



INDICE

2.1. CONCEPTOS GENERALES DE MUESTRO DE TRABAJO.....	4
2.2. OBJETIVOS DE MUESTREO: DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE TIEMPO PRODUCTIVO, DETERMINACION DE TOLERANCIAS Y CÁLCULO DE TIEMPO ESTANDAR	10
2.3.- PLANEACION Y APLICACION DEL ESTUDIO DE MUESTREO DE TRABAJO	19
2.4.-DISEÑO DE FORMAS DE REGISTRO	21
2.5.- SELECCIÓN DEL NIVEL DE CONFIANZA Y DE PRECISION	25
2.6.-DETERMINACION DE HORARIOS ALEATORIOS.....	30
2.7.- REGISTRO CONCENTRADO DE OBSERVACIONES	45
2.8.- ANALISIS DE LA INFORMACION REGISTRADA.....	48
2.9.- ELABORACION DE GRAFICOS DE CONTROL	54
2.10.- CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA.....	73



Estudio de métodos.

Introducción a la medición del trabajo.

La medición del trabajo y el estudio de métodos tienen sus raíces en la actividad de la administración científica. Frederick Taylor mejoro los métodos de trabajo mediante el estudio detallado de movimientos y fue el primero en utilizar el cronometro para medir el trabajo. Otra de las contribuciones de Taylor fue la idea de que un estándar de producción (ejemplo, minutos por pieza) debe establecerse por cada trabajo. Un estándar determina la cantidad de salida esperada de producción de un trabajador y se utiliza para planear y controlar los costos directos de mano de obra.

Propósitos de la medición del trabajo.

La medición del trabajo se puede utilizar para diferentes propósitos. Es responsabilidad del gerente de operaciones definir este propósito y asegurar el uso de técnicas apropiadas para medir el trabajo.

Propósitos:

1. Evaluar el comportamiento del trabajador.

Esto se lleva a cabo comparando la producción real durante un periodo de tiempo dado con la producción estándar determinada por la medición del trabajo.

2. Planear las necesidades de la fuerza de trabajo.

Para cualquier nivel dado de producción futura, se puede utilizar la medición del trabajo para determinar qué tanta mano de obra se requiere.

3. Determinar la capacidad disponible.

Para un nivel dado de fuerza de trabajo y disponibilidad de equipo, se pueden utilizar los estándares de medición del trabajo para proyectar la capacidad disponible.

4. Determinar el costo o el precio de un producto.

Los estándares de mano de obra obtenidos mediante la medición del trabajo, son uno de los ingredientes de un sistema de cálculo de precio. En la mayoría de las organizaciones, el calculo exitoso del precio es crucial para la sobrevivencia del negocio.



5. Comparación de métodos de trabajo.

Cuando se consideran diferentes métodos para un trabajo, la medición del trabajo puede proporcionar la base para la comparación de la economía de los métodos. Esta es la esencia de la administración científica, idear el mejor método con base en estudios rigurosos de tiempo y movimiento.

6. Facilitar los diagramas de operaciones.

Uno de los datos de salida para todos los diagramas de sistemas es el tiempo estimado para las actividades de trabajo. Este dato es derivado de la medición del trabajo.

7. Establecer incentivos salariales.

Bajo incentivos salariales, los trabajadores reciben más paga por más producción. Para reforzar estos planes de incentivos se usa un estándar de tiempo que define al 100% la producción.

Estándar de tiempo.

Los resultados principales de algunos tipos de actividad de medición del trabajo es un estándar de producción, llamado también un estándar de tiempo o simplemente un estándar. Un estándar se puede definir formalmente como una cantidad de tiempo que se requiere para ejecutar una tarea o actividad cuando un operador capacitado trabaja a un paso normal con un método preestablecido.

Características de un estándar de tiempo.

Un estándar es normativo. Esto define la cantidad de tiempo que debe requerirse para trabajar bajo ciertas condiciones.

Un estándar también requiere que se preestablezca un método para el trabajo o actividad. Generalmente el "mejor" método se desarrolla para eliminar movimientos desperdiciados y para dar forma continua al trabajo cuando sea posible. El método prescrito generalmente se pone por escrito.

Por último un estándar requiere que un operador capacitado realice el trabajo a un paso normal. Un operador que es apropiado para el tipo de trabajo en cuestión debe seleccionarse y este operador se debe de capacitar cuidadosamente para seguir el método. Un "paso normal" significa que el operador no está trabajando ni demasiado rápido ni demasiado lento sino a un paso que puede ser sostenido por la mayoría de los trabajadores durante todo un día.



Un estándar se puede expresar en dos formas: ya sea como el tiempo requerido por unidad de producción o él recíproco: producción por unidad de tiempo.

2.1 CONCEPTOS GENERALES DEL MUESTREO DE TRABAJO

1. DEFINICIÓN.

Es una técnica que se utiliza para estudiar las proporciones del tiempo total dedicados a las diversas actividades que componen una tarea.

Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias aplicables al trabajo; para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

Aplica técnicas estadísticas y por medio de observaciones instantáneas hechas al azar, permite medir y analizar cuantitativamente la actividad de hombres o máquinas o de cualquier otra condición de una operación que puede ser observada.

El ingeniero analista es capaz de observar grupos de trabajadores y grupos de máquinas al mismo tiempo, este período de observación es instantáneo, continuo y durante su horario de trabajo.

2. ANTECEDENTES.

Se inició en la industria textil.

L.H.C. TIPPETT y la inició como "relación de demora".

3. FUNDAMENTO.

El muestreo de trabajo está basado en la ley de probabilidad.

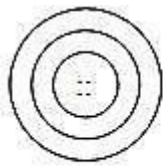
Sostiene que un pequeño número de acontecimientos tomados al azar, tiende a seguir el patrón de distribución producido por un número más grande de acontecimientos.

4. TERMINOLOGÍA.

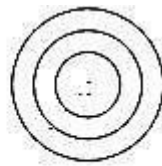
(MUESTRA: La selección de una pequeña parte (correctamente determinada en forma estadística) de un grupo total con el propósito de inferir de su estudio el valor de una o varias características del grupo.

UNIVERSO: Término empleado para nombrar un gran grupo de artículos o fenómenos naturales que tienen una o varias características en común.

DESVIACIÓN STD: Es la distancia que existe entre la línea media y el punto de inflexión de la curva.



EXACTO Y PRECISO



PRECISO PERO NO EXACTO

Es el grado de precisión entre el valor medio de un gran número de medidas y el valor exacto de la magnitud medida.

⌘ Las observaciones tienen que ser al azar.

⌘ Tiene que haber un número suficiente de observaciones durante un período suficiente de tiempo para estar seguro de obtener el grado de exactitud que se desea.

⌘ Las observaciones tienen que ser instantáneas, tanto como sea práctico hacerlas.

PROBABILIDAD: Relación entre el número de casos posibles a favor o en contra.

MEDIA ARITMÉTICA: Es el resultado de sumar n cantidades $a, b, c, d, \dots, n$ y dividirla entre el número de esas n cantidades.

5. PASOS BÁSICOS DEL MUESTREO DE TRABAJO.

⌘ Generalmente no es económico para estudiar a un sólo hombre, máquina u operación.

⌘ En general no es económico para determinar tiempos Std. de operaciones repetitivas con ciclo muy corto.

⌘ No proporciona un registro detallado del método del trabajo utilizado por el operador.

⌘ El error que se puede cometer al no obtener una muestra representativa.

⌘ Es difícil de explicarlo a la gerencia y a los trabajadores.

6. VENTAJAS DEL MUESTREO DE TRABAJO.

I.- Proporciona información a bajo costo.

Eso significa que se obtienen los mismos resultados que aplicando la observación continua, pero con un 50% menor en costo.

a) autopista, núm. de autos x hr. b) Accid. X hr. c) pzas. X hr. En una máquina.

II.- Pueden efectuarse numerosos estudios simultáneamente.

III.- Es posible emplear tantos observadores como sea necesario.

IV.- No se requiere que los observadores tengan una habilidad o adiestramiento especial.

V.- Existen menos posibilidades de error, ya que el trabajador no está sujeto

A la tensión de una observación continua.

VI.- Es menos molesto para los operarios, pues no rompe la rutina como el método continuo.

VII.- Es menos molesto para los analistas, el método puede interrumpirse en cualquier momento.

a) verificar temperatura en desierto.

VIII.- No es necesario el empleo del cronómetro o de cualquier otro medio mecánico.

IX.- El estudio puede realizarse con la exactitud deseada.

X.- Es muy importante su aplicación en trabajos no repetitivos.

XI.- Hace práctico obtener datos que de otra manera serían difíciles de conseguir.

7. DESVENTAJAS DEL MUESTREO DE TRABAJO.

Generalmente no es económico para estudiar a un sólo hombre, máquina u operación.

En general no es económico para determinar tiempos Std. de operaciones repetitivas con ciclo muy corto.

No proporciona un registro detallado del método del trabajo utilizado por el operador.

El error que se puede cometer al no obtener una muestra representativa.

Es difícil de explicarlo a la gerencia y a los trabajadores.

8. APLICACIÓN DEL MUESTREO DE TRABAJO.

- Para determinar el tiempo que empleará el trabajador en cualquier actividad o tarea.
- Para determinar el tiempo improductivo y/o el productivo de personas, máquinas y Operaciones.
- ÷ La magnitud de los tiempos perdidos y las causas que lo produjeron.
- ≠ Los rendimientos personales o de grupo.
- ≡ El tiempo efectivo durante el que se emplea el equipo.
- ≈ El tiempo de preparación y retiro de herramientas y puesta a punto de las máquinas.
- ... El número de personas o máquinas que son necesarias para efectuar una tarea.
- | Determinación de tiempos Std. de operaciones no repetitivas y de ciclos largos.

9. PROCEDIMIENTO PARA HACER UN MUESTREO DEL TRABAJO.

(PREPARAR EL MUESTREO DEL TRABAJO).

Cuáles son los objetivos del estudio.

Qué es lo que se va a determinar.

Qué información es necesaria.

Qué campo abarcará el estudio.

Qué margen de error será permitido.

(INVESTIGACIONES PRELIMINARES).

Definir claramente las actividades.

Clasificar en categorías las actividades del estudio.

Estimar los porcentajes.

Calcular el número de observaciones necesarias.

Calcular el tiempo que se va a llevar el estudio.



(ESTABLECER UN REGISTRO PARA MEDIR CUANTITATIVAMENTE LA PRODUCCIÓN CON OBJETO DE RELACIONARLA CON LOS DATOS DEL MUESTREO DEL TRABAJO).

(ESTABLECER EL PROCEDIMIENTO).

Diseñar las formas.

Fijar las observaciones al azar.

Fijar los puntos de observación.

(SELECCIONAR A LOS OBSERVADORES).

Adiestrarlos.

Discutir las definiciones de las actividades con los observadores.

(COMUNICAR A TODOS LOS AFECTADOS).

(PRESENTACIÓN AL ALTO NIVEL).

Explicar los objetivos.

Aclarar dudas.

10. EJECUCIÓN DEL MUESTREO DEL TRABAJO.

Observar las actividades y registrar los datos.

Hacer las observaciones.

Evitar los errores y los prejuicios.

Ser explícito, no adelantarse a ninguna acción.

Anotar sólo lo que ve en el momento de la observación.

Preparar resumen, comprensible y adecuado.

11. EVALUACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MUESTREO DEL TRABAJO.



Comprobar la veracidad de los datos.

Analizar y presentar los datos.

Porcentaje de las actividades.

Personas o máquinas u operaciones observadas.

Tiempo de las observaciones.

Explicación y definición de las actividades.

Periodo en que se realizó el estudio.

Condiciones de trabajo.

Conclusiones.

Proporciones y/o relaciones.

Planeación de estudios futuros.

2.2. Objetivo de muestreo: determinación del porcentaje de tiempo productivo, determinación de tolerancias y cálculo del tiempo estándar.

1.-DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE TIEMPO PRODUCTIVO.

Ejemplo: se observaron 10 máquinas.

MAQUINA	ACTIVA	INACTIVA
1	7	3
2	8	2
3	7	3
4	5	5
5	6	4
6	6	4
7	9	1
8	10	0
9	6	4
10	5	5
TOTAL	P = 69%	Q = 31 %

NOTA: Esa observación puede ser válida para si se tienen 100 máquinas, o si viene un analista de Japón y va a muestrear 10 empresas en México.

2...-DETERMINACION DE TOLERANCIAS PERSONALES E INEVITABLES.

- ⌘ PERSONALES (tomar agua, ir al baño, sonar la nariz, toser, etc.) → (3 – 5%)
- ⌘ INEVITABLES (conseguir herramienta, material, etc.) → (3 – 5%)

3.-CALCULO DEL TIEMPO ESTANDAR.

$$T.E. == \frac{(\text{Período de trabajo}) (\text{Calif. del estudio}) (\% \text{ de activ. obtenida})}{\text{Producción}}$$

Período de trabajo = 40 hrs.
Calificación del estudio = 1.10
Producción = 1000 pzas.



$$T.E. = \frac{(40 \text{ hrs.}) (1.10) (0.69)}{1000} = 0.03036 \text{ hrs./ pza.} \times 60 \text{ min.}$$

$$T.E. = 1.82 \text{ min. / pza.}$$

PLANEACION DEL ESTUDIO DEL MUESTREO DEL TRABAJO

1.-PERSONAS INVOLUCRADAS.

Jefe inmediato (Gerente de Ingeniería Industrial).

Analista del estudio de trabajo (Ingeniero Industrial).

Operario y/o celda de trabajo.

2.-DETERMINACION DE LAS ACTIVIDADES A OBSERVAR.

Cuánto tiempo está ociosa la máquina y/o operario.

Cuánto tiempo está en funcionamiento máquina y/o ocupado el operario.

Condiciones de trabajo.

Entender el proceso que se está analizando.

3.-RECORRIDO FISICO.

Familiarizarse con área a estudiar.

