

323817  
24  
**Universidad Anáhuac del Sur.**

Con estudios incorporados a la Universidad Nacional  
Autónoma de México. Acuerdo No. 3238-17.

**REDISTRIBUCION Y MEJORAS A UNA PLANTA  
HULERA CON AYUDA DEL METODO DE  
LA RUTA CRITICA.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO  
MECANICO ELECTRICISTA AREA INDUSTRIAL  
PRESENTAN:**

**ARTURO GARCIA ROMO.**

**GUILLERMO CARLOS FLORES LANDETA.**

**MEXICO, D.F.**

**1988**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	<u>Pág.</u>
Introducción . . . . .	1
Capítulo 1. - Historia de la Ruta Crítica y Desarrollo del Método a la actualidad. . . . .	3
Capítulo 2. - Aplicaciones y Beneficios en Sistemas Productivos y Ejemplo de Aplicación . . . . .	14
Capítulo 3. - Proceso de Fabricación de los Artefactos de Hule y Problemas de Producción . . . . .	22
Capítulo 4. - Flujo de Materiales y Determinación de la Ruta Crítica . . . . .	34
Capítulo 5. - Análisis y Solución de Problemas del Proceso Productivo Actual . . . . .	47
Capítulo 6. - Distribución Óptima y su Adaptación. . . . .	70
Conclusiones. . . . .	91
Bibliografía. . . . .	93

## INTRODUCCION

En el transcurso de nuestra carrera "INGENIERIA MECANICA ELECTRICA AREA INDUSTRIAL", una de las áreas que nos atrajo más para la realización de nuestra tesis fué el de distribución de planta (LAYOUT), y ya que conocemos que la empresa sobre la que queremos hacer el estudio tiene esta necesidad, decidimos aplicarselo.

Un instrumento básico para la realización de este estudio es el método de la Ruta Crítica, el cual nos ayudará a visualizar los problemas principales y dar sus posibles soluciones.

En vista de que la situación actual demanda una mayor productividad, hemos pensado atacar las áreas que más representan problema para la empresa, mejorando al mismo tiempo las condiciones de trabajo.

Inicialmente se empezó el estudio con una breve historia de la Ruta Crítica, aplicaciones y beneficios. A partir de este punto se empezó a describir el proceso productivo de la planta detectando así los problemas que le afectaban directamente, y al mismo tiempo armando la ruta crítica y flujo de materiales.

Posteriormente se analizan todos los problemas tanto de distri-

bución, condiciones de trabajo y manejo de materiales, entre otros; dando así mismo soluciones para ellos.

Por último, ya habiendo analizado todas las variables y problemas llegamos a la distribución óptima, considerando su adaptación.

El principal objetivo de este estudio, no es únicamente detectar sus problemas y resolverlos teóricamente, sino que pueda servir y aplicarse para cubrir las necesidades reales de la empresa.

## CAPITULO 1

### HISTORIA DE LA RUTA CRITICA Y DESARROLLO DEL METODO A LA ACTUALIDAD

El método de la ruta crítica es, básicamente, el resultado marginal de exhaustivos estudios sobre investigación de operaciones. Los primeros estudios y trabajos sobre la ruta crítica fueron realizados en enero de 1957, y la finalidad inmediata que perseguía era tratar de perfeccionar las técnicas hasta ese momento ya existentes de planeación y programación. MR. Walker y J.K. Kelly Jr., fueron los primeros que desarrollaron estos trabajos. Walker trabajaba en la división de Estudios de Ingeniería de la Compañía Dupont y Kelly en la Remington Rand-Univac, por lo que se considera que la primera aplicación de la técnica a un proyecto de gran importancia la realizó la Dupont, obteniendo resultados bastante alentadores.

De igual forma, la Marina de los Estados Unidos, en colaboración con un despacho de consultores de Booz, Allen y Hamilton, desarrollaban una técnica similar simultáneamente a las investigaciones de Walker y Kelly, y estaba diseñada para coordinar el progreso de los distintos contratistas y agencias que trabajaban en un proyecto de la Marina. Esta técnica fue bautizada con el nombre de PERT (Program Evaluation - Report Technique), cuyas siglas en español significan Técnica de Evaluación, Programación y Reporte.

Ambas técnicas eran, en su forma original, muy similares y te

nían una característica innovadora muy importante: la separación de las funciones de planeación y programación. Los dos sistemas utilizaban diagramas de flechas para indicar las interrelaciones de las distintas actividades componentes del proyecto, culminando con un plan integral y único, lo que permitía al responsable de su ejecución, su revisión racional.

Sin embargo, existían algunas diferencias entre los dos métodos. El método de la ruta crítica básicamente era una técnica para la dirección y ejecución de proyectos, encaminado hacia la realización de las actividades de que estaba compuesto, mientras que PERT, era una técnica coordinadora orientada directamente hacia los hechos de un proyecto o bien, hacia el inicio o terminación de dichas actividades. Por otra parte, el método de la ruta crítica permitía estimar el enlace de tiempo y costo al momento de ejecutar las actividades, tomando decisiones entre alternativas de menos duración y mayor costo. En un principio PERT no poseía estas últimas características, pero tenía otras cualidades que la ruta crítica no comprendía, tales como la capacidad de introducir el cálculo de probabilidades en la estimación de la duración de las actividades.

En la actualidad se considera que los dos sistemas son esencialmente equivalentes, ya que ambas técnicas se fueron revisando y refinando, eliminando todas sus diferencias. Se puede decir, en términos generales que el método de la ruta crítica fue desarrollado para la eje-

cución óptima de las actividades de un proyecto, mientras que PERT estaba orientada hacia la culminación de los hechos para la coordinación de un proceso.

El campo de acción de este método (Ruta Crítica) es muy amplio debido a su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto, ya sea grande o pequeño.

Por lo tanto, para obtener los mejores resultados debe aplicarse a aquellos proyectos que reúnan las características siguientes:

- 1) Debe ser único, no repetitivo en algunas partes o bien en su totalidad.
- 2) Se debe ejecutar todo el proyecto o parte de él en un tiempo mínimo y sin variaciones, es decir, en un tiempo crítico, y por último.
- 3) El costo de operación que se desee, debe ser el más bajo posible dentro de un tiempo disponible.



## DESARROLLO DEL METODO.

El método de la Ruta Crítica, incorporado al acervo de instrumentos cuantitativos para toma de decisiones en las empresas, es una técnica bastante simple, pero se pueden analizar, planear y programar proyectos complejos y a gran escala. Esencialmente, esta técnica proporciona un medio para determinar:

- 1) Cuáles tareas o actividades, de las muchas que están comprendidas en un proyecto, son "críticas" en cuanto a su efecto sobre el tiempo total que dura el proyecto.
- 2) Cómo pueden programarse mejor todas las tareas del proyecto con objeto de determinarlas en una fecha y costos mínimos.

Cada uno de los diversos proyectos que se presentan, tienen varias características que son esenciales para el análisis por medio de la Ruta Crítica:

- a) El proyecto consta de un conjunto bien definido de tareas o actividades que, una vez terminadas, marcan el final del mismo.
- b) Las tareas pueden iniciarse y detenerse en forma independiente, siguiendo una secuencia determinada.
- c) Las tareas siguen un orden determinado, es decir, deben efectuarse en secuencia tecnológica.

El concepto de la Ruta Crítica, al ser bastante simple, puede -

ilustrarse para su facilidad de comprensión, con ayuda de una gráfica, -- aunque ésta no forma parte esencial del método.

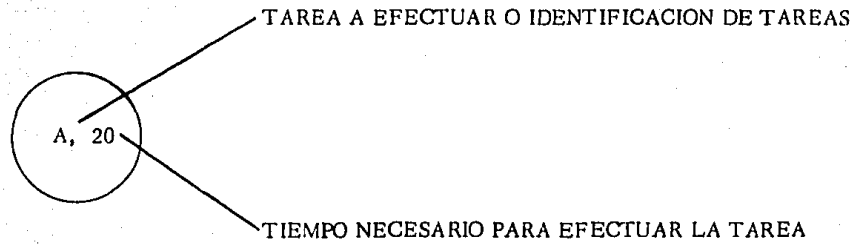
El proyecto gráfico tiene utilidad como medio de describir, en forma visual y clara, el conjunto de tareas que constituyen un proyecto, - así como su interrelación. Para la elaboración de esta gráfica, deben to marse las siguientes medidas:

- Primero, cada tarea necesaria para poder terminar un proyecto, debe- enumerarse con un símbolo de identificación único, que puede ser una - letra ó un número.
- El tiempo requerido para terminar el trabajo, y
- Las tareas inmediatas que constituyen un requisito previo para su eje - cución.

Para mayor comodidad al elaborar una gráfica, y para poder ve rificar algunos errores en los datos, las tareas pueden arreglarse en - - "orden tecnológico", esto implica que ninguna tarea puede aparecer en la lista hasta que todas las precedentes hayan sido enumeradas. Debe con- siderarse que el orden tecnológico es imposible de llevar a cabo si existe un error de ciclo en los datos de trabajo.

El siguiente paso a considerar, es que cada tarea se representa gráficamente con un círculo, cuyo símbolo de identificación y tiempo de - ejecución aparecen dentro del mismo. (ver gráfica 1.1) Las relaciones de secuencia de tareas se indican con flechas que unen a cada círculo, con -

GRAFICA 1.1



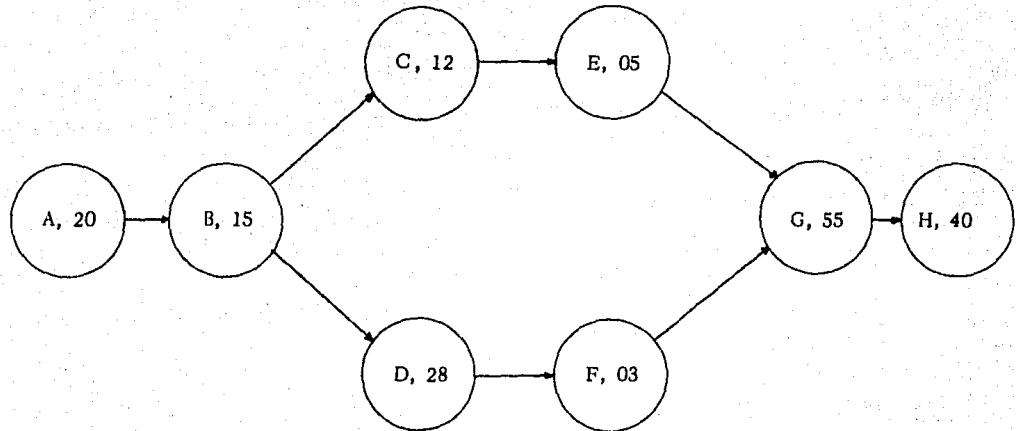
sus sucesores inmediatos, apuntando las flechas hacia éstos últimos (ver gráfica 1.2). Para mayor claridad, todos los círculos que no tienen antecedentes están unidos a un círculo único que marca el principio, y en forma similar, todos aquellos que no tienen sucesor están unidos a otro círculo que indica el final. Debe tenerse en cuenta que los círculos de principio y final se consideran únicamente como seudo tareas y tienen un tiempo de duración igual a cero. (ver gráfica 1.3).

Por lo tanto, lo que describe la gráfica a fin de cuentas es un número de "flechas de camino" diferentes entre el principio y el final. El tiempo requerido para recorrer cada camino, es la suma total de los tiempos relacionados con todas las tareas del camino, y el que importa en realidad es el considerado como camino (ó caminos) crítico, que es el de mayor duración desde el principio de las tareas hasta el final, y el cual indica el tiempo mínimo necesario para terminar todo el proyecto. (ver gráfica 1.4).

La diferencia de éste método gráfico y el planteado por Kelly - Walker es que todas las tareas se unen por medio de círculos (o puntos) que indican relaciones de secuencia, y cada tarea ó actividad se representa con una flecha. Por éste método, todos los antecedentes inmediatos de un determinado trabajo, y todos los trabajos sucesivos inmediatos, emanan del círculo en la junta de la flecha de trabajo.

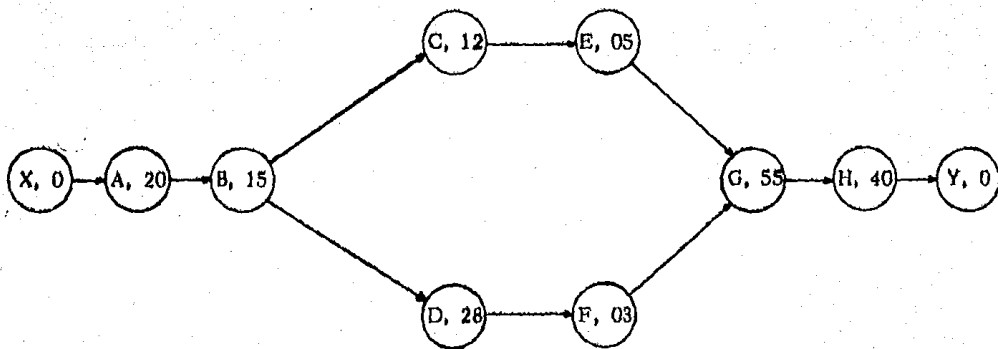
De esa forma, un círculo señala, por lo tanto, un acontecimiento

GRAFICA 1.2

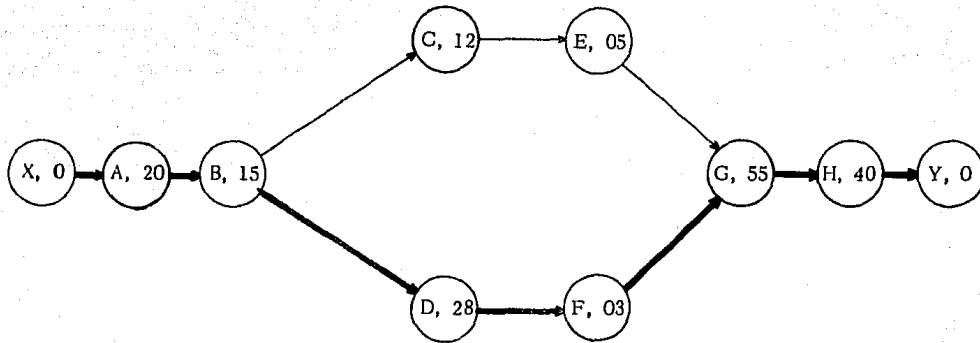


→ SECUENCIA DE TAREAS

GRAFICA 1.3



GRAFICA 1.4



**→** CAMINO CRITICO

to, que es la terminación de todos los trabajos que conducen al círculo. Debido a que esos trabajos son los requisitos previos inmediatos para todas las tareas que conducen fuera del círculo, deben terminarse todos antes de que pueda empezarse cualquiera de los trabajos subsecuentes.

