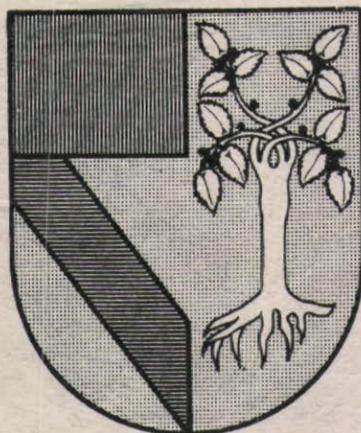


UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, según acuerdo No. 81692 con fecha del 17 de Diciembre de 1981.



MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y LA IMPLANTACION
DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA FABRICA DE
POSTES DE CONCRETO.

ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DELGADO

GUADALAJARA, JAL.

AGOSTO DE 1990

TE
II

1990

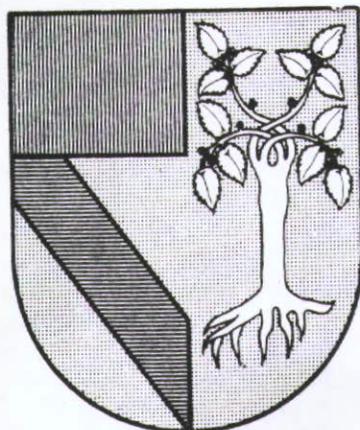
HIR



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, según acuerdo No. 81692 con fecha del 17 de Diciembre de 1981.



MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y LA IMPLANTACION
DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA FABRICA DE
POSTES DE CONCRETO.

ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DELGADO

T E S I S

PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE

LICENCIADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

GUADALAJARA, JAL.

AGOSTO DE 1990

CLASIF: _____
ADQUIS: 473A1
FECHA: 02/08/02
DONATIVO DE _____
↓ _____

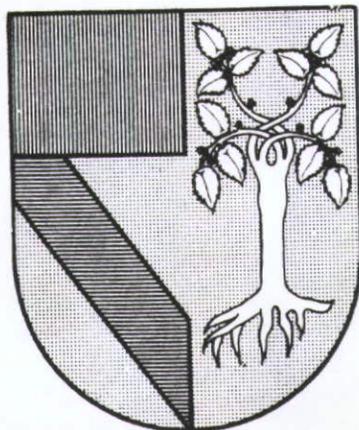


UNIVERSIDAD PANAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADUACION
TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL
ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DEL GADO
PRESIDENTE DEL JURADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
GRADUADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL
AGOSTO DE 1999

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, según acuerdo No. 81692 con fecha del 17 de Diciembre de 1981.



MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA FABRICA DE POSTES DE CONCRETO.

ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DELGADO

GUADALAJARA, JAL.

AGOSTO DE 1990



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49

CD. GRANJA

45010 ZAPOPAN, JAL.

TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, según acuerdo No. 81692 con
fecha del 17 de Diciembre de 1981.

MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y LA IMPLANTACION DE UN
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA FABRICA DE POSTES DE
CONCRETO.

ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DELGADO

GUADALAJARA, JAL.

AGOSTO DE 1990.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49
CD. GRANJA 45010 ZAPOPAN, JAL.
TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, según acuerdo No. 81692 con
fecha del 17 de Diciembre de 1981.

MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y LA IMPLANTACION DE UN
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA FABRICA DE POSTES DE
CONCRETO.

ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DELGADO

Tesis presentada para optar por el título de Licenciado en
Ingeniería Industrial.

GUADALAJARA, JAL.

AGOSTO DE 1990.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49

CD. GRANJA

45010 ZAPOPAN, JAL.

TELS. 21-59-96, 21-09-97 Y 22-53-35

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACION

ENRIQUE ALBERTO MIRANDA DELGADO

Pre s e t e .

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa Tesis titulado " MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCION Y - LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA FABRICA - DE POSTES DE CONCRETO " .

presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. ju - rado del Examen Profesional, por lo que deberá entregar diez ejempla res como parte de su expediente al solicitar el examen.

A t e n t a m e n t e



EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal. Septiembre 5 de 1990

AGRADECIMIENTOS

Estè trabajo de titulación es fruto de un esfuerzo realizado no unicamente por mí, sinó que también es fruto de mis padres, maestros y Dios.

De mis padres por su constante apoyo e interes por proporcionarme una preparación adecuada, de lo cual les estoy sumamente agradecido por lo cual les dedico estè trabajo.

De los profesores que se entregaron con tanto empeño para transmitir sus conocimientos.

De Dios que me proporcionó todo lo indispensable para sacar adelante una carrera.

Estoy sumamente agradecido con el Ingeniero Franz Voss Vargas el cual es Director General de la empresa de la cual se elaboró estè trabajo, debido a que siempre me proporcionó toda la ayuda e información necesaria para el desempeño del trabajo.

INDICE

| | |
|---|-----|
| Introducción..... | 1 |
| Capítulo I. Sistema de producción | |
| I.1 Manual del producto..... | 5 |
| I.2 Organización de la empresa..... | 17 |
| I.3 Procesos de producción..... | 27 |
| Capítulo II. Bases para el estudio de trabajo | |
| II.1 Tiempo total invertido en un trabajo..... | 49 |
| II.2 Estudio del trabajo..... | 55 |
| Capítulo III. Mejoras al sistema de producción | |
| III.1 Detección de principales problemas y soluciones.. | 99 |
| III.2 Mejora de métodos..... | 130 |
| III.3 Estudio de tiempos (tiempos estandar)..... | 157 |
| Capítulo IV. Departamento de calidad | |
| IV.1 Requisitos de aseguramiento de calidad..... | 166 |
| IV.2 Sistema de calidad..... | 169 |
| IV.2.1 Círculos de calidad..... | 170 |
| IV.2.2 Control Estadístico de Calidad..... | 176 |
| Conclusiones..... | 205 |
| Glosario..... | 210 |
| Bibliografía..... | 215 |

INTRODUCCION

Mediante esta tesis se pretende analizar y mejorar el sistema de producción e implantar un sistema de control de calidad en una planta de postes de concreto reforzado de sección octogonal utilizados por constructoras particulares y Comisión Federal de Electricidad (CFE) para soportar conductores electricos, equipo y accesorios necesarios para la distribución de la energía eléctrica.-

Esta tesis esta hecha con un enfoque práctico, es decir mejoras de métodos y la implantación del sistema de calidad serán de utilidad para una empresa de postes (CENMEX).

En la planta hace falta organización, eficiencia, definición de puestos con sus respectivas responsabilidades, se tiene un elevado ausentismo que es actualmente del 11%, una alta rotación de empleados que es de 13% y mucha impuntualidad, la planta tiene problemas con Comisión Federal de Electricidad (CFE), debido a que esta exigiendo más calidad a sus proveedores.

En la realización de esta tesis se han aplicado conocimientos generales de ingeniería industrial, como es el caso del estudio del trabajo y del sistema de calidad, además de conocimientos de administración.

En el primer capítulo se pretende dar una visión general de lo que es el producto, especificando sus características y los materiales que se requieren en su fabricación, además definir en forma general la organización de la empresa, establecer un organigrama y especificar las funciones de cada puesto, por último se muestran los procesos de producción, marcando la responsabilidad que implica cada proceso.

El segundo capítulo es teórico, debido a que se pretenden mostrar las bases teóricas utilizadas para la realización del estudio de trabajo y poder obtener mejoras en el sistema de producción.

Analizando el tiempo total invertido en un trabajo y teoría general para el estudio de trabajo. Se muestra en que consiste el estudio de métodos, dando ideas generales de que son los métodos gráficos y la aplicación de estos a la planta, los métodos de análisis de operación, los aspectos importantes en la implantación de nuevos métodos y la teoría sobre la presentación del método propuesto. Por último, se muestra la teoría general del estudio de tiempos.

El tercer capítulo muestra la detección de los principales problemas, los analiza para darle solución, propone mejoras de métodos de producción de la planta, muestra los resultados del estudio de tiempos y la organización del trabajo en producción de acuerdo a los tiempos estándar obtenidos.

En el cuarto capítulo se pretende dar las bases para la implantación de un sistema de calidad en la planta, semensionan los requisitos de aseguramiento de calidad que establece Comisión Federal de Electricidad (CFE) a sus proveedores y se especifica el sistema de calidad.

CAPITULO I
SISTEMA DE PRODUCCION

I.1 MANUAL DEL PRODUCTO.

Se muestran las características del producto, al igual que la materia prima que se utiliza para su elaboración.

En la planta se fabrican los siguientes tipos de postes, el PC-7-600, el PC-9-450, el PC-11-500, el PC-11-700 y el PC-13-600. El PC significa Poste de Concreto, el primer número indica la longitud del poste y el segundo número indica la fuerza mínima que soporta el poste para su ruptura en kilogramos fuerza.

Las medidas de los postes, la carga de ruptura y su peso se muestran en la tabla 1 y figura 1.

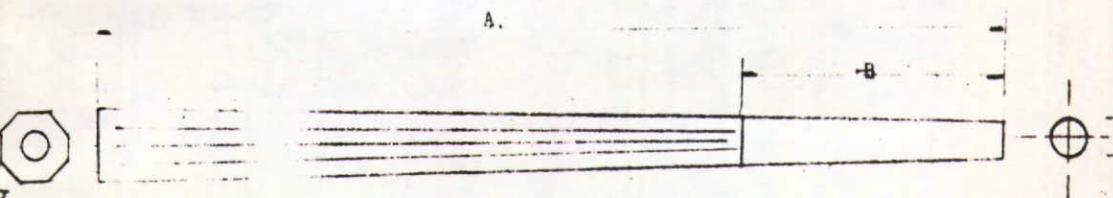


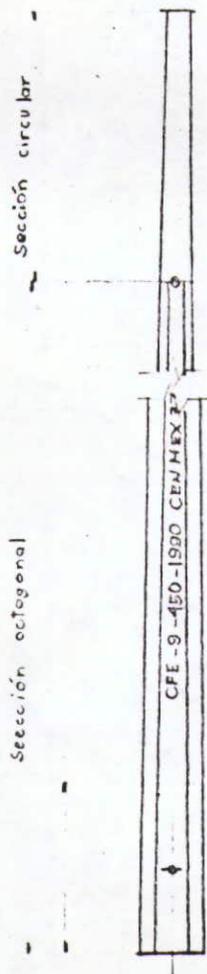
FIGURA 1. Acotaciones nominales.

Características Nominales.

| Descripción | A m | B cm | C cm | D cm | E cm | Carga de Ruptura Kg | Peso masa Kg |
|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------------------|--------------|
| PC-7-600 | 7 | 30 | 174 | 279 | 173 | 600 | 550 |
| PC-9-450 | 9 | 180 | 150 | 285 | 179 | 450 | 670 |
| PC-11-500 | 11 | 180 | 150 | 315 | 209 | 500 | 910 |
| PC-11-700 | 11 | 180 | 150 | 315 | 209 | 700 | 950 |
| PC-13-600 | 13 | 180 | 150 | 345 | 239 | 600 | 1400 |

Tabla 1.

En la figura 2 se muestra un poste con sus características.



Canalización a tierra.

Numero de serie de fabricacion.

Marca o iniciales de fabricacion.

Año de fabricacion.

Resistencia en Kgf.

Altura total en m.

Comprador.

Línea horizontal.

Canalización a tierra.

FIGURA 2.

Materiales utilizados en la elaboración de postes.

a) Cemento.

El cemento a utilizarse varía según el ambiente en el cual se esta fabricando, dependiendo si es ambiente marino o no marino.

| Ambiente | Cemento Portland | Relación agua cemento máx. |
|-----------|------------------|----------------------------|
| Marino | Tipo II | .45 |
| No marino | Tipo I | .50 |

"El cemento Portland es una mezcla de varios compuestos, los cuales se forman por combinación química de las materias primas durante el proceso de calcificación en los hornos.

Tipo I. Cemento Portland común para usos generales. Se caracteriza por tener altas resistencias mecánicas y alta generación de calor durante su hidratación. Usado para la construcción en general, productos prefabricados, etc...

Tipo II. Cemento Portland modificado, presenta menor calor de hidratación y resistencia moderada a los sulfatos. Adecuado para obras hidraulicas en general. Usado en lugares de mayor temperatura." (1)

b) Agua.

El agua empleada en el mezclado del concreto debe ser inolora, incolora e incipida, libre de grasas, aceites y materia organica, con un máximo de 500 ppm de cloruros, 200 ppm de sulfatos y 2000 ppm de solidos totales disueltos.

c) Agregados.

Los agregados son la grava y el arena utilizados para la elaboración de la mezcla, estos deben estar libres de sales y materia orgánica, así como satisfacer los siguientes porcentajes

en peso de polvos y arcillas:

| | |
|---------|-----------|
| - Arena | 3% máximo |
| - Grava | 1% máximo |

d) Acero.

El acero empleado en el armado debe estar limpio y libre de substancias nocivas que destruyan o reduzcan su adherencia.

+ Refuerzo longitudinal.

Debe ser varilla corrugada, de preferencia cada refuerzo longitudinal debe ser de una sola pieza. Si es necesario hacer traslapes, estos deben tener una longitud de 40 veces el diámetro de la varilla como mínimo. Los traslapes deben ser escalonados de manera que no haya dos en la misma sección transversal, evitando juntas traslapadas en regiones de esfuerzo máximo.

Dependiendo del tamaño del poste es el calibre de la varilla a utilizar, a continuación se darán el calibre, número y tamaño de las varillas utilizadas en cada armado.

PC-7-600 Varilla de 3/8" de diametro.

4 varillas de 6.95 m

4 varillas de 5.55 m

PC-9-450 Varilla de 3/8" de diametro.

4 varillas de 8.95 m

4 varillas de 7.4 m

PC-11-500 Varilla de 3/8" de diametro.

4 varillas de 10.95m

4 varillas de 9.5 m

4 varillas de 6.5 m

PC-11-700 Varilla de 1/2" de diametro.

4 Varillas de 10.95m

4 varillas de 9.5 m

4 varillas de 6.5 m

PC-13-600 Varilla de 1/2" de diámetro.

4 varillas de 12.95m

4 varillas de 11.40m

4 varillas de 10.00m

+Refuerzo transversal.

Debe ser constituido por espirales de alambre grado estructural, sin tratamiento térmico, de 3 mm de diámetro nominal (calibre No. 11). Si el refuerzo transversal presenta empalmes estos deben garantizar una resistencia a la tracción no menor a la del alambre.

+ Anillos (estrellas).

Deben ser de alambre de 4mm de diámetro nominal (calibre No. 8), ondulados, traslapados en sus extremos y soldados o enganchados.

+ Amarres.

Deben hacerse con alambre recocido de 1mm de diámetro nominal (calibre No. 16) y tanto los anillos como las espirales deben fijarse al refuerzo longitudinal con ellos.

e) Canalización de referencia a tierra.

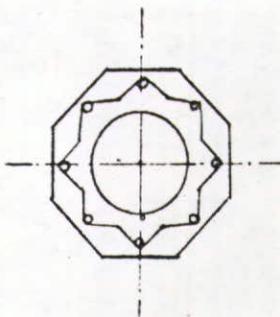
Debe ser poliducto de 13mm de diámetro nominal embebido en el concreto del poste, con salidas en la parte inferior y superior como se ilustra en la figura 8. El poliducto debe estar sujeto al armado por lo menos en tres puntos de su longitud.

Se muestran los armados para cada tipo de poste de la figura 3 a la figura 7, en la figura 8 se muestra un corte transversal en el cual se aprecia la posición de las estrellas y la forma de colocación del espiral.

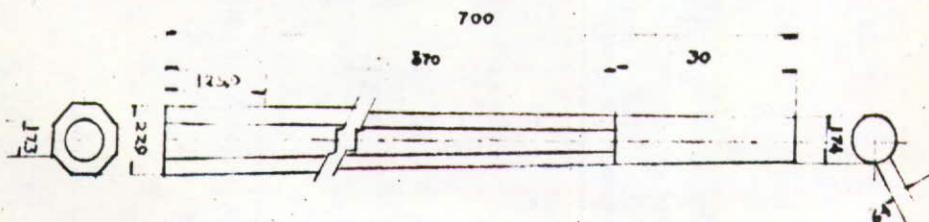


ACERO DE REFUERZO

Acotaciones en: cm
sin escala.

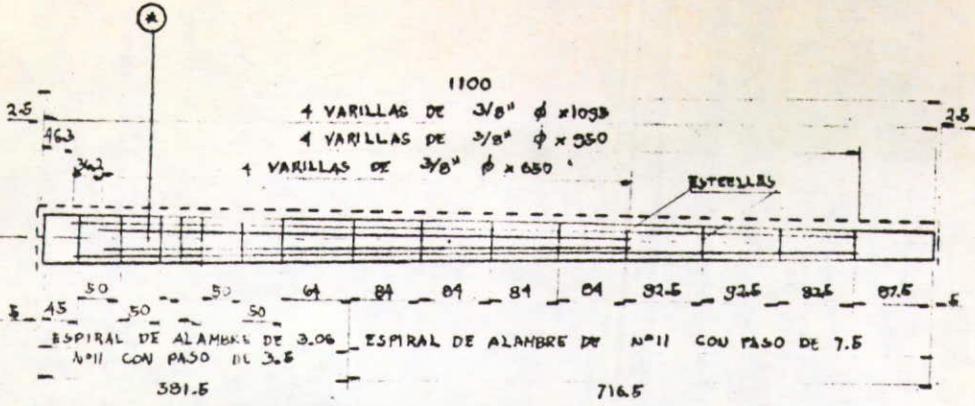


LOCALIZACION DE VARILLAS



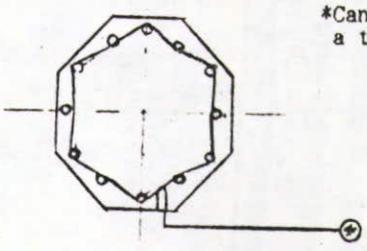
DIMENSIONES

Poste PC7-600
FIGURA 3.

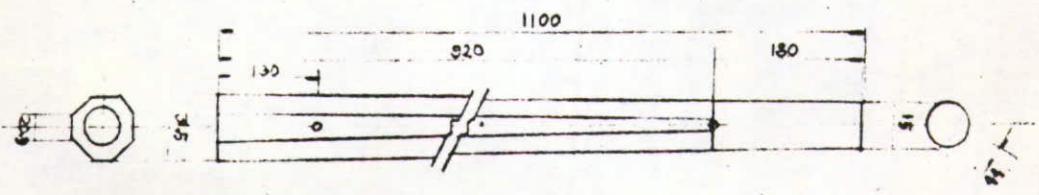


ACERO DE REFUERZO

Acotaciones en: cm
Sin escala.



LOCALIZACION DE VARILLAS



DIMENSIONES

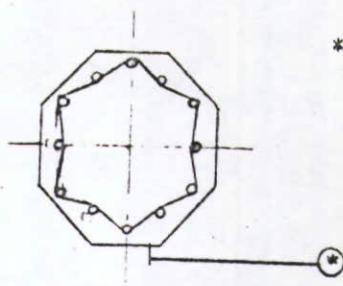
Poste PC11-500

FIGURA 5.



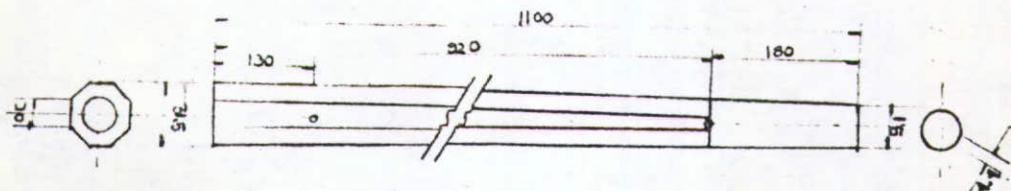
ACERO DE REFUERZO

Anotaciones en: cm
Sin escala.



*Canalización de referencia a tierra.

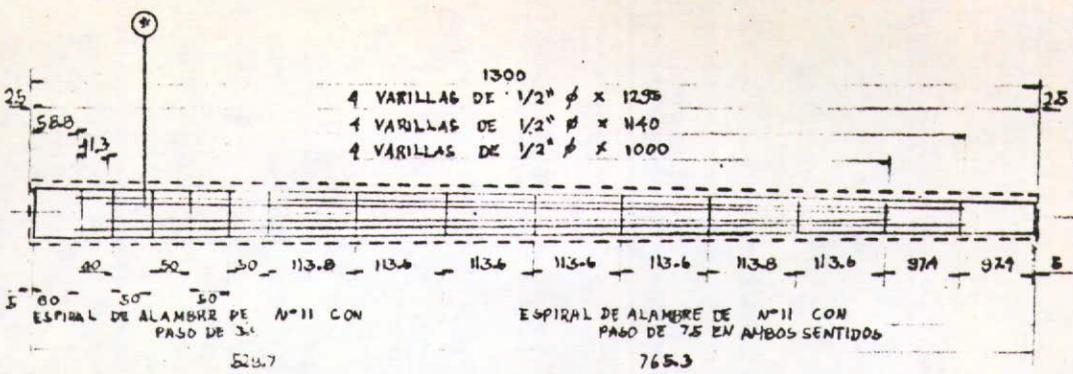
LOCALIZACION DE VARILLAS



DIMENSIONES

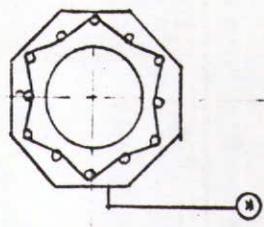
Poste PC11-700

FIGURA 6.



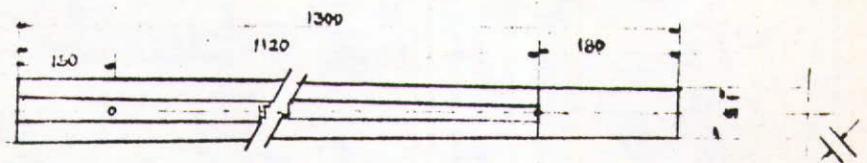
ACERO DE REFUERZO

Acotaciones en: cm
 Sin escala.



*Canalización de referencia a tierra

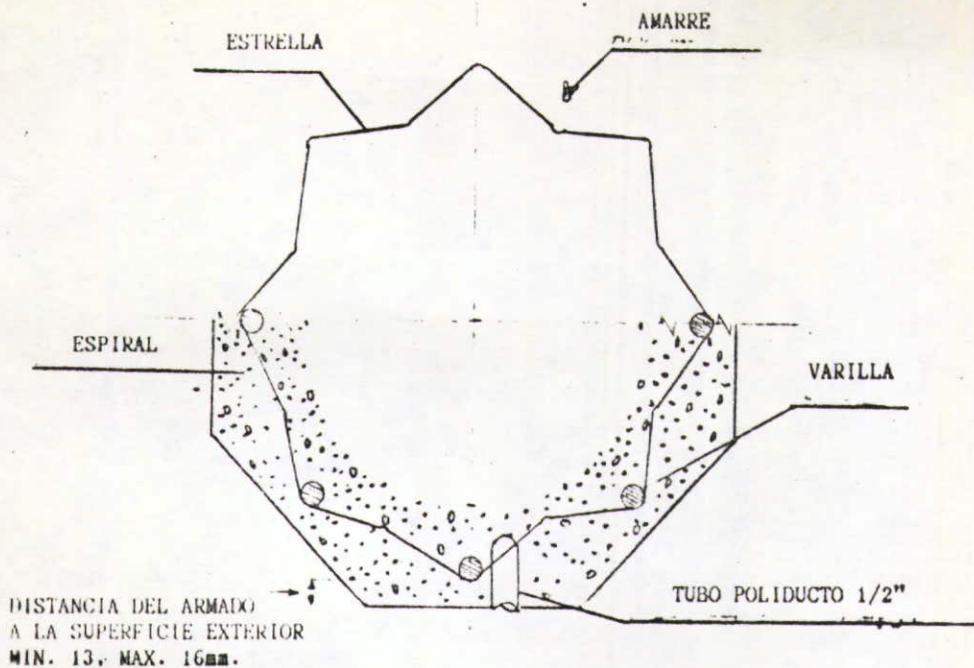
**LOCALIZACION
 DE
 VARILLAS**



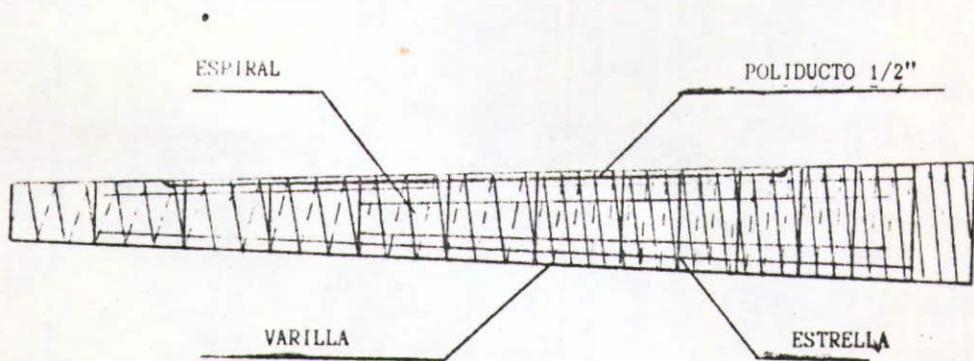
DIMENSIONES

Poste PC13-600

FIGURA 7.



CORTE TRANSVERSAL



Sin escala.

Colocación del armado y del poliducto

FIGURA 8.

1.2 ORGANIZACION DE LA EMPRESA.

Una Buena organización proporciona comunicaciones eficientes y efectivas puesto que se evita la duplicación de trabajo. Para una buena comunicación los empleados deben conocer las rutas de mando en la organización dado que es importante conocer quien trabaja para quien para lograr una cooperación y comunicación efectivas.

La efectividad de la empresa depende de lo bien que esten integrados sus departamentos, esto es una función de una efectiva estructura y de una cuidadosa definición de las relaciones administrativas y de operacion comprendidas dentro de la empresa.

Es importante definir la estructura de la organización, dando una idea de la relación de trabajo entre distintos departamentos y trabajos dentro de una organización.

La forma más práctica de representar la estructura de la organización es por medio de un organigrama. El organigrama de la empresa se muestra en la figura 9.

Organigrama de CENMEX.

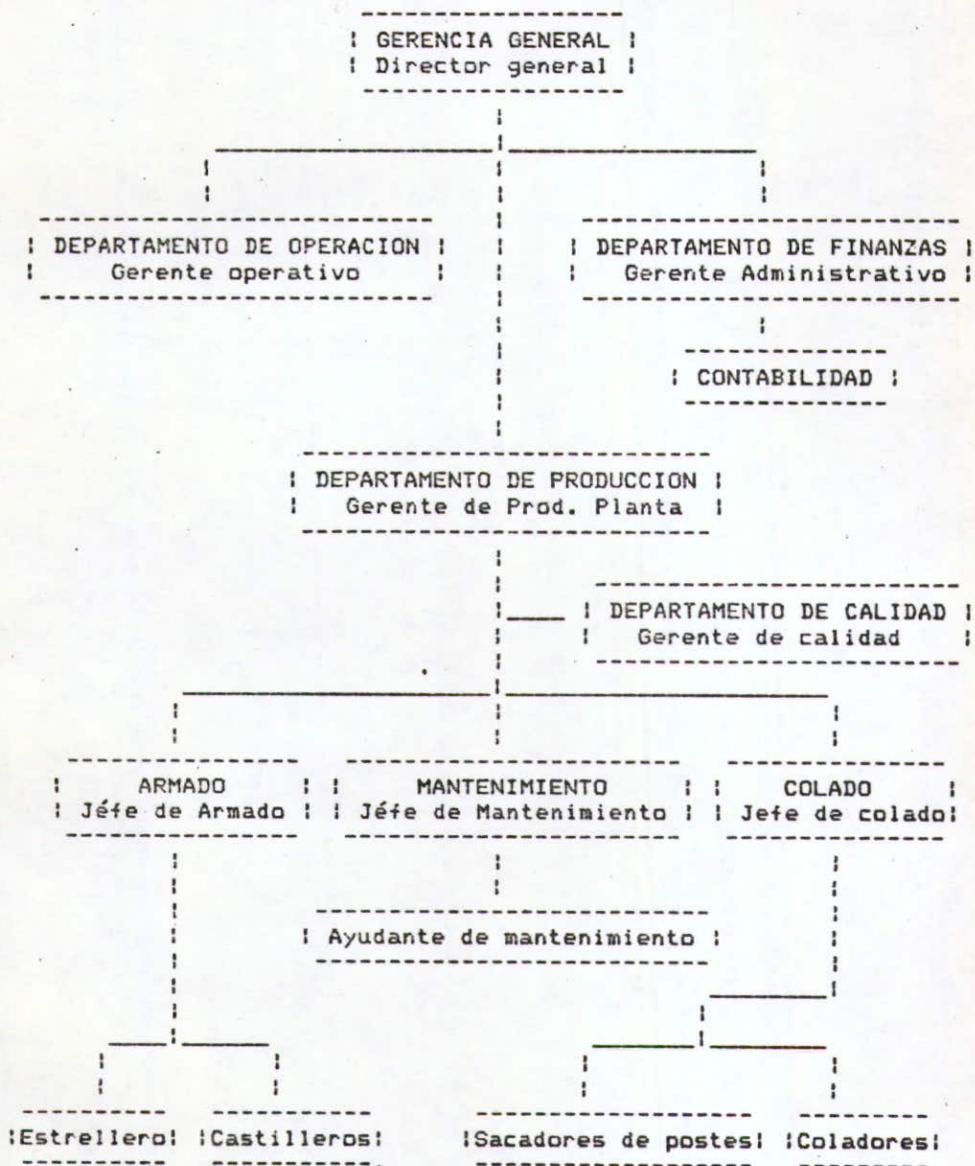


Figura 9.

La empresa cuenta con una estructura de línea es decir:

- + Son líneas directas y simples de responsabilidad y autoridad
- + Existe una marcada diferencia entre el trabajo productivo y el administrativo.
- + Los departamentos staff no poseen autoridad directa sobre la realización operativa (son de asistencia, consejo, análisis, información).
- + El departamento de control de calidad es staff.
- + Ningún individuo de línea recibe ordenes directas de más de una persona.
- + Se evita la responsabilidad repetida.
- + Responsabilidad con la delegación adecuada.

A continuación se mencionaran en forma general las actividades de los diferentes departamentos que existen en la organización.

A. Gerencia general.

La Gerencia general es la encargada de fijar los objetivos que habrá de esforzarse la organización por alcanzar y los planes de acción generales bajo los cuales habrán de trabajar. Implica la observación de los resultados de las operaciones y comprobar que se conformen a los planes originales.

El Gerente General debido al giro y tamaño de la empresa ejecuta las siguientes labores.

- a) Toma toda decisión que involucre dos o más departamentos.
- b) Encargado de ventas. El principal cliente es Comisión Federal de Electricidad (CFE), que convoca a concurso para realizar la compra al proveedor que ofrezca mejor precio y tiempo de

entrega. Para la elaboración del concurso se requiere de un conocimiento global de la empresa. Por lo cual el concurso es elaborado mediante la coordinación de datos de los diversos departamentos.

- c) Es la retroalimentación sobre la calidad de los postes, puesto que tiene contacto con los clientes, por lo cual puede mencionar a producción las fallas.
- d) Efectúa las predicciones de ventas con ayuda del gerente administrativo.
- e) El manejo de problemas sindicales y tratos con los dirigentes sindicales.

B. Departamento de Finanzas.

Este departamento esta bajo las órdenes del Gerente administrativo, a continuación se mencionarán sus funciones.

- a) Coordinar las actividades contables, con objeto de tener informes veraces y oportunos acerca del estado financiero de la empresa. Estos informes son indispensables para la toma de decisiones financieras.

Departamento de contabilidad

Las funciones de este departamento son ejecutadas por el contador y su auxiliar con el apoyo de un asesor fiscal.

- a.1 Se registran las actividades de la empresa
- a.2 Contabilidad general (Balance general, Estado de resultados).
- a.3 Contabilidad de costos.
- a.4 Nóminas.

a.5 Preparación de los estados financieros.

- b) Administración del dinero. Está a su cargo la obtención de créditos y el manejo de las cuentas de la empresa.
- c) Elaboración de los presupuestos para las diversas áreas de operación.
- d) Se encarga del archivo de la compañía, de ventas, cobranza y facturación.
- e) Se encarga de la previsión de ventas en colaboración del director general, ésta es útil para tomar decisiones que afecten al presupuesto, para la planeación de la producción, previsiones de empleo.

Para la elaboración de las previsiones de ventas se apoya de estadísticas de ventas de cinco años atrás, toma en cuenta la participación en el mercado y los factores de economía nacional que pueden afectar las compras de Comisión Federal de Electricidad (CFE).

- f) Efectúa el análisis de inversiones en decisiones relativas a inversiones alternativas en equipo e inventario.

El departamento de Finanzas se relaciona con el departamento de producción debido a que le informa contabilidad de costos, proporciona datos de costos de materiales, mano de obra directa y gastos indirectos, con lo anterior se puede determinar el nivel de eficiencia del sistema de producción. Se informa sobre desperdicios, repeticiones e inventarios tanto de producto terminado como de producto en proceso y materias primas.

Además de que proporciona los servicios para procesamiento de datos, cuando el departamento de producción necesita computadora.

C. Departamento de Producción.

De este departamento se encarga el Gerente de Producción, este departamento cuenta con la colaboración de un departamento Staff de control de calidad.

De este departamento daremos una explicación más detallada debido a que es el que más interesa.

A continuación se mencionan las actividades de este departamento.

a) Compras. La primera preocupación del gerente de producción es la de proporcionar insumos (materias primas, máquinas, hombres, etc...) adecuados para la producción.

El Gerente de producción es el encargado de la adquisición de material de fuentes externas, se requiere de coordinación de pedidos, implica la investigación de la confiabilidad de los proveedores, coordinación de las entregas con los programas de producción y la búsqueda de nuevos materiales.

Política: Adquirir materiales adecuados, en cantidades correctas, de calidad indicada a precio adecuado y en el momento oportuno.

b) Control de inventarios. Una vez que se ha reunido la materia prima, a medida que se elaboran los postes se debe ir registrando su consumo. Esto es de suma importancia debido a que son una guía para compras, si los inventarios de materia prima se agotan, la producción se detiene, además se lleva el inventario diario de producto en proceso y poste terminado. Un punto importante a tomar en cuenta es que si los inventarios son excesivos, se elevan los costos de producción.

- c) Personal. El gerente de producción es el encargado del reclutamiento y entrenamiento de personas, debido a que de esto depende la fuerza de trabajo. También se encarga de las relaciones laborales con el manejo de quejas, contratos. De la seguridad de los trabajadores, proporcionándoles el equipo que requieran.
- d) Trabajos de Ingeniería Industrial. Elaboración de estudios de métodos y tiempos con el objeto de establecer los métodos de fabricación de postes de la forma que se logre más eficiente con el equipo, personal y espacio que se dispone. Estima por medio del estudio de tiempos cuanto tiempo tomará a un trabajador medio en un determinado trabajo, usando el esfuerzo medio, bajo condiciones de trabajo medias. Este último punto es de suma importancia debido a que el gerente de producción debe conocer los requisitos de tiempo para determinadas ordenes, para lograr un sistema de producción con funcionamiento uniforme.
- e) Mantenimiento. Mejorar constantemente el sistema de mantenimiento, minimizando el riesgo de paros de producción. Además de proporcionar herramienta y material indispensable al jefe de mantenimiento.
- f) Programación de la producción. Entendemos por programación a la sincronización del trabajo con el fin de cumplir los plazos de entrega, al mínimo de costo con calidad y con el mínimo de capital invertido. Una vez que se tiene programado es indispensable verificar que la producción marché de acuerdo a lo programado y esta parte le corresponde al control.

En CENMEX la producción es una combinación de continua e intermitente, es producción continua debido a que siempre hay producción aunque no exista pedido, se produce en menor cantidad con objeto de satisfacer la demanda de clientes particulares y es intermitente debido a que se intensifica la producción cuando hay pedidos de Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La previsión de ventas y los pedidos de Comisión Federal de Electricidad (CFE) son informados por la Gerencia General al Departamento de producción, estos se utilizan para establecer la previsión de producción. Con la previsión de producción se establecen las previsiones de expansión o contracción de personal, estas son importantes debido a que si se tiene un pedido grande para entregar, se evalúa entre una contratación provisional de personal o cubrir el trabajo con horas extras, también si en su defecto no hay pedido se efectúa un despido.

Una vez establecida la previsión de la producción se establece la programación de la producción.