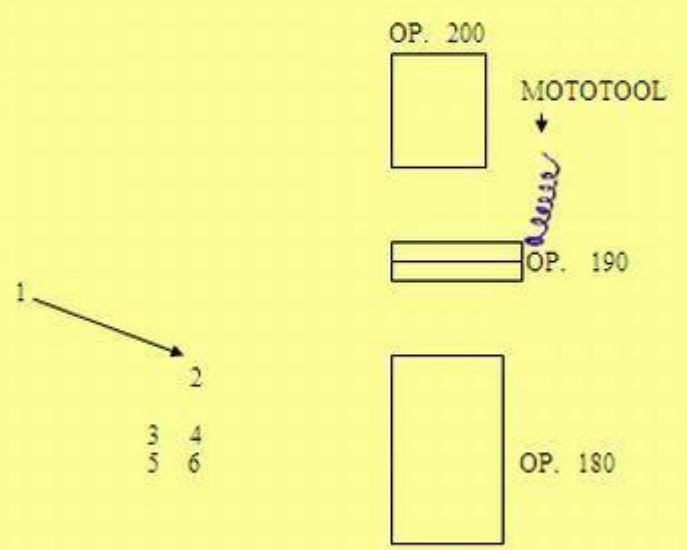
Conocer a operario y/o operaciones cercanas.

Tomar medidas.

4.-PLANO A ESCALA SEÑALANDO RECORRIDO Y PUNTOS DE OBSERVACIÓN

Hoja: _____ de _____

LAY OUT E.T. No. 190 operación manual REVISION No. _____ 00	
DESCRIPCION E.T. <u>Matar filos</u>	NOMBRE PZA... <u>Cabeza de cilindro</u>
No. DE PZA. _____	MAQUINA No. _____
NOMBRE DE DEPTO. <u>Cabezas K</u>	EQUIPO DE TRABAJO _____
INGENIERO INDUSTRIAL _____	FECHA _____



1. - CONTENEDOR C/PZAS.
2. - TOMAR PIEZA.
3. - ESMERILAR
4. - INSPECCIONAR
5. - COLOCARLA EN CONTENEDOR P/ SIGUIENTE OPERACIÓN.
6. - EMPUJAR CONTENEDOR
CUANDO YA ESTE COMPLETO P/ SIGUIENTE PZA.

5.-ESTUDIO PRELIMINAR.

Cuántas observaciones serán necesarias.

Si las máquinas están paradas 25 % del tiempo.

En marcha el 75 %.

Nivel de significancia 95%.

Margen de error 10 %.

$$\begin{aligned}
 T &= 0.10 \\
 P &= 0.25 \\
 N_c &= 0.95 = 2 \text{ o sea, } z = 2 \\
 q &= 1 - 0.25 = 0.75 \longrightarrow q = 1 - p \\
 \sigma_p &= \frac{T}{N_c} = \frac{0.10}{2} = 0.05 \\
 \sigma_p^2 &= \left(\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right)^2 \\
 \therefore \sigma_p^2 &= \frac{p(1-p)}{n} \quad n = \frac{p(1-p)}{(\sigma_p)^2} \\
 n &= \frac{0.25(1-0.25)}{(0.05)^2} \quad \boxed{n = 75 \text{ observaciones}}
 \end{aligned}$$

Ejemplo: ¿en cuántos días de 8 hrs. se puede realizar el estudio?

T = Tiempo necesario para dar una vuelta.

P = No. de pasos de 60 cms. que son necesarios para llegar al área que se desea.

N = No. de observaciones que se harán en una vuelta.

Si $T = 0.1 + 0.01 P + 0.04 N$

Se necesitan estudiar 4 áreas de trabajo con dos analistas.

El número total de observaciones son 50,000

ÁREA 1 está a 150 pasos y tiene 15 operarios.

ÁREA 2 está a 100 pasos y tiene 10 operarios.

ÁREA 3 está a 200 pasos y tiene 25 operarios.



ÁREA 4 está a 50 pasos y tiene 20 operarios.

SOLUCION: El tiempo necesario para dar una vuelta es:

$$\text{ÁREA 1} = 0.1 + 0.01(150) + 0.04(15) = 2.2 \text{ min.}$$

$$\text{ÁREA 2} = 0.1 + 0.01(100) + 0.04(10) = 1.5 \text{ min.}$$

$$\text{ÁREA 3} = 0.1 + 0.01(200) + 0.04(25) = 3.1 \text{ min.}$$

$$\text{ÁREA 4} = 0.1 + 0.01(50) + 0.04(20) = 1.4 \text{ min.}$$

8.2 min. Para dar una vuelta

De los 480 min. Del turno, se supone que los analistas sólo trabajan 400 minutos.

$$\text{Un analista puede hacer } \frac{400 \text{ min.}}{8.2 \text{ min. / vuelta}} = 48.78 \text{ vueltas por día.}$$

$$\text{Como son dos analistas} \Rightarrow 48.78 \times 2 = 97.56 \text{ vueltas por día.}$$

$$\begin{aligned} \text{Como en cada vuelta se hacen } 15 + 10 + 25 + 20 &= 70 \text{ observaciones} \Rightarrow \\ \text{En un día se harán } 70 \times 97.56 &= 6829.2 \end{aligned}$$

$$\text{Por lo tanto el estudio puede realizarse en } \frac{50,000}{6829.2} = 7.32 \text{ días} \approx 8 \text{ días}$$

6.- CALCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES DE ACUERDO A ESTUDIOS PRELIMINARES Y A NIVEL DE CONFIANZA Y PRECISION SELECCIONADOS.

Ejemplos:

¿Cuál debe ser el número de observaciones si en un lote de 100,000 unidades el 90% está en buenas condiciones?

Se desea que los datos de la muestra tengan una tolerancia del 5% y un nivel de confianza de 95.4 de certidumbre.



$$\begin{aligned}
 T &= 0.05 \\
 Nc &= 0.945 = 2 \rightarrow \text{Nivel de confianza} \\
 p &= 0.90 \\
 q &= 1 - p = 0.10 \\
 q &= 0.10
 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{T}{Nc} \right)^2 = \left(\frac{\sqrt{p(1-p)}}{n} \right)^2$$

$$\sigma p = \frac{0.05}{2} = 0.025 \quad \text{y} \quad n = \frac{p(1-p)}{(\sigma p)^2} \quad 0.025 = \frac{\sqrt{(0.90)(0.10)}}{n}$$

$$(0.025)^2 = \frac{(0.90)(0.10)}{n} \quad n = \frac{(0.90)(0.10)}{(0.025)^2}$$

$$\boxed{n = 144 \text{ observaciones}}$$

El tiempo muerto de una fresadora es de 30%.

Tolerancia 5%

Exactitud 95.5 %

¿Cuál será el número de observaciones?

$$T = 0.05$$

$$Nc = 0.955 = Z = 2$$

$$p = 0.30$$

$$q = 1 - p = 1 - 0.30 = 0.70$$

$$\sigma p = \frac{T}{Nc} = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

$$\sigma p = \frac{\sqrt{p(1-p)}}{n} \quad (\sigma p)^2 = \frac{p(1-p)}{n}$$

$$n = \frac{p(1-p)}{(\sigma p)^2} \quad n = \frac{(0.30)(1-0.30)}{(0.025)^2} = \frac{(0.30)(0.70)}{(0.025)^2}$$

$$\boxed{n = 336 \text{ observaciones}}$$



7.- DETERMINACION DEL NÚMERO DE RECORRIDOS POR DIA, OBSERVACIONES POR DIA Y DIAS TENTATIVOS DE DURACIÓN DEL MUESTREO.

Se le dice al analista que dispone de 10 días para realizar el muestreo del trabajo.

Y si ya calculó que el número de observaciones es 364 ¿cuántas observaciones tendrá que hacer diariamente?

$364 / 10 = 37$ observaciones. / Día y si el turno de trabajo es de 8 hrs.

Entonces $37 / 8 = 5$ Obs. / Hora.

ELABORACIÓN DE GRAFICAS DE CONTROL

1.- CONSIDERACIONES.

Los valores que se salgan de los límites fijados deben ser analizados cuidadosamente para determinar cuáles fueron los factores que los hicieron anormales.

Durante el análisis pueden presentarse los siguientes casos:

(Puntos que se salen de los límites y existen grandes variaciones significando que se han considerado por error actividades diversas en el mismo elemento.)

(Los puntos tienden a seguir un ciclo.)

Puede ser debido a que hay errores repetitivos en el método.

(Los puntos tienden a seguir una línea ascendente y/o descendente.)

Puede ser que haya un factor que haga variar gradual y constantemente el método.

2.- EJEMPLO.

Con los siguientes datos obtenidos en el análisis del estudio de trabajo en una creadora de engranes, trace una gráfica de control y considere que el nivel de significancia $Nc = 86.64$ %.

FECHA DEL ESTUDIO MES <u>FEB</u>	No. TOTAL DE OBSERVACIO- NES	No. DE OBSERV. DEL “OPERADOR OCIOSO”	% DEL “OPERADOR OCIOSO”
5	100	9	9
6	100	10	10
7	100	12	12
8	100	8	8
9	100	6	6
12	100	9	9
13	100	23	23
14	100	9	9
15	100	8	8
16	100	9	9
19	100	9	9
20	100	8	8
	Σ 1200	TOTAL = 120 AC	

DATOS:

$$N_c = 86.64 \%$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\therefore Z = 1.5$$

$$n = 1200$$

$$= \sqrt{\frac{0.1(1-0.10)}{100}}$$

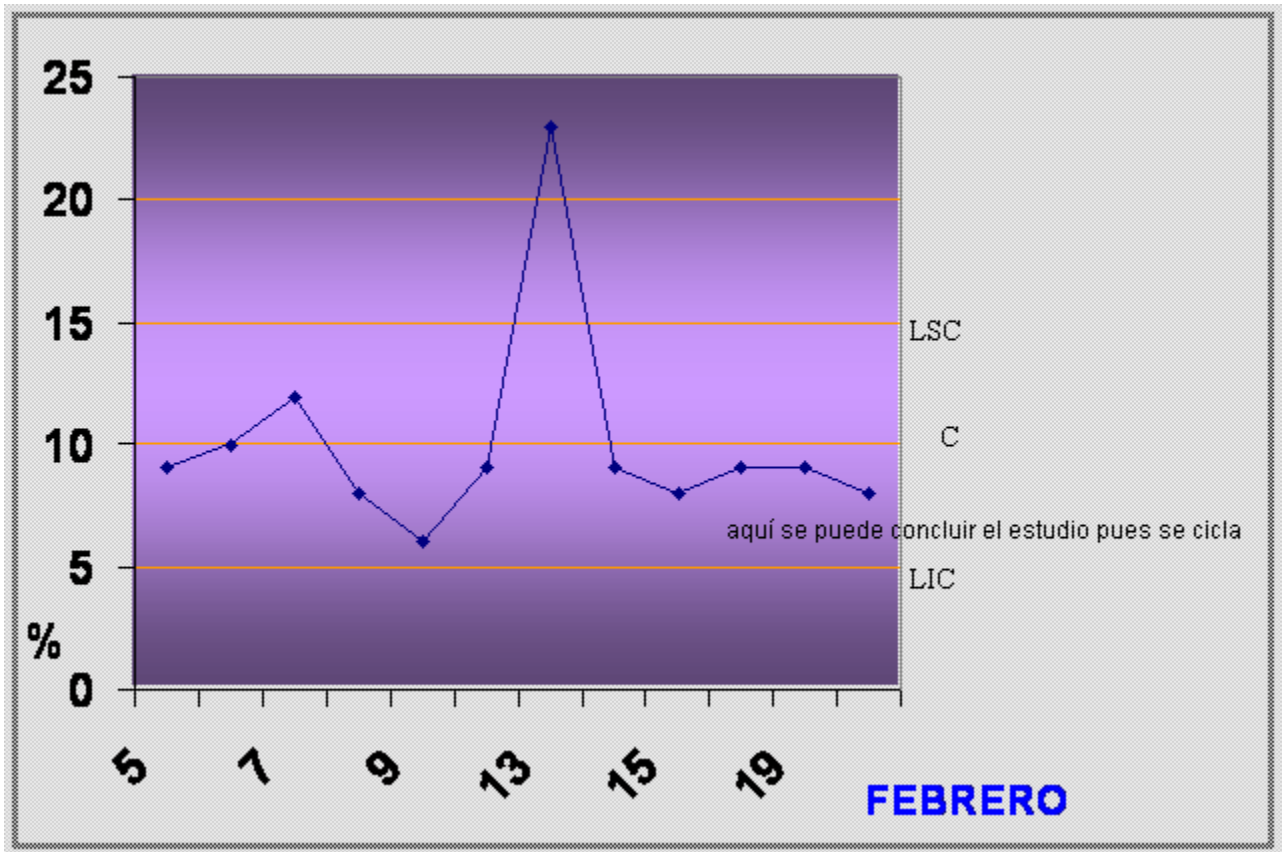
$$p = \frac{120}{1200} = 0.1$$

$$= 0.03$$

$$LSC = p + Z \sigma_p = 0.1 + (1.5)(0.03) = 0.145 = 14.5 \%$$

$$C = p = 0.1 = 10 \%$$

$$LIC = p - Z \sigma_p = 0.1 - (1.5)(0.03) = 0.055 = 5.5 \%$$



Análisis y evaluación de puestos



2.3. Planeación y aplicación del estudio de muestreo de trabajo.

El desarrollo del Muestreo de trabajo como técnica de medición del trabajo se remonta al año 1935, cuando Tippet sugirió la aplicación de las observaciones instantáneas para hacer estudios de tiempos de hombres y máquinas. Luego, en 1946, Morrow le dio un uso más general con el propósito fundamental de identificar las demoras que afectaban a los trabajos. Desde entonces la técnica ha sido más desarrollada y refinada. Actualmente se le conoce mundialmente con diferentes nombres.

El muestreo de trabajo tiene por objetivo establecer el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades.

MUESTREO DE TRABAJO.

Es una técnica en la cual se realiza un gran número de observaciones a un grupo de máquinas, procesos u operarios durante un periodo de tiempo. Cada observación registra lo que esta ocurriendo en ese instante, y el porcentaje de observaciones registrada para una actividad particular o demora es una medida del porcentaje de tiempo durante el cual esta actividad o demora ocurren. El porcentaje de tiempo dedicado a una actividad particular se establece a partir de un número de observaciones realizadas al azar.

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

- ☐ No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
- ☐ El tiempo de trabajo de oficina disminuye
- ☐ El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor
- ☐ El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas
- ☐ Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

Teoría de muestreo de trabajo.