Con el objeto de poder descubrir minuciosamente todas las relaciones precedentes, se añaden, con frecuencia, "tareas ficticias" ó "tareas fantasma" al proyecto gráfico de Kelly-Walker.

Esencialmente, la Ruta Crítica es el camino de los congestionamientos de actividades, en la cual solo buscando caminos críticos para reducir las tareas a lo largo del camino crítico puede reducirse el tiempo total del proyecto, considerando que el tiempo requerido para efectuar trabajos no críticos, carece de importancia desde el punto de vista del tiempo total del proyecto. Debe tomarse en cuenta que si se encuentra la forma de reducir una o más tareas críticas, no solo se acortará el tiempo total del proyecto, sino que al mismo tiempo el camino crítico puede variar y algunas tareas que antes no eran críticas, pueden llegar a convertirse en tales.



## C A P I T U L O 2

### APLICACIONES Y BENEFICIOS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS Y EJEMPLO

#### DE APLICACION

La principal aplicación del método de la ruta crítica abarca desde los estudios iniciales de un determinado proyecto, hasta la planeación y operación de sus instalaciones, añadiendo a esto, una lista de posibles aplicaciones específicas.

Así, el método es aplicable y útil para cualquier situación en la que tengan que llevarse a cabo una serie de actividades relacionadas entre sí que buscan alcanzar un objetivo determinado.

Algunos ejemplos de aplicación para la planeación y control de diversas actividades, que es como se ha estado empleando el método, son aquellas tales como la construcción de presas, la reparación de barcos, la apertura de caminos, pavimentación, investigación de mercados, construcción de casas y edificios, estudios económicos regionales, movimientos de colonización, planeación de itinerarios de cobranzas, planeación de carreras universitarias, distribución de tiempo de salas de operaciones, ampliaciones de fábricas, planes de venta, censos de población, etc. Entonces, como se ve, el método de la Ruta Crítica puede aplicarse en cualquier situación de la vida cotidiana.

Por otra parte, los beneficios obtenidos dependen de la habilidad con que se haya aplicado la técnica, ya que cualquier aplicación incorrec

ta no daría ningún resultado. Por lo tanto, si es utilizado correctamente brindará un proyecto más ordenado y mejor balanceado que podrá ser ejecutado en menor tiempo y de una manera más eficiente.

El método de Ruta Crítica proporciona un documento en el cual se resume la imagen general de todo el proyecto, la cual es importante para evitar cualquier omisión, e identifica rápidamente contradicciones en la planeación de las actividades, facilitando asimismo, abastecimientos oportunos y ordenados, para que el proyecto se realice con un mínimo de tropiezos.

La aplicación de este método ofrece otros beneficios, como son los siguientes:

- 1) Permite la efectiva planeación y programación de los recursos disponibles y necesarios para realizar el proyecto, tales como materiales, mano de obra, equipo y capital de trabajo.
- 2) Permite la simulación de distintos caminos alternativos de acción, ya que este método posee características que lo hacen un excelente medio para examinar y comparar costos, recursos necesarios, ventajas y desventajas de las alternativas disponibles, con el fin de alcanzar el objetivo deseado.
- 3) Es un importante auxiliar en entrenamiento de personal, ya que ilustra la importancia individual de cada una de las actividades, así como las interdependencias al momento de ejecutar las distintas tareas.

- 4) Es una guía para el refinamiento del proyecto, ya que a medida que progresa un proyecto surgen nuevas oportunidades y su gerencias que hacen más eficiente su ejecución, haciendo posible una evaluación objetiva sobre la conveniencia de dichos refinamientos.
- 5) Es un medio efectivo para reducir al mínimo las contingencias adversas para la realización del proyecto, ayudando a seguir un procedimiento racional para la solución óptima de cualquier problema que se pueda presentar.

Por lo tanto, el método de la ruta crítica únicamente resume y complementa todas aquellas técnicas de planeación y control que se habían utilizado para hacer la dirección de los proyectos.

#### EJEMPLO DE APLICACION:

Proyecto de Construcción de una casa habitación de dos pisos.

Las principales características con que va a contar el proyecto son las siguientes:

- 1) La fachada va a estar cubierta con piedra hasta el techo.
- 2) Las ventanas y puertas exteriores deberán instalarse después de terminar la albañilería.
- 3) La casa debe de estar completamente cubierta, incluyendo la instalación de ventanas y puertas exteriores, antes de erigir los muros interiores.

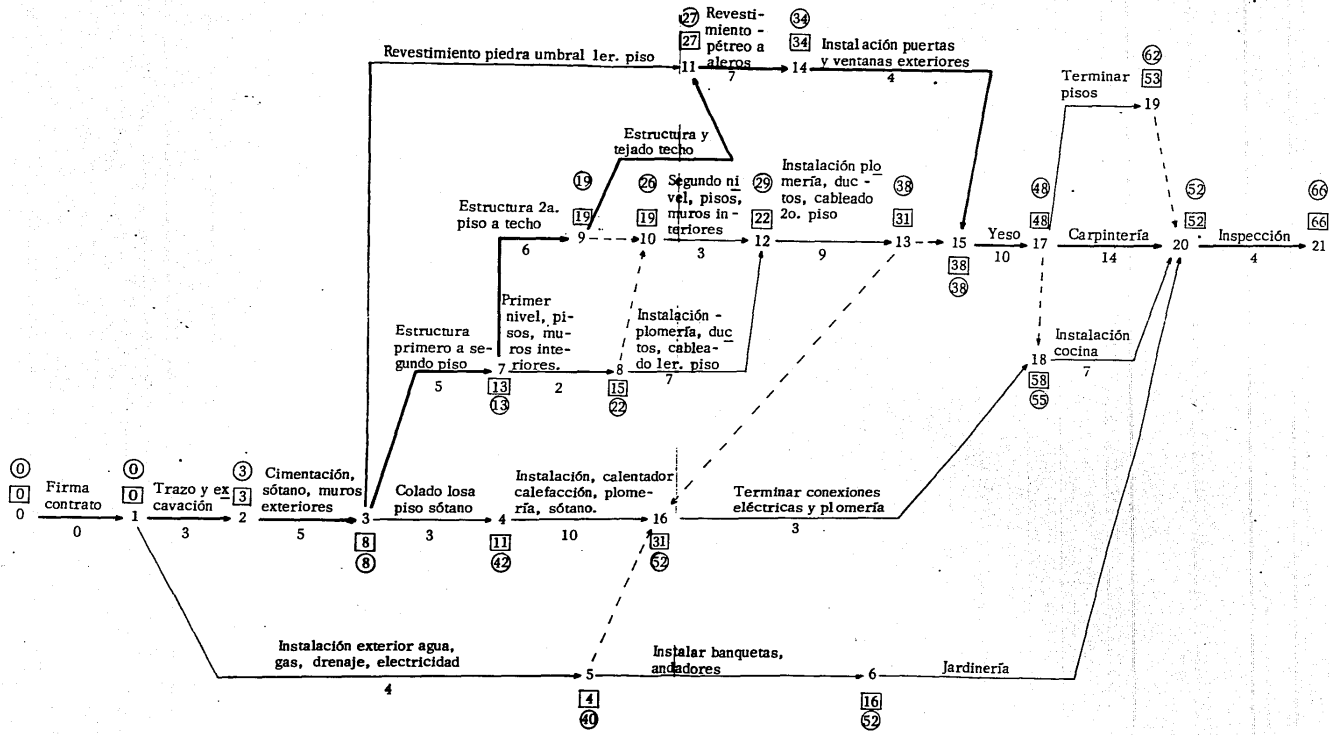
4) Las paredes del sótano son de cemento, con una cubierta de piedra que empieza 12 pulgadas debajo del nivel.

A continuación se describen las actividades principales en que podemos subdividir el proyecto y su duración. Esta lista no se presenta en orden lógico.

<u>Actividades</u>	<u>Duración (días)</u>
1. - Firma del Contrato	0
2. - Trazo y excavación	3
3. - Cimentación, sótano, muros exteriores.	5
4. - Instalación exterior de agua, drenaje, gas y electricidad.	4
5. - Estructura del primer al segundo piso	5
6. - Revestimiento de piedra del umbral del primer piso.	4
7. - Revestimiento de piedra a aleros.	7
8. - Estructura y tejado del techo.	8
9. - Estructura del segundo piso al techo.	6
10. - Colado de la losa del piso del sótano.	3
11. - Instalación calentador de agua, calefacción y plomería del sótano.	10
12. - Muros interiores y pisos primer nivel.	2
13. - Instalación de plomería, ductos y cableado del segundo piso.	7
14. - Instalación de ventanas y puertas exteriores.	4
15. - Instalación de banquetas y andadores.	12

16. -	Muros interiores y pisos del segundo nivel	3
17. -	Instalación de plomería, ductos y cableado del segundo piso.	9
18. -	Yeso	10
19. -	Instalación del equipo de cocina	7
20. -	Jardinería	10
21. -	Terminar pisos	5
22. -	Carpintería, puertas interiores y pintura	14
23. -	Terminar conexiones eléctricas y de plomería	3
24. -	Inspección	4

Lo que vamos a hacer es preparar un diagrama de flechas para el proyecto numerando las actividades de la red y calculando los tiempos de realización y de holgura para cada actividad (estos tiempos son aproximados, comparando algunos otros estudios sobre este mismo proyecto, - ver gráfica 2.1 y tabla 2.1).



GRAFICA 2.1. RED DE ACTIVIDADES.

TABLA 2.1. -La solución para este problema es la siguiente (ya con el orden lógico de las actividades)

Inic.	Hecho		Duración	Descripción	Tiempos Próximos		Tiempos Remotos		Total	Holguras Libre
	Inic.	Term.			Inic.	Term.	Inic.	Term.		
0	1	0		Firma del contrato	0	0	0	0	*	*
1	2	3		Trazo y excavación	0	3	0	3	*	*
1	5	4		Instalación exterior, agua, drenaje, gas, electricidad.	0	4	36	40	36	0
2	3	5		Cimentación, sótano, muros exteriores.	3	8	3	8	*	*
3	7	5		Estructura primero a segundo pisos.	8	13	8	13	*	*
3	4	3		Colado de la loza del piso del sótano.	8	11	39	42	31	0
3	11	4		Reves timiento de piedra a l umbral del primer piso.	8	12	23	27	15	15
7	8	2		Primer nivel pisos, muros interiores.	13	15	20	22	7	0
7	9	6		Estructura segundo piso a techo	13	19	13	19	*	*
4	16	10		Instalación calentador de agua, calefacción, plomería del sótano.	11	21	42	52	31	10
8	10	0		Actividad fantasma	15	15	26	26	11	4
8	12	7		Instalación plomería, ductos y cableado primer piso.	15	22	22	29	7	0
9	10	0		Actividad fantasma	19	19	26	26	7	0
9	11	8		Estructura y tejado del techo	19	27	19	27	*	*
10	12	3		Segundo nivel, pisos, muros interiores.	19	22	26	29	7	0
11	14	7		Reves timiento pétreo a aleros	27	34	27	34	*	*
12	13	9		Instalación plomería, ductos y cableado del segundo piso.	22	31	29	38	7	0
14	15	4		Instalación puertas y ventanas exteriores.	34	38	34	38	*	*
13	15	0		Actividad fantasma	31	31	38	38	7	7
13	16	0		Actividad fantasma	31	31	52	52	21	0
15	17	10		Yeso	38	48	38	48	*	*
15	16	0		Actividad fantasma	4	4	52	52	48	27
5	6	12		Instalación banquetas y cndadores y de plomería.	31	34	52	55	21	14
17	18	0		Actividad fantasma	48	48	55	55	7	0
17	19	5		Terminar pisos	48	53	57	62	9	0
17	20	14		Carpintería, puertas interiores y pintura.	48	62	48	62	*	*
18	20	7		Instalación cocina	48	55	55	62	7	7
6	20	10		Jardinería	16	26	52	62	36	36
19	20	0		Actividad fantasma	53	53	62	62	9	9
20	21	4		Inspección	62	66	62	66	*	*



## CAPITULO 3

### PROCESO DE FABRICACION DE LOS ARTEFACTOS DE HULE Y PRO- BLEMAS DE PRODUCCION

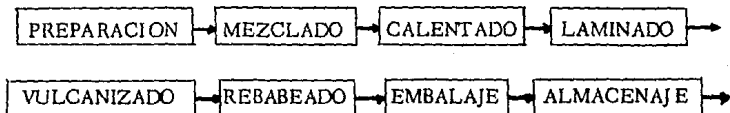
Para poder analizar lo que es en sí este proceso, se desglosará de una manera general y posteriormente se mencionarán las variantes para cada producto (ver figura 3. 4).

Los principales productos que se elaboran en esta empresa son:

- Loderas o guardafangos para camión, camioneta y autos con diferentes modelos y presentaciones.
- Pasillo de uso industrial con distintos acabados (liso y estriado) en una amplia gama de colores. Es utilizado en la industria, para evitar accidentes como resbalores y tropiezos.
- Piezas pequeñas como empaques, tapones, suelas, tacones, válvulas y otros.

#### 3.1. DESCRIPCION DEL PROCESO.

Para todos y cada uno de estos productos se utiliza el mismo proceso, variando solamente la preparación de sus elementos, que como ya se dijo anteriormente, serán detallados más adelante. Empezaremos por definir cada una de las operaciones siguiendo el siguiente esquema:



### 3.1.1. PREPARACION:

Esta es una de las partes más complejas y con más elementos, y consiste en el habilitamiento de todos los elementos.