Se utiliza actualmente la Programación básica es decir se establecen cifras semanales o mensuales de producción de acuerdo a la previsión de ventas y los pedidos dados por el director general. Se comienza a programar de la fecha de terminación establecida, que tiene que ser veintiocho días antes del plazo de entrega a Comisión Federal de Electricidad (CFE) y se retrocede utilizando la estimación de tiempo para cada operación hasta llegar a la fecha actual.

Se deben tomar en cuenta el proporcionar correctamente los postes para conseguir un empleo estable de todas las máquinas, hombres, departamentos, etc.

Una vez elaborado el programa de producción se planifican y realizan las peticiones de materiales, se realizan las ordenes de producción para los departamentos de colado y armado en las cuales se les indica la producción diaria.

Elementos necesarios para una programación eficiente:

Se requiere conocer la capacidad de la planta (disponibilidades en materiales, herramientas y personal), los trabajos en curso existentes y sus prioridades, el plan de trabajo, las especificaciones, los departamentos.

Para el plan de trabajo se necesita conocer el proceso y su costo, las etapas del proceso, es decir, como y que se debe hacer.

Debe tenerse conocimiento del tiempo de cada proceso, del material y equipo a utilizar.

Tomar en cuenta que la capacidad máxima de producción es de setenta postes diarios de los cuales máximo se pueden colar diez de trece metros y dieciseis de siete metros como máximo, además se debe equilibrar la producción de tal forma que diariamente se consuma la misma cantidad de cemento, con objeto de mantener estable la carga de trabajo diaria.

g) Control y registros de ejecución de trabajo.

El control de la producción se realiza por medio de inspecciones, por observación se determina si se está

cumpliendo la programación de la producción, si por alguna causa existe un retraso se debe anotar la fecha y causa en los registros de producción, la inspección se centra únicamente sobre las cantidades del producto y sobre los tiempos con referencia a los estándares fijados en el estudio de tiempos. Se va anotando el avance de producción, este es llevado de tal forma de que puedan ser adoptadas rápidamente medidas de corrección, es decir suprimir las causas que determinaron una desviación de las realizaciones. En casos de excepcional importancia se deben presentar al director general para tomar una decisión.

El departamento de colado tiene un encargado de registrar la cantidad y número de serie de postes colados en el día, el jefe de armado igualmente tiene un registro de la cantidad de armados elaborados durante el día, estos registros son pasados diariamente a la Gerencia de producción.

D. Departamento de control de calidad.

Este departamento es staff del departamento de producción, el responsable de este departamento es el Gerente de calidad. Este departamento planea, establece, documenta, aplica y mantiene en uso un sistema de calidad que cumpla con los requisitos pedidos por Comisión Federal de Electricidad (CFE), garantizando una mejor calidad. Con lo anterior se asegura un producto uniforme reduciendo la cantidad de postes defectuosos y de reparaciones.

A continuación se mencionaran las funciones de este departamento:

- a) Fijar las normas de calidad y sus tolerancias.

- b) Vigila que las normas de calidad se cumplan por medio de inspecciones.
- c) Proporciona conocimientos especializados en calidad.
- d) Prepara reportes y estudios de control de calidad.
- e) Asegura una utilización más eficiente de materiales.

Este departamento no era muy considerado, pero actualmente tiene enorme importancia debido al aumento de calidad exigido por Comisión Federal de Electricidad (CFE) a sus proveedores. Por lo cual en la parte cuatro de este trabajo se pretende establecer un sistema de calidad adecuado a la planta.

El sistema de calidad esta encaminado hacia la planeación y el control de la inspección. La inspección debe ser sobre una base sistemática para descubrir los errores, evitando de esta forma la producción de postes defectuosos.

El departamento de calidad sólo se limita a comparar la ejecución real con el estandar e informar sobre las desviaciones. La acción correctiva la ejecuta producción.

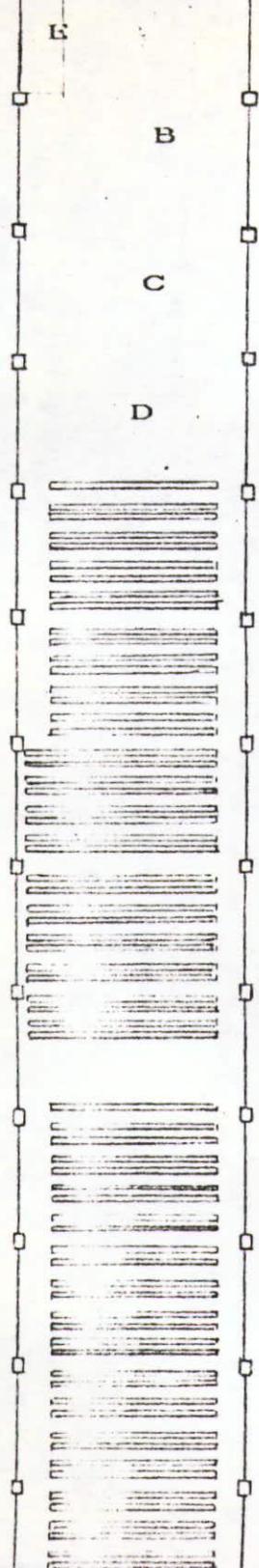
E. Departamento de operación.

El responsable de este departamento es el Gerente operativo el cual tiene a su cargo el trato directo con Comisión Federal de Electricidad (CFE), es de asesoría para el Gerente general.

I.3 PROCESOS DE PRODUCCION.

A) Especificación de los procesos.

En esta parte se especifican los procesos de producción de la planta, para tener una idea más general, primero se presentará croquis aereo de la planta figura 10, de la zona de colado figura 11 y de la zona de armado figura 12.



A. B - ZONA DE POSTES DE 13 m.

C. D - ZONA DE TAPADO Y CURADO.

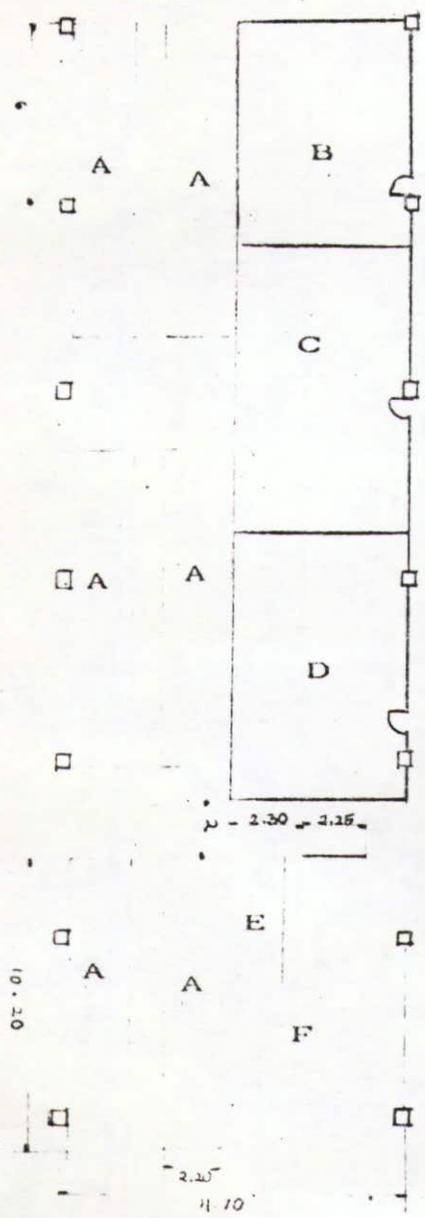
E - ZONA DE TRAILER.

ANCHO DEL MOLDE 00.35 m.

PASILLO DE CARRETIILLAS 00.85 m.

PASILLO PARA VACIADOR 00.45 m.

FIGURA 11.



- A - MESA DE ARMADO.
- B - COMEDOR.
- C - ALMACEN.
- D - BAÑOS.
- E - ESTRELLAS.
- F - ZONA DE CORTE.

FIGURA 12.

El proceso de producción de postes se divide en dos subprocesos que son el de armado en el cual se elabora la estructura de acero del poste y el de colado en el cual se le dá el terminado al armado con concreto.

A continuación se dará una explicación más detallada de cada subproceso y sus pasos.

I. Subproceso de armado.

1. Elaboración de estrellas.

De la elaboración de estrellas es encargado el Jefe de armado y un ayudante.

1.1 Corte de alambre. Un hombre se sienta de un lado de la prensa, va tomando el alambre del rollo y lo vá colocando en la prensa de acuerdo al tamaño de un alambre muestra, mientras que el otro hombre del lado del brazo de la prensa va ejerciendo la fuerza para bajar el brazo y cortar el alambre a la medida. La operación anterior se repite varias veces hasta que tienen los pedazos necesarios.

1.2 Elaboración de estrellas. Una vez obtenidos los tramos de alambre a la medida se procede a la elaboración de las estrellas, se coloca el tramo de alambre entre las trabas de la medida que se quiere elaborar, se le hace un dobles de aproximadamente 2 cm, se coloca el dobles del lado izquierdo, se comienza a doblar el alambre con la mano derecha mientras se mantiene pegado a la mesa el otro extremo del alambre con la mano izquierda, una vez terminada la estrella se cierra con ambas manos y es tirada al suelo a un lado del estrellero.

1.3 Colocado de estrellas en su lugar correspondiente. Una vez terminadas las estrellas son tomadas por el estrellero y puestas en el lugar que les corresponde para ser utilizadas posteriormente por los armadores.

2. Corte de Varilla.

El jefe de armado les indica a las dos personas encargadas del corte de varilla la cantidad de varilla necesaria para la elaboración de armados requeridos por la programación.

2.1 Sacado de varilla del atado. Entre los dos varilleros toman las varillas a dos metros de un extremo y las jalan del atado, posteriormente, un varillero se va al otro lado de las varillas, aproximadamente a dos metros del extremo toma la varilla y las trasladan a la zona de corte donde las colocan en una cama.

2.2 Emparejado de varilla. Una vez que se tienen veinte varillas sobre la cama, un varillero de cada lado de las varillas las ordenan con objeto de que no se cruce ninguna varilla y las dejan juntas, un varillero con un yunque les pega de un extremo con objeto de emparejar las varillas y evitar cortes disparejos.

2.3 Marcado de varilla. Se coloca la varilla muestra del lado de la cama y se marca con gis las varillas de las orillas, con una regleta metálica se marcan todas las varillas.

2.4 Cortado de varilla. Un varillero va colocando las varillas en las navajas de la prensa y el otro va ejerciendo fuerza en el lado de la prensa, una vez cortada la varilla se va colocando a un lado.

2.5 Traslado de varilla cortada. Una vez cortada es llevada a la zona de varilla cortada con objeto de que sea utilizada en el armado.

3. Elaboración de armado.

Los armadores están organizados en parejas para facilitarse el acarreo de materiales, el corte de alambre y el enredado de la espiral.

La pareja elabora el número de armados que le son indicados por el jefe de armado.

3.1 Cortado de alambre No. 16. Este elemento es de preparación de material para el armado. El alambre No. 16 es surtido por el proveedor en rollos de 100 kg aproximadamente, estos rollos para su preparación son llevados por los armadores a la prensa, de este rollo se obtienen 40 rollos de aproximadamente 2.5 kg cada uno, estos rollos son cortados en cuatro partes iguales. Estos pedazos son trasladados a la mesa de trabajo.

3.2 Preparado de rollo de alambre No. 11. Este elemento es de preparación de material. Los rollos de 100 kg son trasladados por los armadores al lado de su mesa de trabajo y de estos se obtienen aproximadamente 20 rollos de 5kg, esto es con objeto de poder levantarlos en la elaboración de la espiral.

3.3 Traslado de varilla. Cada pareja de armadores va por las varillas requeridas para cada armado, las toman y las llevan junto a su mesa de trabajo.

3.4 Colocado de varilla en mesa de trabajo. Este elemento es desde que el armador toma la varilla para subirla a la mesa de trabajo, la acomoda y la empareja con un yunque de acuerdo con la varilla de referencia, esto es con objeto de que quede el armado parejo.

3.5 Ir por estrellas y colocarlas en posición. El armador se dirige a la zona de estrellas toma una de cada medida, regresa a su mesa de trabajo y las coloca entre las varillas guiandose de la varilla con marcas que indican la posición adecuada.

3.6 Amarres. El armador comienza a amarrar con los pedazos de alambre No. 16, que estan colgando de un gancho sujetado a su cinturon. Comienza amarrando tres varillas en la última estrella, posteriormente continúa con la que sigue, así sucesivamente hasta tener las tres varillas con todas las estrellas, posteriormente se le da vuelta al armado y se comienzan amarrando el resto estrella por estrella.

3.7 Colocación de poliducto. El armador toma de un extremo el poliducto, lo va metiendo por el centro del armado es decir entre las estrellas hasta sacarlo a 1.8 metros de la punta, con una varilla marca, dependiendo la medida del armado, la parte trasera y corta el poliducto, se va amarrando el poliducto evitando que se estrangule.

3.8 Espiral. La espiral es colocada por dos armadores, una vez que terminaron de amarrar y colocar el poliducto a todos los armados del día.

Un armador va dando vueltas con el rollo al armado y el otro lo va tensionando en la posición correcta según la especificación de cada armado.

3.9 Amarres de espiral. Una vez que terminaron de ponerle la espiral, esta se amarra un tramo de un metro y medio a 1.3 m de la parte trasera con las varillas del poste.

3.10 Traslado de armado. Entre la pareja, una vez que terminó de amarrar la espiral, toman dos armados si son de 7, 9 u 11-500 metros, es decir uno en cada mano, un armado de 11-700 que se colocan en los hombros y si es armado de 13 metros piden ayuda a otra pareja para trasladarlo en los hombros entre los cuatro. Los armados son llevados a la zona de armados terminados para ser utilizados en colado.

II. Subproceso de colado.

1. Quitado de tornillos, tuercas y rondanas de tapas de moldes. Un hombre con una llave española sujeta la tuerca y con una llave de astrías le da vueltas al tornillo hasta quitarlo. Una vez quitado el tornillo, la tuerca y la rondana se colocan en su respectivo compartimiento en el bote que los contiene.

2. Abrir molde. Con una barra se abren todos los broches del molde, una vez abiertos con ayuda de la barra se abren los moldes.

3. Quitar rebaba de parte superior del poste. Con una pala se raspan las astrías superiores del poste para quitarle las rebabas.

4. Sacado de postes con grua viajera. El ayudante coloca las tenasas en el poste, se levanta 5cm el poste con objeto de meter un polín y bajar el poste para que las tenasas sujeten bien al poste y no se caiga durante su traslado, al levantar el poste el ayudante lo empuja hacia la punta con objeto de evitar que se doblen las tapaderas traseras, en lo que se levanta el poste el ayudante con una pala raspa las aristas inferiores del poste con objeto de quitar las rebabas, es trasladado a la zona de tapado y curado, se coloca el poste en la estiba y se acomoda con la barra.

Al colocar los postes encimados se forman lo que se llaman estibas que son pilas de diez por diez postes de altura. Primero se colocan sobre el piso tres filas de polines de 2" x 3" x 8', una fila va a un metro de la punta del poste a estibar, otra va a un metro de la parte posterior del poste a estibar y la última fila va en el centro del poste, sobre estas tres filas se colocan diez postes bien juntos y sobre estos diez postes se colocan tres filas de polines exactamente sobre las posiciones de las filas anteriores, esto se repite hasta tener una altura de diez postes.

El procedimiento anterior se repite hasta haber sacado todos los postes colados el día anterior.

Los siguientes siete procedimientos se llevan a cabo por cuatro trabajadores denominados el "Grupo de paradores".

5. Limpieza del molde con cepillo y espátula. Con una espátula en la mano derecha se van quitando los residuos de concreto pegados al molde, con el cepillo de alambre en la mano izquierda se van limpiando mas a detalle las caras del molde, debido a que la espátula quita adherencias grandes y el cepillo pequeñas.

6. Limpieza con gancho. Con un gancho se va raspando las visagras del molde quitando los restos de concreto con el proposito de poder cerrar perfectamente los moldes.

7. Barrida de molde. Con una escoba se barre el polvo y pedazos de concreto dejando el molde perfectamente limpio.

8. Aceitado de molde. Con la bomba con diesel y aceite requemado se esparce en las paredes del molde de manera uniforme.

8.1 Preparado de diesel con aceite requemado. La preparación se hace una vez al día, en medio tambó se coloca mitad de aceite requemado y mitad de diesel, esto se mezcla.

8.2 Carga de la bomba aspersora. Esto se realizà cada vez que se aceptaron diez moldes o quince almas. Con un bote se toma aceite preparado del tambo y se vacía en la bomba aspersora.

9. Aceitado de alma. Con la bomba aspersora de aceite se va esparciendo de manera uniforme en la parte superior y se le dá vuelta con el pñe para ponerle a la parte inferior.

10. Traslado de armado a molde aceitado. El grupo de paradores como ya se mencionò es de cuatro , este grupo se puede dividir en parejas para cargar los armados de 7, 9 u 11 metros y en un grupo para cargar los armados de 13m.

11. Cerrado de molde. Una vez que estàn los armados sobre el molde aceitado se colocan las tapas traseras si es que son armados de 7 o 9 metros, estas tapas acortan los moldes debido a que estos son de trece u once metros posteriormente entre los tres cierran el molde y colocan los broches, luego uno coloca la tapa trasera y delantera del molde, en lo que otros dos meten el alma en el molde.

12. Poner tornillos en tapas. Un hombre coloca con la mano los tornillos, la rondana y la tuerca, los aprieta hasta donde es posible manualmente, luego sujeta la cabeza del tornillo con la llave española y con la llave de astrias le va dando vueltas hasta que queden perfectamente apretados los tornillos.

13. Meter alma. Un hombre con una banda sujeta el alma en la parte delantera y otro en la trasera. El hombre de adelante mete la punta del alma y el de atras continúa hasta que quede bien metida el alma. Mientras tanto el que estaba adelante se va a levantar la punta del alma con un alambre, esto es con objeto de que quede centrada el alma.

14. Preparado de la mezcla. Se requiere de los siguientes hombres. Uno en la revolvedora, dos en la grava, uno en la arena y dos en el cemento.

A continuación mencionaremos el orden en el que se dosifican los agregados a la revolvedora, se vierte el agua, el arena, la grava y por último el cemento.

Después del tiempo apropiado de mezcla (aproximadamente minuto y medio) y una vez que se obtiene una mezcla homogénea, se descarga el tanque e inmediatamente después se vierte el agua de la siguiente mezcla. Esto limpia las espas y el tanque evitando grumos en la siguiente mezcla.

La posición del tanque para mezclar es tan inclinada como sea posible, sin que se derrame el contenido. El tanque girando en posición vertical no efectúa la mezcla.

+ Revolvedora, el hombre que está en la revolvedora es de suma importancia debido a que marca el ritmo de trabajo de los demás, cada carga vacía los dos botes de agua. Al terminar las labores del día, es el encargado de limpiar la revolvedora.

+ Grava, un hombre de la grava es el encargado de cargar la revolvedora con 5 botes, el otro de llenar los botes y palearla para mantenerla junta, al terminar las labores del día debe guardar la pala y los botes en el cuarto de herramientas.

+ Arena, el hombre que está en la arena es el encargado de cargar la revolvedora con cuatro botes además de palear la arena para mantenerla junta, al terminar las labores debe guardar la pala y los botes en el cuarto de herramientas.

+ Cemento, uno de los hombres que está en el cemento es el encargado de acarrear el cemento en carretilla del silo a la revolvedora, el otro carga la revolvedora con tres botes de cemento, al terminar las labores deben guardar las dos carretillas.

15. Traslado de mezcla en carretillas al molde. Son cuatro hombres los que están encargados del traslado de la mezcla de la revolvedora al molde. La carretilla vacía la colocan frente a la revolvedora para que la llenen, luego con la carretilla se dirige hacia el molde donde con ayuda del vaciador vacían la mezcla de su carretilla al molde, limpian su carretilla antes de ir a comer, al terminar sus labores las limpian y las guardan.

16. Vaciado de mezcla. Son dos hombres, uno se encarga de voltear las carretillas para vaciar la mezcla al molde con ayuda de los carretilleros, además de mover un vibrador al siguiente molde cuando ya se ha llenado este, se encarga de ponerle una varilla a la boca del poliducto para evitar que le entre mezcla y se tape. El otro se encarga de palear la mezcla para nivelar la mezcla en el molde, mueve el otro vibrador al siguiente molde cuando ya se ha llenado el anterior, además es el encargado de evitar el desperdicio al máximo puesto que al caerse mezcla la debè recoger y ponerla en el molde, con lo anterior también se mantienen limpios los pasillos.

17. Pulido. Una vez que terminaron los paradores un hombre con un palastre se encarga de dar una pulida a la cara exterior del molde, esto lo hace para darle una terminación liza, posteriormente cuando el poste ya ha fraguado un poco más se le da otra pasada.

18. Colocado de sello y número. Un hombre unta con un trapo impregnado de diesel en el sello, coloca el sello en la posición y lo golpea con un martillo con objeto de que quede bien marcado.

Un hombre con la combinación de los números del cero al nueve que se encuentran en una caja con diesel, va colocando el sello del número de serie,

19. Extracción de alma. Antes de extraer el alma del poste se deja fraguar tres horas, debido a que si se saca el alma cuando esta fresco el poste se caen las paredes interiores de este.

Un hombre coloca en los hoyos finales del alma una barra, de esta se sujeta el cable del diferencial, mientras que otro hombre fija el diferencial, uno de los hombres va moviendo de un lado a otro el alma y el otro tira con el diferencial. El hombre de la barra, una vez sacada el alma la limpia con agua con objeto de que no se le pegue mezcla.

20. Limpieza de visagras. Después de fraguado el poste, un hombre con una coloradora de agua va limpiando las visagras del molde, esto se hace con objeto de que a los moldes no se les formen costras de mezcla y puedan abrirse bien.

21. Tapado. Consta de un hombre que se encarga de acercar la pedacera de ladrillo a los moldes que estan en la zona de tapado y curado, coloca la pedacera con un martillo en la parte posterior del poste procurando que quede firme, una vez que terminó de emboquillar todos los postes va a elaborar la mezcla con arena cernida y cemento, da una mano de mezcla sobre el emboquillado, posteriormente da la mano final, pone con la mano cemento seco para evitar de que se agriete el tapado al secar y darle una terminación más fina.

22. Curado. Este subproceso se hace un día después de colado el poste y ya que esta este en la zona de tapado y curado.

El hombre que tapa se encarga de llenar con una manguera los postes de agua, estos se llenan en el centro debido a que los postes son huecos.

También los postes son regados mientras permanecen en la zona de curado que es aproximadamente tres días. Al terminar las labores debe enrollar las mangueras.

23. Traslado de poste a zona de estibado. De esto se encargan el chofer de la grúa de patio y sus dos ayudantes. Uno de sus ayudantes amarra el poste a trasladar y lo va sosteniendo durante el camino para que no arrastre, al llegar a la estiba definitiva lo recibe el otro ayudante y este con ayuda de una barra lo coloca bien, en tanto la grúa regresa con otro poste.

24. Limpieza de pasillos. Hay un hombre encargado de limpiar los pasillos de los moldes, este hombre con un pico y pala va recogiendo todo el escombros de los pasillos, el objeto de esto es mantener los pasillos limpios para que puedan circular con mayor facilidad los de las carretillas.

B) Responsabilidad de los procesos.

Se especifican las responsabilidades de los jefes del departamento de armado y colado, además de mencionar las responsabilidades a cubrir en cada subproceso.

Las responsabilidades del jefe de armada son las siguientes:
Tomar lista de asistencia a los armadores, llevar el reporte de armados diariamente, cumplir con los planes de producción, indicar la causa cuando no se cumplen, estar al tanto del material y reportar al encargado de producción cuando se llegue a los siguientes niveles de inventario:

- 3 toneladas de varilla de 3/8"
- 3 toneladas de varilla de 1/2"
- 3 rollos de alambre No.8
- 6 rollos de alambre No.11
- 3 rollos de alambre No.16
- 15 rollos de poliducto.

1. Elaboración de estrellas.

- + Elaborar las estrellas de tamaño adecuado.
- + Indicar al jefe de armado cuando solo queden tres rollos de alambre No. 8.
- + Mantener limpia el area de elaboracion y almacenamiento de estrellas

2. Corte de varilla.

- + Cortar la varilla de tamaño necesario.
- + Enderezar varilla si es necesario.
- + Tener la varilla cortada minimo un día antes de su uso.
- + Mantener limpia el area de corte de varillas.

- + Indicar al jefe de armado cuando sólo queden tres toneladas de varilla de 3/8" y de 1/2".

3. Elaboración de armado.

- + Elaborar el armado de acuerdo a las especificaciones de cada tipo de poste.
- + Indicar al jefe de armado cuando queden menos de tres rollos de alambre No. 16 y seis rollos de alambre No. 11.

II. Subproceso de colado.

De los siguientes subprocesos el responsable de que se cumplan es el jefe de colado. El jefe de colado tiene a su mando a todas las personas del colado y su responsabilidad es supervisar al personal, estar al pendiente del cumplimiento de los programas de producción, indicar al departamento de mantenimiento en caso de algún desperfecto, tomar la lista al personal, organizar al personal en caso de paros de producción, informar al encargado de producción cuando el cemento se haya terminado del silo de 50 toneladas y únicamente quede cemento en el silo de reserva, avisar cuando haya únicamente ocho metros cubicos de grava u arena y cuando únicamente quede un tambo de diesel o aceite requemado. Además debe organizar las pruebas de ruptura.

A continuación se mencionaran los subprocesos de colado y sus responsabilidades.

1. Quitado de tornillos, tuercas y rondanas de tapas de moldes.

- + Quitar todos los tornillos de las tapas.
- + Colocarlos en el bote.
- + Al finalizar guardar las llaves en el cuarto de herramientas

2. Abrir molde.
 - + Abrir perfectamente el molde.
 - + Quitar perfectamente todas las rebabas del poste.
3. Sacado de postes con grúa viajera a zona de tapado y curado.
 - + Sacar los postes del molde con el mayor cuidado posible para evitar que se maltraten.
 - + Estibarlos poniendo las maderas en la misma posición.
 - + Evitar mezclar postes de diferentes tipos.
 - + Limpiar aristas inferiores.
 - + Trasladar postes defectuosos a zona de reparación.
4. Limpieza del molde y alma.
 - + Limpiar perfectamente las visagras con el gancho.
 - + Limpiar perfectamente las caras del poste con la espátula y el cepillo de alambre, con lo anterior se evita que salgan postes con caras defectuosas.
 - + Barrer perfectamente el molde, sin dejar pedazos de mezcla en el molde.
5. Aceitado de molde y alma.
 - + Aceitar de manera uniforme el molde y alma requeridos para colar el poste.
6. Traslado de armado a molde aceitado.
 - + Levantar dos armados si son de 9 y 7m, entre dos personas, si son de 11 y 13m entre tres personas, para evitar que se maltrate el armado.
 - + No arrojar el armado en el molde para evitar que se recorra la espiral.
 - + No arrastrar el armado.

7. Cerrado de molde.

- + Dejar bien colocadas las tapaderas del molde para evitar postes defectuosos.
- + Cerrar todos los broches del molde.
- + Apretar bien los tornillos de la tapa delantera y trasera del molde.
- + Colocar el alma hasta su posición correcta, amarrandola de la parte delantera para evitar que se pegue en la cara inferior del molde y quede el poste más delgado de esa cara.
- + Centrar y amarrar los armados de varilla de 1/2".

8. Preparado de mezcla.

- + Preparar una mezcla adecuada, con las proporciones de grava, arena, agua y cemento exactos. Si el poste se elabora con mezcla con exceso de agua pierde resistencia el poste. Si la mezcla está muy seca los vibradores no alcanzan a vibrar muy bien, quedando postes con caras defectuosas incluso hasta con el armado por fuera.
- + Cuidar la revolvedora, aceitarla antes del comienzo de actividades y limpiarla al finalizar actividades.

9. Traslado de mezcla en carretillas al molde.

- + Ayudar al vaciado de la revoltura, evitando al máximo el desperdicio de revoltura.
- + Mantener limpias las carretillas y guardarlas al terminar las labores en el cuarto de herramientas.

10. Vaciado de mezcla.

- + Que el molde quede en el punto de llenado exacto, puesto que de lo contrario el poste puede quedar fuera de dimensiones.

- + Evitar al máximo el desperdicio de mezcla.
- + No golpear las carretillas con el molde.
- + Guardar al terminar las labores los dos vibradores, la pala y la barra en el cuarto de herramientas.

11. Pulido.

- + Dejar perfectamente pulido el poste.
- + Checar que el poliducto quede en el centro de la cara del poste.

12. Colocado de sello y número.

- + Colocar el sello en la posición correcta.
- + Colocar el sello centrado y bien marcado.
- + Los números deben ir centrados, a la misma distancia y bien marcados.

13. Extracción de alma.

- + Extraer el alma paralela al poste y no con angulo para evitar que se lastime el poste.
- + Limpiar el alma mientras se saca.

14. Limpieza de visagras con compresora.

- + Limpiar perfectamente todas las visagras.
- + No apuntar el chorro de agua en dirección de contactos ni paredes.
- + Al terminar labores guardar la compresora en el cuarto de herramientas.

15. Tapado.

- + Realizar un tapado con calidad es decir vertical, sin salientes y liso.
- + El poste debe quedar perfectamente tapado para evitar que el agua de curado se fugue.

16. Curado.

- + Llenar los postes de agua
- + Mojar diariamente los postes durante cinco días después de su producción.

17. Traslado de postes a zona de estibado.

- + Trasladar los postes con cuidado de que no se golpeen.
- + Hacer estibas derechas, que las maderas queden en las mismas posiciones.
- + Mantener limpia el area de estibado.

18. Limpieza de pasillos.

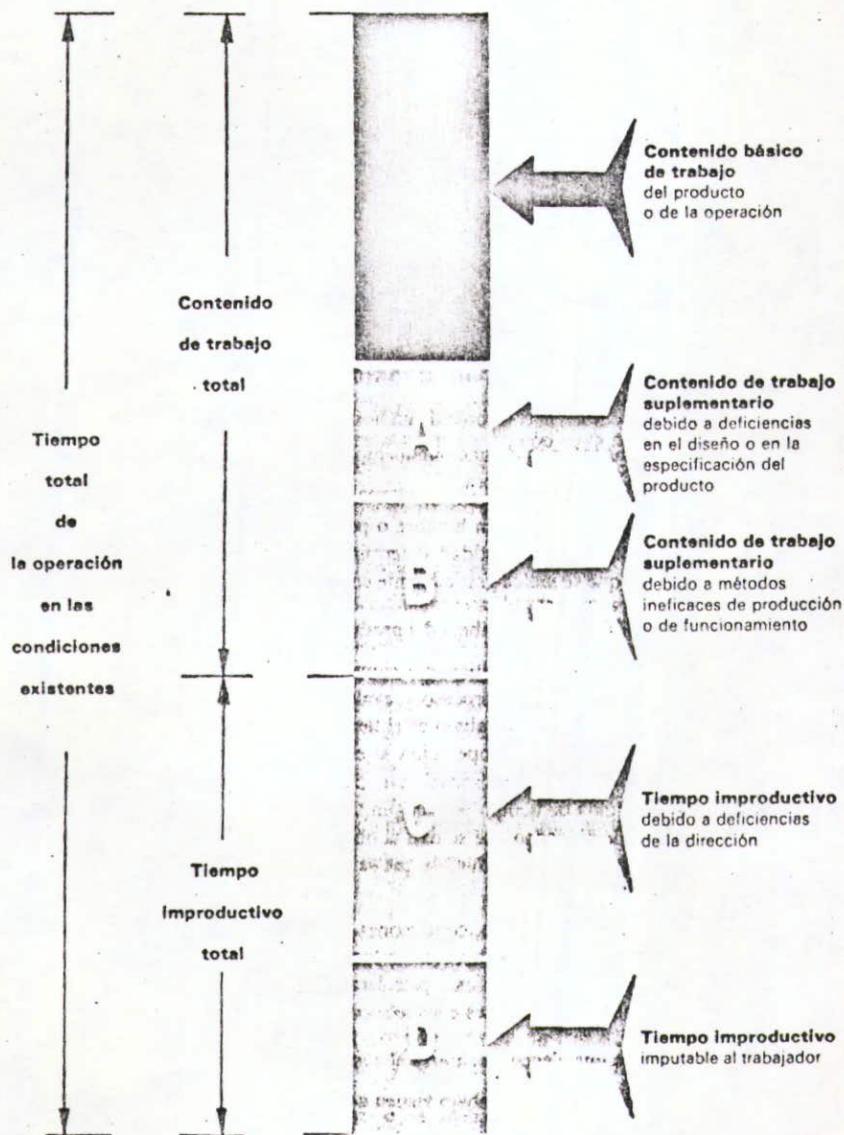
- + Mantener los pasillos libres de escombros.
- + Al terminar labores guardar la pala, el pico y la carretilla en el cuarto de herramientas.

CAPITULO II

BASES PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO

II.1 TIEMPO TOTAL INVERTIDO EN UN TRABAJO.

El tiempo invertido por un hombre o máquina para llevar a cabo una operación puede descomponerse como se presenta en la figura 13



A continuación se da una breve explicación del tiempo total de operación y sus componentes.

Contenido básico de trabajo del producto o de la operación. "Es el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o en llevar a cabo una operación si el diseño, la especificación, el proceso o método de fabricación u operación se desarrollasen a la perfección y no hubiese pérdida de tiempo por ningún motivo durante la operación. Es el tiempo mínimo irreducible." (3)

Elementos que vienen a sumarse al contenido básico de trabajo.

A. Contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto.

1. El producto y sus componentes pueden estar diseñados de tal forma que resulte imposible emplear los procedimientos o métodos de fabricación más económicos.

2. "La fijación equivocada de normas de calidad, por exceso o por defecto, pueden incrementar el contenido del trabajo." (4) Como fijar márgenes de tolerancia muy reducidos, dando por resultado mayor trabajo y más desperdicios, por otro lado con material de calidad demasiado baja será difícil lograr el acabado que se requiere.

3. Que el diseño este de tal forma que no se desperdicie mucho material.

Este tiempo es reducido mediante:

+ El estudio previo del producto, reduciendo el exceso de contenido de trabajo debido a deficiencias en diseño.

+ La especialización y la normalización permitiendo emplear procedimientos de gran producción. Actualmente se le indica al

(3) C.R. WYNNE-ROBERTS. Introducción al Estudio del trabajo. p 13.

(4) Ibidem p. 17

jefe de colado cuantos postes se requieren producir, el organiza a su personal de tal forma que el trabajador no siempre realiza la misma tarea, ocasionando perdida de tiempo e ineficiencia.

+ La investigación del producto y el analisis del valor, reducen el contenido de trabajo debido al exceso de material.

B. Contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficaces de producción o de funcionamiento.

1. Utilizar la maquinaria y herramientas adecuadas.
2. Mantener la maquinaria en buen estado.
3. Si la disposición de la fabrica, taller o lugar de trabajo impone movimientos innecesarios o perdida de tiempo y energia.
4. Si los métodos de trabajo del operario entrañan movimientos innecesarios, perdida de tiempo o energias.(5)

Este exceso de contenido del trabajo se elimina:

- + Planificación del proceso con lo que se asegura la elección de maquinaria apropiada.
- + La revisión del proceso con lo que se garantiza la buena marcha de los procesos.
- + Estudio de métodos para asegurar la elección acertada de herramientas, reducir el contenido de trabajo imputable a la mala disposición de los locales y el trabajo debido a malos métodos de trabajo.

La productividad optima del proceso solo se logrará cuando se efectúe con el menor desperdicio de movimientos, tiempo, esfuerzo y en condiciones de máxima eficiencia. Habria que suprimir todo lo

que origine movimientos innecesarios del trabajador en el taller o en su mismo puesto de trabajo.

Todos los elementos que constituyen el contenido de trabajo suplementario pueden ser imputables a deficiencias de dirección.

Toda interrupción que obligue al trabajador, a la máquina, o a ambos, a suspender la producción o las operaciones que estaban realizando, sea cual fuere su causa, debe ser considerada tiempo improductivo, ya que durante el periodo de interrupción no se realiza ninguna labor que sirva para concluir la tarea iniciada.

C. Tiempo improductivo debido a deficiencias de la dirección."Es el tiempo durante el cual el hombre, la máquina, o ambos, permanecen inactivos porque la dirección no ha sabido planear, dirigir, coordinar o inspeccionar eficazmente."(6)

1. Falta de normalización del proceso.
2. Falta de planificación de la producción.
3. Falta de organización del abastecimiento de materias primas, herramientas y demás elementos necesarios para efectuar el trabajo.
4. Por no conservar las instalaciones y maquinaria en buen estado, con las interrupciones consiguientes por averías de la maquinaria.
5. Por permitir que las instalaciones y maquinaria funcionen en mal estado, con los consiguientes desechos y rectificaciones. El tiempo invertido en repetir un trabajo es tiempo improductivo.
6. Por no crear condiciones de trabajo que permitan al operario trabajar en forma sostenida.

