

308917

26

2ej.



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

"MEJORAMIENTO DE LA DISTRIBUCION  
DE AREAS Y MAQUINARIA EN UNA  
PLANTA INYECTORA DE PLASTICOS"

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A:

PABLO SALAS CACHO

REVISOR: FIS. MARIANO ROMERO VALENZUELA.

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F. 1991



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.

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: DISTRIBUCION ACTUAL DE LA PLANTA	
a) Partes de la Planta Inyectora de Plásticos y función de cada una de ellas.....	3
b) Distribución actual.....	13
c) Problemas existentes.....	23
d) Factores a tomar en cuenta para la distribución....	26
CAPITULO II: SISTEMAS DE DISTRIBUCION	
a) Introducción.....	30
b) Planeación Sistemática de la Distribución (SLP)....	31
c) Distribución de Planta y Manejo de Materiales.....	44
CAPITULO III: IMPLEMENTACION DE LA DISTRIBUCION	
a) Implementación.....	53
b) Partes de la nueva distribución.....	57
c) Costos generales de la distribución.....	67
CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	72
APENDICE.....	73

## INTRODUCCION

El objeto de este proyecto es el de solucionar, en forma adecuada, el problema de distribución de una Planta Inyectora de Plásticos que existe en la actualidad. ya que uno de los factores más importantes, para el éxito de toda industria, es el de contar con una buena distribución.

Antes de iniciar este análisis, será necesario conocer que dicha planta, se encuentra dividida en dos naves separadas por un muro, que cuenta con una pequeña puerta para comunicarse entre sí. Esto se debe a que una de estas naves pertenecía a otra Empresa, que al quebrar, se la vendió a la planta inyectora. Al adquirirla, lo único que hicieron los dueños, fue cerrar la puerta que daba a la calle y abrir la ya mencionada puerta para comunicar las naves.

Esta se compró, con el objeto de tener mayor espacio, para poder distribuir mejor las máquinas, pero como no se siguió un plan determinado, ocasionó que tanto el encargado de surtir el material para las máquinas, como el jefe de producción, tuvieran que hacer un recorrido mayor por la planta.

A pesar de contar ahora con mayor espacio surgieron estas dificultades:

- Mayor tiempo de recorrido.
- Amontonamiento de material.
- Menor supervisión, para una de las naves.
- Falta de coordinación entre obreros.
- Espacio fijo para selección y rebabeo de piezas.

Para resolver dichos problemas será necesario:

1) Conocer la planta inyectora, así como sus partes y funciones.  
Esto facilitará las cosas para llegar a una solución.

2) Tomar en cuenta los factores:

- Económico: Escasos recursos.
- Espacio: Mucho para máquinas poco para almacen.
- Obrero: Poco rendimiento debido a la distancia entre máquinas.
- Circulación: Tanto del personal como del aire.

3) Conocer los sistemas de distribución que se utilizarán, como ayuda, para resolver este proyecto.

- a) Planeación sistemática de la distribución (S.L.P.):  
Ayuda a encontrar los problemas existentes y el como atacarlos. Utiliza los factores de: Producto, Cantidad, Ruta, Servicio y Tiempo.
- b) Distribución de planta y manejo de materiales:  
Planea la relación de actividades.

4) Conocer los pasos a seguir para la implementación de la distribución que se sugiere y el plano final.

5) Por último conocer los costos generales que se refieren a la adquisición de materiales para la instalación de las máquinas y otros.

## CAPITULO I

### DISTRIBUCION ACTUAL DE LA PLANTA Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES

Antes de comenzar con la distribución actual de la planta de inyección y los problemas existentes, es necesario saber de qué partes consta una y cómo funciona cada una de ellas.

Una planta de inyección consta de:

- 1) Almacén de materias primas.
- 2) Cuarto de pigmentación.
- 3) Cuarto de horneado.
- 4) Area de inyección:
  - Torres de enfriamiento.
  - Cisterna.
  - Compresoras.
- 5) Taller de moldes.
- 6) Almacén de moldes.
- 7) Taller de mantenimiento.
- 8) Area de selección y rebabeo de piezas.
- 9) Cuarto con molino.
- 10) Almacén de producto terminado.
- 11) Oficina de producción.
- 12) Oficina de diseño de moldes.
- 13) Bodega para almacenar material plástico que no se usa.
- 14) Oficina del Gerente de planta.

1) Almacèn de materias primas: En este se guarda todo el material a utilizar para la inyección como es: el polietileno, estireno, ABS (Acrilonitril-Butadieno-Estireno), polipropileno, del Rhin, etc., y los pigmentos que se utilizan en el cuarto de pigmentación.