- \* **Asfalto:** Comúnmente llamado chapopote, es suministrado en bloques cilíndricos de aproximadamente 40 kgs. Debe ser cortado en pequeños trozos para que la máquina encargada de hacer la mezcla no sea forzada. Para cortar este material se utiliza un rudimentario sapapico.
- \* **Hule Sintético:** Este elemento que es la base de todos los productos es entregado en paquetes rectangulares con un peso de aproximadamente 50 kgs. Gracias a distintos procesos de regeneración se ha logrado que el porcentaje de uso de este material sea reducido, su precio es elevado y elevaría demasiado el costo del Producto. Para preparar este material es llevado a una guillotina hidráulica que lo secciona en pedazos pequeños. Debido a su consistencia es difícil cortarlo con otro tipo de instrumento.
- \* **Rebaba:** De la sección de vulcanizado donde se lleva a cabo también el rebabeado, se recogen en tambos metálicos todos los desperdicios, la rebaba, que se obtienen al darle el terminado a los productos. En este momento no importa el color del material ya que al mezclarse con la mayoría que es el negro, resultará de todas formas negro. Todo este material, es llevado a un molino estriado que se

alimentará con toda esta rebaba, se reincorporará al molino cuantas veces sea necesario hasta que se obtenga un granulado regular el cual se irá colocando en depósitos que tienen una capacidad para 10 kgs. aproximadamente.

\* Regenerado: El proceso de regenerado se realiza a partir de el polvo de llanta, material que es surtido de las vulcanizadoras o fábricas de llantas, en camiones que vacían su contenido en depósitos especiales. Ver figuras 3.2 y 3.3).

El polvo de llanta viene con muchas impurezas y muy irregular por lo tanto debe ser cernido a través de un rodillo magnético se le extraen todos los residuos metálicos que pudiese tener, ya que cualquier pieza metálica al entrar a las máquinas puede llegar a causar daños en molinos, prensas, etc. Se cierne el polvo ya sea por movimiento que es más rápido y eficaz, o por gravedad.

Se coloca el polvo de hule en contenedores de forma rectangular y se realiza una mezcla añadiendo petróleo crudo, resina P/195 y otros químicos como negro de humo, microplast, hasta lograr una consistencia especial. Lograda ésta se pasa el material a un molino el cual acaba de realizar la mezcla y compactar el material regresándolo a un contenedor de las mismas dimensiones.

Se apilan los contenedores de 3 en 3 hasta completar 12, aplicando entre ellos caolín (polvo) para evitar que se adhiera el material a

los otros contenedores. Se introducen los 12 contenedores a un Teclero autoclave donde se aplica calor por medio de vapor. Su estancia ahí varía dependiendo de la presión del vapor que puedan dar las calderas. El tiempo de vulcanizado va de 4 a 6 horas.

Se extraen los contenedores del autoclave y se llevan a unos molinos donde se extrae el material de los contenedores. Cada lote de material pasa un par de veces por el molino, el cual granula el material, ya que éste venía en grandes trozos. Se coloca en recipientes con capacidad aproximada para 10 kgs.

\* **Cuerda:** Este material es el desperdicio de otras huleras, ya sea que elaboren llantas u otro tipo de productos. Son pedazos de tamaño regular (3 a 5 kgs), los cuales deben ser revisados con un detector de metales para evitar que cualquier pieza metálica dañe alguna máquina. El material es cortado con navajas hasta dejarse de un tamaño pequeño. Se agrupan en lotes de 5 kgs. en recipientes para esa capacidad aproximada, (Ver figura 3.1.)

\* **Químicos:** Por químicos daremos a entender a los siguientes elementos:

- Azufre en polvo
- Acelerador Methyl Tuads
- Oxido de Zinc
- Acido Esteárico

- Inox E F en polvo
- Dietilene Glycol
- Bióxido de Ti tanto
- Tierra caolín
- Pigmentos
- Blanco de España
- Resina P/ 195
- Aceites
- Negro de Humo
- Novazame
- Orgacel S.
- Microplast
- Petróleo crudo.

Cada uno de estos productos es pesado individual mente y se forman paquetes en pequeñas bolsas de nylon, conte - niendo ya todo lo que deba contener la mezcla.

### 3.1. 2. MEZCLADO:

Esta parte de el proceso es en la que los ingredientes prepara - dos son introducidos en una mezcladora de gran potencia llama da BAMBURY la cual formada por émbolos y aspas se encarga de crear una masa uni forme de hule, con un peso de aproximada - mente 40 kgs. Este material cae directamente en un carrito pa - ra ser llevado a la siguiente parte del proceso.

### 3.1.3. CALENTADO:

Con el fin de homogeneizar un poco más la mezcla y de proporcionarle una temperatura apropiada para su manejo, es llevada a un molino de rodillos lisos el cual lo calienta y acaba de realizar la mezcla. Cuando está lista, se enrolla el material para facilitar su manejo y es extraído del molino, para colocarse en un espacio destinado para él, extendido sobre el piso. Esto con el fin de poder agregar un químico llamado CAOLIN, el cual evita que se adhieran al estibar. Realizado esto se lleva en carritos el material a el área de laminación. En resumen es un pre laminado que facilita operaciones posteriores.

### 3.1.4. LAMINADO:

Se cuenta con 4 molinos laminadores, los cuales dependiendo del espacio entre rodillos sirve para distintos productos. La lodera tiene un espesor de aproximadamente 1.5 cm. y el pasillo de -- 0.5 cm.

Se introduce poco a poco el material por los rodillos y éste sale laminado a el espesor deseado, siendo al mismo tiempo cortado por sus extremos para darle las correctas dimensiones de anchura. El largo se lleva a cabo después en el caso de las loderas. - Para el pasillo se hacen rollos de aproximadamente 4 m. siendo posible al vulcanizar, unir los tramos para completar los rollos a su medida comercial, que es de 10 a 13 m. de largo.

### 3.1. 5. VULCANIZADO:

Esta es una de las operaciones más interesantes del proceso. - Los moldes están fijos en las prensas con la figura en negativo - para que al estamparse en el hule quede correctamente (en positivo).

El tiempo de vulcanizado varía dependiendo de la presión que es té dando la caldera. Pero fluctúa de 3 a 5 minutos. Dependiendo también si es lodera o pasillo. La lodera al ser más gruesa ne cesita más tiempo en la prensa, el pasillo ligeramente menos.

### 3.1. 6. REBABEADO:

El producto sale de la prensa con rebaba en todas las orillas, la cual debe de ser removida por motivos de presentación. Esto se hace con navajas manuales. Para el caso de el pasillo se colocan plantillas sobre el producto y en una mesa metálica se cortan a - la medida, que fluctúan de los 0.50 a los 1.80 m.

### 3.1. 7. EMBALAJE:

Esta operación se lleva a cabo para no maltratar el producto en su transportación. Las loderas se colocan en bolsas de nylon si la entrega es en el DF., si es foránea se envuelven en papel de estraza y son atadas con mecate por paquetes.

El pasillo después de medido se asegura con fleje, al igual que

la lodera, si es foráneo se forra y se amarra.

### 3.1. 8. ALMACENAJE:

La estancia de los productos en las bodegas es mínima; éstas es  
tán diferenciadas por producto.



FIGURA 3.1 TRATAMIENTO DE LA CUERDA.

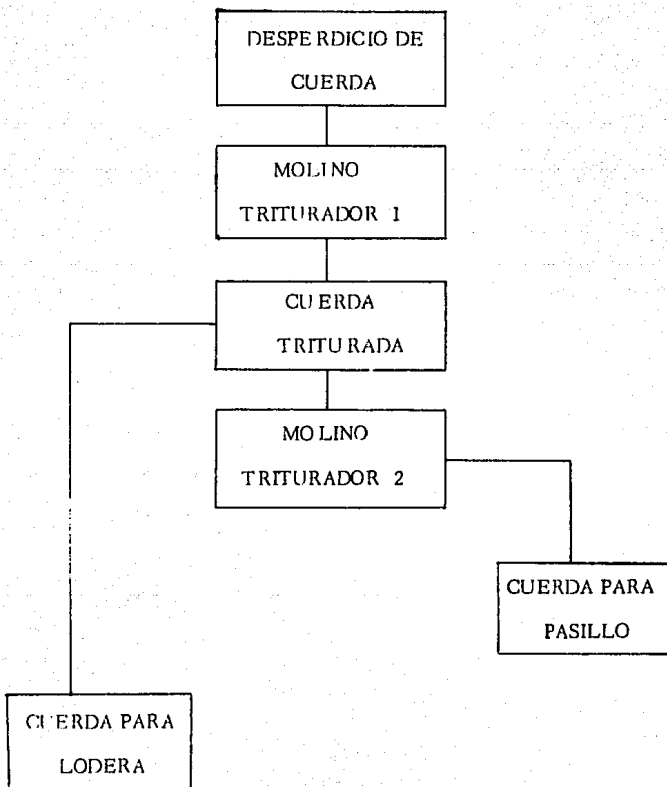


FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE REGENERADO.

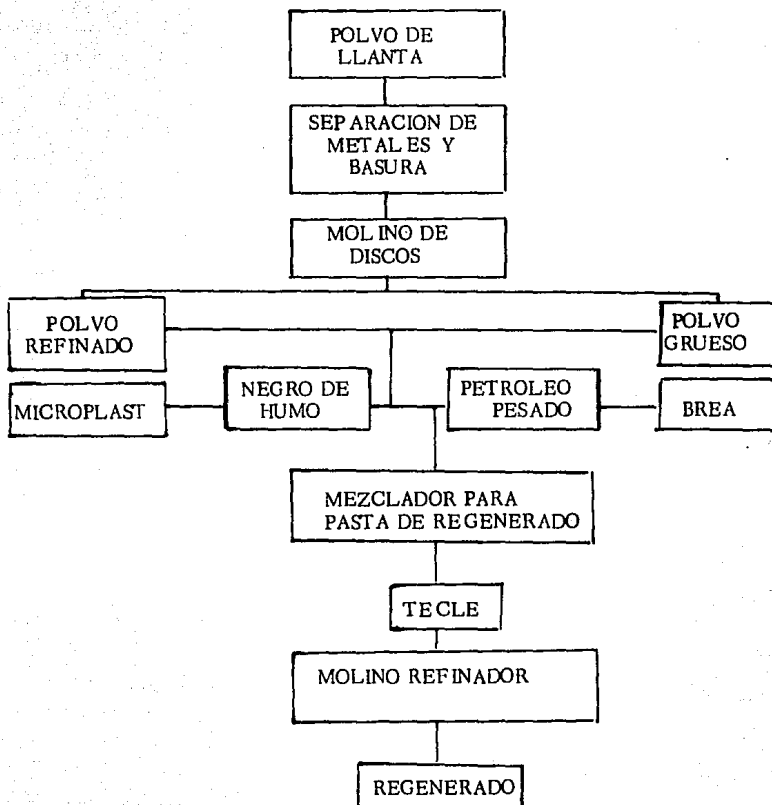


FIGURA 3.3. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE LA REBABA.

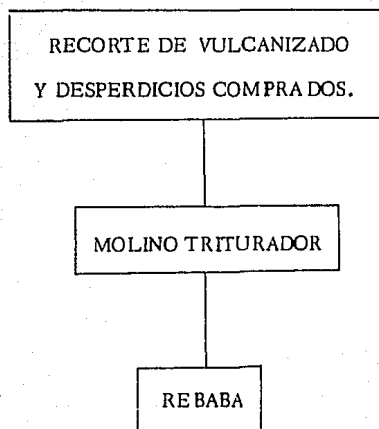
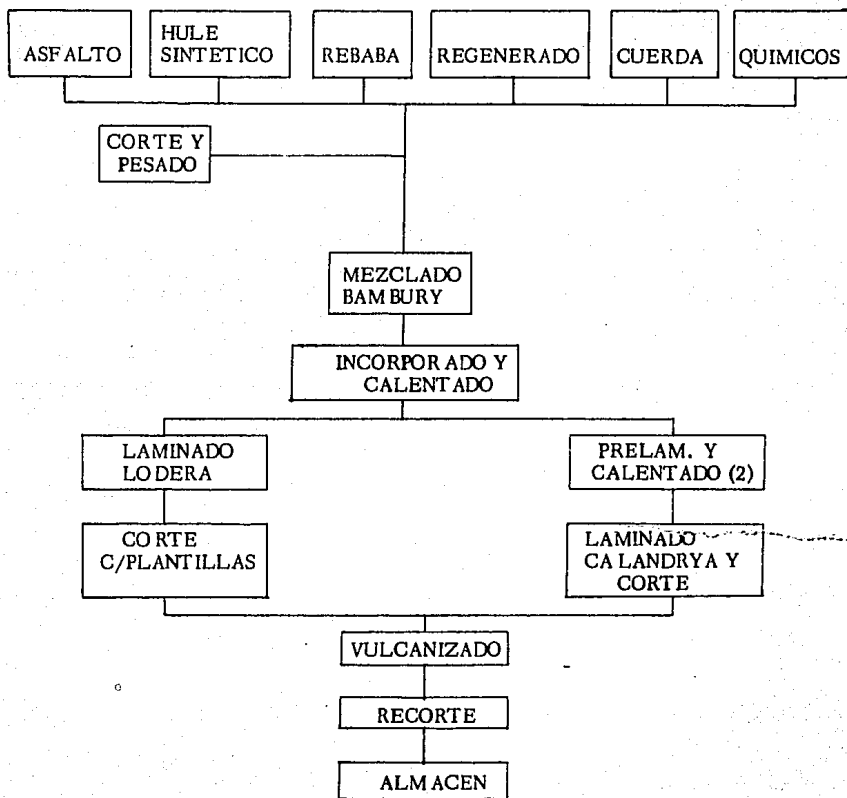


FIGURA 3.4.  
DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO



## **C A P I T U L O 4**

### **" FLUJO DE MATERIALES Y DETERMINACION DE LA RUTA CRITICA "**

#### 4.1. FLUJO DE MATERIALES:

Para el desarrollo de este capítulo es necesario dar los antecedentes de la planta, tanto en su distribución actual como en el flujo que llevan los materiales, desde que salen del almacén de materias primas, hasta que son terminados y empacados en el almacén de producto terminado, para poder con ésto, determinar los puntos donde existen problemas.

