



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO DE PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CÁTEDRA: INGENIERÍA DE MÉTODOS



U
N
E
X
P
O

***ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
CONSTRUCTORA YACO C.A.***

PROF:

Ing. IVÁN TURMERO MSc

AUTORES:

Martínez Jenny

Mujica Marillyn

López Annol

CIUDAD GUAYANA, MARZO DE 2013



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
CONSTRUCTORA YACO C.A.**

U
N
E
X
P
O



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
CONSTRUCTORA YACO C.A.**

Proyecto Final de Curso presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la Cátedra de **INGENIERÍA DE MÉTODOS**.

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Asesor Académico



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
CONSTRUCTORA YACO C.A.”**

Págs. 192

Proyecto Final de Cátedra: **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*”. Vice-
Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

UNEXPO

Asesor Académico: MSc. Ing. Iván J. Turmero A.

Ciudad Guayana, Marzo de 2.013



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

ACTA DE APROBACIÓN

Quien suscribe, **MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros**, Profesor Titular de la Cátedra **INGENIERÍA DE MÉTODOS**, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-Rectorado Puerto Ordaz y designado para evaluar el Proyecto Final, titulado: **“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS CONSTRUCTORA YACO C.A.”**, considero que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los 12 días del mes de Marzo de dos mil Trece.

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros
Asesor Académico



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



DEDICATORIA

A DIOS, por estar siempre presente en cada paso de nuestra vida manteniéndome a salvo en las malas y llevándome de la mano hacia las buenas

A nuestro padres por ser esa persona incansable que nunca dudo de nosotros y se encargo de ser la batería de nuestra vida en los momentos difíciles.

A nuestros hermanos por ser mi inspiración

A nuestro querido Prof. Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros por apoyarnos día a día, por sus orientaciones, palabras de aliento y porque siempre estuvo allí para todas nuestras inquietudes durante la realización de nuestro proyecto



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos la salud para llegar a este momento de nuestra vida y por estar siempre a nuestro lado mostrándome las cosas buenas de la vida.

A nuestros padres, por mantenernos la confianza y por mantenerse fuerte en sus convicciones que fueron las que nos impulsaron a continuar la carrera de Ingeniería Industrial.

A la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” UNEXPO vice Rectorado Puerto Ordaz, por permitirme la oportunidad de cursar la cátedra de **Ingeniería de Método**.

A nuestro profesor guía Ing. IvánJ. Turmero Astros que ha sido una gran ayuda y que sobre todo, nos ha sabido entender, aconsejar y guiar en este proceso.

Por último, a cada uno de nosotros, que formamos parte de este proyecto, por conocernos y porque supimos callar y hablar en pro de nuestro trabajo.

A la constructora Yaco C.A; por haberme permitido desarrollar mi trabajo de método en sus instalaciones. Igualmente a todo el personal por su colaboración durante este tiempo.

U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

Autores: Martínez Jenny, Mujica Marillyn, López Annol

Asesor Académico: Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Fecha: Marzo 2.013

RESUMEN

La elaboración de este proyecto tuvo como objetivo principal la realización de un estudio métodos para el proceso de fabricación de bloques. Primordialmente se basó el tema hacia la disposición del espacio físico, las condiciones ambientales del lugar y como afectan éstas en el rendimiento del operario para llevar a cabo el trabajo. Para tales fines se emplearon las técnicas sugeridas por la OIT, entrevistas al operario y observación directa, para diagnosticar la situación actual. Se dará una descripción de todas las operaciones mediante diagramas de proceso y distribución actual a través de un layout. Para determinar el tiempo efectivo del trabajo se llevó a cabo un estudio de tiempo y se emplearon diversas técnicas para el establecimiento de tolerancias. Para finalizar se analizaron los resultados de todo lo anterior, y se presentaran todas las propuestas para mejorar el método de trabajo empleado en el proceso, así como todas las condiciones que afectan la efectividad del mismo.

PALABRAS CLAVES: Bloques, Estudio de Tiempo, Proceso, Producción, Ambiente de trabajo



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	4
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	4
1.2 RESEÑA HISTÓRICA.....	5
1.3 PRODUCTO	5
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.6 MISIÓN DE LA CONSTRUCTORA YACO C.A.....	6
1.7 VISIÓN DE LA CONSTRUCTORA YACO C.A.	7
CAPITULO II	8
EL PROBLEMA.....	8
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	8
2.3 Objetivos	9
2.3.1 Objetivo General	9
2.3.2 Objetivos Específicos	9
CAPITULO III	11
MARCO TEÓRICO	11
3.1 Antecedentes Históricos Del Concreto	11
3.2 Características Esenciales De Los Bloques.....	12
3.2.1 Clasificaciones	13
3.2.2 Dimensiones.....	13
3.2.3 Resistencia.....	15



3.2.4	Absorción	16
3.2.5	Apariencia	16
3.3	Ingeniería de Métodos.....	17
3.3.1	Estudio de Métodos.....	18
3.3.2	Estudio de Trabajo	19
3.3.3	Estudio de movimiento	20
3.3.4	Diagramas	22
3.3.4.2	Diagrama de proceso.....	23
3.3.4.3	Diagrama de flujo y/o recorrido	24
3.3.4.5	Importancia de los diagramas	24
3.3.4.6	Símbolos.....	25
3.3.5	Examen Crítico	27
3.3.5.1	Enfoques Primarios.....	29
3.3.5.2	Preguntas que sugiere la OIT (Organización Internacional del Trabajo)	34
3.3.5.3	Técnica del interrogatorio	54
3.4	Estudio De Tiempos.....	56
3.4.1	TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPO	57
3.4.2	Requerimientos Del Estudio De Tiempos.....	61
3.4.2	Equipos Para El Estudio De Tiempos.....	66
	<i>Figura 12. Cronómetro electrónico auxiliado por computadora</i>	71
3.4.3	Elementos Del Estudio De Tiempos	71
3.4.4	Toma De Tiempos	79
3.4.5	Calificación Del Desempeño	83
3.4.6	Métodos De Calificación.....	85
3.4.7	Análisis De Las Calificaciones.....	90
3.4.8	Tolerancias.....	92
3.4.9	Tiempo estándar	95
3.4.9.1	Propósito del tiempo estándar	96



3.4.9.2 Tiempo Normal	96
3.4.10 Método sistemático	97
3.4.11 Método sistemático para asignar Tolerancia por fatiga.....	97
3.4.11 Método General Electric	102
CAPITULO IV.....	104
DISEÑO METODOLÓGICO	104
4.1 Tipo de Estudio	104
4.2 Población y Muestra	105
4.3 Técnicas o Instrumentos	106
4.4 Materiales	106
4.5 Procedimiento para la investigas.	107
CAPITULO V.....	108
SITUACIÓN ACTUAL	108
5.1 Descripción Del Proceso.....	108
5.1.1 Recursos	109
5.1.2 Descripción del método de trabajo de operación en CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2	110
5.2 Justificación Del Seguimiento Al Operario.	110
5.3 Diagrama de proceso actual de la fabricación de bloques en CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2:.....	111
5.4 Diagrama De Flujo O Recorrido.....	114
5.5 Caracterización General De Los Problemas Más Relevantes	115
5.6 Análisis Operacional	115
5.6.1 Aplicación De La Técnica Del Interrogatorio	115
5.6.2 Preguntas De La OIT.....	118
5.6.3 Enfoques Primarios	132
CAPÍTULO VI.....	136
SITUACIÓN PROPUESTA	136
6.1 Descripción Del Proceso Para CONSTRUCTORA YACO	136



6.2 Diagrama De Proceso CONSTRUCTORA YACO	136
6.3 Diagrama De Flujo O Recorrido.....	139
6.4 Análisis Del Método Propuesto Para La Elaboración De Bloques	140
CAPÍTULO VII.....	142
ESTUDIO DE TIEMPOS	142
6.1 Determinación del tamaño de la muestra	145
6.2 Cálculo del Tiempo Estándar (TE)	147
6.3 Análisis De Los Resultados Obtenidos	154
CONCLUSIONES	155
RECOMENDACIONES	157
BIBLIOGRAFÍA.....	160
Apéndice.....	161

INTRODUCCIÓN

La construcción con bloques, es un procedimiento acreditado en los últimos 50 años, que cumple en especial con las condiciones técnico-económicas, para ser empleado fundamentalmente en la construcción de viviendas. Por tal sentido, hemos escogido a La **CONSTRUCTORA YACO C.A. RIF J-31448260-2**, Construcción y Suministro de Materiales se encuentra ubicada Zona Industrial “**LOS PINOS**” en la UD-321 Manzana. 10 parcela 18, Puerto Ordaz Estado Bolívar. Contando con amplios espacios para el taller de fabricación de bloques, almacenamiento de bloques elaborados en proceso de curado y terminado, almacén, recepción y despacho, servicios y oficinas. La planta física, se encuentra constituida en su totalidad de 7.200 m². Con el objetivo fundamental de poder describir su proceso productivo a través del uso de las herramientas de la Ingeniería de Métodos. Ésta actualmente elabora bloque y los comercializa a bajo costo, además vende arena, piedras y cemento, dichos productos son utilizados para la construcción y fabricación diversa con 01 años de funcionamiento ha logrado incursionar y mantenerse en el mercado ya que sus objetivos han sido cumplidos en el transcurso del tiempo pero estos méritos o logros no han sido alcanzados a través del empleo de Técnicas y/o parámetros estandarizados que optimicen los recurso con los que cuenta sino que emplean el criterio personal de su propietario. Esta investigación es importante porque permite desarrollar los procedimientos sistemáticos del análisis de operaciones, en las etapas iniciales del estudio de métodos, es decir la selección y definición del problema estudiado y el registro de todas las informaciones relacionada con dicho problema, de tal manera se pudieron aplicar los conocimientos. La información fue registrada a través del uso diagramas de proceso y diagrama de recorrido también se describieron detalladamente las operaciones



realizadas y los procedimientos sistemáticos de análisis de operaciones para idear nuevas formas de realizar el trabajo, revisando la información obtenida a través de las preguntas de la oficina internacional del trabajo (OIT), de la técnica de interrogatorio y de los enfoques primarios.

Este estudio permitirá mejorar el método de trabajo, reducir tiempo de operación, eliminando las fallas acarreo del material por desorden que presenta en el espacio de trabajo permitiéndole mayor fluidez al proceso productivo para evitar las operaciones cuello de botella produciendo en el área de transformación de materia prima, debido a la tardanza existente en el método de trabajo actual. En su totalidad un mayor rendimiento y/o aprovechamiento de almacenamiento y transformación de la materia prima actividad que realmente necesaria para obtener materiales en construcción de viviendas. Para ello se describen detalladamente las operaciones realizadas con el objetivo de hacer correcciones y proponer soluciones para lograr una mayor eficiencia del mismo.

El proceso de elaboración de bloques comprende varias actividades cuyos tiempos de ejecución son verdaderamente pequeños por esta razón el proceso se divide en elementos, de este modo se procede al análisis a través del estudio de tiempos, hay que mencionar que la micro empresa no cuenta con un registro de los tiempos involucrados en el proceso así como que los tiempos de las actividades no están estandarizadas. Con este estudio se determinó el tiempo estándar de las operaciones haciendo uso de la técnica del cronometraje. Éste tiempo estándar es el tiempo en que el operario tarda en realizar todo un proceso considerando los factores influyentes, tales como: las tolerancias, fatiga, condiciones de trabajo, entre otras; cuyos resultados obtenidos fueron tabulados y registrados en los formatos correspondientes, con la ayuda de tablas estandarizadas sujetas a este tipo de estudio.



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



El objetivo de aplicar las herramientas de la Ingeniería de Métodos es hacer correcciones y plantear propuestas para la optimización del trabajo realizado en la empresa y de esta manera ser más productiva y competitiva en el mercado.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

CONSTRUCTORA YACO C.A. RIF J-31448260-2, Construcción y Suministro de Materiales se encuentra ubicada Zona Industrial “**LOS PINOS**” en la UD-321 Manzana. 10 parcela 18, Puerto Ordaz Estado Bolívar. Contando con amplios espacios para el taller de fabricación de bloques, almacenamiento de bloques elaborados en proceso de curado y terminado, almacén, recepción y despacho, servicios y oficinas. La planta física, se encuentra constituida en su totalidad de 7.200 m²



Figura N° 1. Ubicación geográfica de constructora YACO C.A

Fuente: Manual de proceso Interno



1.2 RESEÑA HISTÓRICA

¿Cómo se formó?

CONSTRUCTORA YACO C.A., Construcción y Suministro de Materiales se forma primeramente solicitado la documentación: RIF. J-31448260-2 en la fecha :21/11/2011, seguidamente el REGISTRO DE EMPRESA COMERCIALIZADORAS DE MINERALES NO METÁLICOS, el 27 de Febrero de 2012, comenzando las actividades de preparación del sitio, adquisición de una máquina automática fija de (02) bloques, comienza las actividades de fabricación del taller, luego comienza la fabricación y venta de bloque y suministro de material.

1.3 PRODUCTO

CONSTRUCTORA YACO C.A. se encarga de la fabricación de Bloques de cemento de 15 cm y Suministro de Materiales de Construcción.

1.4 OBJETIVOS

CONSTRUCTORA YACO C.A. se propone los siguientes objetivos:

1. Lograr la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo los lineamientos de la NVC ISO 9001:2000 por un ente acreditado a nivel nacional.
2. Aumentar nuestra cartera de clientes.
3. Mejorar la satisfacción de nuestros clientes.
4. Reducir los tiempos de entrega

1.5 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

CONSTRUCTORA YACO C.A. consta de una estructura organizativa muy sencilla compuesta por:

- ✓ Un administrador
- ✓ Un gerente.
- ✓ 1 Vendedora
- ✓ 1 jefe de patio
- ✓ 2 operadores de maquinas
- ✓ 6 ayudantes de maquinas
- ✓ 1 chofer
- ✓ 4 ayudantes de patio



Figura N° 2. Estructura Organizativa de constructora YACO C.A

Fuente: Manual de proceso Interno de constructora YACO C.A

1.6 MISIÓN DE LA CONSTRUCTORA YACO C.A.

La función principal de la **CONSTRUCTORA YACO C.A.** es producir bloques de alta calidad y suministrar a sus clientes materiales complementarios tales como cemento, arena, piedras, cabillas, cerchas utilizadas en los procesos de construcción, con un propósito definido sobre las ventas y un plan



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



competitivo que satisfaga a la empresa y por consiguiente beneficie a sus trabajadores.

1.7 VISIÓN DE LA CONSTRUCTORA YACO C.A.

La **CONSTRUCTORA YACO C.A.** tendrá altos estándares de competitividad debido a la calidad de productos y apertura en nuevos mercados y estará ubicada entre las mejores constructora de fabricación de bloques de Ciudad Guayana y el Estado Bolívar.



CAPITULO II

EL PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

LA CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2, elabora bloques y los comercializa a bajo costo, además vende arena, piedras y cemento, dichos productos son utilizados para la construcción y fabricación diversa, con 3 años de funcionamiento ha logrado mantenerse en el mercado. Actualmente, tiene una creciente demanda la cual se hace difícil de abastecer debido a la poca capacidad instalada de la planta ya las ineficiencias de sus recursos productivos tales como: espacio físico, equipos y personal, pues su modelo de producción, por ser altamente manual presenta muchas deficiencias, en cuanto a las distancias recorridas por traslados innecesarios, falta de distribución adecuada de la planta, condiciones de trabajo poco aceptables, entre otros. También el problema involucra la implementación de tolerancias y Suplementos por fatiga y necesidades personales que se introducirán en la jornada de trabajo, mejorando así la efectividad del operario la cual influirá en la optimización del proceso y por ende en la minimización de los costos.

Estos estudios son importantes ya que permitió identificar cuáles son los factores no productivos que afectan la eficiencia de la producción de bloques y este estudio se hace con la finalidad de maximizar la producción.

2.2 JUSTIFICACIÓN

La intención de este proyecto es suministrar la información necesaria para obtener un conocimiento general acerca del proceso que hay que seguir para



fabricar bloques 15 cm y los tiempos empleados en las distintas actividades que conlleva utilizando las herramientas de ingeniería de Métodos. Adicionalmente, nos permitirá obtener un mejor criterio a la hora de seleccionar los bloques a utilizar en una obra y determinar el tiempo que invierte el operario calificado en llevar a cabo una tarea específica efectuándola según la norma de ejecución preestablecida por la **CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2**, porque al construir se debe procurar que estos sean de la mejor calidad posible y que cumpla con los requisitos establecidos en las normas de calidad.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Evaluar el proceso de fabricación de Bloques en la CONSTRUCTORA YACO C.A, a través de la realización de un estudio de movimientos y estudio de tiempos, con el fin de proponer un nuevo método de trabajo que permita optimizar el proceso.

2.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar los elementos en el proceso de elaboración de bloques en la CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2.
- ✓ Obtener la información necesaria sobre la situación actual del proceso de fabricación de bloques.
- ✓ Describir el proceso de fabricación de bloques actual y presentar los hechos e información en forma ordenada para su estudio y análisis.



- ✓ Elaborar el diagrama de proceso que permitirá visualizar la situación actual de las actividades realizadas por el operario.
- ✓ Analizar el método actual por medio de la aplicación de las preguntas recomendadas por la Organización Internacional del trabajo (OIT).
- ✓ Elaborar el diagrama de flujo/recorrido del proceso actual de la fabricación de bloques.
- ✓ Elaborar el diagrama de proceso que contengan nuevas propuestas.
- ✓ Elaborar el diagrama de flujo recorrido que contengan las propuestas.
- ✓ Analizar el comportamiento y los cambios realizados al proceso.
- ✓ Realizar el estudio de tiempos del proceso en el área fabricación de bloques.
- ✓ Asignar los elementos del proceso y tomar los tiempos por medio del cronometro.
- ✓ Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método Westinghouse.
- ✓ Establecer las tolerancias por concepto de fatigas por medio del método sistemático.
- ✓ Normalizar tolerancias por concepto de fatigas y necesidades personales.
- ✓ Obtener el tiempo estándar de todo el proceso.
- ✓ Analizar los resultados arrojados por el estudio de tiempos.
- ✓ Presentar las conclusiones a que se lleguen.
- ✓ Presentar las recomendaciones que se generen para la mejora del proceso.



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes Históricos Del Concreto

La historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible. Desde que el ser humano supero la época de las cavernas, ha aplicado sus mayores esfuerzos a delimitar su espacio vital, satisfaciendo primero sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

Templos, palacios, museos son el resultado del esfuerzo que constituye las bases para el progreso de la humanidad.

El pueblo egipcio ya utilizaba un mortero (mezcla de arena con materia cementosa) para unir bloques y lozas de piedra al elegir sus asombrosas construcciones. Los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada.

Un material *volcánico* muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli con el que aun actualmente lo conocemos como pozzolona. Investigaciones y descubrimientos a lo largo de miles de años, nos conducen a principios del año pasado, cuando en Inglaterra fue patentada una mezcla de caliza dura, molida y calcinada con arcilla, al agregársele agua, producía una pasta que de nuevo se calcinaba se molía y batía hasta producir un polvo fino que es el antecedente directo de nuestro tiempo.

El nombre del cemento Pórtland le fue dado por la similitud que esta tenía con la piedra de la isla de Pórtland del canal inglés. La aparición de este cemento y de su producto resultante el concreto ha sido un factor determinante para que el mundo adquiriera una fisonomía diferente.

1824: - *James Parker, Joseph Aspdin* patentan al Cemento Pórtland, material que obtuvieron de la calcinación de alta temperatura de una *Caliza Arcillosa*.

1845: - *Isaac Johnson* obtiene el prototipo del cemento moderno quemado, alta temperatura, una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del "*clinker*".

1868: - Se realiza el primer embarque de cemento Pórtland de Inglaterra a los Estados Unidos.

1871: - La compañía *Coplay Cement* produce el primer cemento Pórtland en los Estados Unidos.

1904: -La *American Standard For Testing Materials (ASTM)*, publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Pórtland.

1906: - En *CD. Hidalgo Nuevo León* se instala la primera fábrica para la producción de cemento en México, con una capacidad de 20,000 toneladas por año.

1992: - *Cemex* se considera como el cuarto productor de cemento a nivel *MUNDIAL* con una producción de *30.3 millones de toneladas por año*.

3.2 Características Esenciales De Los Bloques

Los bloques de concreto son elementos modulares premoldeados diseñados para la albañilería confinada y armada. El bloque de concreto se define según Norma como la unidad de albañilería, cuyas dimensiones normalizadas, en armonía con la coordinación modular, de manera que su alto es tal, que no debe exceder a su largo ni a seis veces su ancho.

Generalmente posee cavidades interiores transversales que pueden ser ciegas por uno de sus extremos y cuyos ejes son paralelos a una de las aristas. En Venezuela, la norma COVENIN 42-82 es la que establece los requisitos mínimos que deben cumplir los bloques huecos de concreto para ser utilizados en la construcción.

3.2.1 Clasificaciones

La norma COVENIN 42-82 determina que los bloques se clasifican según el uso y los agregados utilizados.