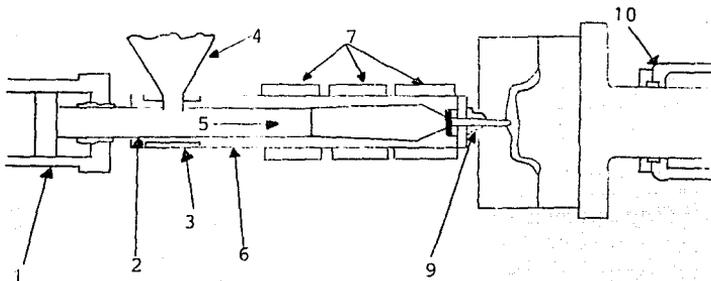
2) Cuarto de pigmentación: Es en donde se le da color al material, poniendo el material virgen (que generalmente vendrà de color blanco o transparente) y el pigmento (del color deseado) en un tambor (barril giratorio), para que se mezclen los dos y salga un material de color uniforme. A veces se necesita del horno para mezclarse mejor, ya que existen ciertos materiales que no alcanzan a mezclarse solo con el tambor. El horno hace que se ablande un poco el material para que alcance a mezclar bien con el pigmento.

3) Cuarto de horneado: Es esencial que se encuentre muy cerca o en el mismo cuarto de pigmentado. Aquí se mete el material al horno para acabar de mezclar el material con el pigmento, como ya se dijo, en el cuarto de pigmentación, y para extraerle la humedad a ciertos materiales, no todos lo necesitan, ya que si se inyectara tal como viene, las piezas podrian salir con burbujas de aire atrapadas dentro de la misma o también podria salir la pieza con partes quemadas.

4) Area de inyección: Aquí es en donde se encuentran las máquinas inyectoras. Es el espacio más grande de la planta, debido a que muchas máquinas son muy grandes y también a que es el área de mayor movimiento de materiales y obreros.

Una màquina inyectora consta de las siguientes partes:

Figura No. 1



- 1) Cilindro hidràulico.
- 2) Pistòn.
- 3) Zona de refrigeraciòn.
- 4) Tolva.
- 5) Presiòn de inyecciòn.
- 6) Cilindro de calefacciòn.
- 7) Zonas de calefacciòn.
- 8) Cañòn.
- 9) Boquilla.
- 10) Cilindro de cierre.
- 11) Tablero de controles.
- 12) Husillo.

Cuando se empieza a calentar la máquina se puede ir poniendo el molde que se va a usar para la inyección, y así aprovechar el tiempo ya que la puesta del molde es muy tardada y dificultosa.

Los moldes algunas veces se ponen mucho antes de que se caliente una máquina, por ser un problema su instalación.

Para poder inyectar se necesita, primero calentar la máquina, esto es prenderla y mover el cañón hasta que pegue con el molde, una vez pegado se recorre el husillo, ( que es como un tornillo grande por el cual se introduce el material al molde), de atrás hacia adelante para que el aceite vaya lubricando la rosca del husilo.

Después de aproximadamente 30 minutos de que se prendió la máquina, ésta se alimenta de material, ya pigmentado, por la tolva para que caiga directamente al husillo. Luego se cierra el molde con la presión requerida y se comienza a inyectar, variando cada vez la temperatura, velocidad y presión de inyección dependiendo si la pieza sale con rebaba, incompleta o deforme.

Al quedar ajustada la máquina se procede a medir el ciclo de inyección, que es el tiempo que tarda en salir una pieza desde que cierra el molde, inyecta el material y abre para expulsarla.

La máquina inyectora se puede trabajar de manera : manual, automática o semi-automática, según lo requiera cada pieza.

Un obrero puede manejar hasta 4 máquinas juntas, esto dependerá de dos cosas:

- 1) La habilidad del obrero y experiencia.
- 2) Del tipo de pieza que se maneje en cada máquina.

- TORRES DE ENFRIAMIENTO: Estas son necesarias para enfriar el agua que se utilizò para enfriar los moldes, durante la inyección, ya que el agua sale caliente y se quiere utilizar de nuevo para ahorrar agua y aprovecharla mejor.

- CISTERNA: Es muy importante ya que se maneja mucho volumen de agua, se necesitan tener dos, para esta empresa, con el fin de que se trabaje con una mientras que a la otra se le da mantenimiento.

- COMPRESORAS: Son las máquinas que obtienen el aire para mandarlo a lugares específicos, que serían:

- 1) El taller de moldes para sopletear las piezas rebabeadas o cortadas y la basura que traen los moldes.

2) El àrea de inyecciòn en donde se usa para la limpieza de las màquinas.

3) El àrea de ensamble que sirve para sopletear las piezas para quitarles toda la basura y mandarlas muy limpias.

5) Taller de moldes:Aquì es en donde se hacen los moldes cuando el cliente lo pide. Ademàs se les dà mantenimiento a los moldes que se tienen si no llegaron a funcionar correctamente durante la inyecciòn.

6) Almacèn de moldes:Es en donde se guardan los moldes, fabricados o que el cliente entrega, cuando no se estàn utilizando.