La probabilidad de x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = probabilidad de una ocurrencia

q = 1-p = probabilidad de que no haya ocurrencia

n = número de observaciones



Planeación del estudio de trabajo.

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar el planteamiento detallado, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que buscan información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un período corto y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

Determinación de las observaciones necesarias.

$$n = (\hat{p} (1 - \hat{p}) / @p)^2$$

@p = Desviación estándar de un porcentaje

$\hat{p}$ = proporción real de ocurrencias del elemento que se busca

n = número de observaciones al azar en las que se basa p

Determinación de la frecuencia de las observaciones

Esta frecuencia depende en su mayor grado de los números de observaciones requeridas y de los límites de tiempo aplicados al desarrollo de los datos.

El número de analistas disponible y la naturaleza del trabajo a estudiar influirán también en la frecuencia de las observaciones. Un método que se puede emplear consiste en tomar nueve números diariamente de una tabla estadística de números aleatorios, que varíen, asígnese a cada número una cantidad de minutos equivalente a 10 veces al valor del número. Los números seleccionados pueden fijar entonces el tiempo desde el inicio del día de trabajo hasta el momento de efectuar las observaciones.

El software también permite el ingreso como entrada de condiciones especiales; Otro medio para ayudar a los analistas decidir cuándo hacer observaciones diarias es un recordatorio aleatorio. Este instrumento de bolsillo avisa por medio de un sonido que es el momento de realizar la siguiente observación.

Diseño de la forma tabular para muestreo de trabajo.

El analista necesitará idear una forma de registro de observaciones para anotar de la mejor manera posible los datos que serán recopilados en la realización del estudio de muestreo de trabajo.



2.4. Selección del nivel de confianza y de precisión.

Intervalo de Confianza (I): Es el intervalo de la variable en el cual esta comprendido, en términos de probabilidad, un determinado porcentaje de los valores observados, por lo general se expresan en términos de la desviación estándar ($I/2 = K$).

Nivel de Confianza (C). Representa la probabilidad de que los valores obtenidos en el muestreo no se desvíen más allá del Intervalo de Confianza.

Precisión (e). Representa el grado de desviación o tolerancia permitida con respecto al valor verdadero de la media ($I/2 = e$).

COMO ESTABLECER LOS NIVELES DE CONFIANZA Y PORCENTAJE DE ERROR NIVELES DE CONFIANZA

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%. Probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad. Cualquier información que queremos recoger está distribuida según una ley de probabilidad (Gauss o Student), así llamamos nivel de confianza a la probabilidad de que el intervalo construido en torno a un estadístico capte el verdadero valor del parámetro.

También hay que tomar en cuenta que el nivel de confianza no es ni un porcentaje, ni la proporción que le correspondería, a pesar de que se expresa en términos de porcentajes.

El nivel de confianza se obtiene a partir de la distribución normal estándar, pues la proporción correspondiente al porcentaje de confianza es el área simétrica bajo la curva normal que se toma como la confianza, y la intención es buscar el valor Z de la variable aleatoria que corresponda a tal área.

Por ejemplo: Si se quiere un porcentaje de confianza del 95%, entonces hay que considerar la proporción correspondiente, que es 0.95. Lo que se buscaría en seguida es el valor Z para la variable aleatoria z tal que el área simétrica bajo la curva normal desde -Z hasta Z sea igual a 0.95, es decir, $P(-Z < z < Z) = 0.95$.



Utilizando las tablas, o la función `DISTR.NORM.ESTAND.INV ()` del Excel, se puede calcular el valor de Z, que sería 1.96 (con una aproximación a dos decimales).

Esto quiere decir que $P(-1.96 < z < 1.96) = 0.95$.

ERROR O PORCENTAJE DE ERROR

El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar a hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse.

Comúnmente se aceptan entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error.

- . Cualquiera sea el procedimiento utilizado y la perfección del método empleado, la muestra diferirá de la población. A esta diferencia se la denomina error de muestreo.

Cuando una muestra es aleatoria o probabilística, es posible calcular sobre ella el error muestral. Este error indica el porcentaje de incertidumbre, es decir, el riesgo que se corre de que la muestra elegida no sea representativa. Si trabajamos con un error calculado en 5%, ello significa que existe un 95% de probabilidades de que el conjunto muestral represente adecuadamente al universo del cual ha sido extraído.

A medida que incrementamos el tamaño de la muestra, el error muestral tiende a reducirse, pues la muestra va acercándose más al tamaño del universo. Del mismo modo, para una muestra determinada, su error será menor cuanto más pequeño sea el universo a partir del cual se la ha seleccionado. Así, para un universo de 10.000 casos, una muestra de 200 unidades tendrá un error mayor que una de 300; una muestra de 200 casos, por otra parte, tendrá un error mayor si el universo tiene 10.000 unidades que si éste posee solamente 2.000.

Para fijar el tamaño de la muestra adecuado a cada investigación, es preciso primero determinar el porcentaje de error que estamos dispuestos a admitir. Una vez hecho esto, deberán realizarse las operaciones estadísticas correspondientes para poder calcular el tamaño de la muestra que nos permite situarnos dentro del margen de error aceptado.



A veces, sin embargo, el tamaño de la muestra queda determinado previamente por consideraciones prácticas; en tales casos, no hay otra alternativa que aceptar el nivel de error que su magnitud acarree

Debemos advertir a los principiantes que el error muestral nunca debe calcularse como un porcentaje del tamaño de la muestra respecto al del universo. La variación de los errores al modificarse estas cantidades se da proporcionalmente, pero no de acuerdo a ecuaciones lineales. Para ello es preciso calcular, en cada caso, el error que podamos cometer, o porcentaje de riesgo, de acuerdo a los datos concretos disponibles y según ciertas ecuaciones bien conocidas en estadística

La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con el que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó se la hipótesis es la variabilidad negativa, denotada por q .

Hay que considerar que p y q son complementarios, es decir, que su suma es igual a la unidad: $p+q=1$. Además, cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación (no hay otras o no se pudo aplicar una prueba previa), entonces los valores de variabilidad es $p=q=0.5$.

Una vez que se han determinado estos tres factores, entonces se puede calcular el tamaño de la muestra como a continuación se expone.

Hablando de una población de alrededor de 10,000 casos, o mínimamente esa cantidad, podemos pensar en la manera de calcular el tamaño de la muestra a través de las siguientes fórmulas. Hay que mencionar que estas fórmulas se pueden aplicar de manera

Aceptable pensando en instrumentos que no incluyan preguntas abiertas y que sean un total de alrededor de 30.

Por ejemplo: En el Colegio de Bachilleres, una institución de nivel medio superior, se desea realizar una investigación sobre los alumnos inscritos en primer y segundo años, para lo cual se aplicará un cuestionario de manera aleatoria a una muestra, pues los recursos económicos y el tiempo para procesar la información resultaría insuficiente en el caso de aplicársele a la población estudiantil completa.

En primera instancia, suponiendo que no se conoce el tamaño exacto de la población, pero



con la seguridad de que ésta se encuentra cerca a los diez millares, se aplicará la primera fórmula.

Se considerará una confianza del 95%, un porcentaje de error del 5% y la máxima variabilidad por no existir antecedentes en la institución sobre la investigación y porque no se puede aplicar una prueba previa.

Primero habrá que obtener el valor de Z de tal forma que la confianza sea del 95%, es decir, buscar un valor de Z tal que $P(-Z < z < Z) = 0.95$. Utilizando las tablas o las funciones de Excel se pueden obtener, o viendo (en este caso) el ejemplo anterior, resulta que $Z = 1.96$.

De esta manera se realiza la sustitución y se obtiene:

Esto quiere decir que el tamaño de la muestra es de 385 alumnos.

La estadística es "la ciencia exacta de lo aproximado". Es por ello que cuando se dice que "el índice de aceptación de un producto es de 36% con un nivel de significación de 95% y un nivel de precisión de 2%" se nos está diciendo lo siguiente:

Que el 36% de los encuestados contestó que aceptaría el producto.

Que la respuesta en la población no es exactamente 36% sino que podría estar entre 34% y 38% (es decir 2% más o menos de la cifra dada). A esta variación se le denomina también "intervalo de confianza"

Que si se tomaran al azar 20 muestras diferentes de la misma población, la respuesta estaría entre 34 y 38% en 19 de las 20 muestras ($95\% = 19/20$).

Como se verá, no hay nada exacto, sino solamente aproximaciones. Lo bueno de todo esto es que las aproximaciones son mejores que el olfato de muchos gerentes pues lo más probable es que éstos se equivoquen mucho más de una vez cada veinte que imaginan algo sobre el mercado.

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

1. El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.
2. El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización.
3. El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis.

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar



los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%.

El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar a hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse.

Comúnmente se aceptan entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error.

La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y el porcentaje con el que se rechazó se la hipótesis es la variabilidad negativa.

2.5. Determinación de horarios aleatorios.

DETERMINACION ALEATORIA DE LOS HORARIOS DE LAS OBSERVACIONES

Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Objetivo

El objetivo de esta Nota Técnica es facilitar una metodología que permita determinar el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, representativo de las condiciones de exposición al ruido, así como el nivel de pico, de acuerdo con las condiciones señaladas en el Real Decreto 1316/1989 de 27 de Octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Estudio previo

Debe incluir:

- Identificación de todos los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados, exceptuando aquellos cuyo nivel diario equivalente y nivel de pico sean manifiestamente inferiores a 80 dBA y/o 140 dB respectivamente. No se excluirán de la evaluación aquellos puestos en los que existan dudas razonables al respecto.
- Localización de todas las fuentes generadoras de ruido y estimación de los puestos



de trabajo a los que afectan.

- Descripción del ciclo de trabajo, esto es, el mínimo conjunto ordenado de tareas que se repite cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, constituyendo el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.
- El conocimiento de las fuentes generadoras de ruido y de los ciclos de trabajo permitirá, en ocasiones, establecer grupos homogéneos de puestos cuya exposición sea equivalente. Esto puede simplificar el número de mediciones a realizar, extrapolando los datos obtenidos para un puesto de trabajo a todo el grupo homogéneo.

Tipos de ruido

Ruido estable

Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} sea inferior a 5 dB.

Ruido periódico

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.

Ruido aleatorio

Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB, variando L_{pA} aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Ruido de Impacto

Aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

Instrumentos de medición

Sonómetros

Podrán emplearse únicamente para la medición de L_{pA} cuando el ruido sea estable. La lectura promedio se considerará igual al nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}).

Deben ajustarse a las prescripciones establecidas por la norma CEI-651 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

La medición se efectuará con la característica "SLOW" ponderación frecuencial A, procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario, y, si es posible, apartando a dicho operario para evitar



apantallamientos con su cuerpo.

Sonómetros integradores-promediadores

Podrán emplearse para la medición del L_{Aeq} de cualquier tipo de ruido, siempre que se ajusten a las prescripciones establecidas por la norma CEI-804 para los instrumentos del "tipo 1" o del "tipo 2".

Las mediciones se efectuarán con las precauciones mencionadas en el apartado anterior.

Dosímetros

Podrán ser utilizados para la medición del L_{Aeq} , de cualquier tipo de ruido, siempre que cumpla como mínimo las prescripciones establecidas en la norma CEI-651 y CEI-804 para los instrumentos del "tipo 2".

En general, se considerará un error de ± 1 dB cuando se utilicen instrumentos del "tipo 2" y ningún error instrumental cuando el aparato sea del "tipo 1".

Metodología de evaluación

Ruido estable

Si el ruido es estable durante un periodo de tiempo (T) determinado de la jornada laboral, no es necesario que la duración total de la medición abarque la totalidad de dicho periodo.

En caso de efectuar la medición con un sonómetro se tendrán en cuenta las características mencionadas anteriormente en el apartado 4, realizando como mínimo 5 mediciones de una duración mínima de 15 segundos cada una y obteniéndose el nivel equivalente del periodo T ($L_{Aeq, T}$) directamente de la media aritmética.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro se tendrían en cuenta, así mismo, las características descritas en el apartado 4 y se obtendría directamente el $L_{Aeq, T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq, T}$ la media aritmética de ellas.

Ruido periódico

Si el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Las medidas deben ser efectuadas con un sonómetro integrador-promediador o un dosímetro según lo indicado en el apartado 4. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (L_{Aeq}) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco. El $L_{Aeq, T}$ se calcula entonces a partir del valor medio de los L_{Aeq} obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB se actuará según se especifica a continuación.



Ruido aleatorio

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante un intervalo de tiempo T determinado, las mediciones se efectuarán con un sonómetro integrador-promediador o con un dosímetro. Se pueden utilizar dos métodos:

Método directo

El intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado.

Método de muestreo

Se efectuarán diversas mediciones, de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos.

Ruido de impacto

La evaluación del ruido de impacto se efectuará, tal como exige el Real Decreto 1316/89, mediante la medición del nivel de pico, que se realizará en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcanza su valor máximo.

"Los instrumentos empleados para medir el nivel de pico o para determinar directamente si éste ha superado los 140 dB, deben tener una constante de tiempo en el ascenso no superior a 100 microsegundos. Si se dispone de un sonómetro con ponderación frecuencial A y características «IMPULSE» (de acuerdo a la norma CE1-651) podrá considerarse que el nivel de pico no ha sobrepasado los 140 dB cuando el L_{pA} no ha sobrepasado los 130 dBA ».

Ciclo de trabajo

Si la exposición de un trabajador al ruido se ajusta a un ciclo determinado (ciclo de trabajo), las mediciones deberán ser representativas de un número entero de ciclos.

Cuando el ciclo esté compuesto por subciclos, y éstos correspondan a tipos de ruido diferentes, se obtendrán los diferentes $L_{Aeq,T}$ según lo indicado en los apartados anteriores.

Los $L_{Aeq, Ti}$ representativos de los distintos subciclos (i), en su caso, nos conducirán al $L_{Aeq,T}$ mediante la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg (1/T) \sum_i T_i \cdot 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}} \quad (1)$$

Siendo:

- T: tiempo total del ciclo
- i: número de subciclos
- T_i : tiempo de cada subciclo

Este $L_{Aeq,T}$ corresponderá al $L_{Aeq,d}$ cuando la jornada laboral coincida con el tiempo de

exposición al ruido. Si en dicha jornada laboral existen intervalos de no exposición al ruido, el nivel diario equivalente vendrá dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg (T'/8) \quad (2)$$

Siendo:

T' el tiempo de exposición al ruido en horas/día.