En el plano de distribución actual (Plano # 4.1) se asigna un número a cada máquina que interviene en el proceso, para poder ser identificada y descrita en la lista que se adjunta inmediatamente después. Esta numeración será la misma en todos los planos posteriores, para evitar confusiones. En el mismo plano se detallan áreas de almacenamiento, oficinas, etc., que no están incluidos en la lista, así como elementos que intervienen en el proceso y no tienen número asignado, como calderas, mesas de corte, etc.

Posteriormente, se realizaron dos planos de rutas de materiales, determinando:

- Rutas de materiales muy largas.
- Rutas de materiales muy complicadas.
- Puntos críticos del proceso (cuellos de botella)
- Máquinas en desuso ocupando lugar útil
- Operaciones innecesarias que podrían simplificarse
- Falta de linealidad en el proceso productivo
- Almacenes disgregados.

La ruta de materiales fue dividida en dos partes; uno que indica la preparación o habilitamiento de materiales (plano 3 4.2) y el otro que es en sí el proceso (plano # 4.3). Se elaboraron en una sola hoja ya que es recomendable analizarlos al mismo tiempo para ver los puntos de intersección entre ambas rutas.

#### 4.2. ELABORACION DE LA RED DE ACTIVIDADES

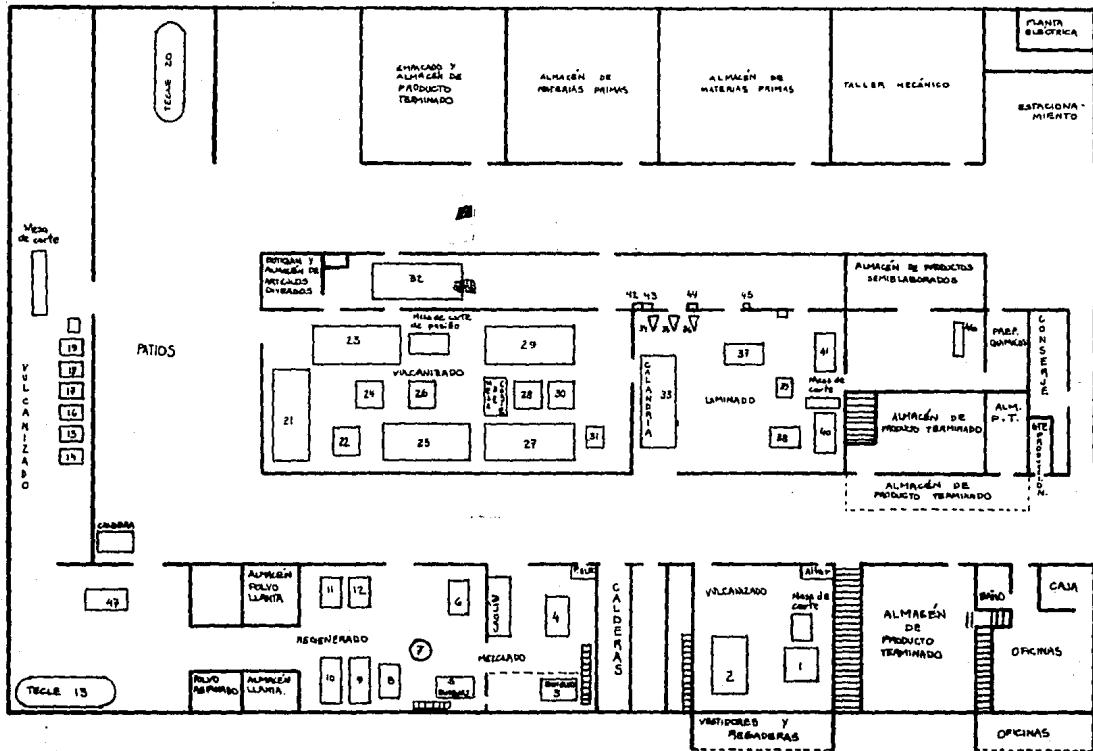
Con la ayuda de los planos anteriores, pudimos obtener los datos principales para determinar la ruta crítica que son:

- Tipo de operación
- Variaciones en el proceso por tipo de producto
- Tiempos de operaciones.

Se identificaron todas las operaciones con una numeración sucesiva, adjuntándose una lista donde se describen todas éstas.

El tiempo asignado a cada una de las operaciones, es un tiempo promedio, ya que como no son máquinas automáticas, no se puede hablar de tiempos máximos ni mínimos de fabricación, pudiendo de esta manera determinar la holgura, ya que depende de las condiciones de trabajo, del estado de la materia prima y del desempeño de los operarios. Sin embargo, los tiempos que se indican, son los que ocurren con mayor frecuencia en base al muestreo que se realizó en la planta. (ver plano 4.4).

100



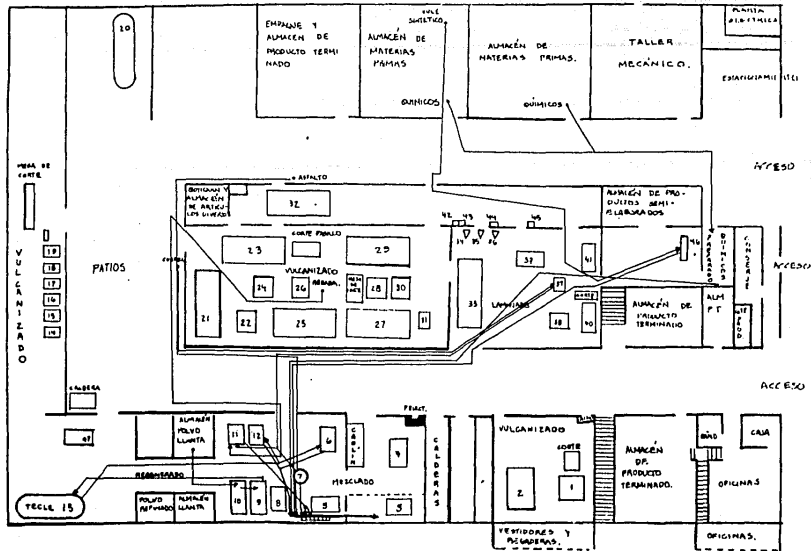
PLANO 4..1 DISTRIBUCION ACTUAL.



## DESCRIPCION DE LA PLANTA

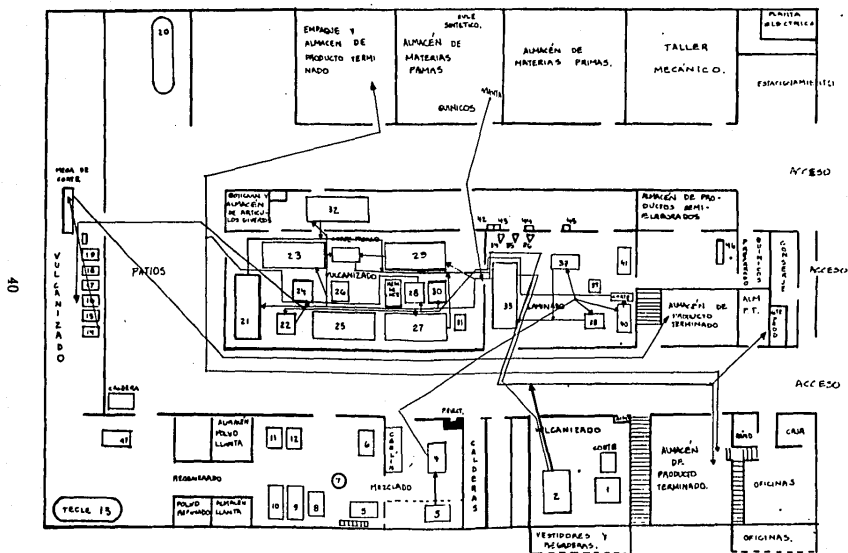
1. - Prensa No. 14 para lodera y tapete de entrada.
2. - Prensa No. 13 para pasillo ancho.
3. - Bambury No. s/n para mezclar las pastas.
4. - Molino No. 5 para laminar pasta de bambury.
5. - Bambury No. s/n (en desuso).
6. - Molino viejo s/n para refinar regenerado.
7. - Báscula s/n para pesar regenerado, rebaba y cuerda.
8. - Tecle No. s/n (en desuso).
9. - Mezcladora No. s/n para obtener mezcla de regenerado.
10. - Molino de discos s/n para separar metales y basura del polvo de lanta y molerlo.
11. - Molino triturador s/n para obtener rebaba y planchar cuerda para pasillo.
12. - Molino refinador nuevo para refinar regenerado.
13. - Tecle No. s/n para atacar partículas de hule y lograr recuperación de material.
14. - Presas nuevas para lodera de camioneta y automóvil.
15. - Presas nuevas para lodera de camioneta y automóvil.
16. - Presas nuevas para lodera de camioneta y automóvil.
17. - Presas nuevas para lodera de camioneta y automóvil.
18. - Presas nuevas para lodera de camioneta y automóvil.
19. - Presas nuevas para lodera de camioneta y automóvil.
20. - Tecle No. s/n (en desuso)
21. - Prensa No. 6 para pasillo estriado
22. - Prensa No. 5 para lodera con letras para camión.
23. - Prensa No. 12 para pasillo estriado y liso.

24. - Prensa No. 10 (en desuso).
25. - Prensa No. s/n. (en desuso).
26. - Prensa No. 9 (en desuso).
27. - Prensa No. 16 para pasillo estriado.
28. - Prensa No. 8 para lodera de camión.
29. - Prensa No. 11 para pasillo liso y original.
30. - Prensa No. 7 para pasillo especial y placa suajadora.
31. - Prensa No. 1 (en desuso).
32. - Prensa No. 15 para pasillo liso y estriado.
33. - Molino No. s/n calandrya laminadora para determinar grueso y ancho del pasillo.
34. - Troqueladoras s/n o suajadoras.
35. - Troqueladoras s/n o suajadoras.
36. - Troqueladoras s/n o suajadoras.
37. - Molino No. 6 para calentar y laminar materiales y mezclar pasta para pasillo de color.
38. - Molino No. 4 para calentar y laminar materiales y mezclar pasta para pasillo de color.
39. - Molino No. s/n para triturar cuerda.
40. - Molino No. 1 para laminar lodera, refinar y mezclar.
41. - Molino triturador viejo (en desuso).
42. - Esmeril.
43. - Bomba para recuperación de agua.
44. - Máquina No. s/n para cernir y raspar microporosa.
45. - Cortadora de disco (en desuso).
46. - Guillotina.
47. - Molino No. 3 para laminar, refinar y secar regenerado.



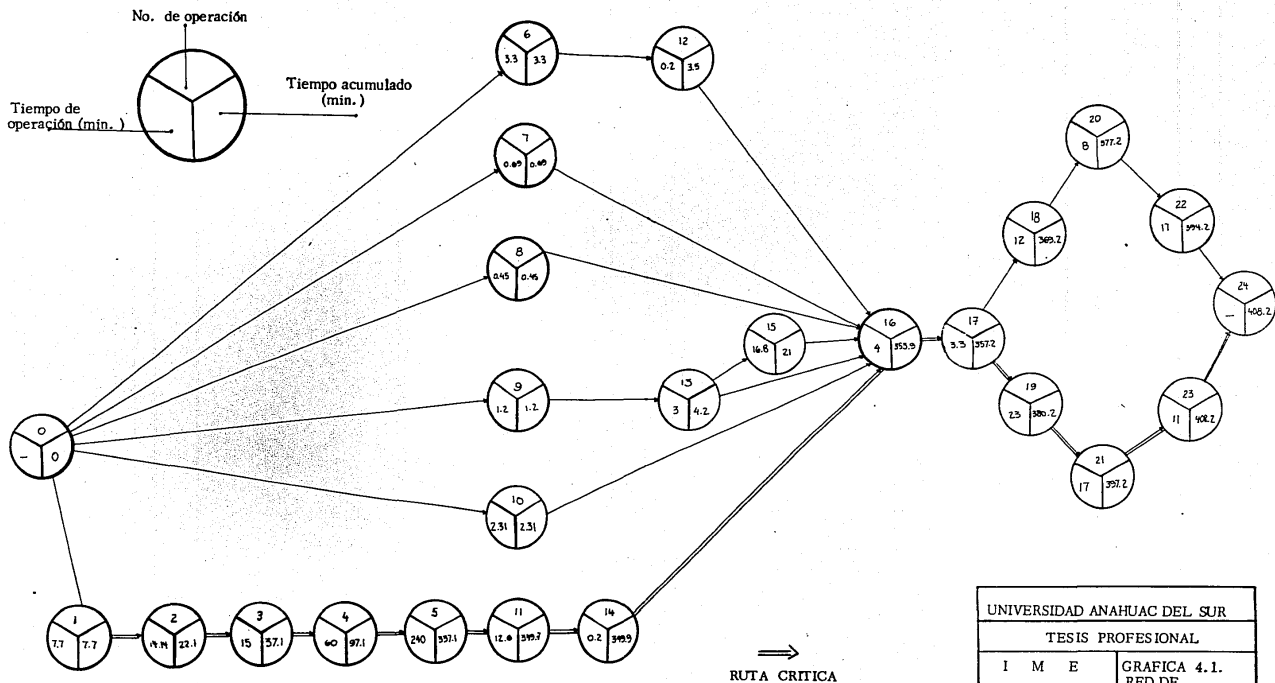
PLANO 4.2.

RUTA ACTUAL DE MATERIALES: Químicos, Cuerda, Asfalto, Hule Sintético, Rebaba y Regenerado.



PLANO 4.3.

RUTA ACTUAL DE MATERIALES: Mezclado, Laminados, Manta, Vulcanizado y Transporte a almacenes.



UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR	
TESIS PROFESIONAL	
I M E	GRAFICA 4.1.
AREA INDUSTRIAL	RED DE ACTIVIDADES

No.  
OPERACION

NO MBRE DE LA OPERACION

- 1 Cernido y Separación de Metales para el Regenerado.
- 2 Incorporado y Mezclado del material para el Regenerado.
- 3 Mezclado Mecánico del Regenerado.
- 4 Alimentación y Descarga del Tecele.
- 5 \* Vulcanizado del Regenerado.
- 6 Triturado de la Rebaba.
- 7 Corte y Pesado por carga del Hule Sintético.
- 8 Corte y Pesado por carga del Asfalto.
- 9 Corte y Pesado por carga de la Cuerda.
- 10 Pesado y Formado de Paquetes de Químicos.
- 11 Refinado en Molinos del Regenerado.
- 12 Pesado por carga de la Rebaba.
- 13 Triturado No. 1 para lodera y pasillo.
- 14 Pesado por Carga del Regenerado.
- 15 Triturado No. 2 Tratamiento especial de la cuerda pa  
ra el pasillo.
- 16 Mezclado en el Bambury.
- 17 \* Incorporado y Mezclado de la Pasta de Lodera y Pasillo
- 18 \* Laminado de Lodera.
- 19 \* Calentado y Prelaminado de Pasillo.
- 20 \* Corte con plantilla de la Pasta de Lodera.
- 21 \* Laminado en la Calandrya de Pasillo.

<u>No.</u> <u>OPERACION</u>	<u>NO MBRE DE LA OPERACION</u>
22 *	Vulcanizado de la Lodera
23 *	Vulcanizado de Pa sil lo
24	Almacén de Producto Terminado pa ra Lodera y Pasillo.

\* Las operaciones marcadas con asterisco son a las que la caldera -  
les proporciona calor.

#### 4.3. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES SUCESIVAS.

<u>OPERACION</u>	<u>SIGUE DE:</u>	<u>OPERACION</u>	<u>SIGUE DE:</u>
0	-	13	9
1	0	14	11
2	1	15	13
3	2	16	7, 8, 10, 12, 13, 14, 15
4	3	17	16
5	4	18	17
6	0	19	17
7	0	20	18
8	0	21	19
9	0	22	20
10	0	23	21
11	5	24	22, 23
12	6		

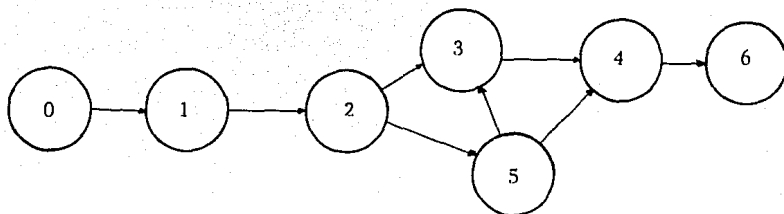
La razón por la que las operaciones 1 - 5 aparecen antes de el resto del proceso productivo, es porque una remesa de regenerado alim -  
menta carga para 58 pastas en el Bambury.

Los tiempos que se indican en la red de actividades para todas -  
las operaciones, ya incluyen los tiempos de transporte de un proceso a -  
otro. Estos no se separan porque no podrían ser comparados con los de  
una nueva distribución, ya que aún no ha sido implantada.

A continuación se elaborará una red de actividades general en la  
cual serán incluidos algunos eventos u operaciones que no entraron en la  
ruta crítica anterior por no depender totalmente de ella. Sin embargo -  
ésto no les resta importancia y merecen ser tomadas en cuenta, éste es  
el motivo de esta última ruta crítica general.

Debemos aclarar que el uso del método de la ruta crítica no se  
va a emplear para la optimización de tiempos, sino simplemente servirá  
para identificar un diagrama de flujo en el que se detectarán los puntos -  
problema que dificultan la linealización del proceso.

#### 4.4 RED DE ACTIVIDADES GENERAL



Inc.	Descripción	Operaciones que abarca de la red de actividades.	Actividades sucesivas (sigue de)
0	Inicio	0	--
1	Descarga y recepción de materiales y materia prima.	--	0
2	Clasificación y almacenaje.	--	1
3	Dosificación y habilitamiento de materiales.	1 a 15	2, 5
4	Proceso: Mezclado, Laminao y Vulcanizado	16 a 23	3, 5
5	Calor: Calderas; proporciona calor a las operaciones 5, 17, 18, 19, 21, 22 y 23	--	2
6	Transporte de materiales al almacén.	24	4

UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR	
TESIS PROFESIONAL	
I M E	GRAFICA 4.2.
AREA INDUSTRIAL	RED DE ACTIVIDADES GENERAL.



La caldera suministra calor a distintas partes del proceso como son:

- Tacle o autoclave, donde se realiza el vulcanizado del regenerado.
- Molinos mezcla dores y laminadores, los cuales necesitan el calor para mantener o elevar la temperatura de la mezcla v pa ra facilitar su manejo, ya que se logra regulando la temperatura de los rodillos con una circulación interna de vapor.
- Red de prensas de vulcanizado:
  - + Prensas para pasillo de distintas medidas
  - + Prensas para loderas en todos sus tamaños
  - + Prensas para a rtículos varios.

Por lo tanto las calderas, el suministro de calor, representa -- otro punto crítico de gran importancia. Este punto se retomará en el capítulo 5, donde se sugiere la manera de hacer más eficiente el equipo y el mantenimiento al que debe ser sometido.

Se llega a la conclusión, con la ayuda de esta red de actividades condensada, de que el punto 2: Clasificación y Almacenaje, resulta también ser crítico. Por lo tanto, se proponen soluciones que pueden -- ayudar a facilitar estas operaciones en los capítulos 5 y 6.

ANALISIS Y SOLUCION DE PROBLEMAS DEL PROCESO PRODUCTIVOACTUAL

La planta en estudio fue planeada para las necesidades básicas - del proceso en ese entonces (1945), por lo tanto máquinas y productos han sufrido cambios considerables como son los siguientes:

- \* Máquinas de grandes volúmenes y de una operación sencilla, - éstas han evolucionado reduciendo sus volúmenes de producción diversificando sus funciones, queriendo decir con esto que éstas máquinas pueden realizar más operaciones y en forma simultánea en un espacio mucho menor. Tal es el caso de la máquina llamada "Caldrya" que realiza las operaciones de laminado, calentado y corte.
- \* Debido al fuerte impacto que tuvo la introducción del plástico en el mercado, el hule, por ser menos económico y de proceso más complicado, se fué sustituyendo por éste nuevo producto con un proceso menos complejo, disminuyendo considerablemente la inversión de maquinaria y de materia prima. Por ésta razón el mercado para el hule sufrió cambios, pero éstos no lo hicieron desaparecer, ya que en ciertas aplicaciones no ha sido posible sustituirlo debido a sus características, como neumáticos, amortiguadores, suspensiones, telas impermeables, empaques y otros usos.

Después de algún tiempo de haber producido pa sil los, loderas, tapetes, ligas, empaques, suelas, válvulas, tapones, cámara de bicicleta, placa suajadora, chupones y otros artículos diversos, centraron su producción a los productos de mejor venta y constante demanda:

- Pasillo negro
  - Pasillo color
  - Loderas de distintos tamaños
  - Placa suajadora
  - Diversos.
- } negras  
} cara blanca

De acuerdo a esto, las máquinas fueron siendo situadas de acuerdo a las necesidades del momento, obedeciendo a una planeación inmediata.

La empresa creció, y como consecuencia se adquirió maquinaria nueva, y debido a la falta de planeación tuvieron que ser localizadas en lugares que rompían la línea productiva, con el propósito de no tener que mover las máquinas originales. Ya que éstas eran voluminosas y requerían cimentación especial.

La empresa ahora demanda cambios; cambios en su distribución eliminación de vicios que ha venido arrastrando desde sus inicios; dispositivos y máquinas modernas o reacondicionadas, etc., todo con el fin de elevar su productividad.

## 5.1. ANALISIS DE PROBLEMAS:

Con la ayuda de la red de actividades y la determinación de la ruta crítica, se detectaron algunos problemas, a los cuales después de ser analizados, se les dió alguna solución o bien, simplemente sugerencias.

### 5.1.1. TRANSPORTE:

Existe un excesivo transporte dentro de la planta debido a la mala distribución de las distintas fases de producción, como son las siguientes:

- 5.1.1.1. Preparación: Esta es la fase del proceso que representa más problemas con respecto a movimientos de material. Comenzando por la materia prima, ésta está distribuida por toda la planta; de ese lugar donde se encuentra tiene que ser llevada adonde se prepara; y por último, tiene que ser trasladado al área de mezclado.
- En el caso del regenerado, es uno de los puntos en el que se visualiza la falta de linealidad en el proceso, ya que por la mala distribución de los equipos, realiza viajes innecesarios, regándose material en su recorrido.

5.1.1.2. Laminado: El material que ha de ser laminado, tiene que traerse de otra área de la planta, donde el problema no es tanto la distancia a recorrer, sino lo complicado del transporte, ya que el material que viene enrollado, tiene que descargarse desenrollado uno por uno, lo cual hace tardado este movimiento. Una vez laminado el material, tiene que ser nuevamente enrollado y ser transportado a la siguiente fase del proceso.

5.1.1.3 Embalaje: La localización de los almacenes donde se realiza esta operación, no corresponde con el punto donde termina el proceso, por lo que las distancias a recorrer son grandes y a la intemperie, lo que puede ocasionar que se ensucie el producto, con la consecuencia de perder tiempo en limpiarlo, para su venta.

Un concepto muy ligado al problema de transporte, es el manejo de materiales. Un manejo adecuado de los materiales, permita la entrega de un surtido adecuado, en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Los factores que se deben considerar para un análisis de manejo de materiales son:

- Material que se mueve
- Recipientes
- Ruta
- Frecuencia
- Distancia
- Velocidad
- Lugares o contornos por donde se realizan
- Quién lo realiza
- Con qué equipo.

En la planta, los factores que tienen problemas son:

- + Los recipientes que se utilizan no son los adecuados, ya que son de difícil manejo e inseguros para la carga.
- + Las rutas no están definidas.
- + Las distancias son grandes.
- + La mala condición de los pisos, dificulta la circulación del equipo de transporte.
- + El equipo no es el adecuado para todos los casos, y éste no

se encuentra en buen estado por falta de mantenimiento.

El desarrollo de estos factores se analizará en el capítulo 6, - donde se les dará solución a cada uno de ellos.

Los beneficios que se obtienen de un buen manejo de materiales pueden resumirse de la siguiente manera:

1. - Reducción de costos de manejo
  - a) De mano de obra
  - b) De materiales.
  - c) De gastos generales
2. - Aumento de capacidad
  - a) Incremento de producción
  - b) Incremento de capacidad de almacenamiento
  - c) Mejoramiento de la distribución del equipo
3. - Mejora en las condiciones de trabajo
  - a) Aumento en la seguridad
  - b) Disminución de la fatiga
  - c) Mayores comodidades al personal
4. - Mejor distribución
  - a) Mejora en el sistema de manejo
  - b) Mejora en las instalaciones de recorrido
  - c) Localización estratégica de almacenes
  - d) Incremento en la disponibilidad del producto
  - e) Mejoramiento en el servicio a usuarios.

En la medida en que se vaya mejorando el manejo de materia - les en la planta, estos beneficios repercutirán directamente en un incre - mento de la productividad: siendo ésto uno de los objetivos principales -- del estudio.

#### 5.1. 2. FALTA DE CAPACIDAD DE EQUIPOS:

5.1. 2.1. Molinos Granuladores: Cuando el hule regenerado sale del autoclave, estos molinos - son insuficientes para granular el material, lo que origina que éste estorbe y se acumule con la siguiente carga.

5.1. 2.2. Mezcladora: Esta máquina, aunque es de -- gran capacidad y relativamen - te rápida, no alcanza a cubrir la carga que se le manda para mezclar, lo cual provoca un - retraso en toda la línea produc - tiva que lo sucede.

5.1. 2.3. Molinos laminado res: Debido al mal estado de estos - equipos, y a sus usos tan dive\_ sos, ya que aparte de laminar se encargan de mezclar la pa\_



ta para productos de color, el material se acumula en el área y retrasa la alimentación al -- proceso de vulcanizado, trayendo como consecuencia una lenta salida de productos terminados.

### 5.1.3. ALTOS INVENTARIOS DE MATERIA PRIMA.

Este es uno de los principales problemas de esta empresa, ya -- que no cuentan con un buen método para controlar sus existencias. Por lo tanto las existencias no están balanceadas; ya que se pide a granel -- cuando los niveles son mínimos o nulos, trayendo como consecuencia que se detenga la producción por la falta de alguno de los materiales; o excesivas existencias cuando no se requieren.

Es necesario introducir un sistema de control de inventarios -- donde quede establecido:

+ Tiempos de entrega: Establecer con todos los proveedores -- tiempos mínimos de entrega para elaborar así, un programa de abastecimiento, de acuerdo a las necesidades reales de la empresa.

+ Niveles mínimos: Establecer niveles mínimos de materiales, -- los cuales permitan no detener la producción en caso de atraso en la entrega por parte de algún(os) proveedor(es), o responder a un repentino

incremento de la demanda de sus productos.

+ Administración: Registro de entradas y salidas de materiales para poder llevar un control exacto de las existencias, para así determinar más fácil el punto de reorden (momento en el que se debe realizar la orden de compra.)

Otro aspecto importante dentro de inventarios, es el de la rotación. Aplicando el concepto de PEPS (Primero en entrar-primero en salir), se evitaría que se consumiera lo nuevo o más reciente y que se deteriorara lo anterior.

#### 5.1. 4. ALMACENAJE.

Los materiales se depositan sin un orden adecuado, lo cual -- provoca un difícil acceso a los vehículos de transporte, desorden y falta de limpieza, y una compleja localización de éstos.

Es necesario reacondicionar estas áreas, para lo cual se considera lo siguiente:

- \* Almacenaje de racks, por tipo de material.
- \* División de materiales por su género (Líquidos, polvos, granulados, compactos, etc.)
- \* Identificación de racks (por números y letras) para una fácil y rápida localización, apoyándose en una carpeta que contenga materiales y su posición.