7) Taller de mantenimiento:Este le dà servicio a las màquinas, cuando así lo requieran, y si se llegara a descomponer algo en la planta u oficinas tambièn lo arregla.

Ademàs si se necesita la adaptaciòn de un equipo en especial o el diseño de uno tambièn se encargan en el taller de mantenimiento.

8) Area de selecciòn y rebabeo de piezas:Aquì se hace la selecciòn y rebabeo de piezas que así lo requieran. Esto se debe a que algunas piezas no salen desprendidas de su colada, y hay que desprenderlas, a otras les queda un poco de rebaba -flash o sobrante de material-, y hay que quitàrsele con una charrasca -cuchillo para hacer el rebabeo-, y por ùltimo, a veces salen piezas defectuosas y por eso hay que seleccionarlas -escogerlas-.

9) Cuarto del molino:Es en donde se muele el material defectuoso, incompleto y la colada que queda despuès de la inyecciòn. Esta màquina o molino las tritura hasta hacerlas casi del tamaño de los pellets de la materia prima.

Se muele el material para que se pueda volver a utilizar y así tener la menor pèrdida de material y la mayor utilizaciòn del mismo.

10) Almacèn de producto terminado:Aquì se guarda, se empaça y se lleva a cabo el control de calidad final, despuès de haber pasado por la inyecciòn, la selecciòn y el rebabeo de todas las piezas.

11)Oficina de producción: En esta oficina se encuentra el jefe de producción, que es el que maneja las tablas de productividad de cada obrero y las muestras de cada pieza que se está fabricando.

Todos los días se toma una muestra de las piezas en producción y se checa con la que se tiene en la oficina para cubrir las especificaciones dadas.

12)Oficina de diseño de moldes: Aquí es en donde se diseña un molde según las especificaciones que el cliente quiere. El diseño es manual ya que no se cuenta con una computadora para que ayude a hacer el diseño.

13)Bodega para almacenar material plástico que no se usa: Aquí se guardan todas las partes o partes molidas de plástico que no se piensan usar por el momento, esto se debe a que ese material no puede ser utilizado para las nuevas piezas que se van a inyectar por tener una pigmentación distinta, por ser de otro material, o tener partes de otro material que podrían dañar a la boquilla de la inyectora o a la misma pieza ya que no saldría igual a como se pide.

Este material puede ser vendido a otras empresas que se interesen en él o utilizarlo en una pieza que no tenga mayor problema para que se inyecte, esto se hace generalmente cuando el cliente quiere una pieza más barata sabiendo que es con material de desperdicio.

14) Oficina del Gerente de planta: Desde esta oficina el Gerente domina todo lo que se hace en la planta, para llevar un mejor control de ella.

Aquí se lleva el plan de trabajo de los obreros para poderlos asignar a las máquinas en la que ellos tengan mejor desempeño, también se hace el estudio de mejores opciones de inyección así como programar la producción para cada máquina y obrero según la pieza que se esté haciendo.

Además se le informa a la oficina central las distintas dimensiones que se tienen entre platinos de cada máquina, para que puedan saber si cabe o no el molde que traiga cualquier cliente que quiera que se le hagan piezas.

## DISTRIBUCION ACTUAL DE LA PLANTA

Despuès de haberse explicado brevemente todo lo que necesita una planta inyectora y su procedimiento para la elaboraciòn de piezas de plàstico, proseguirè con la distribuciòn actual de la planta.