(6) Ibidem p. 16

7. Por no adoptar precauciones adecuadas contra los accidentes, que son causa de perdidas de tiempo.

Este tiempo improductivo es eliminado si se aplican las siguientes técnicas.

- + Controlar la producción basandonos en la medición del trabajo, reduciendose la inactividad debida a mala planificación.
- + Controlar los materiales reduciendose la inactividad por falta de materiales.
- + El mantenimiento reduce la inactividad de hombres y máquinas por averías.
- + La mejora de las condiciones de trabajo permitiendo trabajar con mayor regularidad.
- + Las medidas de seguridad reducen el tiempo improductivo debido a accidentes.

D. Tiempo improductivo imputable al trabajador." Es el tiempo durante el cual el hombre o la máquina, o ambos, permanecen inactivos por motivos que podría remediar el trabajador."(7)

1."Ausentandose del trabajo sin causa justificada, llegando tarde al trabajo, no poniendose a trabajar inmediatamente después de entrar, no trabajando o haciendolo despacio deliberadamente."(8)Se tiene muchas ausencias que se estan reduciendo por medio de concientización al trabajador de lo importante que es un día de salario, además de implantarse una política de puntualidad y asistencia, la cual indica que a la primera y segunda falta sin justificar se le llama la atención, a la tercera se le castiga un día y a la cuarta en un mismo mes se le suspende. Un incentivo que

(7) ibidem p.16

(8) ibidem p.20

se ha implementado es el de dar una dispensa a los trabajadores que no tengan faltas en un mes. Con lo anterior se redujo el ausentismo de 11% a 3%.

2. "Trabajando con descuido que origine desechos o repeticiones de trabajo. La repetición es una pérdida de tiempo y el desecho supone desperdicio de material.

3. No observando las normas de seguridad y sufrir un accidente por negligencia." (9)

Este tiempo improductivo es eliminado si se aplican las siguientes técnicas.

- + Tener una buena política de personal y los incentivos, reduciendo el tiempo improductivo debido a ausencias.
- + La política de personal y la formación de los operarios reducen el tiempo improductivo debido a negligencias.
- + El conocimiento de las medidas de seguridad reduce el tiempo improductivo debido a accidentes.

En general es mucho más el tiempo improductivo imputable a deficiencias de la dirección que a causas que dependan de los trabajadores.

El único camino para que la empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (utilidades) es aumentando su productividad. Esta se aumenta utilizando métodos, obtenidos por el estudio del trabajo.

II.2 ESTUDIO DEL TRABAJO.

"Se entiende por estudio del trabajo, al estudio de métodos y la medición del trabajo, utilizados para examinar el trabajo, llevando a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras."(10)

El estudio de trabajo, está directamente relacionado con la productividad, puesto que sirve para obtener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dada, manteniendo constantes o aumentando apenas las inversiones de capital.

Características del estudio de trabajo.

- + Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.
- + Es sistemático, se recogen todos los datos relacionados con la operación.
- + Es el método más exacto para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y control eficaces de la producción.
- + Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.

El estudio de trabajo se compone del estudio de métodos y de la medición del tiempo.

II.2.1 ESTUDIO DE METODOS.

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos, eficaces y de reducir los costos. Se investiga el trabajo existente, se localiza lo improductivo y se fija nuevo método de trabajo.

* Los fines del estudio de métodos son los siguientes:

- + Mejorar la disposición de la fábrica, así como las instalaciones.
- + Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- + Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.
- + Crear mejores condiciones materiales de trabajo.
- + Es útil en idear nuevos procedimientos o mejorar los existentes, es decir facilita el trabajo."(11)
- + Ayuda en la elección de maquinaria y equipo más modernos o de mayor capacidad
- + Reduce el contenido de trabajo del producto y del proceso

A continuación se dan a conocer el procedimiento básico del estudio de métodos.

A. Selección del proyecto.

B. Métodos gráficos para el analista de métodos.

Estos métodos se utilizan para presentar información relacionada con el proceso, una vez que ya se ha elegido el trabajo a estudiar.

Su función es la recopilación y la presentación de datos.(12)

(11) ibidem, p. 79

(12) C.f.r., NIEBEL. Ingeniería Industrial p. 20

A continuación mencionaremos los métodos gráficos que utilizaremos en nuestro estudio, los diagramas de proceso que son una representación gráfica relativa a un proceso industrial. Recordar que los diagramas no son un fin en sí, sino que son un medio que se utiliza para eliminar los costos ocultos.

1. Diagrama de operaciones de proceso. Es un diagrama que se utiliza para mostrar la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima, hasta el estibado del poste. Es muy útil debido a que permite comprender perfectamente el problema.

Para su elaboración se utilizan dos símbolos un círculo de 10mm o 3/8" de diámetro para representar una operación, un cuadrado de 10mm de lado para representar una inspección.(13)

En la figura 14 se presenta el diagrama de operaciones del proceso.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

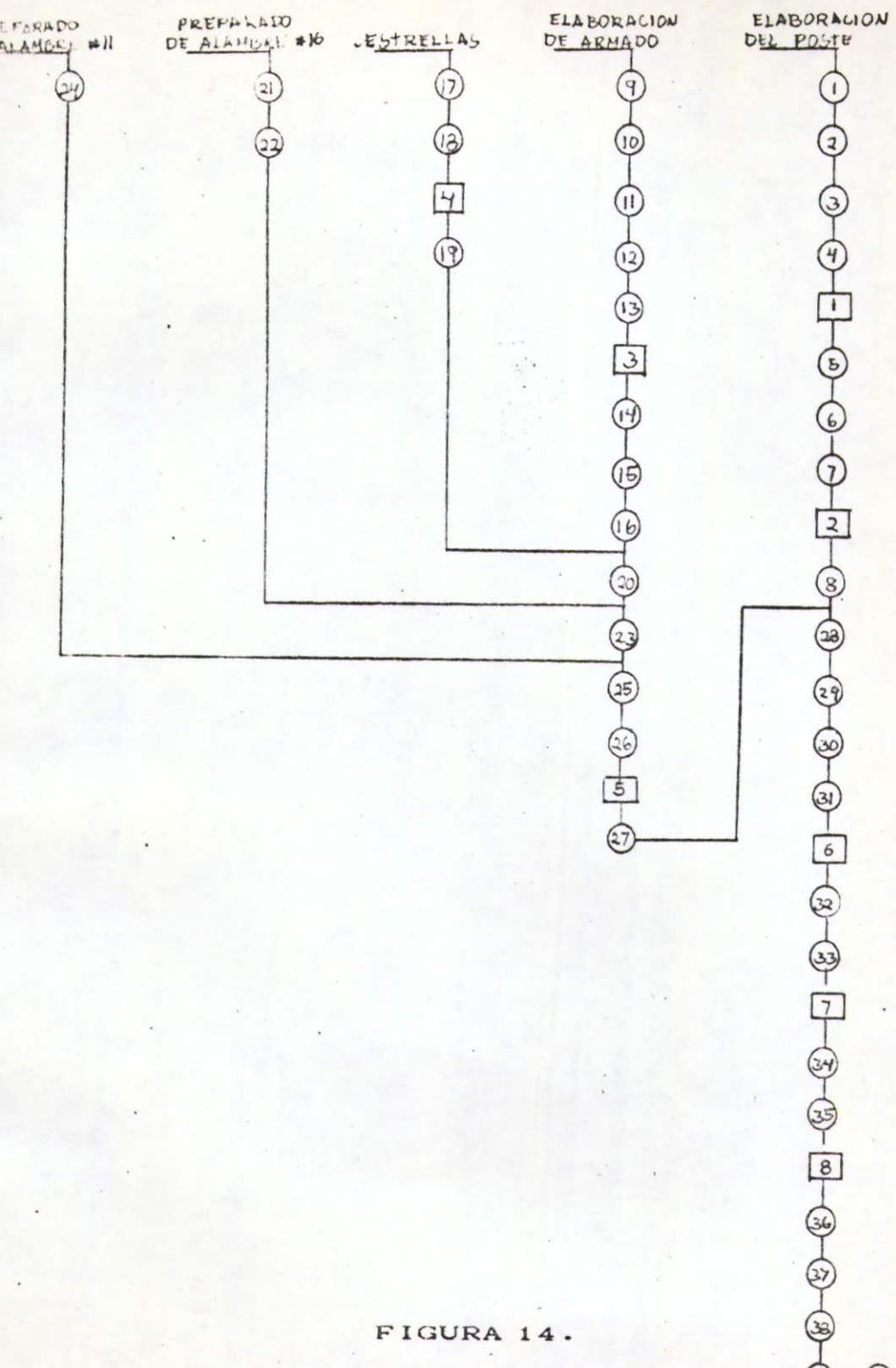


FIGURA 14.

- Op. 1 Quitado de tornillos, tuercas y rondanas.
- Op. 2 Abrir molde.
- Op. 3 Quitar rebaba de parte superior del poste.
- Op. 4 Sacado de poste con grua viajera.
- Ins. 1 Verificar que este bien estibado el poste.
- Op. 5 Limpieza del molde con cepillo y espátula.
- Op. 6 Limpieza con gancho.
- Op. 7 Barrida del molde.
- Ins. 2 Verificar la limpieza del molde.
- Op. 8 Aceitado de molde y alma.
- Op. 9 Sacado de varilla del atado y puesta en cama.
- Op. 10 Emparejado de varilla en cama.
- Op. 11 Marcado de varilla.
- Op. 12 Cortado de varilla.
- Op. 13 Traslado de varilla cortada.
- Ins. 3 Verificación de dimensiones de varilla.
- Op. 14 Traslado de varilla junto a mesa de trabajo.
- Op. 15 Colocado de varilla en mesa de trabajo.
- Op. 16 Ir por estrellas y colocado en posición.
- Op. 17 Corte de alambre.
- Op. 18 Elaboración de estrellas.
- Ins. 4 Verificación de estrellas.
- Op. 19 Colocado de estrellas en su lugar.
- Op. 20 Amarre del castillo.
- Op. 21 Separar el rollo de 100 Kg en 40 rollos.
- Op. 22 Corte de alambre.
- Op. 23 Colocado de poliducto.
- Op. 24 Separar el rollo de 100 kg en veinte rollos de 5 kg.
- Op. 25 Espiral.
- Op. 26 Amarre de espiral.
- Ins. 5 Revisión de armados.
- Op. 27 Traslado de armado.
- Op. 28 Traslado de armado a molde aceitado.
- Op. 29 Cerrado de molde.
- Op. 30 Poner los tornillos en las tapas.
- Op. 31 Meter alma.
- Op. 32 Preparación de la mezcla.
- Ins. 6 Verificación del correcto proporcionamiento de la mezcla.
- Op. 33 Traslado de mezcla en carretillas a molde.
- Op. 34 Vaciado de mezcla.
- Ins. 7 Verificación de que el molde este lleno hasta lo correcto.
- Op. 35 Pulido.
- Op. 36 Colocado de sello y numero.
- Ins. 8 Verificar del correcto pulido y colocado de sello y numero.
- Op. 37 Extracción del alma.
- Op. 38 Limpieza de visagras.
- Op. 39 Tapado.
- Op. 40 Curado.
- Op. 41 Traslado de poste a zona de estibado.

2. Diagrama de flujo de proceso. Es un diagrama más detallado que el de operaciones, se aplica a un procedimiento en lugar de al proceso en general, en este se ponen en manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un poste en su recorrido por la planta. (14)

A continuación se mencionaran los simbolos a utilizar.-

- I Transporte (Traslado de un objeto o material)
- D Demora o retraso (Cuando no se permite a un poste ser procesado inmediatamente en la siguiente estacion de trabajo)
- A Almacenamiento (15)

En la Figura 15 se presenta el diagrama de flujo de proceso en zona de armado y en la figura 16 de la zona de colado.

(14) cfr. ibidem p. 24.

(15) cfr. C.R. WYNNE-ROBERTS. op. cit. p. 89

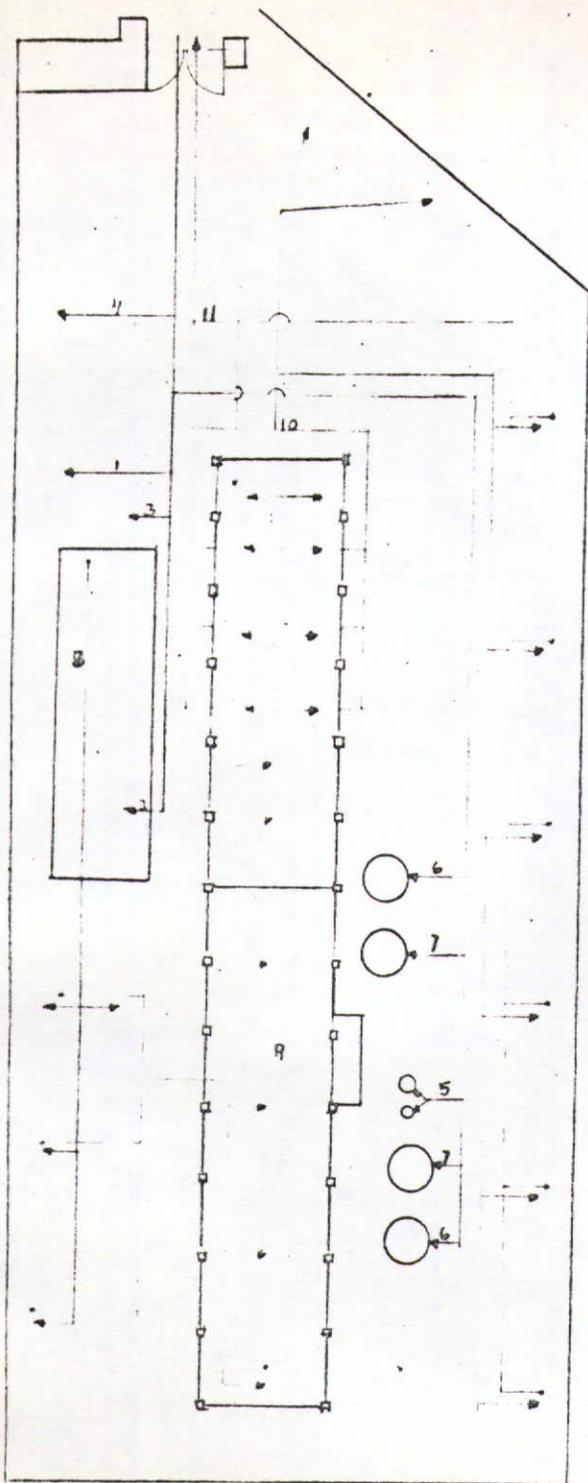
| PROGRAMA ANALITICO OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO | | RESUMEN | | | | | | | |
|--|----------|--------------------------|--------------|----------|-----------|----------|---|---|--------------------------|
| PROGRAMA N° 3 HOJA N° 1 | | ACTIVIDAD | | ACTUAL | PROPUESTA | ECONOMIA | | | |
| PRODUCTO: DE CONCRETO | | OPERACION | | 20 | | | | | |
| ACTIVIDAD: PROCESO DE COLADO | | TRANSPORTE | | 4 | | | | | |
| | | ESPERA | | 2 | | | | | |
| | | INSPECCION | | 2 | | | | | |
| | | ALMACENAMIENTO | | 1 | | | | | |
| COSTO ACTUAL / PROPUESTO | | DISTANCIA: (METROS) | | 239.72 | | | | | |
| CARGA | | TIEMPO: (HORAS - HOMBRE) | | | | | | | |
| CARGARIO(S) | | COSTO: MANO OBRA \$ | | 2292. | | | | | |
| CARGADO POR: EQUIPO MIEMO FECHA: | | MATERIAL \$ | | | | | | | |
| CARGADO POR: T. F. FECHA: | | TOTAL | | | | | | | |
| DESCRIPCION | CANTIDAD | DISTANCIA (M) | TIEMPO (Min) | SIMBOLOS | | | | | OBSERVACIONES |
| | | | | ○ | ◁ | ▷ | □ | ▽ | |
| AR TORNEILLOS, TUEBLOS Y ROMANES | | | | . | | | | | CON VARES |
| AR MOLDE | | | | . | | | | | |
| AR RECAJA DE FANIL SUP. DEL BARRIL | | | | . | | | | | CON PALA |
| AR BARRIL DE POTE CON CUBA VIATERA | | 66.7 | | . | | | | | |
| AR FICHER ESTIBADO DE POSTE | | | | . | | | | | |
| AR LUBRIFICACION DEL MOLDE CON CEPILLO Y ESCOBRA | | | | . | | | | | |
| AR LUBRIFICACION CON CANTILLO | | | | . | | | | | |
| AR LUBRIFICACION DEL MOLDE | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO DE MOLDE | | | 1 | . | | | | | CON ABREPERFORA |
| AR TAPADO DE ALMA | | | | . | | | | | CON ABREPERFORA |
| AR TAPADO DE ARMADO A MOLDE | | 38.2 | | . | . | | | | |
| AR TAPADO DE MOLDE | | | | . | | | | | |
| AR TORNILLOS EN TABLAS | | | | . | | | | | CON VARES |
| AR ALMA | | | | . | | | | | CON BANDA |
| AR LUBRIFICACION DEL CONCRETO | | | | . | | | | | EN REVOLUCION |
| AR TAPADO DE MEZCLA A MOLDE | | 24.82 | | . | . | | | | EN CORRETTILLA |
| AR TAPADO DE MEZCLA | | | | . | | | | | |
| AR LUBRIFICACION DEL LLENADO DEL MOLDE | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO | | | | . | | | | | CON PALASTRE |
| AR TAPADO DE FERRADO DEL POSTE | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO DE SELLO Y NUMERO | | | | . | | | | | |
| AR LUBRIFICACION DE ALMA | | | | . | | | | | CON BANDA Y DE |
| AR LUBRIFICACION DE VIGAS DEL MOLDE | | | | . | | | | | CON BANDA DE MADERA |
| AR TAPADO EN ZONA DE TAPADO Y LUBRIFICACION | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO PARA EL POSTE | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO DE ESCUADRO | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO DE POSTE A ZONA DE FERRADO | | 120 | | . | | | | | EN LUBRIFICACION DE POTE |
| AR TAPADO DE ALMACENAMIENTO DE POTE | | | | . | | | | | |
| AR TAPADO DE POTE | | | | . | | | | | EN MESA DE POTE |
| AR TAPADO DE LISTOS PARA SER ENTREGADOS | | | | . | | | | | |
| TOTAL | | 239.72 | | 20 | 4 | 2 | 2 | 1 | |

FIGURA 16

3. Diagrama de recorrido de actividades.

El diagrama de curso de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso, no es una representación objetiva en el plano del curso de trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo: Antes de que pueda establecerse un transporte de material, producto, etc.. es necesario visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia, asimismo se pueden considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo, para lo cual se requiere un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta y trazar en el las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. (16)

En la figura 17 se presenta el diagrama de recorrido de actividades para la implantación del nuevo método en la zona de armado y colado.



- 1 - LLEGADA DE ALAMBRE #11 y #16.
- 2 - LLEGADA DE ALMBRE #8.
- 3 - LLEGADA DE POLINES Y POLIDUCTO.
- 4 - LLEGADA DE VARILLA.
- 5 - LLEGADA DE CEMENTO.
- 6 - LLEGADA DE GRAVA.
- 7 - LLEGADA DE ARENA.
- 8 - ARMADOS.
- 9 - POSTES.
- 10- ESTIBADO DE POSTES.
- 11- ENTREGADO DE POSTES.

FIGURA 17.

C. Análisis de la operación.

Se utilizá para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento.

La ingeniería de métodos tiene por objeto idear métodos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios. Es para mejoramiento de la planta. Por medio de la formulación de preguntas acerca de todos los aspectos operacionales en una cierta estación de trabajo, en otras estaciones dependientes de esta y del diseño del producto. (17)

Preguntarse el porqué, dónde, qué, quién, cómo y cuándo de cada cosa del actual proceso, es decir examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntarse 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.

Hay necesidad de una constante mejora por lo cual este análisis nunca se considera completo. El progreso es el único medio para lograr una operación constantemente redituable. A medida que se implantan mejoras que originan ahorros sustanciales, se amplía el mercado al bajar el precio de venta.

Tenemos que recordar que todo hombre tiene resistencia al cambio, el vencer esta resistencia al cambio es uno de los obstáculos más poderosos en el camino hacia un programa de mejoramiento.

Para tener éxito en este trabajo nunca se debe hacer nada como correcto sólo porque así es ahora o así se ha hecho durante años, debe preguntar, explorar, investigar y tomar una decisión para el momento.

(17) cfr. ibidem, p. 38.

Método del análisis de la operación.

1. Estimar volumen y duración de trabajo (operaciones, traslados, distancias, inspecciones, almacenamientos). Con ayuda de un diagrama de curso de proceso. Con todo esto el analista sólo ha planteado el problema.

2. Revisar el problema con miras a mejoramiento. Hacer una lista de preguntas basadas en los siguientes diez enfoques.

- a) Finalidad de la operación.
- b) Diseño del poste.
- c) Tolerancias y especificaciones.
- d) Material.
- e) Proceso de manufactura.
- f) Condiciones de trabajo. (18)

Ejemplo: ¿Es el método más económico?

¿Para qué se hace esta operación?

Todas las perspectivas anteriores no son aplicables a cada actividad, pero generalmente más de una.

El método de análisis es tomar cada paso del método actual y analizarlo teniendo en mente un enfoque claro y específico hacia el mejoramiento.

- a) Finalidad de la operación.

Tratar de eliminar la operación antes de mejorarla (evitar trabajo excesivo). Las operaciones innecesarias son resultado de una planificación inapropiada en el momento de iniciar el trabajo por la ejecución inapropiada de una operación previa. (19)

(18) cfr. ibidem. p. 41.

(19) cfr. ibidem. p. 46.

b) Diseño del poste.

Es difícil introducir aún un ligero cambio en el diseño pero hay que procurar siempre y cuando se pueda.

- + Simplificar el diseño.
- + Reducir el número de operaciones y magnitud de recorridos.
- + Utilizar mejor material. (20)

c) Tolerancias y especificaciones.

Siempre revisar las tolerancias que no sean ni muy restrictivas ni muy holgadas sino las indispensables para un producto adecuado.

(2)

d) Material.

Hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Material menos costoso.

Más fácil de procesar.

Emplear material en forma más económica (evitar desperdicio)

Utilizar material de desecho.

Utilizar más económicamente los suministros y herramientas.

Estandarizar los materiales (tamaño y calidad). (22)

e) Proceso de manufactura.

Al cambiar una operación considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.

Hay que tratar de mecanizar operaciones manuales, utilizar mejores máquinas o herramientas.

(20) cfr. ibidem. p. 48.

(21) cfr. ibidem. p. 56.

(22) cfr. ibidem. p. 61.

f) Condiciones de trabajo.

La experiencia demuestra que establecimientos fabriles que se mantienen en buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ellas. Las condiciones de trabajo ideales elevan las marcas de seguridad, reducen el ausentismo y la impuntualidad. Hay que tomar en cuenta el alumbrado, controlar el ruido, la limpieza y tener el equipo necesario de protección personal.

D. Desarrollo del centro de trabajo ideal.

Aspectos importantes a tomar en cuenta en la implantación de nuevos métodos.

1. Régimen de trabajo.

Es común que después de que una actividad ha continuado durante un cierto tiempo, el trabajador sienta la necesidad de tomar un breve descanso, si no ocurriera esta interrupción del trabajo, aparecería una declinación progresiva y notable en la productividad. (23)

El decrecimiento en la productividad puede ocurrir de dos maneras.

a) El tiempo de ciclo aumenta.

b) Es posible que ocurran más rechazos por calidad deficiente debido a errores humanos.

El período hasta el punto en el que la productividad comienza a descender notoriamente, se conoce como período actil, al final de ese período hay que conceder un descanso, generalmente es de unos cinco minutos. Este tiempo el trabajador lo toma este

(23) cfr. ibidem. p. 225.

programado o no. Con interrupciones programadas regularmente habrá más productividad y menos rechazos, que sí el personal laborante se obliga por sí solo a trabajar continuamente cuatro horas en la mañana y cuatro a medio día.

Es una buena práctica programar una suspensión de actividades en un departamento o en toda la planta durante 10 o 15 minutos a media mañana.

Considerar un margen de 10% por demoras, claro está que lo anterior sólo son estimaciones debido a que el período actual varía según la fortaleza física, la resistencia, la salud y las aptitudes físicas de cada trabajador.

2. Seguridad.

Uno de los objetivos de una administración amante del progreso es proporcionar un sitio seguro e higiénico para los trabajadores.

La mayor parte de las lesiones son resultado de accidentes ocasionados por una situación riesgosa, un acto peligroso o una combinación de los dos. (24)

Situación riesgosa es el ambiente físico como equipo utilizado y todas las condiciones físicas que rodean el lugar de trabajo. Ej. Los pasillos deben estar libres de obstáculos, utilizar la protección adecuada contra accidentes.

Para evitar los accidentes se tomaron las siguientes medidas.

- a) Adiestrar operarios en el uso correcto y seguro de herramienta.
- b) Proporcionar la herramienta apropiada para el trabajo.
- c) Conservar herramienta de modo que siempre esté en condiciones

(24) cfr. C.R. WYNNE-ROBERTS. op. cit. p.49.

de seguridad.

d) Asegurar que se utilizan el equipo de seguridad.

3. Clasificación de los trabajos.

Todo trabajo se puede clasificar como:

a) Trabajo directo. Es el trabajo que hace avanzar, se mide fácilmente utilizando técnicas comunes como estudios de tiempos.

b) Transporte. Se refiere al trabajo realizado en movimientos durante el curso de las operaciones. El traslado horizontal es en carretillas, en la grúa viajera y de patio. Se mide fácilmente y se establecen estándares.

c) Trabajo indirecto. No se puede evaluar por evidencias físicas en el trabajo terminado o en una etapa del mismo. Los elementos de trabajo indirecto se pueden separar en tres divisiones:

+ Uso y cuidado de herramientas. Son los que tiene que ver con la obtención, disposición y conservación de todas las herramientas necesarias para realizar una operación. Ej. Ir, devolver, reparar, ajustar o limpiar las herramientas.

+ Aplicación y desecho de materiales. Son los que se refieren a conseguir y comprobar el material empleado en la operación, el hacer reparaciones a los materiales, recoger y desechar los fragmentos, el obtener y verificar los materiales.

+ Determinación de planes. Representan el área más difícil para establecer estándares, consultar al jefe, planear procedimientos de trabajo, inspección, verificación y prueba.

d) Trabajo incesario y las demoras. Se deben eliminar a través del planeamiento y la mejora de métodos.

4. Formas de perder el tiempo.

Se van a mencionar las principales formas por las que se ocasionan pérdidas de tiempo.

- + Tiempo perdido por comunicación inadecuada, evitar instrucciones de trabajo incompletas o incorrectas, ocasionando viajes innecesarios al almacén de herramientas y materiales.
- + Tiempo perdido por falta de disponibilidad de piezas, herramientas o equipos, si el obrero no tiene los elementos necesarios para realizar adecuadamente el trabajo, se verá obligado a improvisar en una forma que generalmente causará desperdicio de tiempo y resultará con frecuencia en un trabajo de baja calidad. Una apropiada planeación asegurará que estén disponibles las herramientas y el equipo correctos para efectuar el trabajo, que los repuestos adecuados se suministren en el sitio de trabajo.
- + Tiempo perdido a causa de interferencia con los trabajadores de producción. Cuando hay programación impropia, los trabajadores de mantenimiento pueden encontrarse con que no es posible que inicien una reparación, inspección o revisión general de un equipo, debido a que este continúa siendo utilizado por los trabajadores de producción. Lo anterior puede originar que un técnico tenga que esperar inactivo hasta que el departamento de producción este en condiciones de dejar libre el equipo.
- + Tiempo perdido porque el trabajo resulto insatisfactorio y se tiene que rehacer. Un planeamiento deficiente suele resultar en una negligente actitud, por parte del trabajador. Esto dará por resultado que el trabajo de reparación tenga que ser hecho de nuevo.

+ Tiempo perdido porque el obrero tiene que esperar instrucciones para iniciar el siguiente trabajo. Con una planeación impropia, el tiempo inactivo de espera del trabajo puede ser muy significativo. El planeamiento apropiado asegura que haya suficiente cantidad de trabajo por hacer, de modo que rara vez, si es que la hay, tendrá que esperar instrucciones para el trabajo siguiente.

Desarrollar métodos adecuados, estandarizar y enseñar a los trabajadores que harán uso de ellos.

5. Economía de movimientos.

Siempre reducir al mínimo los movimientos del trabajador para lograr más producción además tener en cuenta lo siguiente:

Ambas manos deben trabajar simultáneamente, cada mano debe efectuar los menos movimientos posibles (ahorro de tiempo), el sitio de trabajo debe estar diseñado para evitar movimientos de alcances largos, evitar el uso de las manos como dispositivos de sujeción, el movimiento de las manos debe procurar ser simétrico alejándose y acercándose a el cuerpo simultáneamente, el impulso físico de una acción debe ser aprovechado en ayuda del trabajador siempre que sea posible, evitando al máximo esfuerzo muscular, los movimientos continuos en línea curva son preferibles a los realizables en línea recta con cambios de dirección repentinos y debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el que se realice con las manos, los movimientos de torción deben hacerse con los codos flexionados, para tomar las herramientas deben usarse las falanges de los dedos

más cercanas a la palma de la mano, deben destinarse sitios fijos para guardar herramientas y material (eliminan búsqueda y selección) y todas las palancas, manijas, volantes de mano deben estar fácilmente al alcance de un operario, diseñadas para utilizar el conjunto muscular más fuerte. (25)

E. Presentación del método propuesto.

El siguiente paso a la elaboración del método propuesto es la aceptación para lo cual es indispensable.

- + Instalar la idea en la mente de otra persona, de manera que llegue a pensar que en gran parte es suya.
- + No dar muestra de estar ansioso de que se acepte una idea.
- + Presente objeciones contra su propia idea.

El método debe hacer hincapié en economías de material, ahorros de mano de obra.

Una vez aceptado hay que implantarlo, lograr su adopción, tanto por parte del personal de jerarquía superior como del intermedio e inferior.

Poner el método tanto en forma verbal como escrita, el escrito es conveniente para su aprovechamiento en futuras aplicaciones. Se presentaran los diagramas de operación, de flujo de proceso y los diagramas del operario utilizados para proyectar el centro de trabajo que se propone.

Por último el escrito debe contener un resumen con una breve aplicación de la naturaleza del problema, conclusiones (resultado de análisis) y recomendaciones que apoyen el método propuesto.

F. Implantación del método propuesto.

Permanecer cerca de las instalaciones de trabajo durante todo el tiempo que dure la implantación del método, asegurarse de que todos los detalles se toman en cuenta y se ejecutan según el plan propuesto, que el programa de trabajo se lleve a cabo satisfactoriamente. Se debe permanecer cerca del operario el tiempo que sea necesario para que esté domine todo lo referente al nuevo método, una vez que domina el método la fase de implantación ha terminado.

Recordar que hay una curva de aprendizaje, que se necesitan horas para dominar aún la más simple operación, trabajos más complicados pueden tomar días y aún semanas, antes de que el trabajador pueda adquirir cualidades físicas y mentales coordinadas que le permitan pasar de un elemento a otro sin titubeo o retraso.

La teoría de la curva de aprendizaje expresa que cada vez que se duplica la cantidad de unidades producidas, el tiempo unitario decrece en un porcentaje constante.

G. Análisis de trabajo.

Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo que lleva hacerlo. Esto se basa en dos puntos importantes.

- + Descripción del trabajo con el método mejorado.

- + Estudio de tiempos con cronómetro.

H. Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

II.2.2 ESTUDIO DE TIEMPOS.

"La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuandola según una norma de ejecución preestablecida."(26)

Estimaciones.

Actualmente utilizadas por el gerente de producción, pero es necesario establecer estandares basados más en hechos que en criterios o juicios. Puesto que no es posible establecer estandares de producción consistentes y justos con el simple expediente de dar un vistazo a un trabajo y luego apreciar el tiempo requerido para efectuarlo.

Estudio de tiempos con cronómetro.

Es un buen medio para establecer estandares justos de producción, para mejora de métodos y evaluación de operarios. Los estandares de tiempo cuidadosamente establecidos posibilitan una mayor producción en la planta, incrementando así la eficiencia del equipo y del personal que opera.

El estudio de tiempos se puede utilizar para fines de planeamiento y para la comparación de métodos en alternativa.

Las razones por las que se escogió este método es porque es el único método que efectivamente mide y registra el tiempo real empleado por el operario y es relativamente sencillo de aprender.

El fin del estudio de tiempos es establecer un día justo de trabajo. El trabajador tiene derecho a una percepción justa por

día a cambio de la cual la compañía tiene también el derecho a un día justo de trabajo.

Día justo de trabajo. La cantidad de trabajo que puede producir un trabajador competente laborando a un ritmo normal y utilizando efectivamente su tiempo, en tanto las limitaciones del proceso no restrinjan el trabajo.

Trabajador competente. Individuo representativo en promedio de los trabajadores bien entrenados.

Ritmo normal. La rapidez efectiva de actuación de un trabajador concienzudo, autodisciplinado y competente cuando no trabaja ni despacio ni aprisa.

Utilización efectiva. Mantenimiento de un ritmo normal al efectuar los elementos esenciales del trabajo durante las diferentes partes del día, exceptuando los que se requieren para descanso razonable y necesidades personales.

En resumen un día justo de trabajo es el que resulta efectivamente justo, tanto para el trabajador como para la empresa. El empleado tiene que entregar una jornada completa de labor a cambio del pago que recibe por ese tiempo considerándose tolerancias para retrasos personales, demoras inevitables y fatiga. Se espera que una persona trabaje conforme el método prescrito, a una velocidad que no sea ni baja ni alta. (27)

1. Equipo para el estudio.

+ Cronómetro.

+ Tablero o paleta para fijar la forma impresa.

+ Formas impresas para estudio de tiempos.

+ Calculadora.

(27) cfr. NIEBEL. op. cit. p. 193.

2. Elementos del estudio de tiempos. .

a) Selección del operario. El jefe de colado y armado junto con el encargado del estudio, lo seleccionaran. Se elige al operario medio o poco más que el medio.

b) Dividir la operación en elementos. "Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de Therbligs conocidos por elementos. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos, escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Los elementos se deben dividir en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas, las más pequeñas de 0.04 min." (28)

Para evitar que se pase el inicio de un elemento asociar el principio y final de cada elemento con un sonido o movimiento.

Reglas principales para efectuar la división en elementos.

b.1 Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si algunos son innecesarios, el estudio de tiempos deberá interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.

b.2 No combinar constantes con variables.

b.3 Seleccionar los elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.

Una vez seleccionados los elementos es necesario que se describa cada elemento con toda exactitud.

(28) ibidem. p. 292.

3. Toma de tiempos.

Hay dos técnicas de tomar el tiempo, son la forma continua y de regreso a cero.

a) Continuo, "se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. No se deja ningún tiempo fuera del estudio, se toman en cuenta retrasos. Se adapta para registrar elementos muy cortos, de 0.04 a 0.02 minutos. Se requiere de más trabajo de oficina por las restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos." (29)

b) Regreso a cero, "el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento y se regresa a ceros. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronometro al finalizar este elemento. Es recomendado en estudios con elementos largos." (30)

No es preciso cuando se emplea este método hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, no es necesario anotar los retrasos. Da poco error porque los tiempos elementales dependen de los elementos precedentes y subsiguientes. Da un error de 3.8% en un elemento que durase 0.10 minutos. Cuando 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.

Inconvenientes.

+ Se pierde tiempo al regresar a cero el cronómetro, se introduce un error acumulativo en el estudio.

+ Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (0.06 minutos o menos).

(29) ibidem. p. 294

(30) idem.

+ No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

Es conveniente anotar la hora en la que se empieza y termina el estudio.

Tamaño de la muestra.

"Se utiliza un método estadístico. Se efectúan cierto número de observaciones preliminares n' y luego se aplica la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95% y un margen de error de -5 a +5 por ciento."

$$n = \left[\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos determinar

n' = Tamaño de observaciones del estudio preliminar

\sum = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones. (31)

4. Registro del tiempo.

Al anotar las lecturas de cronómetro, el analista registra solamente los dígitos necesarios y omite el punto decimal para tener el mayor tiempo posible para observar la actuación del operario.