\* Dependiendo de la cantidad, niveles y peso; se podría pensar en utilizar un pequeño montacargas para facilitar y disminuir el riesgo y tiempo en el manejo de materiales.

#### 5.1.5. MATERIAL ESTANCADO.

Existen puntos en la línea de producción donde el material se acumula por la mala calidad de éste, requiriendo mayor tiempo de proceso.

Es necesario exigir a los proveedores que mejoren la calidad de sus productos, para evitar estos estancamientos, haciendo así más dinámico el flujo productivo.

Debido a lo difícil que sería reducir los tiempos de producción de algunas máquinas, si se desea aumentar la capacidad, solo se lograría haciendo adaptaciones costosas y dudosa eficacia o comprando nuevos equipos.

#### 5.1.6. MALA CALIDAD.

Debido a que anteriormente los productos fabricados no tenían una gran competencia en el mercado en que se movían, se descuidó el control de la calidad, por lo que no cumplía con las especificaciones, provocando una pérdida de terreno por tener una baja calidad.

Una de las principales causas de ésta baja calidad es el mal estado de los moldes, ya que los efectos que producen las altas temperaturas y presiones, y el uso frecuente que se les dá, ocasionan cuarteaduras en el metal, reflejado directamente en el producto. El desgaste que sufren los moldes, dá un mal aspecto a los productos terminados, ocasionando rechazos.

Actualmente, la competencia está cobrando fuerza por manejar mejor calidad en sus productos, por lo que debe ponerse mayor atención a éste punto.

Este tipo de defectos se reflejan en el momento de terminar el vulcanizado, y por lo tanto no existen muchos parámetros para poder inspeccionar el material en operaciones anteriores. Sin embargo, se podrían considerar los siguientes aspectos:

- Exigir a los diversos proveedores el surtido de materias primas con mejores niveles de calidad.
- Capacitar al personal operativo para que realicen el los mismos una inspección del material, antes de pasar al siguiente proceso, para tomar las medidas necesarias en ese momento evitando así continuar el flujo de operaciones.

Esta baja calidad no es producida solamente por las materias primas; otra causa son los equipos con que se trabaja debido al desgaste. Sin embargo, con un mantenimiento preventivo podrían corregirse -

algunos detalles, dando así un mejor aspecto a los productos, recuperando su posición en el mercado.

#### 5.1. 7. DESPERDICIOS .

Entendemos por desperdicio cualquier proceso u operación en la compañía, que no dé un valor agregado al producto. Los principales que se detectaron fueron los siguientes:

5.1. 7.1. Defectos: No hacer la operación a la primera, lo que hace que se tenga que repetir.

A través de una capacitación sobre manejo de materiales y uso del equipo al personal operativo, se puede lograr que éste realice la operación correctamente al primer intento.

5.1. 7.2. Espera: Se entiende por espera el tiempo que se pierde por falta de partes ó materiales, búsqueda de herramientas, preparación para trabajar, presión y temperatura insuficientes, etc. que no está contemplado dentro de las operaciones.

Se debe mejorar la supervisión para que estos tiempos de espera se eliminen, logran-

do tener el material necesario donde se requiera y cuando se requiera; localizando las herramientas en un sitio para disponer fácilmente de ellas, evitando que el empleado se tenga que desplazar para conseguir éstas.

#### 5.1. 8. TIEMPOS DE PROCESO.

Estos se ven afectados por la insuficiencia de presión y temperatura por la caldera: Se cuenta con 2 calderas, una vieja, construida de manera rudimentaria, y que sirve solamente de soporte en casos de mantenimiento al otro equipo, éste último más moderno, da la fuerza necesaria para toda la planta, y que al mismo tiempo, el hecho de que sea más moderna implica que sea un equipo más delicado y un programa de mantenimiento preventivo.

Los problemas que surgen por éste concepto son:

- 5.1. 8.1. Escape de presión y condensación en recodos y uniones.
- 5.1. 8.2. Alto consumo de combustible por estas pérdidas de presión y de calor ocasionadas por condensaciones y fugas.
- 5.1. 8.3. Largas distancias entre calderas y máquinas.

Para el problema de escape y condensación en reco -

dos y uniones, se tiene que hacer una revisión de toda la tubería que conduce vapor, cambiando los tramos deteriorados, sellando las uniones e instalando válvulas estratégicamente para purgar el agua almacenada. Llevando a cabo estos puntos básicos, se lograría disminuir el alto consumo de combustible por pérdidas de presión y temperatura de las máquinas.

#### 5.1.9. PLANEACION Y PROGRAMACION DE LA PRODUCCION.

Actualmente la forma en como se controla y programa la producción es poco eficiente. Después de que llegan los pedidos se revisan ligeramente y se dan las instrucciones para producir, ocasionando esto que los pedidos se lleguen a atrasar hasta un mes; ya que no se produce en un día lo que se vende. De esta forma, resulta complicado controlar las existencias de materiales y materia prima, así como la asignación de trabajo para las máquinas.

El procedimiento que se podría tomar para implementar el sistema, sería el siguiente:

- + Al momento de realizar la venta, negociar las fechas y las condiciones en que se entregarán los productos.
- + Recibo de pedidos y asignación por período (fijado por la empresa).

+ Elaboración de una lista de artículos a producir por períodos, indicando las cantidades demandadas.

+ Programación: El programador debe contar con las siguientes herramientas:

- Lista de materias primas y materiales, consumo de éstos por producto, así como posibles sustitutos.
- Lista de maquinaria y su capacidad.
- Lista de artículos a producir por período.

De acuerdo a la cantidad de artículos a producir, el programador realiza una requisición de materias primas y materiales suficiente para cubrir la producción del período, mandándola al almacén donde checan existencias y se compra lo que sea necesario.

El programador elabora un concentrado de las cargas de trabajo por máquina diariamente en el período. Posteriormente se encarga de realizar las órdenes de producción y entregarlas al supervisor para distribuir las a los operarios.

Deberá dar un seguimiento a las órdenes de producción para verificar si se produjo lo programado, y si no buscar las causas y tomar las medidas necesarias de acuerdo al problema. Pero el supervisor será quién se encargue de que se cumplan esas órdenes de producción.



#### 5.1. 10. CONDICIONES DE TRABAJO.

Debido a la antigüedad de la empresa, se han descuidado ciertos aspectos importantes sobre la seguridad industrial. En algunos casos el personal operativo ha adquirido algunos vicios en la forma de realizar - las operaciones, resultando poco segura. Y por otra parte el mal estado de las instalaciones puede traer como consecuencia:

- Quemaduras
- Caídas
- Descargas eléctricas
- Accidentes mayores con máquinas

La prevención de accidentes es un factor muy importante en cualquier empresa, en algunas de las cuales, por ser ignorada o practicada indebidamente, conduce a sufrimientos humanos innecesarios o a operaciones fallidas. Se ha encontrado que:

- Las lesiones industriales resultan solo de accidentes.
- Los accidentes son causados invariablemente por la poca seguridad de los actos de las personas, o por inseguridad en las instalaciones mecánicas.
- Las acciones y condiciones inseguras son causadas solamente por faltas de las personas.
- Las faltas o fallas de las personas son causadas por el medio ambiente o se adquieren por herencia.

El proporcionar a los trabajadores un sitio de trabajo seguro é

higiénico es de suma importancia. Los peligros pueden provenir de la falta de vigilancia, o una protección inadecuada en el equipo, la localización de las máquinas, el estado de las zonas de almacenamiento, y la condición general de edificio.

Los trabajos sin seguridad son costosos, tanto en dinero como en sufrimientos humanos. Los accidentes y los daños son dos cosas distintas. Los accidentes son simplemente sucesos inesperados, pero no todos los accidentes producen daños. Los daños industriales tienen dos componentes, uno físico y otro humano. Hay usualmente una combinación de condiciones de inseguridad física o peligrosa y de actos inseguros o de descuido. En el primer caso se pueden considerar los suelos resbaladizos, peldaños de acero y concreto gastados por el paso, engranajes no protegidos en las máquinas y operaciones de prensas, molinos y otros, sin precauciones de seguridad. Un acto inseguro puede ser realizado por la persona dañada, tal como acercar una mano a una máquina en marcha o caminar por un suelo con aceite.

La tarea de prevención de accidentes en la industria, requiere de un primer paso inmediato, que es el control directo del trabajo del personal y del medio ambiente, y un segundo paso de un alcance mayor, que es la enseñanza e instrucción (capacitación).

Algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para mejorar la seguridad industrial, son las siguientes:

5.1. 10.1 Alumbrado: El nivel de iluminación requerido, depende esencialmente de la clase de trabajo que realice en un área determinada. Algunas formas de tener un buen alumbrado son:

- \* Disminuir el deslumbramiento, con la instalación del número adecuado de fuentes de luz para la iluminación total requerida.
- \* Utilizar lámparas incandescentes de material no de alta brillantez a fin de disminuir el deslumbramiento, esparciendo la luz sobre una superficie mayor.
- \* Lograr una aproximación satisfactoria a la luz blanca, considerando como ideal una aproximación a la luz solar media.
- \* Eliminación de toda sombra, proporcionando el nivel de iluminación correcto en todos los puntos de la planta.

5.1. 10.2 Temperatura: Se debe mantener una temperatura media constante de 21 °C, ya que si el cuerpo humano se expone a temperaturas mayores, la transpiración generada ocasiona

na una deshidratación y puede alterar el equilibrio normal de los líquidos del organismo, trayendo como resultado, fatiga y calambres por el calor que ocasionan a su vez una disminución en la producción e incremento en la cantidad de errores. De igual forma en caso de existir temperaturas menores originan también pérdida en la producción.

Conservando en lo posible este nivel de temperatura se reducirán al mínimo las pérdidas en la producción.

**5.1.10.3 Ventilación:** Una ventilación adecuada produce incrementos en la producción, seguridad y ánimo del personal operativo en los sitios de trabajo. Cuando el nivel de humedad en el aire aumenta, el enfriamiento por medio de la evaporación decrece rápidamente, reduciendo la capacidad del organismo para poder disipar el calor; estas condiciones provocan que se acelere el ritmo cardíaco, que se eleve la temperatura del cuerpo y una lenta recuperación después de las labo

res.

Los polvos, humos, vapores y gases irritantes y nocivos, generados por los diversos procesos industriales, constituyen uno de los más graves peligros que deben afrontar los trabajadores. Se pueden evitar utilizando los medios adecuados como:

- Sistemas de escape o extracción.
- Aislamiento total del proceso.
- Dispositivos humedecedores o de absorción.
- Protección completa del personal operativo por medio de equipo individual de respiración.

#### 5.1.10.3 Ruido:

Tanto los ruidos estridentes como los monótonos fatigan al personal; ruidos intermitentes o constantes tienden a alterar emocionalmente al trabajador, dificultando que realice un trabajo con calidad.

Para disminuir estas consecuencias se pueden pensar aislar acústicamente el equipo que origina el ruido, encerrando

toda o una parte de la instalación de trabajo en un recinto aislado, o bien emplear equipo de protección personal como tapaoídos, orejeras, etc., que atenuan ruidos hasta de grandes niveles.

5.1.10.4 Orden y Limpieza: El tener un adecuado programa de cuidado y conservación en la planta:

- Disminuye los peligros de incendios.
- Reduce accidentes.
- Conservará el espacio de trabajo.
- Mejora el ánimo del personal.

Este programa podría comprender distintos puntos como:

- Cada obrero solo debe tener el material necesario para su operación en su lugar de trabajo.
- Para áreas como pasillos, bodegas, patios y escaleras designar personal que se encargue de la limpieza y de examinarlos periódicamente para cerciorarse de que estén libres de obstáculos, en el mejor estado posible y de que no existan sustancias aceitosas u otras semejantes que originan tropiezos, caí-

das o resbalones.

5.1. 10.5 Equipo de protección personal: Comprende gafas o anteojos, caretas, cascos, delantales, chaquetas, pantalones especiales, perneras, guantes, zapatos y equipo respiratorio. - Se debe establecer para cada operación, según su riesgo, el tipo de equipo que debe utilizar el operario.

Debe de contarse además con un dispensario de primeros auxilios bien equipado para atender a personas accidentadas o enfermas hasta que se disponga de una atención médica, así como de una persona que sepa aplicarlos.

5.1. 10.6. Aparte de todos los aspectos anteriores, no está por demás incluir otras medidas necesarias para mejorar las condiciones de trabajo y seguridad:

- Capacitación del personal operativo en el manejo correcto y seguro de las máquinas y herramientas.
- Proporcionar las herramientas adecuadas para el trabajo que se va a desempeñar, y mantenerlas en condiciones de seguridad.
- Asegurar el uso y mantenimiento de los medios de protección y las prácticas de seguridad necesarias.

- Empleo de colores y señales luminosas para identificar las áreas de la empresa que requieren mayor precaución. Se pueden utilizar: el rojo para casos de extremo peligro, el amarillo para precaución y el verde para simbolizar la seguridad o paso libre.

#### 5.1.11. SUPERVISION.

No existe la suficiente supervisión para controlar la falta de responsabilidad de los trabajadores, o en su caso, el descuido de los mismos. Se detectó que la falta de supervisión trae como consecuencia una baja calidad. Es necesario dividirla en dos; una persona se puede encargar del área de materiales, regenerado y mezclado, y otra que se ocupe de laminado y vulcanizado. Estas dos personas tendrán que reportar directamente al gerente de producción.

#### 5.1.12. MANTENIMIENTO.

Se debe introducir el mantenimiento de tipo preventivo, que es el correctivo utilizado actualmente, evitando con esto paros imprevistos y prolongados en la producción, para hacer su reparación.



