

Título: Normación del trabajo

Categoría: Recursos Humanos

Autora: Ing. Evelyn B. Álvarez Gutiérrez

Graduada de Ingeniería Industrial en el Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (CUJAE). Actualmente profesora del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencia Económicas de la Universidad Agraria de La Habana. Cuba

Email: ealvarez@isch.edu.cu

RESUMEN.

La normación del trabajo tienen un papel importante para el crecimiento de la productividad del trabajo, por ello es necesario, lograr la máxima efectividad en el empleo de la fuerza de trabajo, y de los recursos materiales en el proceso productivo.

El siguiente trabajo pretende explicar de forma sencilla que se entiende por **NORMACION DEL TRABAJO**, empezando por una explicación detallada del concepto de **NORMA** y los tipos de clasificación de las normas que existen. También se explica la **ESTRUCTURA DE LA JORNADA LABORAL** y la clasificación correspondiente de los **GASTOS DE TIEMPO**. Posteriormente se explican las etapas a seguir para un **ESTUDIO DE NORMACIÓN** los **MÉTODOS Y TÉCNICAS DE NORMACION** incluyendo en algunos casos algunos ejemplos de estas técnicas. Por último se explica el **PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS NORMAS**, ya sea de **PRODUCCIÓN** o de **TIEMPO**.

CAPITULO I

CONCEPTOS BÁSICOS Y PRINCIPIOS DE LA NORMACION DEL TRABAJO.

1.1.- Concepto de Norma. Análisis del concepto.

“La norma es la expresión de los gastos de trabajo vivo necesarios para la ejecución de una actividad laboral en determinadas condiciones técnico-organizativas, por un trabajador (o grupo de trabajadores) que posee(n) la calificación requerida y ejecuta(n) su trabajo con habilidad e intensidad media”.

Realicemos detalladamente cada parte del concepto de norma.

Lo primero que se expresa es que la norma es el **gasto de trabajo vivo** necesario para la ejecución de una actividad laboral, ese gasto de trabajo se expresa como norma de tiempo, como norma de producción o como norma de servicio, dependiendo la forma de expresarla de cómo el obrero entiende mejor su deber social y de cómo es más fácil su control.

En segundo lugar, el concepto expresa que la norma es el gasto de trabajo vivo **necesario** para la ejecución de una actividad laboral, no expresa el gasto de trabajo que invierte un trabajador dado, ya que un trabajador puede invertir más tiempo del necesario si se introducen acciones innecesarias y se altera el procedimiento establecido, por lo tanto le consumen tiempo y no nada aportan a la transformación del objeto de trabajo; o por el contrario puede hacer el trabajo en menos tiempo, eliminando pasos previstos y así altera el procedimiento establecido, lo que puede influir negativamente en la calidad.

Por otra parte, el concepto de norma continúa expresando que la misma es la expresión del gasto de trabajo vivo necesario para la ejecución de una actividad laboral **en determinadas condiciones técnico - organizativas**.

Esta idea es muy importante e implica, que el tiempo de ejecución de un trabajo depende de la organización de la producción y del trabajo establecidas, es decir: de la división y cooperación del trabajo, del contenido de trabajo, de la organización del traslado de los materiales, de la forma de hacer la operación y de las condiciones de trabajo, entre otras.

Que cambien las condiciones técnico - organizativas en que se realiza el trabajo, implica realizar la **revisión** de la norma con el propósito de que ésta exprese nuevamente el gasto de trabajo necesario; cambian las condiciones técnico - organizativas cuando cambian el equipo, la forma de división y cooperación del trabajo, las materias primas y/o materiales, el contenido de trabajo, las condiciones de trabajo, los métodos de trabajo, etc.

Este concepto continúa diciendo que la misma es la expresión de los gastos de trabajo vivo necesarios para la ejecución de una actividad laboral en determinadas condiciones técnico - organizativas, **por un trabajador (o grupo de trabajadores)**.

Aquí hay que tener claro que lo adecuado es establecer normas colectivas cuando existe un proceso en cadena y no normas individuales.

También plantea que es la expresión de los gastos de trabajo necesarios para la ejecución de una actividad laboral en determinadas condiciones técnico - organizativas por un trabajador (o grupo de trabajadores) **que posee la calificación requerida**.

Esta frase subraya que la norma se hace para que pueda ser cumplida por un obrero que tiene la calificación necesaria para ejecutar el trabajo, por lo que no puede determinarse la norma a partir de la observación y medición de los tiempos de ejecución del trabajo de obreros sin la calificación adecuada, así como que el hecho de que no pueda ser cumplida por quien no tiene la calificación no implica la necesidad de modificarla, como tampoco debe modificarse por que un trabajador muy calificado la sobrecumpla.

Por último, el concepto de norma plantea que es la expresión de los gastos de trabajo vivo necesarios para la ejecución de una actividad laboral en determinadas condiciones técnico-organizativas por un obrero (o grupo de obreros) que posee la calificación requerida y **ejecuta su trabajo con habilidad e intensidad media**.

Esta última idea es de gran importancia, pues indica que al momento de elaborar la norma debe tenerse en cuenta la necesidad de seleccionar adecuadamente a los trabajadores que serán objeto de medición de los tiempos para definir la norma, pues no pueden seleccionarse ni los más hábiles ni los más diestros, así como tampoco aquellos que trabajen con una intensidad muy alta o muy baja. Una vez definida la norma, los sobrecumplimientos o incumplimientos que ocurran producto de que el obrero labore con una intensidad mayor o menor que la normal, no pueden implicar la necesidad de modificar la norma.

1.2.-Clasificación de las normas.

Las normas pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios, entre ellos:

- Según la forma de expresar el gasto de trabajo
- Según la forma de aplicación.
- Según el campo de aplicación

En este material nos referiremos solamente a las normas según la forma de expresar el gasto de trabajo.

1.2.1.- Clasificación de las normas según la forma de expresar el gasto de trabajo

Según este criterio las normas se clasifican en: normas de tiempo, normas de producción o rendimiento, y normas de servicio.

Norma de Tiempo: Es aquella que expresa el tiempo necesario para el cumplimiento de una unidad de trabajo (operación, artículo, etc.) por un obrero o grupo de obreros.

Se emplea cuando el obrero, realiza distintas operaciones que requieren diferentes tiempos de ejecución, o cuando realiza una operación cuya conclusión rebasa los límites de la jornada normal de trabajo.

Norma de Producción o de Rendimiento: Es aquella que expresa la cantidad de unidades de trabajo (operaciones, artículos, etc.) que deben ser elaboradas por un obrero o grupo de obreros en una jornada de trabajo.

Las normas de producción o de rendimiento se utilizan fundamentalmente en aquellos casos en que el tiempo de realización de la unidad de trabajo es relativamente pequeño y el obrero dentro de la jornada de trabajo puede realizar la misma varias veces. Fundamentalmente se emplea en los procesos en serie y en masa

Norma de Servicio: Es aquella que expresa el contenido laboral de un trabajador o grupo de trabajadores en un determinado período de tiempo (cantidad de telares a atender por un tejedor, cantidad de mesas a atender por un dependiente, obreros directos a atender por un obrero auxiliar, etc.).

La norma de servicio se emplea:

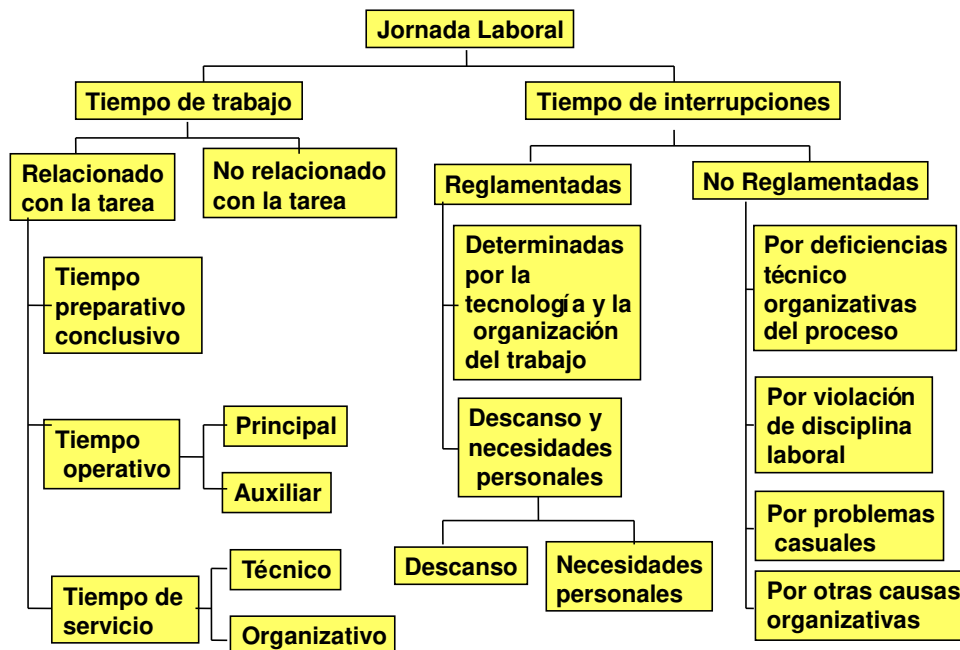
- Cuando el trabajador realiza operaciones heterogéneas, donde no es posible determinar con exactitud su tiempo de duración o donde el control administrativo necesario rebasa los marcos lógicos y posibles desde el punto de vista económico.
- En los procesos altamente mecanizados, automatizados y por aparatos, donde la realización del trabajo principal se ejecuta por los equipos y la labor del obrero va dirigida a actividades de control y servicio de los mismos.

