Estratificado Aleatorio, Muestreo por Conglomerados y Muestreo Sistemático.

La notación usada fue tomada de los libros más usuales en este tipo de materia, de los cuales hablaremos más tarde.

El desarrollo consiste básicamente en la creación de un paquete computacional de muestreo estadístico, sencillo y muy fácil de usar por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de la materia.

En seguida se presenta una descripción muy general de cada tipo de muestreo y la forma en que es tratado en el paquete:

a) Muestreo Simple Aleatorio: El Muestreo Simple Aleatorio es el más común de los cuatro esquemas que se tratan en este paquete, y en general es el que sirve de base para los demás esquemas de muestreo. Para uso práctico del paquete se manejan cuatro modalidades dentro del Muestreo Simple Aleatorio, las cuales son: Muestreo Simple Aleatorio sin reemplazo e igual probabilidad, Muestreo Simple Aleatorio sin reemplazo con diferente probabilidad, Muestreo Simple Aleatorio con reemplazo e igual probabilidad y Muestreo Simple Aleatorio con reemplazo con diferente probabilidad.

Dentro de cada una de estas modalidades se estudian varios tipos de estimadores y sus propiedades, los cuales varían de acuerdo a sus características; y de los cuales hablaremos más detenidamente en el desarrollo del trabajo.

b) Muestreo Estratificado Aleatorio: El Muestreo Estratificado Aleatorio consiste en dividir la población en

k subconjuntos ( estratos ), de tal forma que la variación dentro de ellos sea la menor posible y la variación entre ellos sea lo más grande posible. Con el uso de dicha técnica se obtienen menores valores para la varianza que los obtenidos por Muestreo Simple Aleatorio, y en consecuencia nos da un menor tamaño de muestra.

En el uso del paquete se manejan también cuatro modalidades dentro de éste, las cuales son: Muestreo Estratificado Aleatorio con asignación igual, Muestreo Estratificado Aleatorio con asignación proporcional, Muestreo Estratificado Aleatorio con asignación Neyman y Muestreo Estratificado Aleatorio con asignación óptima. Al igual que en el esquema anterior se estudian varios tipos de estimadores y sus propiedades.

c) Muestreo por Conglomerados: El Muestreo por Conglomerados es menos costoso que el Muestreo Estratificado Aleatorio y que el Muestreo Simple Aleatorio, si el costo por obtener un marco que liste todos los elementos poblacionales es muy alto o si el costo por obtener observaciones se incrementara con la distancia que separa los elementos. En resumen, el Muestreo por Conglomerados es un diseño efectivo para obtener una cantidad específica de información al costo mínimo bajo las siguientes condiciones:

No se encuentra disponible o es muy costoso obtener un buen marco que liste los elementos de la población,

mientras que se puede lograra fácilmente un marco que liste los conglomerados.

El costo por obtener observaciones se incrementa con la distancia que separa los elementos.

En el paquete estudiamos diversas modalidades, entre las cuales están: Muestreo por Conglomerados sin reemplazo e igual probabilidad y Muestreo por Conglomerados con reemplazo y diferente probabilidad. Al Muestreo por Conglomerados sin reemplazo e igual probabilidad lo dividimos en: Monoetápicos, Bietápicos y Trietápicos; y al Mestreo por Conglomerados con reemplazo y diferente probabilidad lo dividimos en: Monoetápicos y Bietápicos. Similarmente a los anteriores esquemas de muestreo se estudian varios estimadores.

d) Muestreo Sistemático: La idea básica del muestreo sistemático es como sigue: Supóngase que una muestra de  $n$  nombres será seleccionada de una larga lista. Una manera sencilla de hacer esta selección es elegir un intervalo apropiado y seleccionar los nombres a intervalos iguales a lo largo de la lista. De este modo cada décimo nombre podría ser seleccionado, por ejemplo, si el punto de inicio para este proceso de selección regular es aleatorio, el resultado es una muestra sistemática.

Para el uso del paquete se manejan dos modalidades: Muestreo Sistemático sin reemplazo e igual probabilidad y



Muestreo Sistemático con reemplazo y diferente probabilidad, incluyendo en la primera parte el Muestreo Sistemático replicado. También en este esquema se manejan sus estimadores característicos.

Es importante mencionar que todos los esquemas de muestreo están debidamente probados y revisados en cuanto a su funcionamiento y exactitud.

## REVISION DE LITERATURA

Dado que en este caso se trata de la creación de un programa computacional inédito, no se mencionan las ideas y los trabajos de algún autor, por la sencilla razón de que en este tema no se encuentra ningún programa o escrito sobre la computación aplicada al muestreo estadístico.

Fue por lo anterior que el autor de esta tesis, junto con el grupo de asesores particulares optaron por la realización de dicho trabajo, y particularmente por la gran necesidad que presenta hoy en día el uso de herramientas tan útiles como lo son las computadoras personales.

Sin embargo, es un hecho el que no se pueda prescindir de consultar alguna obra escrita sobre las técnicas generales de muestreo, y en especial sobre los adelantos que están sufriendo los métodos de programación modernos.

Es por lo anterior que para las técnicas estadísticas usadas en el programa, se emplearon las encontradas en algunos de los libros más usuales en muestreo Mendenhall y Ott (1987), Cochran (1971), Sukhatme y Sukhatme (1977), Raj (1980), Brewer y Hanif(1983), ya

que dicha notación es la más común.

De igual manera se procedió con las obras de programación O'brien (1993), Palmer (1992), Goldstein (1993), Feibel (1993) que poseen los adelantos más vanguardistas de computación moderna.

Cabe mencionar que en el mercado de las computadoras no se encontró ningún paquete o programa que trate el tema del muestreo estadístico. Es por lo anterior que podemos afirmar que nuestro programa es uno de los primeros en el tema.

# MATERIALES Y METODOS

## Materiales

Los materiales usados para desarrollar este paquete computacional son los siguientes:

Computadora personal (Pc) con las siguientes especificaciones:

- Modelo: Ps/1 (Personal System/1).
- Marca: IBM (International Business Machines).
- Memoria en ram: 4 MB (Mega Byte).
- Unidades de disco: Flexible, doble lado, alta densidad, de 5.25 y 3.5 pulgadas de tamaño.  
Duro, con 85 MB de memoria.
- Compilador: Turbo Pascal, versión 6.0.
- Impresora: Star NX-1001 multi-font.

## Métodos

Se utilizaron solamente dos métodos, los cuales son:

- Método Estadístico: La técnica o método

estadístico usado es el que se utiliza en los libros que regularmente se usan al tomar los cursos de muestreo I y de muestreo II en nuestra universidad, los cuales ya se mencionaron con anterioridad.