Cuando no sea posible establecer dichos subciclos, se utilizará el método correspondiente al ruido aleatorio.

Ejemplo

Sea el puesto de trabajo de un pulidor cuya jornada laboral se compone de ciclos de 85 minutos distribuidos de la siguiente forma:

- Pulido de piezas: 70 minutos.
- Limpieza de piezas con aire comprimido: 10 minutos.
- Transporte de piezas: 5 minutos.

Con una duración total de 7,5 horas de dicha jornada, haciendo una pausa de 30 minutos para desayunar en el comedor de la empresa, donde no hay exposición al ruido.

Efectuado un estudio previo sobre el tipo de ruido al que está expuesto el trabajador se ha llegado a las siguientes conclusiones: durante el pulido de piezas el ruido al que está sometido es periódico; la limpieza con aire comprimido genera un tipo de ruido aleatorio, mientras que durante el transporte de piezas el trabajador está únicamente sometido al ruido de fondo de la nave que se puede considerar estable.

Las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador-pro mediador utilizando la siguiente metodología:

1. **Pulido de piezas:** Se efectuaron 5 mediciones del nivel equivalente correspondiente al ruido generado por sendas piezas, obteniéndose los siguientes datos en dBA: 92, 95, 93, 91, 93, lo que supone un $L_{Aeq,T1}$ de 93 dBA.
2. **Limpieza de piezas con aire comprimido:** Al tratarse de un ruido aleatorio, se efectuó una medición del nivel equivalente durante todo el subciclo, obteniéndose un $L_{Aeq,T2}$ de 100 dBA.
3. **Transporte de piezas:** Se efectuaron 3 mediciones del nivel equivalente, obteniendo un $L_{Aeq,T3}$ de 80 dBA.
4. **Nivel diario equivalente:** Mediante la aplicación de la expresión (1) se obtiene:
 $L_{Aeq,T} = 10 \lg 1/85 (70 \times 10^{0,1 \times 93} + 10 \times 10^{0,1 \times 100} + 5 \times 10^{0,1 \times 80}) = 94,5 \text{ dBA}$,
Y, mediante la aplicación de la expresión (2), obtenemos:
 $L_{Aeq,d} = 94,5 + 10 \lg (7,5/8) = 94,2 \text{ dBA}$

Muestreo de ciclos de trabajo



Debido a que los niveles de ruido varían de un ciclo a otro a causa de fluctuaciones de variables no controladas, siempre podrá efectuarse una estimación del $L_{Aeq,T}$, así como un intervalo de confianza alrededor de este valor, mediante la metodología expuesta en el apartado 6.

Evaluación del $L_{Aeq,d}$ por muestro

El método expuesto a continuación permite estimar, a partir de un cálculo realizado en un número limitado de muestras prefijadas al azar, el valor probable de $L_{Aeq,d}$, así como el intervalo de confianza alrededor de este valor.

Este método se realizará necesariamente en las circunstancias que se han descrito anteriormente y opcionalmente en cualquier caso.

Elección del momento de la medición

Este método exige que las mediciones se efectúen de forma aleatoria en el tiempo. Si se pretende obtener el nivel equivalente de diversos Ciclos de trabajo, la elección de los ciclos en los que efectuaremos las mediciones se llevará a cabo mediante la utilización de una tabla de números aleatorios.

Si el periodo en el cual el ruido es aleatorio no corresponde a la totalidad de la jornada laboral, sino que se trata de un subciclo de trabajo, se deberá elegir también de forma aleatoria el momento de la medición.

En el caso en que el ruido aleatorio abarque la totalidad de la exposición del trabajador, la tabla 1 proporciona directamente el día y la hora de la jornada en que se debe efectuar la medición, teniendo en cuenta que la hora real de aplicación estará en función de la hora de inicio de la jornada laboral.



Tabla 1: Números aleatorios para la medición de ruido

VIERNES	3ª	JUEVES	3ª	VIERNES	4ª	MARTES	6ª	VIERNES	7ª
LUNES	6ª	MARTES	8ª	MARTES	1ª	MARTES	8ª	MIÉRCOLES	8ª
MIÉRCOLES	2ª	LUNES	8ª	LUNES	6ª	LUNES	3ª	MARTES	2ª
LUNES	8ª	JUEVES	5ª	LUNES	1ª	MARTES	5ª	MARTES	3ª
LUNES	4ª	LUNES	1ª	LUNES	1ª	VIERNES	7ª	LUNES	1ª
VIERNES	7ª	MARTES	6ª	LUNES	7ª	JUEVES	8ª	JUEVES	8ª
LUNES	8ª	MIÉRCOLES	7ª	MIÉRCOLES	6ª	MARTES	6ª	VIERNES	5ª
VIERNES	5ª	LUNES	4ª	MARTES	3ª	MARTES	8ª	MARTES	8ª
MIÉRCOLES	5ª	LUNES	2ª	MARTES	8ª	MARTES	6ª	MARTES	7ª
VIERNES	3ª	JUEVES	4ª	LUNES	6ª	MARTES	6ª	VIERNES	2ª
MIÉRCOLES	4ª	MARTES	3ª	MARTES	8ª	JUEVES	1ª	MIÉRCOLES	1ª
MIÉRCOLES	7ª	JUEVES	3ª	VIERNES	4ª	LUNES	1ª	VIERNES	2ª
MARTES	4ª	MARTES	8ª	LUNES	4ª	VIERNES	6ª	MIÉRCOLES	2ª
LUNES	3ª	MARTES	7ª	JUEVES	4ª	MARTES	5ª	MIÉRCOLES	1ª
MARTES	1ª	VIERNES	8ª	MARTES	6ª	LUNES	5ª	MIÉRCOLES	4ª
MIÉRCOLES	6ª	MIÉRCOLES	1ª	JUEVES	6ª	MIÉRCOLES	1ª	MIÉRCOLES	2ª
VIERNES	6ª	MIÉRCOLES	3ª	MARTES	1ª	MIÉRCOLES	7ª	MARTES	7ª
LUNES	7ª	JUEVES	3ª	LUNES	1ª	MIÉRCOLES	7ª	VIERNES	7ª
LUNES	3ª	VIERNES	4ª	MARTES	4ª	MIÉRCOLES	1ª	LUNES	3ª
MARTES	3ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	6ª	MARTES	2ª	MARTES	1ª
MARTES	1ª	MIÉRCOLES	6ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	1ª	MIÉRCOLES	7ª
MIÉRCOLES	2ª	LUNES	1ª	MIÉRCOLES	8ª	MARTES	6ª	LUNES	6ª
MIÉRCOLES	6ª	MARTES	3ª	LUNES	3ª	LUNES	5ª	LUNES	3ª
MARTES	7ª	MARTES	1ª	LUNES	3ª	VIERNES	1ª	MIÉRCOLES	1ª
LUNES	5ª	MIÉRCOLES	2ª	MARTES	5ª	JUEVES	2ª	MIÉRCOLES	4ª
MIÉRCOLES	2ª	MARTES	5ª	MARTES	3ª	LUNES	5ª	MARTES	6ª
LUNES	5ª	VIERNES	5ª	MIÉRCOLES	2ª	MARTES	3ª	MARTES	6ª
LUNES	8ª	LUNES	1ª	LUNES	7ª	VIERNES	2ª	MIÉRCOLES	7ª
MARTES	1ª	LUNES	7ª	MIÉRCOLES	5ª	LUNES	6ª	JUEVES	4ª
MARTES	8ª	VIERNES	2ª	MIÉRCOLES	3ª	MIÉRCOLES	8ª	MARTES	2ª

La metodología será la siguiente:

- Elegimos arbitrariamente en la tabla una posición de partida.
- El resultado obtenido nos proporciona la información del día de la semana y la hora de la jornada laboral en que deberemos efectuar la medición.
- Seguimos leyendo en la tabla hacia abajo, utilizando el mismo método para cada dato que encontremos, hasta obtener el número de muestras conveniente.

Ejemplo

Supongamos que tenemos que efectuar las mediciones aleatorias de un puesto de trabajo. El horario de trabajo es de 7 a 15 horas.

1. Escogemos en la tabla adjunta una posición de partida de forma totalmente arbitraria. En nuestro caso escogemos el primer dato de la tercera columna (Viernes, 4ª hora)
2. El resultado obtenido nos indica que debemos efectuar la primera medición el próximo viernes a la 4ª hora de la jornada laboral. Es decir, si el horario es de 7 a 15 horas, efectuaremos nuestra medición a las 10 horas.
3. La siguiente medición la efectuaremos a partir del dato posterior (Martes, 10 hora), es decir, el primer martes, después de la primera medición, a las 7 horas.

La tercera medición la efectuaremos a partir del siguiente dato (Lunes, 6ª hora), es decir, el siguiente lunes a las 12 horas.

Y así sucesivamente hasta obtener el número de mediciones necesarias.

Estimación estadística de $L_{Aeq,d}$

Se parte de la hipótesis de que la exposición al ruido durante un período largo de trabajo - varios años- sigue una distribución normal, siendo su media $L_{Aeq,d}$.

Según esta hipótesis, la estimación de la distribución normal se realizaría, como se indica en la Norma Francesa (NF - S31 - 084) utilizando la distribución 't' de Student convencional.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- A. Cálculo de la media y la desviación estándar.

Sea L_i , el nivel de L_{Aeq} de la muestra ($i = 1, 2, \dots, n$).

La estimación de la media vendrá dada por la relación

$$L_{Aeq,d} = \frac{\sum L_i}{n} \quad (3)$$

Los límites de confianza al 95% alrededor de este valor están dados en la tabla2, en función del número n de muestras evaluadas y de la desviación tipo SL de los niveles L_i , calculada por la fórmula

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - L)^2}{n-1}} \quad (4)$$

- B. Búsqueda en la tabla del error cometido en la determinación, según el número de muestras y la desviación estándar obtenidos.



- C. Si el error es superior a 2 dBA, el número de muestras es insuficiente, por lo que debe repetirse el muestreo al azar y los cálculos.

Ejemplo

Sea el puesto de trabajo de rondista de turbina de una central térmica en explotación, cuyos L_{Aeq} , obtenidos mediante un muestreo aleatorio, han arrojado los siguientes datos: 91 - 94 - 93 - 89 - 88 dBA

La aplicación de la fórmula (3) nos da la estimación del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A:

$$L_{Aeq,d} = 91 \text{ dBA}$$

La desviación estándar, calculada según la fórmula (4) es:

$$S_L = 2,5 \text{ dB}$$

La lectura de la tabla 2, para $S_L = 2,5 \text{ dB}$ y $n = 5$ da un límite de confianza al 95% igual a 3.

		S _L																											
N	T	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6
3	4,303	6	6	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
4	3,182	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10
5	2,776	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
6	2,571	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
7	2,447	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
8	2,365	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
9	2,306	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
10	2,252	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	2,228	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
12	2,201	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
13	2,179	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
14	2,16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	2,145	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	2,131	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	2,12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	2,11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	2,101	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	2,093	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
21	2,088	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
22	2,08	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
23	2,074	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
24	2,069	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
25	2,064	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	2,06	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	2,056	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	2,052	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	2,048	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	2,045	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
31	2,042	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
36	2,03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
41	2,021	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
46	2,014	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
51	2,009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
61	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Como el intervalo de confianza es superior a 2, deberemos efectuar sucesivas mediciones. Una sexta medición, de la misma forma aleatoria nos ofrece un L_{Aeq} de 90 dBA y las siguientes estimaciones:

$$L_{Aeq,d} = 91 \text{ dBA}$$

$$S_L = 2,3 \text{ dB}$$

$$\text{Intervalo de confianza} = 2 \text{ dB}$$

El resultado de la medición será entonces:

$$L_{Aeq,d} = 91 \pm 2 \text{ dBA.}$$



Si las medidas se han efectuado con un instrumento de tipo 2, la incertidumbre debida al instrumento será de ± 1 dBA, siendo la global, entonces, de 3 dBA. El resultado global de la medición-será, por tanto:

$$L_{Aeq,d} = 91 \pm 3 \text{ dBA.}$$

Bibliografía

- (1) Association française de normalisation. Norme française NF S 31-084
Méthode de mesurage des niveaux sonores en milieu de travail en vue de l'évaluation du niveau d'exposition sonore quotidienne des travailleurs
Paris, AFNOR, 1987
- (2) B.O.E. 2 noviembre 1989, Real Decreto 1316/89 de 27 de octubre
Protección de los trabajadores frente a riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo
- (3) GARCÍA, Andrés y otros
Propuesta de normativa Interna para la medición y evaluación del ruido
INSHT, Barcelona 1990 IT8/62.90

Muestreo de respuesta aleatoria

En el muestreo de poblaciones humanas, los resultados de la investigación pueden distorsionarse a que algunos informantes se niegan a contestar todas las preguntas, o proporcionan información incorrecta.

Para llevar a cabo encuestas relacionadas con tópicos delicados, se ha creado este sistema de muestreo, y requiere que la pregunta sobre el tema delicado se acompañe de una pregunta inocua. El informante responde únicamente una de las dos preguntas seleccionadas al azar.

Muestreo Aleatorio Estratificado

Una muestra aleatoria estratificada es una muestra aleatoria que se obtiene separando los elementos de la población en grupos disjuntos, llamados estratos, y seleccionando una muestra aleatoria simple dentro de cada estrato.

Como Seleccionar Una Muestra Aleatoria

Al seleccionar una muestra aleatoria de n mediciones de una población infinita de N mediciones, si el muestreo se lleva a cabo de forma que todas las muestras posibles de tamaño n tenga la misma probabilidad de ser seleccionadas, el muestreo se llama aleatorio y el resultado es una muestra aleatoria simple.

- Muestra aleatoria, en que el azar determina que elementos se seleccionan (Figura 1),
- Muestra no aleatoria, en que el investigador deliberadamente elige los objetos que han de ser estudiados (Figura 2).



Muestra
aleatoria

Figura 1



Muestra
no aleatoria

Figura 2

Muestra aleatoria.

El principio de la selección de los elementos en una muestra aleatoria es el mismo que cuando se reparten la baraja. Todos los objetos de la población tienen iguales probabilidades de ser seleccionados en la muestra. Esta probabilidad es llamada razón de muestreo (sampling ratio en inglés), y es igual al número de elementos de la muestra dividido por el número de la población.