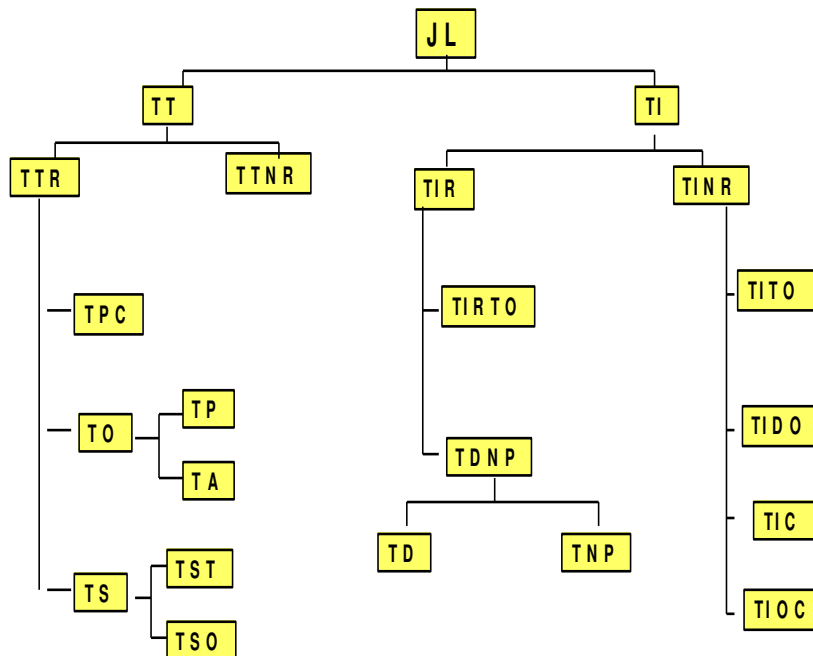
CAPITULO II

CLASIFICACIÓN DE LOS GASTOS DE TIEMPO.

A continuación veremos la estructura de la jornada laboral, con la clasificación correspondiente de los gastos de tiempo y sus símbolos, utilizada desde hace años en el país para el estudio de los gastos de trabajo y la determinación de las normas de tiempo y producción en los procesos.

2.1.- Estructura de la jornada laboral para el estudio de los procesos.





Jornada

Laboral

(JL): Es el tiempo durante el cual, de acuerdo con la legislación vigente, todo trabajador debe permanecer dedicado a la actividad laboral en su centro de trabajo. Para su estudio la misma se divide en:

- Tiempo de trabajo
- Tiempo de interrupciones.

Tiempo de trabajo (TT): Es el tiempo en que se encuentra laborando el trabajador, ya sea en labores realmente productivas, en tareas ajenas a su contenido de trabajo o en trabajos innecesarios. El mismo se divide en:

- Tiempo de trabajo relacionado con la tarea.
- Tiempo de trabajo no relacionado con la tarea.

Tiempo de trabajo relacionado con la tarea (TTR): Es aquel que el trabajador emplea para cumplir la o las operaciones que le vienen dadas por las características del proceso productivo y por su calificación, labora racional y eficientemente en su puesto de trabajo, en el cual realiza actividades que transforman el objeto de trabajo. El mismo se divide en:

- Tiempo preparativo - conclusivo.
- Tiempo operativo.
- Tiempo de servicio.

Tiempo preparativo - conclusivo (TPC): Es el tiempo que el trabajador (o brigada) utiliza para preparar el cumplimiento de un trabajo dado y las acciones relacionadas con su terminación.

Este tipo de gasto se manifiesta en las siguientes actividades:

- La obtención de la orden de trabajo.
- La obtención de instrumentos, dispositivos, etc. y de la documentación tecnológica.
- La instrucción del orden con que se va a cumplir el trabajo.
- La colocación de los dispositivos e instrumentos.
- El ajuste de equipos al régimen correspondiente de trabajo necesario para el cumplimiento de la tarea dada.
- El quitar los dispositivos, instrumentos, documentación tecnológica, orden de trabajo, etc.

El tiempo preparativo - conclusivo ocurre cada vez que cambia la tarea (ya sea una producción individual o en serie) y tiene la particularidad de que su magnitud no depende del volumen de trabajo a realizar, sino de la complejidad de la preparación necesaria para el mismo.

Tiempo operativo (TO): Es el tiempo utilizado por el trabajador (o brigada) para cambiar o contribuir al cambio de la forma, dimensiones, propiedades y posición en el espacio de un objeto de trabajo. El mismo se divide en:

- Tiempo principal.
- Tiempo auxiliar.

Tiempo principal (TP): Es el tiempo que se invierte directamente en el cambio cualitativo y cuantitativo del objeto de trabajo, sus dimensiones, propiedades, composición, color, forma o posición en el espacio. Ejemplos:

- Tiempo de desbaste en la actividad de torneear.
- Tiempo de carga y descarga en el trabajo de los estibadores.
- Tiempo de coser en máquina plana al confeccionar una camisa.
- Tiempo de conducción del vehículo en el trabajo de los choferes.

Tiempo auxiliar (TA): Es el tiempo que emplea el trabajador para realizar las acciones que aseguran el cumplimiento del trabajo principal. En este tiempo se incluyen los siguientes gastos:

- Los tiempos para alimentar las máquinas con materias primas y/o productos semielaborados.
- Los tiempos necesarios para la comprobación de la calidad de la producción realizada.

Tiempo de servicio (TS): Es el tiempo que necesita el trabajador para la atención y mantenimiento del orden y limpieza en su puesto de trabajo, que garantice un trabajo productivo. El mismo se subdivide en:

- Tiempo de servicio técnico.
- Tiempo de servicio organizativo.

Tiempo de servicio técnico (TST): Es el tiempo utilizado para mantener el equipo en condiciones técnicas adecuadas para realizar un trabajo concreto. A este tiempo se refieren:

- Los gastos de tiempo para reemplazar un instrumento o pieza desgastados.
- Los gastos de tiempo para la lubricación del equipo, etc.

Tiempo de servicio organizativo (TSO): Es el tiempo empleado en mantener el puesto en orden y disposición de trabajo durante el turno. A este tiempo corresponden:

- Los gastos de tiempo para recibir y entregar el turno.
- Los gastos de tiempo para la distribución al comienzo y la recogida al final del turno de las herramientas.
- Los gastos de tiempo para ordenar y limpiar el área de trabajo (incluyendo equipos).

Tiempo de trabajo no relacionado con la tarea (TTNR): Es el tiempo que se realizan actividades que no están previstas en su contenido o que corresponden a otros cargos realizar, ya sea provocada por necesidades fortuitas de la producción o por deficiencias en la organización del trabajo. El mismo ocurre:

- Cuando el trabajador es trasladado a otro puesto de trabajo, producto de la ausencia de otro trabajador y la necesidad de cubrir la vacante por ser un puesto fundamental en el flujo.
- Cuando por deficiencias en la organización, el trabajador debe desplazarse hacia actividades propias de un trabajador auxiliar, etc.

Tiempo de interrupciones (TI): Es el tiempo durante el cual el trabajador no participa en el proceso de trabajo. El mismo se subdivide en:

- Tiempo de interrupciones reglamentadas.
- Tiempo de interrupciones no reglamentadas

Tiempo de interrupciones reglamentadas (TIR): Es el tiempo que el obrero no labora por razones previstas y determinadas en tiempo, inherentes al propio proceso de trabajo. El mismo se subdivide en:

- Tiempo de descanso y necesidades personales.
- Tiempo de interrupciones determinadas por la tecnología y la organización del trabajo establecidas.

Tiempo de descanso y necesidades personales (TDNP): Es el tiempo de carácter necesario que consume el trabajador con el fin de poder mantener su capacidad normal de trabajo. El mismo se subdivide en:

- Tiempo de descanso.

- Tiempo de necesidades personales.

Tiempo de descanso (TD): Es el tiempo que debe consumir el trabajador a fin de recuperarse o prevenir la fatiga producida durante el proceso de trabajo.

Estos fines son compatibles con actividades tales como: el consumo de merienda, por lo que deben simultanearse.

Tiempo de necesidades personales (TNP): Es el tiempo que el trabajador debe consumir para mantener su higiene personal y para realizar sus necesidades fisiológicas.

Tiempo de interrupciones determinadas por la tecnología y la organización del trabajo establecidas (TIRTO): El tiempo de interrupciones determinado por la tecnología y la organización del trabajo establecidas, incluye el tiempo de interrupciones provocado por las condiciones específicas en que se desarrolla el proceso de producción. Por ejemplo:

- Interrupciones de los estibadores durante el tiempo en que la grúa transporta la carga.
- Interrupciones en el trabajo de los mineros durante la espera provocada por la explosión de una carga de dinamita.

Tiempo de interrupciones no reglamentadas (TINR): Es el tiempo que el trabajador no labora por alteración del proceso normal de trabajo. El mismo se subdivide en:

- Tiempo de interrupciones por deficiencias técnico - organizativas del proceso.
- Tiempo de interrupciones por violación de la disciplina laboral.
- Tiempo de interrupciones casuales.
- Tiempo de interrupciones por otras causas organizativas.

Tiempo de interrupciones por deficiencias técnico - organizativas del proceso (TITO): Es el tiempo en que el trabajador no labora a consecuencia de deficiencias técnicas y/o organizativas del proceso de producción. Entre ellas se encuentran:

- Falta de herramientas
- Falta de materia prima.
- Falta de productos semielaborados.
- Rotura de equipos.

Tiempo de interrupciones por violación de la disciplina laboral (TIDO): Es el tiempo en que el trabajador no labora por violación de la disciplina laboral. Entre ellas se encuentran:

- Llegadas tardes.
- Parado sin trabajar.
- Conversación injustificada.
- Tiempo excesivo en el descanso reglamentado.
- Ausencia injustificada al puesto de trabajo.

Tiempo de interrupciones casuales (TIC): Es el tiempo en el que el trabajador no labora a consecuencia de la interrupción del proceso de trabajo por causas totalmente causales. Entre ellas se encuentran:

- Paros por causas climatológicas.
- Falta de energía.

Tiempo de interrupciones por otras causas organizativas (TIOC): Es el tiempo en que el trabajador no labora a consecuencia de la interrupción del proceso de trabajo por causas organizativas no relacionadas con la organización de la producción. Entre ellas se encuentran:

- Cobros en horas laborales.
- Problemas en el transporte.
- Clases en horas laborales.
- Problemas en el comedor.
- Actividades políticas en horas laborales.

CAPITULO III

ETAPAS A SEGUIR EN UN ESTUDIO DE NORMACIÓN.

Para realizar un estudio de normación deben seguirse las etapas siguientes para cualquier método que sea empleado:

- Selección de las actividades y operaciones a normar.
- Preparación de la observación.
- Realización de la observación.
- Procesamiento y análisis de la información
- Determinación de las medidas técnico - organizativas a implantar y cálculo de las normas.
- Implantación.