### Partes de la planta:

#### Primer piso

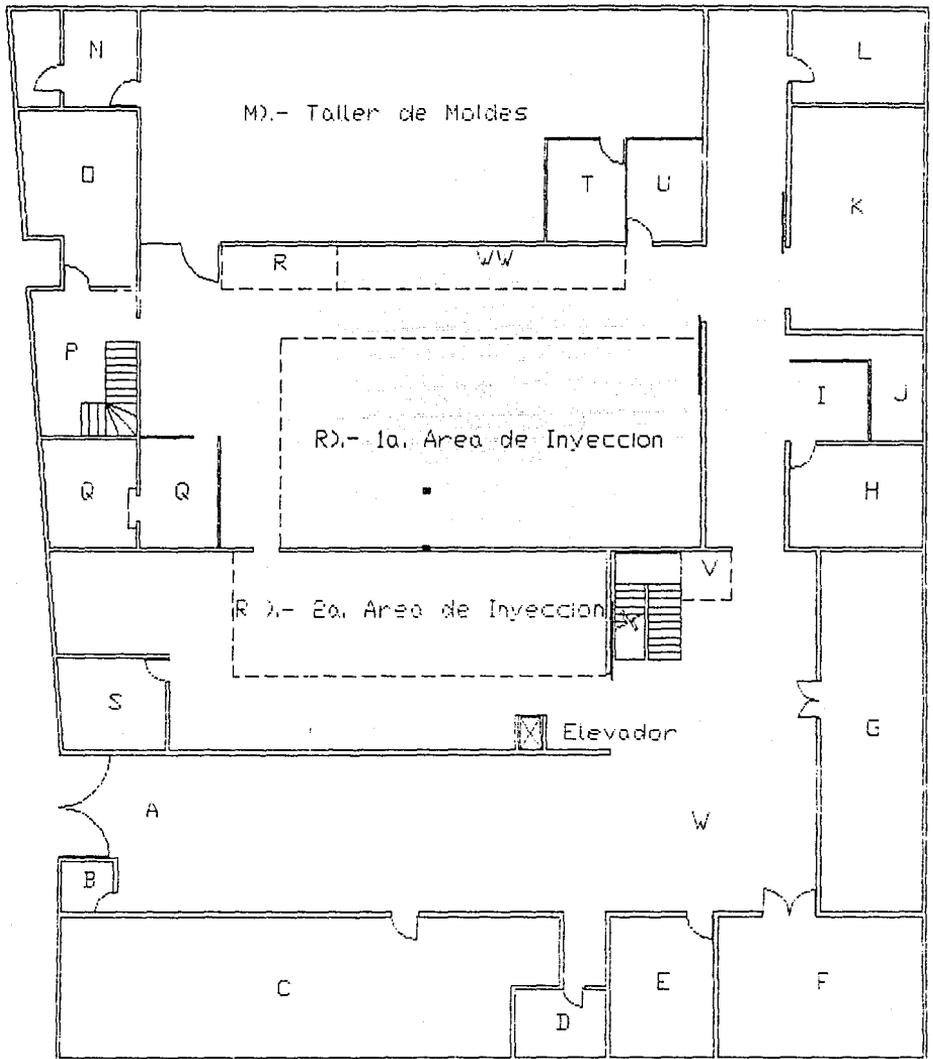
- A) Entrada principal.
- B) Caseta de vigilancia.
- C) Oficinas.
- D) Baño mujeres.
- E) Comedor.
- F) Almacèn de materias primas.
- G) Pigmentaciòn y hornos.
- H) Molino.
- I) Area de piezas para ser molidas.
- J) Area de tanques de petròleo que utilizan los hornos.
- K) Almacèn de producto terminado.
- L) Subestaciòn.
- M) Taller de moldes.

- N) Taller de mantenimiento.
- O) Almacèn de moldes.
- P) Escaleras para subir al segundo piso y entrada al taller de moldes.
- Q) Baño hombres.
- Q`) Vestidor.
- R) Area de inyección (1a).
- R`) Area de inyección (2a).
- S) Oficina producción.
- T) Cuarto de herramientas del taller de moldes.
- U) Oficina sin uso.
- V) Area de compresoras.
- W) Area de carga y descarga.
- WW) Area de rebabeo, selección y ensamble de piezas.

Segundo piso

- X) Oficina Jefe taller de moldes.  
Oficina Gerente de planta.  
Oficina de diseño de moldes.
- Y) Baño hombres.
- Z) Baño mujeres.
- ZZ) Bodega para almacenar material plástico.