- Método de Programación: La técnica que se usó para programar este paquete es el lenguaje turbo pascal en su versión 6.0, ya que es muy poderoso, de fácil manejo y aprendizaje. Además la versión 6.0 de turbo pascal nos proporciona una serie de utilerías nuevas que facilitan el trabajo y hacen que los programas ejecutados tengan mucho menos errores que en anteriores versiones, sin dejar de mencionar la presentación que se logra en dichos trabajos.

## RESULTADO

En este capítulo se describe detalladamente la forma correcta de como se debe de usar el paquete de muestreo estadístico, esto con el fin de evitar errores de manejo del paquete o de entrada de datos, pues es muy común que al estar manejando un programa nuevo se cometan errores debido al desconocimiento del manejo del mismo.

Cabe mencionar que el paquete original consta de dos discos de alta densidad de 3.5 pulgadas de tamaño.

El mínimo equipo para usar el paquete es:

- \* Computadora personal IBM PC o compatible XT/AT, PC-DOS/MS-DOS versión 2.0 o más reciente.
- \* 640 KB de memoria en RAM.
- \* Monitor con capacidad gráfica y targeta de video Hércules, VGA, EGA, CGA, SVGA o UVGA.
- \* Disco duro con 3 MB de memoria disponible.
- \* Unidad de discos flexibles.

## Instalación del paquete

Para instalar el paquete de muestreo se deberán seguir los pasos que se enumeran a continuación:

11

1.-Asegúrese que el directorio raíz este en uso.

Verifíquese que se indique C:\>. Si no ve esto, teclee: `cd\ .`

2.-Ahora de el comando:

`dir muestreo` y oprima la tecla ENTER.

3.-Si aparece la indicación:

`file not found`

Esto indica que no existe el directorio muestreo.

Siga los pasos 4 y 5 para crear un directorio. Si se indica:

`MUESTREO <DIR>`

Usted ya tiene un directorio MUESTREO.

4.-Para crear un directorio de Muestreo, se deberá teclear:

`md\muestreo` y oprimir ENTER.

5.-Ahora teclee:

`cd\muestreo`

Para usar este directorio, el indicador debe ser:

`C:\MUESTREO>`.

## Como copiar muestreo al disco duro

- 1.-Coloque en la unidad de discos flexibles **A** o **B** el disco número uno.
- 2.-Verifique que el indicador sea:  
**C:\MUESTREO>.**
- 3.-Ahora teclee:  
**Restore a: c:    y oprima ENTER**  
El nombre de cada archivo aparecerá en la pantalla a medida que éste se copia del disco flexible al disco duro.
- 4.-Cuando se han copiado todos los archivos, retire el disco de la unidad y reemplacelo por el disco número dos.
- 5.-Ahora:  
Oprima la tecla de ENTER.  
Como en el paso número 3 los nombres de los archivos aparecerán en la pantalla .
- 6.-Una vez terminado el proceso retire el disco número 2 de la unidad de discos flexibles.

El proceso de copia del sistema al disco duro ha sido completado y podemos empezar a trabajar en nuestro programa con tan solo teclear la palabra **"muestreo"**.



## Presentación de menús

Una vez que se ha tecleado la palabra muestreo, aparecerán dos pantallas de presentación del programa, en las cuales se especifica cual es la acción inmediata que se debe de llevar acabo para seguir adelante. A continuación se describen dichas pantallas:

M U E S T R E O

E S T A D I S T I C O

U. A. A. A. N.  
Saltillo Coah.

PAQUETE DE MUESTREO ESTADISTICO

REALIZADO POR:

ING. SERGIO SANCHEZ MARTINEZ

" ESTADISTICA EXPERIMENTAL "

te. Presione Enter...

Nótese que en el extremo inferior izquierdo aparecen las palabras de " Presione Enter... " que nos indican cual es la acción a seguir para avanzar dentro del programa.

Una vez hecho esto, aparece el primer menú o el menú principal:

SIMPLE ALEATORIO	ESTRATIFICADO	CONGLOMERADOS	SISTEMATICO
ALT-X PARA SALIR DEL SISTEMA		PRESIONE F10 PARA VER MENU	

Como se puede observar, en este menú están comprendidos los cuatro tipos de muestreo en la parte superior, y en la parte inferior se nos indica como debemos de proceder para seguir adelante o para salir del sistema.

Como el propósito es seguir adelante presionamos la tecla F10 y una de las líneas de estado principales se iluminará de color verde, esto nos indica que es el esquema que podemos manejar en ese momento con solo presionar la tecla *entrar* ( *enter* ). Para conducirnos en las líneas de estado principales se deben presionar las teclas → o ← según sea el requerimiento.

Con el fin de ejemplificar lo antes dicho, supongamos que estamos en el muestreo simple aleatorio, y presionamos *entrar*, entonces aparecerá una ventana de la siguiente manera:

## MUESTREO SIMPLE ALEATORIO

SIN REEMPLAZO	
IGUAL PROBABILIDAD	
DIFERENTE PROBABILIDAD	
CON REEMPLAZO	
IGUAL PROBABILIDAD	
DIFERENTE PROBABILIDAD	
SALIR	ALT-X

En esta ventana se muestran explícitamente todas las modalidades que se pueden manejar en el muestreo simple aleatorio.

Hacemos lo mismo con los demás esquemas de muestreo para darnos cuenta de todo lo que tenemos y podemos usar en el menú principal.

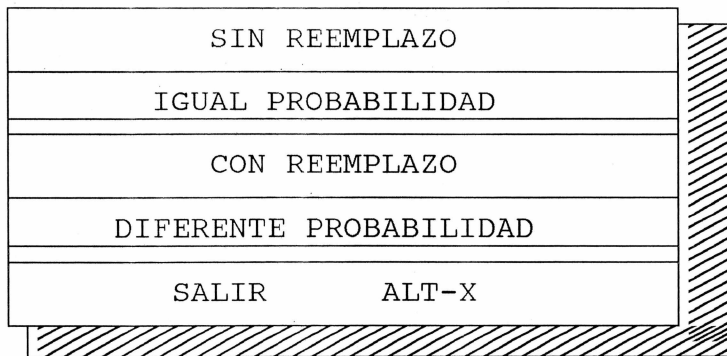
## MUESTREO ESTRATIFICADO ALEATORIO

(1) ASIGNACION IGUAL
(2) ASIGNACION PROPORCIONAL
(3) ASIGNACION NEYMAN
(4) ASIGNACION OPTIMA
SALIR                    ALT-X

## MUESTREO POR CONGLOMERADOS

SIN REEMPLAZO
IGUAL PROBABILIDAD
CON REEMPLAZO
DIFERENTE PROBABILIDAD
SALIR                    ALT-X




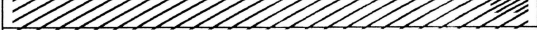
## MUESTREO SISTEMATICO



Cabe mencionar que para conducirnos en estas ventanas con nuestra barra de estado iluminada de color verde, lo haremos con las teclas  $\uparrow$  o  $\downarrow$  según sea el caso.