3.1.- Selección de las actividades y operaciones a normar.

La selección de las actividades y operaciones a normar debe realizarse de acuerdo a un orden de prioridad que se establezca, se deben elegir con prioridad aquellas en las cuales las normas de trabajo vigentes se incumplan o sobrecumplan en una magnitud muy por encima de los parámetros establecidos como normales, las actividades y operaciones que resulten limitantes en el proceso de producción o servicio y las que agrupan una gran cantidad de trabajadores y

3.2.- Preparación de la observación.

La preparación de la observación debe comenzar con el estudio de las condiciones de trabajo del taller y de los puestos de trabajo donde se va a realizar la observación. También se debe estudiar la tecnología de producción establecida, los parámetros de funcionamiento del equipo, la organización de los puestos y su servicio, entre otras.

La selección de los trabajadores a observar se efectúa en dependencia del objetivo del estudio:

- Si el estudio se va a realizar para determinar normas de trabajo, se debe observar a trabajadores que posean la calificación requerida y ejecuten el trabajo con habilidad e intensidad media.
- Si son los métodos de trabajo se seleccionarán aquellos que posean la más alta productividad a consecuencia de los métodos de trabajo empleados.
- Si vamos a estudiar las causas que motivan el incumplimiento de las normas se estudiarán trabajadores que no cumplan las mismas.

Otro de los aspectos importantes que hay que tener en cuenta en la preparación de la observación es garantizar, durante el período de observación, el adecuado abastecimiento de materias primas, materiales y semiproductos, el correcto estado de los equipos y el adecuado servicio al puesto de trabajo.

Durante la etapa de preparación también debe seleccionarse el método a utilizar para la observación de cada puesto de trabajo, en dependencia de las características del trabajo objeto de estudio y del tiempo de que se dispone.

Determinado el método a utilizar se calculará la cantidad de observaciones que es necesario realizar para obtener el dato con la calidad deseada y se preparará el modelaje que se va a utilizar.

3.3.- Realización de la observación.

La tercera etapa de todo estudio de normación es la observación propiamente dicha, que se realiza de acuerdo con el método de observación elegido.

3.4.- Procesamiento y análisis de la información.

En esta etapa se procesan los resultados obtenidos durante la observación, calculando los datos totales y promedios de todos los tiempos e índices del proceso estudiado, la magnitud del error, etc.

Posteriormente se analizan las causas que originan las pérdidas de tiempo, a fin de proponer las medidas técnico - organizativas que pueden aplicarse para su reducción o eliminación.

También deben analizarse los tiempos de trabajo, los no relacionados con la tarea, los tiempos de servicio y auxiliares, analizando las medidas que pueden tomarse para lograr la utilización más racional del hombre y del equipo.

3.5.- Determinación de las medidas técnico - organizativas a implantar y cálculo de las normas.

A partir del análisis de la información y con el conocimiento que se haya logrado obtener sobre los problemas organizativos existentes, se definen las medidas técnico - organizativas que deben implantarse a fin de eliminar o reducir al máximo posible las interrupciones y los gastos de tiempo no necesarios.

Una vez realizado este paso se procede al cálculo de la norma.

3.6.- Implantación.

Esta etapa comprende: la preparación para la implantación y la implantación propiamente dicha.

La preparación para la implantación comprende todo el proceso de análisis y discusión de las normas con los trabajadores, así como la implantación de las medidas técnico - organizativas determinadas en la etapa anterior y que son imprescindibles para lograr los niveles de producción previstos en las normas calculadas.

La implantación corresponde a la fase de introducción o aplicación de las normas en las condiciones técnico - organizativas para las que fueron calculadas.

CAPITULO IV

METODOS Y TECNICAS DE NORMACION

4.1.- Técnicas de estudio del tiempo de trabajo.

Las técnicas del estudio del tiempo de trabajo más utilizadas son las siguientes:

- Fotografía detallada individual (Observación continua individual).
- Fotografía detallada colectiva (Observación continua colectiva).
- Muestreo por observaciones instantáneas.
- Cronometraje de operaciones.
- Cronometraje de elementos.

4.1.1.- Fotografía detallada individual (Observación continua individual).

Este método consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas por el trabajador dentro de la jornada laboral y medir la duración de cada una de ellas, a fin de conocer el nivel de interrupciones y utilización del trabajador y/o los equipos, pudiéndose determinar a partir de esta información las medidas técnico - organizativas a implantar y calcular la norma de trabajo.

Este método tiene el inconveniente de tener que observar una mayor cantidad de trabajadores para poder llegar a conclusiones satisfactorias, y por ello los estudios realizados exclusivamente por este método demoran más tiempo en su realización.

Por tal razón, la utilización de este método está dirigida fundamentalmente al estudio de puestos de trabajo aislados en tareas no repetitivas.

4.1.2.- Fotografía detallada colectiva (Observación continua colectiva).

Consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas por un grupo de trabajadores dentro de la jornada laboral, medir las magnitudes de cada una de ellas, a fin de conocer el nivel de interrupciones y utilización de los mismos, pudiéndose determinar a partir de esta información las medidas técnico - organizativas a implantar y calcular la norma del colectivo.

Este método se aplica cuando tenemos un grupo de trabajadores que realizan una misma operación o cuando un grupo de trabajadores realiza un trabajo de forma colectiva sobre un mismo objeto de trabajo.

Este método tiene el inconveniente de que el observador debe tener una gran habilidad y experiencia.

4.1.3.- Muestreo por observaciones instantáneas.

Este método consiste en la determinación del peso específico (%) de cada uno de los elementos de trabajo e interrupciones con relación a la jornada laboral y una vez obtenidos

los mismos determinar la magnitud absoluta de dichos tiempos. A partir de los tiempos así obtenidos se analizan las medidas técnico - organizativas a implantar y se calcula la norma.

El mismo tiene como ventaja fundamental el poder observar con un solo normador hasta 40-50 puestos de trabajo, reduciendo notablemente el tiempo de realización del estudio.

Teniendo en cuenta esta característica, el método del muestreo por observaciones instantáneas es ideal para ser utilizado en aquellos lugares donde exista una gran concentración de trabajadores que realizan operaciones repetitivas y que los mismos tengan un área de trabajo bien definida.

La desventaja fundamental del mismo está en la imposibilidad de perfeccionar los métodos de trabajo a través de la información captada por esta técnica.

4.1.4.- Cronometraje de operaciones.

El método del cronometraje de operaciones consiste en medir la duración de la operación estudiada mediante un cronómetro y, conociendo el desglose de los gastos de tiempo de la jornada de trabajo correspondiente al puesto de trabajo estudiado, determinar la norma.

Este método se utiliza fundamentalmente en aquellos puestos de trabajo que realicen operaciones repetitivas de corta duración, y tiene la ventaja de que los tiempos obtenidos a través del mismo son muy exactos.

4.1.5.- Cronometraje de elementos.

Este método consiste en determinar el tiempo que demora la operación estudiada a partir de medir mediante un cronómetro el tiempo de duración de cada uno de los elementos componentes de la misma y, conociendo el desglose de los gastos de tiempo en la jornada de trabajo correspondiente al puesto de trabajo estudiado, determinar la norma.

Este método, al igual que el anterior, se utiliza fundamentalmente en aquellos puestos de trabajo donde se realicen operaciones repetitivas de corta duración.

Su utilización es ventajosa en aquellos procesos en los cuales las diferentes operaciones que se realizan tienen elementos comunes. Los tiempos obtenidos a través de este método son también muy precisos.

CAPITULO V

FOTOGRAFÍA DETALLADA INDIVIDUAL (OBSERVACIÓN CONTÍNUA INDIVIDUAL)

Como expresamos en el capítulo anterior, este método consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas por el trabajador dentro de la jornada laboral y medir la duración de cada una de ellas, a fin de conocer la utilización de la jornada laboral de los mismos.

Las observaciones pueden realizarse con un reloj (que puede ser con segundero o no) o con un cronómetro, y una plancheta o tabla para ubicar el modelaje y efectuar las anotaciones.

Durante la observación es recomendable no agobiar al obrero con preguntas ilógicas o actitudes misteriosas; por el contrario, de acuerdo con el grado de confianza obtenido, se solicitará al trabajador, cuando sea necesario, información sobre la labor que está realizando o las causas de alguna interrupción importante de aclarar, sea imputable a él o no.

El resultado del desglose de los gastos de tiempo, así como la producción realizada durante los días observados, permitirán arribar a conclusiones sobre los puestos estudiados en cuanto a la organización más adecuada y la norma a implantar.

5.1. - Determinación del número de observaciones.

Partiendo de que la población correspondiente a los tiempos de trabajo de un puesto con contenido de trabajo estable sigue una distribución normal, el número de observaciones e realizar se determinará por medio de la expresión correspondiente a dicha distribución. La expresión, en su forma general es la siguiente:

$$N = \frac{\delta^2 \cdot \sigma^2}{s^2 \cdot x^2} \quad (1)$$

Donde:

- N = Número de observaciones que es necesario realizar para obtener el valor medio del elemento medido (x) con la exactitud y el nivel de confianza deseado.
- σ = Desviación típica de la población.
- x = Valor medio del elemento medido, determinado a partir de una muestra inicial. En nuestro caso será el promedio del tiempo de trabajo (TT).
- s = Exactitud relativa deseada en los resultados, expresada en centésima de unidad
- δ = Constante que depende del nivel de confianza deseado en los resultados.

Los valores de la misma para los niveles de confianza más utilizados se muestran en la tabla siguiente:

TABLA No. 1

VALORES DE t SEGÚN EL NIVEL DE CONFIANZA DESEADO

Nivel de confianza (en %)	Valores de δ
70	1,036
80	1,282
90	1,645
95	1,960
99	2,576

Para la determinación del número de fotografías a realizar, es usual utilizar un nivel de confianza del 95%, para el cual $\delta = 1,960$, valor que para facilitar los cálculos podemos aproximar a 2, obteniendo así un nivel de confianza de 95,45%.