Ejemplo. Si el elemento termina en 0.08 min., el analista solamente registra el dígito 8.

"Cuando al observador se le escape hacer una lectura, inmediatamente deberá indicarlo con una E en la columna del

(31) cfr. C.R. WYNNE-ROBERTS. op. cit. p.236.

tiempo. En ningún caso debiera hacer una aproximación y tratar de anotar el valor omitido, porque esta práctica puede destruir la validez del estándar establecido para el elemento específico.

El observador debe estar buscando la posibilidad de encontrar mejores formas de ejecutar los elementos tan pronto como vengan las ideas a su mente, las registrara en forma breve en notas."(32)

Los elementos extraños son retrasos inevitables como la interrupción del jefe, cuando se descompone la herramienta utilizada, ir al baño, etc...

"Estos elementos pueden ocurrir en el punto terminal o durante el desarrollo de un elemento. La mayoría de los elementos extraños, principalmente si son controlados por el operario, se producen en la terminación de uno de los elementos que constituyen el estudio.

Quando un elemento extraño se presenta durante la realización de un elemento, el observador denotará el evento mediante una designación alfabética en la casilla de la columna de tiempo de dicho elemento. Hagace una breve descripción del mismo en el espacio correspondiente. En la parte inferior en la sección de elementos extraños se anota el tiempo en que comienza el elemento extraño y en la parte superior la lectura cronométrica de su tiempo de terminación."(33)

La investigación revela algunas veces que elementos que se tratarían como extraños tienen una relación definida con el trabajo que esta siendo estudiado. En tales casos los elementos deberan considerarse como irregulares, y el tiempo transcurrido debe ser nivelado, añadiendose la tolerancia o margen apropiado.

Ocasionalmente, el elemento extraño sera de tan corta duración

(32) NIEBEL. op. cit. p. 302

(33) ibidem. p. 303.

que resultara registrarlo de manera descrita (0.06 minutos o menos) el método más satisfactorio para manejar esta interrupción sería dejar que se acumule en el elemento donde ocurrió, inmediatamente encerrar la lectura en un círculo, indicando que un valor irreal ha sido encontrado y hacer una breve descripción en notas para justificar la señal del círculo." (34)

5. Calificación de la actuación del operario.

"Antes de que el observador abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Mientras el observador del estudio de tiempos esta realizando el estudio, se fijara con todo cuidado, en la actuación del trabajador." (35)

En la calificación de la actuación, el analista evalua la eficiencia del operador en terminos de su concepto de un operario normal que ejecuta el mismo elemento.

El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio para cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo.

El tiempo real que emplea un operario superior al estandar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal, del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estandar debe reducirse al valor representativo de la actuacion normal. La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de

(34) ibidem. p. 303

(35) ibidem. p. 312.

haber registrado los valores observados en la operación en estudio.

El buen juicio es el criterio para la determinación del factor de calificación. En la mayoría de los trabajos existen diferencias significativas en rendimiento entre los trabajadores, lo que hace necesario ajustar la actuación del operario que se estudia a un predeterminado concepto de lo normal.

Características de un buen sistema de calificación.

a) Exactitud. "No se puede esperar consistencia absoluta en el modo de calificar, ya que las técnicas para hacerlo se basan esencialmente, en el juicio del analista de tiempos." (36) 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%.

b) Simple, conciso y de fácil explicación.

c) Basarse en puntos de referencia bien establecidos.

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 evaluara cuidadosamente la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación, la efectividad y todos los demás factores que influyen en el rendimiento.

En operaciones repetitivas de ciclo corto, durante un estudio de duración media (de 15 a 30 min), da buen resultado asignar un

(36) ibidem, p. 325.

factor de calificación para el estudio completo, si el observador tratara de calificar la actuación en cada elemento sucesivo, estara tan ocupado registrando valores que no podrá llevar a cabo un trabajo efectivo de observación, analisis y evaluación de la actuación real de un operario.

Cuando el estudio es largo (de más de 30 minutos) o está compuesto de varios elementos de larga duración, puede esperarse que la actuación del operario varíe durante el estudio de tiempos.

Si un estudio se compone de una serie de elementos de menos de 0.10 minutos, no hay que tratar de evaluar cada elemento de cada ciclo del estudio, ya que el tiempo no permitira semejante operación.

A continuación se mencionaran algunas formas de calificar la actuación.

a) Método de la Westinghouse.

En este método se consideran cuatro factores a evaluar, la actuación del operario que son habilidad, esfuerzo o desempeño, condiciones y consistencia.

+* Habilidad se define como pericia en seguir un método dado, la habilidad se determina por su experiencia y sus aptitudes como coordinación. La practica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural. La habilidad aumenta con el tiempo ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos." (37)

Según el sistema existen seis grados de habilidad.

| | |
|------------|-----|
| Deficiente | -22 |
| Aceptable | -10 |
| Regular | 0 |
| Buena | 6 |
| Excelente | 11 |
| Extrama | 15 |

Este porcentaje se combina algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final (Factor de calificación de la actuación del operario).

+Esfuerzo. "Se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. Se distinguen seis clases."(38)

| | |
|------------|-----|
| Deficiente | -17 |
| Aceptable | - 8 |
| Regular | 0 |
| Buena | 5 |
| Excelente | 10 |
| Excesivo | 13 |

+Condiciones. "Son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos serán calificadas como normales o promedio. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido."(39)

| | |
|------------|---|
| Ideales | 6 |
| Excelentes | 4 |
| Buenas | 2 |
| Regulares | 0 |

(38) ibidem. p. 328

(39) ibidem. p. 329.

Aceptables -3

Deficientes -7

+Consistencia del operario. "Los valores elementales de tiempo que se repiten consistentemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces, por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, lubricantes, presencia de elementos extraños." (40)

Perfecta 4

Excelente 3

Buena 1

Regular 0

Aceptable -2

Deficiente -4

La aplicación de este método resulta laboriosa si se usara para nivelar cada elemento tan pronto acaba de tener lugar. Por lo cual se acostumbra utilizar solo los factores de habilidad y esfuerzo puesto que la consistencia esta estrechamente relacionada con la habilidad y las condiciones se califican como regular.

El analista debe estar familiarizado con el trabajo, ya sea por observación o por trabajo real. Cuanto más cerca del ritmo normal actue un operario, tanto más fácil será nivelarlo.

Es buena practica efectuar varios estudios (tres o más) antes de llegar a un estandar. El error total, debido a la calificación y a la determinación del tiempo medio elemental transcurrido que se desvía de la media de la población, se minimiza cuando los promedios de varios estudios independientes se utilizan para calcular el tiempo estandar.

b) Escala de norma británica. Esta escala de calificación va de 0 que representa actividad nula a 100 que representa ritmo normal de trabajo

0-100

Descripción del desempeño

- 0 • Actividad nula.
- 50 Muy lento. Movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
- 75 Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
- 100 Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
- 125 Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
- 150 Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de virtuoso, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes. (41)

6. Cálculo del estudio.

Una vez que el analista ha registrado toda la información necesaria hace lo siguiente.

a) Verificar la última lectura del cronómetro, con el tiempo total transcurrido. Estos dos valores deben ser casi iguales, con una diferencia más o menos de medio minuto. Si existiera alguna discrepancia el analista tendrá que revisar las lecturas cronométricas para buscar el error.

b) Cuando se emplee el método continuo, hay que restar a cada lectura del cronómetro la precedente, obteniendo así el tiempo transcurrido.

Si se ha aplicado el método de calificación de la actuación por elementos, se necesitara una hoja de trabajo complementaria para anotar el tiempo elemental transcurrido. Los valores se registran en los espacios del tiempo, después de multiplicar por el factor nivelador.

El analista no debe tomar en cuenta los elementos omitidos ni el que les sigue, ya que el valor restado incluíra el tiempo de ejecución de ambos elementos. En caso de elementos extraños es necesario restar el tiempo de uno de ellos, del tiempo de ciclo del elemento en que ocurrió.

No hay regla para determinar el grado de variación permitido a los valores que se tomaran para los cálculos. Los elementos controlados por trabajadores tienen naturalmente variaciones considerables, no se deben descartar arbitrariamente valores altos o valores bajos, puesto que puede resultar un estandar incorrecto.

Si se utiliza la calificación por elemento, después de calcular los valores de los tiempos elementales transcurridos, el tiempo normal elemental se determina multiplicando el valor de cada elemento por su factor de calificación respectivo.

El valor normal elemental medio se determina a continuación dividiendo el número de observaciones entre el total de los tiempos en las columnas.

Para comprobar los cálculos se suma el valor de la columna de total para cada elemento a los tiempos de elementos extraños y anormales. El resultado de esta suma debe ser igual a la última lectura del cronómetro.

7. Márgenes o tolerancias.

"Es el último paso para obtener el tiempo estandar y consiste en la adición de un margen al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo."(42)

Después de haber evaluado los tiempos elementales normales, se suma el porcentaje de margen o tolerancia a cada elemento para determinar el tiempo admisible. Se debe asignar un margen o tolerancia al trabajador para que el estandar resultante sea justo y fácilmente mantenible por la actuación del trabajador medio o un ritmo normal continuo. Se debe recordar que las lecturas de cronómetro de un estudio de tiempos se toman en un lapso relativamente corto, y que las lecturas anormales, demoras y tiempo para necesidades personales se eliminan del estudio al determinar el tiempo medio o seleccionado. Por consiguiente en el tiempo normal no se consideran retrasos inevitables u otras pérdidas legítimas de tiempo, por lo que es natural que se deban realizar algunos ajustes para compensar tales pérdidas.

Las demoras se aplican para cubrir tres amplias áreas que son las

demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables.

+ Retrasos personales. "Son todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado, como ir a tomar agua o al baño. Un margen de 5% por retrasos personales es adecuado para la mayor parte de los trabajadores.

+ Fatiga.- La fatiga no es homogénea en ningún aspecto, va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas. Con la fatiga existe una aminoración en la voluntad para trabajar."(43)

Por lo general el ritmo de producción tiende a elevarse durante las primeras horas del día, y luego declinar después de la tercera hora. Hay un corto período de alta producción después del almuerzo, pero luego empieza pronto a disminuir y generalmente continúa declinando en el resto del día.

Un método útil para determinar el margen de fatiga es medir el decrecimiento de la producción durante el período de trabajo.

Cualquier disminución en la producción que no pueda atribuirse a los cambios de métodos o de personal, o a retrasos inevitables, podrá ser atribuida a la fatiga y ser expresada como porcentaje.

También puede sacarse por la fórmula de Brey.

$$F = \frac{(T-t)}{T} 100$$

T-Tiempo requerido para realizar la operación al final del trabajo.

t-Tiempo necesario para efectuar la operación al principio del trabajo.

También se puede sacar por la siguiente tabla.

Actividad
1. Por estar de pie

Porcentaje de tiempo anexado.
2

(43) ibidem. p. 351.

| | |
|---|------|
| 2. Por posición no normal | |
| a) Ligeramente molesta | 0 |
| b) Molesta (cuerpo encorvado) | 2 |
| c) Muy molesta (acostado, extendido) | 7 |
| 3. Empleo de fuerza (Levantar, tirar o empujar) | |
| Peso kg | |
| 2.5 | 0 |
| 5 | 1 |
| 7.5 | 2 |
| 10 | 3 |
| 12.5 | 4 |
| 15 | 5 |
| 17.5 | 6 |
| 20 | 7 |
| 22.5 | 9 |
| 25 | 11 |
| 30 | 13 |
| 35 | 17 |
| 4. Alumbrado deficiente. | |
| a) Ligeramente inferior a lo recomendado | 0 |
| b) Muy inferior | 2 |
| c) Sumamente inadecuado | 5 |
| 5. Condiciones atmosféricas (calor, humedad) | 0-10 |
| 6. Atención | |
| a) Trabajo normal | 0 |
| b) Gran cuidado | 2 |
| c) Muy exacto | 5 |
| 37. <u>Ibidem p. 356</u> | |

| | |
|-----------------------|---|
| 7. Esfuerzo mental | |
| a) Complicado | 1 |
| b) De amplia atención | 4 |
| c) Muy complicado | 8 |
| 8. Monotonía | |
| a) Escasa | 0 |
| b) Moderada | 1 |
| c) Excesiva | 4 |
| 9. Tédio | |
| a) Algo tedioso | 0 |
| b) Tedioso | 2 |
| c) Muy tedioso | 5 |

Referencia: NIEBEL. op. cit. p.353.

Al utilizar esta tabla el analista debe determinar un factor de tolerancia para cada elemento del estudio.

"Otra forma también aceptada es poner el 15% a elementos de esfuerzo físico y 10% a elementos controlados por el proceso." (44)

+Retrasos inevitables.

"Comprende conceptos como interrupciones por el jefe, ingeniero u otras personas, irregularidades en los materiales, como es el esperar, todo trabajador tendrá numerosas interrupciones en el curso de un día de trabajo, que pueden deberse a un gran número de motivos. El jefe puede interrumpir al trabajador para darle instrucciones o aclarar cierta información escrita. El ingeniero puede interrumpir para indicar las causas de un trabajo defectuoso." (45)

Los retrasos inevitables suelen ser resultado de irregularidades

(44) ibidem. p. 356.

(45) ibidem. p. 357.

en los materiales. Ejemplo. El material puede estar en un sitio equivocado.

Se aplicara un 5% de tiempo por estos retrasos.

+Retrasos evitables.

"No es costumbre proporcionar una tolerancia por retrasos evitables, que incluyen visitas a otros trabajadores por razones sociales, suspensiones de trabajo indebidas."(46)

8. Tiempo estandar.

El tiempo estandar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Tiempo elemental asignado= T.M X F.C.A X F.T

T.M - Tiempo medio

F.C.A - Factor de calificación de la actuación

F.T - Factor de tolerancia.

La suma de los tiempos elementales dará el estandar en minutos o en horas por poste.

Este tiempo estandar sirva como base para establecer programas, actuaciones, costos, presupuestos y otros controles necesarios para la operación eficaz del negocio.

Hay que tomar en cuenta también los estandares de preparación del trabajo como es sacar herramientas de almacén, preparar maquinaria guardar herramienta, etc...

Es indispensable establecer estandares justos, es decir con equidad para el trabajador y para la empresa.

El tiempo estandar depende directamente del método empleado durante un estudio de tiempos, puesto que el método controla el estandar de tiempo es esencial, si se han de mantener estandares equitativos, que se controlen los cambios y alteraciones en los métodos. El encargado del estudio de tiempos debe comparar periodicamente el método que se esta utilizando, con el método que se estudio al establecer el estandar. Esto puede ser realizado facilmente recurriendo al estudio de tiempos original, donde estara registrada una descripción completa del método empleado.

Ventajas de los estandares.

+ "Denominador común en la comparación de diversos métodos, puesto que el tiempo es una medida común para todos los trabajos, los tiempos estandares son una base para comparar diversos métodos de realizar la misma operación o trabajo." (47)

+ "Medio para asegurar una distribución eficiente del espacio disponible. Conociendo los requisitos exactos acerca de las instalaciones de trabajo, se puede llevar a cabo la mejor utilización posible del espacio disponible." (48)

+ Medio para determinar la capacidad de la planta por medio de estandares de tiempo no sólo es posible determinar la capacidad de un departamento y de la planta.

+ Base para la compra de nuevos moldes y equipo. Puesto que los estandares de tiempo permiten determinar la capacidad de un departamento o planta, proporcionaran también la información necesaria para determinar cuantos y de que tipo deben ser las instalaciones de trabajo para cierto volumen de producción.

(47) ibidem. p. 545.

(48) idem.

+ "Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible. Teniendo información concreta acerca del volumen de producción requerido, así como del tiempo necesario para producir una unidad de producto, se podrá determinar la mano de obra o fuerza laboral necesaria."(49)

El uso de estándares es importante en un mercado en retracción, donde el volumen de producción va decreciendo por falta de pedidos, al disminuir el volumen, si no hay ningún medio para determinar el número real de operarios que se necesitan para manejar la carga reducida, habrá entonces una tendencia a que en la fuerza laboral en su totalidad descienda el ritmo de actividad, los costos unitarios se elevaran progresivamente, se necesitara aumentar los precios de venta y reducir aún mas el volumen de producción y así sucesivamente.

Lo mismo para cuando hay aumentos de pedidos, se requiere conocer el número y el tipo exacto de personal, de modo que se pueda seleccionar y contratar con la suficiente anticipación para elaborar los programas necesarios.

+ Mejoramiento del control de la producción. Es la base operativa en que se programan, se distribuyen, se expeditan y se vigila el cumplimiento de las ordenes de producción de modo que se logren las economías de operación y se satisfagan lo mejor posible las demandas de los consumidores. La función de control de la producción en su totalidad se basa en determinar donde y cuando se debiera realizar el trabajo. Obviamente lo anterior no se puede lograr a menos que se tenga una idea concreta de cuanto tiempo se necesita para realizar cada actividad.

Se llevan dos programaciones.

a) Programa de pedidos. Programar para cumplir con la demanda en forma económica.

b) Programación de operaciones detalladas. Consiste en asignar al obrero el trabajo que se requiere que ejecute. Esta programación se planea para minimizar el tiempo de preparación y el tiempo muerto.

+ Determinación de los costos de mano de obra. La relación entre las horas efectivas de trabajo de producción en un departamento y las horas cronométricas en dicho departamento, proporciona información acerca de la eficiencia en el mismo.

+ "Cumplimiento de las normas de calidad. El establecimiento de tiempos estándares fuerza u obliga al mantenimiento de los requisitos de calidad, puesto que los estándares de producción se basan en la cantidad de piezas aceptables producidas por unidad de tiempo y no se concede tiempo para trabajo defectuoso resultante, habra más empeño por parte de los trabajadores para producir con la calidad fijada." (50)

+ "Simplificación de los problemas de la dirección de la empresa.

Con los estándares de tiempos se tienen muchas medidas de control que de otro modo sería imposible ponerlas en práctica, como programación, control de materiales, presupuestos, pronósticos, planeación. Con lo cual los problemas de la administración se minimizan." (51)

(50) ibidem. p. 552.

(51) idem.

9. Seguimiento del método.

El seguimiento o vigilancia de la continuidad es tan importante como cualquiera de los otros pasos, es la etapa que se omite con más frecuencia. El seguimiento se realizará principalmente para estar seguro de que se sigue el método conforme a lo propuesto, que los estándares establecidos están siendo utilizados y que el nuevo método cuenta con el apoyo de los trabajadores y dirección de la empresa. El procedimiento consiste en repetir el ciclo de mejoramiento de métodos después de su terminación, de modo que cada proceso y cada diseño sea sometido a un examen minucioso continuamente para vislumbrar posibles mejoras adicionales. Sin el seguimiento es fácil que los métodos propuestos se conviertan en los procedimientos originales. Los humanos son creaturas de hábitos y el personal de trabajo debe adquirir el hábito de emplear constantemente el método propuesto para que este se conserve. (52)

Método del seguimiento.

+ El seguimiento inicial debe ocurrir aproximadamente un mes después del desarrollo de los estándares de tiempos para trabajos de producción.

+ En cada seguimiento el analista debe repasar su reporte original del método y el desarrollo del estándar, para cerciorarse de que se siguen todos los aspectos del método propuesto. A veces hallarse que algunas partes del método a implantar se han omitido y que el obrero ha vuelto a sus antiguos procedimientos. Cuando

esto sucede el analista debe comunicarse inmediatamente con el jefe y determinar porqué ha ocurrido el cambio no autorizado. Si no se ofrecen razones que justifiquen el haber regresado al método antiguo, el analista debe insistir en que se siga el procedimiento completo.

Un método de seguimiento cabal y regular ayudara a asegurar que se obtengan los beneficios esperados del método propuesto.

CAPITULO III

MEJORAS AL SISTEMA DE PRODUCCION

III.1 DETECCIÓN DE PRINCIPALES PROBLEMAS Y SUS SOLUCIONES.

En una junta con la dirección general se detectaron las siguientes causas de gastos excesivos.

- A. Falta de un mantenimiento preventivo, ocasionando paros frecuentes de producción.
- B. Constantes pérdidas en herramientas por falta de control.
- C. Maquinaria y equipo viejo que requieren continua reparación.
- D. Exceso de gasto en botas y guantes para los trabajadores.
- E. Exceso de desperdicio de mezcla.
- F. Exceso de desperdicio de madera para estibado.
- G. Falta de motivación de los trabajadores.
- H. Falta de calidad, provocando pérdidas en reparaciones posteriores.
- I. Mejora de métodos de producción.

A continuación se explicarán las soluciones dadas a los problemas mencionados.

A. Falta de mantenimiento preventivo.

Esta causa aumenta el tiempo de trabajo, es una deficiencia de la dirección.

Para evitar este problema se elaboró un sistema de mantenimiento preventivo, cuyo fin es evitar los paros de producción por descompostura de la maquinaria y en caso de descompostura contar con los medios indispensables para reparar en la forma más rápida posible. Además de que las reparaciones correctivas son hechas más rápidamente y por lo general mal hechas, en muchas ocasiones el

mantenimiento correctivo es más caro que el mantenimiento preventivo.

Se arregló el taller de mantenimiento, se cambió la puerta de manera que se tenga acceso hacia producción y no hacia los silos, debido a que el mantenimiento se hace sobre los moldes y se tenían que rodear perdiéndose mucho tiempo.

El sistema propuesto consta de poner un día de mantenimiento a cada máquina de la planta. A continuación se va a mencionar la revisión que se elaborara cada día de la semana y las refacciones que se requieren para poder dar un mantenimiento adecuado.

1. Lunes. Revisión de las revolventoras.

La planta tiene dos revolventoras en uso diario y tiene otras cuatro de refacción o en caso de campamento, los cuales deben tenerse en optimas condiciones.

Para un adecuado mantenimiento revisar las bandas debido a que estas con el uso y el calentamiento sufren elongaciones por lo que se requiere de un ajuste.

Colocar grasa en las dos chumaceras para yugo, en la flecha de yugo, en las masas para el rin, en la masa para volante y en la chumacera de transmisión. Revisar los baleros, los cables del motor, los platinos del contactor y mantener la revolventora limpia libre de material endurecido.

Para poder llevar a cabo adecuadamente este plan de mantenimiento se requiere de un inventario de refacciones. Hay que recordar que los inventarios son importantes debido a que indican cuando y cuanto se debe comprar.

A continuación se justificará la cantidad necesaria de cada refacción de acuerdo a su uso, se mencionará el punto de reorden es decir cuando se requiere pedir más refacciones.

Punto de reorden = Consumo diario X Tiempo de entrega en días.

Para poder dar este mantenimiento a las revolventoras se requiere de tener las siguientes refacciones en el taller:

+ Dos bandas tipo B de 1250 mm.

Las bandas tienen un promedio de vida de dos meses por lo cual dos bandas son suficientes en caso de que se reventarán las dos bandas.

$$P. R. = (6/365) \times 2 = 0.03$$

Lo cual indica que cuando se tenga una banda hay que pedir la siguiente.

+ Dos baleros de revolventora tamaño #2788.

Los baleros tienen un promedio de vida de tres meses por lo cual dos baleros son suficientes.

$$P. R. = (4/365) \times 2 = 0.02$$

Lo cual indica que cuando se tenga un balero hay que pedir .

2. Martes. Revisión de carretillas, palas, picos, marros, aspersora de aceite y prensas.

Revisar a cada carretilla lo siguiente: que no tengan la llanta pinchada, que tengan la presión de aire adecuada, que estén en óptimas condiciones los baleros y engrasarlos.

Se deben mantener en perfectas condiciones todas las carretillas y para esto se requiere de las siguientes refacciones:

+ Dos rines de carretilla.

Se cuenta con diez carretillas en la planta, los rines

tienen una duración de seis meses por lo cual dos rines son suficientes para reposición.

$$P.R. = (2/365)(7)X(10) = 0.38$$

Cuando se tenga un rin hay que pedir.

+ Dos cámaras de llanta de carretilla.

Las cámaras tienen una duración de un año por lo cual dos cámaras son suficientes.

$$P.R. = (1/365)(7)X(10) = 0.19$$

Cuando se tenga una cámara hay que pedir.

+ Dos llantas de carretilla. idem a rines.

+ Diez baleros de carretilla.

Los baleros duran aproximadamente dos meses, pero se requiere de dos en cada carretilla.

$$P.R. = (12/365)(7)X(10) = 2.3$$

Cuando se tengan tres baleros hay que pedir.

+ Diez ejes de carretilla.

Los ejes duran aproximadamente dos meses por lo cual cinco ejes son suficientes.

$$P.R. = (6/365)(7)X(10) = 1.15$$

Cuando se tenga dos ejes pedir

+ Diez Tornillos de 5/16 x 2" y diez de 5/16 x 2 1/2".

Las palas deben revisarse que estén en perfecta condición, que esté bien fijo el cabo a la cabeza y que esté en optimas condiciones.

Para este mantenimiento únicamente se requiere de cuatro cabos de repuesto debido a que estos se rompen y de clavos de tres pulgadas para fijar los cabos con la cabeza.

Se tienen doce palas a las cuales les durà dos meses aproximadamente el cabo.

$$P.R. = (6/365)(7)X(12)=1.38$$

Cuando se tenga dos cabos hay que pedir.

Los picos al igual que las palas revisarse que el cabo este bien fijo con el pico. Si el pico ya no tiene casi punta, debe esmerilarse. Se requieren de cuatro cabos de repuesto y clavos de tres pulgadas para fijarlos. El estudio de pedido es idem a palas.

En los marros revisar que el cabo esté en optimas condiciones. En la planta se tienen tres marros y a estos les durá un mes el cabo por lo cual tres cabos son necesarios para dar un mantenimiento adecuado.

Revisar que la aspersora de aceite no tenga fugas, sí esta tira aceite se debe soldar, revisarle la manguera , apretarle las abrazaderas que lo requieran, si la pistola esta rota cambiarla, por último, revizar las correas de amarre, si ya estan muy deterioradas deben cambiarse.

Para este mantenimiento se requiere de lo siguiente en el taller:

- + De una pistola de aspersora.
- + De tres metros de manguera.
- + De correas de amarre.
- + Tres abrazaderas de sinfin de 1/2".

Revisar las prensas, desarmarlas para su limpieza, cambiarles navajas si es necesario.

En la planta se tienen cuatro prensas, a cada prensa les durà dos meses el par de navajas, por lo cual se requiere tener un inventario de 10 navajas debido a que el tiempo de entrega es de setenta dias.

$$P.R. = (12/365)(70)X(4)=9.2$$

Para este mantenimiento se requiere de seis navajas de 25 mm.

3. Miercoles., Revisión de bombas de agua, diferenciales y compresora de agua.

Revisar las conexiones de las bombas que no tiren agua, si fallan los empaques deben cambiarlos.

Para este mantenimiento se requiere de empaques de bomba fabricados de papel melomoy y de adhesivo shelac.

Para los diferenciales: revisar el cable, si ya esta deteriorado cambiarlo. Se cuenta con tres diferenciales, si se descompone el que está en uso deben repararlo y utilizar alguno de los otros de repuesto. El cable dura aproximadamente tres meses.

Para este mantenimiento unicamente se requiere de 15 metros de cable de 7/16".

$$P.R.=(4/365)(7)X(3)=0.23$$

Cuando se acabe el cable es suficiente pedir.

Revisar que la compresora no tenga fugas en las mangueras, que esten bien apretadas las abrazaderas, revisar el cable, revisar el nivel de aceite, revisar que esten bien los fusibles de la conección y darle una limpieza debido a que se le acumula mucho concreto.

Para este mantenimiento se requiere de lo siguiente:

- + Tres abrazaderas de sinfin 3/8".
- + Cuatro metros de cable monofásico calibre 12.
- + Dos litros de aceite 30 Sae.

4. Jueves. Revisión de instalación electrica y vibradores.

Revisar el cable del vibrador si esta en malas condiciones

cambiarlo, revisar la caja de fusibles y apretar los cables, revisar la clavija de los vibradores y si está en mal estado se deben cambiar, verificar la potencia de vibrado para ajustarla.

Para este mantenimiento se requiere lo siguiente.

+ 15 metros de cable trifásico No.16.

Se utilizan dos vibradores, cada uno utiliza cinco metros de cable, este cable durará aproximadamente mes y medio.

$$P.R. = (8/365) (7) X (2) = .30$$

Quando se tengan 5m de cable pedir.

+ Dos caja de fusibles trifásica.

Cada vibrador utiliza una caja la cual durará tres meses

$$P.R. = (4/365) (7) X (2) = 0.153$$

Quando se tenga una caja pedir.

+ Tres fusibles de 30 amperes.

+ Caja de listopes para 30 amperes.

Para la revisión de la instalación eléctrica: medir que el voltaje de salida sea el adecuado, revisar que todos los contactos estén en óptimas condiciones debido a que a veces se les mete concreto, también revisar que prenda todas las lámparas de la nave y si alguna no prende cambiarle el foco o la balastro.

Para este mantenimiento se requiere

+ Tres contactos trifásicos.

+ Tres contactos monofásicos industriales.

+ Tres focos de 400 W y balastras.

5. Viernes. Revisión de moldes.

Este día se van a dejar de colar un molde para ser medido y revisado, verificar que estén perfectamente bien todas las tapas,

que tenga todos los broches.

Para este mantenimiento se requiere

- + Dos cardas.
- + Dos discos de acero.
- + Equipo de soldadura de acetileno.
- + Equipo de soldadura electrico.
- + Dos metros de pulido de 1/2".
- + Placa de 1/4".
- + Dos Kg. de soldadura 6018.
- + Diez Kg. de soldadura 6010.

ó. Sabado. Revisión de grúa viajera.

Se escogió este día debido a que si se le encontraba un desperfecto se puede contar con el domingo para terminar la reparación.

- a) Revisar la instalación electrica, que esten los cables bien fijos, los contactores en optimas condiciones.
- b) Revisar el puente, engrasar las chumaceras, revisar los coples, las ruedas y las flechas, si algo de lo anterior esta mal cambiarlo, apretar los tornillos.
- c) Revisar el motor de 10 Hp, la cadena de transmisión a la flecha limpiarla y engrasarla, revisarle los broches.
- d) Revisar el polipasto.

+ La cadena debe limpiarse y lubricarse ligeramente con aceite, la cadena de carga debe cambiarse inmediatamente en cualquiera de los siguientes casos.

-Cuando la totalidad de la cadena o un eslabon de ella haya experimentado un alargamiento del 5%.

-Cuando la cadena o una parte de ella se haya deformado permitiendo flexibilidad.

-Cuando el grueso de origen de los eslabones (diámetro nominal) haya disminuido en más del 10% por algún punto de uno o varios de ellos.

Siempre hay que renovar la cadena tan pronto como sea necesario.

+ Limpiar el imán situado en el tornillo de salida del aceite (caja de engranaje).

+ Observar el gancho de suspensión del polipasto y el gancho de carga (elevación) para determinar si muestran señales de agrietamiento u otros daños.

+ Engrasar el engranaje del mecanismo de traslación.

+ Cada seis meses vaciar el aceite de la caja de engranajes, limpiar el imán situado en el tornillo de salida del aceite, rellena con aceite nuevo hasta el nivel correcto. Se sugiere aceite Inlupoid 90; Quaquer State compound Delta, Esso gear oil Ep220.

Se tienen tres polipastos uno en funcionamiento y dos de repuesto para evitar paros, cuando se descomponga o se requiera mantenimiento largo, el polipasto hay que quitarlo y colocar uno de los polipastos de repuesto.

e) Revisar el motoreductor, revisar las conexiones electricas, engrasarlo. Se cuenta con un motoreductor de repuesto.

Para este mantenimiento se requiere de lo siguiente:

+ Dos llantas de puente de repuesto.

Debido a que las llantas se cambian de dos en dos y duran aproximadamente un año.

+ Dos flechas de llanta delantera.

Debido a que al cambiar llantas se cambia de flecha.

+ Dos flechas de llanta trasera.

+ Dos chumaceras de pared de 1 1/2"

+ Dos coples de flecha.

+ Tener tornillos de alta resistencia de las siguientes medidas

1/2 X 2"

3/8 X 2 (Tornillos de coples.)

+ Tener opresores alein de 3/8 X 1, 3/8 X 1/2, 1/4 X 1/2 y 5/16 X 1/2

+ Tener opresores de cabeza cuadrada de 3/8 X 1 y 3/8 X 1/2

+ Tres litros de aceite Quaquer state compound delta o Esso Gear.

En este plan de mantenimiento preventivo también están incluidas las tres grúas de patio y las tres camionetas Pick Up de la compañía.

Cada chofer es el encargado de la camioneta o grúa de patio que este utilizando, les tiene que revisar el aceite, agua diario, también una vez a la semana revisar el líquido de frenos, tiene que mandarlas a afinación cada 4 meses, cambio de aceite cada 5000 km y la revisión de frenos.

Para este mantenimiento se requiere de lo siguiente:

+ Líquido de frenos.

+ Cinco litros de aceite 40 Sae.

+ Dos bandas de motor.

Las descomposturas de maquinaria, equipo e instalaciones que

requieran de conocimiento más especializado para su reparación, serán reportadas por el jefe de mantenimiento al Gerente de Producción.

El primer lunes de cada mes se revisara el inventario de refacciones de acuerdo a la forma 1 y cada cuatro meses se revisará el inventario de herramientas.

Centrifugados Mexicanos.
Inventario de refacciones.

Fecha _____
Reviso _____

| | Faltantes. | |
|----|--|-------|
| 2 | Bandas tipo B de 1250mm | _____ |
| 2 | Baleros 2788 | _____ |
| 2 | Baleros 6007 | _____ |
| 2 | Baleros 6003 | _____ |
| 2 | Rines de carretilla | _____ |
| 2 | Camaras de llanta de carretilla | _____ |
| 2 | Llantas de carretilla | _____ |
| 5 | Ejes de carretilla | _____ |
| 10 | Porta ejes de carretilla | _____ |
| 10 | Baleros de carretilla | _____ |
| 10 | Tornillos 5/16 X 2" | _____ |
| 10 | Tornillos 5/16 X 2 1/2" | _____ |
| 10 | Tornillos 1/2 X 2" | _____ |
| 10 | Tornillos 3/8 X 2" | _____ |
| 10 | Opresores alein 3/8 X 1 1/2" | _____ |
| | 3/8 X 1" | _____ |
| | 5/16 X 1 1/2" | _____ |
| | 1/4 X 1/2" | _____ |
| 10 | Opresores de cabeza cuadrada 3/8 X 1" | _____ |
| | 3/8 X 1/2" | _____ |
| 2 | Perros de 3/8". | _____ |
| 2 | Perros de 1/2". | _____ |
| 2 | Perros de 3/4" | _____ |
| 1 | Bote de liquido de frenos | _____ |
| 1 | Pistola de aspersora. | _____ |
| 6 | m. de manguera para bomba de aceite 1/4" | _____ |
| 3 | Abrazaderas de sinfin de 1/2". | _____ |
| 3 | Abrazaderas de sinfin de 1" | _____ |
| 3 | Abrazaderas de sinfin 1/4" | _____ |
| 3 | Abrazaderas de sinfin de 3/8" | _____ |
| 10 | Navajas de 25mm. | _____ |
| 4 | Cabos de pala. | _____ |
| 4 | Cabos de pico. | _____ |
| 3 | Cabos de marro | _____ |
| 1 | Kg. de clavos de 3" | _____ |
| | Papel Melomoy | _____ |
| | Adesivo Shelac. | _____ |
| 15 | m de cable 7/16" | _____ |
| 15 | m de cable trifásico No. 16 | _____ |
| 1 | Caja de fusibles trifasica. | _____ |
| 3 | Fusibles de 30 amperes | _____ |
| 1 | Caja de listones de 30 amperes | _____ |
| 3 | Contactos trifásicos | _____ |
| 3 | Contactos monofásicos industriales | _____ |
| 3 | Focos de 400 W. | _____ |
| 4 | Litros de aceite 30 Sae. | _____ |

Para poder llevar a cabo este mantenimiento además de todas las mejoras que adelante se proponen. Se estableció un departamento de mantenimiento más formal que el actual. Aumentar el personal, debido a que actualmente se cuenta únicamente con el maestro que se dedica a todas las reparaciones cotidianas, siendo imposible de llevar un buen mantenimiento preventivo con sólo este hombre. Se propuso aumentar este departamento a cuatro hombres, uno el jefe que se dedicaría a las composturas en general, a la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo junto con un ayudante, además de la revisión de los trabajos de los demás, los otros dos serán soldadores que se dedicarán a todo el mantenimiento de moldes.