Ahora entremos en el muestreo simple aleatorio sin reemplazo e igual probabilidad. Situando nuestra línea de estado en la primera ventana y para abajo en donde sea apropiado para entrar al siguiente menú, presionando a continuación enter.

Una vez situados en el siguiente menú se presenta una pantalla de la siguiente forma:

ESTIMADORES EN EL "MSA"		SALIR	
MEDIA POBLACIONAL ( $\mu$ )		VOLVER	
PROPORCION POBLACIONAL		SALIR ALT-X	
RAZON POBLACIONAL			
REGRESION POBLACIONAL			
TOTAL POBLACIONAL			
VOLVER AL MENU PRINCIPAL			
			
MSA   SIN REEMPLAZO E IGUAL PROBABILIDAD		F10 VER MENU	

Como ocurrió en el menú anterior, éste nos muestra fácilmente que hacer para seguir adelante, o bien volver al menú anterior. Nótese que en este menú de opciones ya se presentan los diversos estimadores que se manejan en este esquema de muestreo y bajo estas circunstancias.

Pero avancemos más adelante y presionemos enter, cuando nuestra línea de estado iluminada esté posicionada en donde dice "Media Poblacional ( $\mu$ )" , por decir un ejemplo, veremos otro menú que se presenta de la siguiente manera:

" MENU DE OPCIONES "

Por: Ing. Sergio

Sánchez Mtz

Paquete de Muestreo Estadístico (UAAAN)

" Media Poblacional "

1: ANALIZAR DATOS NUEVOS

2: LEER DATOS EXISTENTES

3: VOLVER AL MENU ANTERIOR

ESCOJA SU OPCION (1-3):

MUESTREO SIMPLE ALEATORIO SIN REEMPLAZO E IGUAL PROBABILIDAD

En este paso nos encontramos ya listos para llevar a cabo el análisis de un experimento en particular. Nótese que ahora tendremos que teclear un número, según la acción que queramos llevar a cabo.

Supongamos que elegimos el número uno ( ANALIZAR DATOS NUEVOS ), en ese caso pasamos a una ventana que nos presenta lo siguiente:



- 1: Cálculo del tamaño de la Muestra (n)
- 2: Cálculo de el estimador de ( $\mu$ )
- 3: Volver al menú anterior

opción (1-3):

Según los resultados que queramos obtener de nuestro experimento, será la forma de proceder en las diferentes opciones que nos presenta esta ventana. Si nuestra meta es calcular un estimador, entonces tecleamos el número dos para con esto llegar directamente a la entrada de datos; que son de la siguiente manera:

Tamaño de la Población N:

Tamaño de la Muestra n:

Valor de Z:

Dato  $X_1$

Dato  $X_2$

⋮

Dato  $X_n$

Una vez que se han capturado todos los datos de nuestro experimento, pasamos a la presentación de los resultados, los cuales son como sigue:

" R E S P U E S T A "

La Media estimada es  $\mu = \text{????}$

La Varianza del estimador es  $V(\mu) = \text{????}$

El límite para el error de estimación  $ee = \text{????}$

Límite superior de clase LSC=  $\text{????}$

Límite inferior de clase LIC=  $\text{????}$

INTERVALO DE CONFIANZA ( LSC <  $\mu$  < LIC )

En la respuesta podemos observar que aparte de encontrar un valor para nuestro estimador también calculamos la varianza del mismo que es de suma importancia. Como complemento obtenemos el error de estimación y sus límites de clase.

Además de todo lo anterior, en el programa podemos guardar archivos que necesitemos para trabajar con ellos más tarde, e imprimir los resultados, si así lo deseamos.

Todo lo anterior nos representa un manejo de muchos y muy variados menús, pero es necesario que así sea con el fin de hacer más entendible el programa.

Nos podríamos pasar mucho tiempo hablando de todos los demás esquemas y funciones que tiene el programa, pero en general las formas de manejarlo son las mismas, con la variante de que para cada tipo de estimador se presentan

distintas características. Por lo tanto preferimos dejar esto para que el futuro usuario lo descubra personalmente.

### Fórmulas usadas en el programa

A continuación se presentan algunas de las fórmulas que se usan para obtener los respectivos estimadores; ésto se hace con el fin de poder visualizar la gran cantidad de trabajo que nos ahorra el programa computacional, ya que se necesita un número muy grande de cálculos para obtener dichos estimadores.

#### 1.- MUESTREO SIMPLE ALEATORIO SIN REEMPLAZO E IGUAL PROBABILIDAD.

(a) Estimación de la media poblacional.

Fórmulas:

Media Poblacional

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

Varianza del estimador de la media poblacional:

$$\hat{V}(\bar{Y}) = \left( \frac{N - n}{N n} \right) \left( \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n \left( Y_i - \bar{Y} \right)^2 \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\bar{Y})}$$

Tamaño de muestra para estimar  $\mu$  con un límite para el error de estimación:

$$n = \frac{N Z^2 \alpha/2 S_n^2}{N d^2 + Z^2 \alpha/2 S_n^2}$$

donde

$$S_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}$$

(b) Estimación de una proporción poblacional.

Notación:

$p$  = proporción de elementos de la población con la característica de interés.

$q = 1-p$  = proporción de elementos de la población que no poseen la característica de interés

$N$  = número de elementos en la población

$y_i$  = dato  $i$ -ésimo

$n$  = número de elementos en la muestra

$d$  = error de estimación.

Fórmulas:

Proporción poblacional:

$$\hat{P} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

Varianza del estimador de la proporción poblacional:

$$\hat{V}(\hat{P}) = \frac{\hat{p} \hat{q}}{n-1} \left( \frac{N-n}{N} \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}(\hat{p})}$$

Tamaño de muestra para estimar P con un límite para el error de estimación:

$$n = \frac{N Z^2 \alpha/2 \hat{p} \hat{q}}{N d^2 + Z^2 \alpha/2 \hat{p} \hat{q}}$$

(c) Estimadores de razón poblacional.

i) Estimador de razón poblacional.

fórmulas:

Estimador de razón poblacional:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i}$$

Varianza del estimador de razón poblacional:

$$\hat{V}(r) = \left( \frac{N - n}{N n} \right) \left( \frac{1}{\mu_x^2} \right) \left( \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 + r^2 \sum_{i=1}^n x_i^2 - 2r \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n - 1} \right)$$

donde,  $\mu_x^2$  = media poblacional de la variable auxiliar x

Nota: Si no se conoce  $\mu_x^2$  se usa  $\bar{x}^2$  como una buena aproximación.