Según su uso:

- Tipo A: para paredes de carga, expuestos o no a la humedad.
- Clase A1: para paredes de carga expuestas a la humedad.
- Clase A2: para paredes de carga no expuestas a la humedad.
- Tipo B: para paredes que no soportan cargas o para paredes divisorias.
- Clase B1: para paredes que no soportan cargas expuestas a la humedad.
- Clase B2: para paredes que no soportan cargas no expuestas a la Humedad.

Según los agregados:

- Pesados: fabricado con agregados normales o convencionales.
- Semipesados: fabricado con una mezcla de agregados normales y livianos.
- Livianos: fabricado con agregados livianos.

3.2.2 Dimensiones

Los bloques trabajan en conjunto y debe procurarse que las características y dimensiones de todos los bloques sean similares ya que

estas diferencias pueden afectar notablemente el resultado final. Adicionalmente de la clasificación, los bloques se identifican por sus medidas en el siguiente orden: largo, alto y ancho. Así, por ejemplo, un bloque 40 x 20 x 15 tiene aproximadamente 40 cm. de largo, 20 cm. de alto y 15 cm. de ancho. Generalmente se fabrican con diferentes anchos (10, 15, 20, 25, 30 cm.) pero con una altura y largo constante (40 x 20), por esta razón ordinariamente se denomina a los bloques por el ancho, por ejemplo, “un bloque de 15”. Pero las medidas con las cuales se denominan los bloques no son sus medidas reales, siempre tienen un centímetro menos en cada lado, es decir, un bloque de 40 x 20 x 10 realmente mide 39 x 19 x 9. La razón de esto es que los bloques cuando se unan para formar la pared, tendrán unas juntas de aproximadamente 1 cm., así la suma del bloque y la junta completarán los 40 x 20.

La norma establece las siguientes medidas para los bloques:

Como se observa en las ilustraciones, los bloques presentan paredes y nervios, también para estas secciones de los bloques existen unos espesores mínimos establecidos en la norma, dependiendo la clasificación del bloque.

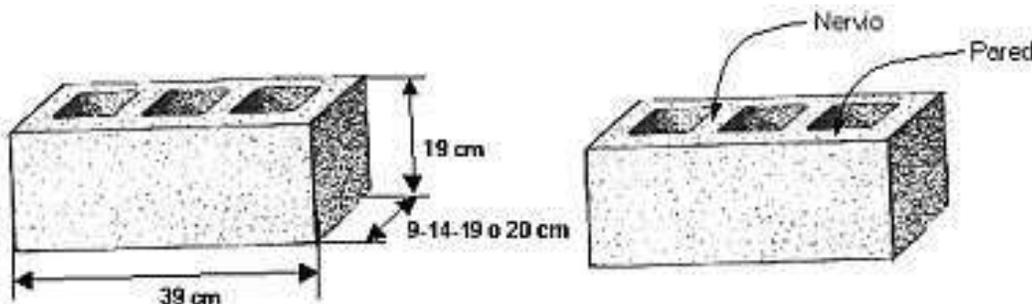


Figura N° 3. Dimensiones de los bloques

Fuente: Manual de programas de reforzamiento para la actividad tecnológica aplicada CECyTEH

3.2.3 Resistencia

La norma también especifica los valores mínimos para cada tipo de bloque, independientemente de sus dimensiones, Así: Resistencia a la compresión de bloques de concreto Tipo de Bloque Promedio 3 Bloques Mínimo. Para realizar estos ensayos se requiere de equipos especiales y de la asistencia de un laboratorio. Pero a continuación le sugerimos varios métodos prácticos, pero obviamente no científicos, para verificar la resistencia de los bloques en campo:

- Al golpearlo ligeramente el sonido del bloque de buena calidad es sonoro y metálico, por el contrario uno de baja calidad presenta un sonido sordo y hueco.
- Otro método es dejar caer el bloque desde la altura del pecho y que el impacto lo sufra sobre su costado más ancho (caras). Si el bloque se desborona mucho éste pudiera ser de baja calidad, mientras que uno de calidad al caer solamente perderá pequeños fragmentos (puntas o bordes) pero mantiene su contextura.
- Adicionalmente se puede rayar el bloque con un elemento duro (clavo, destornillador, etc.) sobre una de sus caras y verificar que al pasar el elemento el material no se desmorona.

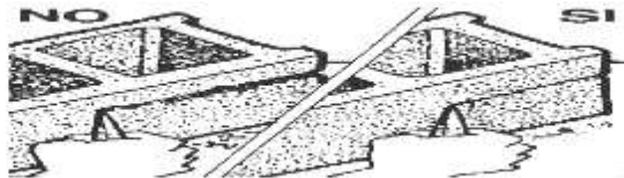


Figura N° 4. Resistencia de los bloques

**Fuente: Manual de programas de reforzamiento para la actividad tecnológica aplicada
CECyTEH**

3.2.4 Absorción

La absorción corresponde a la cantidad de agua que alcanza ganar el bloque cuando se pone en contacto con la humedad. Los bloques de buena calidad deben tener una baja absorción, más aún si van a estar en contacto directo con el suelo o en las paredes.

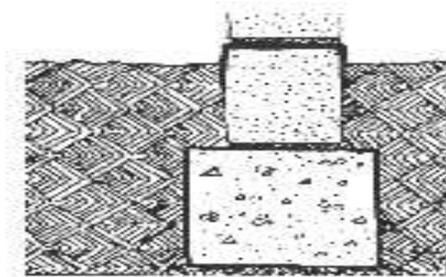


Figura Nº 5. Absorción de los bloques

Fuente: Manual de programas de reforzamiento para la actividad tecnológica aplicada
CECyTEH

3.2.5 Apariencia

Esta característica es muy amplia y puede abarcar muchos puntos, pero entre los principales se pueden considerar:

- El bloque no debe presentar grietas paralelas a la carga.
- La superficie del bloque debe ser uniforme y asegurar la adherencia del friso.
- La textura debe ser firme y no presentar desmoronamiento del material.
- Los bordes no deben presentar irregularidades y deshacerse con facilidad.

Los diagramas de proceso proporcionan una descripción sistemática del ciclo de un trabajo o proceso, con suficientes detalles de un análisis para planear la mejora de los métodos. Cada miembro de la familia de diagramas de



procesos está diseñado para ayudar al analista a formarse una imagen clara del procedimiento existente. Los formatos estandarizados proveen el lenguaje común con el que varias personas podrán tener juntas de representación gráfica de los problemas, con lo que se estimula el intercambio o la polinización cruzada de las ideas. La mayoría de los diagramas combina la visualización escrita, gráfica e ilustrada que promueve la total participación de todos los interesados. Finalmente, los diagramas son excelentes herramientas para la presentación de propuestas que mejoren los métodos en todos los niveles de la administración.

3.3 Ingeniería de Métodos

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten mas la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

- **Método**

Proceso o camino sistemático establecido para realizar una tarea o trabajo con el fin de alcanzar un objetivo predeterminado.

- **Proceso**

Conjunto de actividades que están interrelacionadas, serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar el producto hacia sus especificaciones finales de forma y tamaño.



- **Procedimiento**

Un procedimiento es un conjunto de pasos lógicos que consiste en seguir ciertas etapas predefinidas para realizar una tarea y desarrollar una labor de manera eficaz.

3.3.1 Estudio de Métodos

El estudio de métodos es una herramienta que se usa con la intención de evaluar la eficiencia de los métodos de trabajo existentes, con vista de identificarlas posibles fallas que posea que afecten de manera directa o indirecta la productividad de la empresa, para esto se aplican técnicas de estudios de movimientos y estudio de tiempos, entre otras. El estudio de métodos se logra de manera metodológica, a través de un conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo o indirecto a un concienzudo escrutinio, con el propósito de introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad, con la finalidad de incrementar las utilidades de la empresa.

La técnica del estudio de métodos aporta beneficios de gran importancia para la empresa al mejorar la eficiencia eliminando el trabajo innecesario, las demoras evitables y otras formas de desperdicio, así como también la determinación del tiempo estándar que se requiere para la fabricación de un producto, el cumplimiento de las normas y estándares, y la retribución al trabajador por su rendimiento, entre muchos otros según sea el caso. Es la Técnica más recomendada para incrementar la productividad de la empresa y sus aplicaciones incluyen tanto el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en



la sección de la ingeniería de producción. Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge una relación maquina-trabajador eficiente. Una vez establecido el método completo, se incluye también un seguimiento para asegurar que se cumplen los estándares predeterminados.

El procedimiento Global incluye: definir el problema, desglosar el trabajo en operaciones, analizar cada operación para determinar los procedimientos de manufactura más económicos para la cantidad dada, con la debida consideración de la seguridad del operario y su interés en el trabajo, aplicar valores de tiempos adecuados, y después darle seguimiento para asegurar que opera el método prescrito.

3.3.2 Estudio de Trabajo

Se entiende por estudio de trabajo, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

- **Estudio de tiempos:** Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.
- **Estudio de movimientos:** Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos



independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

3.3.3 Estudio de movimiento

Técnica que consiste en el estudio de los movimientos del cuerpo humano que son utilizados para ejecutar una operación o trabajo determinado, con el objetivo de ser evaluados, identificando los productivos e improductivos, de forma tal que una vez analizados se puedan reducir, combinar, simplificar, y en el mejor de los casos eliminar, para luego establecer una mejor secuencia o sucesión de movimientos más favorables que permita lograr la eficiencia máxima.

La O.I.T, aplica un procedimiento para mejorar los métodos de producción, el cual consiste en 7 etapas las cuales son:

1. **Seleccionar:** Consiste en identificar cual es el problema, que es lo que ocurre, como se manifiesta teniendo en cuenta que no toda la información está asociada al problema, la misma debe ser confiable, suficiente y necesaria. Se evalúa las fuentes de información determinando cual es el objetivo específico fundamental, su alcance y considerar los beneficios económicos y su factibilidad. se considera la magnitud y los entes involucrados.
 - Se debe prestar atención a los indicadores, que son todas aquellas situaciones que de una u otra forma nos indican el grado de funcionamiento de una actividad. Dando respuesta a algunas interrogantes:

- ✓ ¿Cuál es el problema real?
- ✓ ¿Qué es lo que realmente está mal?
- ✓ ¿Cuáles son los efectos?
- ✓ ¿Qué departamentos están involucrados?
- ✓ ¿Cuánto trabajo se requerirá para corregir el problema?
- ✓ ¿Qué tareas implica el proyecto?
- ✓ ¿Cuánto tiempo tomará?
- ✓ ¿Qué personal puede colaborar?

2. **Registrar:** Consiste en reflejar a través de La diagramación todos los hechos tal cual como son y no como aparentan, eliminando o desechando ideas preconcebidas, para ello, se debe tomar como referencia la disposición de los locales (general) y el puesto de trabajo (especifico) y se apoya en los diagramas de Operación, Proceso, Flujo o Recorrido, Bimanual y Hombre-Máquina. Recolectando todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos
3. **Examen Crítico:** Consiste en la revisión exhaustiva y detallada de la información, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados llegando a plantear posibles alternativas de solución al problema, para ello debe considerarse un conjunto de técnicas como son: la técnica del interrogatorio, enfoques primarios y preguntas de la O.I.T.
4. **Idear:** Consiste básicamente en crear, innovar, nuevas formas de hacer los procedimientos considerando las circunstancias para cada

caso, es decir, teniendo en cuenta todas aquellas modificaciones de tipo objetivas y materiales que garanticen las mejoras. Se redimensiona el problema. En cuanto a calidad se define los planes muestreros, atributos y técnicas de evaluación y medición, estableciendo parámetros.

5. **Implantar**: El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado, para garantizar la puesta en práctica de las mejoras teniendo en cuenta aspectos de planificación, disposición y aplicación.

6. **Mantener en uso**: Se verifica los intervalos regulares, el cumplimiento de las propuestas y definir los mecanismos para corregir las variables, la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos.

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere el análisis. Cabe hacer mención que las etapas 1, 2 y 3 son INEVITABLES.

3.3.4 Diagramas

Los diagramas o gráficos son tipos de esquema o información que permiten representar detalles de cualquier proceso estos pueden ser entendidos a simple vista por cualquier persona.

Aspectos en la preparación de los diagramas:

1. Representación gráfica de los hechos



2. Mayor visión de la relación entre las operaciones
3. Obtener los detalles por observación directa, según el proceso
4. Verificar:
 - Exactitud de los hechos
 - Totalidad del registro de los hechos
 - Demasiadas suposiciones

3.3.4.1 Diagrama de operaciones

Es un gráfico que muestra la secuencia lógica de todas las operaciones del puesto de trabajo, taller, máquinas o área en estudio, así como los márgenes de tiempo, inspecciones y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima, hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala el ensamblaje con el conjunto principal, se aprecian detalles generales de fabricación. Es usado para revisar cada operación en inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones.

3.3.4.2 Diagrama de proceso

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Es utilizado con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los



términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

3.3.4.3 Diagrama de flujo y/o recorrido

Es un plano o diagrama de la empresa donde se representa el área de trabajo, este muestra la ubicación específica de las maquinas, puestos de trabajos, los movimientos que realizan y las distancia de una área a la otra.

Este tipo de diagrama es importante debido a que nos orienta o nos da una visión de los recorridos que se ejecutan entre el operario y las maquina y la distancia que este debe recorrer. Así se puede determinar cómo distribuir mejor el espacio de trabajo y lograr que el operario no se retrase tanto al trasladarse.

También al realizar este diagrama se nos da un panorama de las operaciones secuenciales que se dan enumeradas desde la primera operación hasta la última que se efectúa.

3.3.4.5 Importancia de los diagramas

Facilita al Analista de Método, en la parte del diseño de un puesto de trabajo o para mejorarlo, presentar de forma rápida, clara, sencilla y lógica la información actual (hechos) relacionados con el proceso. Son herramientas o medios gráficos que le permiten realizar un mejor trabajo en un tiempo menor.

3.3.4.6 Símbolos

Son representaciones estandarizadas que permiten elaborar los diagramas de una manera uniforme y están regidos por la ISO (Oficina Nacional Estandarizada).

Simbología:

- **Operación** 

La operación sucede cuando se cambia intencionalmente alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto, o cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad. La operación también se da cuando se entrega o se recibe información o bien cuando se lleva a cabo un cálculo o se planea algo. El símbolo utilizado para la operación es un círculo.

- **Verificación** 

La verificación es un paso necesario para probar una teoría. Pero, aunque resulte positiva, no nos asegura que el resultado verificado sea correcto. La inspección sucede cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características. El símbolo de la inspección es un cuadrado.

- **Transporte** 

Se denomina transporte trasladar de algún lugar a otro algún elemento, en general personas o bienes, pero también un fluido. El transporte es una actividad fundamental dentro del desarrollo de la humanidad.

- **Almacén**



Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes. Los almacenes son usados por fabricantes, importadores, exportadores, comerciantes, transportistas, clientes, etc. El símbolo del almacenaje es un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo.

- **Demora**



Es el retraso culpable o deliberado en el cumplimiento de una obligación o deber, esta no permite la ejecución de la acción prevista. El símbolo de la demora es una letra D mayúscula.

- **Combinado**



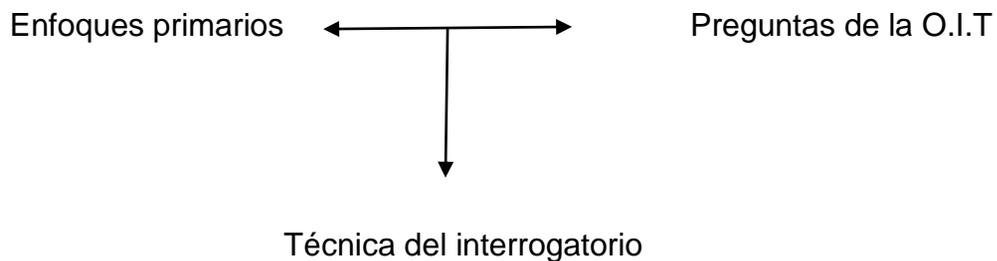
Son actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo. Ocurren al mismo tiempo pero no se sabe cuál de las dos empieza primero. Los símbolos para esas actividades se combinan tal como aparece en el ejemplo que representa la combinación de operación e inspección.

Estos símbolos permiten representar en forma gráfica, sencilla y rápida todas y cada una de las actividades que están sucediendo en el proceso, método o procedimiento. Dan una idea general de la situación actual de la producción que permitirá realizar los respectivos análisis y tomar decisiones correspondientes. A través de los símbolos de almacenaje, demora y traslado se pueden detectar los costos ocultos de cada una de las actividades que nos reportan gastos de recurso humano, pérdida de tiempo, material, etc.

3.3.5 Examen Crítico

Es una etapa que se caracteriza por la revisión exhaustiva, minuciosa y detallada de todas las actividades inherentes al problema, con el objetivo de escudriñar a través del escrutinio en la realización de las operaciones debe realizarse de forma crítica, eliminando todas aquellas situaciones preconcebidas o predeterminadas, esto permitirá poner a prueba la información existente para buscar alternativas orientaciones y posibles soluciones al problema.

Esta etapa consta de tres sub-etapas, las cuales son:



Análisis Operacional

Realizar un estudio enfocándose en: el diseño, materiales, tolerancia, procesos y herramientas, y en base a esto se plantean las siguientes interrogantes con el propósito de poder detectar los posibles cambios en cada uno de ellos. Ya sea haciéndolos más eficientes, productivos, o en su defecto poder eliminar procesos innecesarios.



Las interrogantes planteadas en forma general serian:

- Estudiar los elementos productivos e improductivos de una operación.
- Dirigir la atención del operario y el diseño del trabajo preguntando quién.
- Realizar un estudio en la distribución de planta preguntando dónde.
- Realizar arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones.

Objetivos del Análisis Operacional

- Usar el análisis de la operación para mejorar métodos.
- Aplicar las interrogantes: por qué, cómo, cuándo, dónde, quién, de tal forma que en base a esto nos permita poder identificar los procesos y métodos que podamos mejorar para, con el fin de mejorar métodos, procesos, tiempos.

Puntos Claves

- Use el análisis de la operación para mejorar el método.
- Centre la atención en el propósito de la operación preguntando porque.
- Centre su enfoque en diseño, materiales, tolerancias, procesos y herramientas preguntando cómo.
- Dirija al operario y el diseño del trabajo preguntando quien.
- Concéntrese en la distribución de planta preguntando dónde.
- Examine con detalle la secuencia de manufactura preguntando cuando.



- Siempre intente simplificar eliminando, combinando y re-arreglando las operaciones.

3.3.5.1 Enfoques Primarios

Propósito de la Operación

Consiste en justificar el objetivo, el ¿para qué? y ¿por qué?, determinando así la finalidad de la tarea. Es recomendable evaluar para así determinar si es posible eliminar de lo contrario, combinar, simplificar, reducir o mejorar, en base a la operación más crítica.

La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores, sin costo adicional.

Diseño de la Parte o Pieza

Considerar al diseño como algo importante, su complejidad, y evaluar si es posible mejorarlo a través de:

- Disminución de número de partes o piezas.
- Reducción del número de operaciones, longitud de recorridos, uniendo partes, haciendo maquinados y ensamblajes más fáciles.
- Utilización de un mejor material.

Tolerancias y/o Especificaciones

La tolerancia es el margen entre la calidad lograda en la producción, y en la deseada (rango de variación). Las especificaciones es el conjunto de



normas o requerimientos impuestos al proceso para adecuar el producto terminado respecto al producto diseñado.

Este enfoque se refiere a las tolerancias y las especificaciones que se relacionan con la calidad de producto, es decir, su habilidad para satisfacer una necesidad dada, por tal razón se debe seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro de costo.

Materiales

Presentan un porcentaje alto de costos total de la producción y su correcta selección y uso adecuado es muy importante. Los costos se reducirán a medida que:

- Si se puede sustituir por uno más barato.
- Si es uniforme, y de acuerdo a las condiciones en que llega al operario.
- Si se pueden reducir los almacenamientos, demoras y material en proceso.
- Si se utiliza el material hasta el máximo.
- Si se encuentra utilidad a los desperdicios y piezas defectuosas.

Para el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo minuciosos estudios acerca de qué sistema de almacenamiento usar debido al tipo y cantidad de materia prima utilizada en la empresa. En este estudio realizado intervienen muchos factores como son: costo, que se puedan aprovechar al máximo posible, las instalaciones de almacenamiento existentes, utilización



de desechos, estandarizar los materiales, tener un buen proveedor con buena disponibilidad y un buen precio.

Preparación y Herramental

Las actividades de preparaciones deben estar estandarizadas; éstas son necesarias para el proceso; se enfocaría en evitar perder tiempo por este concepto que traduciría en disminución de costos significativos. Para esto se debe considerar:

- Mejorar la planificación y control de la producción.
- Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc. al inicio de la jornada de trabajo.
- Programar trabajos similares en secuencia
- Entregar por duplicado las herramientas de corte.
- Implantar programas de trabajo para cada operación.

Las herramientas, deben tener la calidad adecuada, deben corresponderse con la actividad que se realiza, y hacer de su uso el correcto, para ello se recomienda:

- Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- Diseñar las herramientas que pueda utilizar las máquinas a su máxima capacidad.
- Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- Introducción una herramienta más eficiente.