Sustituyendo en (1) tenemos:

$$N = \frac{4 \cdot \sigma^2}{s^2 \cdot x^2}$$

Por otra parte, la experiencia ha demostrado que en los estudios de tiempo con el fin de determinar normas de trabajo, es conveniente obtener en los resultados una exactitud (s) de $\pm 5\%$, en cuyo caso la expresión anterior se simplifica de la siguiente forma:

$$N = \frac{4 \cdot \sigma^2}{(0,05)^2 \cdot x^2}$$

$$N = 1600 \frac{\sigma^2}{x^2} \quad (2)$$

Ahora bien, teniendo en cuenta que $r = R/d$, donde d es un factor que depende del tamaño de la muestra inicial y R el rango de dicha muestra; podemos sustituir en la expresión anterior y tendremos la forma de calcular el número de observaciones en función del rango que es un estadígrafo de dispersión más fácil de hallar. Por tanto:

$$N = 1600 \frac{R^2}{x^2 \cdot d^2} \quad (3)$$

En la tabla siguiente se ofrecen los valores de d para distintos tamaños de la muestra inicial.

TABLA No. 2
VALORES DE d SEGÚN TAMAÑO DE LA MUESTRA INICIAL

Tamaño de la muestra	Valores de d	Tamaño de la muestra	Valores de d
2	1,128	7	2,704
3	1,693	8	2,847
4	2,059	9	2,970
5	2,326	10	3,078
6	2,534	11	3,173

En el caso de la fotografía detallada se recomienda realizar una muestra inicial de 3 observaciones y por tanto, el valor de **d** será 1,69. Sustituyendo en (3) tendremos:

$$N = 1600 \frac{R^2}{(1,69)^2 \cdot x^2}$$

$$N = 1600 \frac{R^2}{2,86 \cdot x^2}$$

$$N = 560 \frac{R^2}{x^2} \quad (4)$$

Donde:

- N = Número de observaciones que es necesario realizar para obtener el valor medio del elemento medido (x) con una exactitud de $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95%.
- x = Valor medio del elemento medido, determinado a partir de una muestra inicial de 3 observaciones. En nuestro caso será el promedio del tiempo de trabajo (TT).
- R = Rango de la muestra inicial, o sea, la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo.

Una vez determinada la cantidad de observaciones, es recomendable que las mismas se realicen en días alternos, a fin de ampliar el período de observación. Las observaciones correspondientes a la muestra inicial son válidas para completar el número de observaciones necesarias.

5.2.- Realización de las observaciones.

La realización de las observaciones mediante el método de la Fotografía Detallada Individual se realiza. El objetivo es registrar, en forma detallada, todas las actividades realizadas por el trabajador durante su jornada (ya sean clasificadas como tiempo de trabajo o como interrupciones) y medir el tiempo empleado en las mismas.

En aquellos casos en que la observación se realice con cronómetro la duración de cada actividad se anota directamente en la columna “duración”, calculándose posteriormente el Error Relativo cometido, mediante la siguiente expresión.

$$ER = \frac{TR - TC}{TR} \cdot 100 \quad (5)$$

Donde:

ER = Error relativo, expresado en por ciento.

TR = Tiempo real observado, determinado por la diferencia entre la hora de comienzo (HC) y la hora de terminación (HT) de la observación.

TC = Tiempo cronometrado, determinado por la suma de la columna “duración”.

Es de señalar que cuando las observaciones se realizan con cronómetro deben desecharse aquellas en que el Error Relativo cometido sea superior a $\pm 5\%$.

5.3.- Procesamiento, análisis y determinación de la norma.

El procesamiento, análisis y determinación de la norma cuando las observaciones se realizan mediante el método de la Fotografía Detallada Individual se lleva a cabo resumiendo los datos promedio de las observaciones realizadas al trabajador y/o equipo estudiado, proyectar la utilización de la jornada laboral y determinar la norma de tiempo y de producción.

De acuerdo con el análisis realizado y las medidas técnico-organizativas tomadas, se proyectará cómo se comportarán los tiempos normables y, teniendo en cuenta el volumen de trabajo promedio realizado (**Vt**), se calcularán el tiempo operativo por unidad (**To/u**), la norma de tiempo (**Nt**) y la norma de producción (**Np**).

Mas adelante se explica detalladamente cómo se proyectan los tiempos normables y cómo se realiza el cálculo del tiempo operativo por unidad, de la norma de tiempo y de la norma de producción.

CAPÍTULO VI

MÉTODO DE LA FOTOGRAFÍA DETALLADA COLECTIVA (OBSERVACIÓN CONTÍNUA COLECTIVA)

El Método de la Fotografía Detallada Colectiva consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas dentro de la jornada laboral por el grupo de trabajadores estudiado y medir la duración de cada una de ellas, a fin de conocer la utilización de la jornada laboral de los mismos. La misma se utiliza cuando se desea estudiar:

- La labor de un grupo de trabajadores que realizan la misma operación en sus respectivos puestos de trabajo. Por ejemplo: en un taller de pintura donde hay tres obreros pintando los sillones que se producen en otros departamentos.
- Una brigada de trabajadores que labora sobre un mismo objeto de trabajo y no es posible definir la parte del mismo que realiza cada uno. Ejemplo: una brigada compuesta por dos pintores y un ayudante que se encuentra pintando la fachada de un edificio.

Las observaciones se realizan con un reloj con segundero y una plancheta o tabla para ubicar el modelaje y efectuar las anotaciones.

Aunque este método es mucho más ágil que el de la Fotografía Individual, tiene el inconveniente de exigir del observador una gran habilidad.

6.1.- Determinación del número de observaciones.

Para determinar el número de observaciones a realizar se usará el mismo método que para la Fotografía Detallada Individual, es decir, podrá utilizarse la Fórmula No. 4.

Al utilizar la fórmula o la tabla debe tenerse en cuenta que como valor medio del elemento medido (**media**) debe tomarse el tiempo de trabajo (**TT**) promedio correspondiente al grupo de obreros observados, obtenido a partir de una muestra inicial de tres observaciones.

Para hallar el rango (**R**), primeramente se determinará, para cada día observado, el promedio diario del tiempo de trabajo correspondiente a la brigada estudiada. Posteriormente se hallará la diferencia entre el valor máximo y el mínimo, la cual será el rango a utilizar.

6.2.- Realización de las observaciones.

La realización de las observaciones mediante el método de la Fotografía Detallada Colectiva se realizará registrando de forma detallada todas las actividades realizadas por el grupo de trabajadores objeto de estudio, así como el tiempo empleado en las mismas.

6.3.- Procesamiento, análisis y determinación de la norma.

El procesamiento, análisis y determinación de la norma cuando las observaciones se realizan mediante el método de la Fotografía Detallada Colectiva se lleva a cabo resumiendo los dato

promedios de las observaciones realizadas a un grupo de obreros, proyectar la utilización de la jornada laboral y determinar la norma de producción y de tiempo.

En una columna el desglose de los gastos de tiempo que componen la jornada laboral y posteriormente cinco juegos de columnas para resumir el tiempo promedio observado (según el desglose de la jornada laboral) correspondiente a cada uno de los miembros de la brigada, así como el tiempo proyectado para dichos gastos de tiempo. También se consignará el volumen de trabajo realizado por la brigada o por cada trabajador (de ser posible su medición independiente).

Al final de esta sección se consignarán los tiempos promedio observados y los tiempos proyectados correspondientes a la brigada en su conjunto, los que servirán posteriormente para calcular el tiempo operativo por unidad, la norma de tiempo y la norma de producción.

CAPITULO VII

CRONOMETRAJE DE OPERACIONES.

El método del cronometraje de operaciones consiste en medir directamente, mediante un cronómetro, el tiempo que demora la operación estudiada y conociendo el desglose de los gastos de tiempo en la jornada de trabajo correspondiente al puesto de trabajo estudiado, arribar a conclusiones acerca de la norma a implantar.

En este método (al igual que en todos los métodos de observación directa) debe tenerse especial cuidado al elegir al obrero objeto de observación, debiendo para ello seguir las orientaciones que al respecto se dan de forma general en el Capítulo III, Epígrafe 3.2. del presente documento

Es necesario aclarar que por **operación** se entiende **la parte del proceso de producción que realiza un trabajador en un puesto de trabajo determinado y que abarca todas las acciones a realizar en el cumplimiento de una unidad de trabajo dado.**

7.1.- Determinación de número de mediciones a realizar.

Debido a que la distribución de frecuencia correspondiente al tiempo operativo es una distribución normal, para el cálculo del número de mediciones a realizar en un cronometraje se parte de la expresión correspondiente a dicha distribución, y que fue utilizada para calcular el número de fotografías a realizar.

Es decir, partiremos de la Fórmula No. 3 que, como se explicó anteriormente, sirve para calcular el número de mediciones a realizar en función del Rango (**R**), del valor medio del elemento medido (**x** - Tiempo operativo) y del factor **d** que depende del tamaño de la muestra inicial, cuando se desean los resultados con un nivel de confianza del 95% y una exactitud de $\pm 5\%$. Por tanto:

$$N = 1600 \frac{R^2}{d^2 \cdot x^2} \quad (3)$$

En el caso de un cronometraje se recomienda realizar una muestra inicial de 10 mediciones, siendo por tanto el valor de **d**, según la Tabla No. 1, de 3.078 (aproximadamente 3). Por tanto, sustituyendo este valor en la Fórmula No. 3 tendremos:

$$N = \frac{1600 R^2}{9 x^2} \quad (6)$$

Donde:

N = Número de mediciones a realizar para obtener el tiempo promedio de duración de la operación, con una exactitud de $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95%.

x = Tiempo promedio de duración de la operación (To/u - Tiempo Operativo/Unidad), calculado a partir de una muestra inicial de 10 observaciones.

R = Rango de la muestra inicial, o sea, la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de los tiempos medidos.

Veamos el siguiente ejemplo:

Supongamos que el cronometraje previo realizado a una operación (10 mediciones) arrojó los siguientes datos:

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Tiempo (seg.)	33	44	37	41	35	45	40	34	46	45	400

$$x \text{ (media)} = 400 / 10 = 40$$

$$R = 45 - 33 = 12$$

Sustituyendo en la Formula No. 6, tendremos:

$$N = \frac{1600 (12)^2}{9 (40)^2} = \frac{1600 (144)}{9 (1600)}$$

$$N = \frac{144}{9} = 16 \text{ mediciones}$$

Por tanto, como se realizaron inicialmente 10 observaciones, habría que realizar 6 más para completar la cantidad necesaria para obtener una exactitud (**s**) de $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95 %.