Error de estimación:

$$ee = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(r)}$$

Tamaño de muestra requerido para estimar R, con un límite para el error de estimación B:

$$n = \frac{N \sigma^2}{N D + \sigma^2} \quad \text{donde,}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n'} y_i^2 + r^2 \sum_{i=1}^{n'} x_i^2 - 2 r \sum_{i=1}^{n'} x_i y_i}{n' - 1}$$

$$D = \frac{B^2 \mu_x^2}{4}$$

ii) Estimador de razón de la media poblacional

Fórmulas:

Estimación de la media poblacional:

$$\hat{\mu}_y = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i} ( \mu_x ) = r \mu_x$$

Varianza del estimador de razón de la media poblacional:

$$\hat{V}( \hat{\mu}_y ) = \left( \frac{N - n}{N n} \right) \left( \frac{\sum_{i=1}^n ( Y_i - r X_i )^2}{n - 1} \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}( \hat{\mu}_y )}$$

Tamaño de muestra requerido para estimar  $\mu_y$  con un límite para el error de estimación B:

$$n = \frac{N \sigma^2}{N D + \sigma^2}$$

$$\text{donde, } D = \frac{B^2}{4} \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n'} ( Y_i - r X_i )}{n' - 1}$$

(d) estimador de regresión poblacional

Fórmulas:

Estimador de regresión de una media y un total poblacional:

$$\hat{\mu}_{y1} = \bar{y} + b ( \mu_x - \bar{x} ) \quad T_{y1} = N \hat{\mu}_{y1}$$

donde  $\mu_x$  es una variable auxiliar, la cual se fija de antemano para este análisis,

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

Varianza del estimador de regresión de la media poblacional:

$$\hat{V}(\hat{\mu}_{y1}) = \left( \frac{N - n}{N n} \right) \left( \frac{1}{n-2} \right) \left( \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - b^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)$$

Varianza del estimador de regresión del total poblacional:

$$\hat{V}(T_{y1}) = N \left( \frac{N - n}{n} \right) \left( \frac{1}{n-2} \right) \left( \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - b^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)$$

Errores de estimación:

$$ee = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_{y1})} \quad ( \text{media} )$$



$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}(T_{y1})} \quad (\text{total})$$

2.- MUESTREO SIMPLE ALEATORIO CON REEMPLAZO Y CON DIFERENTE PROBABILIDAD.

(a) Estimación de la media poblacional.

Notación:

$\pi_i$  = probabilidad de seleccionar la  $i$ -ésima unidad de la población.

Fórmulas:

Media poblacional:

$$\hat{\mu}_{ppt} = \left( \frac{1}{Nn} \right) \left( \sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i}{\pi_i} \right) \right)$$

Varianza del estimador de la media poblacional:

$$\hat{V}(\hat{\mu}_{ppt}) = \frac{1}{N^2 n(n-1)} \sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i}{\pi_i} \right)^2 - n \left( \hat{\mu}_{ppt} * N \right)^2$$

Error de estimación:

$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_{ppt})}$$

(b) Estimador de razón poblacional.

(caso en que  $X_i=1$  para todas las unidades)

Notación:

$\pi_i$  = probabilidad de ocurrencia de la unidad  $i$ -ésima.

$\pi_j$  = probabilidad de ocurrencia de la unidad  $j$ -ésima.

$\pi_{ij}$  = probabilidad de ocurrencia conjunta en la muestra.

$p_i$  = probabilidad de elegir la  $i$ -ésima unidad de la población.

Fórmulas:

Razón poblacional:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i}{\pi_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{\pi_i} \right)} N$$

Estimador de razón de la media poblacional:

$$\hat{\mu}_R = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i}{\pi_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{\pi_i} \right)}$$

Varianza del estimador de razón poblacional:

$$\hat{V}(\hat{R}) = \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{\pi_i^2} - \frac{1}{\pi_i} \right) \hat{Y}_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} \left( \frac{1}{\pi_i \pi_j} - \frac{1}{\pi_{ij}} \right) \hat{Y}_i \hat{Y}_j$$

donde,

$$\hat{Y}_j = Y_j - \hat{\mu}_R$$

$$\pi_{ij} = \pi_i + \pi_j - [ 1 - (1 - p_i - p_j)^n ]$$

Nota ( Para el cálculo de la varianza, los subíndices i y j denotan todas las posibles combinaciones que se pueden presentar en n-1 unidades tomadas de 2 en 2 ).

Error de estimación:

$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}(\hat{R})}$$

(c) Estimador de regresión poblacional.

Notación:

$\pi_i$  = probabilidad de ocurrencia de la unidad i-ésima

$\pi_{ij}$  = probabilidad de ocurrencia conjunta en la muestra

$\hat{\mu}_y$  = estimador insesgado de la media sobre los valores de y

$\hat{\mu}_x$  = estimador insesgado de la media sobre los valores de x

$\mu_G$  = estimador de regresión general.

Fórmulas:

Estimador de regresión:

$$\hat{\mu}_y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{\pi_i}$$

$$\hat{\mu}_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\pi_i}$$

$$\mu_G = \hat{\mu}_y + \hat{B} (\mu_x - \hat{\mu}_x)$$

Donde,

$$\hat{B} = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i y_i}{\pi_i} \right) - \frac{\left( \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\pi_i} \right) \left( \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\pi_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\pi_i}} \right]}{\left( \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\pi_i} \right)^2 - \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{\pi_i} \right)}$$

$$\hat{A} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{y_i}{\pi_i} \right) - \hat{B} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i}{\pi_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{\pi_i} \right)}$$

$$\hat{y}_i = y_i - \hat{A} - \hat{B} x_i$$

Varianza del estimador de regresión:

$$\hat{V}(\hat{\mu}_G) = \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{\pi_i^2} - \frac{1}{\pi_i} \right) \hat{y}_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \left( \frac{1}{\pi_i \pi_j} - \frac{1}{\pi_{ij}} \right) \hat{y}_i \hat{y}_j$$

Nota ( Para el cálculo de la varianza, los subíndices i y j denotan todas las posibles combinaciones que se pueden presentar en n-1 unidades tomadas de 2 en 2 ).

Error de estimación:

$$ee = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_G)}$$

3.- MUESTREO ESTRATIFICADO ALEATORIO (ASIGNACION OPTIMA).

(a) Estimación de la media poblacional.

Fórmulas:

Media poblacional:

$$\hat{\bar{X}}_{eop} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k ( N_i \bar{x}_{ni} )$$

Varianza del estimador de la media poblacional:

$$\hat{V}(\bar{X}_{eop}) = \left( \frac{1}{n} \right) \left( \frac{1}{N^2} \right) \left( \sum_{i=1}^k \left( N_i S_i \sqrt{C_i} \right) \right) \left( \sum_{i=1}^k \left( \frac{N_i S_i}{\sqrt{C_i}} \right) \right) - \left( \frac{1}{N^2} \right) * \left( \sum_{i=1}^k (N_i S_i^2) \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\bar{X}_{eop})}$$

Tamaño de muestra para estimar la media poblacional (costo fijo y varianza mínima), con un límite para el error de estimación:

$$n = \frac{c \sum_{i=1}^k \left( \frac{N_i S_i}{\sqrt{C_i}} \right)}{\sum_{i=1}^k \left( \sqrt{C_i} N_i S_i \right)}$$

Tamaño de muestra para estimar la media poblacional (varianza fija y costo mínimo), con un límite para el error de estimación:

$$n = \frac{\frac{1}{N^2} \left( \sum_{i=1}^k \left( N_i S_i \sqrt{C_i} \right) \right) \left( \sum_{i=1}^k \frac{N_i S_i}{\sqrt{C_i}} \right)}{\frac{d^2}{Z^2 \alpha/2} + \left( \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^k (N_i S_i^2) \right)}$$

4.- MUESTREO ESTRATIFICADO ALEATORIO (ASIGNACION IGUAL).