Proceso de Manufactura

El ingeniero de métodos debe entender que el tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en dos pasos: plantación y control de inventarios. Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar lo siguiente:

- Reorganización de las operaciones
- Mecanizado de las operaciones manuales
- Utilización de instalaciones mecánicas más eficientes
- Operación más eficiente de las instalaciones mecánicas
- Fabricación cerca de la forma final
- Uso de robots.

Condiciones de Trabajo

Se consideran tanto las condiciones que afectan al operario, como las que afectan a la operación en sí. Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado considerando su entorno:

- Adoptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas.
- Control de ruidos y vibraciones.
- Ventilación.
- Promover orden, limpieza y buen cuidado de instalaciones.
- Evitar desechos de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinas.
- Proporcionar al personal la protección adecuada.



- Organizar y promover un buen programa de buenos auxilios.

Manejo de Materiales

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión del dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro, es por ello que hay que tratar en primera instancia de eliminar o reducir la manipulación de productos en base a los siguientes indicadores:

- Demasiadas operaciones de carga y descarga.
- Transporte manual de carga pesada.
- Largos trayectos de materiales.
- Congestionamientos de algunas zonas.

Y en segunda instancia, mejorar los procedimientos de transporte y su manipulación, en base a los siguientes indicadores:

- Incrementar el número de unidades a manipular cada vez.
- Aprovechar la fuerza de la gravedad.
- Disponer de los medios que faciliten el transporte.
- Utilizar equipos de manipulación de materiales que tengan usos variados.
- Realizar una buena selección del equipo de manejo de los materiales.

Distribución de la Planta y/o Equipos

Implica la reorganización física de los elementos del proceso en cuanto a:



- Espacio necesario para el movimiento de materiales.
- Áreas de almacenamiento.
- Trabajadores indirectos.
- Equipos y maquinarias de trabajo.
- Puestos de trabajo.
- Personal de taller.
- Zonas de carga y descarga.
- Espacios para transportes fijos.

Una buena y correcta distribución, acarrea las siguientes ventajas:

- Reducción de riesgo y aumento de seguridad.
- Aumento de la moral y satisfacción del trabajador.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos en la producción.
- Ahorro del área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.

3.3.5.2 Preguntas que sugiere la OIT (Organización Internacional del Trabajo)

Existe una lista indicativa de preguntas utilizables al aplicar el interrogatorio previsto en el estudio de métodos que sugiere la Organización Internacional del Trabajo.



Estas preguntas están enumeradas y se presentan según de qué se trate:

Operaciones

1. ¿Qué propósito tiene la operación?
2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
3. ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
4. ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
5. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
6. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
7. ¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?
8. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto? ó ¿se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?
9. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?



10. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?
11. ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior? ó ¿de una operación posterior?
12. Fue añadida por el departamento de ventas como suplemento fuera de serie?
13. ¿Puede comprarse la pieza a menor costo?
14. Si se añadiera una operación, ¿se facilitarían la ejecución de otras?
15. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?
16. Si la operación se implantó para rectificar una dificultad que surge posteriormente, ¿es posible que la operación sea más costosa que la dificultad?
17. ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
18. ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?

Modelo

1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?



2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
3. ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
4. ¿No puede utilizarse una pieza de serie en vez de ésta?
5. ¿Cambiando el modelo se facilitaría la venta?, ¿se ampliaría el mercado?
6. ¿No podría convertirse una pieza de serie para reemplazar a ésta?
7. ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
8. ¿El costo suplementario que supondría mejorar el aspecto y la utilidad del producto que darla compensado por un mayor volumen de negocios?
9. ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se pueden presentar en plaza por el mismo precio?
10. ¿Se utilizó el análisis del valor?

Condiciones exigidas por la inspección

1. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
2. ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?
3. ¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores?



4. Si se modifican las condiciones exigidas a esta operación, ¿será más fácil de efectuar?
5. Si se modifican las condiciones exigidas a la operación anterior, ¿ésta será más fácil de efectuar?
6. ¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?
7. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
8. ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
9. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
10. ¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las de productos (u operaciones) similares?
11. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
12. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
13. ¿Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentaría o disminuiría las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?



14. ¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?
15. ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?
16. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
17. ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?

Manipulación de Materiales

1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
2. En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?
3. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadores de horquilla?
4. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
5. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?



6. ¿Se justifica un transportador?, y en caso afirmativo, ¿qué tipo sería el más apropiado para el uso previsto?
7. ¿Es posible aproximar entre ellos los puntos donde se efectúan las sucesivas fases de la operación y resolver el problema de la manipulación aprovechando la fuerza de gravedad?
8. ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?
9. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
10. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
11. ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?
12. ¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?
13. ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
14. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
15. ¿Podría utilizarse con provecho un chigre eléctrico o neumático o cualquier otro dispositivo para izar?



16. ¿Si se utiliza una grúa de puente, ¿funciona con rapidez y precisión?
17. ¿Puede utilizarse un tractor con remolque?, ¿podría reemplazarse el transportador por ese tractor o por un ferrocarril de empresa industrial?
18. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
19. ¿Se podrían utilizar canaletas para recoger el material y hacerlo bajar hasta unos contenedores?
20. ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?
21. ¿Está el almacén en un lugar cómodo?
22. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?
23. ¿Pueden utilizarse transportadores de un piso a otro?
24. ¿Se podrían utilizar en los puestos de trabajo recipientes de materiales portátiles cuya altura llegue a la cintura?
25. ¿Es fácil despachar las piezas a medida que se acaban?
26. ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
27. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?



28. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
29. ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?
30. ¿Se eliminarían las operaciones con grúa empleando un montacargas hidráulico?
31. ¿Podría el operario entregar las piezas que acaba al puesto de trabajo siguiente?
32. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el sitio?
33. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
34. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
35. ¿Se evitarían agolpamientos con una mejor programación de las etapas?
36. ¿Se evitarían las esperas de la grúa con una mejor planificación?
37. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?



Análisis del Proceso

1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra?, ¿no se puede eliminar?
2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
3. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
4. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?, ¿o mejoraría si se le modificara el orden?
5. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
6. ¿No sería conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo un cursograma analítico?
7. ¿Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las de más operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
8. ¿Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
9. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?



10. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?
11. ¿Si hubiera giras de inspección, ¿se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?
12. ¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

Materiales

1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?
4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
5. ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
6. ¿El material es entregado suficientemente limpio?
7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inprovechables?
8. ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborado?



9. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad?, ¿se controla su uso y se trata de economizarlos?
10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra
11. ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?
12. ¿Se reduciría el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?
13. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
14. ¿Se podrían utilizar materiales nuevos: plástico, fibra prensada, etc.?
15. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones que no son necesarias para el proceso estudiado?
16. ¿Se podrían utilizar materiales extraídos?
17. ¿Si el material fuera de una calidad más constante, ¿podría regularse mejor el proceso?
18. ¿No se podría reemplazar la pieza de fundición por una pieza fabricada, para ahorrar en los costos de matrices y moldeado?
19. ¿Sobra suficiente capacidad de producción para justificar esa fabricación adicional?



20. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
21. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
22. ¿Se podrían evitar algunas dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
23. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?
24. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

Organización del Trabajo

1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?
2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
4. ¿Cómo se consiguen los materiales?
5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
6. ¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?



7. ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, el almacén de herramientas, el de materiales y en la teneduría de libros del taller?
8. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
9. ¿Los materiales están bien situados?
10. ¿Si la operación se efectúa constantemente, ¿cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
11. ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?
12. ¿Existe un control preciso entre las piezas registradas y pagadas?
13. ¿Se podrían utilizar contenedores automáticos?
14. ¿Qué clases de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas?
15. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
16. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
17. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?



18. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarán y se les dan suficientes explicaciones?
19. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
20. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?
21. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

Disposición del lugar de trabajo

1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
4. ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
5. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?
6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?



8. ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
9. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
10. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
11. ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
12. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
13. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

Herramientas y Equipo

1. ¿Podría idearse una plantilla que sirviera para varias tareas?
2. ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
3. ¿Podría utilizarse un dispositivo de alimentación o carga automática?
4. ¿La plantilla no se podría hacer con material más liviano o ser de un modelo que lleve menos material y se maneje más fácilmente?



5. ¿Existen otros dispositivos que puedan adaptarse a esta tarea?
6. ¿El modelo de plantilla es el más adecuado?
7. ¿Disminuiría la calidad si se utilizara un herramental más barato?
8. ¿Tiene la plantilla un modelo que favorezca al máximo la economía de movimientos?
9. ¿La pieza puede ponerse y quitarse rápidamente de la plantilla?
10. ¿Sería útil un mecanismo instantáneo mandado por leva para ajustar la plantilla, la grapa o la tuerca?
11. ¿No se podrían instalar eyectores en el soporte para que la pieza se soltara automáticamente cuando se abriera el soporte?
12. ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?
13. Si el trabajo tiene que ser exacto, ¿se dan a los operarios calibradores y demás instrumentos de medida adecuados?
14. ¿El equipo de madera está en buen estado y los bancos no tienen astillas levantadas?
15. ¿Se reduciría la fatiga con un banco o pupitre especial que evitara la necesidad de encorvarse, doblarse y estirarse?
16. ¿Es posible el montaje previo?
17. ¿Puede usarse un herramental universal?



18. ¿Puede reducirse el tiempo de montaje?
19. ¿Las herramientas están en posiciones calculadas para el uso a fin de evitar la demora de la reflexión?
20. ¿Cómo se reponen los materiales utilizados?
21. ¿Sería posible y provechoso proporcionar al operario un chorro de aire accionado con la mano o con pedal?
22. ¿Se podría utilizar plantillas?
23. ¿Se podrían utilizar guías o chavetas de punta chata para sostener la pieza?
24. ¿Qué hay que hacer para terminar la operación y guardar las herramientas y accesorios?

Condiciones de Trabajo

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?



6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
7. Si los pisos son de hormigón, ¿se podrían poner enrejados de madera o esteras para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
8. ¿Se puede proporcionar una silla?
9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en los lugares cercanos del trabajo?
10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
11. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
12. ¿Se enseñó al trabajador a evitar accidentes?
13. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
14. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
15. ¿Con cuánta minucia se limpia el lugar de trabajo?
16. ¿Hace en la fábrica demasiado frío en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?
17. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?



Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?
3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
7. ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
8. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
9. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo el trabajo a su manera?
10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
11. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?
12. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?



13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?
14. ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?
15. ¿Se puede prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
16. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

3.3.5.3 Técnica del interrogatorio

Es el medio para efectuar el **examen crítico**, sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Se comprenden las actividades con objeto de: eliminar, combinar, reordenar y reducir las operaciones factibles al cambio.

En esta primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones, es decir:

✓ **Primera Fase: Preguntas Preliminares**

**Propósito:**

- ¿Qué se hace?
- ¿Por qué se hace?
- ¿Qué otra cosa podría hacerse?
- ¿Qué debería hacerse?

Lugar:

- ¿Dónde se hace?
- ¿Por qué se hace allí?
- ¿En qué otro lugar podría hacerse?
- ¿Dónde debería hacerse?

Sucesión:

- ¿Cuándo se hace?
- ¿Por qué se hace entonces?
- ¿Cuándo podría hacerse?
- ¿Cuándo debería hacerse?

Persona:

- ¿Quién lo hace?
- ¿Por qué lo hace esa persona?
- ¿Qué otra persona podría hacerlo?
- ¿Quién debería hacerlo?

Medios:

- ¿Cómo se hace?
- ¿Por qué se hace de ese modo?
- ¿De qué otro modo podría hacerse?
- ¿Cómo debería hacerse?



Esas preguntas, en ese orden deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

✓ Segunda Fase: Preguntas a Fondo

Estas preguntas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, el medio o todos. Investiga que se hace y el por qué se hace según el “debe ser”.

En esta se busca la posibilidad de plantear una nueva forma de hacer el trabajo teniendo en cuenta las especificaciones de cada caso.

3.4 Estudio De Tiempos

Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

También lo podemos definir cómo: técnicas que consisten en el establecimiento de estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base a la medicación del contenido de trabajo del método prescrito, considerando al operario promedio el ritmo o velocidad de trabajo y los suplementos o tolerancias por conceptos de fatigas, demoras personales retrasos inevitables y otros. En resumen, *es un procedimiento que usa un cronómetro para establecer estándares.*



3.4.1 TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPO

a. Cronometraje

Esta técnica se divide en dos partes: 1) determinación del número de ciclos a cronometrar y 2) cálculo del tiempo estándar. Para efectuar la primera parte, inicialmente se selecciona el trabajo o actividad a analizar y se definen los elementos en que se divide la misma.

Habiendo definido los elementos de la actividad, se procede a efectuar un cronometraje preliminar de al menos 5 ciclos de cada uno de los elementos; este cronometraje puede ser de dos tipos: vuelta a cero o acumulativo.

A partir de los datos obtenidos en el cronometraje preliminar, se determina el número de ciclos necesarios a ser cronometrados.

Finalmente, efectuado el cronometraje de los ciclos obtenidos en la primera parte, se determina el tiempo estándar de cada uno de los elementos en que se ha dividido la actividad.

El tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida para el trabajo, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día sin mostrar síntomas de fatiga.

En la actualidad las aplicaciones que pueden darse al Tiempo Estándar son múltiples y entre ellas podemos citar las siguientes:

- ✓ Para determinar el salario devengable por esa tarea específica; para ello solo es necesario convertir el tiempo a valor monetario.



- ✓ Ayuda a la Planeación de la Producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándar después de haber aplicado la Medición del Trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en puras conjeturas o adivinanzas.
- ✓ Facilita la supervisión. Para un supervisor o un mayordomo cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos, los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos estos elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- ✓ Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos, que además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- ✓ Ayuda a establecer las cargas de trabajo que facilitan la coordinación entre los obreros y las máquinas y proporcionan a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en casos de expansión.
- ✓ Ayuda a formular un sistema de costos estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota por hora fijada nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- ✓ Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, servirán para presupuestar el costo de artículos que se planea producir y cuyas operaciones sean semejantes a las actuales.
- ✓ Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y pueden establecerse políticas firmes sobre incentivos que ayudarán a los obreros a incrementar sus salarios, mejorando su nivel de vida y la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se



encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo los costos unitarios.

- ✓ Ayuda a entrenar nuevos trabajadores. Los tiempos estándar servirán como índices que mostrarán a los supervisores la forma en que los nuevos trabajadores van aumentando su habilidad en los métodos de trabajo.

Las ventajas que saltan a la vista de las aplicaciones anteriores, cuando los tiempos estándar se aplican correctamente son:

- i. Una reducción de los costos; puesto que al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce mayor número de unidades en el mismo tiempo.
- ii. Mejora las condiciones obreras porque los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pago de salarios con incentivos en los cuales los obreros al producir un número de unidades superior a la cantidad obtenida a velocidad normal, perciben una remuneración extra.

b. Datos Estándares

Los datos de tiempos estándar son los tiempos de los elementos obtenidos en estudios en estudios que han demostrados ser precisos y confiables; es la colección estructurada de valores de tiempos normales para los elementos de trabajo, codificados en forma tabular o gráficos. La aplicación de los datos de tiempo estándar es, en esencia, una extensión del mismo proceso usado para llegar a los tiempos de suplementos a través del estudio de tiempo con cronómetros.

c. Sistemas De Tiempos Predeterminados

Es un sistema basado en los tiempos de los movimientos básicos usados para calcular el tiempo estándar para nuevas tareas que resultan al cambiar métodos.

d. Muestreo Del Trabajo

Es una técnica usada para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo. Es un método para analizar el trabajo tomando un número grande de observaciones en intervalos aleatorios, para establecer estándares y mejorar los métodos.

Los resultados del muestreo de trabajo son efectivos para determinar la utilización de máquinas y personal, los suplementos aplicables a la tarea y los estándares de producción.

e. Estimaciones Basadas En Datos Históricos

Esta técnica refiere al analista que el estudio o la investigación debe partir de datos ya existentes.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en realizar un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución que cualquier operario que conozca su trabajo pueda hacerlo continuamente y con agrado.

La realización del estudio de tiempos es necesario para:

1. Reducir los costos.
2. Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
3. Establecer salarios con incentivos.



3.4.2 Requerimientos Del Estudio De Tiempos

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de comprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación.

El método debe estar estandarizado en todos los puntos donde se va a utilizar antes de estudiar la operación. Los estándares de tiempo carecerán de valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas a menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado.

a. Responsabilidad del Analista

Todo trabajo entraña diversos grados de habilidad y esfuerzos físicos y mentales para ser ejecutado satisfactoriamente. Existen también diferencias de aptitud, aplicación física y destreza de los trabajadores. El analista no tiene dificultad alguna para medir el tiempo que un trabajador emplea al ejecutar un trabajo. Más complicado resulta la evaluación de todas las variables para determinar el tiempo que el operario “normal” requerirá para tarea.

Es esencial que entre el supervisor, el obrero, el representante sindical y el analista de estudio de tiempo haya un entendimiento completo debido a los numerosos intereses y reacciones humanas relacionadas con la técnica. Las responsabilidades del analista de tiempos suelen ser:

1. Poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual, para asegurarse que es correcto en todos aspectos antes de establecer el estándar.
2. Analizar con el supervisor, el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar la operación.
3. Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempos o acerca de algún estudio específico de tiempos que pudieran hacerle el representante sindical, el operario o el supervisor.
4. Colaborar siempre con el representante del sindicato y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos.
5. Abstenerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con otros operarios, y de lo que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona.
6. Mostrar información completa y exacta en cada estudio de tiempos realizado para que se identifique el método que se estudia.
7. Anotar las medidas de tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia.
8. Evaluar con toda honradez y justicia la actuación del operario.
9. Observar siempre una conducta irreprochable con todos y dondequiera, a fin de atraer y conservar el respeto y la confianza de los representantes laborales y de la empresa.

Es indispensable que el trabajo del analista de tiempos sea exacto e inequívoco, ya que influye directamente sobre las percepciones monetarias del personal y el estado de ganancias y pérdidas de la compañía.

La falta de exactitud y buen juicio no sólo afectarán al trabajador y a la empresa desde el punto de vista económico, sino que pueden ocasionar



también una pérdida completa de confianza por parte del operario y el sindicato, y el deterioro entre las relaciones interpersonales establecidas.

Se debe tener muy presente las siguientes características para lograr y mantener buenas relaciones humanas:

- 1) Honradez y honestidad.
- 2) Tacto y comprensión.
- 3) Gran caudal de recursos.
- 4) Confianza en sí mismo.
- 5) Buen juicio y habilidad analítica.
- 6) Personalidad agradable y persuasiva, complementada con un sano optimismo.
- 7) Paciencia y autodominio.
- 8) Energía en cantidades generosas, moderada con actitudes de cooperación.
- 9) Presentación y atuendo personal impecables.
- 10) Entusiasmo por su trabajo.

b. Responsabilidad Del Supervisor

El supervisor debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos, y que el operario seleccionado es competente y tiene la experiencia adecuada en el trabajo; debe asegurarse de que el operario sigue el método prescrito, y ayudar y capacitar con toda la conciencia a los empleados para que perfeccionen este método.

El supervisor debe sentirse obligado a procurar que prevalezcan estándares de tiempos equitativos, con el fin de conservar relaciones



armoniosas con los trabajadores del departamento a su cargo. Tanto los estándares „estrechos“ como „holgados“ son causa de interminables problemas con el personal, y cuanto más pueda evitárselos, tanto más difícil y placentero resultará su trabajo. Es natural que si todos los estándares fueran demasiado liberales, sus responsabilidades de supervisión resultarían relativamente fáciles.

c. Responsabilidades Del Sindicato

La mayor parte de los organismos sindicales se opone a la medición del trabajo y preferirían que todos los estándares fuesen establecidos por arbitraje. Sin embargo, los sindicatos reconocen que los estándares son necesarios para el funcionamiento provechoso de una empresa, y que la dirección o gerencia continuará su desarrollo mediante las técnicas de medición del trabajo principal.

Además, todo dirigente de sindicato sabe que los estándares de tiempo deficientes le causarán problemas tanto a él como a la dirección de la empresa. Un sindicato debe aceptar ciertas responsabilidades inherentes al estudio de tiempos, con miras a operar una organización en buenas condiciones, dentro de una empresa rentable o productiva.

Un representante sindical debe cerciorarse de que el estudio de tiempos comprenda un registro completo de las condiciones de trabajo, el método de trabajo y el arreglo de la estación de trabajo. Debe comprobar que la descripción del trabajo actual sea exacta y completa. También es aconsejable que vea que se haya efectuado la descomposición en elementos con límites bien definidos, ayudando así a la consistencia de los resultados de los tiempos.



Los sindicatos que adiestran a sus miembros en lo respectivo a al estudio de tiempos, fomentan la cooperación y ayudan con todos sus recursos al programa de la dirección, obtendrán los beneficios de una mayor cooperación en la mesa de negociación, menos suspensiones de trabajo y miembros de su organización mucho más satisfechos.