Figura No.2

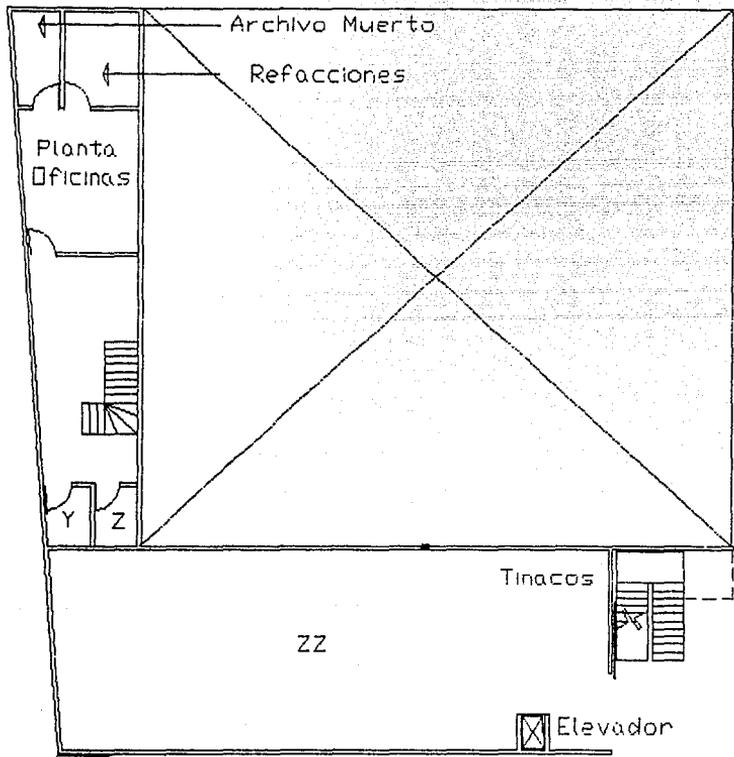


Distribucion General

Planta Baja

Esc. 1:200

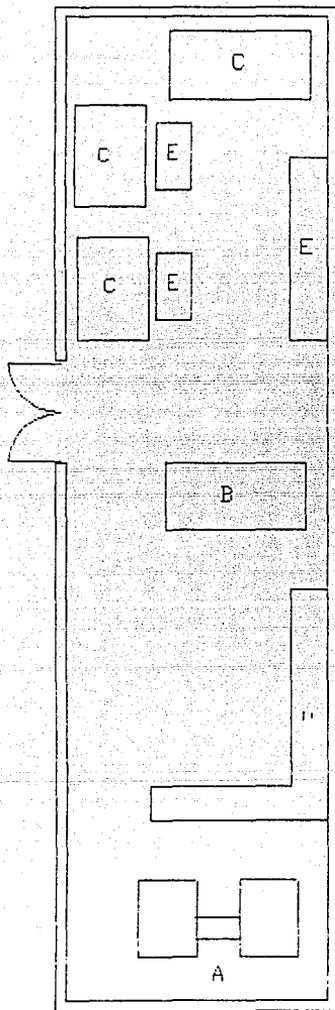
Figura No 3



Distribucion General

Planta Alta  
Esc. 1:200

Figura No.4

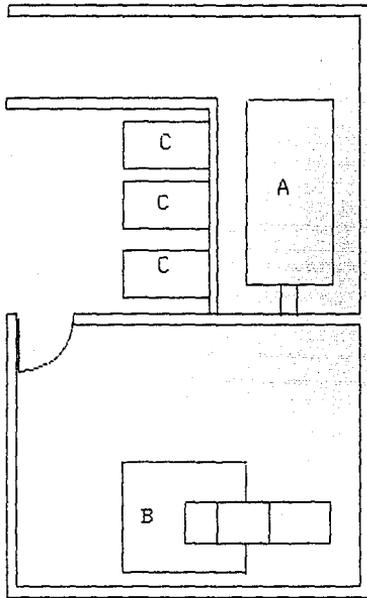


- A).-Tambor Pigmentador
- B).-Mesa de Pigmentacion
- C).-Hornos
- D).-Repisas
- E).-Mesas de Enfriado de Material

Distribucion Cuarto de Pigmentacion Y Hornos

Esc. 1:75

Figura No.5



A)-Tanque de Petróleo

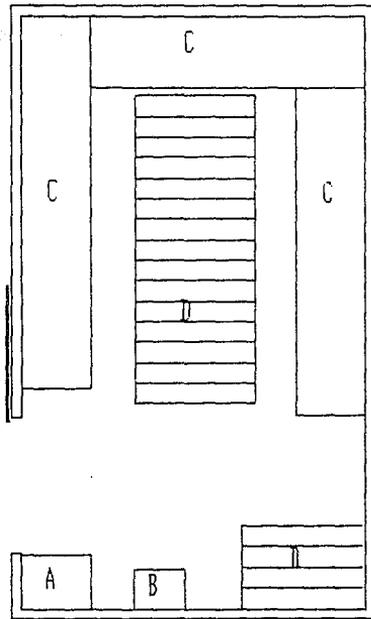
B)-Molino

C)-Cajas con Material para Moler

Distribucion Molino, Area de Piezas a Moler y Tanque de Petróleo

Esc. 1:75

Figura No.6



A).-Escritorio del Encargado

B).-Bascula

C).-Repisas

D).-Tablones de Madera

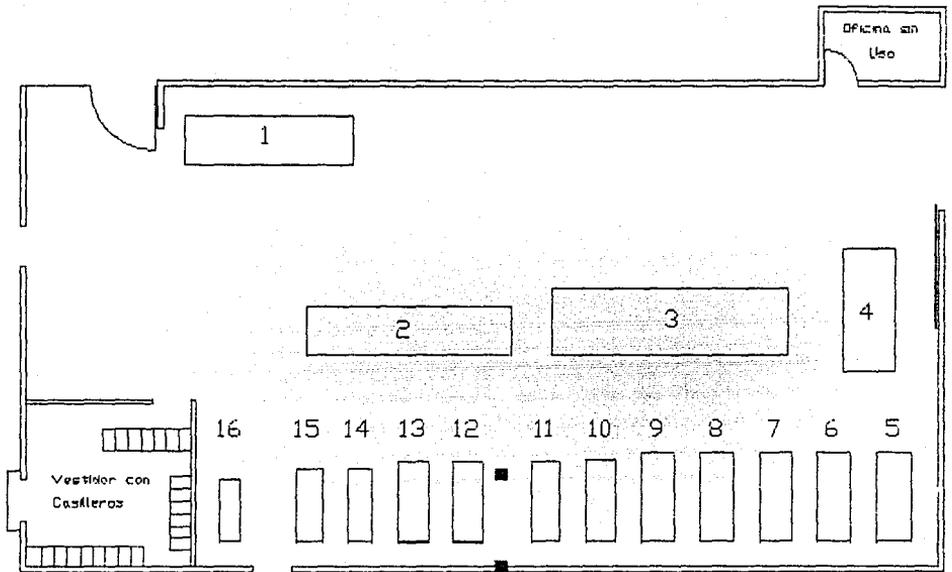
Distribucion del Almacen de Productos Terminados