(a) Estimación de la media poblacional.

Fórmulas:

Media poblacional:

$$\bar{y}_{st} = \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^k ( \bar{N}_i y_i ) \right)$$

Varianza del estimador de la media poblacional:

$$\hat{V}(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{N^2} \left( \sum_{i=1}^k (N_i^2) \left( \frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left( \frac{S_i^2}{n_i} \right) \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}(\bar{y}_{st})}$$

Tamaño de muestra para estimar la media poblacional con un límite para el error de estimación B:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^1 \left( \frac{N_i \sigma_i^2}{w_i} \right)}{N^2 D + \sum_{i=1}^1 \left( N_i \sigma_i^2 \right)}$$

Donde,

$$D = \frac{B^2}{4}$$

$w_i$  = fracción de observaciones asignadas al estrato  $i$

5.- MUESTREO POR CONGLOMERADOS EN 2 ETAPAS, SIN REEMPLAZO Y CON IGUAL PROBABILIDAD.

(a) Estimación del total poblacional.

Fórmulas:

Total poblacional:

$$\hat{T} = N \left( \frac{\sum_{i=1}^n (M_i \bar{y}_i)}{n} \right)$$

Varianza del estimador del total poblacional:

$$\hat{V}(\hat{T}) = \left( \frac{N - n}{N} \right) \left( \frac{N^2}{n} \right) S_b^2 + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n \left( M_i^2 \left( \frac{M_i - m_i}{M_i} \right) \left( \frac{S_i^2}{m_i} \right) \right)$$



Donde,

$$S_b^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n (M_i \bar{Y}_i)^2 - 2 \bar{M} \hat{\mu} \sum_{i=1}^n (M_i \bar{Y}_i) + n(\bar{M} \hat{\mu})^2 \right]$$

$$\bar{M} = \frac{M}{N}$$

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i \bar{Y}_i)}{n}$$

$$S_i^2 = \frac{1}{m_i-1} \left( \sum_{i=1}^n \left( y_{ij}^2 - m_i (\bar{Y}_i)^2 \right) \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{T})}$$

6.- MUESTREO POR CONGLOMERADOS EN 3 ETAPAS SIN REEMPLAZO Y CON IGUAL PROBABILIDAD.

Nota (Unidades de primera etapa iguales).

Notación:

N = número de unidades de primera etapa.

M = número de unidades de segunda etapa en cada una de las N unidades de primera etapa.

P = número de unidades de tercera etapa en cada una de las NM unidades de segunda etapa de la población.

$n$  = número de unidades de primera etapa en la muestra.

$m$  = número de unidades de segunda etapa en cada una de las  $n$  unidades de primera etapa de la muestra.

$p$  = número de unidades de tercera etapa en cada una de las  $nm$  unidades de segunda etapa de la muestra.

$y_{ijk}$  = Valor del elemento  $k$ -ésimo en la unidad  $j$ -ésima de segunda etapa de la unidad  $i$ -ésima de primera etapa.

(a) Estimación de la media poblacional.

Fórmulas:

Media poblacional:

$$\hat{\bar{Y}}_{nmp} = \frac{1}{n m p} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p ( Y_{ijk} ) \right)$$

Varianza del estimador de la media poblacional:

$$\hat{V}(\hat{\bar{Y}}_{nmp}) = \left( \frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right) S_b^2 + \frac{\bar{S}_w^2}{N} \left( \frac{1}{m} - \frac{1}{M} \right) + \frac{\bar{S}_p^2}{NM} \left( \frac{1}{P} - \frac{1}{P} \right)$$

Donde,

$$S_b^2 = \frac{1}{n - 1} \left( \sum_{i=1}^n ( \bar{X}_{imp} - \bar{X}_{nmp} )^2 \right)$$

$$\bar{S}_w^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i^2$$

$$S_i^2 = \frac{1}{m - 1} \left( \sum_{j=1}^m ( \bar{X}_{ijp} - \bar{X}_{imp} )^2 \right)$$

$$\bar{S}_p^2 = \frac{1}{n \cdot m} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (S_{ij})^2 \right)$$

$$S_{ij}^2 = \frac{1}{p - 1} \left( \sum_{k=1}^p \left( X_{ijk} - \bar{X}_{ijp} \right)^2 \right)$$

Error de estimación:

$$ee = Z \alpha/2 \sqrt{\hat{V}(\hat{\bar{y}}_{nmp})}$$

Lo anterior nos muestra algunos de los estimadores y la forma de proceder para determinarlos; si esto se hiciera sin la ayuda de la computadora.

## LISTADO DEL PROGRAMA

En seguida se mostrará una pequeña parte del listado del programa, que, como ya se mencionó está programado en un lenguaje de programación llamado Turbo Pascal # 6.

```
program con3e;
uses crt,printer;
type
  dato=array[1..10,1..10,1..50]of real;
  dato1=array[1..20,1..50]of real;
  dato2=array[1..100]of real;
const
  escape=chr(27);
var
  mat:dato;  vec2,vec4:dato1;  vec,vec1:dato2;
  choice,choice1,choice2:integer;  continue:char;
procedure pause;
var
  proced:char;
begin
  gotoxy(5,25); textattr:=lightgray+white*3;
  write(' Presione cualquier tecla para continuar ...');
  proced:=readkey; writeln; writeln;
end;
procedure getgoodint(min,max:integer; var innum:integer);
```

```
var
  markx,marky:byte;
  loopcontrol:integer;
begin
  repeat
    markx:=wherex;
    marky:=wherey;
    {$I-}
    read(innum);
    {$I+}
  loopcontrol:=ioresult;
if(loopcontrol <> 0) then
  begin
    gotoxy(markx,marky);
    window(53,17,55,17);
    textattr:=red+white*5+blink;
    window(30,19,55,19);
    gotoxy(30,18) write(' " Opción  inválida "');
    window(53,17,55,17);
    gotoxy(53,17); write('');
    clreol;
  end;  textattr:=white+blue*15;
if(innum<min) or (innum>max) then
  begin
    sound(900);
    delay(300);
    nosound;
    gotoxy(markx, marky);
```

```

window(53,17,55,17);
textattr:=red+white*5+blink;
window(30,19,55,19);
gotoxy(30,18); write('" Opción inválida "');
window(53,17,55,17);
gotoxy(53,17); write('');
clreol;
end; textattr:=white+blue*15;
until(loopcontrol=0) and (innum>=min) and (innum<=max);
window(1,1,80,25);
end;