Las organizaciones sindicales que fomentan la desconfianza en el estudio de tiempos y facilitan un programa de „no cooperación , tendrán que hacer frente a multitud de quejas y conflictos de parte de sus miembros, así como a grupos directivos difíciles de tratar y, después de un cierto tiempo, a la aparición de un número de suspensiones de trabajo capaces de crear graves dificultades a las partes laboral y empresarial.

d. Responsabilidad Del Trabajador

Todo obrero o empleado debe tener suficiente interés en el buen funcionamiento de su compañía, para aportar sin reservas su plena colaboración en toda práctica y procedimiento que trate de implantar la empresa con fines de mejoramiento. Desgraciadamente, rara vez se encuentra semejante situación; sin embargo, puede alcanzarse en algún grado si la dirección de una compañía muestra su deseo de operar con estándares justos, tasas de salarios justas, buenas condiciones de trabajo y beneficios o prestaciones adecuados para los trabajadores, en forma de planes de seguros y jubilación. Una vez que la empresa toma la iniciativa en éstas áreas, es de esperar que todo trabajador colabore en todas las operaciones y en técnicas de control de la producción. Los operarios deben ser responsables de dar una apreciación justa a los nuevos métodos



introducidos. Deben cooperar plenamente en la eliminación de los tropiezos inherentes a toda innovación.

El operario debe aceptar como una de sus responsabilidades la de hacer sugerencias dirigidas al mejoramiento de los métodos. Nadie está más cerca de cada trabajo que quien lo ejecuta, y por eso el operario puede hacer una eficaz contribución a la compañía y a sí mismo, haciendo su parte en el establecimiento de los métodos ideales.

3.4.2 Equipos Para El Estudio De Tiempos

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

a. Cronómetros.

Los cronómetros son relojes mecánicos de alta precisión y son empleados para el cálculo de un tiempo específico. Entre ellos tenemos:

✓ El cronómetro decimal de minutos (de 0.01)

Cronómetro usado para la medición de trabajo, cuya carátula está graduada en centésimos (0.01) de minuto. Ver figura 6



Figura 6. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)

✓ **El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min.**

Es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min. En dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min. No tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona. En la figura 7 se ilustra una adaptación especial de cronómetro decimal de minutos cuyo uso juzgan conveniente muchos de los analistas de tiempos. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0.01 de minuto. El cuadrante pequeño está graduado en minutos y una vuelta completa de su aguja marca 30 min.



Figura 7. Cronómetro decimal de minutos de doble acción.

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se

oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior.

El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

✓ **El cronómetro decimal de hora**

Cronómetro usado para la medición de trabajo, cuya carátula está graduada en diezmilésimos (0.0001) de hora. Ver figura 8



Figura 8. Cronómetro decimal de hora

Es posible montar tres cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido. La figura 9 ilustra esta combinación. En ellas aparecen tres cronómetros accionados por corona y que se ponen en funcionamiento por medio de la palanca que se ve a la derecha. En primer lugar, al accionar la palanca se pone en movimiento el cronómetro 1 (primero de la izquierda), prepara el cronómetro 2, y arranca el 3. Al final del primer

elemento, se desconecta un embrague que activa el cronómetro 3 y vuelve a accionar la palanca.

Esto detiene el cronómetro 1, pone en marcha el 2 y el cronómetro 3 continúa en movimiento, ya que medirá el tiempo total como comprobación. El cronómetro 1 está ahora en espera de ser leído, en tanto que el siguiente elemento está siendo medido por el cronómetro 2.



Figura 9. Tablero con tres cronómetros para estudio de tiempos

Una práctica muy común consiste en usar sólo un cronómetro en el tablero de observaciones, como se ilustra en la figura 10.



Figura 10. Tablero con un cronómetro y forma impresa para el estudio de tiempos.

Todos los cronómetros deben ser revisados periódicamente para verificar que no están proporcionando lecturas “fuera de tolerancia”. Para asegurar que haya una exactitud continua en las lecturas, es esencial que los cronómetros tengan un mantenimiento apropiado. Deben estar protegidos contra humedad, polvo y cambios bruscos de temperatura. Se les debe proporcionar limpieza y lubricación regulares (una vez por año es adecuado). Si tales aparatos no se emplean regularmente, se les debe dar cuerda y dejarlos marchar hasta que se les acabe una y otra vez.

Se dispone actualmente de cronómetros totalmente electrónicos (figura 11), y éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de 0.002%. Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (snapback), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.



Figura 11. Tablero con cronómetro electrónico.

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo.

Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

✓ **Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora**

Este cronómetro; ver figura 12; permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente.

Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos,

eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos.



Figura 12. Cronómetro electrónico auxiliado por computadora.

3.4.3 Elementos Del Estudio De Tiempos

1. Selección Del Operador Y Estrategia A Seguir

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea.

Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que usará para el estudio.

En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.



Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista.

Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala.

En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

2. Trato Con El Operario

De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes.

En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos. El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, sino que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

3. Análisis De Materiales Y Métodos

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. La forma impresa para el estudio de tiempos ilustrada en la figura 8, tiene espacio para un croquis o una fotografía del área de trabajo. Si se hace un esquema, deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecten al método. El croquis mostrará claramente la localización de los depósitos de la materia prima y las partes determinadas, con respecto al área de trabajo. De este modo las distancias a que el operario debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizando en la ejecución de elementos sucesivos.

4. Registro De Información Significativa.



Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga.

Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debería aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinando en la actuación normal del operario. Por ejemplo, si en un taller de forja por martinete se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor.



Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

La operación que está siendo efectuada se describe específicamente. Por ejemplo, indicar "brochalado de ranura para cuña de pulgada por pulgada en agujero de 1 pulgad" es considerablemente más explícito que la descripción "brochalar ranura". Podría haber varios diámetros interiores en una pieza, cada uno con diferentes ranuras, y a no ser que el agujero que está siendo brochalado se especifique bien y se indique el tamaño de la ranura, pudieran ocasionarse malas interpretaciones.

El operario en estudio debe ser identificado por su nombre y número de tarjeta de asistencia. Sería muy fácil encontrar en una misma compañía por ejemplo a dos José López. Por otro lado, el número de tarjeta no bastaría para identificar inequívocamente al trabajador, ya que los cambios de turno o rotación de personal hacen que se asigne el mismo número de tarjeta a más de un empleado durante varios años.

5. Posición Del Observador

Una vez que el analista ha realizado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene



más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo.

En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

6. División De La Operación En Elementos

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como "elementos".

A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos.

Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min.), El observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio.

De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min. (2.4 seg.) Son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min. Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos



producidos, como cuando una pieza terminada en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa del trabajo. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimientos distintivos. Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquina, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado y conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
2. No combinar constantes con variables.
3. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
4. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo modo, los elementos constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo



específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (breaking point). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación. Tratándose de elementos de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento.

Descripciones típicas de elementos de esta clase son: "Tomar pza. del bco. y coloc. En pos. En torn. Bco.", o bien, "Taladr. Plg D. 0.005 plg, alim. 1200 RPM".

Nótese que el analista, a fin de ganar tiempo, emplea símbolos y abreviaturas en gran cantidad. Este sistema de notación es aceptable sólo si el elemento queda descrito totalmente mediante términos y símbolos los comprensibles a todos los que deban tener acceso al estudio. Algunas compañías emplean símbolos estandarizados en todas sus fábricas o plantas, y toda persona relacionada con ellos estará familiarizada con la terminología.

Cuando el elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.



3.4.4 Toma De Tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

En la técnica de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

a. Lecturas De Regreso Vuelta A Cero.

Esta técnica ("snapback") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se



emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento.

Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña.

W. O. Lichtner señala un inconveniente reconocido del método de regresos a cero, y es que los elementos individuales no deben quitarse de la operación y estudiarse independientemente, porque los tiempos elementales dependen de los elementos precedentes y subsiguientes.

Si se omiten factores como retrasos, elementos extraños y elementos transpuestos, prevalecerán valores erróneos en las lecturas aceptadas.

Otra de las objeciones al método de regresos a cero que ha recibido considerablemente atención, particularmente de organismos laborales, es el tiempo que se pierde en poner en cero la manecilla. Lowry, Maynard y Stegemerten expresan: "Se ha encontrado que la manecilla del cronómetro permanece inmóvil de 0.00003 a 0.000097 de hora, en el momento del regreso a cero, dependiendo de la velocidad con la que se oprime y se suelta el botón del cronómetro".



Esto significaría una pérdida media de tiempo de 0.0038 min. por elemento, o sea, 3.8% de error en un elemento que durase 0.10 min. Por supuesto, cuanto más corto sea el elemento, tanto mayor será el porcentaje de error introducido; y cuanto más largo sea el elemento, tanto menor será el error.

Aún cuando analistas de tiempos experimentados tenderán, al hacer la lectura del cronómetro, a dar un margen por el "tiempo de regreso a cero" leyendo hasta el dígito superior inmediato, debe reconocerse que es posible tener un error acumulado considerable al emplear el método de regreso a cero. Los nuevos relojes electrónicos no tienen esta desventaja puesto que no se pierde tiempo al regresarlos a cero.

En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min. o menos).
3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

b. Lecturas Continuas.

Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es,



probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min., y de elementos de 0.02 min. cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min.), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min. o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos, anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

Por ejemplo, si las siguientes lecturas representan los puntos terminales de un estudio de diez elementos: 4, 14, 19, 121, 25, 52, 61, 76, 211, 16, entonces los valores elementales de este ciclo serían 4, 10, 5, 102, 4, 27, 9, 15, 35 y 5.



Es la asignación de un porcentaje al tiempo observado al operario basado en su desempeño real según se compara con la concepción del normal del observador. La calificación del desempeño es quizás el paso más importante en todo el procedimiento de medición del trabajo; se basa por completo en la experiencia, capacitación y juicio del analista de medición del trabajo.

a. Desempeño Normal

Es aquel desempeño esperado de operario promedio capacitado cuando sigue el método prescrito y trabaja a un paso promedio.

b. Características de un buen sistema de calificación

La primera y la más importante de las características de un sistema de calificación es su exactitud. No se puede esperar consistencia absoluta en el modo de calificar, ya que las técnicas para hacerlo se basan en el juicio personal del analista. Sin embargo, se consideran adecuados los procedimientos que permitan a diferentes analistas, en una misma organización, el estudio de operarios diferentes empleando el mismo método para obtener estándares que no tengan una desviación mayor de un 5% respecto del promedio de los estándares establecidos por el grupo.

Se debe mejorar o sustituir el plan de calificación en que haya variaciones en los estándares mayores que la tolerancia de más o menos 5%. El plan de calificación que dé resultados más consistentes y congruentes



será también el más útil, siempre que el resto de los factores sean semejantes.

Nada destruirá tanto la confianza de los operarios hacia el procedimiento de estudio de tiempos, como la incongruencia en el modo de calificar.

c. Calificación de la estación de trabajo

Existe sólo una ocasión en que se debe realizar la calificación y es durante el curso de la observación de los tiempos elementales. A medida que el operario avance de un elemento al siguiente, el analista evaluará la velocidad, destreza, ausencia de falsos movimientos, ritmo, coordinación, efectividad y todos los demás factores que influyen en el rendimiento, cuando sigue el método prescrito. Es en este tiempo, cuando la actuación del operario resulta evidente para el observador en comparación con la actuación normal. Una vez que se ha juzgado y registrado la actuación, nada debe cambiarse. Esto no implica que no sea posible alguna apreciación deficiente por parte del observador. En caso de que la nivelación fuese cuestionada, el trabajo u operación deberá volver a estudiarse para aprobar o rechazar la evaluación registrada.

En cuanto se haya terminado el estudio y tomado nota del factor de calificación final, el observador debe comunicar al operario el resultado de su calificación. Aún cuando se aplique la evaluación por elementos, el analista podrá dar al operario una idea aproximada de cómo se evaluó su actuación.



Esta práctica dará al operario oportunidad de expresar su opinión acerca de la justicia del factor de realización en lo que concierne directamente a la persona responsable de su desarrollo.

d. Calificación de elementos contra el estudio global

Frecuentemente se presenta el problema de cuantas veces habrá que calificar al operario en el curso de un estudio. Aún cuando no hay regla acerca del intervalo límite que permita una calificación concisa, puede decirse, en general, que cuanto más frecuentemente se califique el estudio, tanto más exacta será la evaluación de la actuación mostrada por el operario.

Poca será la desviación que pueda observarse en la actuación de un operario en operaciones repetitivas de ciclo corto, durante un estudio de duración media (de 15 ó 30 min.). En casos como éste, será perfectamente satisfactorio calificar el estudio completo y anotar en el espacio asignado el factor de calificación para cada elemento. Naturalmente que los elementos controlados por máquinas o por alimentación de energía serán calificados como normales, o sea, con 1.00, ya que su velocidad no puede ser cambiada a voluntad del operario. En los estudios de tiempos cortos, si el observador tratara de calificar la actuación en cada elemento sucesivo del estudio, estará tan ocupado registrando valores que no podrá llevar a cabo un trabajo efectivo de observación, análisis y evaluación de la actuación real de un operario.

3.4.6 Métodos De Calificación



a. Sistema de Westinghouse (calificación de la actuación)

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aún cuando la mayoría de las técnicas se basan primordialmente en el criterio o buen juicio del analista de tiempos. Uno de los sistemas de calificación más, antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, en donde se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

- ✓ La habilidad se define como “nivel de competencia para seguir un método dado”, el cual se determina por la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación. Ver tabla 1.
- ✓ El esfuerzo o empeño se define como “una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Este es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Ver tabla 2.
- ✓ Referido a las condiciones, se enfoca al procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando

las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Ver tabla 3.

- ✓ La consistencia se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Ver tabla 4.

A continuación se presenta los Porcentajes De Calificación De La Actuación Del Sistema Westinghouse según la actuación con la que se evalúa al operario.

DESTREZA O HABILIDAD			
+0.15	A1	Extrema	
+0.13	A2	Extrema	
+0.11	B1	Excelente	
+0.08	B2	Excelente	
+0.06	C1	Buena	
+0.03	C2	Buena	
0.00	D	Regular	
-0.05	E1	Aceptable	
-0.10	E2	Aceptable	
-0.16	F1	Deficiente	
-0.22	F2	Deficiente	

Tabla_01

ESFUERZO O EMPEÑO			
+0.13	A1	Excesivo	
+0.12	A2	Excesivo	
+0.10	B1	Excelente	
+0.08	B2	Excelente	
+0.05	C1	Bueno	
+0.02	C2	Bueno	
0.00	D	Regular	
-0.04	E1	Aceptable	
-0.08	E2	Aceptable	
-0.12	F1	Deficiente	
-0.17	F2	Deficiente	

Tabla 02

CONDICIONES		
+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

Tabla 03

CONSISTENCIA		
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Tabla 04

b. Calificación Sintética

Determina un factor de actuación para elementos de esfuerzo del ciclo de trabajo por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los datos de movimientos fundamentales.

Cuando se comparan con la actuación real, influye el factor de calificación dado al operario. Las mayores objeciones a la aplicación del procedimiento de nivelación sistemática (sintética), es el tiempo para elaborar un diagrama de mano derecha e izquierda de los elementos seleccionados para el establecimiento de los tiempos de movimientos básicos. Muchos estándares se establecen de esta forma usando datos estándares o datos de movimientos fundamentales. En resumen, es un procedimiento de calificación sintética determina un factor de desempeño para elementos de esfuerzo representativos del ciclo de trabajo mediante la comparación de los tiempos observados elementales reales con los tiempos desarrollados a través de los datos de movimientos fundamentales.



c. Calificación Por Velocidad

Método de evaluación de la actuación en el que solo se considera la rapidez de realización del trabajo. El observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal. Con el procedimiento de calificación por velocidad, el analista realiza un primer lugar una estimación acerca de la actuación, a fin de averiguar si está por encima o debajo de su concepto normal. Formula un segundo juicio tratando de ubicar la actuación en el sitio preciso de la escala.

d. Calificación Objetiva

Esta calificación trata de eliminar las dificultades para establecer un criterio de velocidad para cada tipo de trabajo. Se asigna al trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa. Los factores que influyen en el ajuste de dificultades son:

- ✓ Extensión o parte del cuerpo que se emplea.
- ✓ Pedales.
- ✓ Bimanualidad.
- ✓ Coordinación ojo-mano.
- ✓ Requisitos sensoriales o manipulación.
- ✓ Pesos que se manejan o resistencia que hay que vencer.

Se han asignado valores numéricos a una serie de grados de cada factor, aprovechando resultados experimentales. La suma de los valores numéricos para cada uno de los seis factores comprende el ajuste secundario.



Este procedimiento para calificar la actuación tiende a dar resultados consistentes, ya que la comparación de la marcha de la operación que se estudia con una operación con la que está completamente familiarizado el observador, puede llevarse a cabo más fácilmente que juzgar al mismo tiempo todos los atributos de una operación, comparándolos con el concepto de actuación normal para ese trabajo específico. El factor secundario no dará lugar a inconsistencia, pues tal factor solamente ajusta el tiempo calificado por la aplicación de un porcentaje.

Este valor porcentual se toma de una tabla que valoriza los efectos de diversas dificultades presentes en la operación que se lleva a cabo.

3.4.7 Análisis De Las Calificaciones

El plan para calificar la actuación que sea más fácil de aplicar, es la calificación de la velocidad aumentada por los puntos de referencia sintéticos.

Podrían estudiarse operarios que actuasen fuera de este intervalo de productividad de 3 a 1, pero no recomendable. Cuando más cercana a la normal mayores serán las posibilidades de llegar a un tiempo normal. 4 criterios determinarán si el analista de tiempos que utiliza la calificación por velocidad:

- Experiencia en la clase de trabajo a estudiar.
- Puntos de referencia sintéticos en al menos 2 de los elementos de trabajo que se ejecutan.
- Selección de un operario.
- Valor medio de 3 o más estudios.



La experiencia en la clase de trabajo que se está ejecutando es el más importante. El analista debió haber sido operario en el trabajo que estudia, aun cuando esto sería deseable.

El analista de tiempos debe estar enterado de las dificultades de poner en posición los componentes o dispositivos, saber la clase de ajustes entre partes a ensamblar, comprende las relaciones entre el tiempo y la clase de ajuste.

El analista de tiempos dispone de información que le permita preestablecer el tiempo normal requerido para ejecutar algunos de los elementos de que consta el estudio.

Hay muy pocas asignaciones que puedan ejecutarse sin utilizar al menos uno de estos elementos, el analista tiene a su disposición una guía muy útil para establecer un factor de actuación correcto.

El analista será capaz de evaluar al operario con precisión apoyarse en su experiencia y entrenamiento en la calificación; el nomograma proporcionara una comprobación y una guía para el analista.

Cuanto más cerca el ritmo normal actué un operario, más fácil será nivelarlo, errores notables de apreciación durante un operario, que actúa en uno u otro extremo de la escala de calificaciones.

El tiempo normal debe determinarse promediando los tiempos normales de los estudios independientes; reducirá el error inherente al proceso de calificación de actuación, dará por resultado de un tiempo medido medio.



3.4.8 Tolerancias

1. Determinación de Tolerancias.

Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental * calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo “calificado”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar.

Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

En general hay que aplicar, las tolerancias, en tres áreas generales. Estas son: retrasos personales, fatiga y retrasos evitables e inevitables.

2. Necesidades Personales.

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un % %, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

3. Fatiga.

Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son:

1. Condiciones de trabajo:

- Luz.
- Temperatura.
- Humedad.
- Frescura del aire.
- Color del cuarto y alrededores.
- Ruido.

2. Repetición del trabajo:

- Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo.
- Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

3. Salud general del trabajador, física y mental:

- Estatura física
- Dieta
- Descanso
- Estabilidad emotiva
- Condiciones familiares

Ya que la fatiga no puede eliminarse, hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la monótona repetición en el mismo, que tanta influencia tiene en el grado de fatiga. Ha sido demostrada, por medio de experimentos, que la fatiga debe trazarse como una curva y no como una recta.

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) ha tabulado el efecto de las condiciones de trabajo, a fin de llegar a un factor de tolerancias por necesidades personales y fatiga (ver tabla de tolerancias). Al aplicarse esta tabla, el analista debe determinar un valor de tolerancia por cada elemento del estudio.



d. Retrasos

Retrasos Inevitables.

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

Retrasos Evitables.

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a aros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de la fatiga. NO es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.

Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina.

Las tolerancias deben calcularse en forma tan precisa como sea posible, o de otra manera se incapacitará por completo el esfuerzo puesto al hacer el estudio, las tolerancias se aplican al estudio de acuerdo a tres categorías:

1. Tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo

Se expresan usualmente como porcentaje (%) del tiempo del ciclo que incluyen necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, mantenimiento de la máquina.



2. *Tolerancias que deben considerarse solo en el tiempo de maquinado*

Las tolerancias de tiempo de maquinado incluyen tiempo para mantener las herramientas y variaciones de potencia.

3. *Tolerancias aplicables solo al tiempo de esfuerzo*

Las tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo, comprenden fatigas y demoras inevitables.