7.2.- Realización de la observación

La realización de las observaciones mediante el método del Cronometraje de Operaciones se lleva a cabo recogiendo los tiempos que demora la operación realizada en un puesto de trabajo dado, medidos mediante un cronómetro.

También debe tenerse en cuenta hora de comienzo (**HC**) y de terminación (**HT**) del cronometraje para cada una de las series realizadas.

Al concluir la observación se determinará el tiempo real (**TR**), el cual se obtendrá mediante la diferencia entre la hora de terminación (**HT**) y la hora de comienzo (**HC**) de cada serie; así como también el tiempo cronometrado (**TC**), el cual estará dado por la suma de los tiempos de cada una de las mediciones realizadas.

Estos datos nos servirán para determinar, para cada serie, el Error Relativo (**ER**) cometido en las mediciones, mediante la Fórmula No 5 que aparece en el Epígrafe 5.2. del Capítulo V. En el caso de los cronometrajes se recomienda que el Error Relativo cometido en cada serie sea inferior a $\pm 1\%$. De ser mayor deberá desecharse la serie y repetirse el cronometraje.

7.3.- Procesamiento, análisis y determinación de la norma.

El procesamiento, análisis y determinación de la norma cuando las observaciones se realizan mediante el método del Cronometraje de Operaciones se lleva a cabo resumiendo los datos promedio de las observaciones realizadas a la operación estudiada y, una vez analizados, determinar la norma de tiempo y de producción, a partir de la proyección de cómo deberá comportarse la jornada laboral.

Primeramente hay que ordenar los datos de forma ascendente o descendente, lo que nos servirá para apreciar con más precisión las características de los mismos.

Ordenados los datos en esta forma podemos entonces determinar el **Rango** de los mismos que se expresa por la diferencia entre el valor mayor y el valor menor.

Se pasa inmediatamente a determinar el número de grupos, clases o intervalos de clase que convenga emplear para el agrupamiento de los datos. El número de clases o grupos de una distribución de frecuencia dada, se recomienda que no deben ser tantas que se pierda la armonía de una buena distribución, ni tan pocas que ello determine una aglomeración tal de los datos que traiga consigo falta de distribución.

Estos grupos o clases no deben ser, teniendo en cuenta la opinión de varios autores, menor de 5 ni mayor de 18.

A los efectos de facilitar la determinación del número de clases o grupos en que debe agruparse los tiempos observados puede utilizarse la **Tabla de Divisores de Rango** que aparece a continuación (Tabla No. 3).

TABLA No. 3
DIVISORES DE RANGO

No mediciones	Div. de Rango	No mediciones	Div. de Rango
16 - 20	5	81 - 100	12
21 - 25	6	101 - 125	13
26 - 32	7	126 - 160	14
33 - 40	8	161 - 200	15
41 - 50	9	201 - 250	16
51 - 63	10	251 - 315	17
64 - 80	11	316 - 400	18

Dicha tabla nos da, de acuerdo con la cantidad de mediciones realizadas, el número aproximado de clases o grupos en que pueden dividirse los datos.

Una vez determinado el número de grupos o clases deberá procederse a la determinación de la amplitud de la clase o del intervalo, entendiéndose por tal la diferencia entre los valores numéricos de sus límites reales, la cual debe ser igual para todas las clases.

Para determinar la **Amplitud de clase o de intervalo**, debe dividirse el **Rango** (obtenido de las mediciones realizadas) entre el **Divisor de Rango** (dado por la Tabla No.3).

Veamos el siguiente ejemplo:

Supongamos que al cronometrar la operación estudiada hemos realizado 90 mediciones y que los valores máximos y mínimos son 231 seg. y 101 seg. respectivamente. El Rango de estos datos será de 130 seg. (231seg.-101seg.)

Como en nuestro ejemplo hemos realizados 90 mediciones el Divisor de Rango, teniendo en cuenta la Tabla No. 3, es 12 y por tanto tendremos que la Amplitud de la clase sera:

$$\text{Amplitud de clase} = \text{Rango} / \text{DR} = 130 / 12 = 10,8$$

Que se redondea siempre al número impar superior, y por tanto la amplitud de la clase será de 11.

Después de calculada la amplitud del intervalo se procederá a construir las clases o grupo, para lo cual tomaremos el número menor de la serie, sumándole la amplitud del intervalo tantas veces como clases o grupos tenemos que hacer.

Veamos el siguiente ejemplo:

En el caso del cronometraje del ejemplo anterior, tenemos que como el tiempo menor es 101, podemos iniciar la primera clase o el primer grupo en 101 constituyendo este valor el límite inferior de dicha clase. A este valor se le sumará la amplitud del intervalo y así se logrará la primera clase 101-112 ($101+11 = 112$).

De igual forma se irán determinando los extremos de cada una de las clases, debiendo siempre evitarse que las clases coincidan en sus extremos, hasta llegar a las clases que comprende el valor mayor, es decir el valor de 231.

En nuestro ejemplo, y teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, las clases o grupos en que se dividirán las mediciones serán:

$101 < x \leq 112$
 $112 < x \leq 123$
 $123 < x \leq 134$
 $134 < x \leq 145$
 $145 < x \leq 156$
 $156 < x \leq 167$
 $167 < x \leq 178$
 $178 < x \leq 189$
 $189 < x \leq 200$
 $200 < x \leq 211$
 $211 < x \leq 222$
 $222 < x \leq 233$

Para calcular la Norma de Producción y la Norma de Tiempo, será necesario realizar un estudio previo al puesto de trabajo, ya sea por Fotografía Detallada o mediante un Muestreo por Observaciones Instantáneas, con el objetivo de conocer el comportamiento de los distintos gastos de tiempo en que se desglosa la Jornada Laboral a fin de poder proyectar los tiempos normables.

Histograma de Frecuencia

El Histograma de Frecuencia es la forma de presentar gráficamente la Tabla de Frecuencia y para ello se confeccionan dos ejes rectangulares, representando en el eje de las abscisas (horizontal) los puntos medios de las clases (en unidades de tiempo) y en el eje de las ordenadas (vertical) la frecuencia de las mismas.

7.4.- Análisis de la calidad de las observaciones realizadas

Después de terminadas las observaciones y antes de calcular la norma de producción y de tiempo, es necesario analizar la calidad de las mismas, para tener los resultados como satisfactorios o no en dependencia de dicho análisis.

Para comprobar la calidad de las observaciones son muy utilizados, por su sencillez los métodos gráficos. Entre ellos se encuentran la confección del **Histograma de Frecuencia**, del **Gráfico de Medias** y del **Gráfico de Rangos**.

Veamos a continuación cómo se confeccionan y la forma de analizar estos gráficos:

Histograma de frecuencia

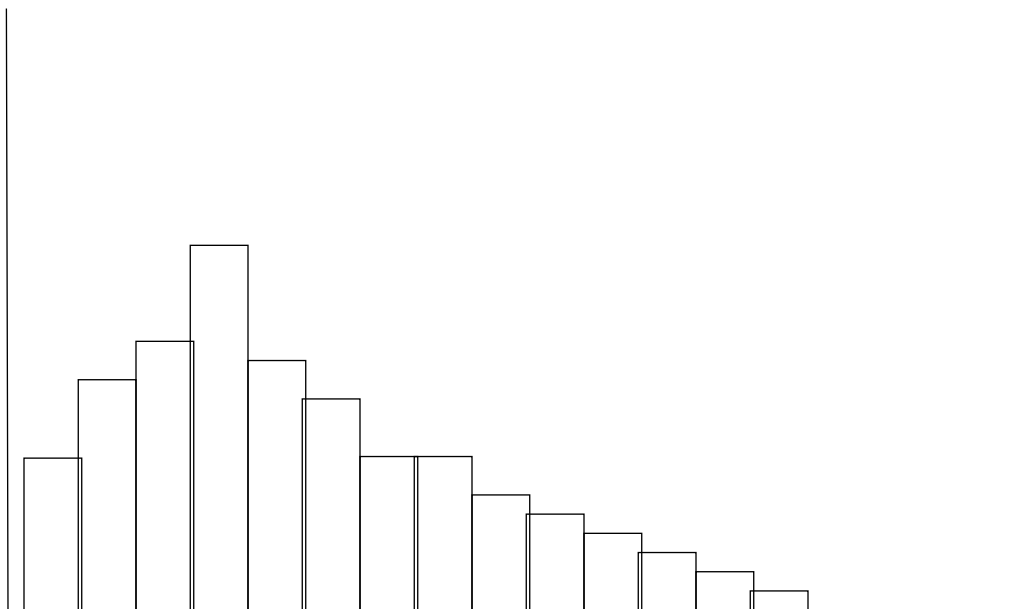
Este gráfico debe confeccionarse siempre que se realice un cronometraje no menor de 25 mediciones.

Su ventaja consiste en que nos proporciona la posibilidad de detectar visualmente si la distribución de los tiempos medidos pertenece a una sola población o a más de una, así como también si se han tomado tiempos en condiciones de trabajo normales o anormales.