```

```

Procedure init(var choice:integer; var continue:char);
begin
    choice:=0;
    continue:=' ';
end;

```

```

Procedure sinn;
    avr
m,m1,p,n1,p1,n:word; i,j k:byte;
sw,sp2,si2,e,sb,b,b1,c,med,v,er.ls,li,sum,sum1,sum2:real;
sum3,sum4,z:real;
f:text; res,r:char; nom:string[40];
begin clrscr; normvideo; textattr:=white+blue*15;
window(8,3,72,18); textbackground(black); clrscr;
window(7,2,71,17); textbackground(3); clrscr;
gotoxy(3,2);

```

```

write('Número de U.P.E. en la población N: '); read(n);
gotoxy(3,3);
write('Número de U.S.E. en la población M: '); read(m);
gotoxy(3,4);
write('Número de U.T.E. en la población P: '); read(p);
gotoxy(3,5);
write('Número de U.P.E. en la muestra n: '); read(n1);
gotoxy(3,6);
write('Número de U.S.E. en la muestra m: '); read(m1);
gotoxy(3,7);
write('Número de U.T.E. en la muestra p: '); read(p1);
gotoxy(3,8); write('valor de z: '); read(z);
sum:=0; sum1:=0; sum2:=0; sum3:=0; sum4:=0; i:=0; j:=0;
k:=0;
for i:=1 to n1 do begin
  for j:=1 to m1 do begin
    for k:=1 to p1 do begin
write('valor de x['',i','',',j','',',k,'']: ');
read(mat[i,j,k]);
sum:=sum+mat[i,j,k];
      end;
    end;
  end;
end;
med:=sum/(n1*m1*p1); c:=0;
for i:=1 to n1 do begin sum1:=0; b:=0;
  for j:=1 to m1 do
    begin
      for k:=1 to p1 do

```

```

begin
    sum1:=sum1+mat[i,j,k];
end; end;
b:=(sum1/(m1*p1)); vec[i]:=0;
vec[i]:=vec[i]+b; b:=sqr(b); c:=c+b;
end;
sb:=c-(n1*sqr(med)); sb:=sb/(n1-1);
for i:=1 to n1 do
begin
for j:=1 to m1 do
begin sum2:=0; b1:=0;
for k:=1 to p1 do
begin
sum2:=sum2+mat[i,j,k];
b1:=sum2/p1; vec2[i,j]:=0;
vec2[i,j]:=vec2[i,j]+b1;
end;
end;
end;
end;
for i:=1 to n1 do
begin vec1[i]:=0; e:=0;
for j:=1 to m1 do
begin
e:=e+sqr(vec2[i,j]-vec[i]);
vec1[i]:=e/(m1-1);
end;
end; si2:=0;
for i:=1 to n1 do

```



```

begin
    si2:=si2+vec1[i];
end;
sw:=si2/n1;
for i:=1 to n1 do
begin
    for j:=1 to m1 do
        begin
            sum3:=0;  vec4[i,j]:=0;
            for k:=1 to p1 do
                begin
                    sum3:=sum3+sqr(mat[i,j,k]-vec2[i,j]);
                    vec4[i,j]:=0;
                    vec4[i,j]:=sum3/(p1-1);
                end;
            end;
        end;
        sum4:=0;      sp2:=0;
    end;
    for i:=1 to n1 do
        begin
            for j:=1 to m1 do
                sum4:=sum4+vec4[i,j];
            end;
            sp2:=sum4/(n1*m1);
        end;
    v:=(((1/n1)-(1/n))*sb)+(((1/m1))*(sw/n))+(((1/p1)-(1/p))*
(sp2/(n*m)));
    er:=z*(sqrt(v));  ls:=med+er;  li:=med-er;
    readln; window(10,5,68,16); textbackground(black); clrscr;
    window(9,4,67,15); textbackground(4); clrscr;
    textattr:=red+white*5;

```

```

gotoxy(17,2); writeln(' " R E S P U E S T A " ');
gotoxy(3,4); writeln('La media estimada es  $\mu$ =' ,med:4:4);
gotoxy(3,5); writeln('La varianza del estimador es  $v(\mu)$ ='
 ,v:4:8);
gotoxy(3,6);
writeln('El límite para el Error de estimación es ee=' ,
er:4:8);
gotoxy(3,7);
writeln('Límite superior de clase LSC=' ,ls:4:8);
gotoxy(3,8);
writeln('Límite inferior de clase LIC=' ,li:4:8);
gotoxy(3,10);
write('INT. DE CONF.:(' ,li:4:8,'<' , $\mu$  , '<' ,ls:4:8,')');
window(1,1,80,25);
textattr:=white+red*8; gotoxy(10,20);
write('QUIERES GUARDAR EL ARCHIVO ? ==> S/N ');
readln(res);
if (res='S') or (res='s') then
begin gotoxy(10,21);
write('DAME EL NOMBRE DE EL ARCHIVO CON EXTENSION: ');
readln(nom);
assign(f,nom);
rewrite(f);
writeln(f.n); writeln(f.m); writeln(f.p);
writeln(f.n1); writeln(f.m1); writeln(f.p1); writeln(f.z);
for i:=1 to n1 do
begin
for j:=1 to m1 do

```

```

begin
    for k:=1 to p1 do
        begin
            writeln(f,mat[i,j,k]);
        end;
    end;
end;

end;
close(f);
end;

else      textattr:=white+red*8;
    gotoxy(10,22);
    write('QUIERES IMPRIMIR LOS RESULTADOS ? ==> S/N ');
    readln(r);
    if (r='S') or (r='s') then
begin
gotoxy(10,23);write('PREPARA TU IMPRESORA Y PRESIONA
ENTRAR');  readln;
writeln(lst, 'MUESTREO POR CONGLOMERADOS EN 3 ETAPAS');
writeln(lst,' SIN REEMPLAZO E IGUAL PROBABILIDAD');
writeln(lst,'" ESTIMACION DE LA MEDIA POBLACIONAL "');
writeln(lst,'');
writeln(lst,'LA MEDIA ESTIMADA ES  $\mu$ =' ,med:4:4);
writeln(lst,'LA VARIANZA DEL ESTIMADOR ES  $V(\mu)$ =' ,v:4:8);
writeln(lst,'EL ERROR DE ESTIMACION ES ee=' ,er:4:8);
writeln(lst,'LIMITE SUPERIOR DE CLASE LSC=' ,ls:4:8);
writeln(lst,'LIMITE INFERIOR DE CLASE LIC ='li:4:8);
writeln(lst,'INTERVALO DE CONFIANZA: (' ,li:4:6,'>',
 $\mu$ , '<',ls:4:6,'')');