Esc. 1:75

La numeraci3n de las m3quinas es la siguiente:

- 1) Boy 80 T2
- 2) Battenfeld 4
- 3) Pic
- 4) All 221
- 5) All 200 - 1
- 6) All 200 - 2
- 7) All 200 - 3
- 8) Boy 1
- 9) Boy 2
- 10) All 150 - 1
- 11) All 150 - 2
- 12) All 150 - 3
- 13) All 150 - 4
- 14) All 100 - 1
- 15) All 100 - 2
- 16) Mini
- 17) Boy 3
- 18) Stubbe 3
- 19) Stubbe 1
- 20) Stubbe 2
- 21) Battenfeld 2
- 22) Battenfeld 3

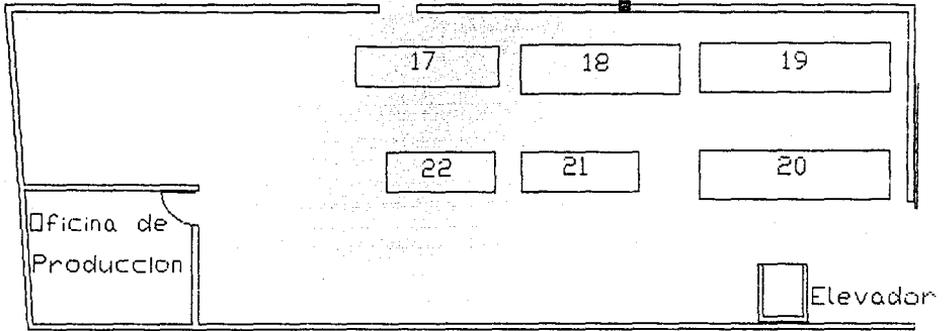
Figura No.7



1a. Area de Inyeccion

Esc. 1125

Figura No.8



2a. Area de Inyeccion

Esc. 1:125

## PROBLEMAS EXISTENTES

El cuarto de pigmentación se encuentra lejos de la primera (1a) sección de inyección y esto hace que camine más el que se encarga de llevar el material.

El rebabeo y la selección de piezas se hace en unas mesas junto a las máquinas , provocando el que haya poco espacio para llevar a cabo el flujo de materiales y el de obreros correctamente.

El almacén de producto terminado está lejos del área de carga. Es por esto que el encargado de cargar el camión con producto terminado recorre mucha distancia para poder hacerlo.

No está bien aprovechada el área de inyección, ya que las máquinas se encuentran mal distribuidas. Las máquinas están ocupando el área de dos naves cuando podrían caber perfectamente en una sola.

El cuarto de ensamble es demasiado pequeño, no hay espacio para trabajar cómodamente.

Los hornos están conectados a un tanque de petróleo y es imposible cambiarlos a otro sitio ya que saldría demasiado caro. Sólo se podrían cambiar de lugar o de área si a estos mismos

hornos se les hace un aditamento para cambiar su alimentación de petróleo a electricidad, Sería más constante la temperatura ya que la alimentación de electricidad es más regular que la de petróleo.

El espacio del almacén de productos terminados es muy pequeño, para el volumen que se maneja, y a veces hay que dejar parte de la producción en la la sección de inyección, junto a la oficina de producción, y esto también estorba para el flujo de materiales y causa un mayor recorrido tanto de materiales como de obreros.

Cuando se trabajan pocas máquinas a veces se tienen trabajando unas en una sección y otras en otra, es la causa de que algunos obreros tengan que ir de una sección a otra cuando los otros obreros se fueron a comer y dejan encargadas las máquinas en donde están trabajando.

El jefe de producción también tiene que ir de un lado al otro de las dos secciones y llega a ocurrir que cuando existe un problema en una sección en la que no esté en ese momento, cuando lo van a buscar los obreros que tienen el problema, no lo encuentran tan rápido y esto provoca daños a las máquinas y a los moldes, ya que tarda en llegar.

Por último se menciona un problema que aunque no es de distribución si afecta a que no se produzca como debe de ser y esto afecta a toda la planta y por lo tanto a la distribución.

Este problema es el no contar con una computadora en la oficina en donde se lleva a cabo el diseño de los moldes. Esto hace que el diseño sea más lento y además no ser tan exacto como se quiera ya que algunos moldes necesitan de una precisión demasiado exacta que no se le puede dar con sólo reglas y lápices.

## FACTORES TOMADOS EN CUENTA PARA HACER LA NUEVA DISTRIBUCION.

Para comenzar con la distribución juntè todos los factores para poderlos analizar uno a uno y hacer màs fàcil su resolución.