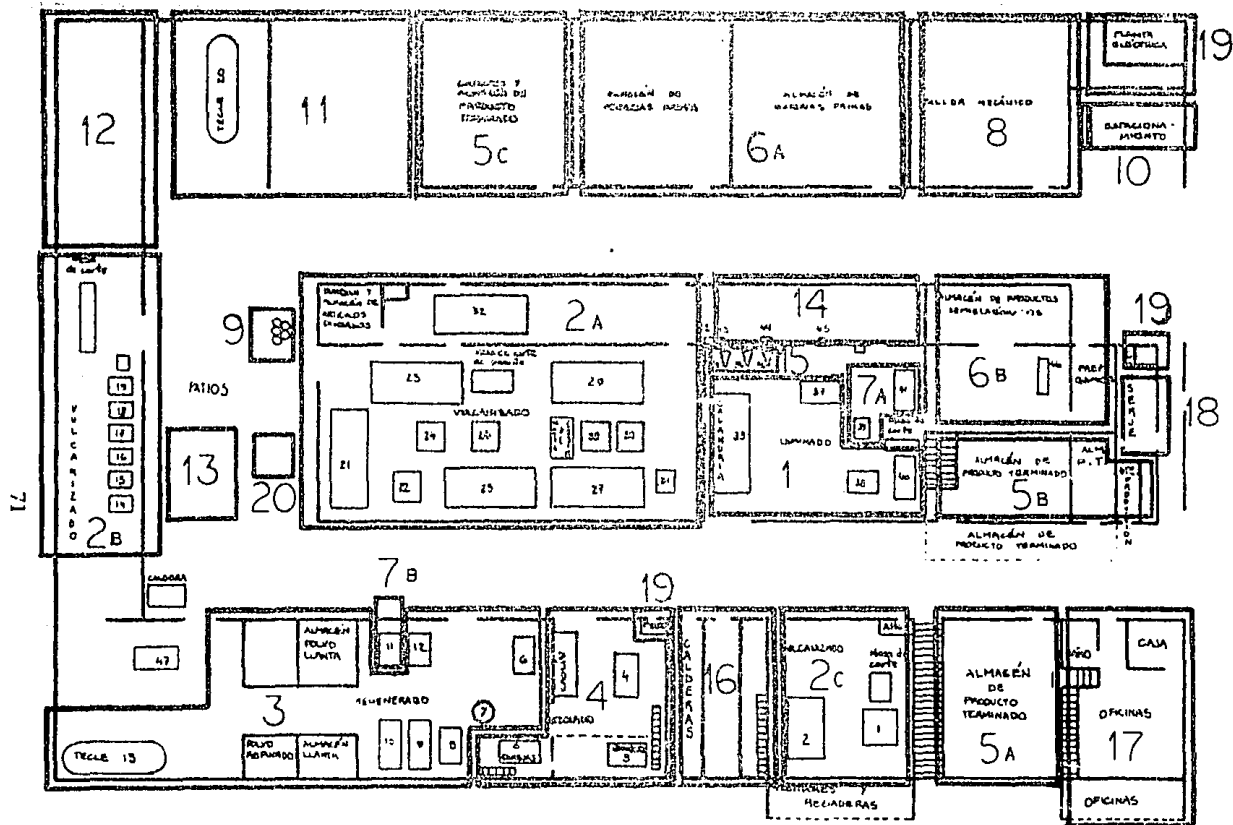
## CAPITULO 6

### DISTRIBUCION OPTIMA Y SU ADAPTACION.

El principal objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta, es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseado, con la calidad también deseada y al menor costo posible. Por esto, la distribución del equipo es un elemento importante de todo un sistema de producción.

La distribución ideal minimizaría el costo total o a largo plazo, de la actividad de la planta. Esto influye no solo en los costos afectados por la distribución de la planta, sino también en un amplio número de costos a considerar que no pueden pasarse por alto. Algunos de los más importantes a considerar, son los siguientes:

- \* **Transporte de materiales:** Es el costo que resulta directamente afectado por la distribución de la planta. Para minimizarlo, se le debe proporcionar a la planta transporte mecanizado que sustituya al manual en la medida de lo posible.
- \* **Redistribución y Expansión:** Prever futuros cambios en la distribución, ya sea por expansión o por revisión de ésta, incluyendo instalaciones eléctricas, agua y drenaje.
- \* **Uso económico del piso:** Es la minimización de distancias entre máquinas y los espacios necesarios de los equipos.
- \* **Seguridad:** Las condiciones de trabajo sin seguridad cuestan dinero a la empresa. Una reputación de condiciones peligrosas puede crear problemas sindicales y laborales, etc.



PLANO 6.1 DIVISION DE AREAS.

El tipo de distribución que más se adapta a la producción de esta planta, es por proceso, ya que éste marca el camino que deben seguir los materiales hasta salir como producto terminado.

#### 6.1. ANALISIS POR AREAS.

La planta ha sido dividida en distintas áreas por su operación para facilitar su análisis: Plano 6.1

Area 1	Laminado
Area 2	Vulcanizado
Area 3	Regenerado
Area 4	Mezclado
Area 5	Almacén de Producto Terminado
Area 6	Almacén de Materia prima
Area 7	Triturado de Cuerda
Area 8	Taller
Area 9	Depósito y Corte de Asfalto
Area 10	Estacionamiento
Area 11	Desperdicios
Area 12	Libre
Area 13	Patío de Desperdicios
Area 14	Libre
Area 15	Suaje de Tacones y Tratado de Microporosa

Area 16	Calderas
Area 17	Oficinas
Area 18	Portería
Area 19	Sub-estaciones
Area 20	Corte de Cuerda

### 6.1.1. AREA 1 - LAMINADO.

En esta área se encuentran los molinos, en los cuales se le dá al material el espesor y la homogeneidad adecuados para la vulcanización. Se cuenta con un molino para laminar lodera, dos para prelaminar pasillo y una laminadora de pasillo llamada "Calandrya". Dentro del área se encuentran dos trituradoras para cuerda, de las cuáles solamente una está en uso. Esto representa problemas de movimiento y congestión de materiales, ya que la distancia entre el área de corte de cuerda y la trituradora es considerable, y el espacio que ocupa tanto la máquina como el material, antes y después de ser trabajado, causa dificultades para las maniobras del área.

Para dar solución a este problema, las trituradoras deberán ser removidas, aprovechando este espacio para otro molino laminador ya adquirido.

### 6.1.2. AREA 2 - VULCANIZADO

- a) Area mayor de vulcanizado. Aquí se procesan las loderas -- grandes y medianas, y pasillo de medidas convencionales de 0.50 has 1.50 metros. El único problema es que hay prensas que no se utilizan, las cuáles dificultan el manejo de materiales. Retirándolas podría aprovecharse el espacio para situar centros de abastecimiento para todas las prensas, así como mesas de corte en los lugares apropiados.
- b) Vulcanizado de lodera chica y otros. Se cuenta con una línea de prensas automáticas que están prácticamente aisladas del proceso productivo. Una posible solución sería reubicarlas en el área de vulcanizado.
- c) Aquí es donde se trabaja el pasillo de mayores dimensiones (1.60 a 1.80 metros). No sería práctico incorporarlas al área mayor de vulcanizado ya que por su tamaño no tendrían suficiente espacio para una operación eficiente. Lo que podría hacerse sería proveer a ésta de una mesa de corte para evitar que el material tenga que ser llevado a cortar a otra área, -- siendo difícil el manejo del material de estas dimensiones.

### 6.1.3. AREA 3 - REGENERADO.

Es una de las áreas más grandes y que mayores cambios pueden hacerse. Existen máquinas en desuso que pueden ser retiradas aprovechando el espacio para mejorar el movimiento del área.

Esta parte del proceso podría linealizarse, disminuyendo el manejo de materiales y desorden del área, reubicando los depósitos de polvo de hule y regenerado, el molino de discos y mezcladora, y dos de los tres molinos de regenerado, dejando espacios libres para otras áreas.

#### 6.1.4. AREA 4 - MEZCLADO.

Consta de dos Bamburys ó mezcladoras, de las cuales sólo uno está en servicio, y un molino calentador. Por las dimensiones de éstas — máquinas es muy difícil removerlas, por lo tanto únicamente se pueden hacer cambios que faciliten su operación.

Debido a la carga de trabajo se ha pensado rehabilitar el bambury que no está en servicio, pudiendo así manejar una para pastas de color y otra para negras, ya que implica un desperdicio la limpieza de la máquina para cambio de pastas. El espacio que se desaloja del área de regenerado, será aprovechado para un almacén previo al mezclado.

#### 6.1.5. AREA 5 - ALMACENES DE PRODUCTO TERMINADO

Estos serán situados en los lugares más cercanos al área de vulcanizado y que presenten menor dificultad para su transporte.

#### 6.1.6. AREA 6 - ALMACENES DE MATERIA PRIMA

El área destinada para almacén de materias primas, es muy -

grande y está fuera de la línea productiva, por lo que se ha pensado en - reducir la y seccionarla para acercarla al proceso.

#### 6.1.7. AREA 7 - TRITURADO DE CUERDA

Existen dos trituradoras de las cuáles solamente una está en uso y un molino el cual también es común para trabajar la rebaba. Se trata de poner estos equipos en un solo lugar y donde les corresponde en el -- proceso.

#### 6.1.8. AREA 8 - TALLER

El área del taller no es suficiente para las actividades desarrolladas ni para las máquinas utilizadas. Esto trae como consecuencia de sorden y ries go en el movimiento del taller.

Se cuenta con un área junto que será desalojada y se aprovechará para hacer el taller más grande.

#### 6.1.9. AREA 9 - DEPOSITO Y CORTE DE ASFALTO

Esta área se encuentra a la intemperie, por lo que su manejo de pende de las condiciones ambientales.

De acuerdo al flujo de la línea de producción que se está estableciendo, el área destinada para esta operación será reubicada dentro del - proceso en el lugar que le corresponde.

#### 6.1. 10. AREA 10 - ESTACIONAMIENTO

Esta área resulta insuficiente para el personal y las visitas, -- por lo que se desalojará una parte destinada para desperdicios pudiendo -- así acondicionarla para cubrir esta necesidad.

#### 6.1.11. AREA 11 - DESPERDICIOS

Como ya se mencionó en el punto anterior, una parte de esta área se utilizará para estacionamientos, por lo que gran parte de estos desperdicios se pueden vender o darles alguna utilidad. Ya que el movimiento de esto es tardado, se dejará este al macén como temporal, para en un futuro ocuparla en cualquier otra actividad de la empresa.

#### 6.1. 12. AREA 12 - LIBRE

Actualmente esta área se encuentra ocupada por máquinas en de uso y otros objetos desechados, éstos podrán ser manejados como en el punto anterior y aprovechar esta área para incorporar un al macén de ma terias primas de acuerdo al flujo productivo establecido.

#### 6.1. 13 AREA 13 - PATIO DE DESPERDICIOS

Esta área se encuentra ocupada por materia prima que dejó de usa rse hace mucho tiempo, por lo que da un mal aspecto y ocasiona pro blemas de circulación de vehículos en esta zona.



Limpiando este patio y pavimentándolo quedaría un área suficiente para maniobras de carga y descarga.

#### 6.1. 14. AREA 14 - LIBRE

En la distribución actual esta área no tiene ninguna utilidad productiva, por lo que se pensó en acondicionarla como una pequeña área devulcanizado.

#### 6.1. 15. AREA 15 - SUAJE DE TACONES Y TRATADO DE MICROPO ROSA

Para mejorar el movimiento del área de laminado, estas máquinas serán removidas al lugar que les corresponde en su proceso.

#### 6.1. 16. AREA 16 - CALDERAS

El lugar que ocupan estas máquinas es el correcto dentro del flujo productivo, y debido a sus grandes dimensiones no podría pensarse en relocarlas; sin embargo podrían mejorarse las condiciones de trabajo realizando una limpieza y reacondicionando el área.

#### 6.1. 17. AREA 17 - OFICINAS

Las oficinas tienen una buena ubicación dentro de la empresa, ya que están fuera del área de producción, no teniendo así muchos problemas de ruido, polvo y humos.

6.1.18. AREA 18 - PORTERIA

Su ubicación es muy buena ya que está cerca de los accesos a la planta.

6.1.19. AREA 19 - SUB-ESTACIONES

Las condiciones en que se manejan estos equipos son las apropiadas y su ubicación es la conveniente.

6.1.20. AREA 20 - CORTE DE CUERDA

Al igual que el área de asfalto, también está a la intemperie. - Por lo tanto su manejo también está condicionado por las condiciones ambientales. Será reubicada dentro del proceso productivo.

De acuerdo con el análisis de todos los puntos anteriores, se ha concluido en que la nueva distribución será la siguiente. (Ver plano 6.2)

La numeración permanece igual a la de los planos anteriores, - por lo tanto, referirse a la lista de las páginas 38 y 39 para ver la relación de máquinas.

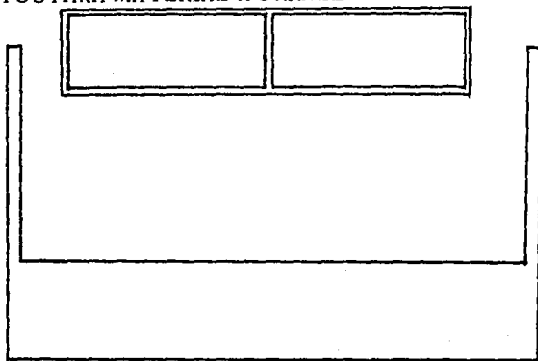


## 6. 2. ADAPTACION

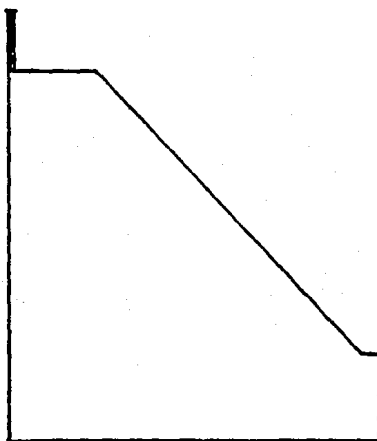
Los cambios más importantes que fueron llevados a cabo para la nueva distribución fuera del movimiento de las máquinas, son los siguientes:

- El área destinada para el almacén de químicos y su pesado deberá ser acondicionada como tal. Instalación de racks, mejoramiento del alumbrado y su mantenimiento en general.
- Para el polvo de hule se diseñó un depósito que facilita su manejo, y el abastecimiento de éste por medio de una compuerta en el muro a la altura de la plataforma de los camiones, reduciendo con esto el tiempo de descarga del material (ver figura 6.1.)
- Al igual que el depósito de polvo de hule, para la cuerda se diseñó lo mismo.
- Se ideó una pequeña máquina para cortar el asfalto y la cuerda, eliminando con esto el empleo de herramientas manuales. Consta de dos sierras que se mueven verticalmente en la misma dirección, pero en sentido contrario, y su respectiva protección contra accidentes (ver figura 6.2.)
- Para facilitar la carga y descarga del tecele se colocarán unas vías para que los carritos puedan circular fácilmente hacia el nuevo depósito de regenerado. De esta manera se puede reducir la gente que trabaja en esta operación.
- En el depósito de regenerado, se abrió el muro para que los carros -

FIGURA 6.1.  
DEPOSITOS PARA MATERIAL A GRANEL.