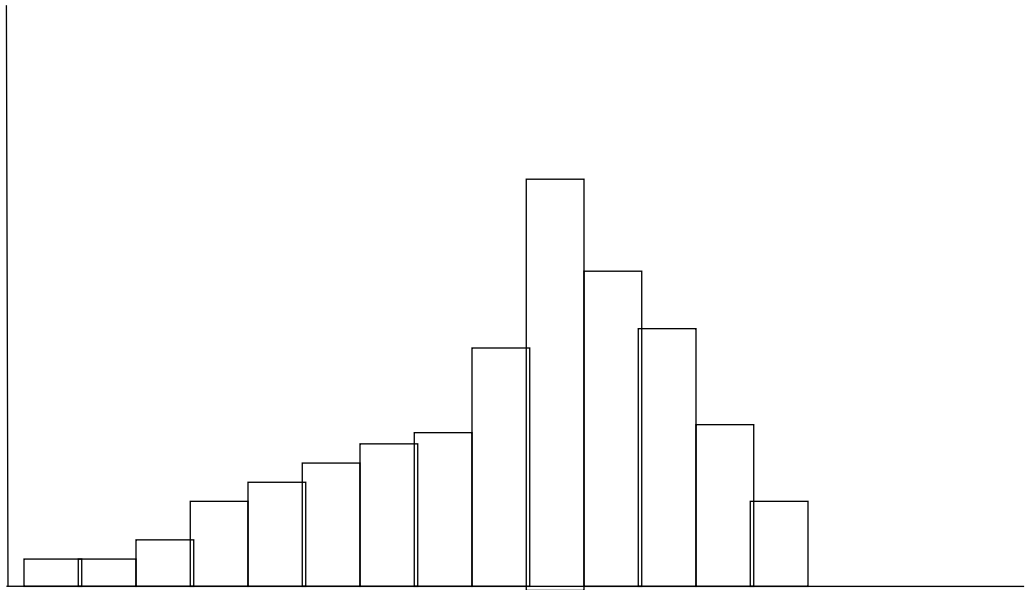
Para su confección se representa en el eje de las abscisas (horizontal) el punto medio de las clases en que hemos dividido los tiempos observados y en el eje de la ordenadas (vertical) la frecuencia, es decir la cantidad de mediciones que caen dentro de cada clase (ver Gráfico No. 1, en el cual aparecen algunos ejemplos de Histograma de Frecuencias.).

GRÁFICO No. 1

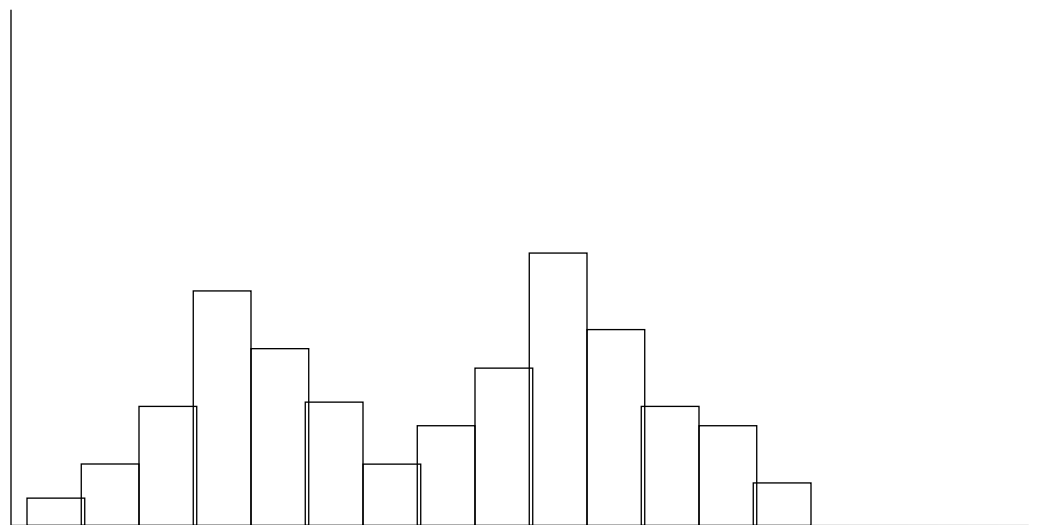
Ejemplo A



Ejemplo B



Ejemplo C



Si analizamos el Gráfico No. 1 vemos que en el Ejemplo A el Histograma se extiende hacia la derecha, lo que indica que estos tiempos, extraordinariamente altos, deben ser motivados por cuestiones anormales en el puesto de trabajo, tales como: materia prima fuera de las especificaciones (más baja calidad); bajo voltaje en la planta que hace que los equipos trabajen más lentamente; variaciones en el método establecido, etc.

Estas causas deben ser analizadas y tomadas las medidas para su erradicación, eliminando por tanto los tiempos excesivamente altos, cronometrando nuevamente a fin de reponer las mediciones y recalculando la media.

En el Ejemplo B el Histograma se extiende hacia la izquierda lo que indica que los tiempos extremadamente pequeños se deben a cuestiones anormales en el puesto de trabajo, tales como: materia prima de mejor calidad que lo habitual; mayor intensidad de trabajo; utilización de un método de trabajo más conveniente; etc.

En este caso deben ser analizados las condiciones que originaron los tiempos extremadamente bajos y si es posible lograr que las mismas sigan ocurriendo, volver a cronometrar la operación después de implantadas estas nuevas condiciones. De no ser posible se eliminarán los tiempos pequeños, se cronometrará nuevamente a fin de reponer las mediciones desechadas y se recalculará la media.

En el Ejemplo C observamos que el Histograma de Frecuencia tiene dos modas, o sea, dos clases cuya frecuencia es mayor. Esto indica que la serie de datos obtenidos pertenece a dos poblaciones distintas, es decir, que se han mezclado datos que dependen de otra variable no controlada, la cual en ambos casos ha sido distinta.

En este caso debe analizarse la causa que ha dado origen a esta anomalía y cronometrar nuevamente teniendo en cuenta la misma, es decir, se cronometrará la operación anterior como dos operaciones independientes.

Gráfico de Medias

Este gráfico sirve para conocer la regularidad estadística de las mediciones realizadas, y no debe ser confeccionado con menos de 25 mediciones.

Para confeccionar el gráfico primeramente se agruparán los datos en n submuestras de 2, 3, o más valores consecutivos, según la cantidad de mediciones realizadas.

Seguidamente se hallará la media (\bar{x}_i) y el rango (R_i) para cada una de las agrupaciones, así como la media de la muestra total (\bar{X} media) y el rango medio (R medio) de las distintas agrupaciones.

Una vez obtenidos éstos valores se llevarán a un gráfico en el cual en el eje de las ordenadas (eje vertical) se representarán los valores de \bar{x}_i y el eje de las abscisas (eje horizontal) el número de referencia de las distintas agrupaciones.

Finalmente se trazará la línea que representa la media de la muestra total (\bar{x}) y los Límites de Control, Superior e Inferior.

Para determinar los Límites de Control se utilizará la siguiente expresión:

$$L_{1,2} = \bar{X} \text{ media} \pm A R \text{ medio} \quad (7)$$

Donde:

- $L_{1,2}$ = Límite de Control Superior (1) o Inferior (2)
- \bar{X} media = Media de la muestra total ($\bar{X} \text{ media} = \sum x_i / N$)
- A = Constante que depende del tamaño de las agrupaciones realizadas y cuyos valores aparecen en la Tabla No. 3
- R medio = Rango medio de las distintas agrupaciones ($R \text{ medio} = \sum R_i / N$)

TABLA No 4

Tamaño de la muestra	Constantes para determinar los Límites de Control en los Gráficos de Medias y de Rango		
	A	D_i	D_s
2	1,88	0,01	3,27
3	1,02	0,10	2,58
4	0,73	0,19	2,26
5	0,58	0,25	2,09
6	0,48	0,31	1,97
7	0,42	0,35	1,90
8	0,37	0,39	1,84
9	0,34	0,42	1,79
10	0,31	0,44	1,76

Una vez determinados los Límites de Control se desecharán aquellas mediciones que caen fuera de dichos límites, ya que las mismas fueron hechas en un momento en que existían condiciones anormales.

Posteriormente se realizarán tantas mediciones como cantidad de las mismas hayan sido eliminadas, procediéndose nuevamente a calcular la media y de los límites control.

Veamos a continuación un ejemplo:

En el cronometraje de una operación se han realizado 40 mediciones las cuales aparecen a continuación:

Obs. No.	Tiempo	Obs. No.	Tiempo	Obs. No.	Tiempo	Obs. No.	Tiempo
1	154	11	143	21	204	31	154
2	158	12	149	22	145	32	142
3	120	13	109	23	139	33	146
4	149	14	189	24	177	34	153
5	151	15	179	25	166	35	130
6	163	16	159	26	153	36	114
7	129	17	130	27	150	37	174
8	173	18	169	28	165	38	148
9	101	19	127	29	177	39	153
10	162	20	121	30	142	40	198

Si agrupamos las mediciones en submuestras consecutivas de tamaño 2 y calculamos para cada una de ellas la media y el rango tendremos:

No.	Tiempos observados	X media	Ri
1	154 - 158	156,0	4
2	120 - 149	134,5	29
3	151 - 163	157,0	12
4	129 - 173	151,0	44
5	101 - 163	131,5	61
6	143 - 149	146,0	6
7	109 - 189	149,0	80
8	179 - 159	169,0	20
9	130 - 169	149,5	39
10	127 - 121	124,0	6
11	201 - 145	174,5	59
12	139 - 171	158,0	38
13	166 - 153	159,5	13
14	150 - 165	157,5	15
15	177 - 142	159,5	35
16	154 - 142	148,0	12
17	146 - 153	149,5	7
18	130 - 114	122,0	16
19	174 - 148	161,5	26
20	153 - 198	175,5	45
Total	---	3 032,5	567

Calculemos ahora la media de la muestra total, el rango medio y los límites de control.

$$X \text{ media} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3\ 032,5}{20} = 151,6 \text{ seg.}$$

$$R \text{ medio} = \frac{\sum R_i}{n} = \frac{567}{20} = 28,4 \text{ seg.}$$

$$L_{1,2} = X \text{ media} \pm A R \text{ medio}$$

y como para una agrupación en submuestras de tamaño 2, el valor de A (según nos indica la Tabla No. 4) es de 1,88, sustituyendo tendremos:

$$L_{1,2} = 151,6 \pm 1,88 (28,4)$$

$$L_{1,2} = 151,6 \pm 53,4$$

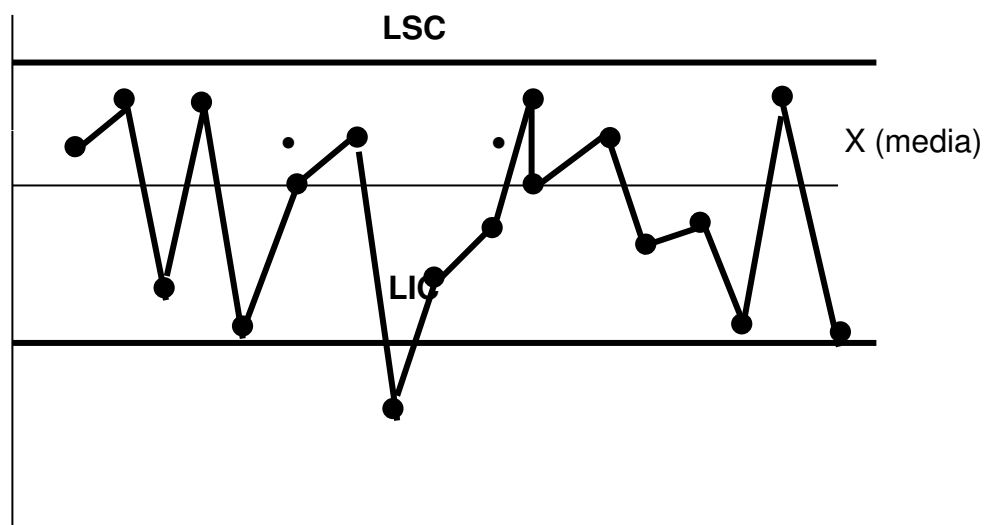
$$L_1 = 151,6 + 53,4 = 205,0 \text{ seg. (Límite superior)}$$

$$L_2 = 151,6 - 53,4 = 98,2 \text{ seg. (Límite inferior)}$$

Finalmente planteamos en un gráfico de ejes coordenados los valores de X_i de las submuestras conformadas y trazamos las líneas que representan a X media y a los Límites de Control (Gráfico No. 6).