3.4.9 Tiempo estándar

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Se determina sumando los tiempos estándares permitidos para cada uno de los elementos que comprenden el estudio de los tiempos estándares elementales, lo cual dará el estándar en minutos por pieza o en horas por pieza. La mayoría de las operaciones industriales tienen ciclos relativamente cortos (inferiores a cinco minutos), por lo tanto usualmente es más conveniente expresar los estándares en términos de horas por 100 piezas.

$$TE = TPS \times Cv + Tol$$

En donde:

TE = Tiempo Estándar

TN = $TPS \times Cv$



TPS = Tiempo Promedio Seleccionado

Cv = Factor de Calificación $Cv = 1 \pm c$

c = Coeficiente de confianza

$$TPS = \frac{\Sigma \text{lecturas}}{\text{numero de observaciones}}$$

3.4.9.1 Propósito del tiempo estándar

- Base para el pago de incentivos.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.
- Método para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimientos de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de planes de mantenimiento.

3.4.9.2 Tiempo Normal

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.



$$\mathbf{TN = TPS \times Cv}$$

Donde:

$$\mathbf{TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}}$$
 Tiempo Promedio Seleccionado

$$\mathbf{Cv = 1 \pm c}$$
 Calificación de Velocidad

3.4.10 Método sistemático

Consiste en determinar de manera objetiva la cantidad de tiempo que debe asignarse por concepto de tolerancia el cual consiste en evaluar un conjunto de factores de manera cualitativa y cuantitativa, por niveles sabiendo que de menor o mayor la criticidad del mismo aumenta, se realizara entonces la suma de los puntos que luego son buscados en una tabla de concesiones en función de su límite y de la jornada de trabajo.

3.4.11 Método sistemático para asignar Tolerancia por fatiga

En este método se debe evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la Jornada de Trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

La tabla de concesiones está diseñada para trabajar únicamente para trabajar con 4 tipos de jornadas (8.5, 8.7, 7.5, 7 h/día). La jornada de trabajo puede ser continua o discontinua. Para el caso de J.T diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\text{Minutos concedidos} = \frac{\text{CONCESION \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESION \%}}$$

A pesar de que los distintos tipos de tolerancias vienen expresadas en unidad de tiempo debe tener una unidad en común para que tanto la fija como las variables puedan ser sumadas. Las tolerancias variables se refieren a la fatiga y la necesidad personal el resto de las tolerancias por lo general son fijas.

Normalización de tolerancias

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$JET = JT - \sum \text{TOLERANCIAS FIJAS}$$

$$\begin{array}{ccc} JET - (Fatiga + NP) & \longrightarrow & Fatiga + NP \\ TN & \longrightarrow & X \end{array}$$

Procedimiento estadístico para determinar el tamaño de la muestra

1. Definir el coeficiente de confianza c , el cual va a depender del conocimiento del proceso y manejo de la herramienta. Utilizando la tabla de t student, se interpola para hallar el valor de T_c .
2. Definir el intervalo de confianza I :

$$Lc = I = \bar{X} \pm \frac{tc \times S}{\sqrt{n}}$$

3. Determinar la desviación estándar (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / n}{n - 1}}$$

4. Determinar el Intervalo de la muestra (Im):

$$Im = \frac{2 \times tc \times S}{\sqrt{n}}$$

5. Criterio de decisión:

$$\begin{array}{l}
 \text{Si } \left\{ \begin{array}{l} Im \leq I \rightarrow \text{Se Acepta } n \\ Im > I \rightarrow \text{Se Rechaza } n \therefore \text{Se recalcula } n \end{array} \right.
 \end{array}$$

6. Nuevo tamaño de la muestra N' :

$$N' = \frac{4 \times tc^2 \times S^2}{I^2} \quad \therefore N = N' - n$$



Procedimiento para determinar el Tiempo Estándar

1. Seleccionar el trabajo que va a ser estudiados.
2. Registrar todos los datos necesarios.
3. Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.
4. Medir la cantidad de trabajo, seleccionado la técnica de medición más adecuada para el caso.
5. Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.
6. Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

Pasos para calcular el tiempo estándar

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

2. Calcular Cv:

$$Cv = 1 \pm c$$

3. Cálculo de TN

$$TN = TPS \times Cv$$

4. Análisis de tolerancias.

5. Factores de fatiga (Condiciones de trabajo).

- Temperatura
- Condiciones Ambientales
- Humedad
- Nivel de Ruido
- Ilutación
- Duración del trabajo
- Repeticiones del ciclo
- Esfuerzo físico
- Esfuerzo mental o visual
- Posición de trabajo: Parado

Cálculo de la fatiga:

$$\text{Min. fatiga} = \frac{\text{CONCESION \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESION \%}}$$

6. Calculo de JET

$$JET = JT - \sum TOLERANCIAS FIJAS$$

7. Normalizando

$$\begin{array}{ccc} JET - (Fatiga + NP) & \longrightarrow & Fatiga + NP \\ TN & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = \frac{TN \times (Fatiga + NP)}{JET - (Fatiga + NP)}$$



8. Calculo de Tiempo estándar

$$TE = TPS \times Cv + Tol$$

$$TE = TN + Tol$$

3.4.11 Método General Electric

Método desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario.

TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

Tabla 05 (General Electric)



Mientras más rápido sea el proceso la probabilidad de ocurrencia de errores es mayor a los cuales pudieran estar asociados a diferentes causas. También es importante que la actividad que se vaya a seleccionar para el estudio de tiempo deba tener cierto grado de repetividad.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Estudio

El estudio realizado en la CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2, es de tipo **no experimental**, porque se pudo *observar* el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, es decir en el área de elaboración del bloque. *Área de Producción*, para después analizarlos. Se clasifica en las siguientes indagaciones:

Según los objetivos y características, es un estudio de investigación tipo **Aplicada**, ya que consiste en mejorar el de fabricación de bloques de 15 cm. En el taller de fabricación de la CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2.

De acuerdo al nivel de profundidad y amplitud de de las variables estudiadas, es de tipo **Exploratoria** por que se indago en lo que esta asando con el proceso de fabricación de bloques de 15 cm. También es de tipo de tipo **Descriptiva** ya que constantemente se describió, analizo e interpreto la naturaleza real de proceso de fabricación.

Además dentro de esta categoría es considerada, **Explicativa** por medir establecer relaciones de influencia entre las cargas y el efecto.

Conforme al lugar donde se realizo la investigación, es considerada de **Campo**, debido a que los datos se tomaron de forma directa y de la realidad.



Acorde de la evaluación del objetivo que se estudia, es razonada de forma **Evaluativa**, por el hecho de valorar y enjuiciar, el diseño, ejecución, efecto y grado de logro de los objetivo al fin de corregir las deficiencia e introducir los ajuste necesario.

De acuerdo de las condiciones de los datos de la muestra, es deducida **Investigación Metodológica Aplica**, pues su objetivo esta orienta al desarrollo, comprobación de la valides y la valoración de técnicas y estrategias sistemática.

Según la fuente de datos que utiliza el investigador, resultado como **Primaria**, ya que los datos fueron recogidos por el mismo.

En cuanto en la naturales a de los datos o información obtenida es **Cuantitativa**, esta orienta a descubrir el sentido y la significancia de la acción.

En fin, la investigas es el área de la ingeniería por lo que recibe el nombre de la **Investigación Aplicada o Tecnología** y estuvo orienta hacia la generación de nuevos conocimiento técnicos.

4.2 Población y Muestra

La población está constituida por la producción de bloques en la CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2. La cantidad de 3 operarios para la fabricación de bloque: una maquina, mezcladora y fabricadora.



La muestra sería la conformada por el personas que realice las labores de la fabricación de los bloque de 15 cm en la CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2. La cantidad de 3 operarios para la fabricación de bloque para una maquina mezcladora y fabricadora.

4.3 Técnicas o Instrumentos

Los pasos utilizados para recolectar la información acerca de las condiciones actuales del área de producción de la CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2 estuvieron basados en los datos obtenidos por observación directa y los suministrados por el personal que labora en la misma, por medio de entrevistas. Con la aplicación de las entrevistas se logró obtener una información más precisa y detallada acerca de la situación actual.

A demás entre los pasos utilizados para analizar la información acerca de las condiciones actuales del área de producción, se aplicaron la Técnica del Interrogatorio, las Preguntas de la OIT y los Enfoques Primarios al proceso de fabricación de bloques, lo que permitió realizar las sugerencias y recomendaciones que permitan mejorar el método de producción.

4.4 Materiales

Todos los necesarios para tomar notas y apuntes como:

- ✓ Cronometro para estudio de tiempo
- ✓ Formatos para estudio de tiempo que permitan registrar los tiempos tomados.
- ✓ Formatos para concesiones por fatiga.
- ✓ Tabla de método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- ✓ Tabla Westinghouse.
- ✓ Tabla t- student.



- ✓ Cuestionario (Preguntas de la OIT y técnicas del interrogatorio)
- ✓ Calculadora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lápiz.
- ✓ Computadoras
- ✓ teléfonos

4.5 Procedimiento para la investigas.

- Visita a la empresa, para observar de forma directa el trabajo que realiza el operario en el proceso de fabricación de bloques.
- Toma de tiempos de cada una las operaciones que se realiza en el proceso de fabricación de bloques.
- Registrar los tiempos tomados en el formato.
- Se calculo el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.
- Suponer un coeficiente de Confianza (c).
- Hallar el Intervalo de Confianza (I)
- Calcular el Intervalo de la Muestra (Im) y comparar con el Intervalo de Confianza (I).
- Calificar al operario mediante el método Westinghouse para hallar el Cv.
- Calcular el Tiempo Normal (TN).
- Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).
- Normalizar las tolerancias.
- Calcular el Tiempo Estándar.



CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Descripción Del Proceso

El taller de fabricación de bloques de la en CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2, garantiza la producción de bloques de para las zonas de Puerto Ordaz, una cantidad de 3.000 bloques/día por cada máquina. En condiciones de oportunidad, calidad y costo competitivo. El local cuenta con un espacio para aproximadamente para la fabricación de 10.000 bloques, también surte Arena a la Ferretería Rio Claro.

El local de CONSTRUCTORA YACO C.A que cuenta con un área de 7.200 m², el taller donde se fabrica los bloques se encuentra en el centro del local para poder almacenar los bloques en parte posterior y el frente del mismo, dejando espacio para la movilización de para la venta del producto.

El operario 1 busca el cemento en el almacén y en una carretilla lo traslada al área de producción. El operario 2 verifica y enciende la maquina, el operario 1 introduce la materia prima agua, cemento y arena en la mezcladora y al finalizar la función sustrae la mezcla con una pala para vaciarla en la máquina que tiene un moldes, se procede a fabricar el bloque.

El operario 3 coloca en una carretilla 10 tablas que sirve para soportar los bloques por cada tabla se coloca 2 bloques y lo traslada al área de almacenamiento para su endurecimiento.

En este estudio se analizó el método empleado por la constructora en cuanto a los recorridos (*Ver Apéndice a. Distribución de la planta*) y tiempos empleados por el operario, equipo y materiales, haciendo mayor hincapié en el seguimiento del operario. Para ello se utiliza como apoyo los diagramas y gráficos que son necesarios para establecer todos esos movimientos, teniendo en cuenta que estos diagramas resaltan las deficiencias que puedan presentarse en el proceso, permitiéndonos establecer mejoras.

5.1.1 Recursos

CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2 cuenta con los siguientes recursos esenciales para la ejecución del proceso:

- ✓ 2 Mezcladora, Marca Nacional - Fabricación venezolana distribuidoras Niño año1997. Trifásica (220 v)
- ✓ 2 Máquina de hacer bloques - Fabricación venezolana distribuidoras Niño, tiene 1 moldes para bloques de 15 cm 15x20x40. Trifásica (220 v)
- ✓ Camiones 350, para la distribución de los bloques, así como para el traslado de la arena y piedra.
- ✓ 4 Carretones para traslado de bloques.
- ✓ 1 Tanque de Agua
- ✓ 2 carretillas para traslado del cemento
- ✓ 2500 Tablillas que sirven para soportar al bloque.
- ✓ 8 Palas.



5.1.2 Descripción del método de trabajo de operación en CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2

En la **CONSTRUCTORA YACO C.A** es una empresa que se dedica a la fabricación de bloques de 15 cm mediante el siguiente procedimiento:

El proceso comienza realizando buscando el cemento en el almacén, colocándolo en la carretilla y trasladándola al taller de fabricación una distancia de 20 m. lo vacía en un acopio de cemento. Por otra parte el operario 2 inspecciona la mezcladora, una vez verificada realiza el encendido dejándose encendida durante 1 minuto, se verifica el funcionamiento, se vierte 25 paladas de arena de mina y 7 de arena lavada, se añade el cemento en la maquina mezcladora la cantidad de $\frac{1}{2}$ saco de cemento, trasladándose a buscar el agua a una distancia de 1m y se añade a la maquina la cantidad de 3,78litros, el mezclado de los elemento tiene una demora de 2 minutos el operario verifica la mezcla (homogénea), para luego descargarla; el operario verifica la fabricadora automática de bloques (2 unidades), enciende la misma y luego coloca la tarima de madera sobre el mesón de la maquina, el operario (1) vierte tres palada en el recipiente de la maquina, el operario coloca la mezcla en el molde de fabricación, operario (2) accionando la maquina teniendo una tiempo de duración de 30 segundo, el operario 3 verifica el producto trasládalo al carretones a una distancia de 1,5m repitiéndose esta actividad diez veces hasta llenar el carretón para luego trasladarlo al patio del almacenamiento ubicado a 30m del taller de fabricación.

5.2 Justificación Del Seguimiento Al Operario.

En esta práctica se seleccionó como objeto de seguimiento al operario, debido a que este es el ente que tiene mayor importancia en el



proceso de fabricación de bloques, además dentro de éste proceso productivo es quien presenta mayores dificultades dentro de las actividades de producción.

Durante las visitas, se observó que son cuatro (03) personas asignadas para la elaboración de los bloques, quedando en evidencia que el operario 2 es el encargado de la fabricadora, los otros dos (2) trabajadores para carga y traslado de material.

5.3 Diagrama de proceso actual de la fabricación de bloques en CONSTRUCTORA YACO C.A RIF J-31448260-2:

Diagrama: De Proceso.

Nombre del proceso: Fabricación de Bloques

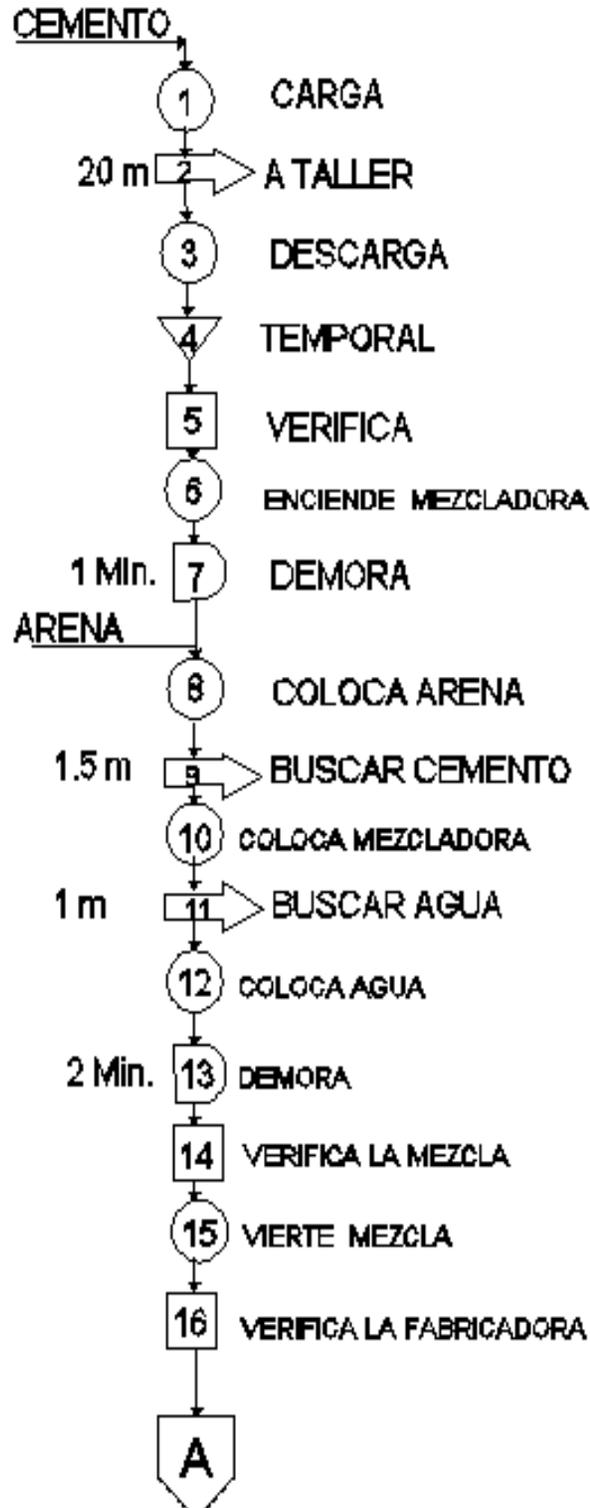
Inicio: trasladando el cemento al taller

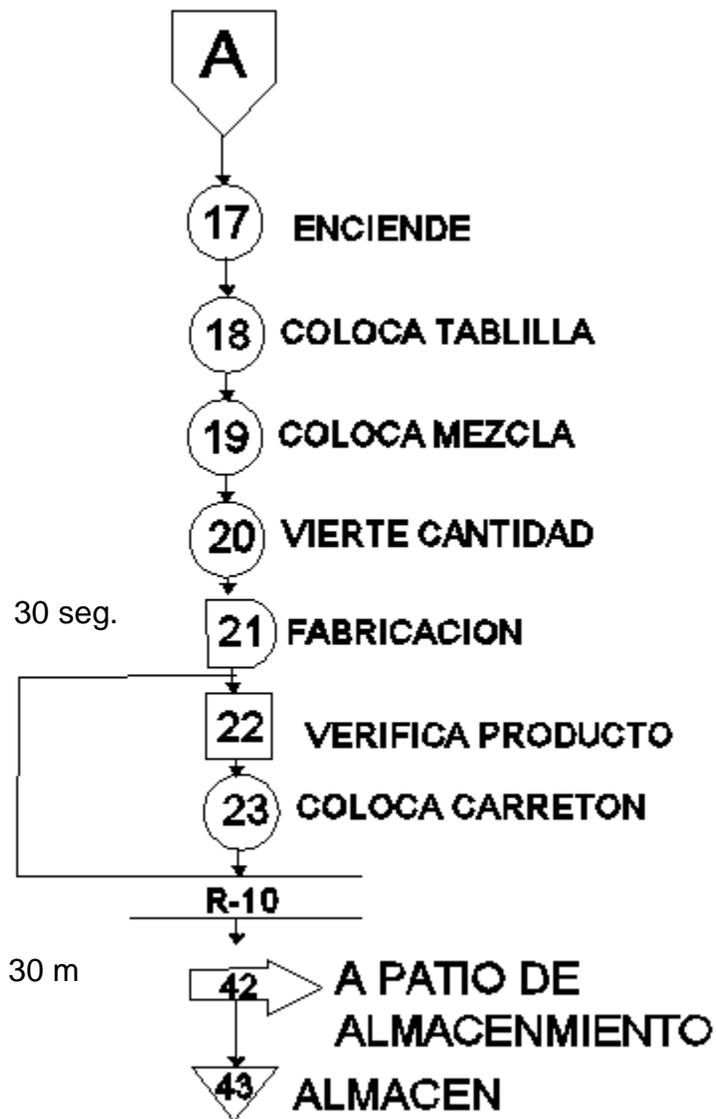
Fin: traslado al patio de Almacenamiento

Fecha: 31 de Enero 2013

Método: Actual.