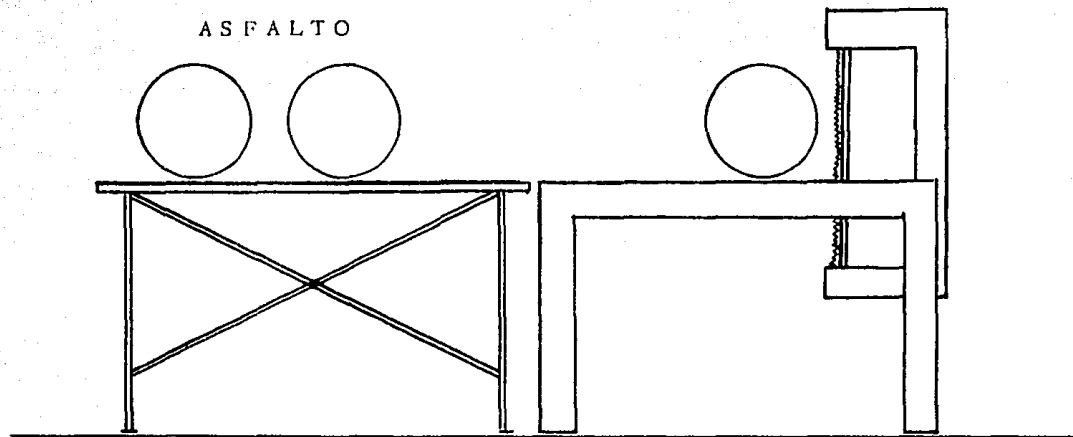


VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

FIGURA 6.2.



DISPOSITIVO PARA CORTAR ASFALTO O CHAPOPOTE

R3

- puedan entrar hasta el fondo, para facilitar su descarga. Este depósito ya existía, solo hay que derribar un muro para ampliarlo, dejando la altura del muro a una medida conveniente, y limpiando el área de todos los desperdicios que ahí se encontraban. Se levantará un pequeño muro para evitar que el material se esparza en las vías (Ver figura 3)
- Para la rebaba se acondicionará el depósito que ya existía en ese lugar utilizando solamente la mitad, dejando el espacio libre para cualquier otra necesidad de la empresa.
  - Para la alimentación de los bamburys se ampliará la escalera de acceso, así como la puerta que comunica ambas máquinas para que tengan material oportunamente.
  - Si reparar los pisos resulta incosteable, se pensó en instalar una vía -- que comunique el área de mezclado con el de laminado. Con esto se evita el mal manejo del material, posibles accidentes y pérdidas de -- tiempo.
  - Para mejorar la circulación de el área de laminado con vulcanizado se ampliará la puerta que las divide, evitando congestionamientos y maltrato de los materiales.
  - Debido a que el taller será ampliado, se retirará el muro que divide -- esas secciones, cerrando una de las puertas y agrandando la otra para facilitar el manejo de piezas de grandes dimensiones.
  - El departamento de producción se extenderá ocupando el área que pertenecía a químicos, dejando un acceso hacia la planta y otra hacia las -- oficinas.

- En general se diseñarán distintos carritos para el manejo de los materiales dentro de la planta (ver figuras 6. 4 a 6.7.)



FIGURA 6. 3.

SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE L. TECLE

86

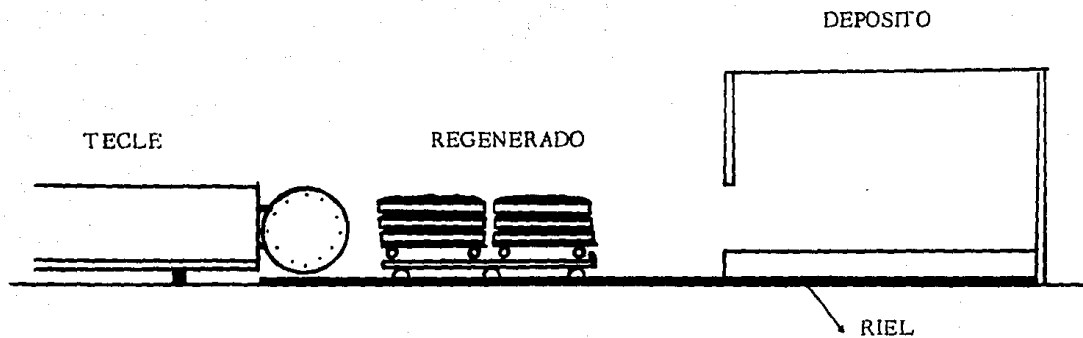


FIGURA 6.4.

CARRO PARA TRANSPORTAR LODERA Y PASTAS LA MINADAS.

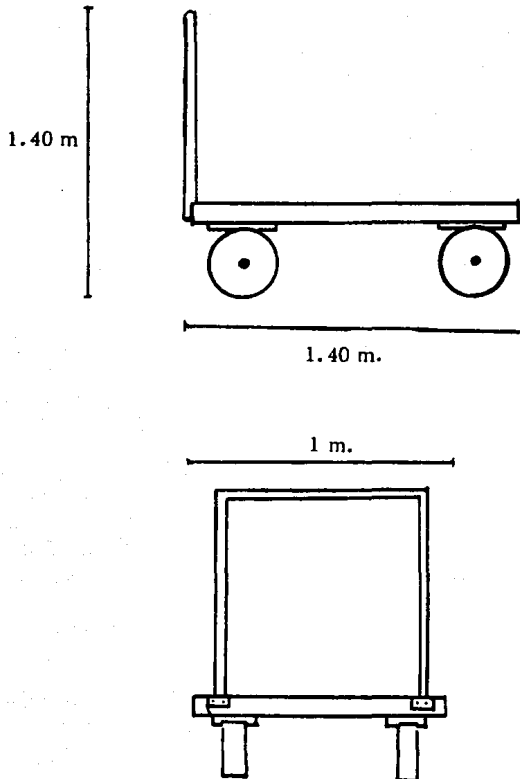


FIGURA 6.5.

CARRO PARA TRANSPORTAR PASILLO HASTA DE 1 m. DE ANCHO

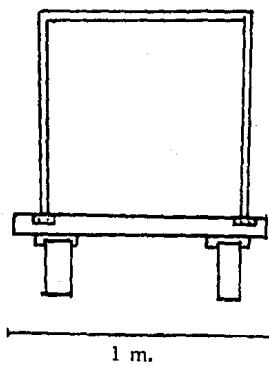
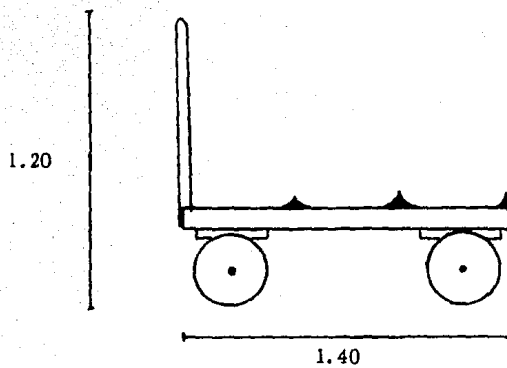


FIGURA 6.6

CARRO PARA TRANSPORTAR CUERDA, ASFALTO Y HULE SINTETICO

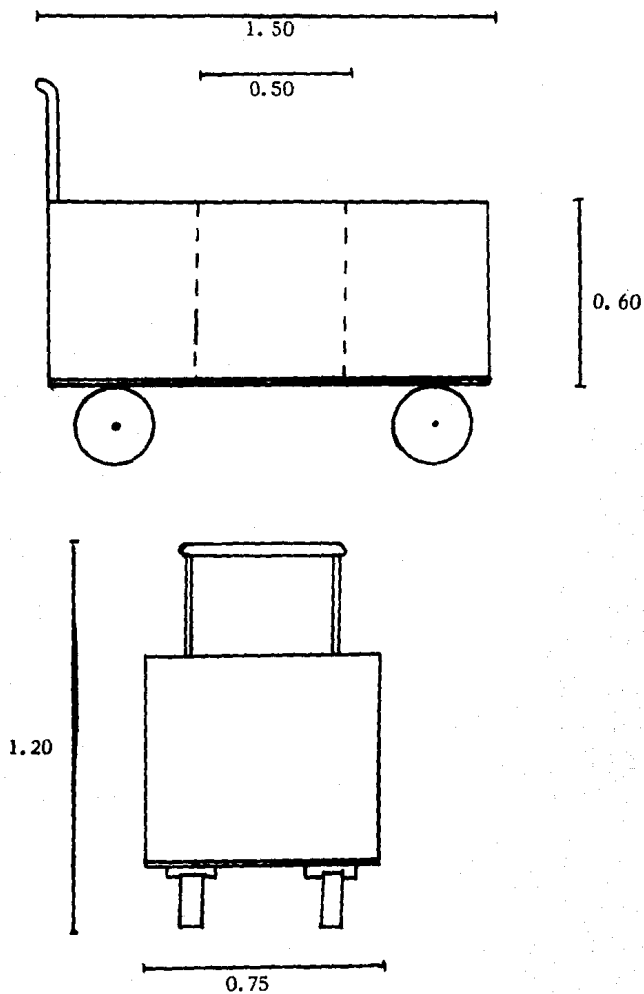
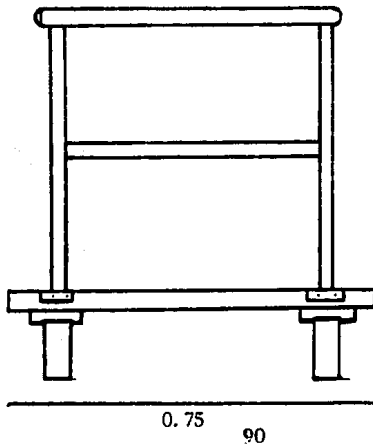
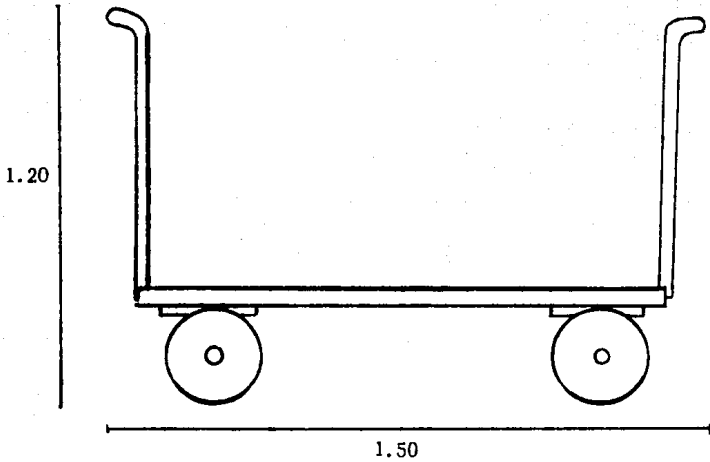


FIGURA 6. 7

CARRO PARA TRANSPORTAR PASTAS SIN LAMINAR



## CONCLUSIONES

El aplicar el método de la ruta crítica a este proceso productivo sirvió para identificar las operaciones particulares que tenían problemas de localización y manejo de materiales. De hecho solo algunas de éstas pudieron ser modificadas en la medida de lo posible.

Los cambios sugeridos se enfocan directamente a problemas de transporte y manejo de materiales, ya que el modificar las operaciones o la maquinaria no era el objetivo de este estudio. Y con respecto a la distribución solo se movieron las máquinas que no ofrecían muchas dificultades para su traslado.

La distribución óptima que se obtuvo puede dar los siguientes resultados:

- **Uso económico del piso:** Se aprovechan muchos espacios sin uso, para juntar operaciones disgregadas.
- **Flujo del proceso:** Se logra linealizar el proceso; disminuyendo en gran parte los grandes transportes y tiempos muertos.
- **Apariencia de la Planta:** Se mejora el aspecto, con el diseño de depósitos para material que antes estaba regado, y se retiran las máquinas que no se utilizan.

- Manejo de Materiales: Se diseñaron dispositivos y carros especiales para cada operación que lo requería y se instalaron rieles para solucionar el problema del mal estado de los pisos. - Disminuyendo en gran parte el esfuerzo físico de los obreros - y el mal trato a materiales y productos.
- Areas Libres: Al desalojar algunas áreas que están ocupadas por maquinaria no utilizada o por material acumulado sin uso, quedan disponibles espacios libres los cuales podrían ser utilizados para posibles expansiones futuras.
- Se logra con la nueva distribución que el área de taller quede más amplia, aspecto muy importante ya que la misma empresa se encarga de hacer sus moldes y reparaciones a sus máquinas.

En función de los cambios anteriores se logra aumentar la productividad de la planta.

Gracias al empleo de la ruta crítica, se detectaron problemas que normalmente no hubieran surgido, y nos permitió elaborar este estudio siguiendo un orden lógico de análisis.

BIBLIOGRAFIA.



1. - METODO DEL CAMINO CRITICO  
Catalytic Construction Company  
Editorial Diana.
  
2. - INICIACION AL METODO DE L CAMINO CRITICO  
Agustfn Montaño  
Editorial Trillas.
  
3. - INGENIERIA INDUSTRIAL . ESTUDIO DE TIEMPOS Y  
MOVIMIENTOS  
Benjamfn W. Niebel  
Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.
  
4. - MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL  
H. B. Maynard  
Editorial Reverté, S. A.
  
5. - INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL  
Richard C. Vaughn  
Editorial Reverté, S. A.