Uno de los primeros factores que se tomò en cuenta fuè el econòmico, porque al no ser una empresa grande no se tiene el capital necesario para hacer todos los cambios que uno quisiera para que quedara mejor la distribución.

En segundo lugar se tomò en cuenta el espacio que se tenia para hacer la distribución de las màquinas, en una sola secciòn de inyecciòn, ya que la otra secciòn se queria dejar para el ensamble, selecciòn y rebabeo de piezas.

En tercer lugar se tomò en cuenta las distancias que habia entre las àrea que estàn muy ligadas a la planta como son:

- Almacèn de materia prima.
- Cuarto de pigmentado.
- Cuarto de horneado.
- Almacèn de producto terminado.

Esto era para darle un mejor manejo al material y un menor tiempo de recorrido entre àrea y àrea.

El almacèn de materia prima no es tan necesario que estè junto al cuarto de hornos y pigmentaciòn, ya que todos los días por la mañana el encargado, de hornear y pigmentar el material, va al almacèn por todo lo que necesita en el día y ya no vuelve a ir en todo el día excepto cuando las circunstancias lo provoquen, generalmente se dan estas circunstancias cuando se va a inyectar un nuevo material.

En cambio el cuarto de horneado y pigmentado si deben de estar cerca del àrea de inyecciòn debido a que hay que estar constantemente alimentando las màquinas con el material ya que la capacidad que tiene cada màquina varia y pasa muy seguido que una màquina que tiene una capacidad mayor de almacenaje inyecte màs rapido y se acabe el material antes que otra que tiene menor capacidad de almacenamiento, ademàs cuando se empieza a inyectar un nuevo material para una pieza el que pigmenta tiene que ir constantemente para hacer pruebas con la inyecciòn y sacar el tono que la pieza requiere para que quede bien.

En cuarto lugar se viò como trabajan los obreros en las màquinas, esto es muy importante, porque así dependerà la forma de poner las màquinas. Si un obrero puede trabajar 4 màquinas, es

necesario que estèn lo màs cerca posible, sin que llegue a estorbar para el flujo de materiales, ya que las màquinas no se pueden mover cada vez que uno quiera.

En quinto lugar se considerò el dejar espacio suficiente entre cada màquina para que se le pueda dar mantenimiento, sin que cause ningùn problema para el que lo realiza.

En sexto lugar se consideraron los recorridos que hacia el jefe de producciòn de una secciòn a otra, asi como los mismos obreros.

En sèptimo lugar se viò la necesidad de abrir una segunda puerta de donde se encontraba la 2a secciòn de inyectado hacia la la secciòn. Esto era para que hubiera màs ventilaciòn, para que no tuvieran que dar un recorrido por afuera de la secciòn y asi no dar tanto rodeo cuando llevaban sus piezas al almacèn de productos terminados.

En ùltimo lugar se viò que la distancia entre el almacèn de producto terminado y el àrea de carga era un poco grande.

Es un poco difícil tratar de poner el total de los factores tomados en cuenta, ya que muchos van implícitos en los factores antes mencionados, es por esto que no se pusieron todos.

## CAPITULO II

### SISTEMAS ACTUALES DE DISTRIBUCION

Existen muchos tipos de sistemas o programas para hacer una distribución, solo se mencionarán los que se utilizaron, se explicará un poco sobre cada uno de ellos.

El SLP (Sistematic Layout Planning - planeación sistemática de la distribución -) y el Plant Layout and Material Handling (- distribución de planta y manejo de materiales -).

El CAD - CAM no se utilizò debido a que es un programa muy completo para hacer un diseño de planta y su fabricación y en esta planta no era necesario utilizarlo ya que los problemas no lo requerian y además la fabricación de cosas no es constante, es decir, se cambia de producto muchas veces al mes. Lo que se quiere dar a entender es que el CAD-CAM se utilizaría mejor si fuera en una planta que se hiciera siempre lo mismo como en una ensambladora, en una embotelladora etc.

Sistemas de distribución.

- 1.- SLP (Sistematic Layout Planning).
- 2.- Plant Layout and Material Handling.

1.- SLP ( Systematic Layout Planning - Planeación Sistemática de la distribución - ):

Es un sistema que nos ayuda a encontrar los problemas de la distribución y el como atacarlos.

En primer lugar el autor - Muther - nos muestra cual es la llave ( Figura No. 9 ) para resolver los problemas de la distribución. Dice que existen dos elementos básicos en donde recaen todos los problemas de la distribución:

- 1) Producto (o material o servicio) - Qué es lo que hay que hacer o producir.-
- 2) Cantidad (o volumen) - Qué tanto de cada artículo tengo que hacer. -

Directa o indirectamente, éstos dos elementos llevan a los demás factores o condiciones para realizar la distribución.