Hay métodos alternativos para crear una muestra aleatoria (en otras palabras, una "muestra de probabilidad"):

- Muestra aleatoria simple: La muestra se extrae a suertes, por ejemplo sacando papeletas numeradas de un sombrero. Trabajar con papeletas es laborioso si la población es amplia. Pero si tenemos la población en un fichero de ordenador, el trabajo será fácil.
- Muestra sistemática: Si la razón que se pretende es $1/n$, empezamos escogiendo el primer elemento al azar entre los primeros n objetos de la población, y tras ello extraemos cada nuevo objeto. Esto es conveniente si tenemos una lista de objetos de la población.

- c. Muestra aleatoria ponderada: Cuando la población incluye un grupo muy pequeño pero esencial, hay el riesgo de que ningún miembro de ese grupo quede dentro de una muestra aleatoria. Para evitar esto, podemos incrementar deliberadamente la razón de la muestra sobre este grupo de especial importancia.

Por supuesto que esto generará un desequilibrio en las mediciones que se obtengan a partir de la muestra ponderada, pero será fácil restaurar el equilibrio original. Esto se hace así cuando se combinan los resultados; por ejemplo, al calcular la media de todas las mediciones daremos a las mediciones de cada grupo su peso apropiado correspondiente a los porcentajes genuinos en la población.

Muestreo del trabajo.

En un hospital la administración, planeó instalar una computadora para reducir el trabajo de papeleo realizado por enfermeras. Sin embargo, los administradores no estaban seguros de cuánto tiempo perdían las enfermeras en el papeleo. Para resolver este problema, se realiza un estudio de muestreo del trabajo. Este estudio del muestreo del trabajo, consistió en 500 observaciones de enfermeras, tomadas en tiempos aleatorios, tal como se indica en el cuadro. No obstante que sólo se requería el tiempo utilizado para realizar el trabajo de papeleo, se obtuvieron también todas las otras actividades del estudio de muestreo del trabajo.

Muestreo del trabajo de enfermera.

ACTIVIDAD	Núm. de Observaciones	Porcentaje de Observaciones
Tender la cama	60	12
Atender al paciente	150	30
Caminar entre instalaciones.	40	8
Leer registros	30	6
Hablar con los doctores	40	8

Hablar con otras enfermeras	20	4
Descanso	50	10
Trabajo de papeleo	110	22
TOTAL	500	100

El estudio indicó el 22% del tiempo de una enfermera se perdía realizando trabajo de papeleo. Por lo tanto, en el curso de un día de trabajo de 24 horas. 5.28 horas de trabajo de enfermería realizado por cada enfermera se dedicaba al papeleo. Entonces estas cifras se utilizaron para estimar los ahorros potenciales del sistema de computadora.

Un estudio del muestreo del trabajo se puede definir como una serie aleatoria de observaciones del trabajo utilizada para determinar las actividades de un grupo o un individuo. Para convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado. Nótese que el muestreo del trabajo, como las estimaciones de tiempo histórico, no controla el método. Además no se controla la capacitación del trabajador, de tal manera que los estándares no se pueden establecer por muestreo del trabajo.

El muestreo del trabajo, sin embargo, se puede utilizar para un gran número de otros propósitos. Algunos de los usos más comunes son los del trabajo.

1. Para evaluar el tiempo de productividad e improductividad como una ayuda para establecer tolerancias.
2. Para determinar el contenido del trabajo.
3. Para ayudar a los gerentes y trabajadores a hacer un mejor uso de sus tiempos.
4. Para estimar las necesidades gerenciales, necesidades de equipo o el costo de varias actividades.

2.6. Registro concentrado de observaciones.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION RECOPIADA

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar el planteamiento detallado, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que buscan información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un período corto y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

PLANEACION DE UN MUESTREO DE TRABAJO.

Los pasos necesarios para el diseño del estudio son:

- a.- Determinar el número de observaciones a realizar. Dicho número se calcula tomando en cuenta el porcentaje inicialmente estimado de ocurrencia de la actividad medida (p); el Nivel de Confianza (C) y la precisión (e) requeridos.
- b.- Fijar el número de días disponibles para completar la fase de recolección de datos del estudio.
- c.- Determinar la frecuencia de realización de las observaciones.
- d.- Determinar el número de observadores requeridos.



e.- Fijar la ruta a seguir por el observador. Este camino a seguir debe ser fijado de antemano.

f.- Hacer el programa de observaciones para cada día. Para ser estadísticamente aceptable, el Muestreo de Trabajo requiere que todos los momentos de observación tengan la misma probabilidad de ser elegidos.

g.- Diseñar la hoja de observaciones. Esta hoja debe ser fácil de llenar por el observador y de fácil interpretación posterior.

Hacer las observaciones de acuerdo con el plan y el programa y resumir los datos

Los pasos comprendidos en este punto son:

a) Hacer las observaciones y anotar lo observado. Para ello se utiliza la hoja de observaciones previamente diseñada, el registro de las observaciones no debe anticiparse. Para realizarlas el analista debe situarse a una distancia conveniente.

b) Resumir los datos al final de cada día.

c) Construir el gráfico de control diario, los gráficos de control en el Muestreo de Trabajo permiten graficar los resultados diarios y acumulados en el estudio.

Ventajas de la aplicación de la técnica de Muestreo de trabajo con respecto a los métodos ordinarios de Estudio de Tiempos.

- Muchas actividades, cuya medición por medio de los métodos ordinarios de estudio de tiempos resulta impráctica o costosa, se pueden medir fácilmente por medio de Muestreo de Trabajo.

- Un solo observador puede estudiar varios operarios o máquinas simultáneamente.

- Como las observaciones se distribuyen a lo largo de un periodo apreciable de tiempo, es menos probable que los resultados se vean afectados por las variaciones de tipo contingencias



- El estudio puede interrumpirse en cualquier momento sin que ello afecte los resultados.
- Como la observación es instantánea, es poco probable que el operario modifique su patrón de trabajo cuando sabe que esta siendo observado.
- No se requieren observadores con adiestramiento o formación especial.
- No se necesita ningún equipo para medir tiempos.
- Los resultados se obtienen con un grado de confiabilidad.

Desventajas de la aplicación de la técnica de Muestreo de Trabajo con respecto a los métodos ordinarios de estudio de tiempos.

- Si al operario no se le ha explicado el objetivo del estudio, puede modificar su ritmo de trabajo a la vista del observador. Cuando esto sucede, los resultados del Muestreo de Trabajo son de escaso valor.
- En general el Muestreo de Trabajo no resulta económico cuando se va estudiar un solo trabajador o una sola máquina, ni tampoco para estudiar máquinas u operarios esparcidos en grandes zonas.

Comparación entre el muestreo de trabajo y el cronometrado

El Muestreo de Trabajo permite medir actividades de ciclo largo, en los cuales resultaría antieconómico usar cronometrado. Una técnica no reemplaza a la otra, cada una tiene su campo de aplicación. Por ejemplo si la operación a medir es altamente repetitiva, de ciclo corto y realizada por un solo operario resulta más ventajoso usar cronometrado.

2.7. Análisis de la información registrada.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El análisis descriptivo ayudara a observar el comportamiento de la muestra en estudio, a través de tablas, gráficos, intervalos de confianza y estadígrafos.

En el presente trabajo se analizará un muestro estratificado cuya variable de estratificación son los días de la semana y los boletos de microbús. La unida muestral son los boletos de microbuses y las variables el número de boletos que se registran durante cada día de la semana.

Para observar el comportamiento de la muestra en estudio se determinará un promedio diario por tipo de boleto para cada día de la semana siendo estos representados en la siguiente gráfica:

Gráfico 1:

Como en este caso cada una de las clases es homogénea y entre sí tales clases son heterogéneas, entonces nos encontramos frente a una situación en la cual se debe utilizar el muestreo aleatorio estratificado, esto es:

- Se estratifica la muestra de la población por día de la semana, por lo que se tienen siete estratos y además se determina el tamaño de la muestra.
- Se determina el promedio de cada boleto por día lo que se muestra en la tabla nº1.

Tabla Nº 1 : Promedio diario por tipo de boleto.

Días /Boleto	B	E	A	G	Total Promedio
lunes	9.42	8.50	6.75	2.17	6.71
martes	9.54	8.00	7.04	3.17	6.94
miércoles	14.04	9.50	5.17	3.13	7.96
jueves	11.21	10.08	6.21	3.25	7.69
viernes	9.25	8.38	5.75	2.42	6.45
sábado	9.11	2.94	3.61	2.83	4.62
domingo	7.88	0.00	1.00	3.63	3.13

- Se analiza que el día lunes, el boleto mas utilizado es el común (B), presenta el promedio de mayor valor 9.42. Contrario a esto el boleto gratis (G) presenta el promedio de menor valor de 2.17. El comportamiento de martes a domingo es similar. Existe un uso decreciente de los boletos común, escolar, adulto y gratis durante cada día de la semana.

El **boleto común** presenta un mayor uso el día miércoles y el menor uso el día domingo con valores promedios de 14.04 y 7.88 respectivamente. El **boleto escolar** tiene un mayor uso el día jueves con un promedio de 10.08 y su menor uso, el día domingo con un valor 0.0. El **boleto adulto** muestra un mayor uso el día martes y el menor el día domingo con promedios de 7.04 y 1.06 respectivamente. Por último el **boleto gratis**, de forma contraria a los anteriores, el día domingo es el de mayor uso presentando un promedio de 3.63 y su menor uso el día lunes con un promedio de 2.17.

- Finalmente, de un análisis descriptivo general de los días, se observa que el miércoles es el día en que se ocupan mas boletos, ya que el valor promedio de todos los boletos en ese día es el mas alto.

Tabla 2:

Boleto/Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	total por boleto
B. Común	226	229	339	269	222	164	63	1512
P. Escolar	204	192	228	242	201	53	0	1120
B. Abonado	162	169	124	149	138	65	8	815
B. Gratis	52	76	75	78	58	51	29	419
total por día	644	666	766	738	619	333	100	

La mayor cantidad de personas que viajó, lo hizo el día miércoles utilizando el boleto común, pues la sumatoria tiene un valor de 339 para este boleto y de 776 para todos los boletos de este día.

Como apoyo a los datos numérico, se muestran las siguientes gráficas:

Gráfico 2:

El gráfico 2 presenta el promedio de viajes por cada tipo de boleto para una semana, mostrando que el mayor uso de boleto corresponde al común con 10.22 personas promedio que utilizan este, debido a que como todas las ciudades grandes poseen una población mayoritariamente adulta.

La menor cantidad se observa en el boleto gratis ya que este tipo de beneficio se otorga a un tipo de gente especial, siendo de 3.08 personas promedio.



Gráfico 3 :

Este Gráfico, nos muestra el total semanal según el tipo de boleto, reflejando lo que se mencionaba anteriormente en la descripción de los promedios.

Del análisis descriptivo se concluye que existen 4 días que presentan un comportamiento similar, estos son lunes, martes, jueves y viernes.

ANÁLISIS INFERENCIAL DE LA MUESTRA

El error de estimación aproximado para el tamaño de la muestra se calculo con la siguiente ecuación:

$$\text{Error de estimación} = t(1 - \alpha / 2, n-1) \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{h=1}^4 W_h^2 S_h^2 (1 - f_h)}$$

Esta estimación se hace para el total de boletos utilizados en la semana (Tabla n° 2); el cual corresponde a un 23%.

El promedio de boletos por cada viaje se determino mediante la siguiente ecuación:

$$Y_{st} = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^4 N_h \bar{Y}_h$$

Entregando como resultado un valor de 6.61 con el cual se obtiene el total de boletos utilizados en los viajes.

$$T = N Y_{st} = 584 * 6.61 = 3860.24 \text{ Boletos}$$

El total muestral mensual de boletos corresponde a:

$$T_{mes} = 3860.24 * 4 = 15440.96 \text{ Boletos.}$$

A través del análisis descriptivo se observo que los días lunes, martes, jueves y viernes presentan un comportamiento similar por lo que se les denoto como día equivalente.

El día equivalente es una muestra representativa de la población, la que permite disminuir el número de muestras.

La próxima tabla resume los resultados de la estimación, a través de la media, error de estimación y precisión relativa para cada tipo de día:

Día / Boleto	Estimación	B	E	A	G
Día equivalente	Media	9.8542	8.7396	6.4375	2.75
	Error de estimación	1.0734	2.0337	0.851	0.5154
	Precisión relativa	10.89%	23.27%	13.22%	18.74%
Miércoles	Media	14.0417	9.5	5.1667	3.125
	Error de estimación	3.0733	4.8804	1.4504	1.0286
	Precisión relativa	21.89%	51.37%	28.07%	32.92%
Sábado	Media	9.4706	3.1176	3.6471	2.8824
	Error de estimación	4.365	2.2895	1.7455	1.2152
	Precisión relativa	46.09%	73.44%	47.86%	42.16%
Domingo	Media	7.875	0	1	3.625
	Error de estimación	3.9779	0	0.7161	1.9915
	Precisión relativa	50.51%	0	71.61%	54.24%

La siguiente tabla nos muestra la variación con respecto al promedio que pueden sufrir los distintos datos de la cantidad de boletos por cada tipo según el tipo de día, con un nivel de confianza del 90%:

Día / Boleto	B	E	A	G
Día equivalente	(8,11)	(6,11)	(5,8)	(2,4)
Miércoles	(10,18)	(4,15)	(3,7)	(2,5)
Sábado	(5,14)	(0,6)	(1,6)	(1,5)
Domingo	(3,12)	(0,0)	(0,2)	(1,6)

INFORME FINAL

Se muestra la cantidad de boletos por día en la siguiente tabla:

Tipo de Boleto Día	B	E	A	G
Lunes	904	816	648	208
Martes	916	768	676	304
Miércoles	1356	912	496	300
Jueves	1076	968	596	312
Viernes	888	804	552	232
Sábado	656	212	260	204
Domingo	252	0	32	116
Totales	6048	4480	3260	1676

De un universo estimado de 15464 pasajeros para el mes de Noviembre se obtuvieron los porcentajes que se muestran a continuación:

Tipo de Boleto	Porcentaje
B	39.1
E	29.0
A	21.1
G	10.8

Siendo el boleto más utilizado durante el mes de Noviembre el de tipo B.