GRAFICO No.2

GRAFICO DE MEDIAS



Como se observa en el gráfico, en este ejemplo hay que eliminar los datos correspondientes al 8vo. día de observación, ya que dicho punto cae fuera de los límites de control.

Gráfico de Rango

Este gráfico sirve para conocer la dispersión de las mediciones realizadas, no debiéndose confeccionar con menos de 25 mediciones. Para confeccionar el gráfico se procederá, al igual que en caso anterior, a agrupar los datos en **n** submuestras de 2,3 o más valores consecutivos. Seguidamente se hallará el rango (**R_i**) de cada una de las agrupaciones y el rango medio (**R medio**) de la muestra total.

Una vez obtenidos estos valores se llevarán a un gráfico, en el cual en el eje de las ordenadas (vertical) se representarán los valores de **R_i** y en el eje de las abscisas (horizontal) el número de referencia de las distintas agrupaciones.

Finalmente se trazará la línea que representa el rango medio (**R medio**) de las distintas agrupaciones y los Límites de Control, Superior e Inferior. Para determinar los Límites de Control se utilizará en este caso, la siguiente expresión.

$$L_{1,2} = D R (\text{medio}) \quad (8)$$

Donde:

- $L_{1,2}$ = Límite de Control Superior (1) o Inferior (2)
- $R (\text{medio})$ = Rango medio de las distintas agrupaciones ($R \text{ medio} = \sum R_i / N$)
- $X (\text{media})$ = Media de la muestra total ($x \text{ media} = \sum x_i / N$)
- D = Constante que depende del tamaño de las agrupaciones realizadas y cuyos valores aparecen en la Tabla No. 4
En la columna **D_s** se ofrecen los valores de D para calcular el Límite de Control Superior y en la Columna **D_i** los valores para calcular el Límite de Control Inferior.

Al igual que en el gráfico anterior, después de determinados los Límites de Control se desechan aquellas mediciones que caen fuera de dichos límites, ya que las mismas fueron en un momento en que existían condiciones anormales.

Posteriormente se realizarán tantas mediciones como cantidad de las mismas hayan sido eliminadas, procediéndose nuevamente al cálculo del Rango medio y de los Límites de Control.

Veamos el siguiente ejemplo:

Supongamos que con los datos del ejemplo anterior deseamos confeccionar el Gráfico de Rango.

El Rango medio ya calculado fue 28.4 seg., y como las agrupaciones fueron hechas en submuestras de tamaño dos, los valores de D, según la tabla No. 4, serán:

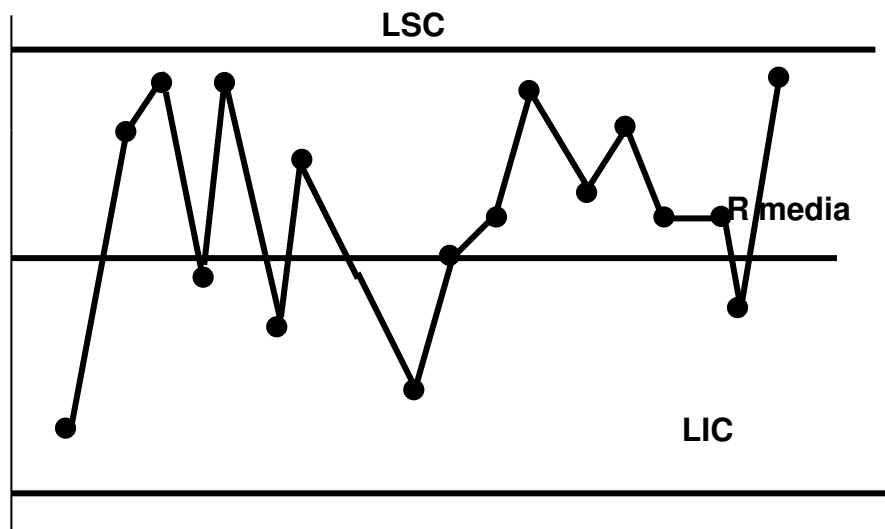
$$D_s = 3.27$$
$$D_i = 0.01$$

Por tanto aplicando la fórmula No.8 tendremos que:

$$L_1 = D_s \cdot R \text{ (Límite Superior)}$$
$$L_1 = 3,27 (28,4)$$
$$L_1 = 92,9 \text{ seg.}$$

$$L_2 = D_i \cdot R \text{ (Límite Inferior)}$$
$$L_2 = 0,01 (28,4)$$
$$L_2 = 0,3 \text{ seg. (aproximadamente cero)}$$

GRAFICO No.3 GRAFICO DE RANGOS



CAPITULO VIII

CRONOMETRAJE DE ELEMENTO

Este método de determinación de la norma consiste en medir el tiempo que demora cada uno de los elementos que componen la operación estudiada y conociendo el desglose de los gastos de tiempo de la jornada de trabajo, correspondiente al puesto de trabajo dado, arribar a conclusiones acerca del mismo.

Es necesario aclarar que por **elemento** se entiende ***un conjunto determinado de acciones que realiza un obrero para cumplir parte de una operación.***

8.1.- División de la Operación en Elementos.

En la subdivisión de una operación en elementos es de suma importancia determinar los **puntos de corte**, es decir, los instantes donde comienzan y terminan cada uno de los elementos en que hemos dividido la operación.

No pueden darse lineamientos rígidos para la subdivisión de una operación en elementos pero sí orientaciones de carácter general, tales como:

- Conviene subdividir la operación ya que con ello se logra mas información y mayor precisión del cronometraje.
- Esta subdivisión no deberá ser tan excesiva que impida al normador seguir ordenadamente al ejecutante, ni tan escasa que no pueda contar con la información necesaria del cronometraje.
- En cada caso la subdivisión óptima depende del tipo de trabajo y de los datos que deseamos obtener del cronometraje, así como de la experiencia del normador.
- Es recomendable no elegir elementos de duración inferior a 20 seg., ni superior a 100 seg.

Veamos el siguiente ejemplo:

Supongamos que la operación analizada es dar lima a una pieza hasta llevarla a las medidas especificadas y que la subdivisión en elementos realizada es la siguiente:

1. Tomar la pieza, fijarla, limar y medir.
2. Soltarla y dejarla.

Es evidente que esta subdivisión no tiene interés práctico, ya que está muy poco detallada.

Otra forma de dividir la operación pudiera ser:

1. Coger la pieza de la caja.
2. Llevarla con la mano hasta el tornillo.
3. Con otra mano, apretar sosteniendo la pieza.
4. Coger la lima.
5. Llevar la lima hasta la pieza, etc.

Ésta resulta excesivamente detallada.

Otra, más lógica, sería:

<u>Elementos</u>	<u>Descripción de los elementos</u>
1. Fijar la pieza	Coger y ponerla en el tornillo
2. Limar	Coger la lima, limar, dejar la lima
3. Medir	Coger calibrador, medir, dejar calibrador
4. Soltar la pieza	Aflojar tornillo y quitar la pieza.

Como puede apreciarse cada una de estas partes o elementos tienen características bien definidas. Son útiles, por cuanto teniendo en cuenta las variables que intervienen, los tiempos obtenidos pueden aplicarse a elementos de otras operaciones, ya que son elementos suficientemente comunes.

8.2.- Determinación del número de observaciones

Al igual que en el cronometraje de operaciones, la determinación del número de observaciones constituye una parte fundamental de la etapa preparatoria en el cronometraje de elementos.

Para determinar el número de observaciones se realizará un cronometraje inicial de 10 mediciones a cada elemento, calculando con estos datos la media (**x**) y el rango (**R**) de cada elemento.

Una vez obtenidos estos datos se calculará para cada elemento el número de mediciones que es necesario realizar para obtener la exactitud y el nivel de confianza deseado, utilizando para ello la Fórmula No 6.

Una vez determinado el total de mediciones necesarias se realizarán las mismas en 4 ó 5 series de 10-20 mediciones cada una, es decir, no deben hacerse las mediciones de una sola vez, sino en diferentes períodos de tiempo, para de esta forma obtener datos más representativos.

Se recomienda que no se realicen mediciones durante la primera media hora de la jornada ni durante la última, ya que como se ha dicho, la capacidad laboral del trabajador en estos períodos no es la adecuada.

8.3.- Realización de la observación

La realización de las observaciones mediante el método del Cronometraje de Elementos se lleva a cabo recogiendo los distintos tiempos que demora cada uno de los elementos que integran la operación realizada en un puesto de trabajo dado, medidos mediante un cronómetro.

Se realizarán tantas anotaciones como mediciones haya que realizar en una serie cronométrica a los elementos que componen la operación estudiada.

Se consignará la Hora de Comienzo (**HC**) y la Hora de Terminación (**HT**) del cronometraje, así como, el Tiempo Real (**TR**) y el Tiempo Cronometrado (**TC**), datos que nos servirán para determinar el Error Relativo (**ER**), utilizando la Fórmula No. 5.