```

```

    pause;
        end;
else    pause;
end;

procedure sinne;
var x:string[50]; f:text; m,m1,p,n1,p1,n:word; i,j,k:byte;
sw,sp2,si2,e,sb,b,b1,c,med,v,er,ls,li,sum,sum1:real;
sum2,sum3,sum4,z:real;    res,r:char;
begin clrscr; textcolor(yellow);
window(13,11,71,16); textbackground(black); clrscr;
window(12,10,70,15); textbackground(5); clrscr;
gotoxy(5,4);
writeln('    DAME EL NOMBRE DE EL ARCHIVO    ');
gotoxy(5,5);
writeln('                                ');
gotoxy(25,4); write(''); readln;
readln(x);
assign(f,x);
{$I-}
reset(f)
{$I+}
if ioresult=0 then begin
    readln(f,n);
    readln(f,m);
    readln(f,p);
    readln(f,n1);
    readln(f,m1);

```

```

    readln(f,p1);
    readln(f,z);
i:=0;    sum:=0;    sum1:=0;
for i:=1 to n1 do
    begin
        for j:=1 to m1 do
            begin
                for k:=1 to p1 do
                    begin
                        readln(f,mat[i,j,k]);
                        sum:=sum+mat[i,j,k];
                    end;
                end;
            end;
        end;
    close(f)
    med:=sum/(n1*m1*p1);    c:=0;
for i:=1 to n1 do        begin    sum1:=0;    b:=0;
    for j:=1 to m1 do
        begin
            for k:=1 to p1 do
                begin
                    sum1:=sum1+mat[i,j,k];
                end;
            end;
        end;
    b:=(sum1/(m1*p1));    vec[i]:=0;    vec[i]:=vec[i]+b;
    b:=sqr(b);    c:=c+b;
end;
sb:=c-(n1*sqr(med));    sb:=sb/(n1-1);
for i:=1 to n1 do

```

```

begin
  for j:=1 to m1 do
    begin  sum2:=0;  b1:=0;
      for k:=1 to p1 do
        begin
          sum2:=sum2+mat[i,j,k];
          b1:=sum2/p1;  vec2[i,j]:=0;
          vec2[i,j]:=vec2[i,j]+b1;
        end;
      end;
    end:
for i:=1 to n1 do
  begin  vec1[i]:=0;  e:=0;
    for j:=1 to m1 do
      begin
        e:=e+sqr(vec2[i,j]-vec[i]);
        vec1[i]:=e/(m1-1);
      end;
    end;  si2:=0;
for i:=1 to n1 do
  begin
    si2:=si2+vec1[i];
  end;
sw:=si2/n1;
for i:=1 to n1 do
  begin
    for j:=1 to m1 do
      begin  sum3:=0;  vec4[i,j]:=0;

```

```

for k:=1 to p1 do
    begin
        sum3:=sum3+sqr(mat[i,j,k]-vec2[i,j]);
        vec4[i,j]:=0;
        vec4[i,j]:=sum3/(p1-1);
    end;
end;
end;
end;      sum4:=0;      sp2:=0;
for i:=1 to n1 do
    begin
        for j:=1 to m1 do
            sum4:=sum4+vec4[i,j];
        end;
    end;
sp2:=sum4/(n1*m1);
v:=(((1/n1)-(1/n))*sb)+(((1/m1)-(1/m))*(sw/n))+(((1/p1)-(1/p))*(sp2/(n*m)));
er:=z*(sqrt(v));      ls:=med+er;      li:=med-er;
window(12,7,68,18);      textbackground(black);      clrscr;
window(11,6,67,17);      textbackground(4);      clrscr;
textattr:=red+white*5;
gotoxy(17,2)      writeln('"      R E S P U E S T A      "');
gotoxy(3,4);
writeln('      La media Estimada es       $\mu$ =' ,med:4:6);
gotoxy(3,5);
writeln('      La varianza del Estimador es  $v(\mu)$ =' ,v:4:6);
gotoxy(3,6);
writeln('      El límite para el Error de estimación es
ee=' ,er:4:8);

```

```

gotoxy(3,7);
writeln('      Límite superior de clase      LSC=',ls:4:8);
gotoxy(3,8);
writeln('      Límite inferior de clase      LIC=',li:4:8);
gotoxy(3,10);
write('INT.  DE  CONF.:
(' ,li:4:6, '<' , $\mu$ , '<' .ls:4:6, ')');
window(1,1,80,25);      textattr:=white+red*8;
gotoxy(10,22);
write('      QUIERES IMPRIMIR LOS RESULTADOS ? ==> S/N  ');
readln(r);
if (r='S')  or (r='s')  then
begin
gotoxy(10,23);
write('      PREPARA TU IMPRESORA Y PRESIONA ENTRAR      ');
readln;
writeln(lst, '      ');
writeln(lst, 'MUESTREO POR CONGLOMERADOS EN 3 ETAPAS');
writeln(lst, 'SIN REEMPLAZO E IGUAL PROBABILIDAD');
writeln(lst, '  " ESTIMACION DE LA MEDIA POBLACIONAL "  ');
writeln(lst, '      ');
writeln(lst, 'LA MEDIA ESTIMADA ES   $\mu$ =' ,med:4:6);
writeln(lst, 'LA VARIANZA DEL ESTIMADOR ES   $V(\mu)$ =' .v:4:6);
writeln(lst, 'EL ERROR DE ESTIMACION ES  ee=' ,er:4:8);
writeln(lst, 'LIMITE SUPERIOR DE CLASE  LSC=' ,ls:4:8);
writeln(lst, 'LIMITE INFEROR DE CLASE  LIC=' ,li:4:8);
writeln(lst, '      INTERVALO DE CONFIANZA:
(' ,li:4:6, '<' , $\mu$ , '<' .ls:4:6, ')');

```



```

    pause;
end
    else pause; end;
else begin
window(1,1,80,25);    textattr:=white+red*16+blink;
sound(900); delay(300); nosound;
gotoxy(28,18); writeln(' " EL ARCHIVO NO EXISTE "' );
pause; end;
end;

procedure add;
begin clrscr; textcolor(yellow);
window(11,7,71,21); textbackground(black); clrscr;
window(10,6,70,20); textbackground(5); clrscr;
gotoxy(5,3);
write('===== ');
gotoxy(5,4);
write('|| ');
gotoxy(5,5);
write('|| ');
gotoxy(5,6);
write('|| 1: Cálculo del estimador de la media ( $\mu$ ) ');
gotoxy(5,7);
write('|| ');
gotoxy(5,8);
write('|| 2: Volver al menú anterior ');
gotoxy(5,9);
write('|| ');