B. Constantes pérdidas en herramienta por falta de control.

Primeramente se organizó el taller de mantenimiento, se sacaron todas las cosas que no eran útiles, debido a que cuando reparaban algo las piezas malas las iban dejando en el taller. No se tenía un lugar fijo para las herramientas, por lo cual se estableció un lugar para cada herramienta, se colocó un tablero en la pared indicando la posición de cada herramienta. Se quitó la llave del taller al jefe de colado debido a que la utilizaba para sacar llaves españolas número 25 para aflojar los tornillos de los moldes y pinzas para cortar alambre, por lo que se le compró a este su herramienta para restringir el acceso a las herramienta únicamente al personal de mantenimiento.

Una vez arreglado el taller de mantenimiento se realizó un inventario de herramienta. El jefe de mantenimiento elaboró una lista de herramienta que consideraba necesaria para poder realizar un mantenimiento adecuado y se mandaron comprar.

Actualmente se sugiere la revisión de inventario una vez al mes, cuando se descomponen una herramienta avisar a producción para su inmediata reposición.

C. Maquinaria y equipo viejo que requieren continua reparación.

La grúa viajera ocasiona constantes paros de producción debido a sus constantes descomposturas, por lo que después de estarla observando en funcionamiento junto con un experto en grúas viajeras se elaboró un diagnóstico de sus problemas y se sugirió lo siguiente:

a) Polipasto. Sólo se contaba con el polipasto en funcionamiento y dos descompuestos, el mandar reparar estos dos era tan costoso como comprar uno nuevo, por lo que se decidió que de las partes de los dos polipastos se armara uno, además se compró un polipasto nuevo. Con lo anterior se reduce el tiempo de paros ocasionados por la grúa viajera, debido a que se cuenta con dos polipastos de reserva.

b) Motorreductor de la grúa. Estaba desgastado por lo que se sugirió comprar uno nuevo y el desgastado dejarlo de repuesto. Mandarle revisar el perno de sujeción y la rueda, además los separadores.

c) Puente monoriel.

+ Ya no tiene contraflecha (es la curvatura hacia arriba que se debe dar a las traveses del puente para compensar, parcialmente la deflexión del puente debido a la carga por manejar y al peso propio de la grúa), sino por el contrario existe demasiada flecha aún sin carga (aprox. 1 1/2").

+ Desplazamiento incorrecto. Esta condición existe cuando el puente de la grúa no está perpendicular a los rieles de la trabe carril y significa que un extremo del puente se adelanta a otro al moverse el puente de la grúa.

+ Sistema de transmisión, el par de arranque del motor es demasiado por lo que provoca vibración en la flecha de transmisión haciendo que las ruedas motrices no arranquen al mismo tiempo, que aunado al enciso anterior aumenta la torsión en el puente.

+ Los cabezales en cuanto a longitud cumplen con la norma mínima, así como las ruedas. Las chumaceras se necesitan revisar y reponer las dañadas y corregir los barrenos donde se fijan las chumaceras.

+ Para la alimentación eléctrica del polipasto es recomendable utilizar el sistema de soporte deslizante con cable plano.

Por los problemas anteriores se decidió la fabricación de una nueva grúa viajera. La grúa viajera actual serviría para cuando se le de mantenimiento a la nueva o para cuando se requieran cargar trailers, de esta forma no se tendrían que esperar hasta que se termine de utilizar la grúa en producción.

La nueva grúa viajera con sistema de dos motores de 5 Hp a cada lado en lugar de un solo motor de 10 Hp al centro con flecha de transmisión. Con esta medida se corrige el problema de desplazamiento incorrecto, la falta de contraflecha en el puente.

A continuación se muestra presupuesto de la nueva grúa viajera.

Presupuesto de Cabezales.

| Piezas | Descripción | P. Total. |
|-----------|-------------------------------------|---------------|
| Material | | |
| 4 | Tramos acero tratado 12 1/2 X 4 1/2 | 2'533,722.00 |
| 4 | Tramos acero tratado 2 x 7 1/2 | 83,667.00 |
| 8 | Tramos barra hueca 140 x 100 x 45 | 151,654.00 |
| 8 | Baleros 6310-2 RS | 607,200.00 |
| 4 | Canales 2 mt. 10x 37.2 | 508,090.00 |
| 2 | Tramos barra solida 11 x 1 1/2 x 40 | 420,000.00 |
| 2 | Motoreductores W-3 | 7'461,090.00 |
| Maquinado | | |
| 4 | Ruedas de cabezales | 1'600,000.00 |
| 4 | Flechas | 240,000.00 |
| 8 | Bridas | 1'200,000.00 |
| 8 | Barrenos circulares | 320,000.00 |
| 8 | Barrenos rectangulares | 240,000.00 |
| 2 | Engranajes motrices | 1'600,000.00 |
| | Armado de 2 cabezales. | 894,000.00 |
| Total. | | 17'859,473.00 |

Presupuesto de puente.

| Cantidad | Descripción | P. Total. |
|----------|--------------------------------|--------------|
| 284 Kg | Viga IPR 12 x 6 1/2 x 38.7 | 423,160.00 |
| 830 Kg | Viga IPR 12 x 6 1/2 x 52.1 | 1'160,340.00 |
| 1 | Habilitado, armado y soldadura | 1'006,800.00 |
| \$ | | 2'590,300.00 |

En la figura 18 se muestra el diseño.

Justificación Económica del proyecto.

Se realizó un estudio de costos de producción, en este estudio se calcularon los costos fijos de cada tipo de poste los cuales se mencionan a continuación.

| | 7-600 | 9-450 | 11-500 | 11-700 | 13-600 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Mano de obra. | 26,000 | 30,000 | 30,000 | 30,000 | 34,000 |
| Gastos Indirectos. | 14,823 | 14,823 | 14,823 | 14,823 | 14,823 |
| Gastos Administrativos. | 15,500 | 15,500 | 15,500 | 15,500 | 15,500 |
| ----- | | | | | |
| | 56,323 | 60,323 | 60,323 | 60,323 | 64,323 |

Tomando en cuenta \$60,323.00 por poste.

Se deja de ganar \$25,639.00 por poste.

La actual grúa viajera se descompone seguido, se estimo durante los ultimos cuatro meses en los cuales se han producido 70 postes diarios, que se han dejado de producir 40 postes semanales por paros de la grúa.

Los costos fijos de cuarenta postes son de \$2,412,920.00

Se deja de ganar \$1,025,560.00

Mensualmente esto representa perdidas de \$13,753,920.00

Tomando un interes anual del 33%.

Primer mes. $20,449,773(1.0275)=21,012,141.76$

$21,012,141.76-13,753,920.00=7,258,221.75$

Segundo mes. Se paga.

Por lo anterior se justifica el gasto de \$20,449,773 debido a que se paga en mes y medio, además de dejar de perder 13,753,920.00 mensualmente.

d) Trabe carril y columnas. Es necesario alinear y verificar paralelismo de riel en trabe carril, pues a simple vista se observa que el puente en su desplazamiento longitudinal tiene zonas de frenado aun funcionando el sistema motriz.

+ A las columnas deberan de instalarse contra venteos debidamente diseñados para evitar el pandeo y vibración al paso de grúa viajera.

Para corregir el problema de las columnas se piensa poner refuerzos a las columnas para evitar su vibración al pasar la grúa. Se piensa poner refuerzos a ocho columnas, a cuatro de un lado y cuatro del otro lado en la parte destechada de la nave; debido a que ahí por carecer de la estructura del techo es donde se mueven más las columnas.

A continuación se presenta el presupuesto.

| Piezas | Descripción. | P.Total. |
|--------|--|-----------------|
| 8 | Suministro de placas de 50 x 50 de 1/2" con cuatro anclas de varilla de 1/2" | 821,000.00 |
| 8 | Corte de tubo de 12" y soldadura del mismo, en placa de base y columna. | 1'260,000.00 |
| | | ----- |
| | | \$ 2'081,000.00 |

En la figura 19 se muestra el diseño.

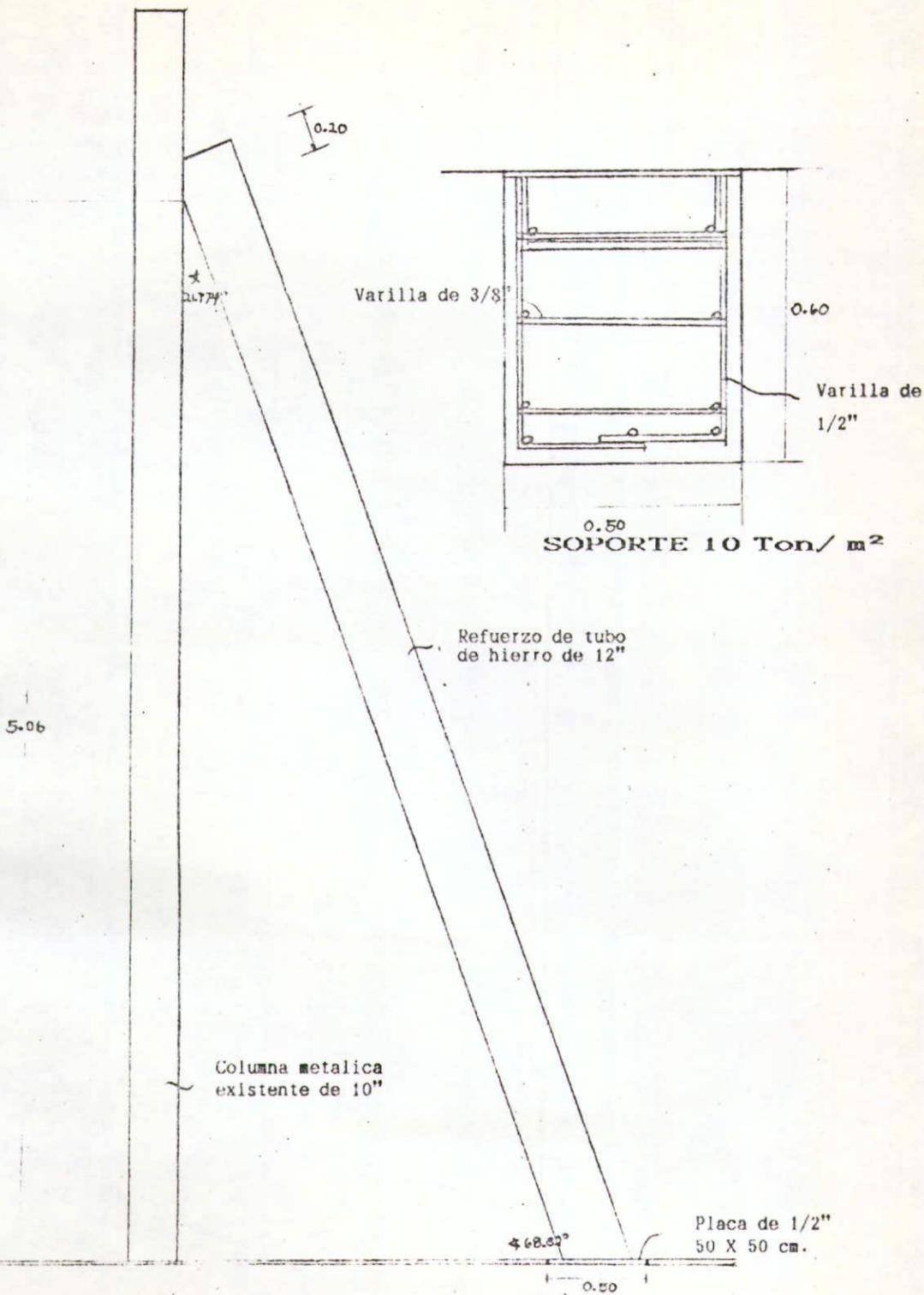


FIGURA 19.

D. Exceso de gasto en botas y guantes para los trabajadores.

Actualmente, se les esta proporcionando a los trabajadores botas y guantes cuando los piden, cosa que ocasiona que los trabajadores, por falta de conciencia, piden en cuanto a penas se están rompiendo, por estrenar o simplemente guardarlos. Para un mejor control del uso de botas se realizó un estudio de la duración de las mismas, dandoles botas a trabajadores de diversas areas de la planta. Como resultado se obtuvo que en el colado se les deben proporcionar botas cada tres meses, en la revolvedora y los hombres de extracción de almas, debido a que se mojan continuamente, duran muy poco, por lo que se sugirió cambiarles a botas de plástico. Para el departamento de armado, mantenimiento y a los hombres que están en la grúa viajera y de patio, se concluyo en proporcionarles botas cada seis meses.

Actualmente, se registra la fecha de entrega de las botas, por medio de esta última fecha de entrega se hace un pedido de botas quince días antes de la siguiente entrega.

Anteriormente a los trabajadores nuevos se les entregaban botas al ingresar, pero estos con frecuencia duran menos de quince días en el trabajo, por lo que el departamento de producción decidió entregarlas hasta que el trabajador cumple un mes laborando.

Respecto a los guantes se realizó un estudio de duración, del cual se concluyó que los guantes se entregan cada dos semanas a casi todos los trabajadores con excepción de los estrelleros, tapador y los del departamento de mantenimiento. Se dan guantes de plástico al hombre de la revolvedora y a los que manejan cemento.

E. Exceso de desperdicio de mezcla.

Actualmente hay mucho desperdicio de mezcla, debido a que los vaciadores y carretilleros vacían sin cuidado la mezcla en el molde, vaciando demasiada sin mover la carretilla, evitando que está se reparta en forma más uniforme y que se derrame. Además, unos moldes tiene las orillas demasiado chicas ocasionando que se tire la mezcla.

Para mejorar lo anterior, se sugiere impartir pláticas a los vaciadores y carretilleros acerca del costo del desperdicio de material y acerca del trabajo que significa el sacado de escombro. También se sugiere poner una extensión a la orilla del molde para evitar que se tire mucha mezcla.

Por simple observación se encontro que las almas que se utilizan tienen menor diámetro que las de diseño e incluso unas tienen menos longitud de la requerida, por lo que se utiliza más mezcla, además de que las paredes del poste quedan de diferente medida, ya que las de arriba quedan mas anchas que las de abajo.

Se decidió hacer un estudio de la cantidad de mezcla utilizada debido a las dimensiones. En este estudio se midieron los diámetros en la punta, a 7.20m, 9.20m y a 11.20m de la punta, además del largo total de las almas.

En la tabla 2 se muestran las medidas tomadas de cada alma y la medida de diseño además se muestra desperdicio. Esté es la cantidad extra de mezcla utilizada en el colado de cada poste, esta se obtuvo restandole al volumen del alma de diseño el volumen real de cada alma.

| # | Punta | 7.20 | 9.20 | 11.20 | Largo | Desp. |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------|----------------|
| Teorico | 7.1 | 17.15 | 17.90 | 20.90 | * | m ³ |
| 1 | 4.9 | X | X | X | 7.3 | 10.0283561 |
| 2 | 4 | 17.18 | X | X | 7.55 | 10.0222481 |
| 3 | 4.4 | 16.87 | X | X | 7.55 | 10.0225661 |
| 4 | 4 | 17.02 | X | X | 7.55 | 10.0234001 |
| 5 | 4 | 17.18 | X | X | 7.55 | 10.0222481 |
| 6 | 4 | 17.18 | X | X | 7.55 | 10.0222481 |
| 7 | 4.5 | 13.49 | X | X | 9.24 | 10.0442901 |
| 8 | 4.5 | 13.52 | X | X | 9.235 | 10.0441121 |
| 9 | 5 | 17.82 | X | X | 9.42 | 10.0124881 |
| 10 | 4 | 16.99 | 20.69 | X | 9.63 | 10.0261981 |
| 11 | 5.5 | 16.17 | X | X | 9.19 | 10.0221011 |
| 12 | 4.8 | 17.34 | 20.94 | X | 9.76 | 10.0177201 |
| 13 | 4 | 17.66 | 20.84 | X | 9.75 | 10.0245531 |
| 14 | 5.5 | 16.04 | 18.90 | X | 9.46 | 10.0347311 |
| 15 | 4.5 | 15.27 | 18.39 | X | 10.95 | 10.0468281 |
| 16 | 4.2 | 17.50 | 21.16 | X | 9.70 | 10.0195941 |
| 17 | 4.2 | 17.34 | 21 | X | 9.73 | 10.0213801 |
| 18 | 4 | 17.50 | 21.10 | X | 9.69 | 10.0216761 |
| 19 | 5 | 16.07 | 18.78 | X | 9.44 | 10.0395051 |
| 20 | 5 | 17.25 | 20.81 | 24.35 | 11.51 | 10.0151401 |
| 21 | 4.2 | 17.37 | 21.10 | X | 9.7 | 10.0202651 |
| 22 | 4.5 | 16.83 | 20.21 | 23.87 | 11.55 | 10.0275231 |
| 23 | 4.3 | 16.96 | 20.53 | 24 | 11.56 | 10.0274501 |
| 24 | 4.5 | 16.93 | 23.55 | 23.87 | 11.58 | 10.0275231 |
| 25 | 4.5 | 16.96 | 20.59 | 23.87 | 11.57 | 10.0275231 |
| 26 | 4.5 | 16.83 | 20.37 | 23.87 | 11.62 | 10.0275231 |
| 27 | 4.4 | 17 | 19.7 | 23.87 | 11.56 | 10.0284841 |
| 28 | 4.3 | 16.90 | 20.49 | 23.96 | 11.555 | 10.0280631 |
| 29 | 4.5 | 16.74 | 20.37 | 23.87 | 11.56 | 10.0275231 |
| 30 | 4.7 | 17.92 | X | X | 9.46 | 10.0132821 |
| 31 | 4.3 | 16.71 | 20.37 | 23.87 | 11.55 | 10.0294391 |
| 32 | 4 | 15.91 | 19.41 | 22.91 | 12.27 | 10.0465611 |
| 33 | 4 | 17.02 | 20.53 | 24.03 | 11.55 | 10.0298341 |
| 34 | 4.5 | 17.50 | 21.32 | X | 9.51 | 10.0156251 |
| 35 | 4.5 | 16.83 | 20.43 | 23.93 | 11.55 | 10.0266031 |
| 36 | 4.6 | 17.31 | 20.94 | 24.35 | 11.55 | 10.0191221 |
| 37 | 4 | 15.66 | 19.03 | 22.75 | 12.24 | 10.0488921 |
| 38 | 4.5 | 16.93 | 20.46 | 23.87 | 11.57 | 10.0002751 |
| 39 | 4.1 | 15.72 | 19.25 | 22.75 | 12.27 | 10.0479881 |
| 40 | 4.3 | 17.09 | 20.75 | 24.09 | 11.69 | 10.0260681 |
| 41 | 4.2 | 16.87 | 20.49 | 24 | 11.55 | 10.0284031 |
| 42 | 4.5 | 16.77 | 20.37 | 23.93 | 11.55 | 10.0266031 |
| 43 | 4 | 16.20 | 19.79 | 20.21 | 12.30 | 10.0838661 |
| 44 | 4.5 | 16.99 | 20.53 | 23.96 | 11.56 | 10.0261421 |
| 45 | 5.3 | 15.97 | 18.93 | X | 9.45 | 10.0358501 |
| 46 | 5.2 | 16.07 | 18.90 | X | 9.44 | 10.0368701 |
| 47 | 5.2 | 16.17 | 18.93 | X | 9.46 | 10.0365591 |
| 48 | 5.3 | 16.13 | 18.78 | X | 9.44 | 10.0374041 |
| 49 | 4.5 | 15.27 | 18.43 | X | 11.26 | 10.0464271 |

| | | | | | | |
|----|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 50 | 5 | 16.07 | 18.87 | X | 9.43 | 10.036580 |
| 51 | 5 | 16.07 | 18.78 | X | 9.45 | 10.039505 |
| 52 | 4.5 | 16.80 | 20.37 | 22.82 | 11.55 | 10.043283 |
| 53 | 4.2 | 16.99 | 20.53 | 23.93 | 11.56 | 10.029473 |
| 54 | 4 | 15.78 | 19.41 | 22.85 | 12.16 | 10.047438 |
| 55 | 4.5 | 15.43 | 18.46 | X | 11.18 | 10.046723 |
| 56 | 4.5 | 17.57 | 20.27 | X | 11.27 | 10.027282 |
| 57 | 4.5 | 16.55 | 19.73 | 22.60 | 11.54 | 10.046503 |
| 58 | 4 | 17.82 | 17.66 | 24.03 | 11.54 | 10.029834 |
| 59 | 4.5 | 15.78 | 19.25 | 22.75 | 12.25 | 10.044311 |
| 60 | 4 | 16.45 | 19.76 | 22.69 | 11.54 | 10.049762 |
| 61 | 4 | 15.91 | 19.28 | 22.88 | 12.15 | 10.047000 |
| 62 | 4 | 15.91 | 19.41 | 22.91 | 12.16 | 10.046562 |
| 63 | 4 | 17.79 | 21.16 | 24 | 11.54 | 10.030291 |
| 64 | 4.3 | 15.72 | 19.09 | 22.66 | 12.25 | 10.047473 |
| 65 | 4 | 15.72 | 19.25 | 22.60 | 12.27 | 10.051062 |
| 66 | 4 | 15.75 | 19.09 | 22.72 | 12.25 | 10.049327 |
| 67 | 4.3 | 15.66 | 19.09 | 22.66 | 12.26 | 10.047473 |
| 68 | 4.3 | 15.75 | 19.41 | 22.75 | 12.16 | 10.046161 |
| 69 | 4 | 16.8 | 20.7 | 23.87 | 11.56 | 10.032269 |
| 70 | 4 | 15.7 | 19.2 | 22.75 | 12.26 | 10.048892 |

TOTAL DE DESPERDICIO EN METROS CUBICOS 2.3509

Tabla 2.

Por medio de este estudio se determinó que once almas no cumplen la medida de 9.20 m por lo que se autorizó su sustitución.

Se cambiaron las almas que ocasionaban mayor desperdicio, además las almas que causaban menor desperdicio fueron seleccionadas para los moldes de 13 m.

Debido a que únicamente hay veinte moldes de 13 metros, una vez seleccionadas las almas se mando recortarlas restantes a 9.70 m de longitud, a continuación se menciona el método a seguir. Se mide el alma en el lugar que tiene un diámetro de 20.9 cm y apartir de ese lugar se recorta el alma a 9.20 metros hacia adelante y a 50 cm hacia atras, sí en el alma no se alcanzaba este diámetro se recorta a 9.70 m apartir de la parte posterior, esto es con objeto de obtener el diámetro más apogado a los 20.9cm que es el

correcto. Con esto las almas quedaron más de acuerdo con la medida teórica y se evitó algo de desperdicio, además de aligerarse algunas almas hasta 30 kg.

F. Exceso de desperdicio de madera en el estibado.

Actualmente el consumo de madera es de 60 polines de 2"x3"x8' por estiba de postes de 7, 9 y 11 metros y de 80 polines en estibas de 13 metros. Entiendase por estiba a una pila de diez por diez postes.

Los polines se acomodan en tres líneas paralelas, dos de ellas a un metro de cada punta y la otra a la mitad del poste, para las medidas de 7 a 11 m. Para los postes de 13 m se utilizan 80 polines debido a que se ponen dos polines en el centro del poste. Se estiba en camas de diez postes, encima de estos se colocan polines en las mismas posiciones que los primeros y arriba de estos otra cama de diez postes colocando la parte trasera de estos en donde está la junta de los postes de la cama anterior, esto es debido a que los postes no tienen el mismo ancho y con esto queda la estiba pareja, esto se repite hasta tener diez camas es decir cien postes en una estiba.

Los postes se deben mover de forma similar, primero quitar una cama, quitar los polines y continuar con la cama inmediata superior, pero a veces por negligencia de los estibadores, mueven postes de la cama inferior siguiente sin haberse terminado los postes de la cama, por lo cual hay polines que separan estas camas y al moverse el poste se rompen. La pedacera que se obtiene al romperse los polines, es muy pequeña y no es útil para estibar.

Por lo cual se concientiza a los estibadores de terminarse primero una cama de postes y luego continuar con la que sigue.

G. Falta de motivación en los trabajadores.

El hombre actúa de un modo u otro por motivos, estos motivos pueden ser intrínsecos (ideales, valores) o extrínsecos (estímulos externos, incentivos).

Existen dos clases de motivación la positiva que es la que impulsa al individuo y la negativa que frena al individuo.

En la planta se busca la motivación positiva para lograr mayores resultados en los trabajadores.

El enfoque humanista de motivación está basado en la teoría de necesidades de Maslow. Indica que la motivación es la fuerza que surge de la necesidad del individuo que le mueve a la acción.

Primeramente se deben atender las necesidades fisiológicas, esto provoca el bienestar.

En segundo lugar se debe lograr seguridad, es decir que la persona tenga su trabajo seguro, no tema perderlo.

En tercer lugar se debe lograr la pertenencia a un grupo, es decir sentirse parte del grupo, que sienta lo importante que es su trabajo.

En cuarto lugar se requiere de estima, ser apreciado por el patrón.

En quinto y último lugar esta la autorrealización, es decir realizarte como persona en lo que te proponías.

La estima y la autorrealización nunca se logran satisfacer por completo.

La dirección esta conciente que el aumento de sueldos es parte de la motivación a los trabajadores pero no lo es todo, por lo cual se efectuó lo siguiente:

Para la falta de motivación de los trabajadores, primeramente, se organizaron grupos de plática, estos se dividieron de la siguiente forma:

- + Armado. Consta del jefe de armado, los armadores, estrelleros y cortadores de varilla.
- + Colado. Consta del jefe de colado, los vaciadores, los encargados de limpieza de pasillos, el tapador, los carretilleros y los mezcladores.
- + Manejadores de postes. Constaba del chofer de grúa de patio y sus dos estibadores, el que maneja la grúa viajera y su estibador
- + Mantenimiento. Consta del personal de esta area.

En las primeras pláticas asistió el gerente general y el gerente de producción, como resultado de estas se obtuvieron las inquietudes, que a continuación se mencionan.

El grupo de armado se consideraba mal pagado, por lo cual después de un minucioso análisis con la dirección general se les incremento el sueldo. A este grupo se les paga un sueldo base de 60,000.00 semanales, con lo cual están obligados a hacer una cantidad de armados por el día, los demás están a destajo, son 4 de 7 o 9m, tres de 11 m y dos de 13 m, una vez realizada esta cantidad los otros armados se pagan a destajo a los siguientes precios:

| | | |
|--------|---|-------|
| 7-600 | a | 2,200 |
| 9-450 | a | 2,400 |
| 11-500 | a | 3,100 |
| 11-700 | a | 3,400 |
| 13-600 | a | 3,700 |

Se llego a un acuerdo de incrementar el sueldo base a \$20,000.00, esto representa un aumento del 33%. El precio del armado adicional aumento a las siguientes cantidades.

| | | | |
|--------|---|-------|------------------------------|
| 7-600 | a | 2,550 | representa aumento del 16% |
| 9-450 | a | 2,800 | representa aumento del 16.6% |
| 11-500 | a | 3,600 | representa aumento del 16.1% |
| 11-700 | a | 4,000 | representa aumento del 17.6% |
| 13-600 | a | 4,300 | representa aumento del 16.2% |

Además expusieron sus problemas para la elaboración de castillos

+ A veces el proveedor de alambres lo envía demasiado acerado dando problemas para la espiral, debido a que cuesta más trabajo enrollarlo.

+ El alambre recocido a veces se envía demasiado duro causando problemas en el amarrado o en ocasiones se encuentra pegado causando problemas cuando se separaba para ser cortado.

+ Faltaban de navajas para la prensa.

Los problemas anteriores fueron resueltos lo más rápido posible, se le mando colocar la navaja nueva a la prensa, como se tienen tres prensas en funcionamiento y cada una de ellas utilizaba navajas distintas, se mando estandarizar con objeto de sólo utilizar un tipo de navajas, se comenzo a inspeccionar el material a su llegada.

El grupo de colado también manifestó la necesidad de aumento de sueldo, por lo cual el departamento de producción con la dirección general analizaron la situación y se decidió otorgarles un aumento de \$80,000.00 a \$110,000.00 semanales que representa un aumento del 37.5%. Este aumento se les otorgó a todos los trabajadores del colado que tenían más de cuarenta días laborando en la empresa, a los demás trabajadores se les aumento a \$100,000.00 que representa un 25%. Se les aumentará a \$110,000.00 cuando cumplan tres meses laborando en la empresa. Al grupo de parado se les aumento de \$90,000.00 a \$125,000.00 que representa un aumento del 38.88%.

- + Manifestaron deseos de agua caliente en los baños y una estufa para cocinar.
- + Aclararles la línea de mando.
- + Los paradores manifestaron su necesidad de uniformes debido a que la ropa les dura muy poco por el aceite.
- + Los hombres de la grava, arena, cemento y los paradores manifestaron la necesidad de fajas.

Las peticiones anteriores se les otorgaron a los trabajadores, además se les dio a cada trabajador una hoja con su respectivo puesto y sus responsabilidades, aclarandoles la línea de mando.

El grupo de mantenimiento sucedió lo mismo con el sueldo por lo cual se le incremento al jefe de \$150,000.00 a \$200,000.00 semanales que representa un aumento del 33%. A los ayudantes se les ofrece un sueldo de \$130,000.00 a la contratación.

Expresaron la necesidad de más herramienta, cosa que llevó a la compra de herramienta necesaria, de estas pláticas salió la necesidad de instalar un sistema de mantenimiento preventivo. 128

El grupo de manejo de postes, que son los grueros y sus ayudantes, también manifestaron su deseo de aumento de sueldo. El chofer sentía que ganaba poco y se le dio un aumento de \$120,000.00 a \$140,000.semanales, que representa un 14.2%, a sus ayudantes se les aumento igual que a los del colado.

+ Expresaron sus inquietudes de tener en buenas condiciones las grúas.

Además de los aumentos salariales se penso con la dirección en parar la planta una hora a la semana para impartirles cursos a los trabajadores, los cursos son de la una a dos de la tarde todos los jueves, se tratan temas como seguridad industrial, comunicación en la empresa, salud, motivación etc.. Los temas de estos cursos son sugeridos por el gerente de producción a la licenciada asesora de capacitación.

Otro medio de motivación que se comenzó a utilizar, consiste en que una vez cada dos meses se les entrega a los trabajadores junto con su salario semanal una carta que resalte lo positivo de la persona en el trabajo y se le menciona en forma más breve sus fallas para que las mejore.

Todo lo anterior ha dado magnificos resultados en el trabajador, los cambios se comienzan a percibir debido a la disminución del ausentismo y de la rotación, además del cambio lento de actitud del trabajador hacia su trabajo.

H. Falta de calidad.

La falta de calidad en la planta se pienza combatir con el nuevo sistema de calidad que se expone en el capitulo IV.

III.2 MEJORA DE METODOS DE PRODUCCION.

El objetivo de la mejora de métodos como ya se ha mencionado es aumentar la eficiencia, es decir se pretende dejar unicamente el contenido básico de trabajo.

Mencionaremos las mejoras que se han sugerido después de largas horas de observación de los métodos utilizados.

1. Colocar los moldes de 13m en los lugares más cercanos de la revolvedora.

Debido a que estos moldes son los que requieren de mayor cantidad de mezcla es de gran ayuda colocarlos en los lugares más cercanos de la revolvedora debido a que los carretilleros se evitan algo de esfuerzo en el acarreo de mezcla además de ahorrarse tiempo.

2. Colocar marcas en los moldes en las posiciones de salida del poliducto, 3m de referencia a tierra, en donde inicia el sello y el número.

Los postes tienen un lugar específico donde debe salir el poliducto que es a 1.80 m de la punta para todas las medidas de poste exceptuando los de 7m que no llevan poliducto, y a 1.10 m de la parte trasera en los postes de 9m, a 1.30 m en los de 11m y a 1.50 m en los de 13 m. También hay un lugar para la marca de tres metros y a 50 cm de esta el sello con la siglas del comprador (CFE) la altura, la resistencia, el año de fabricación y las siglas del fabricante, a 30 cm de este sello se pone el número de serie. Se estimo que era conveniente colocar marcas en los moldes en los lugares adecuados, y así evitar trabajo debido a que se tiene que estar midiendo cada poste, además de estandarizar el

producto. Las marcas en el molde es recomendable que sean puestas con una varilla de 3/8" soldada al molde.

3. Poner llave de agua en los tambos anexos a las revolvedoras.

Actualmente hay dos revolvedoras en la planta, el agua utilizada es tomada de un tampo que esta al lado de cada revolvedora. Los tambos se llenan mediante mangueras que estan conectadas a las llaves que se encuentran en las columnas a 10 metros aproximadamente, el que maneja la revolvedora cuando ya se ha llenado el tampo va a cerrar la llave o simplemente dobla la manguera, esto da por resultado perdidas de tiempo, además de que se desperdicia mucha agua, debido a que cuando se llena mucho el tampo de agua mientras se cierra la llave se está derramando, dando por resultado encharcamiento cerca de la revolvedora y que las botas de trabajo duren menos. Además de que la manguera de agua se rompe continuamente debido a que las carretillas le pasaban por encima, se tiene que reponer y cuando se pica la manguera la fuga ocasiona el problema de encharcamiento.

Para mejorar este método se sugiere llevar el agua directamente al tampo por medio de tubería y colocarle una llave, el operario se evita los constantes viajes para cerrar la llave, además de que se iba a evitar el constante consumo de manguera, durarian más las botas ya que se evitaria el encharcamiento.

4. Sistema de riego por aspersión para el curado de postes en zona de estibado en la nave.

Actualmente un hombre riega los postes por medio de una manguera,

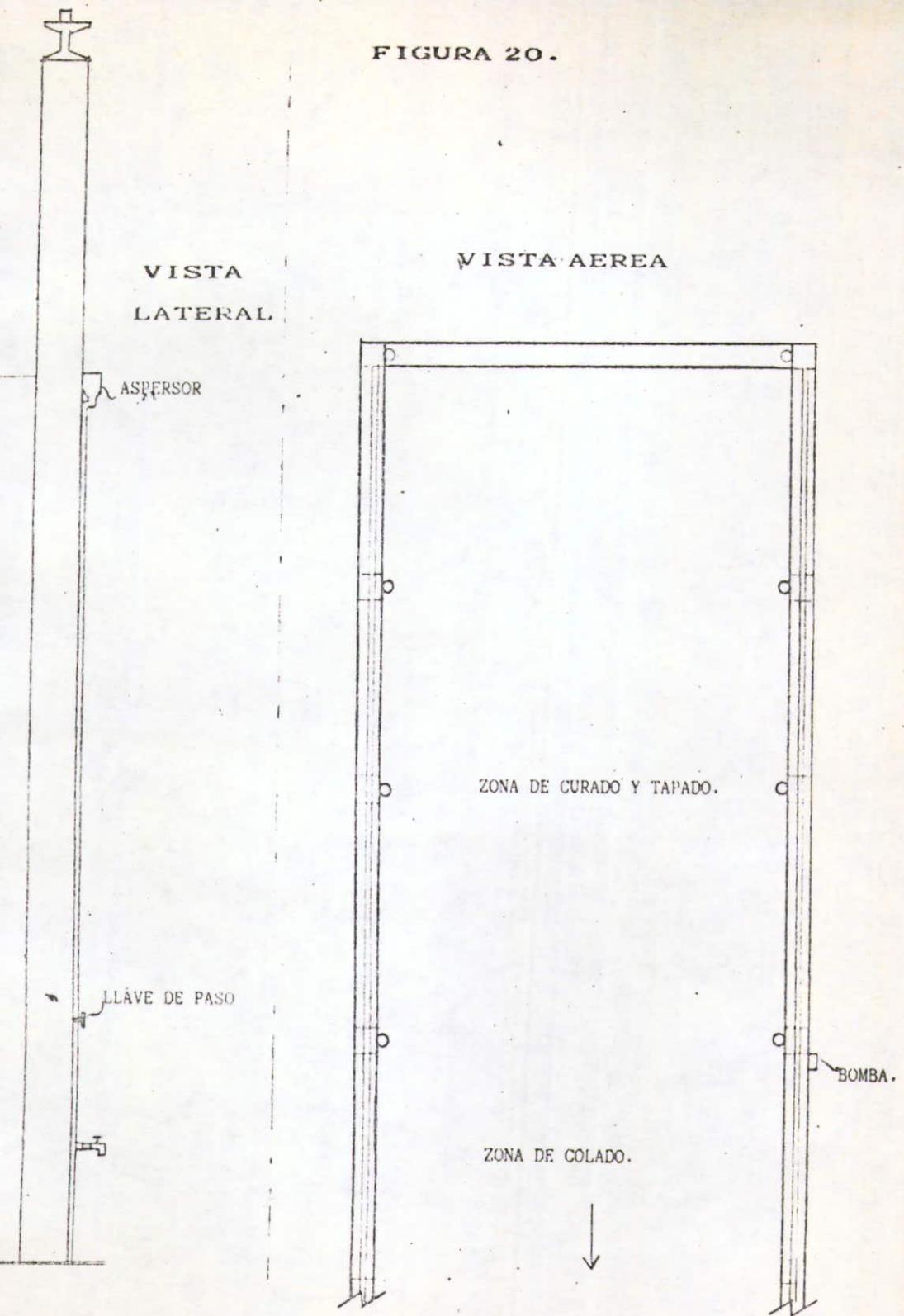
esto es demasiado lento, por lo cual no se mojaban todos los postes diario, no consiguiéndose un curado adecuado, además el jefe de colado cambia constantemente a este hombre a otras actividades, debido a que este trabajo no es muy tomado en cuenta, esto afecta a la resistencia mecánica, debido a la deshidratación que sufre el concreto. Por lo cual, se propone el siguiente sistema de curado, este sistema consiste en aspersores de agua, colocados en la zona de tapado y curado de la nave, se estima colocar cuatro de cada lado en las últimas cuatro columnas de la nave, cada aspersor con su respectiva llave de paso para poder abrir los que se requieran para el curado. Todos los aspersores son alimentados por una bomba. Con este sistema de riego se evita el trabajo de un hombre en curado además que se va aumentar notoriamente la calidad de los postes por alcanzar una mayor resistencia.