Al calcular el Error Relativo de cada serie, el resultado deberá ser inferior a $\pm 1\%$. En el caso de que sea mayor deberá repetirse el cronometraje.

8.4.- Procesamiento, análisis y determinación de la norma.

El procesamiento de la información obtenida mediante el Cronometraje de Elementos se realiza en dos partes. La primera dedicada a obtener el tiempo promedio de cada elemento y la segunda a obtener el tiempo promedio de la operación.

Procesamiento inicial

El procesamiento inicial dedicado a obtener el tiempo de duración de cada elemento se realiza resumiendo los datos del Cronometraje de Elementos y una vez analizados los mismos determinar el tiempo promedio de duración de cada uno de los elementos que componen la operación.

Procesamiento final

Una vez hallado el tiempo medio de cada uno de los elementos que componen la operación estudiada, es necesario determinar el tiempo medio de la operación (Tiempo operativo por unidad), (T_o/u) a partir de los tiempos medios de los distintos elementos que componen una operación, así como la Norma de Producción y la Norma de Tiempo.

En el total se consignará la suma de todos los productos, la que será igual al tiempo medio de la operación estudiada o tiempo operativo por unidad ($T_o/u = \sum Fx$).

Una vez determinado el Tiempo operativo por unidad ($T_o./u$) se calculará la Norma de Producción (N_p) y la Norma de Tiempo (N_t).

Veamos el siguiente ejemplo:

Supongamos que deseamos determinar el Tiempo operativo por unidad de la operación "Hacer paquetes conteniendo 50 folletos" y que los elementos que componen el ciclo son:

A: Colocar 50 folletos sobre la mesa que contiene el papel de envolver.

B: Envolver y precintar

C: Colocar el paquete en el "pallet"

Estos elementos por el hecho de darse cada vez que se realiza la operación de hacer un paquete tendrían frecuencia igual a la unidad ($F=1$). Ahora bien, durante la ejecución de la tarea se observó que se dieron otros elementos, tales como:

D: Retirar "pallet". Este trabajo consiste en retirar el "Pallet" hasta el área de almacenaje. Partiendo de la base que en cada "pallet" pueden colocarse 60 paquetes, este elemento ocurrirá una vez cada 60 veces que ocurra el ciclo A,B,C y por tanto tenemos que la frecuencia de este elemento será:

$$F = 1 / 60 = 0.0167$$

E: Reponer el papel para envolver. Este trabajo consiste en ir a buscar hojas grandes de envolver cuando agotan las que se tienen sobre la mesa. Durante el cronometraje se observó que este elemento se dió dos veces, y se constató que en la primera oportunidad el trabajador trajo 46 envolturas y 50 en la segunda; por lo que se puso en evidencia que se pueden transportar 50 hojas, y por tanto, la frecuencia del elemento será:

$$F = 1 / 50 = 0.02$$

F: Cambiar la cinta engomada. Este trabajo consiste en cambiar el rodillo del papel engomado. Se estima que el mismo dura para precintar unos 500 paquetes, por lo que la frecuencia del elementos será:

$$F = 1 / 500 = 0.002$$

G: Abastecer de agua al depósito del equipo de precintar. Se estima que dura aproximadamente para precintar unos 500 paquetes, por lo que la frecuencia de este elemento será:

$$F = 1 / 500 = 0.002$$

Resumiendo:

Elemento	Tiempo medio elemento en seg. (x)	Frecuencia elementos (F)	(F.x)
A	7	1.	7
B	46	1.	46
C	6	1.	6
D	480	0.167	6
E	240	0.02	0.48
F	250	0.002	0.50
G	60	0.002	0.12
Total	---	---	66.1

Por tanto:

$$T_o/u = \sum F. x = 66.1 \text{ seg.}$$

8.5.- Análisis de la calidad de la observación realizada

El análisis de la calidad al realizar un Cronometraje de Elementos se lleva a cabo mediante la confección, para cada elemento, del **Histograma de Frecuencia**, del **Gráfico de Medias** y del **Gráfico de Rangos**, para lo cual deben seguirse las orientaciones que se ofrecen para el análisis de la calidad en el Cronometraje de Operaciones.

CAPÍTULO IX

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS NORMAS

9.1- Elementos que integran las Normas de Trabajo:

Al elaborar las normas de trabajo es imprescindible tener en cuenta todos los gastos de tiempo necesarios para ejecutar la tarea, así como las interrupciones reglamentadas.

Los elementos que integran la norma, teniendo en cuenta la estructura de la jornada laboral que aparece en el capítulo II, son los siguientes:

GASTO DE TIEMPO

Tiempo de trabajo necesario
 Tiempo preparativo-conclusivo
 Tiempo Operativo
 Tiempo principal
 Tiempo Auxiliar
 Tiempo de Servicio
 Tiempo de Servicio Técnico

SÍMBOLO

TTN
 TPC
 TO
 TP
 TA
 TS
 TST

Tiempo de Servicio Organizativo	TSO
Tiempo de Interrupciones Reglamentarias	TIR
Tiempo de Descanso y necesidades personales	TDNP
Tiempo de Descanso	TD
Tiempo de Necesidades Personales	TNP
Tiempo de interrupciones determinado por la Tecnología y la Organización del Trabajo establecidas	TIRTO

9.2.- Determinación de las normas de producción y tiempo

Para calcular la norma de producción y de tiempo se parte del tiempo operativo por unidad de producción determinado por uno de los métodos de estudio de los gastos de tiempo y de la proyección realizada de los distintos gastos de tiempo que intervienen en la norma (tiempo de trabajo necesarios y tiempos de interrupciones reglamentadas).

Conocidos todos estos datos se calcula la **Norma de Producción (Rendimiento)** y la **Norma de Tiempo** utilizando las siguientes expresiones:

$$N_p = \frac{JL - (TPC + TS + TDNP + TIRTO)}{To/u} \quad (9)$$

$$N_t = \frac{JL}{N_p} \quad (10)$$

Donde:

<i>N_p</i>	=	Norma de producción
<i>N_t</i>	=	Norma de Tiempo
TPC	=	Valores proyectados para este concepto, según estudio de la JL
TS	=	" " " " " " " " " " "
TIRTO	=	" " " " " " " " " " "
TDNP	=	" " " " " " " " " " "
to/u	=	Tiempo operativo por unidad, calculado a partir de los datos obtenidos.
JL	=	Jornada Laboral

Para calcular el tiempo operativo por unidad se utilizará la siguiente expresión:

TO

$$To/u = \frac{\text{-----}}{Vt} \quad (11)$$

Donde:

TO = Tiempo operativo promedio observado.

Vt = Volumen de trabajo promedio durante los días de observación.

Supongamos que en nuestro ejemplo se llegó a la conclusión de que:

$$TDNP = 30 \text{ min.}$$

$$TIRTO = 10 \text{ "}$$

$$TS = 15 \text{ "}$$

$$TPC = 10 \text{ "}$$

Una vez definidos estos tiempos se podrá calcular la norma de producción y de tiempo, para la cual es necesario primero calcular el tiempo operativo por unidad.

Para calcular el tiempo operativo por unidad se utilizará la Fórmula No. 24 , es decir:

$$to/u = \frac{TO}{Vt}$$

En nuestro ejemplo, si suponemos que el Volumen de Trabajo (Vt) promedio elaborado durante los días de observación fue de 300 artículos, el To/u será:

$$to/u = \frac{345}{300} = 1.15 \text{ min/art}$$

En aquellos casos en que se haya hecho un cronometraje, para determinar la norma se utilizará el tiempo operativo por unidad calculado a partir de los datos del cronometraje, por ser éste más preciso.

Calculado el Tiempo Operativo por unidad, pasamos a calcular la Norma de Producción mediante la Fórmula No. 22, es decir:

$$Np = \frac{JL - (TPC + TS + TDNP + TIRTO)}{To/u}$$

En nuestro ejemplo como la estructura proyectada es:

JL	=	480 min.
TT	=	440 “
TTR	=	440 “
TTN	=	440 “
TPC	=	10 “
TO	=	415 “
TP	=	390 “
TA	=	25 “
TS	=	15 “
TI	=	40 “
TIR	=	40 “
TDNP	=	30 “
TIRTO	=	10 “

Sustituyendo los valores en la Fórmula No. 9 tendremos que la Norma de Producción será:

$$N_p = \frac{480 - (10 + 15 + 30 + 10)}{1,15} = \frac{480 - 65}{1,15}$$

$$N_p = \frac{415}{1,15} = 360 \text{ art.}$$

Por último para calcular la Norma de Tiempo se utilizará la Fórmula No. 10

$$N_t = \frac{JL}{N_p}$$

Sustituyendo valores en la expresión anterior la Norma de Tiempo será:

$$N_t = \frac{480}{360} = 1,33 \text{ min/art.}$$

Es de señalar que en este ejemplo hemos asumido que el TDNP es de 30 min., pero en ciertos casos el valor de este gasto de tiempo es mayor si se hicieran los cálculos mediante la utilización de las Recomendaciones

Metodológicas para el Diseño de los Regímenes de Trabajo y Descanso. Por tanto, lo correcto sería calcular el TDNP según las indicaciones del documento citado y proyectar el tiempo que de dicho cálculo.

9.3.- Calculo del Aprovechamiento de la Jornada Laboral.

Con vistas a obtener un índice del nivel de utilización de la Jornada Laboral, se hace imprescindible entrar a comparar los gastos de tiempo de trabajo invertidos en relación con la duración de la jornada.

Este índice es el **Aprovechamiento de la Jornada Laboral**, el cual expresa la proporción de Tiempo de Trabajo realmente invertido con relación al total de la jornada, es decir:

$$AJL = \frac{TT}{JL} \cdot 100 \quad (12)$$

Donde:

AJL = Aprovechamiento de la Jornada Laboral, en por ciento

Y si se quiere conocer el Aprovechamiento de la Jornada en relación con la Jornada Efectiva, entonces sería:

$$AJL = \frac{TT}{JE} \cdot 100 \quad (13)$$

Donde:

JE = Jornada Efectiva (JE = JL – TDNP)

Nota:

Material elaborado a partir de la compilación de otros artículos y materiales de diferentes autores.