Seguimiento: Operario





Resumen:

 ----- 31

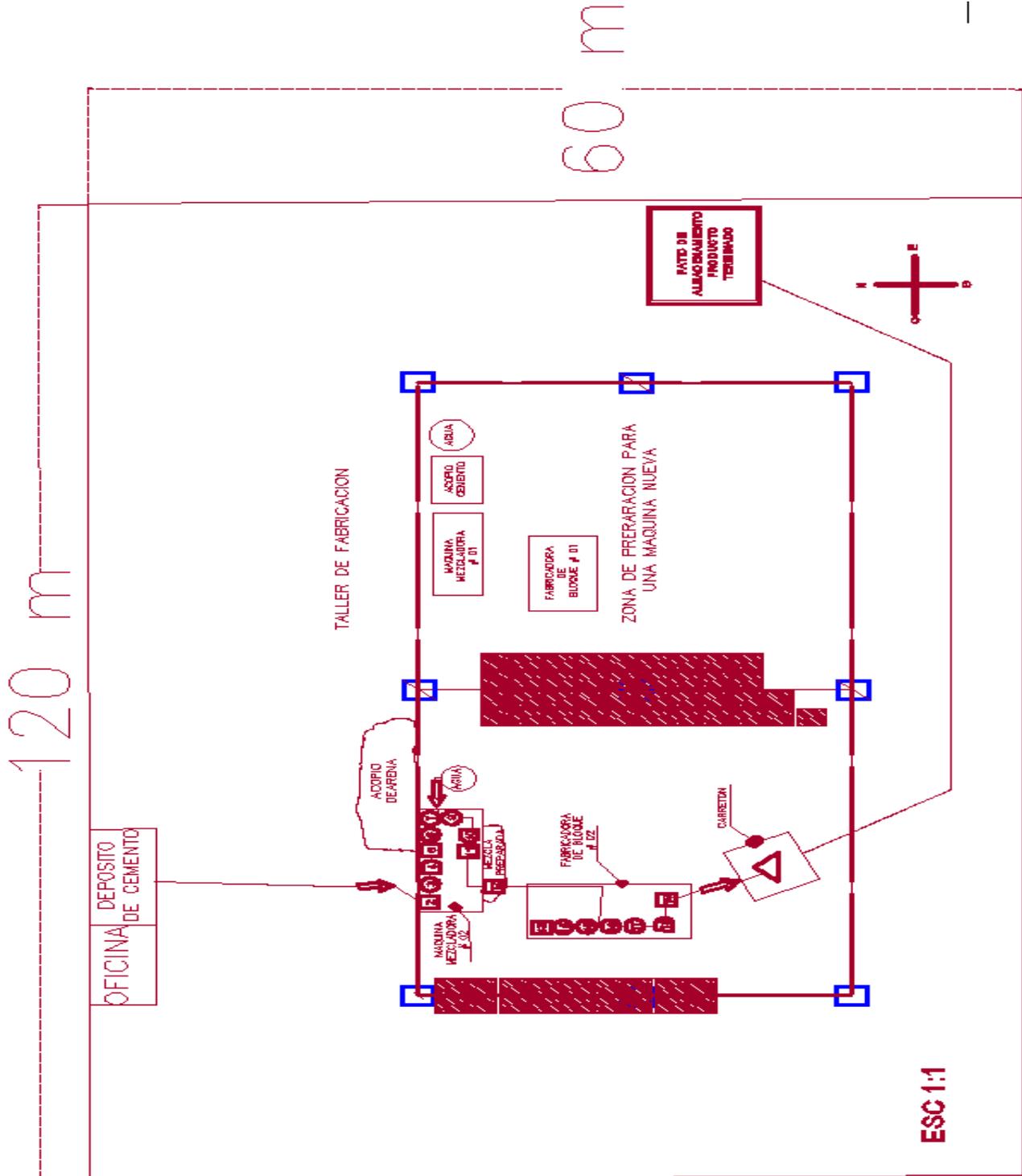
 ----- 4 (54 m)

 ----- 13

 -----3 (4.5 min)

Total: 21 (54 m / 4.5 min)

5.4 Diagrama De Flujo O Recorrido





5.5 Caracterización General De Los Problemas Más Relevantes

(Todas Referentes Al operario)

- El operario no cumple con el horario de trabajo, es decir, llega tarde, no cumple con la jornada establecida.
- Pocos operarios.
- Exceso de traslados innecesarios.
- La existencia de demoras evitables.
- Poca concientización.

5.6 Análisis Operacional

Con la finalidad de realizar el análisis operacional se aplicarán tres técnicas:

La Técnica del Interrogatorio, Las Preguntas de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) y Los Enfoques Primarios.

5.6.1 Aplicación De La Técnica Del Interrogatorio

Operación Más Crítica *Mezclado*

Propósito

1. ¿Qué se hace?

La mezcla.

2. ¿Por qué se hace la mezcla?

Porque con ella se fabrica los bloques.



3. ¿Qué otra cosa podría hacerse con la mezcla?

Planchones armados (concreto armado), aliven (bloques de cemento con granso), entre otros.

4. ¿Qué debería hacerse con la mezcla?

Bloques de cemento.

Lugar

1. ¿Dónde se hace la mezcla?

En la mezcladora.

2. ¿Por qué se hace allí la mezcla?

Porque es la maquinaria adecuada para llevar a cabo este proceso.

3. ¿En qué otro lugar podría hacerse la mezcla?

En el piso y de forma manual.

4. ¿Dónde debería hacerse la mezcla?

En un trompo.

Sucesión

1. ¿Cuándo se hace la mezcla?

Se hace todos los días en una jornada diurna y es la primera etapa del proceso en general.

2. ¿Por qué se hace entonces la mezcla?



Se hace porque es la única manera para fabricar bloques.

3. ¿Cuándo podría hacerse la mezcla?

Los días laborables.

4. ¿Cuándo debería hacerse la mezcla?

Cuando se disponga de la materia prima.

Persona

¿Quién hace la mezcla?

(Operario 1).

¿Por qué hace esa persona la mezcla?

Porque conoce la cantidad necesaria de materia prima para realizar el mezclado.

3. ¿Qué otra persona podría hacer la mezcla?

(Operario 2)

¿Quién debería hacer la mezcla?

Una persona que se considere apto para desempeñar ésta operación

. Otras personas que pueden realizar el proceso)

Medios

¿Cómo se hace la mezcla?



Se hace mediante la unión de la arena, cemento y agua.

¿Por qué se hace de ese modo la mezcla?

Porque es el único modo de prepararla.

¿De qué otro modo podría hacerse la mezcla?

De ningún otro modo.

¿Cómo debería hacerse la mezcla?

De forma adecuada y continua.

5.6.2 Preguntas De La OIT

Operaciones

¿Qué propósito tiene la operación?

Llevar a cabo la elaboración de bloques.

¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?

Sí, reorganizando los traslados del operario, a fin de reducirlos.

¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?

Sí, todo depende del acuerdo que haya entre el proveedor y el dueño de la empresa.



Modelo

1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?

No, ya los modelos están predeterminados.

2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?

Sí, porque son los modelos de bloques que tienen mayor demanda.

Condiciones exigidas por la inspección

¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?

Sí, todas éstas variantes son las que van a definir la calidad del bloque.

¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?

Si, es lo más ideal, ya que la empresa no cuenta con indicadores o manuales de calidad.

3. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?

Si se adquiriera materia prima de mayor calidad se le daría mayor acabado al producto, aunque esto traería gastos para la empresa y bajarían sus ganancias.



4. Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentarían o disminuiría las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?

Aumentarían las mermas y la empresa tendría una mayor productividad.

5 ¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?

Sí, son estándar,

6. ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?

Sí, porque los clientes quedan satisfechos con el producto.

7. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?

Roturas, grietas, bloques estillados, etc.

8. ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?

La norma de calidad está definida

Manipulación de Materiales

1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?

Si, ya que los materiales utilizados se encuentran a una distancia considerable con respecto al sitio donde se manipulan.



2. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?

Si, de hecho la microempresa utiliza carretillas manuales para el transporte de material y producto elaborado,

3. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?

Los materiales que llegan deberían colocarse cercanos al lugar donde se lleva a cabo el proceso (cercanos a la mezcladora) y los materiales que salen deberían colocarse cercanos a la zona de despacho.

4. ¿Se justifica un transportador? Y en caso de ser afirmativo ¿Qué tipo debería ser más apropiado para el uso previsto?

No se justifica.

5. ¿podría el operario inspeccionar su propio trabajo?

Sí, de esta forma éste (el operario) se vería mucho más involucrado con la efectividad del proceso y el producto final; ya que sería responsable de la fase en la cual opera.

6. ¿Puede idearse un recipiente que permita manipular el material más fácilmente?

No, ya que el material no se traslada en recipientes.

7. ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?

Sí, ya que el operario tendría una visión previa de lo que debe hacer y los traslados necesarios para lograrlo.



8. ¿Está el almacén en un lugar cómodo?

No, ya que no se trata de un lugar destinado para solo para el almacenamiento del material sino que también funciona como oficina.

9. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?

No están en lugares céntricos, por el contrario estas operaciones (carga y descarga) originan ciertas dificultades e incomodidades a lo largo del proceso debido a su ubicación.

10. ¿Es fácil despachar las piezas a medida que se acaban?

Si, ya que la elaboración de bloque se realiza por pedidos.

11. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?

Sí, sin embargo cabe destacar, que existe un puesto de trabajo único en donde se lleva a cabo el proceso.

12. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?

No, ya que las actividades llevadas a cabo en el puesto de trabajo son las mínimas necesarias para la elaboración del proceso.

13. ¿Podría el operario entregar las piezas que acaba al puesto de trabajo siguiente?

No, puesto que solo existe un puesto de trabajo y una vez terminado el producto éste es llevado a un almacén temporal.



14. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

Sí, ya que los almacenes de materiales se encuentran muy lejanos al sitio donde se lleva a cabo el proceso.

Análisis del Proceso

1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?

No, se pueden combinar operaciones, ya que; éstas además de ser necesarias una para la realización de la otra, son llevadas a cabo en máquinas diferentes. Esta operación no puede eliminarse.

2. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿O mejoraría si se le modificara el orden?

Sí esta es la sucesión que debe llevarse ya que guardan un orden además de práctico lógico.

3. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?

Si podrían combinarse ya que, de esta forma podrían corregirse inmediatamente cualquier imperfecto en lo que se está realizando.

4. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?

El trabajo se inspecciona justo al salir del proceso con la finalidad de corregir fallas al momento.

5. Si hubieran giras de inspección ¿Se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?



Sí, aunque el producto terminado es inspeccionado al momento, son necesarias las inspecciones continuas para verificar el estado del mismo.

6. Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

No, ya que las condiciones de las máquinas y herramientas están dadas solo para la elaboración de bloques con estas especificaciones.

Materiales

1. ¿El material que se utiliza es realmente el adecuado?

Sí, ya que éste cumple con las especificaciones requeridas tanto por las máquinas como por la calidad del producto, (*ver anexo J. Materiales dispuestos para la elaboración de bloques*)

2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?

Sí, siempre y cuando se mantenga la calidad del producto.

3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?

No, ya que el producto elaborado requiere de la dureza, textura y condiciones generales de la materia utilizada.

4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?

Sí, el material se adquiere con las condiciones requeridas por el proceso.

5. ¿Es razonable la proporción entre los costos del material y los de mano de obra?

Si, de hecho debido a ésta proporción la microempresa ha podido mantenerse operando a lo largo del tiempo.



6. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?

Definitivamente no, ya que debe mantenerse la misma calidad en todos los productos, y además los desperdicios no pueden ser reprocesados.

Organización del trabajo

1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?

La tarea del operario es atribuida según la capacidad que éste posea; cabe destacar que a nivel organizacional no hay jerarquía aunque hay personas más capacitadas que otras.

2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?

Sí, las actividades están reguladas debido a que es un proceso dependiente y continuo, es decir una actividad depende de la otra, además es un proceso rápido.

3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?

Las instrucciones son dadas una vez que la persona ingresa como trabajador de la microempresa, de modo que se establecen las normas y las actividades que éste realizará a lo largo de su permanencia.

4. ¿Cómo se consiguen los materiales?

La materia prima está constituida por el cemento; la arena es adquirida en la zona de cambalache, el agua que un tanque dentro del lugar.

5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?

No hay entrega de las herramientas, el operario debe retirarlas del lugar donde se encuentran ubicadas, no hay planos del lugar



6. ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?

No hay un control de la hora de entrada, en cambio la hora de salida es verificada debido a que todos se ausentan al finalizar las sus labores, cabe destacar que dentro del proceso se presentan ausencias no justificadas.

7. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?

El lugar del trabajo se encuentra en una zona accesible para los que allí laboran.

8. ¿Los materiales están bien situados?

No, estos se encuentran distantes al área de producción, (*ver anexo M. Ubicación de los materiales*)

9. ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?

El material utilizado en el proceso es adquirido una vez iniciada la jornada, el material acabado es medido con la ausencia del mismo (No hay unidad de medida ni control).

10. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?

El trabajo defectuoso es apilado en un lugar no prudente, de forma tal que no perturba el proceso.

11. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?

No existe entrega formal de las herramientas ya que están ubicadas en un lugar donde los trabajadores van a buscarlas para comenzar el proceso.

12. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?



No, los operarios laboran según su criterio pero cumpliendo con los requerimientos expuestos desde el principio.

13. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?

No, la meta es simplemente producir según los requerimientos que se tengan en el momento.

14. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?

No, el trabajo ya está definido y cada operario debe cumplir con lo impuesto.

15. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

Si, dependiendo lo que se produzca se les pagará (es un salario diario)

Disposición del lugar de trabajo

1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?

Si, la distribución permite el manejo del material sin problemas ni encuentros no productivos entre trabajadores.

2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?

Si, ya que todo está dispuesto de una forma conveniente.

3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?

Si, la seguridad se haya más que todo porque es una jornada diurna y la fábrica se encuentra en una zona poblada y en cierta forma céntrica, respecto a la seguridad de lugar se encuentra al frente de la guardia Nacional, no cuenta con los dispositivos de seguridad requeridos ya que sólo



tiene una cerca y el área donde se encuentra la máquina y las herramientas es un cuarto con una seguridad vulnerable.

4. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?

Si, ya que todos los trabajadores viven en una zona común.

5. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?

No, los materiales se encuentran en un lugar distante al lugar donde se realiza el proceso.

6. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?

Si, las herramientas están dispuestas de forma cómoda para el trabajador

7. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?

Sí, hay un lugar destinado para los desperdicios y desechos.

8. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?

Sí, pero el lugar destinado para ellos es utilizado también como vestidor.

9. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

No. Sólo existe un lugar que sirve como vestidor y las cosas personales de cada persona las ubican en un lugar improvisado.



Herramientas y equipo

1. ¿El modelo de la plantilla es el más adecuado?

Si, ya que el molde utilizado en este tipo de proceso tiene las especificaciones requeridas de modo que adecuado para fabricar los distintos tipos de bloques.

2. ¿Disminuirá la calidad si se empleara un herramental más barato?

No, en este caso la calidad se debe a la materia prima con la que se fabrica el bloque y no en lo herramental ya que todas las herramientas destinadas en este proceso sin importar su costo cumplirán con la misma función.

3. ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?

No, ya que dependiendo de la función que cumpla cada operario se le suministrará las herramientas necesarias.

4. ¿Cómo se reponen los materiales utilizados?

Estos se devuelven así como son entregados, (el operario las lleva al lugar donde las retira una vez iniciada la jornada) en las condiciones en las que fueron suministradas.

5. ¿Qué hay que hacer para terminar la operación y guardar las herramientas y accesorios?

Para terminar la operación se debe apagar la máquina y mezcladora y posteriormente se organizan o reúnen las herramientas para guardarlas en el depósito.

Condiciones de trabajo

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?



No, la iluminación depende del clima predominante ya que el lugar está expuesto al aire libre.

2. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?

No, debido a que el ruido es propio de la máquina empleada y es el único involucrado.

3. ¿Se puede proporcionar una silla?

Si, así los operarios pueden descansar en algún momento.

4. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?

No, el agua que está en el lugar es destinada principalmente para el proceso y el agua fresca (consumible) está en un termo ubicado cerca del área de producción.

5. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?

No, debido a que poseen un conocimiento vago con respecto a los riesgos que puedan tener.

6. ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?

No, ya que el proceso tiene baja probabilidad de accidente debido a que es un proceso sencillo.

7. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?

No, ya que los desperdicios se encuentran dentro de la fábrica dando una imagen de poca limpieza. El orden no es consecuente.

8. ¿Con cuánta minucia se limpia el lugar de trabajo?

No existe esmero con la limpieza del lugar de trabajo; esta se lleva a cabo semanalmente.



Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?

Si, aburrida porque la operación es continua y de forma repetitiva y monótona porque el proceso es realizado todos los días.

2. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?

El tiempo promedio de ciclo de la fabricación de una tabla (dos bloques) es de 3,982 min.

3. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?

No, ya que estos equipos no requieren de montaje previo porque es una pieza completa

4. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?

Si, ya que tiene la responsabilidad de verificar las operaciones que realiza para que no haya defecto en el producto (recuérdese que es un proceso dependiente)

5. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?

Si, ya que la máquina está dispuesta de esa manera, hace del trabajo de operario un proceso sencillo.

6. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?

Si, ya que el trabajo de por si es monótono lo que hace que el operario desee estar en actividades diferentes.

7. ¿Es posible y deseable el horario flexible?

No, debido a que la operación amerita estrictamente que se realice de día.



8. ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?

No, ya que el proceso depende tanto de los insumos así como de la presencia de los operarios y su desempeño; debido a que la máquina está dispuesta en todo momento.

9. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

Si recibe información sobre su rendimiento a través del patrono.

5.6.3 Enfoques Primarios

Propósito

El propósito de la **CONSTRUCTORA YACO** es principalmente fabricar un solo tipos de bloques de calidad para cumplir con las exigencias del mercado.

Diseño de la parte

El bloque presenta una forma de paralelepípedo, ya que de cualquier punto de vista o ángulo presenta forma rectangular. El diseño no es muy complejo es simple, aunque se puedan fabricar 1 modelos de bloques, 15x20x40 no se presentan ningún tipo de rediseños ya que para su capacidad los modelos son estándar debido a que coinciden en el mismo tamaño, espesor y forma y la empresa se adapta a los requerimientos del cliente para comercializar sus productos.



Tolerancias y Especificaciones

El margen entre la calidad lograda en la producción y la deseada se encuentra el rango de variación permisible o aceptable en la microempresa ya que el cliente exige unas especificaciones en cuanto al tamaño, lo cual permite adecuar el producto terminado respecto al diseño, además se mantiene cierto control y supervisión para poder mantener la especificación del mercado, sin descuidar la calidad del producto, empleando menos tiempo para su procedimiento y ahorrando al máximo el costo por unidad producida.

Materiales

En este proceso se utiliza principalmente cemento, arena y agua así como otros elementos que facilitan la elaboración del producto.

Manejo de materiales

El proceso de elaboración de bloques se caracteriza por ser manual, por tanto los cambios que se pueden presentar en el no son muchos, básicamente la fabricación de bloques se lleva a cabo cuando se mezcla en la máquina mezcladora la materia prima agua arena y cemento y luego dicha mezcla se traslada a la máquina de hacer bloques para obtener el producto final. Para obtener una mayor eficiencia en el proceso, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Es conveniente evaluar la posibilidad de mecanizar el proceso inyectando un pequeño capital que implicaría mejoras en el proceso.
- Realizar una reorganización de los equipos y el espacio físico disponible, a fin de obtener una mayor comodidad al momento de iniciarse el



proceso y durante toda su ejecución lo cual disminuiría en cierta forma los accidentes que puedan ocurrir.

Estudiar la alternativa de mecanizar el trabajo manual pesado en el área de almacenamiento y mezclado.

En el sector donde ocurre el flujo del material hay que considerar las distancias recorridas por el cemento y la arena.

Distribución de planta y equipo

Se debería realizar una redistribución del área de producción a fin de obtener una mayor comodidad al momento de realizar los traslados, también debería definirse el área de despacho ya que este es común para los productos terminados, para evitar posibles a la hora de hacer un pedido.

Condiciones de trabajo

En este aspecto se toman en cuenta que:

- La iluminación es de tipo natural ya que se encuentra en un lugar al aire libre (intemperie) cabe destacar que el proceso se realiza en una jornada diurna y allí el aprovechamiento de la luz solar para el desempeño del trabajador.
- De acuerdo a las condiciones climáticas se adaptará la temperatura.
- El ruido es significativo debido a que la naturaleza de la máquina es así, entiéndase que no se puede evitar, hay que destacar que esto no es un sistema aislado, pero las consideraciones son dentro del lugar.



- La ventilación, depende de las variaciones climáticas que se presenten en cada día.

- El polvo está presente en todo momento debido a que la textura de la materia prima es granular y también porque de que el suelo es de tierra.

- Se evidenció un desorden en cuanto a la disposición general de la microempresa, lo cual puede corregirse elaborando un buen programa de conservación y cuidado en la industria lo cual disminuiría los peligros o accidentes laborales llevando a mejorar el ánimo personal y por consiguiente el espíritu emprendedor del trabajador.

Preparación y Herramental

No hay actividades previas de preparación porque el equipo para estar dispuesto a funcionar sólo requiere del encendido (no es necesario calentamiento) y la metodología es la misma, respecto al herramental son adecuadas para las labores a realizar, son de tipo manual y de manejo sencillo.

Análisis de Proceso

El proceso no es 100% eficiente debido a que existen factores que alteran a las actividades realizadas, tales como: el incumplimiento de los horarios de trabajo, ausencia de los insumos (electricidad, materia prima), condiciones climáticas (lluvias), la calidad del producto es buena.



CAPÍTULO VI

SITUACIÓN PROPUESTA

6.1 Descripción Del Proceso Para CONSTRUCTORA YACO

En la **CONSTRUCTORA YACO C.A** es una empresa que se dedica a la fabricación de bloques de 15 cm mediante el siguiente procedimiento: El proceso comienza realizando buscando el cemento en el almacén ubicado al lado del taller colocándolo en la carretilla distancia de 5 m. lo vacía en un acopio de cemento. Por otra parte el operario 2 inspecciona la mezcladora, una vez verificada realiza el encendido dejándose encendida durante 1 minuto, se verifica el funcionamiento, se vierte 25 paladas de arena de mina y 7 de arena lavada, se añade el cemento en la maquina mezcladora la cantidad de $\frac{1}{2}$ saco de cemento, trasladándose a buscar el agua a una distancia de 0.5 m y se añade a la maquina la cantidad de 3,78litros, el mezclado de los elemento tiene una demora de 2 minutos el operario verifica la mezcla (homogénea), para luego descargarla; el operario verifica la fabricadora automática de bloques (2 unidades), enciende la misma y luego coloca la tarima de madera sobre el mesón de la maquina, el operario (1) vierte tres palada en el recipiente de la maquina, el operario coloca la mezcla en el molde de fabricación, operario (2) accionando la maquina teniendo una tiempo de duración de 30 segundo, el operario 3 verifica el producto trasládalo al carretones a una distancia de 1,5m repitiéndose esta actividad diez veces hasta llenar el carretón para luego trasladarlo al patio del almacenamiento ubicado a 15 m del taller de fabricación.