Se recomienda a la empresa microbusera disminuir el tiempo de recorrido entre un bus y otro, durante los días de mayor afluencia de público, para de esta manera mejorar los servicios y la eficacia de los mismos y así aumentar los ingresos.



OBJETIVOS

- **Objetivo General:**
 - Aplicar la estadística de muestreo a un estudio determinado.
- **Objetivos Específicos:**
 - 1.- Determinar el tipo de boleto más usado en la semana.
 - 2.- En qué día se produjo la mayor afluencia de público que viaja.

CONCLUSIONES

- El día donde más boletos se utilizaron corresponde al miércoles y por tanto existe un mayor ingreso.
- Dentro de los cuatro tipos de boletos el más utilizado corresponde al boleto común (B) y el menos utilizado al boleto gratis (G), siendo por lo tanto el boleto común el que entrega mayor ingreso.
- El boleto escolar (E) presenta un mayor uso el día Jueves y los días Lunes, Martes y Viernes tiene un uso equivalente, siendo lógico el valor nulo presentado el día Domingo, puesto que en este día no es boleto válido.
- Para el boleto adulto (A) el día más usado es el Martes, lo que significa que la afluencia de público para este boleto es mayor.
- Cuando los datos presentan un comportamiento homogéneo se puede extraer una muestra promedio igualmente representativa, que tomando muestras individuales.
- La muestra debe reflejar el comportamiento general de la población (muestra representativa), considerando el menor costo posible, asociado a un análisis práctico y eficaz con un grado de confiabilidad dentro de los rangos aceptables.



2.8. Elaboración de gráficas de control.

TRAZOS DE GRAFICAS O CURVAS

1. Presentaciones en Tablas:

Primero definiré que es una tabla para luego trabajar las diferentes clases de tablas pedidas:

Una tabla es un cuadro que consiste en la disposición conjunta, ordenada y normalmente totalizada, de las sumas o frecuencias totales obtenidas en la tabulación de los datos, referentes a las categorías o dimensiones de una variable o de varias variables relacionadas entre sí. Las tablas sistematizan los resultados cuantitativos y ofrecen una visión numérica, sintética y global del fenómeno observado y de las relaciones entre sus diversas características o variables. En ella, culmina y se concreta definitivamente la fase clasificatoria de la investigación cuantitativa.

Teniendo la definición de lo que es una tabla, podemos trabajar entonces cada uno de los tipos de tablas pedidos:

- **Tabla de entrada de datos:** Es una tabla en la cual solo aparecen los datos que se obtuvieron de la investigación científica o del experimento. Es la tabla más sencilla y se utiliza cuando no se necesita mayor información acerca de los datos, estas tablas se construyen por medio de la tabulación de los datos, este procedimiento es relativamente sencillo, para realizarlo nos ocupamos de un conjunto de datos estadísticos obtenidos al registrar los resultados de una serie de n repeticiones de algún experimento u observación aleatoria, suponiendo que las repeticiones son mutuamente independientes y se realizan en condiciones uniformes, es importante decir que el resultado de cada observación puede expresarse de forma numérica, para este tipo de tablas de entrada de datos se puede trabajar con una ó mas variables, de manera que nuestro material estadístico consiste en n valores observados de la variable X_j .

Los valores observados se suelen registrar, en primer lugar en una lista, si él numero de observaciones no excede de 20 ó 30, estos datos se registran en orden creciente de magnitud.

Con los datos de esta tabla pueden hacerse diversas representaciones gráficas y calcularse determinadas características numéricas como la media, la mediana, etc.

EJ: Agrupar en una tabla de datos

10, 1, 6, 9, 2, 5, 7, 4, 3, 8

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- **Tablas de frecuencias:** Una tabla de frecuencia esta formada por las categorías o valores de una variable y sus frecuencias correspondientes. Esta tabla es lo mismo que una distribución de frecuencias. Esta tabla se crea por medio de la tabulación y agrupación, la cual es un método sencillo como lo habíamos empezado a ver en la tabla de datos, Se realiza el mismo procedimiento de tabulación anteriormente descrito si el numero de valores observados para la variable, se trabaja con una sola variable, descontando los repetidos son pequeños, si existen repetidos la frecuencia f es el numero de repeticiones de un valor de X dado, Sin embargo, cuando el conjunto de datos es mayor, resulta laborioso trabajar directamente con los valores individuales observados y entonces se lleva a cabo, por lo general, algún tipo de agrupación como paso preliminar, antes de iniciar cualquier otro tratamiento de los datos. Las reglas para proceder a la agrupación son diferentes según sea la variable, discreta o continua, para una variable discreta suele resultar conveniente hacer una tabla en cuya primera columna figuren todos los valores de la variable X representados en el material, y en la segunda, la frecuencia f con que ha aparecido cada valor de X en las observaciones.

Para una variable continua, el procedimiento de agrupación es algo más complicado. Se toma un intervalo adecuado sobre el eje de la variable que contenga los n valores observados, y divídase el intervalo en cierto numero de intervalos de clase. Todas las observaciones que pertenecen al mismo intervalo de clase se agrupan y cuentan, y él numero que resulte representa la frecuencia de clase correspondiente a dicho intervalo, luego se forma una tabla, en cuya primera columna figuran los limites de cada intervalo de clase, y en la segunda aparecen las correspondientes frecuencias.

Estas clases de tablas son las mas usadas y brindan mayor información de los datos que las tablas de entradas de datos, efectivamente, una tabla de este tipo dará en forma abreviada, una información completa acerca de la distribución de los valores observados. Con estas se pueden utilizar más a fondo los métodos gráficos al igual que los métodos aritméticos.

Ej.: Agrupar en una tabla 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 5

X	F
1	2
2	4
3	3
4	1



5	1
	Σ 11

Agrupar en una tabla las siguientes estaturas: 160, 168, 175, 183, 170, 164, 170, 184, 171, 168, 187, 161, 183, 175, 185, 186, 187, 164, 165, 175, 162, 188, 169, 163, 166, 172, 173, 167, 174, 176, 178, 179, 177

X	F
160-165	6
265-270	6
170-175	6
175-180	7
180-185	3
185-190	5
	Σ 33

- **Tablas de doble entrada:** También llamadas tablas de contingencias, son aquellas tablas de datos referentes a dos variables, formada, en las cabeceras de las filas, por las categorías o valores de una variable y en las de las columnas por los de la otra, y en las casillas de la tabla, por las frecuencias o número de elementos que reúnen a la vez las dos categorías o valores de las dos variables que se cruzan en cada casilla. Para la tabulación de un material agrupado de observaciones simultáneas de dos variables aleatorias necesitaremos una tabla descrita como anteriormente lo describimos, las reglas para agrupar son las mismas que en el caso de una sola variable.

Este tipo de tablas brindan información estadística de dos eventos relacionados entre sí, es útil en casos en los cuales los experimentos son dependientes de otro experimento, mas adelante aparecen mas aplicaciones del análisis estadístico bivariable.

Ej.:

T1/T2	SÍ	NO
SÍ	12	2
NO	10	4

Métodos gráficos:

Primero definiré lo que es un gráfico o diagrama en estadística

Un diagrama es una especie de esquemático, formado por líneas, figuras, mapas, utilizado para representar, bien datos estadísticos a escala o según una cierta proporción, o bien los elementos de un sistema, las etapas de un proceso y las divisiones o subdivisiones de una clasificación. Entre las funciones que cumplen los diagramas se pueden señalar las siguientes:

- Hacen más visibles los datos, sistemas y procesos
- Ponen de manifiesto sus variaciones y su evolución histórica o espacial.
- Pueden evidenciar las relaciones entre los diversos elementos de un sistema o de un proceso y representar la correlación entre dos o más variables.
- Sistematizan y sintetizan los datos, sistemas y procesos.
- Aclaran y complementan las tablas y las exposiciones teóricas o cuantitativas.
- El estudio de su disposición y de las relaciones que muestran pueden sugerir hipótesis nuevas.

Algunos de los diagramas más importantes son el diagrama en árbol, diagrama de áreas o superficies, diagrama de bandas, diagrama de barras, diagrama de bloques, diagrama circular, diagrama circular polar, diagrama de puntos, diagrama de tallo y hoja diagrama, histogramas y gráficos de caja y bigote o boxplots.

Gráficos univariados: Para trabajar los gráficos univariados debemos primero saber lo que es el análisis estadístico univariable y después de esto trabajaremos los métodos pedidos

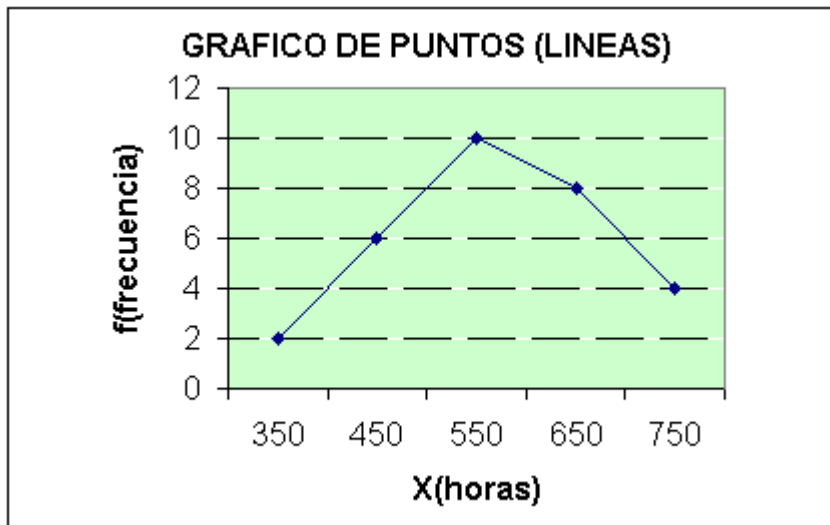
El análisis estadístico que opera con datos referentes a una sola variable o distribución de frecuencias y pretende determinar sus propiedades estadísticas. El a.e.u. proporciona al analista medidas representativas de la distribución o promedios, índices de dispersión de los datos de la distribución, procedimientos para normalizar los datos, medidas de desigualdad de unos datos en relación con otros y por último medidas de la asimetría de la distribución.

- **Gráficos de puntos:** Es una variación del diagrama lineal simple el cual está formado por líneas rectas o curvas, que resultan de la representación, en un eje de coordenadas, de distribuciones de frecuencias, este construye colocando en el eje x los valores correspondientes a la variable y en el eje de las ordenadas el valor correspondiente a la frecuencia para este valor. Proporciona principalmente información con respecto a las frecuencias. Este se usa cuando solo se necesita información sobre la frecuencia.

Cuando la muestra se agrupa por intervalos se trabaja con la marca de clase del intervalo de clase, la marca de clase es el punto medio del intervalo

EJ: Duración de tubos de neón

X(horas)	Xm	F
300-400	350	2
400-500	450	6
500-600	550	10
600-700	650	8
700-800	750	4
		Σ 30



- **Gráficos de tallo y hoja:** es una forma rápida de obtener una representación visual ilustrativa del conjunto de datos, para construir un diagrama de tallo y hoja primero se debe seleccionar uno ó más dígitos iniciales para los valores de tallo, el dígito o dígitos finales se convierten en hojas, luego se hace una lista de valores de tallo en una columna vertical. Prosiguiendo a registrar la hoja por cada observación junto al valor correspondiente de tallo, finalmente se indica las unidades de tallos y hojas en algún lugar del diagrama, este se usa para listas grandes y es un método resumido de mostrar los datos, posee la desventaja que no proporciona sino los datos, y no aparece por ningún lado información sobre frecuencias y demás datos importantes.

Ej.: realice un diagrama de tallo y hoja para los siguientes datos de distancias en yardas de una cancha de golf

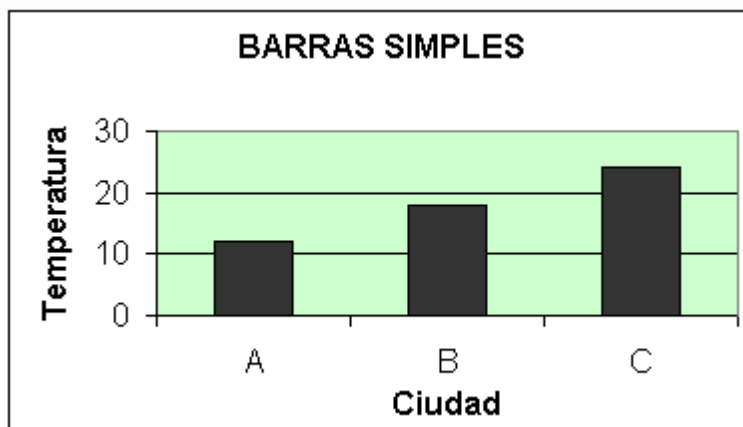
6435 6464 6433 6470 6526 6527 6506 6583 6605 6694 6614 6790 6770 6700 6798
6770 6745 6713 6890 6870 6873 6850 6900 6927 6936 6904 7051 7005 7011 7040
7050 7022 7131 7169 7168 7105 7113 7165 7280 7209

- **Diagramas de barras:** nombre que recibe el diagrama utilizado para representar gráficamente distribuciones discretas de frecuencias no agrupadas. Se llama así porque las frecuencias de cada categoría de la distribución se hacen figurar por trazos o columnas de longitud proporcional, separados unos de otros. Existen tres principales clases de gráficos de barras:
 - Barra simple: se emplean para graficar hechos únicos
 - Barras múltiples: es muy recomendable para comprar una serie estadística con otra, para ello emplea barras simples se distinto **color** o tramado en un mismo plano cartesiano, una al lado de la otra
 - Barras compuestas: en este método de graficación las barras de la segunda serie se colocan encima de las barras de la primera serie en forma respectiva.