A continuación en la figura 20 se presenta un esquema del sistema de riego.

FIGURA 20.

VISTA
LATERAL

VISTA AEREA



A continuación se muestra el material y el costo del sistema de riego.

Material requerido y costo en el mercado.

| Cantidad | Descripción | Precio | Total |
|----------|---------------------------|----------|----------------|
| 18 | Tramo de 3/4 galvanizados | \$29,351 | \$528,318.00 |
| 12 | Tee 3/4 | 1,650 | 19,800.00 |
| 8 | Compuertas de 3/4 | 8,181 | 65,448.00 |
| 1 | Motobomba de 1/2 | | 226,087.00 |
| 5 | Tee galvanizada de 1" | 2,972 | 14,860.00 |
| 2 | Nodo de 3/4 | 4,697 | 9,394.00 |
| 6 | Reducciones de 1X3/4 | 1,460 | 8,760.00 |
| 5 | Llave 19n. 3/4 | 7,900 | 39,500.00 |
| 6 | Niple 1 X 2 | 550 | 3,300.00 |
| 5 | Nodo 1" | 6,600 | 33,000.00 |
| 30 | Codo 3/4 X 90 | 1,065 | 21,300.00 |
| 20 | Cople 3/4 | 1,177 | 23,540.00 |
| 1 | Bush 1 1/4 X 1 | 1,960 | 1,960.00 |
| 2 | Codo galvanizado 1 X 90 | 1,922 | 3,844.00 |
| 1 | Compuerta de 1 | | 10,854.00 |
| 10 | Niple 3/4 X 2 | 385 | 3,850.00 |
| 1 | Subol | | 2,500.00 |
| 8 | Aspersores Rain Bird | 57,600 | 460,800.00 |
| | | | ----- |
| | | Total. | \$1'477,115.00 |

Al precio del material falta aumentarle el de la mano de obra que es aproximadamente \$ 50,000.00 por cada aspersor y por la bomba. El total de mano de obra es \$ 450,000.00

Por lo tanto el sistema de riego por aspersión tiene un costo total de \$ 1'927,115.00

Justificación económica del proyecto.

Son \$400,000.00 mensuales sueldo del hombre que está regando los postes con la manguera.

El costo propuesto del proyecto es de \$1,927,115.00

Tomando una tasa de interes del 2.75% mensual se pretende obtener en cuanto tiempo se recupera la inversión.

| | |
|--------------|---|
| Primer mes. | $1,927,115.00(1.0275)=1,980,110.66$ |
| | $1,980,110.66-400,000.00=1,580,110.66$ |
| Segundo mes. | $1,580,110.66(1.0275)=1,623,563.706$ |
| | $1,623,563.706-400,000.00=1,223,563.70$ |
| Tercer mes. | $1,223,563.70(1.0275)=1,257,211.70$ |
| | $1,257,211.70-400,000.00=857,211.70$ |
| Cuarto mes. | $857,211.70(1.0275)=880,785.02$ |
| | $880,785.02-400,000.00=480,785.02$ |
| Quinto mes. | $480,785.02(1.0275)=494,006.61$ |
| | $494,006.61-400,000.00=94,006.61$ |
| Sexto mes. | Se paga. |

El sistema de riego se paga al quinto mes con una semana, además de representar un ahorro de \$400,000.00 mensuales.

Esté sistema de riego también representa un aumento de la resistencia del poste de un 15%.

5. Poner tapas a moldes para mejorar el terminado de los postes de 7, 9 y 11 metros.

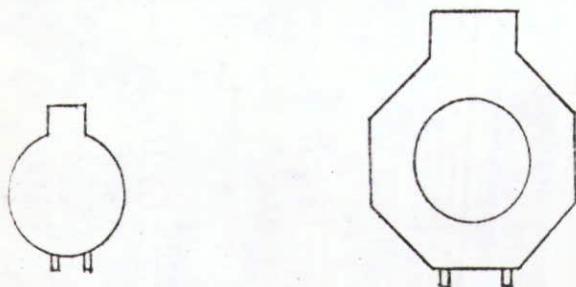
De los 70 moldes que hay en la planta 50 de ellos son de 11m y los veinte restantes son de 13m de longitud. En los moldes de 13 metros se pueden colar las siguientes medidas de postes de 9m, 11m y 13m, en los moldes de 11m se pueden colar los postes de 7m, 9m y 11m. Para colar los postes de 7 metros se requiere de una tapa delantera a 1.50m de la punta del molde y otra a 7m de esta, para colar los de 9m unicamente se requiere de una tapa a 9m de la punta del molde y para colar los de 11m en los moldes de 13m unicamente se requiere de una tapa a 11m de la punta.

Actualmente estas tapas son insuficientes además de estar todas chuecas. Estas tapas estan por toda la nave entre los moldes y cuando se requiere de ellas los paradores pierden mucho tiempo en buscarlas, además de que no tienen algunas las patas de apoyo y por arriba nada que las sostenga, por lo que las amarran con pedazos de alambre recocido y en el momento del vibrado se recorren las tapaderas, por lo que los postes salen chuecos de las tapas, además de que el alambre se queda en el poste dando mal aspecto, esto reduce la calidad. Al moverse la tapa se derrama mezcla que se desperdicia.

Para solucionar este problema se diseñó una tapa que este fija a cada molde para evitar que la tengan que buscar los paradores, se fijara con una cadena lo suficientemente larga para que la tapa llegue al suelo cuando no se esta utilizando con el objeto de que no estorbe a los vaciadores.

Las nuevas tapas van a tener dos patás en la parte inferior y por arriba se van hacer más largas con objeto de que se detengan de los broches del molde y no se recorran, con esto evitar utilización de alambres para fijarlas además de que las tapas ya no se mueven con el vibrado logrando obtener puntas de poste derechas, se desperdicie menos mezcla, se ahorre tiempo en el colocado de la tapa y no se pierda tiempo en buscar tapaderas.

A continuación en la figura 21 se va a mostrar el nuevo diseño.



Tapas a 1.5m de punta de
molde para postes de 7m.

Tapas traseras para
postes de 7, 9 y 11m.

Unicamente se sujetaron tapas de 7m en los 16 primeros moldes, debido a que la zona de castillos de 7m esta en el fondo por ser los que pesan menos y poderlos llevar más lejos los armadores. La demanda de estos postes es muy poca por lo que se puede satisfacer con sólo 16 moldes.

6. Elaboración de nuevas estrellas.

Las estrellas se hacen en una mesa que consiste en una viga de madera con trabas de alambres del No. 4 incrustados.

Se realizó una comparación de las medidas de las estrellas actuales con respecto a las teóricas y eran diferentes, además actualmente se utilizan las mismas estrellas para los armados de 7 y 9 metros, y las mismas para los de 11 y 13 m, esto no es correcto si se requiere de una mejor calidad, debido a que cada armado lleva estrellas de diferente tamaño aunque similares, además que como las medidas no eran las ideales, el usar estrellas más grandes lo que ocasiona que la espiral se asome en los postes.

La estrella número dos del armado de trece debe ser de ocho lados y se está utilizando de seis lados lo que deforma el armado en la punta. Por lo que se decidió hacer nueva mesa de estrellas.

En las tablas 3, 4, 5 y 6 se muestra el diámetro actual, diámetro propuesto y el número actual de lados de la estrella para cada armado.

Estrellas para el armado de 7-600

| Número de lados. | Díametro actual. | Díametro propuesto. | Medida de cada lado. |
|------------------|------------------|---------------------|----------------------|
| 4 | 12 | 12.67 | 8.95 |
| 8 | 12 | 14.17 | 5.42 |
| 8 | 13.5 | 15.67 | 5.99 |
| 8 | 14.8 | 17.17 | 6.57 |
| 8 | 18 | 18.82 | 7.2 |
| 8 | 18.5 | 19.27 | 7.35 |
| 8 | 19 | 19.72 | 7.54 |
| 8 | 20 | 20.17 | 7.71 |
| 8 | 21.5 | 20.62 | 7.89 |
| 8 | 22.5 | 21.07 | 8.06 |
| 8 | 22.5 | 21.52 | 8.23 |
| 8 | 23 | 21.97 | 8.40 |
| 8 | 23 | 22.42 | 8.57 |
| 8 | 23 | 23.02 | 8.80 |

Tabla 3.

Estrellas para el armado de 9-450

| Número de lados | Díámetro actual | Díámetro propuesto | Medida de cada lado. |
|-----------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| 4 | 12 | 10.27 | 7.26 |
| 8 | 12 | 12.03 | 4.6 |
| 8 | 13.5 | 13.68 | 5.23 |
| 8 | 14.8 | 15.33 | 5.86 |
| 8 | 18 | 16.98 | 6.49 |
| 8 | 18.5 | 17.81 | 6.81 |
| 8 | 19 | 18.63 | 7.12 |
| 8 | 20 | 19.46 | 7.44 |
| 8 | 21.5 | 20.17 | 7.71 |
| 8 | 22.5* | 21 | 8.03 |
| 8 | 22.8 | 21.6 | 8.26 |
| 8 | 23 | 22.31 | 8.53 |
| 8 | 25 | 23.02 | 8.8 |
| 8 | 26 | 23.62 | 9.03 |

Tabla 4.

Estrellas para los armados de 11-500 y 11-700

| Número de lados. | Díámetro actual | Díámetro propuesto | Medida de cada lado. |
|------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| 4 | 12 | 10.27 | 7.26 |
| 8 | 12 | 11.73 | 4.48 |
| 8 | 13 | 13.12 | 5.02 |
| 8 | 14.8 | 14.51 | 5.55 |
| 6 | 17 | 15.9 | 7.95 |
| 6 | 18 | 17.16 | 8.58 |
| 6 | 20 | 18.42 | 9.21 |
| 6 | 21 | 19.68 | 9.84 |
| 6 | 22.5 | 20.94 | 10.47 |
| 6 | 24 | 22.2 | 11.1 |
| 6 | 24.5 | 22.95 | 11.47 |
| 6 | 24.5 | 23.7 | 11.85 |
| 6 | 25 | 24.07 | 12.03 |
| 6 | 25.3 | 24.45 | 12.22 |
| 6 | 25.3 | 25.2 | 12.6 |
| 6 | 26.5 | 25.95 | 12.97 |
| 6 | 28.5 | 26.62 | 13.31 |

Tabla 5.

Estrella para el armado de 13-600

| Número de lados. | Díámetro actual | Díámetro Propuesto | Medida de cada lado. |
|------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| 4 | 12 | 10.27 | 7.26 |
| 8 | 13 | 11.73 | 4.48 |
| 6 | 15.5 | 13.19 | 6.59 |
| 6 | 16 | 14.9 | 7.45 |
| 6 | 17 | 16.6 | 8.3 |
| 6 | 18 | 18.3 | 9.15 |
| 6 | 21 | 20.01 | 10 |
| 6 | 22.5 | 21.71 | 10.85 |
| 6 | 24 | 23.42 | 11.71 |
| 6 | 24.5 | 25.12 | 12.56 |
| 6 | 25.3 | 25.87 | 12.93 |
| 6 | 26.5 | 26.62 | 13.31 |
| 6 | 28.5 | 27.37 | 13.68 |
| 6 | 30 | 28.12 | 14.06 |
| 6 | 31 | 28.72 | 14.36 |
| 6 | 31 | 29.62 | 14.81 |

Tabla 6.

Se diseñó una mesa de estrellas que consiste en una base que sostiene barras con trabas de tornillos para hacer las estrellas, cada barra servirá para hacer las estrellas de cada medida, es decir, hay una barra para las estrellas del armado de 7m, otra para las de 9m, otras para las de 11m y otras para las de 13m, estas barras se van a fijar en la base por medio de dos tornillos con mariposa.

En la figura 22 se muestra el diseño de las trabas de la mesa de estrellas.

Actualmente se tienen las estrellas de 11 y 13m a la interperie por lo que se oxidan demasiado, además de estar lejos de la zona de elaboración de estrallas, por lo que se diseñó una sección de estrellas. En está se colocan las estrellas de la mayor a la menor y en el siguiente orden: 13, 11, 9 y por último las de 7m, entre las varillas de 11 y 9 se dejará un pasillo.

Con está distribución cada armador va tomando en orden las estrellas que requiere. Además, la zona de estrellas se planea bajo techo de tal manera que se evita la oxidación de las estrellas.

En la figura 23 se ilustra la distribución de la nueva zona de corte y zona de estrellas.

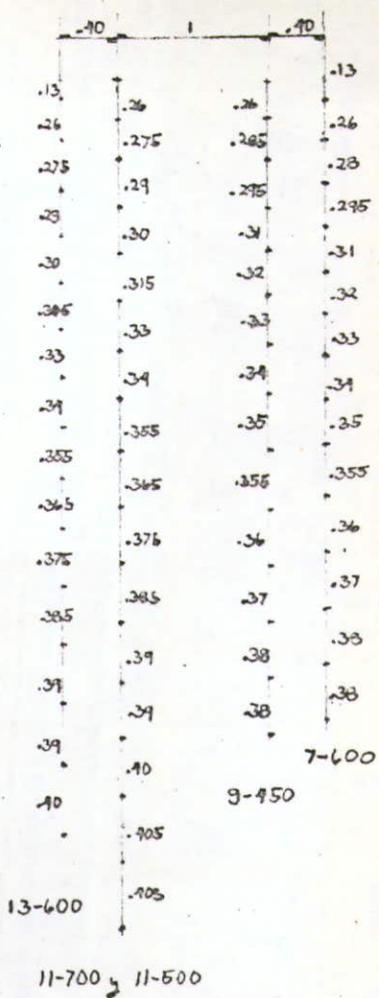
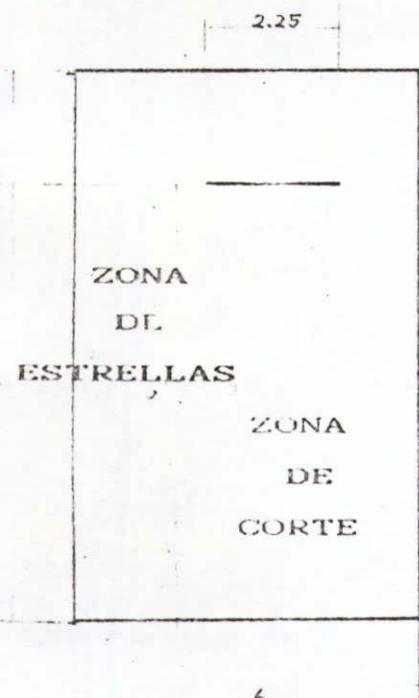


FIGURA 23.

7. Instalación de un sistema de contactos trifásicos y monofásicos en la planta.

Actualmente la corriente eléctrica que requieren dos vibradores y una compresora de agua, es suministrada por medio de cables de 30m de longitud, esto tiene sus inconvenientes debido a que diariamente se tienen que desenrollar al comenzar las actividades y enrollar al terminar estas. Estos cables tan largos, sobre todo el de los vibradores que son trifásicos son pesados, al desenrollarse frecuentemente tienen cocas (doblecés) que hacen que se rompan internamente, además de ser un estorbo para las carretillas cuando están por encima de los moldes, las carretillas pasan sobre ellos y les van quitando la cobertura protectora, en época de lluvias con los charcos, ocasionan descargas, el constante jaloneo de los cables ha llegado a ocasionar que se quemem los motores.

Además la máquina de soldar de mantenimiento, los taladros y las pulidoras se hacen funcionar por medio de extensiones desde el cuarto de herramientas, para evitar esta cantidad de cables se a propuesto instalar de un lado de la nave, cada dos columnas enchufes trifásicos y del otro lado de la nave enchufes monofásicos. Con esto se evitan las pérdidas de tiempo por enrollar los cables además de mantener los pasillos libres de cables.

A continuación se desglosa el presupuesto de dicha instalación.

| Cantidad | Descripción | Precio |
|----------|--|----------------|
| 330 mts. | Cable THW cal.6 antillama. | \$890,000.00 |
| 300 mts | Cable THW cal.10 antillama. | 251,664.00 |
| 150 mts | Cable THW cal.12 antillama. | 85,550.00 |
| 200 mts | Cable THW cal.12 antillama. | 78,110.00 |
| 33 | Tramos tubo conduit galvanizado 1" | 387,750.00 |
| 40 | Tramos tubo conduit galvanizado 1/2" | 268,400.00 |
| 18 | Registros cuadrados de 1" X 3/4" | 72,000.00 |
| 2 | Condules F1 de 1" | 19,000.00 |
| 4 | Condules F2 de 1/2" | 30,000.00 |
| 56 | Conector de ajuste de 1/2" | 18,200.00 |
| 12 | Conector de ajuste de 1" | 10,200.00 |
| 16 | Condulet con tapa tipo interperie | 375,848.00 |
| 6 | Contactos trifasicos | 25,800.00 |
| 6 | Clavijas trifasicas | 24,000.00 |
| 50 | Herrajes para fijacion. | 225,000.00 |
| 1 | Interruptor termomagnetico de 3 X 100 Amperes con gabinete. | 472,000.00 |
| 2 | Unidad termicas de 40 Amp. C/U. | 42,800.00 |
| 1 | Centro de carga G04 | 18,300.00 |
| | | ----- |
| Total | | \$3'294,622.00 |

De la mano de obra son \$ 625,000.00

El total del proyecto es de \$ 3'919,622.00

En la figura 24 se muestra un croquis del trabajo.

VISTA AEREA

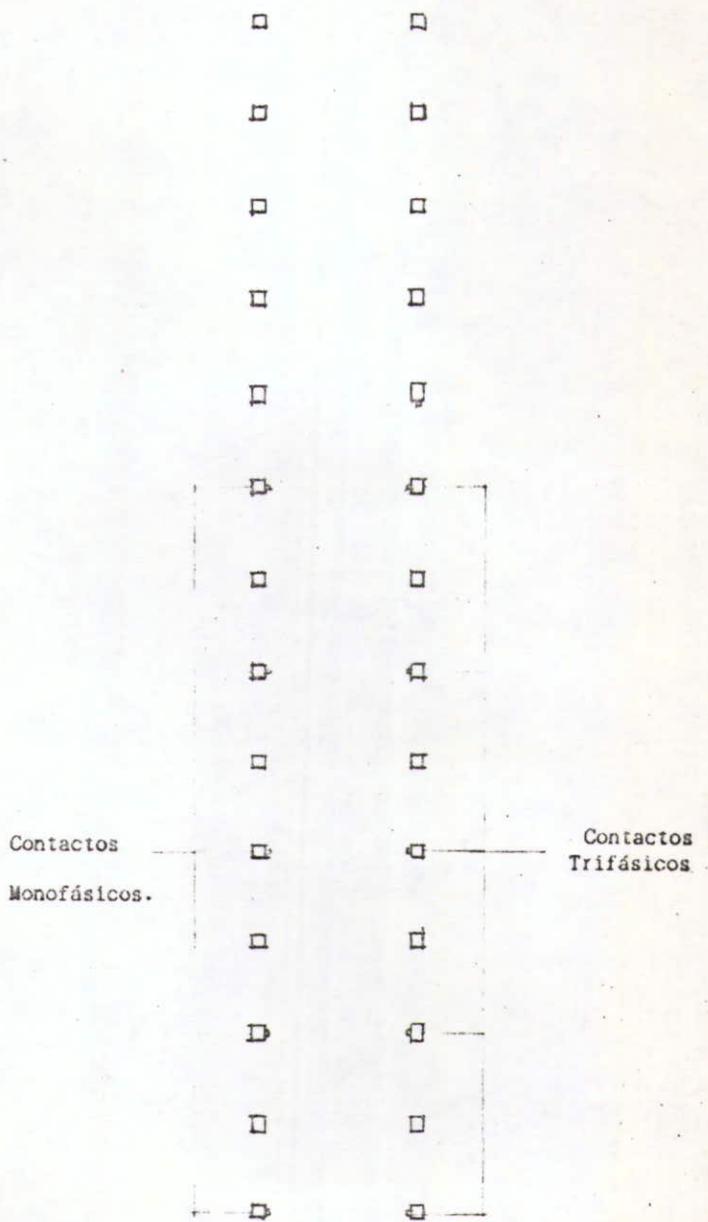


FIGURA 24.

Justificación económica del proyecto.

Se pretende justificar el pago de los \$3,919,622.00 a una tasa anual del 33%.

Los cables de 30m se cambian cada seis meses y el costo de cada uno es de \$180,000.00. Además debido a que estos cables se enredan y los pisan las carretillas se ocasionan cortos, esto representa una quemada de motor aproximadamente cada dos meses y el costo de embobinado es de \$360,000.00. Además diariamente se pierden 15 minutos en enrollar los cables y esto representa \$500 pesos diarios.

El costo semestral del sistema actual es de \$1,485,000.00

Primer semestre. $3,919,622.00(1.165)=4,566,359.63$
 $4,566,359.63-1,485,000.00=3,081,359.63$

Segundo semestre. $3,081,359.63(1.165)=3,589,783.96$
 $3,589,783.96-1,485,000.00=2,104,783.96$

Tercer semestre. $2,104,783.96(1.165)=2,452,073.32$
 $2,452,073.32-1,485,000.00=967,073.32$

Cuarto semestre $967,073.32(1.165)=1,126,640.42$

Se paga.

La inversión se paga al año con diez meses, además de representar un ahorro semestral de \$1,485,000.00

8. Instalación de un cuarto de herramientas.

No se cuenta con un cuarto de herramientas de trabajo de colado, al terminar de colar se quedan palas, picos y carretillas regados por toda la planta, esto da lugar a pérdidas de tiempo por búsqueda de material para trabajar.

Los vibradores y el marro se dejan en el cuarto de mantenimiento, de este cuarto tenía llaves el jefe de colado y como anteriormente se indico se le quitaron las llaves para un mayor control de las herramientas, por lo cual se requiere de un cuarto de herramientas, al lado del taller de mantenimiento existe una caldera que se utilizaba para secado de postes por vapor, se decidió venderla para aprovechar este cuarto para herramientas, el cuarto tendría la puerta hacia la zona de moldes y se guardaría en el carretillas, palas, picos, bomba de aceite, marros, vibradores, palastres, etc.. toda la herramienta requerida por colado.

9. Limpieza de planta.

Actualmente no se tiene una persona permanente para limpieza de pasillos de la planta, por lo que se acumula mezcla en estos, si llega a ser demasiada los moldes no se pueden abrir, entreteniendose hasta diez minutos los sacadores de postes al quitar la mezcla con un pico, además de maltratarse mucho el molde al tratar de abrirlo a fuerza con barras.

Los pasillos llenos de mezcla entorpecen el movimiento de las carretillas, las carretillas van brincando o tambaleando por las costras o pedazos de mezcla seca, se va tirando mezcla a causa de esto.

Por lo que se sugiere poner una persona permanente en la limpieza para evitar que se acumule mezcla en los pasillos.

Es de suma importancia el mantener las visagras de los moldes limpias con la compresora de agua, después de colado el poste. Esperando tres horas de fraguado se comienzan a limpiar las visagras de los moldes, de no ser así se desprende la lechada a través de las visagras, quedando el poste cacarizo, con la grava expuesta.

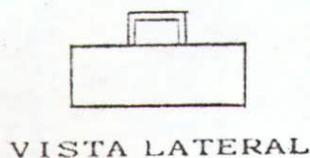
El objeto de esta limpieza es evitar que se acumulen grumos de lechada en los moldes.

10. Tapado de postes con cilindros.

Los postes se tapaban acomodando pedacera de ladrillo, costaba \$ 25,000.00 la pedacera para tapar 200 postes aproximadamente. Era muy trabajoso estar acomodando el ladrillo, duraban hasta tres minutos por poste acomodando la pedacera.

Por lo que se propuso elaborar un molde para hacer cilindro de 5cm de altura por el diámetro que se requiera en cada medida de poste, que son 17cm para el de 7, 17.5cm para el de 9, 21cm para el de 11 y 23.3cm para el de 13.

A continuación se muestra la figura 25 del molde.



VISTA SUPERIOR

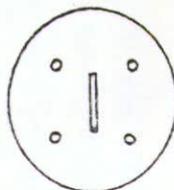


FIGURA 25.

Los cilindros de tapado son fáciles de colocar evitando la pérdida de tiempo colocado pedacera de ladrillo.

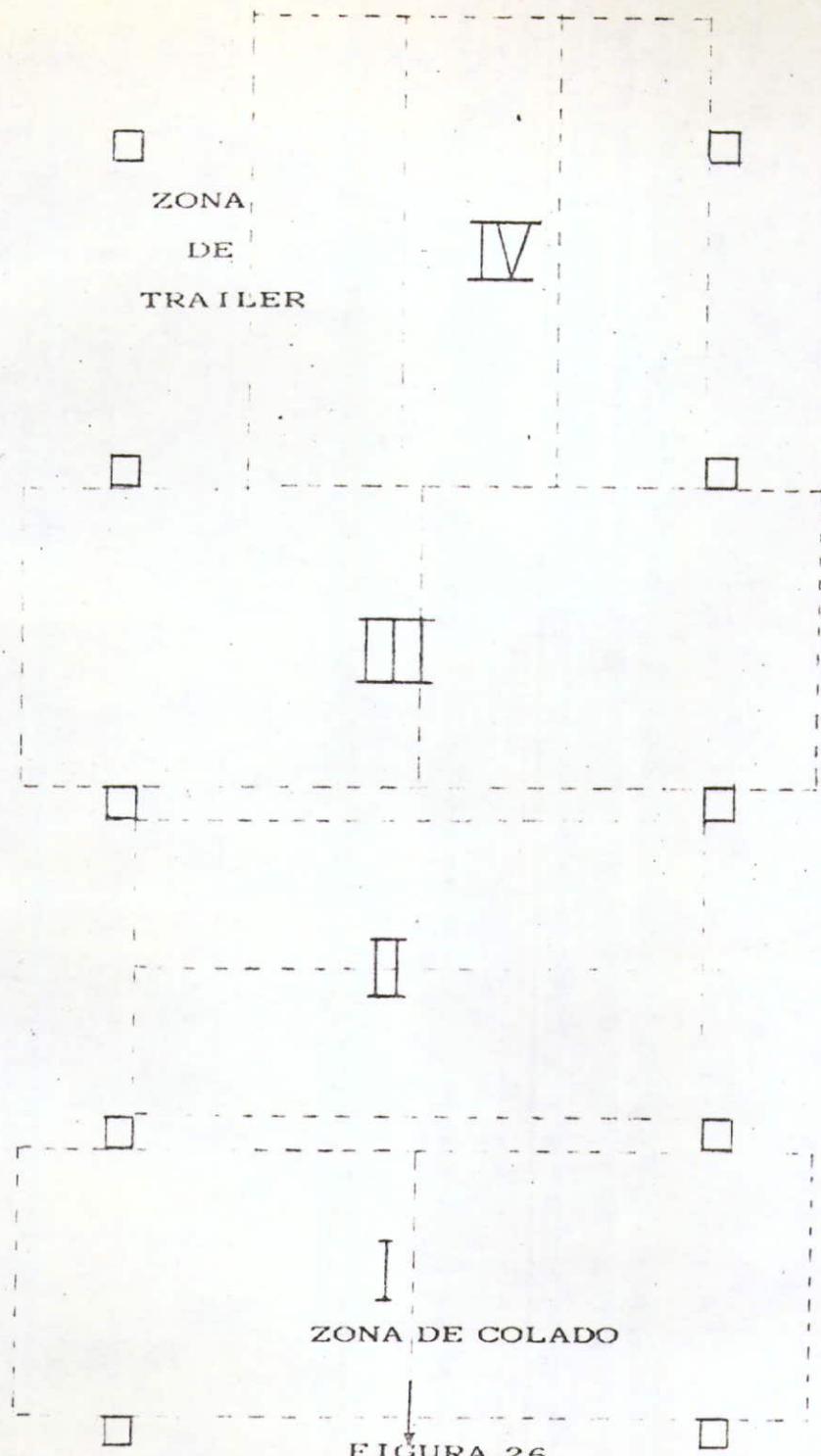
Los cilindros se elaboran de la siguiente manera, primero se prepara la mezcla compuesta de una tercera parte de cemento y dos terceras partes de jal, cuando se logra uniforme la mezcla se pone aceite quemado al molde con un trapo, se llena de mezcla, se empareja al raz con un palastre, luego se vacía el contenido del molde en el piso para dejar secar durante dos días.

11. Cortado de bases de moldes para facilitar el paso a carretillas.

Apartir del molde 29 todos los moldes tienen base de trece metros, dos metros de base no son utilizados, como el consumo de postes de trece metros es satisfecho con los veinte moldes, a los demás moldes se les pueden quitar esos dos metros debido a que este pedazo estorba a las carretillas por tal motivo los carretilleros tienen que caminar cuatro metros de más, por lo cual se sugiere recortar las bases de los moldes evitando esto.

12. Ahorro de tiempo en traslado de postes.

Se tiene de la siguiente distribución de la zona de curado y tapado.. Figura 26.



ZONA
DE
TRAILER

IV

III

II

I

ZONA DE COLADO

FIGURA 26.

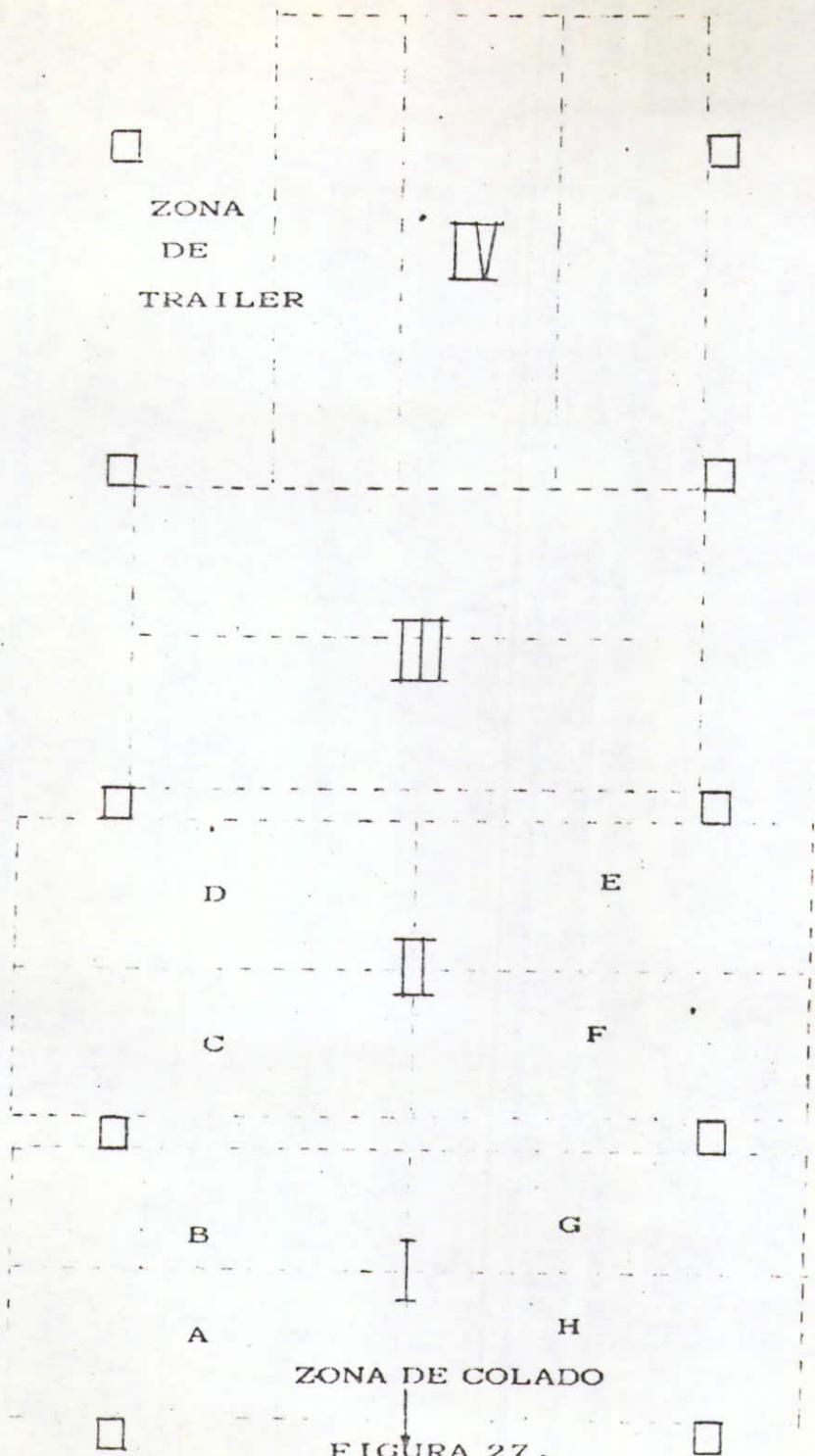
El sector dos y cuatro son utilizados para estiba de postes de 13m, los sectores uno y tres para estibado temporal de postes de las demás medidas en lo que son tapados y curados un período de siete días.

Se recomienda utilizar el sector dos para postes de siete, nueve y once, el sector tres para postes de trece metros, el propósito es ahorrar hasta 16 metros de traslado al que maneja el polipasto, esto da por resultado ahorro en tiempo y trabajo. Para hacer esto se debe quitar una cruz de PTR entre las dos columnas, estas cruces fueron puestas para reforzar las columnas, aunque en realidad no sirven de nada, además de quitar unas bases de moldes que estorban, dejando parejo el piso.

13. Organización en el manejo de postes.

Hace falta organizar el manejo de postes dentro de la planta, actualmente se sacan los postes de la zona de curado y tapado en desorden, algunos que fueron colados más recientemente que otros, les afecta debido a que les hace falta curado.

Por lo que se sugiere hacer lo siguiente, dividir las secciones uno y dos en cuatro partes cada una como lo muestra la figura 27.



La producción de un día se coloca en la sección "A", al día siguiente se coloca la producción en la sección "B", así sucesivamente una vez que ya tienen siete días de curado y estando perfectamente tapados son sacados a la zona de estibado definitiva.

14. Mejora en alumbrado.

Actualmente de las doce lámparas que se tiene en la nave sólo funcionan dos, hay trabajadores, como los de la grúa viajera, que entran a las cuatro de la mañana y no cuentan con la iluminación adecuada para trabajar, esto entorpece mucho el trabajo por lo que se sugiere cambiar los focos que no funcionan y revisarles las balastras.

15. Máquina de corte de alambre y varilla.

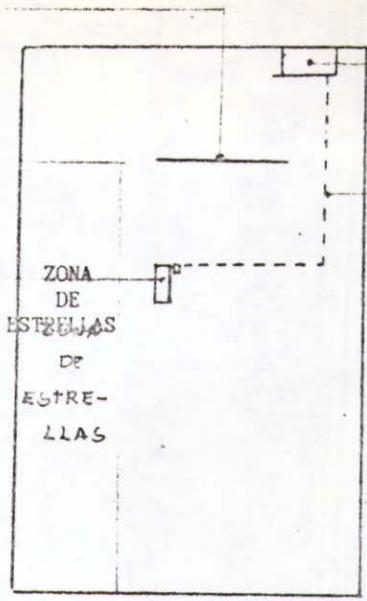
El corte actual de alambre es por prensa, un hombre coloca el alambre y el otro mueve el brazo. Se ha pensado utilizar un sistema neumático en lugar del operario.