6.2 Diagrama De Proceso CONSTRUCTORA YACO

Diagrama: De Proceso.

Nombre del proceso: Fabricación de Bloques

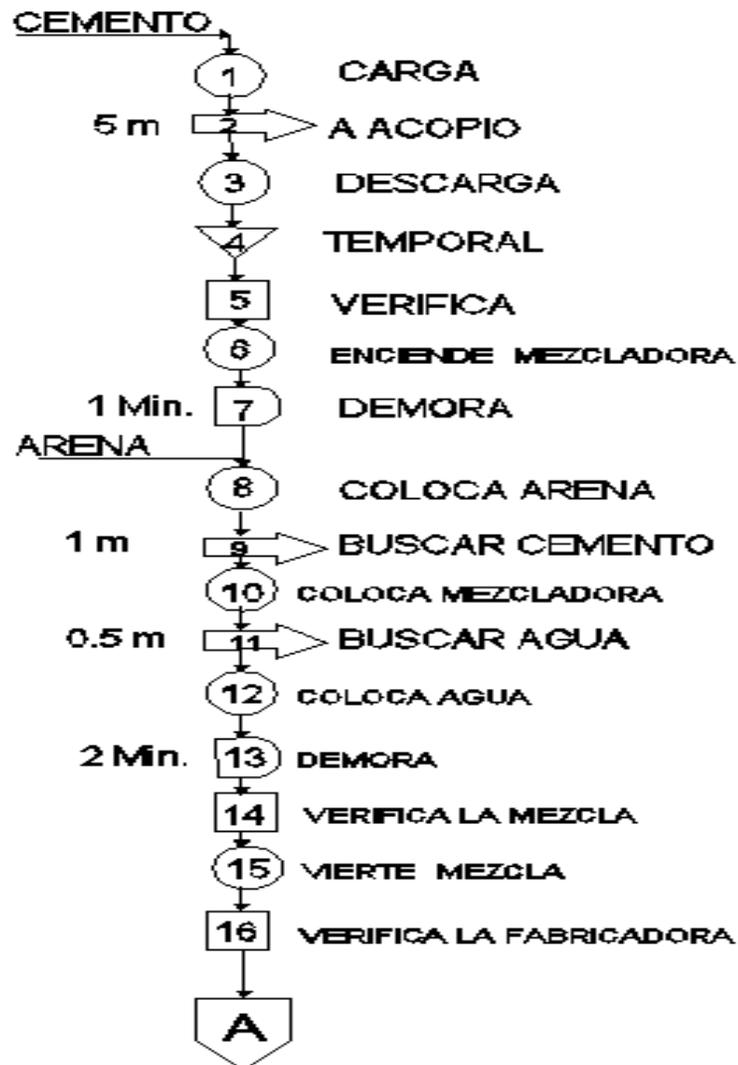
Inicio: trasladando el cemento al taller

Fin: traslado al patio de Almacenamiento

Fecha: 31 de Enero 2013

Método: Propuesto

Seguimiento: Operario



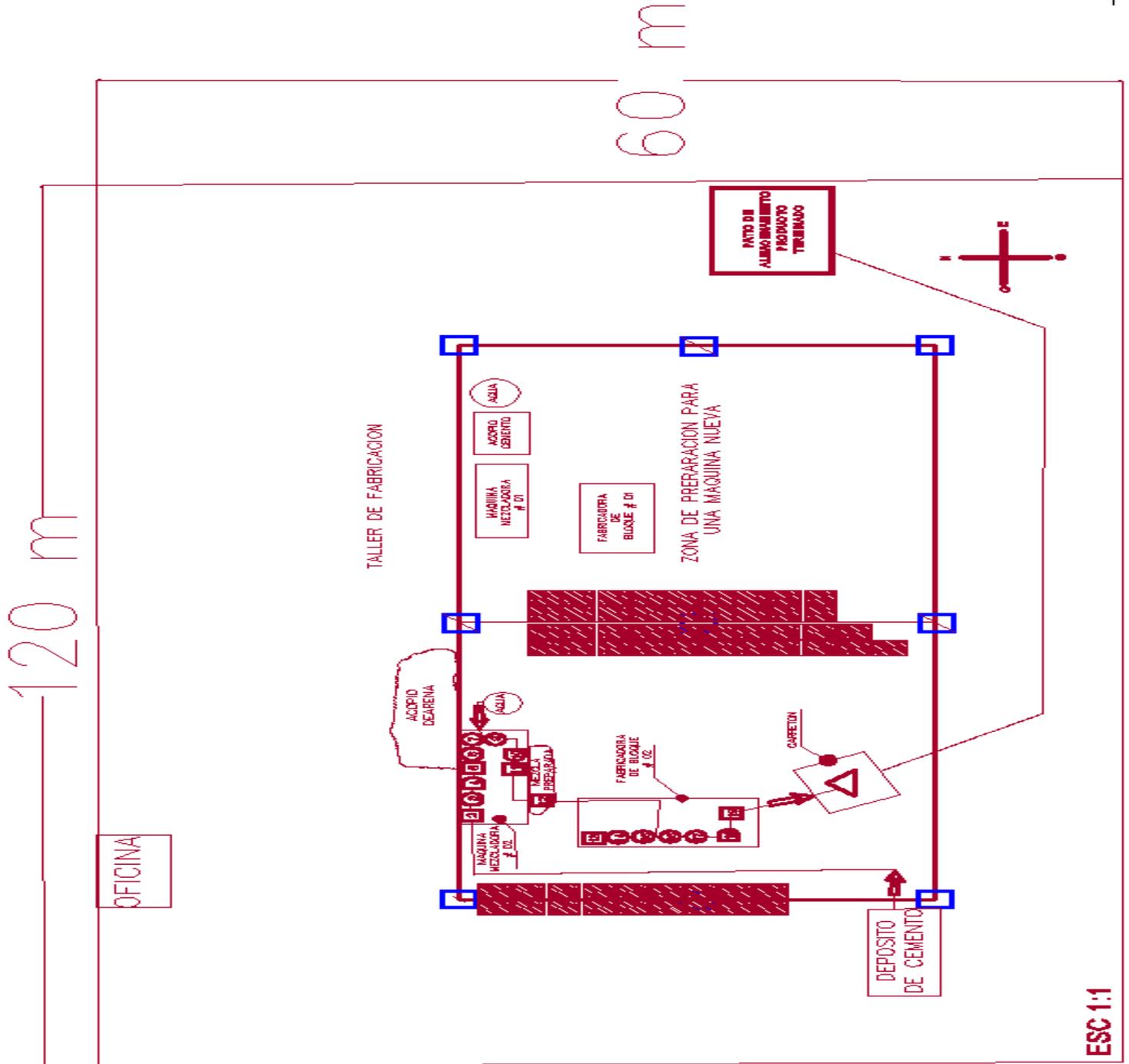


Resumen:

-  ----- 31
-  ----- 4 (21.5 m)
-  ----- 13
-  ----- 3 (4.5 min)

Total: 21 (21.5 m / 4.5 min)

6.3 Diagrama De Flujo O Recorrido





6.4 Análisis Del Método Propuesto Para La Elaboración De Bloques

Una vez realizado el análisis operacional a través de la técnica del interrogatorio, preguntas de la OIT y enfoques primarios, el proceso de elaboración de bloques presenta varios problemas en el área de producción, entre estos problemas tenemos los excesivos traslados realizados al momento de preparar la mezcla, el almacenamiento de materia prima y el almacenamiento del producto terminado.

Como la mayoría de las operaciones son manuales se propone estudiar la posibilidad de sustituir el proceso manual por uno mecanizado, para lo cual se debe hacer un estudio técnico – económico que permita a la empresa conocer si se encuentra en condiciones de adquirir los equipos necesarios.

Con este proceso se plantea mejorar la metodología existente utilizada por la **CONSTRUCTORA YACO** para la fabricación de bloques, con ello se optimiza el proceso de manera tal que sea más productivo mediante la eliminación de los traslados innecesarios así como también de algunas operaciones, todo esto a través del implemento de algunas modificaciones como la reubicación de los lugares donde se almacena la materia prima, aprovechando la disponibilidad del local y de los recursos con lo que se cuenta.

El proceso propuesto tiene la finalidad de disminuir las distancias recorridas a través de la redistribución del lugar *.Distribución de planta (propuesta)* al momento de ubicar la materia prima para elaborar los bloques se sugiere formar un almacén de materia prima que esté más cerca de la zona donde se realiza el bloque disminuyendo así el recorrido del operario y evitando que se fatigue de esta manera se simplifica al máximo el trabajo del



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



operador y a su vez mejorar su rendimiento en el desempeño de las actividades correspondientes y de esta forma el proceso sea lo más productivo posible.



CAPÍTULO VII

ESTUDIO DE TIEMPOS

El proceso para la fabricación de bloques está constituido, entre otras, por las siguientes actividades (las escogidas para realizar nuestro estudio, las cuales involucra desde el mezclado hasta la obtención del bloque y su disposición a la venta):

- Mezclado.
- Prensado.
- Traslado.

El *Mezclado* es el paso principal para la realización del proceso de fabricación de bloques, la cual consiste en la introducción de la arena, cemento y agua para su posterior mezclado y cuyo resultado será utilizado en el *Prensado* para obtener el producto, en ésta fase la mezcla es introducida en un “recipiente 1” posteriormente se coloca en el molde denominado “recipiente 2” para proceder a prensar la misma y así obtener el bloque. Finalmente los bloques son tomados y colocados en la carretilla para su respectivo *Traslado* descargándolos en la zona de almacenamiento.

Por efectos de estudio estas actividades están denominadas como elementos, los cuales se desglosan de la siguiente manera:

Elemento 1 (Mezclado):

- Vaciar la arena.
- Vaciar (introducir) cemento.
- Agregar agua.
- Maquinado (mezcla de los insumos anteriores).

(Ver Apéndice I. Elemento 1 (mezclado) del proceso de fabricación de bloques, cuya secuencia se presenta en orden numeral)



Elemento 2 (Prensado):

- Agregar mezcla en recipiente 1.
- Agregar mezcla en recipiente 2 (molde).
- Prensado (proceso para la obtención del bloque).

(Ver Apéndice J. Elemento 2 (prensado) del proceso de fabricación de bloques, cuya secuencia se presenta en orden numeral)

Elemento 3 (Traslado):

- Colocación de las tablas en carretilla (una tabla contiene dos bloques).
- Traslado.**
- Colocación de las tablas en la zona de almacenamiento.

(Ver Apéndice K. Elemento 3 (traslado) del proceso de fabricación de bloques)

Cada uno de los elementos y/o actividades fueron estudiadas de manera individual ya que el proceso así lo permitió, de ésta forma, por simplicidad, el método escogido para realizar éste análisis fue el *Método De Observación Vuelta Cero*, para ellos se tomaron una muestra de diez (10) medidas cuyos resultados se muestran en la **TABLA DE REGISTRO DE DATOS**

A continuación se presenta la Tabla De Estudio De Tiempos: Ciclo Breve, cuyos datos son los empleados para el tratamiento estadístico y resume los tiempos presentados en la *tabla de registro de datos. Ver Tabla 06*

Departamento: Producción		Sección:		Estudio Nº: 03									
Operación: Fabricación de Bloques		Estudio de Método Nº: 03		Hoja Nº: 1/1									
Instalación: Taller		Máquina: Mezcladora y Prensadora		Termino: Bloques en almacén									
Herramientas y calibradores: Palas, carretillas, tablillas etc.		Comienzo: agregar insumos en Mezcladoras											
Producto/ Pieza: Bloques		Tiempo Transo: 157.92											
Plano Nº: 01		Material: Cemento , arena y aguas		Operario: Alexis H.				Fecha: 02-03-13					
Calidad: Buena		Condiciones trabajo: Aceptable		Observado por: Jenny Martínez									
Nota: Dibuje plano taller al dorso		Comprobado											
ELEMENTO		Tiempo observado (ciclos)										ΣT	\bar{T} (s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
E-1	T	122.5	119.9	124.3	122.2	122.5	122.7	123.3	120.8	122.2	124.9	1,225.3	122.53
	L	122.5	119.9	124.3	122.2	122.5	122.7	123.3	120.8	122.2	124.9		
E-2	T	7.6	7.8	7.1	7.2	8.0	7.5	7.6	7.6	7.8	7.5	75.7	7.57
	L	130.1	127.7	131.4	129.4	130.5	130.2	130.9	128.4	130.0	132.4		
E-3	T	28.0	27.1	28.2	26.4	27.3	27.8	29.8	27.8	29.4	27.4	279.2	27.92
	L	158.1	154.8	159.6	155.8	157.8	158.0	160.7	156.2	159.4	159.8		
Tiempo Total		158.1	154.8	159.6	155.8	157.8	158.0	160.7	156.2	159.4	159.8	1,580.2	158.02

Tabla 06 (Tabla De Estudio De Tiempos proceso de fabricación de Bloques)

T.P.S₁ =122.53 Seg.

T.P.S₂ = 7.57 Seg.

T.P.S₃ = 27.92 Seg.

Plano de Taller

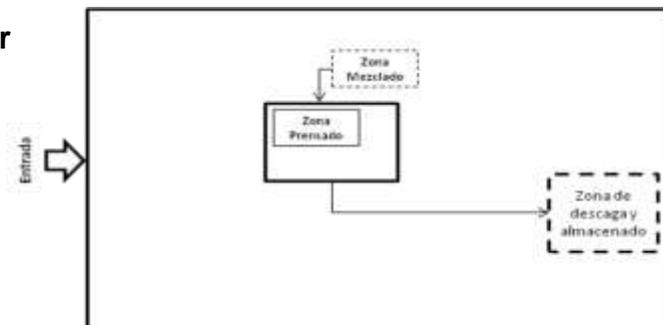


Figura 12 Plano de taller

6.1 Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de fabricación de bloques se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

Paso # 1 (Calcular el Tiempo promedio seleccionado T.P.S)

$$T.P.S = \frac{\sum_{i=1}^n T_n}{n} \Rightarrow T.P.S = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_n}{10}$$

$$T.P.S = \frac{158,1 + 154,8 + 159,6 + 155,8 + 157,8 + 158,0 + 160,7 + 156,2 + 159,4 + 159,8}{10}$$

T.P.S= 158.02 Seg.

Paso #2 (calcular la desviación estándar S)

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). La tabla siguiente muestra los valores tomados para ejecutar el procedimiento.

Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo Total T	158.1	154.8	159.6	155.8	157.8	158.0	160.7	156.2	159.4	159.8

Tabla 07 tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}} \Rightarrow S = \sqrt{\frac{249727.029 - \frac{249698.72}{10}}{9}} \Rightarrow S = \sqrt{3.70}$$

$$S = 1.92 \text{ Seg.}$$

Paso #3 (Definir el coeficiente de confianza c)

El coeficiente de confianza seleccionado para la muestra en estudio corresponde al 95%, es decir:

$$C = 0.95$$

Paso #4 (Determinar el Tc)

Para fijar el estadístico "Tc" se procede a calcular el nivel de significación (α) y el grado de libertad (ν) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T De Student (ver Apéndice L) para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \Rightarrow \alpha = 1 - c \Rightarrow \alpha = 1 - 0.95 \Rightarrow \alpha = 0.05$$

$$\nu = n - 1 \Rightarrow \nu = 10 - 1 \Rightarrow \nu = 9$$

$$T_C = T_{(c,\nu)} = T_{(c,n-1)} \Rightarrow T_C = 2,262$$

Paso #5 (Definir el intervalo de confianza I)

$$I = LC = \bar{X} \pm \frac{T_c \times S}{\sqrt{n}} \Rightarrow I = 158.02 \pm \frac{2,262 \times 1.92}{\sqrt{10}}$$

$I = 159.39$ Se elige este valor por ser el mayor de los intervalos

$I = 156.54$

Paso #6 (Determinar el intervalo de la muestra I_m)

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}} \Rightarrow I_m = \frac{2 \times 2,262 \times 1,92}{\sqrt{10}} \Rightarrow I_m = 3,08 \text{ Seg.}$$

Paso #7 (Criterio de decisión)

$$\left\{ \begin{array}{l} I \leq I_m \text{ Se acepta} \\ I_m \geq I \text{ Se rechaza} \end{array} \right.$$

$3,08 \text{ Seg.} \leq 159,395 \text{ seg.} \therefore \text{Se acepta.}$

6.2 Cálculo del Tiempo Estándar (TE)

Paso #1 (Calcular la calificación de Velocidad C_v)

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

- Habilidad: este factor se encuentra en un nivel elevado debido a que los operarios poseen una trayectoria considerable en el campo, en

consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.

- Esfuerzo: hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.
- Condiciones: considerando el tipo de proceso que se está elaborando se debe indicar que aunque no son las más adecuadas tan poco son lo más deplorable, hay que destacar que estas condiciones están sujetas a las condiciones ambientales.
- Consistencia: el operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es regular, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla que presenta la clase, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse (*ver Apéndice M*), la cual nos permitió determinar el factor de calificación para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

FACTOR	CLASE	CATEGORIA	%
Habilidad	Excelente	B2	+0.08
Esfuerzo	Excelente	B2	+0.08
Condiciones	Aceptable	E	-0.03
Consistencia	Buenas	C	+0.01
Factor de Calificación (c) =			0.14

Tabla 08 tabla del Sistema Westinghouse Proceso de Fabricación de Bloques



$$Cv = 1 \pm c \Rightarrow Cv = 1 \pm 0,14 \Rightarrow Cv = 1,14$$

La calificación de Velocidad (Cv) significa que como promedio el operario trabaja un 14% de eficiencia por encima del promedio.

Paso #2 (Calcular el Tiempo Normal)

$$TN = T.P.S \times Cv \Rightarrow TN = 158,02 \times 1,14$$

$$\Rightarrow TN = 180,142Seg \cong 3,0023 \text{ min.}$$

Nota: El T.P.S fue calculado en el paso #1 para la determinación de la muestra.

Paso #3 (Cálculo de la Jornada de Trabajo JT)

El horario de trabajo de CONSTRUCTORA YACO C.A es de 7:00am a 12:00m y 1:00pm a 4:00pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 7 horas/día = 420 min/día o 25200 seg discontinuas.

Paso #4 (Cálculo de tolerancias por fatiga y necesidades personales)

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga (ver Apéndice N) cuyo resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver Apéndice O) y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida. Definiciones operacionales de los factores de fatiga):



A. Condiciones de trabajo

- ✓ Temperatura: el lugar donde se está realizando el estudio está a la intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con aproximadamente $35 \leq T \leq 41,5$ (Los niveles de temperatura están por debajo de los mencionados pero son utilizados por efectos de estudio).
- ✓ Condiciones Ambientales: por la naturaleza del trabajo el medio se presenta con polvo ya que se trabaja con arena y cemento.
- ✓ Humedad: el ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- ✓ Nivel de ruido: se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos intermitentes o ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de bloques; entre estos se encuentra la máquina de prensado.
- ✓ Iluminación: el ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; *recuérdese que el lugar está al aire libre.*

B. Repetitividad

- ✓ Duración del trabajo: la operación puede completarse en 15 min. O menos ya que la duración del proceso de fabricación de bloques es relativamente corto.
- ✓ Repetición del ciclo: el ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 10 veces al día.

- ✓ Esfuerzo físico: el proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos entre 2,5 Kg. y 12,5 Kg.
- ✓ Esfuerzo mental o visual: se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

C. Posición De Trabajo

- ✓ Parado, moviéndose, altura de trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado y el caminado, se le permite al trabajador que se siente sólo en pausas programadas se realiza movimientos continuos.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla:

Factor	Grado	Puntos
Temperatura	3	15
Condiciones Ambientales	4	30
Humedad	2	10
Nivel de Ruido	2	10
Iluminación	2	10
Duración de Trabajo	2	40
Repetición de Ciclo	3	60
Esfuerzo Físico	1	20
Esfuerzo Mental o Visual	3	30
Posición de Trabajo	2	20
Total de puntos		245

Tabla 09 factores de fatiga



Con los 245 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 7 horas/día (420 min.) tenemos un porcentaje de concesión por fatiga de 14% (0,14); con estos datos obtenemos la fatiga mediante la fórmula:

$$Fatiga = \frac{\%concesiones \times JT}{1 + \%concesiones} \Rightarrow Fatiga = \frac{0,14 \times 420}{1 + 0,14}$$

$$Fatiga = 51,5789 \text{ min} \cong 3094,736 \text{ Seg}$$

También el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, tenemos una clase C4 y un rango entre 241 y 247, con esto valores interceptamos la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 7 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (245 puntos), dando un valor a la fatiga igualmente de 51,57 min. (Ver Apéndice P. Tabla de Concesiones por fatiga).