```

```

gotoxy(5,10);
write('||' || ' ');
gotoxy(5,11);
write('||' || ' opción (1-2):' || ' ');
gotoxy(5,12);
write('||' || ' ');
gotoxy(5,13);
write('===== ');
window(53,17,55,17); gotoxy(53,17); write('');
    getgoodint(1,2,choice1);
begin
    case choice1 of
        1:sinn;
        2:pause;
    end;
end;

end;

procedure edit;
begin clrscr; textcolor(14);
window(11,7,71,21); textbackground(black); clrscr;
window(10,6,70,20); textbackground(7); clrscr;
gotoxy(5,3);
write('===== ');
gotoxy(5,4);
write('||' || ' ');
gotoxy(5,5);
write('||' || ' ');

```

```

gotoxy(5,6);
write('|| 1:Cálculo del estimador de la media ( $\mu$ ) ||');
gotoxy(5,7);
write('|| ||');
gotoxy(5,8);
write('|| 2: Volver al menú anterior ||');
gotoxy(5,9);
write('|| ||');
gotoxy(5,10);
write('|| ||');
gotoxy(5,11);
write('|| || opción (1-2): ||');
gotoxy(5,12);
write('|| ||');
gotoxy(5,13);
write('=====');
window(53,17,55,17); gotoxy(53,17); write('');
getgoodint(1,2,choice2);
begin
    case choice2 of
        1:sinne;
        2:pause;
    end; end;
end;

procedure get(var choice:integer);
begin
    clrscr;

```

```
textattr:=white+blue*15;
write('                                     ');
write('          "MENU DE OPCIONES"          ');
write('                                     ');
write('                                     ');
gotoxy(62,3); textcolor(11);
write('Por Ing. Sergio') gotoxy(5,4);
write('Paquete de Muestreo Estadístico.      (U.A.A.A.N.)
      Sánchez Mtz.');
```

```
textattr:=white+blue*15;      gotoxy(1,22);
write('                                     ');
write('                                     ');
gotoxy(8,23);      textcolor(11);
write('MUESTREO POR CONGLOMERADOS SIN REEMPLAZO E IGUAL
      PROBABILIDAD III');
```

```
textattr:=white+blue*15;
gotoxy(1,24);
write('                                     ');
write('                                     ');
write('                                     ');
write('                                     ');
write('                                     ');
write(' 1:ANALIZAR DATOS NUEVOS          ');
write(' 2:LEER DATOS EXISTENTES          ');
write(' 3:VOLVER AL MENU ANTERIOR         ');
write('                                     ');
write('                                     ');
```

```

write('                                     ');
write('          ESCOJA SU OPCION      (1-3):      ');
write('                                     ');
gotoxy(26,9);    textcolor(lightgreen);
write('          "      Media Poblacional      "      ');
textattr:=white+blue*15;
write('                                     ');
window(53,17,55,17);    gotoxy(53,17);    write('');
getgoodint(1,3,choice);
end;

procedure doch(var choice:integer);
begin
    case choice of
        1:add;
        2:edit;
        3:continue:=escape
    end;
end;

begin { del programa principal }
    textattr:=lightgray+white*3;
    gotoxy(1,1);    write('');
    init(choice,continue);
    repeat
        get(choice);
        doch(choice);
    until    continue = escape;

```

```
clrscr;
```

```
end.
```

El ' escrito anterior es uno de los muchos subprogramas que se usaron para conformar el programa completo. Esta pequeña muestra, cuenta con alrededor de 350 líneas de programación y, el programa completo tiene cerca de 20000 líneas de programación.

## DISCUSION

Es de todos conocido que hoy en día el uso de la computadora se ha generalizado en casi todos los aspectos de nuestro diario vivir. Es por este motivo que nos aventuramos a hacer el intento de construir un programa que nos diera apoyo en los cálculos matemáticos relacionados con el muestreo.

El resultado teórico de este trabajo se presenta en páginas anteriores, faltando solamente de verificar el resultado práctico, el cual será verificado por los futuros usuarios del programa.

El autor de este trabajo agradece de antemano las críticas y sugerencias que se puedan presentar con respecto al buen o mal funcionamiento del programa.

## CONCLUSIONES

Es indudable que los aspectos y ramas que maneja el muestreo son muchos y muy diversos y, es por eso que en el desarrollo del programa se trató de cubrir con el mayor número posible de dichas variantes, que aunque únicamente son cuatro los esquemas de muestreo, estos cubren la parte más importante y de mayor uso en la práctica.

Como ya se mencionó anteriormente hasta el momento de terminar de escribir este trabajo de tesis, no se conoce información sobre la existencia de algún otro paquete o programa que verse sobre el tema de muestreo que aquí se trata (por lo menos no en esta parte de la república).

No anexo ningún ejemplo porque quiero dar la oportunidad de que los usuarios aprueben o desapruében el buen funcionamiento del programa, no sin antes reiterarles que todos los programas ya han sido debidamente revisados y probados.



## RESUMEN

Creo que la lectura de esta tesis dará una buena guía para que los usuarios del programa no tengan mayores problemas, sin embargo es importante mencionar que el usuario deberá de tener cierta familiaridad con los temas que aquí son tratados.

En el desarrollo del trabajo se explica paso por paso cual es el equipo que se necesita y como se debe de proceder para que el programa quede debidamente grabado en el disco duro de la computadora, ya que si no se siguieran los pasos como se menciona, se podría correr el riesgo de que el programa no corriera adecuadamente.

Así mismo ya estando dentro del programa nos podemos dar cuenta de que el manejo del mismo es muy fácil y, que en cualquier momento nos indica que acción debemos de llevar acabo, según las necesidades de cada uno de los usuarios.

El programa cuenta además con una serie de alarmas que nos indican que tratamos de utilizar o activar algo que no es posible llevar acabo dentro de la etapa en que nos encontremos.

## LITERATURA CITADA

- Brewer, K. R. W. and M. Hanif. 1983. Sampling With Unequal Probabilities. Springer-Verlang. New York, Heidelberg, Berlin. P. 21-47.
- Cochran, W. G. 1971. Técnicas de Muestreo. Compañía Editorial Continental. México. P. 41-157.
- Feibel, W. 1993. Turbo Pascal 6 DiskTutor, Second Edition. McGraw-Hill. U. S. A. P. 534-649.
- Goldstein, L. J. 1993. Turbo Pascal. Prentice-Hall Hispanoamericana. México-Engewoods Cliffs. P. 17-50.
- Mendenhall W. and L. Ott. 1987. Elementos de Muestreo. Grupo Editorial Iberoamerica. México. P. 39-249
- O' Brien, S. 1993. Turbo Pascal 6 Manual de Referencia. McGraw-Hill / Interamericana de España. España. P. 201-520.
- Palmer, S. D. 1992. Domine Turbo Pascal 6. Ventura Ediciones. México. P. 80-200.
- Raj, D. 1980. Teoría del Muestreo. Fondo de Cultura Económica. México. P. 76-179.
- Sukhatme, P.V. and B. Sukhatme. 1970. Sampling Theory of Surveys With Applications. Iowa State University Press. U.S.A. P. 7-189.