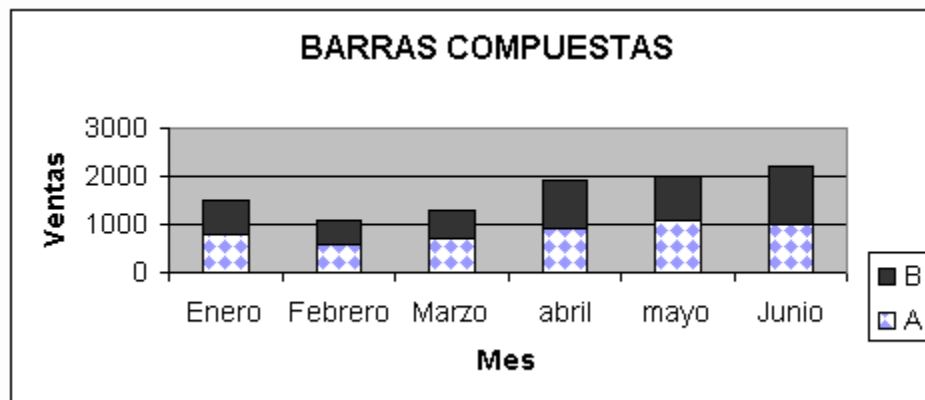
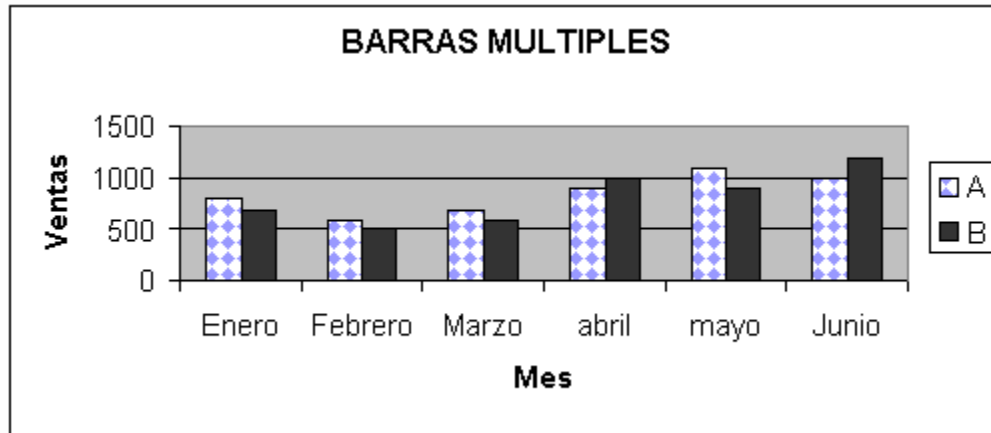
El diagrama de barras proporciona información comparativa principalmente y este es su uso principal, este diagrama también muestra la información referente a las frecuencias

Ej.:

CIUDAD	TEMPERATURA
A	12
B	18
C	24



TIENDA	Enero	Febrero	Marzo	abril	mayo	Junio
A	800	600	700	900	1100	1000
B	700	500	600	1000	900	1200



Histogramas: Se emplea para ilustrar muestras agrupadas en intervalos. Este formado por rectángulos unidos a otros, cuyos vértices de la base coinciden con los límites de los intervalos y el centro de cada intervalo es la marca de clase, que representamos en el eje de las abscisas. La altura de cada rectángulo es proporcional a la frecuencia del intervalo respectivo. Esta proporcionalidad se aplica por medio de la siguiente fórmula

$$\text{Altura del rectángulo} = \text{frecuencia relativa} / \text{longitud de base}$$

El histograma se usa para representar variables cuantitativas continuas que han sido agrupadas en intervalos de clase, la desventaja que presenta que no funciona

Para variables discretas, de lo contrario es una forma útil y practica de mostrar los datos estadísticos.

EJ:

X	Xm	F
118-126	122	2
126-134	130	3
134-142	138	8
142-150	146	12
150-158	154	7
158-166	162	5
166-174	170	2
174-182	178	1
		Σ 40

- **Diagramas de caja o boxplots:** los pasos para construirlo son los siguientes:
 - dibujar y marcar un eje de medida horizontal
 - construir un rectángulo cuyo borde izquierdo esta arriba del cuarto inferior y cuyo borde derecho esta arriba del cuarto superior
 - dibujar un segmento de recta vertical dentro de la caja arriba de la mediana
 - prolongar rectas desde cada extremo de la caja hasta las observaciones más lejanas que estén todavía a menos de 1.5fs de los bordes correspondientes
 - dibujar un circulo abierto para identificar cada observación que caiga entre 1.5fs y 3fs del borde al cual esta más cercano estas se llaman puntos inusuales suaves
 - dibujar un circulo de línea llena para identificar cada observación que caiga a mas de 3fs del borde más cercano, estas se llaman puntos inusuales extremos

Donde fs= cuarto superior – cuarto inferior

Este diagrama se usa cuando se necesita la mayor información acerca de la distribución de los datos, la ventaja que posee con respecto a los demás diagramas es que este gráfico posee características como centro y dispersión de los datos, y la principal desventaja que posee es que no presenta ninguna información acerca de las frecuencias que presentan los datos

EJ: Para los siguientes datos realice un diagrama de caja: 2.68 3.06 4.31 4.71 5.71 5.99 6.06 7.04 7.17 7.46 7.50 8.27 8.42 8.73 8.84 9.14 9.19 9.21 9.39 11.28 15.19 21.06

- **Gráficos de sectores:** es un gráfico que se basa en una proporcionalidad entre la frecuencia y el ángulo central de una circunferencia, de tal manera que a la frecuencia total le corresponde el ángulo central de 360°. Para construir se aplica la siguiente formula:

$$X = \text{frecuencia relativa} * 360^\circ / \Sigma \text{ frecuencia relativa}$$

Este se usa cuando se trabaja con datos que tienen grandes frecuencias, y los valores de la variable son pocos, la ventaja que tiene este diagrama es que es fácil de hacer y es entendible fácilmente, la desventaja que posee es que cuando los valores de la variable son muchos es casi imposible o mejor dicho no informa mucho este diagrama y no es productivo, proporciona principalmente información acerca de las frecuencias de los datos de una manera entendible y sencilla.

EJ: Representar mediante un gráfico de sectores la frecuencia con que aparece cada una de las cinco vocales en el presente párrafo:

Vocal	a	e	i	o	u	
Frecuencia	13	20	4	6	3	Σ 46



- **gráficos bivariados:** Para trabajar los diagramas de dispersión, primero debemos saber que es el análisis estadístico bivariable y las ventajas que este tiene

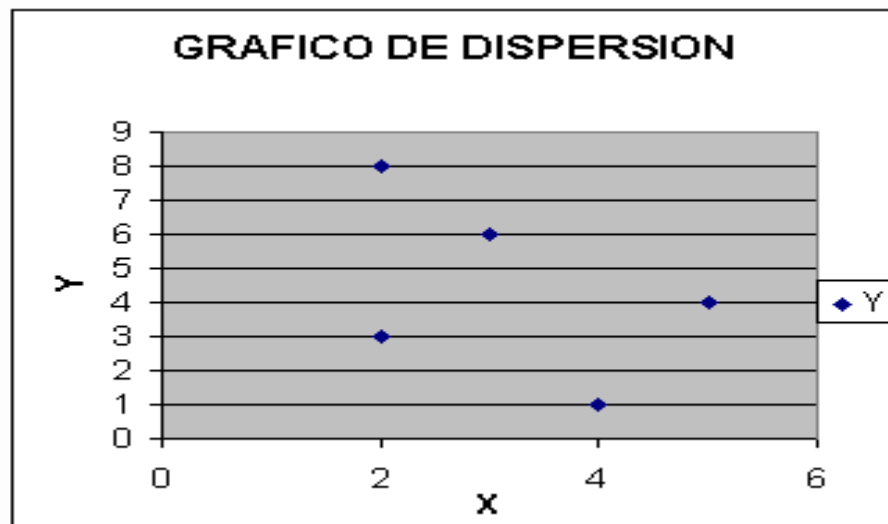
El análisis estadístico bivariable es aquel análisis que opera con datos referentes a dos variables y pretende descubrir y estudiar sus propiedades estadísticas. El análisis estadístico bivariable se orienta fundamentalmente a la **normalización** de los valores o frecuencias de los datos brutos, determina la existencia, **dirección** y grado de la variación conjunta entre las dos variables, lo que se realiza mediante el cálculo de los coeficientes

de correlación pertinentes, calcula la covarianza o **producto** de las desviaciones de las dos variables en relación a sus medias respectivas y por ultimo establece la **naturaleza** y forma de la asociación entre las dos variables en el caso de las variables de intervalo.

- **Diagrama de dispersión:** es un diagrama que representa gráficamente, en un espacio de ordenadas, los puntos de dicho espacio que corresponden a los valores correlativos de una distribución bivalente conjunta, estos diagramas deben usarse cuando tenemos un análisis estadístico bivariable, ósea una tabla de datos de doble entrada, la ventaja que tienen es que se puede graficar de una forma sencilla una distribución bivalente conjunta y la desventaja principal es que no funciona si sucede que una dupla se repita

EJ:

	X	Y
A	2	3
B	4	1
C	5	4
D	3	6
E	2	8



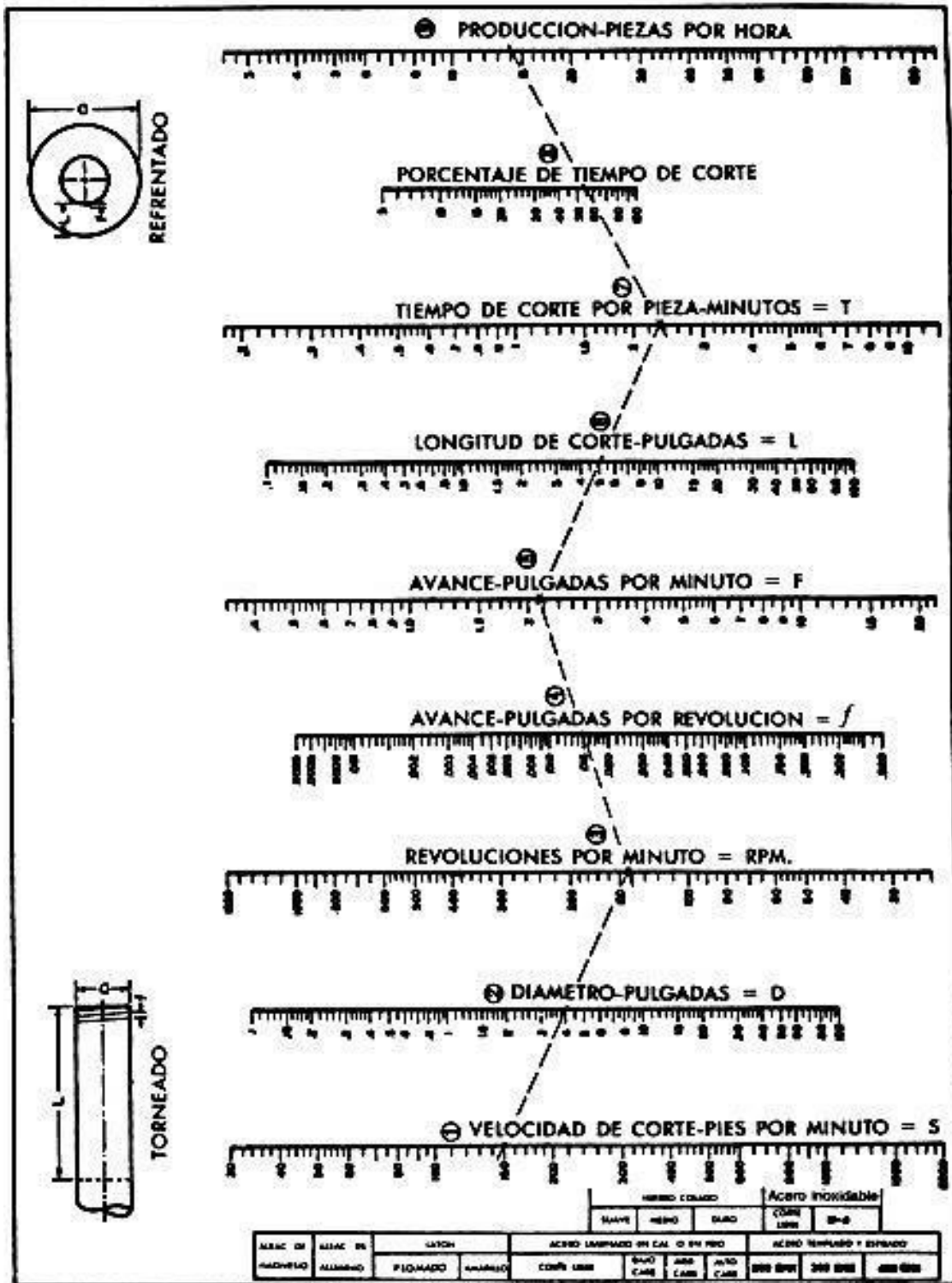
Trazo de gráficas (o curvas)

Debido a las limitaciones de espacio no siempre es conveniente tabular valores para los elementos variables. Mediante una gráfica o un sistema de gráficas en forma de nomograma, el analista podrá expresar gráficamente un número considerable de datos estándares en una sola hoja.

La Figura 5-3-6 ilustra un nomograma utilizado para determinar el tiempo de torneado y refrentado. Por ejemplo, si el problema es determinar la producción en piezas por hora con un corte en torno de 5 plg de una barra de acero de mediano carbono de 4 plg de diámetro, en una máquina que utiliza un avance de 0.015 plg por revolución y tiene un tiempo de corte de 55% del tiempo de ciclo, la respuesta se podría obtener fácilmente en forma gráfica. Uniendo el punto correspondiente a la velocidad de corte recomendada de 150 pie/min para acero de mediano carbono en la escala 1, con el punto del diámetro de 4 plg de la pieza de trabajo en la escala 2, se obtiene una velocidad de 143 rpm en la escala 3. El punto de 143 rpm se une con el del avance de 0.015 plg por revolución en la escala 4.

La prolongación de esta última recta a la escala 5 determina una alimentación a utilizar de 2.15 plg/min. Este punto del valor de avance unido al de la longitud de corte en la escala 6 (de 5 plg) da el tiempo de corte requerido en la escala 7. Este tiempo de 2.35 min unido al del porcentaje de tiempo de corte en la escala 8 (en este caso, 55%) da la producción en piezas por hora en la escala 9 (en este caso, L6).

Figura 5-3-6



Crobal, Inc.