Paso #5 (Determinación de tolerancias fijas)

- ✓ Almuerzo: 60 min; está pautado de 12m a 1:00pm, esto no se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo discontinua.
- ✓ Desayuno: 15 min; generalmente cada operario toma este tiempo una vez que lo cree conveniente, no hay una hora establecida es concedido por la empresa.
- ✓ Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI): 10 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- ✓ Tiempo de preparación al final (TPF): 10 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo,



guardando todos los materiales en sus puestos y llevándolos al almacén.

- ✓ Necesidades personales: 25 min (1500 seg), acotando que este valor es la suma de todos los tiempos empleados por el operario durante la jornada de trabajo aproximadamente

Paso #6 (Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET)

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = JT - \text{desayuno} + TPI + TPF$$

$$JET = 420 - 15 + 10 + 10$$

$$JET = 385 \text{ min} \cong 23100 \text{ seg}$$

Paso #7 (Normalización de tolerancias)

Para normalizar las tolerancias debemos tomar en cuenta los 51,57 minutos de tolerancias por fatiga, los 25 minutos o 1500seg por necesidades personales, estas son las tolerancias variables.

$$JET - (\text{Fatiga} + NP) \rightarrow \text{Fatiga} + NP$$

$$TN \quad \rightarrow \quad x$$

$$x = \frac{TN \times \text{Fatiga} + NP}{JET - \text{Fatiga} + NP} \Rightarrow x = \frac{3,0025 \times 51,57 + 25}{385 - 51,57 + 25}$$



$$x = 0,5049 \text{ min} \cong 30,298 \text{ seg}$$

Paso #8 (Determinación del tiempo estándar TE)

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias} \Rightarrow TE = (180,142 + 30,298)$$

$$TE = 3,507 \text{ min} \cong 210,44 \text{ Seg}$$

6.3 Análisis De Los Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos son considerados “aceptables” ya que están dentro de los parámetros establecidos y seleccionados para el estudio, cabe destacar **que No Existe Un Registro De Datos Históricos** así como que en la empresa **Los Tiempos De Las Actividades No Están Estandarizadas.**

Los datos fueron recaudados por medio de la observación directa, de este modo se identificó el tiempo requerido del operario al llevar a cabo el proceso.

CONCLUSIONES

De las observaciones y análisis se obtuvo la siguiente conclusión con respecto al estudio de métodos:

1. El sitio donde se guarda el cemento no es el más conveniente debido a que se encuentra muy lejos de la mezcladora y además crea cierta incomodidad en dicho espacio.
2. No existen normas que comprometan a los operarios con sus funciones en el proceso de producción y con el horario de trabajo.
3. Los objetivos de la microempresa **CONSTRUCTORA YACO** se están cumpliendo, pero no es su totalidad, debido a que su capacidad de producción no es suficiente para la demanda que se presentan en sus productos.
4. Se evidenciaron excesivos traslados durante todo el proceso, a lo largo y ancho del área de trabajo.
5. Se determinó el nivel tecnológico que presenta la microempresa **CONSTRUCTORA YACO** no cuenta con un método de control y automatización más actuales ya que casi todo el proceso es manual.
6. Se evidenció la existencia de un excesivo desorden en cuanto a la disposición general de la **CONSTRUCTORA YACO**

7. La distribución de la planta en la actualidad no es la más adecuada debido a que origina retraso en las operaciones y se realizan traslados innecesarios.
8. Se observó que los operarios no utilizan implementos de seguridad tales como mascarillas, tapa oídos, guantes, entre otros, en donde el ruido, el polvo y toda clase de olores le causan fatiga la cual aminora la eficiencia física del trabajador.
9. Se determinó que las condiciones ambientales en las que se desenvuelven los trabajadores no son las más favorables, ya que éstas condiciones están sujetas a las condiciones meteorológicas debido a que el proceso se realiza en un sitio abierto, de este modo la ejecución de la tarea se hace un poco tediosa, lo que implica un retraso en la ejecución del proceso.
10. La elaboración del proceso requiere de tolerancias y/o especificaciones para cumplir con las exigencias de calidad solicitados por el cliente; que podrían considerarse en un rango aceptable de exigencia. Además la poca supervisión a lo largo del proceso incide en el mismo desfavorablemente, logrando poca efectividad en la realización de las actividades y en sus tiempos de ejecución; causando a la empresa pérdidas monetarias.

RECOMENDACIONES

1. Construir un depósito para almacenar el cemento con la finalidad de resguardarlo en un lugar seguro y cercano al sitio donde se lleva a cabo la realización de los bloques.
2. Realizar la contratación de dos (1) operarios adicionales para disminuir las tareas correspondientes a los operarios actuales con la finalidad de reducir fatigas ocasionadas por exceso de trabajo.
3. Crear otras vías de traslados que permitan reducir al máximo las distancias a que el operario debe trasladarse a la oficina donde se encuentra el material para luego dirigirse al lugar donde se encuentran los bloques.
4. Ajustar normas de trabajo con la finalidad de aumentar la responsabilidad del operario en cuanto los horarios de trabajo.
5. Realizar un estudio en el cual se considere las dimensiones del local con vías a lograr una ampliación de la zona donde se realiza el proceso, ya que en ella se presentan excesivos traslados de ida y vuelta y el proceso es muy reducido, para que de esta forma se pueda evitar los constantes tropiezos entre los operarios.

6. Debe tomarse en cuenta la elaboración de depósitos adecuados para los materiales, con una ubicación conveniente es decir, cercanos al lugar donde se lleva a cabo el proceso.
7. Es importante considerar la auto inspección del operario para lograra así una mejor identificación de éste con el trabajo que realiza.
8. Debe realizarse una reorganización del lugar de trabajo (planta) para disminuir las distancias que el operario debe recorrer en busca de materiales, almacenamiento del producto terminado, descarga de materiales, entre otros, para de esta forma reducir la fatiga.
9. Es recomendable, implementar inspecciones continuas en el lugar de trabajo para evitar momentos de ocio del operario y para verificar el estado del producto que se realiza.
10. Hacer más cómoda la jornada de trabajo para los trabajadores; como la colocación de filtros o sumideros de agua potable en el área de trabajo.
11. Que los trabajadores disponga accesorios de seguridad como las mascarillas ya que ésta los protegerá de la cantidad de polvo que se presenta en el área de producción cuando se maneje el cemento y la arena.



12. Debe tomarse en cuenta la elaboración de un comedor y casilleros para ropa y cosas personales.
13. Mantener el tiempo de realización del proceso de acuerdo a los estándares establecidos, evitando de esta forma las demoras innecesarias.
14. Verificar si se está realizando bien el trabajo en el tiempo que se establece, de esta manera evitar los diferentes retrasos que pueden surgir.
15. Evitar las interrupciones que ocasionalmente ocurre cuando el operario realiza su actividad, lo que indica un retraso y pérdida de tiempo en el proceso.
16. Incentivar a los operarios con políticas de pagos y bonificaciones por el volumen de producción alcanzado al día, para así motivarlos a participar en la productividad de la empresa y mejorar su eficiencia.



BIBLIOGRAFÍA

Benjamín, N. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos (3 ra. Ed.). Ediciones Alfaomega: México, 1990.

Hodson, W. Manual de Ingeniero Industrial (4ta. Ed.). Mc Graw – Hill: México, 1998.

Manual: elaboración de bloques de concreto utilizando vibrobloquera austera de tarimas

Narváez Rosa (1997) **Orientaciones Prácticas Para La Elaboración De Informes De Investigación**. Editado por: La Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”: Segunda Edición.

Rojas, R. Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación (2da. ed.). Ediciones UNEXPO: Venezuela, 1997.

Tamayo, M y Tamayo. Diccionario de la investigación científica (2 da. Ed.)
Limusa: México, 1988



U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



Apéndice

Apéndice (A) área de Almacenamiento Producción



Apéndice (B) Área de



Apéndice (c) Operador de la Maquina Prensadora



Apéndice (D) Oficina y Almacén de Herramientas y Cemento



Apéndice (E) Carretilla Empleada en el Proceso



Apéndice (F) Área para la fabricación de bloques



Apéndice (G) Tanque de almacén de agua a emplear en el proceso



Apéndice (H) Ubicación de los materiales



Apéndice (I) Elemento 01 (mezclado)



I.1 Vaciar arena



I.2 Vaciar cemento



I.3 Maquinando (mezclando los materiales)

Anexo (J) Elemento 02 (prensado)



J.1 Agregar mezcla recipiente (01)



J.2 Agregar mezcla recipiente 02 (molde)



J.2 Prensado (proceso obtención del bloque)

Apéndice (K) Elemento (03) Traslado



K.1 Toma de la maquina



K.2 coloca tablillas en carretilla



K.3 Traslado

Apéndice L. TABLA T DE STUDENT

GRADO DE LIBERTAD	TC 0,9 K 0,1	0,95 0,005	0,98 0,02	0,99 0,01
1	6,314	12,706	31,821	63,657
2	2,92	4,403	6,965	9,925
3	2,353	3,182	4,541	5,841
4	2,132	2,776	3,747	4,604
5	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,86	2,306	2,896	3,355
9	1,833	2,262	2,821	3,25
10	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,771	2,16	2,65	3,012
14	1,761	2,145	2,624	2,967
15	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,746	2,12	2,583	2,921
17	1,74	2,11	2,567	2,898
18	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,721	2,08	2,518	2,831
22	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,714	2,069	2,5	2,807
24	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,708	2,06	2,485	2,787
26	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,699	2,045	2,462	2,756
30	1,697	2,042	2,457	2,75
40	1,684	2,021	2,423	2,704
60	1,671	2	2,39	2,66
120	1,658	1,98	2,358	2,617
Dist.	Normal	1,645	1,96	2,326

Apéndice M. SISTEMA WESTINGHOUSE

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Apéndice N. DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

A)- CONDICIONES DE TRABAJO

<p>1. TEMPERATURA</p>	<p>GRADO 1 (5 PUNTOS) Climatización bajo control eléctrico o mecánico $20\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>GRADO 2 (10 PUNTOS) Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores $24\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos $26,5\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>GRADO 3 (15 PUNTOS) Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores $26,5\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28\text{ }^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos o con circulación de aire $32\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34,5\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>GRADO 4 (40 PUNTOS) a) Ambientes sin circulación de aire $\text{Temperatura} \geq 32\text{ }^{\circ}\text{C}$. b) Ambientes con circulación normal de aire $35\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41,5\text{ }^{\circ}\text{C}$</p>
<p>2. CONDICIONES AMBIENTALES</p>	<p>GRADO 1 (5 PUNTOS) a.) Operaciones normales en exteriores. b.) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores</p> <p>GRADO 2 (10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.</p> <p>GRADO 3 (20 PUNTOS) Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada.</p> <p>GRADO 4 (30 PUNTOS) Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.</p>

3. HUMEDAD	<p>GRADO 1 (5 PUNTOS) Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21°C a 24°C</p> <p>GRADO 2 (10 PUNTOS) Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.</p> <p>GRADO 3 (15 PUNTOS) Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%</p> <p>GRADO 4 (20 PUNTOS) Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.</p>
-------------------	--

4. NIVEL DE RUIDO	<p>GRADO 1 (5 PUNTOS) Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.</p> <p>GRADO 2 (10 PUNTOS) a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.</p> <p>GRADO 3 (20 PUNTOS) a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.</p> <p>GRADO 4 (30 PUNTOS) Ruidos de alta frecuencia u oras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.</p>
--------------------------	--

5. ILUMINACIÓN	<p>GRADO 1 (5 PUNTOS) Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.</p> <p>GRADO 2 (10 PUNTOS) Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.</p> <p>GRADO 3 (15 PUNTOS) a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux.</p> <p>GRADO 4 (20 PUNTOS) Trabajos a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.</p>
-----------------------	--

B.- REPETITIVIDAD

1. DURACIÓN DEL TRABAJO	<p>GRADO 1 (20 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en un minuto o menos.</p> <p>GRADO 2 (40 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en 15 minutos o menos.</p> <p>GRADO 3 (60 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en una hora o menos.</p> <p>GRADO 4 (80 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en más de una hora</p>
--------------------------------	--

<p>2. REPETICIÓN DEL CICLO</p>	<p>GRADO 1 (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su padrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las sub operaciones no son necesariamente de realización diaria.</p> <p>GRADO 2 (40 PUNTOS) Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.</p> <p>GRADO 3 (60 PUNTOS) Operaciones donde la terminación periódica esta programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.</p> <p>GRADO 4 (80 PUNTOS) a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la maquina con alta monotonía o tedio del operador.</p>
<p>3. ESFUERZO FISICO</p>	<p>GRADO 1 (20 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30Kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12,5Kg y 30Kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2,5Kg y 12,5 Kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2,5 Kg.</p> <p>GRADO 2 (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% y el 40% del tiempo por encima de 30Kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12,5Kg y 30Kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2,5 Kg. y 12,5Kg.</p> <p>GRADO 3 (60 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos superiores a 30Kg. b) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12,5 Kg. y 30Kg.</p> <p>GRADO 4 (80 PUNTOS) Esfuerzo manual aplicad</p>

<p>4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL</p>	<p>GRADO 1 (10 PUNTOS) Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del operador es requerida a intervalos muy largos.</p> <p>GRADO 2 (20 PUNTOS) Atención mental y visual frecuente donde el trabajador es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la maquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.</p> <p>GRADO 3 (30 PUNTOS) Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.</p> <p>GRADO 4 (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites de estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.</p>
---	---

C.- POSICIÓN DE TRABAJO

<p>4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL</p>	<p>GRADO 1 (10 PUNTOS) Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.</p> <p>GRADO 2 (20 PUNTOS) a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.</p> <p>GRADO 3 (30 PUNTOS) Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empinarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.</p> <p>GRADO 4 (40 PUNTOS) Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.</p>
---	--



Apéndice O. HOJA DE CONCESIONES

FECHA: <input type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA	HOJA DE CONCESIONES		NUMERO: 1	II - 001
			VIGENCIA:	
CODIGO DE CARGO	CONCESIONES:	FECHA: 02-03-13		
AREA: PRODUCCIÓN	GERENCIA O DIVICIÓN	PREPARADO POR : JENNY MARTINEZ.		
PROYECTO :1	DPTO. O SECCIÓN	REVISADO POR:		
PROCESO: FABRICACIÓN DE BLOQUES	TITULO DEL CARGO	APROBADO POR:		
PUNTOS POR GRADOS DE FACTORES				
FACTORES DE FATIGA	1er	2do	3er	4to
1. TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2. CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>
3. HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4. NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5. LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
REPETITIVIDAD				
6. DURACION DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7. REPETICION DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8. DEMANDA FÍSICA	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9. DEMANDA VISUAL O MENTAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
POSICIÓN				
10. DE PIE MOVIENDOSE, SENTADO -ALTURA	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL DE PUNTOS	245	_____		
CONCESION POR FATIGA (MINUTOS)	25	_____		
OTRAS CONCESIONES- (MINUTOS)		_____		
TIEMPO PERSONAL	25	_____		
DEMORAS INEVITABLES	120	_____		
TOTAL CONCESIONES	170	_____		
CARGAS DE TRABJO ESTANDAR:				
NOTA:SEÑALES CON UNA X LA PUNTACION CORRESPONDIENTE				

Apéndice P. TABLA DE CONCESIONES POR FATIGA.

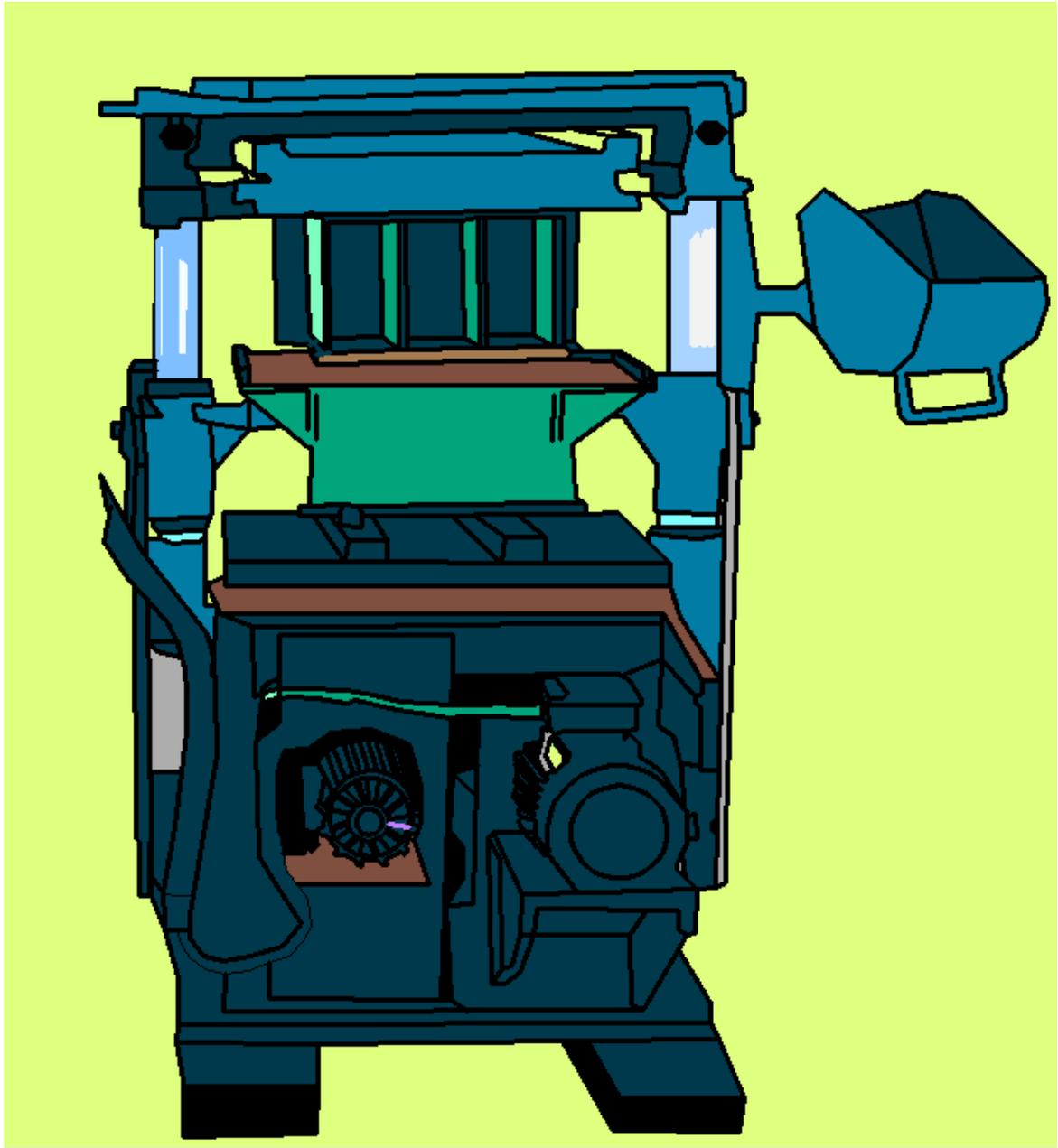
CLASE	LIMITE DE CLASE		CONDICIÓN (%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
				510	480	450	420
	Inferior	Superior		MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	106	102	96	89
F3	339	3458	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	116	108	101	94
F5	350	y mas	30	118	11	104	97

Apéndice R. TABLA DE REGISTRO DE DATOS

ELEMENTO	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-1	Vaciar arena	38,4	37,5	39,3	38,7	39,1	38,8	39,5	38,3	39,1	39,3
	Vaciar cemento	4,5	5,1	5,6	5,5	5,7	5,5	4,9	5,4	5,4	5,8
	Vaciar agua	8,4	6,3	8,2	7,9	7,5	7,7	7,7	7,9	7,6	7,7
	Mezclar	71,2	71	71,3	70,1	70,2	70,7	71,2	69,2	70,1	72,1
Total	Mezclado	122,5	119,9	124,4	122,2	122,5	122,7	123,3	120,8	122,2	124,9
E-2	Mezclar en resipiente	3,6	3,7	2,9	2,9	3,7	3,7	3,7	3,8	3,3	3,1
	Mezclar en la prensa	1,9	2,2	2,1	2,2	2,3	1,9	1,9	1,9	2,3	2,1
	Prensar	2,1	1,9	2,1	2,1	2	1,9	2	1,9	2,2	2,3
Total	Prensado	7,6	7,8	7,1	7,2	8	7,5	7,6	7,6	7,8	7,5
E-3	Tabla en carretilla	3,1	2,9	3,1	2,7	3,1	3,2	3,5	3,3	3,2	3,2
	Trasladar	23	22,4	22,9	21,9	22,4	22,4	23,5	22,4	23,4	22,2
	Tabla en almacén	1,9	1,8	2,2	1,8	1,8	2,2	2,8	2,1	2,8	2
Total	Traslado	28	27,1	28,2	26,4	27,3	27,8	29,8	27,8	29,4	27,4
Total de Ciclo		158,1	154,8	159,7	155,8	157,8	158	160,7	156,2	159,4	159,8



Apéndice T Maquina prensadora





U
N
E
X
P
O

INGENIERÍA DE MÉTODOS



Apéndice S carretón