A continuación se ilustra la prensa de corte y el sistema propuesto. Figura 28.

VISTA AEREA DE ZONA DE ELABORACION DE ESTRELLAS

MESA DE ESTRELLAS

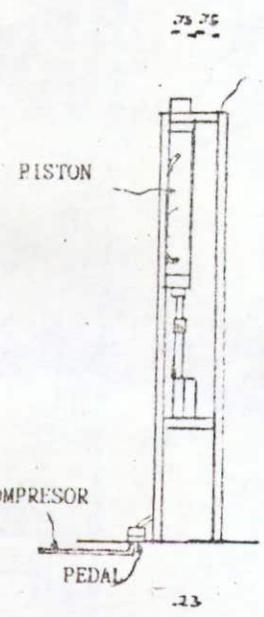
CORTADORA
NEUMATICA



COMPRESOR.

MANGUERA DE AIRE
A PRESION.

CORTADORA NEUMATICA



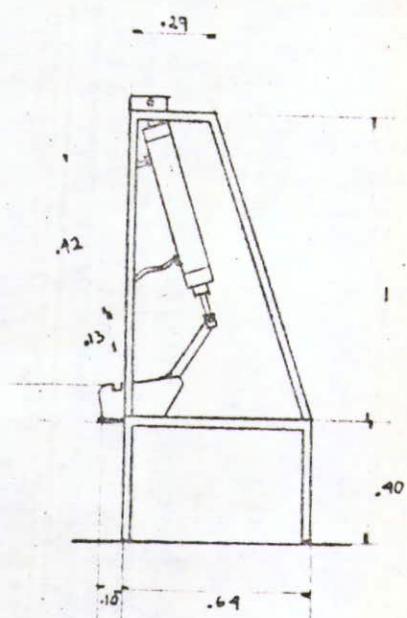
ANGULO DE 1 1/2"

PISTON

COMPRESOR

PEDAL

VISTA DE FRENTE



VISTA LATERAL

FIGURA 28.

A continuación se menciona el costo de este sistema.

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| 1 Piston neumatico DNU 63 (FESTO) | \$447,895.00 |
| 1 Horquilla tipo SG. | 30,560.00 |
| 1 Valvula pedal tipo F-4 | 254,030.00 |
| 3 Conexiones CK44 | 8,757.00 |
| 1 Conexion CK3/8 | 9,244.00 |
| 1 Fijacion SN-63 | 62,075.00 |
| | ----- |
| | \$812,561.00 |
| 15% IVA | 121,884.00 |
| | ----- |
| | \$934,445.00 |

Justificación económica del proyecto.

Actualmente el operario corta aproximadamente durante cuatro horas esto representa un costo de \$200,000.00, tomando una tasa de interes del 2.75% mensual, se pretende justificar la inversión del proyecto.

Primer mes. $812,561.00(1.0275)=834,906.42$
 $834,906.42-200,000.00=634,906.42$

Segundo mes. $634,906.42(1.0275)=652,266.35$
 $652,366.35-200,000.00=452,366.35$

Tercer mes. $452,366.35(1.0275)=464,806.42$
 $464,806.42-200,000.00=264,806.42$

Cuarto mes. $264,806.42(1.0275)=272,088.60$
 $272,088.60-200,000.00=72,088.60$

Quinto mes. $72,088.60(1.0275)=74,071.04$ Se paga.

El proyecto se paga en cuatro meses y medio, además de representar un ahorro económico de \$200,000.00 mensuales.

III.3 ESTUDIO DE TIEMPOS.

Esta sección muestra los tiempos estandar obtenidos del estudio de tiempos, estos tiempos estandar serán utilizados en producción tanto para control como para planeación de la producción.

A continuación se desglosan los elementos con el tiempo estandar obtenido del estudio y se dará una explicación de los elementos que cambiaron con respecto a lo descrito en el punto I.3 de procesos de producción.

Armado.

1. Elaboración de estrellas.

La elaboración de estrellas está compuesta de elementos cortos, por lo cual se utilizará el método de toma de tiempos continuo. Al ser operaciones repetitivas con elementos pequeños se asignó una calificación general.

1.1 Corte de alambre. El corte de alambre será realizado en la prensa manual, pero como se mencionó en mejora de métodos éste es realizado actualmente en una prensa neumática.....0.21

1.2 Elaboración de estrellas.....0.12

1.3 Colocación de estrellas en su lugar correspondiente...0.05

A continuación se mencionan el número de estrellas por armado y el tiempo de elaboración de estrellas por armado.

| | No. de estrellas. | Tiempo. |
|------------|-------------------|---------|
| 7-600..... | 14..... | 5.32 |
| 9-450..... | 14..... | 5.32 |

| | | |
|-------------|---------|------|
| 11-500..... | 16..... | 6.08 |
| 11-700..... | 17..... | 6.46 |
| 13-600..... | 16..... | 6.08 |

2. Corte de varilla.

El corte de varilla está compuesto de elementos cortos, se utilizó el método de toma de tiempo continuo y una calificación para el estudio completo. Se tomó el tiempo de cada elemento por las cuarenta varillas de 1/2" y las ochenta varillas de 3/8", posteriormente este tiempo se dividió entre el respectivo número para sacar el tiempo de un corte. También se pone el número de cortes que se utilizan en cada armado, para obtener el tiempo de corte de la varilla por armado.

| Tamaño de armado | Número de cortes. |
|------------------|-------------------|
| 7-600 | 8 |
| 9-450 | 8 |
| 11-500 | 11 |
| 11-700 | 11 |
| 13-600 | 8 |

Tiempo de corte de varilla.

| | 1/2" | 3/8" |
|--------------------------------------|------------|-------|
| 2.1 Sacado de varilla del atado..... | 15.85..... | 18.26 |
| 2.2 Emparejado de varilla..... | 2.66..... | 9.86 |
| 2.3 Marcado de varilla..... | 1.00..... | 2.20 |
| 2.4 Cortado de varilla..... | 5.31..... | 9.03 |
| 2.5 Traslado de varilla cortada..... | 3.35..... | 7.06 |

| | |
|--|--------|
| Tiempo de corte de varilla de 1/2". | 0.7042 |
| Tiempo de corte de varilla de 3/8". | 0.5801 |
| Tiempo de corte de varilla de cada tipo de armado. | |
| 7-600. | 4.64 |
| 9-450. | 4.64 |
| 11-500. | 6.38 |
| 11-700. | 7.74 |
| 13-600. | 5.63 |

3. Elaboración de armado. Se obtuvo el tiempo estandar para la elaboración de cada medida de armado. A continuación desglosaremos los elementos del armado.

3.1 Cortado de alambre No. 16. Para obtener el tiempo estandar de preparado de alambre No.16 de cada armado se obtuvo el tiempo que se tardan en cortar todo el rollo de 100 kg, posteriormente se obtuvo la cantidad de alambre en kg utilizada por cada medida de armado y por medio de relacion se obtuvo el tiempo de preparado por armado.

A continuación se muestra la cantidad de alambre utilizado por cada armado.

| Medida | 7-600 | 9-450 | 11-500 | 11-700 | 13-600 |
|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Cantidad en kg. | 1.07 | 1.25 | 1.69 | 1.69 | 1.59 |

El tiempo del preparado de 100 kg es de 63.02 minutos.

El tiempo por armado.

| | |
|--------|------|
| 7-600. | 0.67 |
| 9-450. | 0.78 |

| | |
|-------------|------|
| 11-500..... | 1.06 |
| 11-700..... | 1.06 |
| 13-600..... | 1.00 |

3.2 Preparado de rollo de alambre No. 11. Para obtener el tiempo estandar por medida de armado se tomo el tiempo en separar el rollo en los veinte rollos mas pequeños, posteriormente se obtubo la cantidad en kg que utiliza de alambre cada armado y por medio de relación se obtiene el tiempo de preparado por armado.

A continuación se muestra la cantidad en kg utilizado por cada armado.

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Medida | 7-600 | 9-450 | 11-500 | 11-700 | 13-600 |
| Cantidad en kg. | 3.28 | 4.46 | 6.91 | 6.91 | 8.12 |

Tiempo de preparación del alambre en rollos más chicos es de 7.96 minutos.

El tiempo por armado.

| | |
|-------------|------|
| 7-600..... | 0.26 |
| 9-450..... | 0.35 |
| 11-500..... | 0.55 |
| 11-700..... | 0.55 |
| 13-600..... | 0.64 |

3.3 Traslado de varilla.....0.87

3.4 Colocado de varilla en mesa de trabajo.

| | |
|-------------|------|
| 7-600..... | 3.3 |
| 9-450..... | 1.25 |
| 11-500..... | 3.86 |
| 11-700..... | 3.86 |
| 13-600..... | 4.00 |

3.5 Ir por estrellas y colocarlas en posición.....1.67

3.6 Amarres.

7-600.....15.10
9-450.....13.71
11-500.....18.52
11-700.....18.52
13-600.....19.10

3.7 Colocación de poliducto.

7-600..... 0.00
9-450..... 1.71
11-500.....1.71
11-700.....1.71
13-600.....1.74

3.8 Espiral.

7-600.....2.63
9-450.....3.62
11-500.....5.23
11-700.....5.23
13-600.....6.40

3.9 Amarres de espiral.

7-600.....3.14
9-450.....3.93
11-500.....4.78
11-700.....4.78
13-600.....7.75

3.10 Traslado de armado.

| | |
|-------------|------|
| 7-600..... | 1.50 |
| 9-450..... | 1.10 |
| 11-500..... | 1.20 |
| 11-700..... | 1.20 |
| 13-600..... | 0.53 |

El tiempo total de armado por poste.

| | |
|-------------|-------|
| 7-600..... | 29.14 |
| 9-450..... | 28.99 |
| 11-500..... | 39.25 |
| 11-700..... | 39.35 |
| 13-600..... | 43.70 |

+ Colado.

| | |
|---|------|
| 1. Quitado de tornillos, tuercas y rondanas de tapas de moldes..... | 0.39 |
| 2. Abrir molde..... | 0.96 |
| 3. Quitar rebaba de parte superior del poste..... | 0.69 |
| 4. Sacado de postes con grúa viajera..... | 4.77 |
| 5. Limpieza del molde con cepillo y espatula..... | 3.13 |
| 6. Limpieza con gancho..... | 2.21 |
| 7. Barrida del molde..... | 1.17 |
| 8. Aceitado del molde. Aquí se prorratúa el preparado del diesel con aceite y la carga que se efectua cada diez moldes..... | 1.85 |
| 9. Aceitado de alma. Se prorratea el preparado del diesel con aceite y la carga que se efectua cada quince almas..... | 1.08 |
| 10. Traslado de armado a molde aceitado. Se obtuvo el tiempo por acarreo de dos castillos de 7, 9 y 11-500..... | 1.43 |

| | |
|---|-------|
| Acarreo de un armado de 11-700 y 13-600..... | 1.52 |
| 11. Cerrado de molde..... | 0.71 |
| 12. Poner tornillos en tapas..... | 1.28 |
| Colocar los tornillos..... | 0.75 |
| Apretar los tornillos..... | 0.53 |
| 13. Meter alma..... | 0.63 |
| 14. Colado de poste. | |
| 7-600..... | 4.79 |
| 9-450..... | 5.45 |
| 11-500..... | 8.43 |
| 11-700..... | 8.43 |
| 13-600..... | 9.82 |
| 15. Pulido. | |
| 7-600..... | 3.73 |
| 9-450..... | 6.54 |
| 11-500..... | 8.00 |
| 11-700..... | 8.00 |
| 13-600..... | 10.02 |
| 16. Colocado de marca de 3 m..... | 0.18 |
| 17. Colocado de sello..... | 0.36 |
| 18. Colocado de numero..... | 0.56 |
| 19. Extraccion de alma..... | 2.25 |
| 20. Limpieza de visagras..... | 4.43 |
| 21. Tapado..... | 2.86 |
| Preparado de cemento y traslado de cilindro.. | 0.40 |
| Colocar cilindro..... | 1.06 |
| Tapa de cemento..... | 1.28 |
| Colocar cemento seco..... | 0.12 |

20. Curado.

| | |
|-------------|-------|
| 7-600..... | 3.39 |
| 9-450..... | 3.86 |
| 11-500..... | 6.47 |
| 11-700..... | 6.47 |
| 13-600..... | 10.00 |

21. Traslado de poste a zona de estibado.

| | |
|----------------------------------|------|
| 7-600 y 9-450.....2 Postes..... | 4.65 |
| 11-500 y 11-700.....1 Poste..... | 4.65 |

22. Carga de postes a Camión:.....2.58

CAPITULO IV
DEPARTAMENTO DE CALIDAD

IV.1 REQUISITOS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD (CFE).

En este punto se especifican los requisitos mínimos de aseguramiento de calidad que deben cumplir los proveedores bajo categoría CFE-4, a la cual pertenecen los proveedores de postes de concreto.

El proveedor debe planear, establecer, documentar, aplicar y mantener en uso un sistema de calidad que cumpla con los requisitos aquí mencionados.

El sistema de calidad está encaminado primordialmente hacia la planeación, el control de la inspección y pruebas finales mediante las cuales se asegure que todos los productos o servicios suministrados cumplan con los requisitos especificados.

A. Recursos y personal para el sistema de calidad.

El proveedor debe identificar los recursos para verificación interna, debe proveer los recursos suficientes y asignar personal entrenado para estas actividades. Las actividades de verificación deben incluir la inspección y pruebas finales, estas deben ser realizadas por personal independiente de aquellas que tienen responsabilidad directa en la ejecución del trabajo.

El proveedor debe designar a un representante, quien independientemente de otras responsabilidades, debe tener definida la autoridad y responsabilidad que asegure que los requisitos de esta especificación se apliquen y mantengan en vigor.

B. Control de documentos.

La documentación del sistema de calidad incluye como mínimo, pero no está limitada a la siguiente:

1. Manual de calidad (IV.2).
2. Documentación para inspección de pruebas.

El proveedor debe generar los registros de calidad necesarios para demostrar que todos los requisitos aplicables de aseguramiento de calidad han sido establecidos en toda la organización, así como el logro de la calidad y la operación efectiva del sistema de calidad.

C. Inspección y pruebas.

Las inspecciones y pruebas requeridas para verificar la conformidad final de un producto con requisitos especificados, debe ser planeada y ejecutada. Deben documentarse los puntos de inspección, pruebas y control, las características y tolerancias a cumplir y los métodos de inspección y pruebas.

Los procedimientos de pruebas deben contener los criterios de aceptación del producto: Identificar las mediciones a realizar, la precisión requerida y seleccionar el equipo adecuado para la inspección, medición y pruebas finales.

D. Técnicas estadísticas.

Cuando sea apropiado el proveedor debe:

1. Identificar y clasificar las características del producto,

para lo cual pueden usarse las técnicas estadísticas.

2. Seleccionar las técnicas estadísticas adecuadas y niveles de confianza para la aceptación del producto e indicar las bases de la selección.

E. Control de no conformidades.

Los productos que no cumplen con los requisitos especificados deben ser controlados para prevenir instalación o uso inadvertido. El control debe cubrir su identificación, documentación, evaluación, segregación y disposición.

Los productos no conformes deben ser revisados de acuerdo con procedimientos documentados, estos pueden ser:

- a) Reparados o retrabajados.
- b) Aceptados con o sin reparación o retrabajo por concesión.
- c) Degradados para aplicaciones alternativas.
- d) Rechazados o enviados al desperdicio.

Los productos reparados o retrabajados deben ser inspeccionados de acuerdo con procedimientos documentados.

IV.2 SISTEMA DE CALIDAD.

El sistema de calidad será implantado para cumplir con los requisitos de aseguramiento de calidad de Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Es importante definir primeramente que se entiende por calidad, se entiende por calidad a "un sistema de métodos de producción mediante el que se producen económicamente bienes o servicios que satisfacen los requerimientos de los consumidores." (53)

El fin del control de calidad es producir, diseñar y dar servicio a un producto que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor, teniendo en cuenta un concepto de calidad integral, es decir, cuidando tanto costos como calidad. "Los costos visibles de una mala calidad como son el desperdicio, los retrabajos y las garantías, pero representan sólo la punta del iceberg, puesto que también hay gastos de tiempo administrativo, de ingeniería, tiempo muerto de fábrica, se incrementan los inventarios, problemas de envío, ordenes perdidas, etc..." (54)

Por lo tanto la calidad se debe aumentar en los cuatro factores de la producción:

- + Mano de obra. Capacitando al trabajador, debido a que la calidad es responsabilidad de cada persona en la organización.
- + Materiales. Mejorar la calidad en la materia prima requerida.
- + Maquinaria. Especial atención a la confiabilidad de los procesos de producción. Hay que mejorar continuamente equipos y herramientas.
- + Métodos. Mejorar notablemente los métodos de producción.

(53) KADRU ISHIKAWA. ¿Qué es el Control Total de Calidad? p. 2

(54) RALPH BARRA. Círculos de Calidad en Operación p. 7.

Obstáculos del control de calidad.

- + Pasividad de la gerencia
- + Pensar que todo marcha bien
- + Creer que lo mejor es hacerlo como se hace
- + No oír opiniones de otros

Se pretende establecer un buen control de calidad mediante dos aspectos importantes:

- + Calidad orientada al proceso en la que todos los obreros van a participar, formar círculos de calidad.
- + Calidad por inspección y aplicación de métodos estadísticos, para obtener mejoras de calidad en los procesos actuales.

IV.2.1 CIRCULOS DE CALIDAD.

"La calidad comienza por la gerencia, la cual debe considerar la calidad como una actitud y luego transmitirla a toda la organización. Por lo cual tiene que ser una gerencia participativa que estimule a la organización, que organice programas de entrenamiento de calidad y desarrolle a sus subordinados. Si la gerencia logra que los trabajadores sientan los objetivos de la empresa como propios, los trabajadores ejercerán autodirección y autocontrol para servir a objetivos por los cuales se siente comprometido. Hay que tener un enfoque de abajo hacia arriba, el cual es participativo, la solución de problemas es a través de toda la organización, aunque la gerencia es la que toma la

decisión. En este enfoque de participación general se tienen más ideas innovadoras las cuales son indispensables para aumentar, mejorar la calidad y productividad. El gerente tradicional no puede generar todas las ideas innovadoras que se necesitan, hay que recordar que muchas cabezas piensan más que una."(55)

Para lograr un enfoque de abajo hacia arriba se requiere de la formación de círculos de control de calidad y productividad. El fin de estos círculos es preguntar a los empleados que hay que hacer en vez de decirles lo que deben hacer, con lo anterior se les aumenta la moral y son más productivos, también hay menos resistencia al cambio porque estos ayudaron a iniciarlo.

"El círculo de control de calidad es un grupo de trabajadores que realizan un trabajo similar que por propia voluntad acuerdan reunirse regularmente en horas de trabajo, para identificar las causas de los problemas de trabajo y proponer soluciones a la gerencia. Los círculos deben establecerse por la gerencia y debe preocuparse por ellos de lo contrario no se mejorara la calidad de los sistemas."(56)

Las personas que hacen su trabajo tienen más conocimiento de él que cualquier otro.

El no hacer participe al trabajador, no tener comunicación eficaz, tener procesos de producción, métodos e inspecciones rígidos dan por resultado: alto nivel de ausentismo y retardos, alto índice de rotación de empleados, fuerza de trabajo inflexible, mala calidad y baja productividad.

Beneficios de los círculos de calidad.

1. Beneficios tangibles.

(55) ibidem, p. 30.

(56) ibidem, p. 41.

- + Incrementan la productividad
- + Incrementan la calidad
- + Mejoras en el lugar de trabajo a través de métodos más efectivos de manejo de materiales, mantenimiento de maquinarias y en la limpieza que son formas de reducir costos.

2. Beneficios intangibles.

- + Mejoras en seguridad
- + Aumenta el orgullo y la moral del trabajador por lo cual disminuye el ausentismo, rotación de personal.
- + Mejoran las relaciones entre trabajadores y gerencia
- + Aumentan las relaciones interpersonales y la comunicación.

"Con lo anteriormente dicho la calidad ya no reside en el pequeño departamento de calidad, sino que penetra en la organización. Es una responsabilidad que asumen todos los empleados en relación con su propio trabajo, una responsabilidad de pasar al empleado siguiente en el proceso un trabajo perfecto. Debido a que el cliente no es sólo la persona que compra un producto o servicio sino la persona que sigue en el proceso de calidad. Podríamos resumir como calidad el hacer las cosas bien desde la primera vez." (57)

Como empezar el círculo de calidad.

- + Deben iniciar la gerencia alta y media.
- + Asistir a conferencias de calidad.
- + Escoger al responsable de promover los círculos de calidad.
- + Adiestrar a los dirigentes de los círculos.

+ Los círculos formados por libre voluntad no deben ser mayores de 10 miembros.

+ Los dirigentes enseñan a los del círculo lo que han aprendido

"Para la implantación de los círculos de calidad, primero se implanta un proyecto piloto (círculo de prueba), la duración de las juntas es de una hora por semana y el horario es por votación, una vez que se ha desarrollado bien el círculo de prueba se establecen los demás." (59)

Los círculos de calidad requieren forzosamente solucionar problemas por lo cual se dará una guía para solucionar estos problemas.

Pasos para la solución de problemas.

1. "Busqueda del problema. Se elabora una lista de problemas de la cual se eliminan los que no afectan al trabajo o no tengan buena probabilidad de éxito. Hacer una lista en la cual se enumeren de los problemas más simples a los de mayor grado de dificultad. Posteriormente se elige el problema por consenso, de acuerdo al que obtenga mayor puntuación basados en la siguiente matriz de selección de problemas Tabla 7." (59)

Para cada problema se obtiene la puntuación de la siguiente manera: Multiplicar el factor de peso por los valores de referencia y luego se suma el valor de cada criterio de selección dándonos la puntuación total del problema.

(58) ibidem. p. 56.

(59) ibidem. p. 77.

| Criterio de selección | Factor de peso | Valores de referencia |
|--|----------------|-----------------------|
| Facilidad de solución | 5 | Muy difícil 1 |
| | | Difícil 3 |
| | | Fácil 5 |
| Resistencia al cambio | 5 | Gran resistencia 1 |
| | | Poca resistencia 2 |
| | | Neutral 3 |
| | | Aceptación 4 |
| | | Entusiasmo 5 |
| Tiempo para solución | 4 | Inmediato 1 |
| | | Necesario 2 |
| | | Muy urgente 3 |
| | | Presión moderada 4 |
| | | Sin presión 5 |
| Potencial de mejoramiento de calidad, productividad o seguridad. | 3 | Ninguno 1 |
| | | Alguno 3 |
| | | Considerable 5 |

Fuente: idem, p.78.

Tabla 7.

2. Búsqueda de hechos. Se recopilan por medio de tormentas de ideas e investigaciones, todos los datos posibles.
3. Planteamiento del problema. Se presenta en forma escrita y detallada el problema.
4. Identificación de las causas. "Por medio de tormentas de ideas y de la técnica porqué-porqué, se obtienen las causas del problema. La técnica porqué-porqué consiste en preguntar el porqué sucede tal problema, dando la contestación se vuelve a preguntar el porqué y así sucesivamente hasta llegar a la causa del problema." (60)
5. Recopilación de datos. "Una vez determinadas las causas potenciales más probables, el círculo recoge datos para ser utilizados en el análisis de Pareto, se separan las causas vitales de las triviales. Se utilizan también si son necesarios los cuestionarios, las entrevistas y las encuestas." (60) ibidem, p. 80. (61) idem.

6. Analisis de Pareto. "Método visual que ayuda a ordenar el volumen de datos recogidos, primero los transforma en porcentajes, luego en ayudas visuales como gráficas, cuadros e histogramas para descubrir las causas vitales." (62)

7. Búsqueda de solución. Una vez que ya se tienen las causas del problema y se han visualizado bien se obtiene una solución por medio de una tormenta de ideas.

8. Analisis de campo de fuerza. Se usa para analizar el efecto probable de la solución. Se establece la estrategia para implantar la solución.

9. Plan de implantación. Por escrito, se muestra a la gerencia que el círculo ha evaluado la solución, ha programado la implantación, beneficios y las acciones de seguimiento necesarias.

El plan de implantación debe especificar.

- + Planteamiento de la solución
- + Acciones requeridas para implantarlas
- + Fechas de terminación de cada acción
- + Personas responsables de cada acción
- + Gerente cuya aprobación se requiere
- + Plan de seguimiento
- + Analisis de los beneficios.

Se pretenden formar los siguientes círculos de calidad en la planta:

El círculo de armado. Integrado por el jefe de armado y los armadores.

El círculo de colado. Iniciara con un grupo integrado por el jefe de colado y los trabajadores de colado, posteriormente se derivara el círculo de manejo de postes, integrado por el chofer de la grúa de patio, sus ayudantes, el que maneja la grúa viajera y su ayudante.

El círculo de mantenimiento. Integrado por el gerente de producción y las personas encargadas de mantenimiento.

IV.2.2 CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD.

"El control estadístico de calidad es utilizado para percibir tendencias en los procesos, de manera que pueda predecirse su comportamiento en el plazo inmediato y se tomen acciones correctivas a las causas de variación por diferencias en los componentes del proceso, establecer medidas preventivas permanentes para evitar producción defectuosa y se permita ir mejorando el proceso gradualmente. La implementación satisfactoria del control estadístico del proceso no sucede de la noche a la mañana, los mejoramientos significativos tomaran tiempo. No hay razón, sin embargo, de creer que las mejoras van a cesar." (63)

A continuación se darán bases elementales e indispensables para el control estadístico que se pretende implantar.

Distribución de frecuencias. "Las piezas o individuos son diferentes entre sí, con la finalidad de agruparlos para conocer el comportamiento de la población en función de un muestreo o del total de ella, se pueden agrupar en intervalos de clase." (64) Esto es

(63) EUGENE I. GANT. Control Estadístico de Calidad. p. 3.

(64) ibidem. p. 39.

establecer una cantidad de clases y agrupar cada pieza dentro de su clase más próxima, para formar con ellas una distribución de frecuencias.

"La fabricación de postes sigue una distribución de frecuencias normal y a continuación se dan las propiedades de las distribuciones normales." (65)

+ Simétrica

+ La mayor concentración de datos se localiza en el centro.

+ Menor ocurrencia para valores lejos del centro.

Dos datos que utilizados en el control es que tan centrada es nuestra distribución es decir que tan iguales son los postes y que tan precisa es la distribución es que tanta diferencia hay entre los postes.

Nos interesa saber que tan centrada (media) y precisa (varianza) es la distribución de frecuencia.

Media (m). $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{n}$

Varianza muestral (s) $s = \frac{(\bar{x}-x)^2}{n-1}$ n = tamaño de muestra.

Varianza poblacional (m) $\sigma = \frac{(\bar{x}-m)^2}{N}$ N = tamaño de población.

Estabilidad del proceso. Las distribuciones de frecuencia pueden sufrir variaciones con el tiempo. Entre más grande sea la muestra que tomemos más representativa será de la población.

Cuando un proceso se estudia a lo largo del tiempo y se observa que las distribuciones de frecuencia obtenidas de él, en diversos periodos, son sensiblemente iguales, se deduce que el sistema es estable (predecible) puesto que existe una distribución de

(65) ibidem. p. 44.

frecuencias que describe al sistema adecuadamente y está no cambia a lo largo del tiempo, haciendo posible preveer lo que suceda.

Para diferenciar las causas de la variación en la calidad.

+ Causa especial o asignable. La estabilización de un proceso se logra eliminando las causas especiales, cuando una variación debido a un sólo componente, es lo suficientemente grande como para descubrirla y predecir su efecto en el producto, se llama causa especial de variación. Estas son aquellas cuya acción es local y superficial, su solución esta en manos de los niveles cercanos al operador o del operador mismo. Ejemplo. Afilar una herramienta de corte, desempeño del trabajador, desperfecto en la maquinaria, proceso de producción impropio.

+ Causa común o inherente (intrínseca). Son aquellas cuya eliminación o mejora requieren invariablemente la acción y el compromiso de los niveles directivos de la empresa puesto que requieren de adecuación y reorganización de recursos. Es la variabilidad natural del proceso. Idealmente, la variación debido a un sólo origen es tan pequeña e incalculable que no se puede identificar ni predecir su efecto en la producción total, cuando esto ocurre, la variación se debe a un sistema de causas comunes. Las causas comunes son parte del proceso y sólo pueden reducirse por medio de un cambio básico en uno de los componentes del proceso (trabajo de la gerencia).

Ejemplo. Estabilidad de voltaje, tipo de maquinaria, mantenimiento.

Hay que lograr la estabilidad del proceso, al haber eliminado todas las causas especiales, sólo las causas comunes quedan presentes (intrínsecas al proceso).

El control estadístico será llevado mediante gráficas de control y muestreos de aceptación.

A. GRAFICAS DE CONTROL.

Es una herramienta estadística que se usa principalmente en el estudio y control de procesos de manufactura y trata de responder a la pregunta ¿Porqué los productos no son idénticos?

A.1 Gráficas de control por variables.

"Son una ayuda visual que permite darse cuenta de las tendencias del proceso. Dentro de las gráficas de control por variables están las gráficas de control del promedio y las gráficas de control de dispersión que se explicaran detalladamente con objeto de saber llenar la forma 1 de control de calidad." (66)

Desventajas.

- + Es bastante restrictiva y rígida debido a que se debe hacer una gráfica de control por cada variable que se quiere controlar.
- + Requiere de más tiempo y equipo para llevarlas a cabo.

Gráfica de control del promedio.

Está es utilizada cuando el criterio para aceptación está basado en una sola medida que se comporta normalmente.

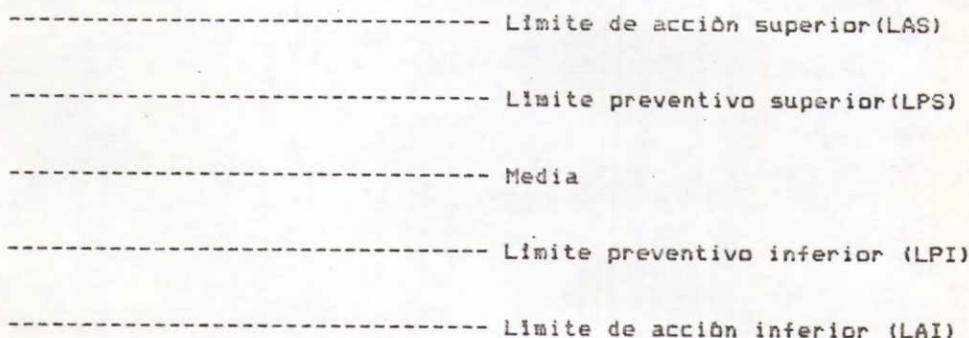
(66) ibidem. p. 83.

Pasos a seguir en la gráfica.

- + Se utilizaran muestras que pueden ser desde 2 a 12.
- + Obtener el promedio \bar{x} , puesto que el teorema de límite central nos asegura que la distribución de promedios se comporta normalmente.
- + Obtener el rango de la muestra. (valor máx.-valor mín.)

"La gráfica de control se centra en el promedio, cuentan con límite preventivo superior e inferior y límite de acción superior e inferior. Las muestras que pasen los límites preventivos nos indican posibles cambios en el proceso y las muestras que pasen los límites de acción nos indican que hay que tomar alguna acción para rectificar el sistema."(67)

Gráfica:



Por medio de las siguientes formulas se obtiene el valor de los límites.

Limite de accion superior $\bar{x} + A1 \bar{R}$

Limite preventivo superior $\bar{x} + A2 \bar{R}$

Límite preventivo inferior $\bar{x} - A2 \bar{R}$

Límite de acción superior $\bar{x} + A1 \bar{R}$

\bar{x} - Es la media de las medias de cada muestra.

\bar{R} - Es la media de los rangos de las muestras.

A1 y A2 - Valores tomados de la tabla 8.

| Tamaño de muestras | A1 | A2 |
|--------------------|-------|-------|
| 2 | 1.937 | 1.229 |
| 3 | 1.054 | 0.668 |
| 4 | 0.750 | 0.476 |
| 5 | 0.594 | 0.377 |
| 6 | 0.498 | 0.316 |
| 7 | 0.432 | 0.274 |
| 8 | 0.384 | 0.244 |
| 9 | 0.347 | 0.220 |
| 10 | 0.317 | 0.202 |
| 11 | 0.294 | 0.186 |
| 12 | 0.274 | 0.174 |

Fuente: Especificación CFE J6200-03
Tabla 8.

No se deben utilizar muestras mayores de doce con el rango.

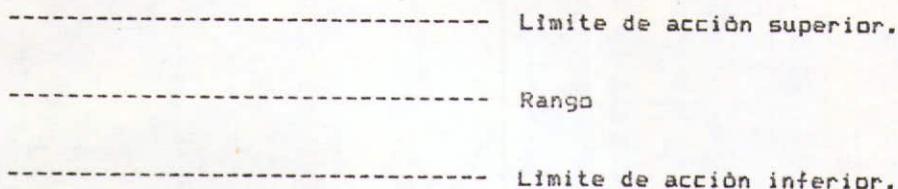
Las siguientes reglas de decisión indican cuando hay que tomar alguna acción.

- + Un punto fuera de las líneas de acción.
- + Dos puntos sucesivos fuera de la misma línea preventiva
- + Siete puntos sucesivos de un sólo lado de la media.
- + Tendencias claras. La tendencia descendente indica que la media aumenta, la tendencia ascendente indica que la media disminuye.

Gráficas de control de dispersión.

"Además de controlar la media del proceso también es muy útil controlar su dispersión. Para controlar la dispersión utilizaremos el rango como estimador de la desviación estandar." (69)

Gráfica:



Por medio de las siguientes fórmulas se obtiene el valor de los límites.

Limite de acción superior $D1 \bar{R}$

Limite de acción inferior $D2 \bar{R}$

D1 y D2 - Valores que se toman de la siguiente tabla 9.

| Tamaño de la muestra | D1 | D2 |
|----------------------|-------|-------|
| 2 | 3.268 | 0.0 |
| 3 | 2.574 | 0.0 |
| 4 | 2.282 | 0.0 |
| 5 | 2.114 | 0.0 |
| 6 | 2.004 | 0.0 |
| 7 | 1.924 | 0.076 |
| 8 | 1.864 | 0.136 |
| 9 | 1.816 | 0.184 |
| 10 | 1.777 | 0.223 |
| 11 | 1.744 | 0.256 |
| 12 | 1.717 | 0.284 |

Fuente: Especificación CFE J6200-03
Tabla 9.

Aquí hay que tomar acción cuando una muestra revace el límite de acción superior, lo cual indica que nuestro proceso tiene mucha variabilidad y lo deseable es estar lo más cerca posible del límite de acción inferior, que indica que nuestro proceso tiene poca variabilidad.

La forma 2 es el impreso en el cual se plasman las Gráficas de control a utilizar, esta forma está impresa para la toma de hasta 15 muestras de tamaño que va desde 1 hasta 10 observaciones.

Una vez obtenidas las muestras se calcula T que es la suma de las observaciones de cada muestra, se calcula \bar{x} que es el promedio obtenido de la división de T entre el número de observaciones se pone el rango de las observaciones de cada muestra.

Una vez terminados los quince días se calcula el promedio de las medias ($\bar{\bar{x}}$) y el promedio de los rangos (\bar{R}), con estos dos datos se calculan los límites de acción de la siguiente hoja, estos límites de acción se calculan con las formulas anteriormente dadas y con ayuda de las tablas 8 y 9.

Carta No. _____ Concepto _____
 Fecha _____
 Inspector _____
 Tamaño de muestra _____
 A1= _____ A2= _____ D1= _____ D2= _____

Numero de muestras.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | | | | | | | | | | | | | | | |

MEDIAS. LAS= _____ LPS= _____ LPI= _____ LAI= _____

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

RANGOS. LAS= _____ LAI= _____

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

El control estadístico por gráficas de control por variables será utilizado en CENMEX para el control de las dimensiones del poste y para la prueba de revenido.

a) Para las dimensiones del poste.

Las dimensiones del poste son un aspecto de suma importancia debido a que es la apariencia exterior del producto, además de que si los postes están fuera de dimensiones, CFE en sus inspecciones puede llegar a rechazar un lote de postes. Se pretende implantar revisiones cada tres meses de cada tipo de poste, con objeto de darle una idea al departamento de producción de su calidad y coordine a mantenimiento.