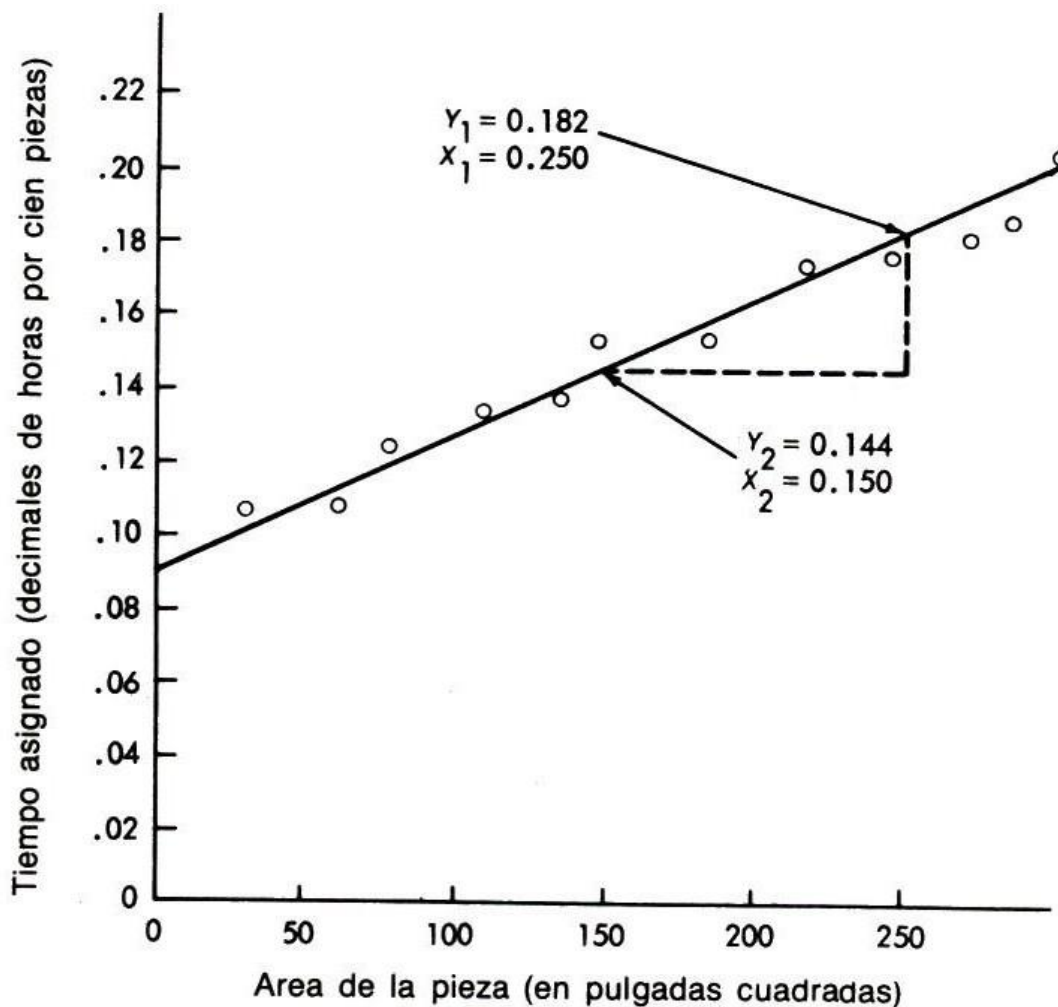


Existen, sin embargo, algunos inconvenientes notables en la utilización de medios gráficos. En primer lugar es fácil introducir un error en la lectura de una gráfica debido al grado de interpolación que se requiere por lo general. Segundo, existe la posibilidad de errores por mala alineación de las intersecciones de las diferentes escalas. Entonces existe siempre la posibilidad de un error considerable por lectura incorrecta o alineamiento imperfecto de las intersecciones en las diversas escalas.

Cuando se recurre a las gráficas para mostrar la relación entre el tiempo y las variables que lo afectan, la solución puede tomar la forma de una simple recta, una curva, un sistema de rectas como en un diagrama de rayos, o la combinación especial de líneas características de un diagrama de alineamiento o nomograma. En el trazo de gráficas de una sola línea, el analista debe observar ciertos procedimientos estándares. Primero, se grafica el tiempo como ordenada en la gráfica y la variable independiente como abscisa. Si fuera práctico, todas las escalas deben comenzar en cero, de modo que se puedan apreciar sus proporciones reales. Finalmente, la escala seleccionada para la variable independiente debe tener un alcance suficiente para utilizar cabalmente el plano de la representación gráfica.

La figura 5-37 ilustra un diagrama que presenta el tiempo de "formado" en horas por cien piezas para una cierta clase de material, considerando un intervalo dado de tamaños en pulgadas cuadradas.

Figura 5-3-7



Cada punto de este diagrama representa un estudio de tiempos. Así, 12 estudios de tiempos se utilizaron en la recopilación de datos para esta gráfica. El examen de los puntos graficados revela una relación lineal entre los diversos estudios. La ecuación de una recta es:

$$Y = mx + b$$

(La ecuación para una recta se expresa también frecuentemente como $y = a + bx$.)

y = Ordenada (horas por centenar de piezas)

x = Abscisa (tamaño de pieza en pulgadas cuadradas de área)

m = Pendiente de la recta, o razón del cambio en la cantidad marcada en el eje y al cambio en la cantidad marcada en el eje X.

b = Intersección de la recta con el eje y cuando $x = 0$.



La gráfica trazada por simple examen muestra una ordenada de intersección de 0.088 en el eje Y, y la pendiente se puede calcular por la ecuación:

$$m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}, \text{ donde } (x_1, y_1) \text{ y } (x_2, y_2) \text{ son puntos específicos de la recta}$$
$$= \frac{0.182 - 0.144}{250 - 150} = 0.00038$$

Los detalles para obtener la pendiente y la ordenada al origen de la recta, también se pueden obtener con el método de mínimos cuadrados

2.9. Conclusiones.

El método de muestreo de trabajo es una herramienta que permite al analista de estudio de tiempos y métodos obtener los datos de manera más fácil y rápido.

El muestreo de trabajo con calificación de la actuación es especialmente útil para determinar la cantidad de tiempo que puede ser concedida por retrasos inevitables, suspensión del trabajo etc. El grado de continuidad de estas interrupciones es un área apropiada de estudio para el mejoramiento de la productividad.

Ciertamente el muestreo de trabajo computarizado llegará a ser un método de trabajo considerablemente extendido para descubrir trabajo improductivo, asignación desequilibrada de personal, tiempo inactivo, o muerto de maquinas o instalaciones y arreas con problemas similares. Toda persona que trabaje en el campo de los métodos, el estudio de tiempos y los planes de pagos de salario debe estar bien familiarizada con las ventajas, limitaciones y usos de esta técnica.

Ejemplos propuestos y resueltos

- La encuesta de opinión política
- Auditoría contable, inventario muestral y registro en libros.
- Consumo de gasolina en vehículos de servicio público
- La distribución del tiempo libre
- El rating de T.V
- La medida de desempleo
- La productividad de café tipo base
- Plan de control de calidad
- Consumo medio de un producto

Ejemplo: Consumo medio de un producto.

Estudio sobre precios de Medicamentos en Costa Rica

Si usted tiene que comprar medicamentos en farmacias privadas o conoce a alguien que tenga que hacerlo con frecuencia, este informe le será de mucho interés. Por favor tómese su tiempo y lea este importante documento.

Delimitación del Estudio:

La recolección de la información se realizó en el mes de agosto del 2000. Se incluyeron 150 farmacias distribuidas en todo el país.

Provincia	Cantidad de Farmacias
San José	59
Alajuela	36
Heredia	8
Cartago	13
Puntarenas	10
Guanacaste	10
Limón	9
Total	145

Tabla #1 / Fuente: Base de datos. V Informe de Medicamentos. Agosto, 2000.

Variación de los precios de los medicamentos Ago. 1998- Ago. 2000

La tabla No. 2 muestra la variación de los precios al consumidor con respecto a cada uno de los Informes. Se destaca el sostenimiento de los precios en el período entre agosto de 1999 y agosto del 2000 en las provincias de Heredia y Alajuela con un aumento de los precios de venta al consumidor de un 2.85% y un 3.74%, indicadores muy inferiores a la inflación del período (11.39%). En términos totales, el crecimiento de los precios de los medicamentos fue de un 6.61%, inferior a la inflación acumulada en un 4.78 puntos. Esto indica que, en términos relativos, al comprador de medicamentos continúa percibiendo una rebaja en los precios.

Tabla 2. Suma del costo de la canasta de medicamentos en las farmacias seleccionadas de la Gran Área Metropolitana.

Precios de la Canasta de Medicamentos en la G.A.M.				
	Costo de la canasta Agosto 1999	Costo de la canasta Agosto 2000	Variación Porcentual	Diferencia Respecto a la Inflación del periodo (11.39%)
Alajuela	¢891.497	¢924.823	3,74%	-7.65%
San José	¢2.106.034	¢2.269.924	7,78%	-3.61%
Heredia	¢33.941	¢34.910	2,85%	8.54%
Cartago	¢386.344	¢413.968	7,15%	-4.24%
Total	¢3.417.816	¢3.643.625	6,61%	- 4.78%

Tabla # 2 / Análisis de Ganancias en las Farmacias del Gran Área Metropolitana

Al realizar el análisis del margen de ganancia por provincia en la etapa de venta al consumidor comparando los resultados de con los cuatro Informes anteriores, los datos comparativos son favorables para el consumidor final.

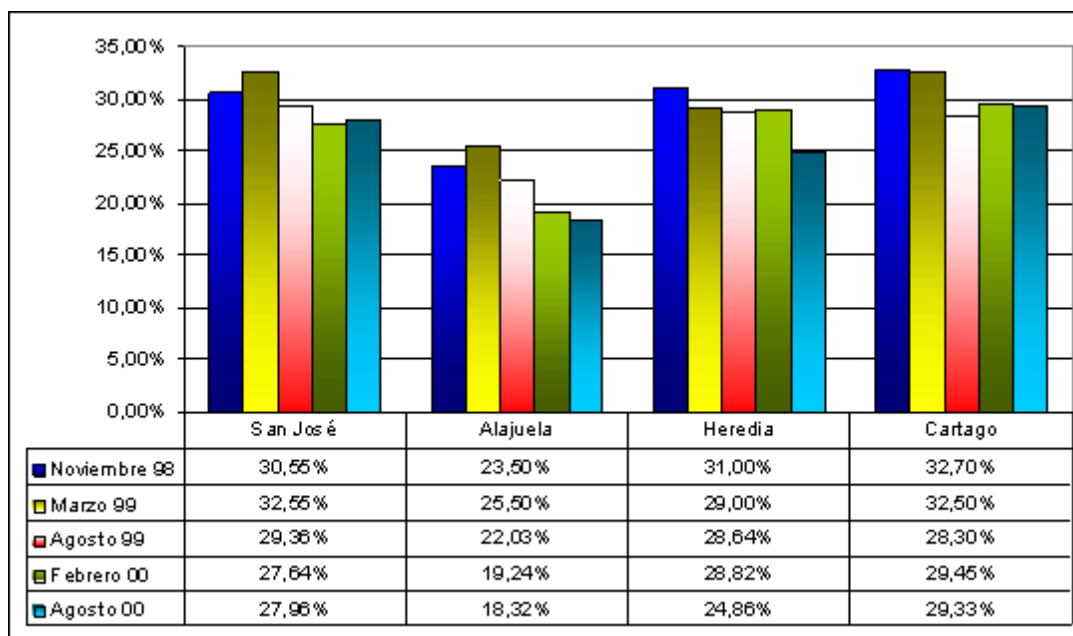
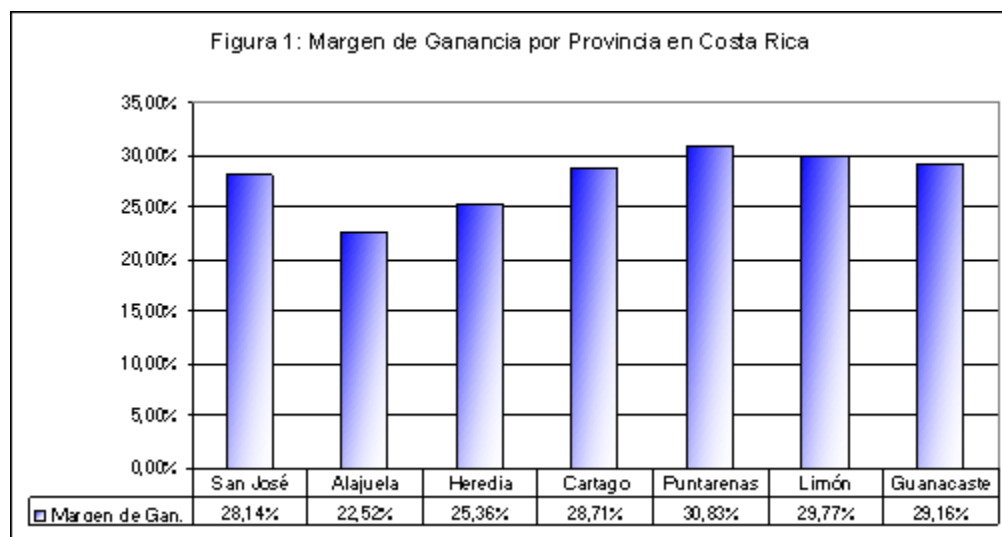


Gráfico No. 1 Margen de Ganancia en el precio de venta por provincia.

Fuente: Base de datos. V Informe de Medicamentos. Agosto, 2000.

Gráfico No. 2. Márgenes de ganancia promedio en Provincias en Costa Rica.



Fuente: Base de datos. V Informe de Medicamentos. Agosto, 2000.

Alajuela es la provincia donde las farmacias tienen menor margen de ganancia promedio y Puntarenas es la provincia donde las farmacias trabajan con un mayor margen promedio. El margen de ganancia promedio nacional en farmacias es de un 26.92%.



Bibliografía

www.uiah.fi/projects/metodi/252.htm

<http://insiste.industrial.uson.mx/materias/m0902/t6.htm>

www.uaq.mx/matematicas/estadisticas/xu5.html

<http://matematicas.unal.edu.co/unixt/muestreo.html>

http://www.netsalud.sa.cr/ms/farmacos/evalu_far.htm