A continuación se dan las especificaciones de las dimensiones de acuerdo a la figura 29 y las tablas 10, 11, 12, 13 y 14. Estas especificaciones son las exigidas por Comisión Federal de Electricidad (CFE) por lo cual primeramente se tomarán el Límite de Acción Superior (LAS) y el límite de Acción Inferior (LAI) de estas tablas, debido a la falta del promedio de las medias y el promedio de los rangos, posteriormente se continuará con las fórmulas para ir reduciendo esos límites.

Dimensión A.

| Descripción | Medida (m) | Tolerancia máxima | Tolerancia mínima |
|-------------|---------------|-------------------|-------------------|
| | | LAS | LAI |
| PC-7-600 | 7 | 7.035 | 6.965 |
| PC-9-450 | 9 | 9.045 | 8.955 |
| PC-11-500 | 11 | 11.055 | 10.945 |
| PC-11-700 | 11 | 11.055 | 10.945 |
| PC-13-600 | 13 | 13.065 | 12.935 |

Tabla 10.

Dimensión B.

| Descripción | Medida (cm) | Tolerancia máxima | Tolerancia mínima |
|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | LAS | LAI |
| PC-7-600 | 30 | 30.15 | 29.85 |
| PC-9-450 | 180 | 180.9 | 179.1 |
| PC-11-500 | 180 | 180.9 | 179.1 |
| PC-11-700 | 180 | 180.9 | 179.1 |
| PC-13-600 | 180 | 180.9 | 179.1 |

Tabla 11.

Dimensión C.

| Descripción | Medida (cm) | Tolerancia máxima | Tolerancia mínima |
|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | LAS | LAI |
| PC-7-600 | 17.4 | 17.48 | 17.313 |
| PC-9-450 | 15 | 15.075 | 14.925 |
| PC-11-500 | 15 | 15.075 | 14.925 |
| PC-11-700 | 15 | 15.075 | 14.925 |
| PC-13-600 | 15 | 15.075 | 14.925 |

Tabla 12.

Dimensión D.

| Descripción | Medida (cm) | Tolerancia máxima | Tolerancia mínima |
|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | LAS | LAI |
| PC-7-600 | 27.9 | 28.039 | 27.76 |
| PC-9-450 | 28.5 | 28.642 | 28.357 |
| PC-11-500 | 31.5 | 31.657 | 31.342 |
| PC-11-700 | 31.5 | 31.657 | 31.342 |
| PC-13-600 | 34.5 | 34.672 | 34.327 |

Tabla 13.

Dimensión E.

| Descripción | Medida (cm) | Tolerancia máxima | Tolerancia mínima |
|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | LAS | LAI |
| PC-7-600 | 17.3 | 17.386 | 17.213 |
| PC-9-450 | 17.9 | 17.989 | 17.81 |
| PC-11-500 | 20.9 | 21.004 | 20.795 |
| PC-11-700 | 20.9 | 21.004 | 20.795 |
| PC-13-600 | 23.9 | 24.019 | 23.78 |

Tabla 14.

Referencia: Especificación CFE J6200-03

Pasos a seguir por el departamento de calidad.

+ Diariamente el encargado de control de calidad realizará las pruebas en cinco postes al azar producidos el día anterior.

+ Si alguno de los postes de la muestra se pasa de los límites preventivos de acción se registra el molde, al día siguiente se le hará otra prueba al poste que salga del molde registrado, si reinside se reporta al departamento de mantenimiento para su reparación.

+ Si alguno de los postes de la muestra se pasa de los límites de acción el molde es reportado al departamento de mantenimiento para su reparación.

b) Para la consistencia de la mezcla (revenido).

La prueba de revenido consiste en vaciar mezcla en un recipiente conico truncado, una vez lleno el recipiente se quita y se mide que tanto bajo la mezcla de la altura original. El máximo permitido del revenido son diez centímetros, si la mezcla baja menos de diez centímetros indica que tiene buena consistencia, lo mejor es un revenido de 5 cm, menos de 5 cm indica que a la mezcla

le hace falta agua, ocasionando problemas con el vibrado, si baja más de diez centímetros indica que la mezcla tiene exceso de agua, está afecta a la resistencia del concreto.

Medidas de acción del departamento.

+ Diario el encargado de calidad realizará cinco pruebas de revenido al azar durante el transcurso del día.

+ Si la mezcla no pasa la prueba de revenido se verifica el proporcionamiento. La cantidad de agua es importante puesto que aunque ya se tiene establecida una cantidad por revoladora a veces varía, dependiendo de la humedad de la arena y grava.

A.2 Gráficas de control por atributos.

Las ventajas que se presentan en la utilización de atributos en lugar de variables son las siguientes:

+ La flexibilidad de poder aplicar el principio de control a una o más variables, también a uno o más atributos en un solo producto.

Ejemplo: Variable. Diámetro de un alma

Atributo. El diámetro es de tamaño adecuado (Si, No)

+ Se puede medir por defectos por pieza o por defectuosos (sirve, no sirve).

+ Puede ser usado cuando medidas cuantificables no puedan ser obtenidas (color, olor, etc...)

+ Más sencilla en su operación, hay que contar en lugar de medir.

Aunque tiene sus desventajas.

+ Es menos eficiente que por variables.

+ Presentan menos información.

Se utilizaran las gráficas de fracción defectuosa en el control de la canalización a tierra.

La canalización a tierra que es un tubo de poliducto de media pulgada de diámetro a veces se estrangula no dejando pasar los cables. Entre las causas de estrangulamiento está: el armado ya que al colocar el poliducto los armadores lo amarran muy fuerte, esto es fácil de inspeccionar por lo que no se requiere de las gráficas de control, en donde se requiere de gráficas de control es en la inspección del poste ya colado, debido a que a veces se tapan las entradas por motivo de que los vaciadores no colocan la varilla de protección o se estrangula el poliducto con el peso del concreto.

Se establece el tamaño de la muestra (n), posteriormente se mete en las terminales, una guía de alambre de un octavo de pulgada, se registran el número de defectuosos en la muestra.

$$P = \frac{\text{\# de defectuosos en muestra}}{n}$$

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{N}$$

N = Total inspeccionado.

$$LSP = P + 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

$$LIP = P - 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

Si los límites de control de la fracción defectuosa promedio (P) se multiplican por el número de artículos inspeccionados (n), obtendremos otros límites que nos representaran el número de postes defectuosos promedio por muestra.

$$LS = nP + 3 \sqrt{nP(1-P)}$$

$$L_{\text{central}} = nP$$

$$LI = nP - 3 \sqrt{nP(1-P)}$$

Software de Control Estadístico de Calidad.

Las computadoras manejan información a una gran velocidad, evitando los cálculos repetitivos, debido a que el control estadístico de calidad es muy repetitivo se decidió investigar sobre programas.

Alternativas.

I. SEC. Quality Alert.

Esté programa tiene un costo de \$800.00 DLLS y tiene las siguientes ventajas.

- + Procesa la información sistemáticamente.
- + Es sencillo de manejar, no se requiere de experiencia en el uso de computadoras o programación.
- + Almacena datos y los manipula.
 - Abre nuevos archivos de variables o atributos.
 - Borra y modifica archivos existentes.
- + Funciones de Control Estadístico de Calidad.
 - Histogramas de variables o atributos.
 - Cuenta defectos en atributos.
 - Histogramas con la distribución normal.
- + Gráficas de control por variables o atributos.

Variables.

- Gráfica de media.
- Gráfica de rango.
- Gráfica de desviación estandar.

Atributos.

- Gráfica de errores acumulativa.
 - Gráfica de porcentaje de defectos.
 - Histograma de defectos contados.
- + Analisis de Pareto.

Como se puede ver el sistema de control estadístico de calidad puede ser llevado perfectamente con este programa además de facilitar el trabajo.

II. Excel. (Hoja de cálculo con graficas y base de datos)

Esté programa tiene un costo de \$595.00 DLLS y tiene las siguientes ventajas:

Es la más avanzada hoja de calculo con la flexibilidad de una base de datos extremadamente rápida y el poder representar gráficas.

Esté programa es muy versátil debido a que en la hoja de cálculo se procesa la información y tiene la verzatilidad de poder gráficar. Con lo anterior se podria elaborar una hoja de cálculo exactamente a las necesidades de la empresa.

B. MUESTREO DE ACEPTACION.

La inspección en base a una muestra es lo que se conoce como muestreo de aceptación, se realiza de acuerdo a un plan de muestreo previamente diseñado. El plan de muestreo que se utilizara en CENMEX está basado en especificaciones de CFE.

En este tipo de muestreo sólo nos interesa saber si el poste es defectuoso o no. Se analiza una muestra, se compara el número de postes defectuosos de la muestra con el número límite permitido para poder tomar una decisión sobre el lote.

"El muestreo no elimina todos los artículos defectuosos pero si puede asegurar cual será la calidad del producto saliente y a la vez detectar los errores de mayor frecuencia." (70)

En general, es conveniente el uso de un plan de muestreo en los siguientes casos:

- + Cuando la prueba de calidad es de tipo destructivo (Prueba de ruptura).
- + Cuando una inspección al 100% falla por fatiga inherente a lo repetitivo y tedioso de la prueba.
- + Si el costo de inspección es muy alto y el costo resultante debido a dejar pasar un artículo defectuoso no es muy grande en comparación.

El muestreo de aceptación se divide en plan simple y doble.

B.1 Plan simple

Es cuando la decisión se hace sobre la evidencia de una sola muestra. El plan consiste en extraer una muestra de tamaño (n) de un lote de (N) elementos, determinar el número de defectuosos y

(70) ibidem. p. 371.

comparar este número con el máximo número permitido (c) y dependiendo del resultado tomamos la decisión correspondiente.

Nomenclatura

| | |
|-------------|------------------------|
| | n=tamaño de la muestra |
| n (c / c+1) | c=Máximo permitido |
| | c+1=Ya no se admiten. |

Las muestras son al azar lo que significa que cada elemento del lote tiene la misma oportunidad de ser seleccionado y este plan simple será llevado a cabo para detectar los defectos que a continuación se mencionan y clasifican.

Defectos críticos.

| Clase | Descripción |
|-------|--|
| AA | Estructura metálica expuesta a la interperie |
| AB | Resanes mayores de 50 cm de longitud en dos o mas caras contiguas. |
| AC | Aristas filosas en más de un tercio de la longitud del poste. |
| AD | Falta de marcado de la resistencia mecánica. |

Defectos mayores.

| Clase | Descripción |
|-------|--|
| BA | Falta de marcado CENMEX |
| BB | Lesiones en cualquier parte del poste mayores al ancho de una cara contigua. |
| BC | Fisuras transversales mayores que el grueso de un cabello humano en más del 50% del poste. |

- BD Grietas de contracción, en más de 2 caras del poste y mayores de 50 cm.
- BE Falta de marcado de la línea transversal a 3m de la base.
- BF Resanes menores de 50 cm de longitud en más de dos caras contiguas.
- BG -Falta de canalización de referencia a tierra.
- BH# Varillas traslapadas máximo de 25% y un traslape en cada varilla, en los puntos de mayor esfuerzo.
- EI# Armado fuera de especificaciones.
- BJ# Distancia de armado a la superficie exterior menor a lo especificado.

* Este defecto se verificara después de la prueba de ruptura una vez demolido el poste o parte de él.

Defectos menores.

| Clase | Descripción. |
|-------|---|
| CA | Falta de las siglas CFE. |
| CB | Falta del año de fabricación en el marcado. |
| CC | Superficie rugosa y burbujas en más del 50% de la superficie del poste. |
| CD | Adherencias de concreto en más de 1m de la longitud del poste. |
| CE | Curvatura con flecha mayor de 0.4% de la longitud total del poste. |
| CF | Falta de número de serie de fabricación |
| CG | Socabado de las aristas en más de un tercio de la longitud del poste. |

Medidas de acción del Departamento.

+ El encargado de calidad tomara diariamente el tamaño de muestra dependiendo la cantidad de producción, esté es dado en la tabla 15

+ Revisara la muestra y anotara los defectos criticos, mayores y menores en la forma 3, comparará con la tabla para determinar si pasa o es rechazado el lote de producción, para su reparación. Si se rechaza indicar al Gerente de Producción las causas

+ El encargado de calidad el dia de la prueba con el inspector de Comisión Federal de Electricidad (CFE) realizara el mismo muestreo simple de acuerdo a la cantidad de postes que se van a probar.

| Lote de revisión o de entrega | | | Muestra | Defectos | | | | | |
|----------------------------------|---|-----|---------|----------|---|---------|---|---------|----|
| | | | | Críticos | | Mayores | | Menores | |
| | | | | A | R | A | R | A | R |
| 2 | a | 8 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 9 | a | 15 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 16 | a | 25 | 5 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 26 | a | 50 | 8 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 51 | a | 90 | 13 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 91 | a | 150 | 20 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 151 | a | 280 | 32 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 281 | a | 500 | 50 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |

A. Aceptación

R. Rechazo.

Fuente: Especificación CFE J6200-03.

Tabla 15.

Fecha _____ Poste revisados _____
 Inspector _____
 Tamaño de lote de producción _____
 Tamaño de muestra según tabla _____

Defectos críticos. Aceptación _____ Rechazo _____

_____ Estructura metálica expuesta a la interperie.
 _____ Resanes mayores de 50 cm de longitud en dos o más caras
 _____ Aristas filosas en más de un tercio de la longitud.
 _____ Falta de sello.

Total de defectos _____

Defectos mayores. Aceptación _____ Rechazo _____

_____ Lesiones en cualquier parte del poste mayores al ancho
 de una cara contigua.
 _____ Fisuras transversales mayores que el grueso de un
 cabello humano en más del 50% del poste.
 _____ Falta de marcado de la línea transversal a 3m.
 _____ Resanes menores de 50 cm de longitud en más de dos
 caras contiguas.
 _____ Falta de canalización de referencia a tierra o
 canalización tapada.

Total de defectos _____

Defectos menores. Aceptación _____ Rechazo _____

_____ Superficie rugosa y burbujas en más del 50% de la
 superficie del poste.
 _____ Adherencias de concreto en más de 1m de la longitud.
 _____ Curvatura con flecha mayor de 0.4% de la longitud total
 _____ Falta de número de serie de fabricación
 _____ Socabado de las aristas en más de un tercio del poste.
 _____ Canalización no centrada.
 _____ Pulido deficiente.
 _____ Puntas de poste chuecas.

Total de defectos _____

Observaciones: _____

B.2 Plan doble.

La diferencia con el plan simple es que si el lote a probar no pasa la primera muestra se da otro muestreo.

Este plan será utilizado en la prueba de flexión estática y ruptura, realizada por el inspector de Comisión Federal de Electricidad (CFE) junto con el Gerente de calidad y Gerente de Producción.

El tamaño de la muestra para pruebas mecánicas de flexión estática y de ruptura, se determinará conforme a la siguiente tabla 16, para la decisión de aceptación o rechazo de un lote en base a la comprobación de una muestra representativa.

| Tamaño del lote | Muestra | Tamaño | Acumulado | Defectuosos | |
|-----------------|---------|--------|-----------|-------------|---|
| | | | | R | A |
| 1 a 150 | Primera | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Segunda | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 151 a 300 | Primera | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Segunda | 3 | 4 | 1 | 0 |
| 301 a 600 | Primera | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | Segunda | 5 | 6 | 1 | 0 |

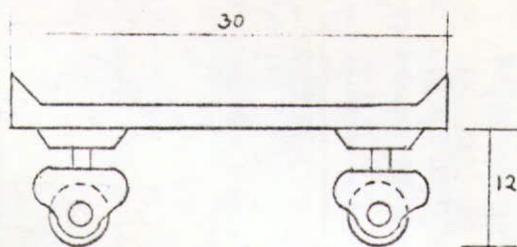
Referencia: Especificación CFE j6200-03

Tabla 16.

Aparatos y equipo.

Los aparatos y equipo utilizado para las pruebas de flexión estática y prueba de ruptura son:

- + Dinamómetro de capacidad 1000 Kgf
- + Diferencial de capacidad 1500 Kgf
- + Patines con ruedas embaladas (ver figura 29)
- + Mesa de pruebas (ver figura 30)



Acotaciones en: cm
Sin escala.

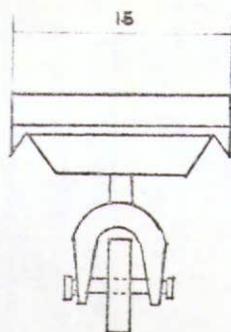
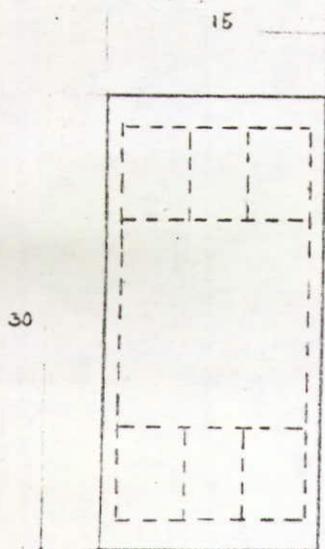
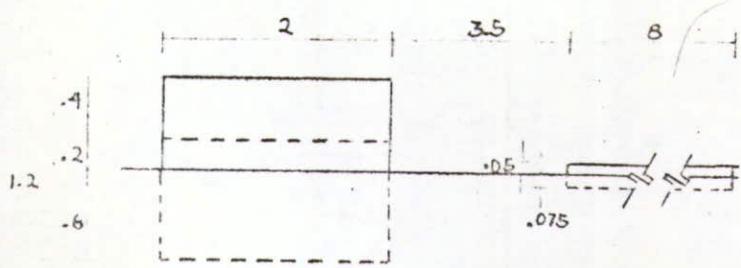
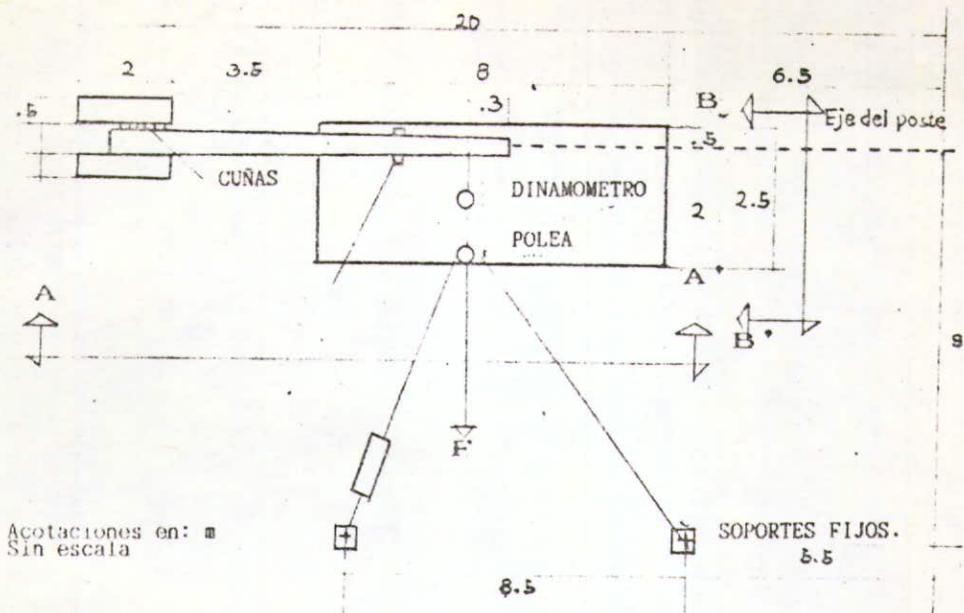
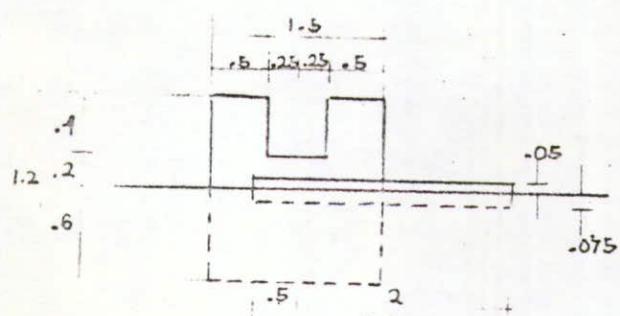


FIGURA 29.

MESA DE PRUEBA



ELEVACION AA'



ELEVACION BB'

FIGURA 30.

Preparación de la prueba.

Los postes de concreto para la prueba de flexión y prueba de ruptura se colocan en posición horizontal empotrados con cuñas, dentro de las mordazas de la mesa de pruebas para fijar rigidamente, la longitud de empotramiento debe ser una décima parte de la longitud del poste más 50 cm; el poste se debe apoyar en patines embalados, colocados en el centro de gravedad de la longitud libre. La posición de los apoyos garantizará que la carga aplicada al poste actúe en la dirección indicada por la flecha normal al eje del poste.

a) Prueba de flexión estática.

+ Se aplica una carga a 30 cm de la punta del poste en sentido horizontal y en dirección normal al eje longitudinal del mismo, la medición de las deformaciones se hace a partir del eje longitudinal del poste con relación a un punto fijo determinado anteriormente.

+ Se aplica una carga igual al 20% de la carga de ruptura anotando la deformación producida; se descarga lentamente y después de relevada la carga se anota la deformación permanente.

+ Se repite el procedimiento anterior aumentando la carga en incrementos del 20% de la carga de ruptura hasta llegar al 60% y después de relevada la carga y un lapso de 5 minutos se anotará la deformación permanente.

Resultados.

Esta prueba es considerada satisfactoria si la deformación permanente una vez relevada la carga correspondiente al 60 % de la carga de ruptura es menor o igual al 10% de la deformación máxima con carga y no aparecen grietas mayores que las capilares después de relevar la carga.

b) Prueba de ruptura.

Esta prueba se aplica a 30 cm de la punta y se efectúa inmediatamente después de la prueba de flexión estática. Utilizando el mismo poste de la prueba de flexión estática, se aplica carga lentamente hasta llegar a su valor nominal de carga anotando su deformación. Inmediatamente después se continúa aplicando carga hasta la ruptura, anotando la carga que determina está.

Esta prueba se considera satisfactoria si la carga de ruptura es igual o mayor que la resistencia de diseño especificada para el tipo de poste correspondiente.

En la forma 4 se muestra el reporte a llenar durante la prueba de flexión estática y de ruptura.

C. OTRAS MEDIDAS DE CALIDAD.

C.1 Prueba de resistencia de la mezcla. Diario se cuela un cilindro de prueba, la mezcla utilizada para llenar este cilindro es la utilizada en el colado de los postes. Se marca el cilindro con la fecha de elaboración, al día siguiente se saca del molde para ser curados en un tambo con agua durante veintiocho días a los cuales se prueba en el laboratorio para obtener su resistencia.

Esta prueba se efectúa para comprobar que el concreto tiene una resistencia de 250 Kg/cm².

Si por alguna razón no pasa la prueba el cilindro se examina para poder saber cuáles fueron las causas de su baja resistencia, como estar utilizando un mal proporcionamiento, por estar contaminada la arena o grava con arcilla.

C.2 Prueba de granulometría. El primer lunes de cada mes se mandan al laboratorio 20 kg de grava y arena, para comprobar las relaciones granulométricas. Si no cumplen las relaciones granulométricas es necesario efectuar un proporcionamiento.

C.3 Proporcionamiento. Esta prueba se realiza con objeto de saber las cantidades exactas de grava, arena y agua se requieren para 50 kg de cemento.

C.4 Prueba de resistencia de la varilla. El primer lunes de cada mes se mandan al laboratorio dos tramos de un metro, uno de varilla de media y otro de tres octavos para que se les realicen

las pruebas de fluencia, resistencia máxima, porcentaje de alargamiento y la resistencia de ruptura. Para poder saber si la varilla utilizada cumple con las especificaciones para acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm^2 .

Si por algún motivo no pasa esta prueba la varilla, se le indica al proveedor que su calidad esta deficiente y cambie el pedido.

CONCLUSIONES

Esta tesis fué elaborada bajo un enfoque práctico, con miras a la mejora de calidad y productividad de una fábrica de postes de concreto.

Primeramente se describe el producto mediante un manual del producto y se definen los procesos, con el propósito de tener una base para comenzar a realizar el estudio de trabajo para la mejora de métodos y el establecimiento de un sistema de calidad. El manual del producto es elaborado en base al producto deseado por CFE, este manual se utilizó para que quedara claro para el personal de la planta el producto que deseaba el cliente. En este manual se establecen las dimensiones de los cinco tipos de postes que se elaboran, se especifica la materia prima a utilizar, sus características.

Se definió claramente la organización de la empresa, se mostró el organigrama para aclarar las responsabilidades de cada puesto, se establecieron responsabilidades de todos los puestos, desde la gerencia general hasta cubrir cada parte del proceso. Se puso por escrito el proceso de producción, desde el ingreso de la materia prima hasta la entrega del producto al cliente.

Se establecieron de forma breve y concreta los puntos importantes para la elaboración de un estudio de trabajo. Se dio una idea clara del tiempo invertido por un hombre en el trabajo.

Mediante el estudio de trabajo realizado se solucionaron los problemas que a continuación se mencionan.

A. Falta de mantenimiento preventivo, esto ocasionaba frecuentes paros en producción. Se solucionó, estableciendo un sistema de mantenimiento preventivo, el cual se elaboró con intervención del departamento de mantenimiento.

B. Constantes pérdidas de herramientas por falta de control. Este problema se solucionó mediante la implantación de un sistema de control y mejoras al taller de mantenimiento.

C. Maquinaria y equipo viejo que requieren continua reparación. Este problema llevo dos años para su solución, una vez visto el equipo que se consideraba que era tiempo cambiar, se consultaba a un especialista según el caso.

D. Exceso de gasto en botas y guantes. Se realizó un estudio de tiempo de duración de ambos y se implantó un sistema de control de entrega de botas y guantes.

E. Exceso de desperdicio de mezcla. Se resolvió mediante un estudio de dimensiones del poste y almas, dando por resultado dimensiones de almas, además se vio que la mayoría del desperdicio era ocasionado por el personal por lo que se realizó un programa de concientización en los trabajadores.

F. Exceso de desperdicio de madera. Se realizó un estudio de las causas del desperdicio, se identificaron las causas y se procedio a darles solución.

G. Falta de motivación de los trabajadores, ocasionando baja productividad. Para resolver este problema se recurrió a juntas con los trabajadores para que estos expresaran sus problemas y se procediera a solucionarlos.

Se realizaron también mejoras en los métodos de producción, para la mejora de los métodos se realizó un estudio de métodos. Las mejoras son las siguientes:

1. Colocar moldes de 10m en lugares cercanos a la revolvedora.

2. Colocar marcas en los moldes en el lugar de salida del poliducto, de la línea de 3m, en donde inicia el sello y número.
3. Colocar llaves de agua en los tambos anexos a las revolventoras.
4. Instalar un sistema de riego por aspersión para el curado de los postes.
5. Colocar tapas a moldes unidas a este con cadena, para la mejora del terminado y evitar la búsqueda de estas.
6. Elaborar nueva masa de estrellas.
7. Instalación de un sistema de contactos trifásicos y monofásicos.
8. Instalación de un cuarto de herramientas.
9. Limpieza de la planta.
10. Tapado de postes con cilindros.
11. Cortar bases de moldes para facilitar el paso a carretillas.
12. Ahorrar tiempo en trasladar postes.
13. Organizar el manejo de postes.
14. Mejorar el alumbrado.
15. Realizar el corte de alambre con prensa neumática.

Una vez mejorado el método de producción se procedió a realizar el estudio de tiempos. Debido a que la toma de tiempos es un proceso largo y se realizó el estudio de tiempos a todo el proceso, en la tesis se muestran los tiempos estándar y una breve explicación de como se tomaron. Estos tiempos estándar son de gran utilidad para la organización de los trabajadores y la planeación de la producción.

Se estableció un departamento de calidad, primeramente se puso en claro los requisitos de calidad solicitados por CFE, posteriormente se paso a la elaboración de un sistema de calidad adecuado al proceso productivo de la planta.

Se decidió la elaboración de círculos de calidad, puesto que de esta forma se involucra al trabajador en la calidad y no únicamente se establece un control de calidad correctivo. Una vez dada la base de los círculos de calidad se procede al control estadístico de calidad con objeto de asegurar un producto uniforme. Se establecen las gráficas de Shewhart para el control de las dimensiones del poste y el revenido de la mezcla, se establece un plan de muestreo simple para la revisión de aspectos que son de importancia para CFE, para la implantación de este sistema de muestreo se requirió de información de cuales requisitos pedía CFE. Por último se implanto un muestreo doble para la prueba final de los postes, se especificaron otras medidas de calidad a tomar por el nuevo departamento, los resultados de estas medidas son de importancia para el departamento de producción. Unas de estas medidas son la prueba de resistencia de la mezcla y la prueba de resistencia de la varilla, estos resultados son importantes para saber la calidad de la mezcla y las varillas. La prueba de proporcionamiento que tiene como objeto el dar al departamento de producción el correcto proporcionamiento según la grava, arena y cementos utilizados. La prueba de granulometría que indica la calidad de la grava y la arena.

GLOSARIO

- + Adhesivo Shelac.- Utilizado para adherir los empaques a las piezas mecánicas.
- + Alma.- Cono truncado y hueco de acero. Se metè por la cara posterior del molde con objeto de que los postes salgan huecos.
- + Aseguramiento de calidad.- Cuando la calidad esta inmiscuida en el proceso. Es decir el trabajador hace las cosas bien y si se equivoca el mismo corriege el error, esto es diferente al concepto de control de calidad, el cual unicamente detiene y corrige los productos con fallas, esto lo localiza mediante inspecciones.
- + Arista.- Una cara del poste.
- + Armado.- Estructura metálica que le dá la fuerza de sostenimiento al concreto.
- + Balastro.- Transformador de voltaje requerido para obtener la diferencia de voltaje adecuada para que prendan ciertos focos.
- + Calificación de la actuación.- Evaluar la eficiencia del trabajador en terminos de un concepto que se tiene de un trabajador normal que ejecuta el mismo elemento.
- + Carda.- Cepillo metálico especial para ser utilizado con pulidoras, es utilizado para la limpieza de metales, quita la oxidación y adherencias de algunos materiales como cemento.
- + Carga de Ruptura.- Es la fuerza a la cual el poste se vence, esto es cuando se comienzan a observar desprendimientos de concreto.

- + Causa común.- Es la variabilidad natural del proceso, la variación es tan pequeña e incalculable que no se puede identificar ni predecir su efecto en la producción total.
- + Causa especial.- Cuando una variación en el producto es debida a un sólo componente lo suficientemente grande como para descubrirlo y predecir su efecto.
- + Centro de trabajo.- Lugar donde el trabajador efectúa su trabajo.
- + Chumacera .- Pieza mecánica utilizada para fijar barras pero permitiendoles el giro.
- + Círculo de calidad.- Grupo de trabajadores que realizan un trabajo similar que por propia voluntad acuerdan reunirse regularmente en horas de trabajo, para identificar las causas de los problemas de trabajo y proponer soluciones a la gerencia.
- + Colado.- Grupo de personas que tienen actividades con la mezcla, como el preparado, transporte, limpieza, etc...
- + Economía de movimientos.- Cuando el operario realiza la misma tarea con menor cantidad de movimientos.
- + Elongación.- Es un alargamiento del material.
- + Estibar.- Colocar postes en pilas de cien, de diez por diez, entre cada diez postes se coloca madera para evitar que se lastimen los postes.

+ Estrella.- Alambre pulido doblado en forma de estrella, ya sea con ocho o seis picos. Se utiliza con objeto de que sostenga las varillas en su posición correcta.

+ Estudio de trabajo.- Es un estudio que se compone del estudio de métodos y la medición del trabajo. Este se realiza con objeto de investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

+ Estudio de tiempos.- Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, según una norma de ejecución preestablecida.

+ Mantenimiento preventivo.- Es dar servicio a una máquina u aparato antes de que se descomponga, con esto se evita su descompostura en un tiempo posterior.

+ Monofásico.- Cuando se tiene corriente en un polo y el otro está con referencia al neutro.

+ Muestra.- Tomar de un conjunto de accidentes un determinado número para realizar observaciones sobre el número más reducido y poder generalizarlo.

+ Papel melomoy.- Es un papel sellador que resiste a las temperaturas y no permite el paso de aceites, es utilizado para la fabricación de empaques.

- + Poliducto.- Ducto de poliuretano utilizado para contener cables de corriente eléctrica.
- + Polin.- Barra de madera de sección rectangular.
- + Productividad.- Es hacer más con menos o los mismos recursos.
- + Rebaba.- Porción de concreto sobrante que forma resalto en los bordes del poste.
- + Riego por aspersión.- Esparcir agua a presión mediante una válvula con un mecanismo que la hace girar debido a la salida del agua.
- + Silo .- Deposito de lámina donde se almacena cemento a granel.
- + Tiempo estandar.- Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, adiestrado y trabajando a un ritmo normal realice un elemento de trabajo, tomando en cuenta las interrupciones, retrasos y fatiga.
- + Tolerancia o margen.- Es darle una holgura a la variable que se este manejando.
- + Trabajador normal.- Trabajador que efectua su tarea a un ritmo ní muy acelerado, ní muy despacio.
- + Trifásico.- Conexión que consta de tres polos con corriente.
- + Yugo.- Es una barra que una una pieza mecánica con otra.

BIBLIOGRAFIA

1. Autor : Armand V. Feigenbaum.
Traductor : Ma. Ascención Guadalupe de la Campa Perez.
Titulo : Control Total de calidad.
Editorial : CECSA.
Lugar de impresión : México.
Año de edición : 1988
Paginas : 871.
2. Autor : Benjamin W. Niebel.
Traductor : Oscar Rodriguez Ballesteros. et. al.
Titulo : Ingenieria Industrial.
Editorial : Representaciones y servicios de Ingenieria S.A.
Lugar de Impresion : México.
Año de edición: 1980
Edición : Segunda.
Paginas : 680
3. Autor : C. R. Wynne- Roberts.
Titulo : Introduccion al estudio del trabajo.
Editorial : Oficina Internacional del Trabajo.
Lugar de impresión : Suiza
Año de edición : 1983
Edición : Tercera
Paginas : 451
4. Autor : Eugene I. Grant. et. al.
Traductor : Departamento tecnico de CECSA.
Titulo : Control Estadístico de Calidad
Editorial : CECSA
Lugar de impresión : México.

- Año de edición : 1982
Edición : Quinta.
Paginas : 700.
5. Título : Información técnica para la construcción.
Editorial : CNIC.
Lugar de impresión : México
Edición : 1974.
Paginas : 420
6. Autor : James L. Riggs.
Traductor : Lorenzo Razo Morales.
Título : Sistemas de producción, planeación, análisis y control
Editorial : Limusa.
Lugar de impresión : México.
Año de edición : 1980.
Edición : Segunda.
Paginas : 683.
7. Autor : Kauru Ishikawa.
Título : Que es el control total de calidad?
"Modalidad japonesa"
Traducción: Margarita Cárdenas.
Editorial : Norma.
Lugar de Impresión : México.
Año de edición : 1986
Edición : Primera en español.
Paginas : 209
8. Autor : Marvin E. Mundel.
Traductor : Ing. Fernando Ibarra Aispuro.

Titulo : Estudio de Tiempos y movimientos.

Editorial : CECSA.

Lugar de impresión : México.

Año de edición : 1984.

Edición : Primera en español.

Paginas : 799.

9. Autor : Ralph Barra.

Traducción: Sarui Jaled de Allub.

Titulo : Circulos de Calidad en operacion.

Editorial : Mc. Graw Hill.

Lugar de impresión : México

Edición : Primera en español.

Año de edición : 1985

Paginas : 181

10. Autor : W. Edwards Deming.

Traductor : Jesus Nicolau

Titulo : Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis.

Editorial : Ediciones Diaz de Santos, S.A.

Lugar de impresión : España.

Año de edición : 1989.

Edición : Primera en español.

Paginas : 391.

11. Catálogo de especificaciones de CFE J6200-03.

Edición : Enero de 1985.

12. Control de calidad del concreto.

Editorial : IMCYC

Edición : 1988.

Fuentes de Información:

1. Ing. Franz Voss Vargas
Director General de CENMEX.
2. Lic. Guillermo Hoyos Garrido.
Gerente Administrativo de CENMEX.
3. Ing. Francisco Villanueva
Asesor tecnico de tesis.
4. Ing. Jose Maria Nuñez Sandoval.
Asesor tecnico de tesis.



... las hacemos mejor...!!

TESIS • COPIAS • ENCUADERNADOS • TRANSCRIPCIONES • REDUCCIONES • AMPLIFICACIONES • IMPRESIONES • ACETATOS • ALBANENES • COPIAS DE PLANOS • ENCUADERNADOS FINOS EN PIEL.

AV. UNION No. 135 esq. López Cotilla
Tel. 166•271