- Por producto (o material o servicio) se entiende el bien producido por la compañía o área en cuestión, los materiales del inicio (materia prima o partes compradas), el producto en proceso, los productos terminados, y/o los artículos de servicio dados o procesados.

Los productos pueden ser por variedad, modelo, estilo, número de partes, formulaciones, grupo de productos o clases de material.

- Por cantidad (o volumen) se entiende el monto de bienes o servicios producidos, surtidos o usados.

La cantidad puede ser por número de piezas, toneladas, cúbica, o el valor del monto de lo producido o vendido.

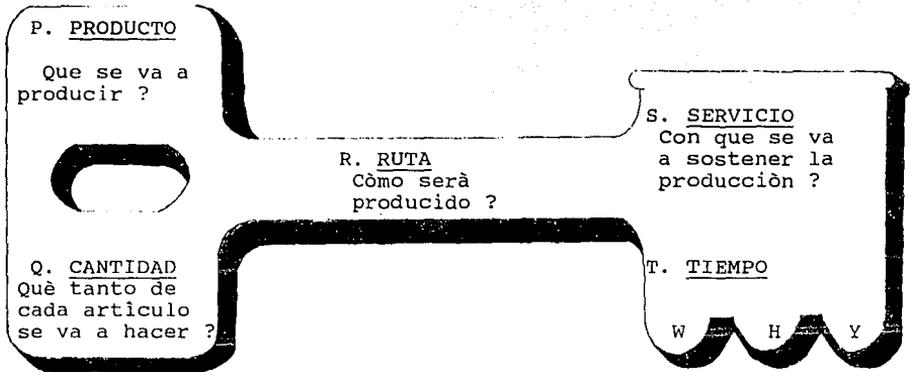
En otras palabras, para resolver los problemas de la distribución, estos dos elementos representan la parte por donde se toma la llave.

Después de obtener la información del producto y su cantidad, ahora se debe aprender acerca de la ruta (o proceso). la ruta se refiere a como el producto o material va a ser hecho.

- Por ruta se entiende el proceso, su equipo, sus operaciones y sus secuencias.

La ruta puede estar definida por una lista o listas de operación y equipo, hojas de procesos y hojas de flujo.

Figura No. 9



El equipo y la maquinaria usada dependerán de la selección de operaciones para cambiar la forma o las características del material. Similarmente, el movimiento de trabajo en el área que va a ser distribuida dependerá de la secuencia de operaciones. Por eso, las operaciones involucradas en el proceso y su secuencia se convierten en el cuerpo de la llave.

- Por servicio de manutención se entiende los auxiliares y actividades relacionadas o funciones que deben ser proveidas en el área que se va a distribuir. así ésta funcionará eficientemente.

El servicio de manutención incluye mantenimiento, reparación de maquinaria, cuarto de herramientas, baños y cuarto con casilleros, cafetería, primeros auxilios y frecuentemente oficinas de compra, área de recibo, área de embarque. Es común

incluir áreas de almacenamiento como una parte del sistema de manutención.

Tomando todo junto, el servicio de manutención muy a menudo ocupa más área que el departamento de producción. Es por esto que se le debe de dar una atención adecuada.

- Por tiempo se entiende, que tanto, que tan seguido y que tan rápido.

El tiempo implica cuando el producto será producido o cuando la distribución planeada entrará en operación. ( durante la temporada más pesada, en época de navidad o a un sólo tiempo ). El tiempo de operación para la producción determina que tanto se requiere de una maquinaria, el cual, en turno determina el espacio, la mano de obra y el balanceo de la operación.

Tal vez lo más importante de todo, el tiempo nos afecta - los planes de la distribución.

Cada proyecto de distribución toma una cierta cantidad de tiempo para completarse y usualmente hay una línea muerta que nos encontramos.

En segundo lugar nos muestra que existen cuatro pasos para planear una distribución y que se le conoce con el nombre de "cuatro fases de planeación para la distribución". Estas incluyen lo siguiente:

Fase I: Localización.

Determina la localización del área que va a ser distribuida.

Esto no es necesariamente un nuevo problema de sitio. A menudo aquí es en donde se decide, ya sea que la nueva distribución (o redistribución) estará en el mismo lugar que se encuentra ahora, en el área de almacenaje, la cual puede desocuparse para tal motivo, en un nuevo edificio o en otro espacio disponible.

Fase II: Distribución general.

Establece los arreglos generales del área que se va a distribuir.

Aquí los modelos básicos de flujo y las áreas a colocar se traen todas juntas de tal manera que el tamaño general, la relación y configuración de cada área se establecen.

Fase III: Planes detallados de distribución.

Sitúa cada pieza específica de la maquinaria y equipo.

En la planeación detallada, se establece la localización actual de cada componente del área que se quiere distribuir. Y esto incluye la utilidad y el servicio también. El plan detallado de distribución es habitualmente una hoja o un tablero con reproducciones o copias de las máquinas en lo individual o equipo colocado.

Fase IV: Instalación.

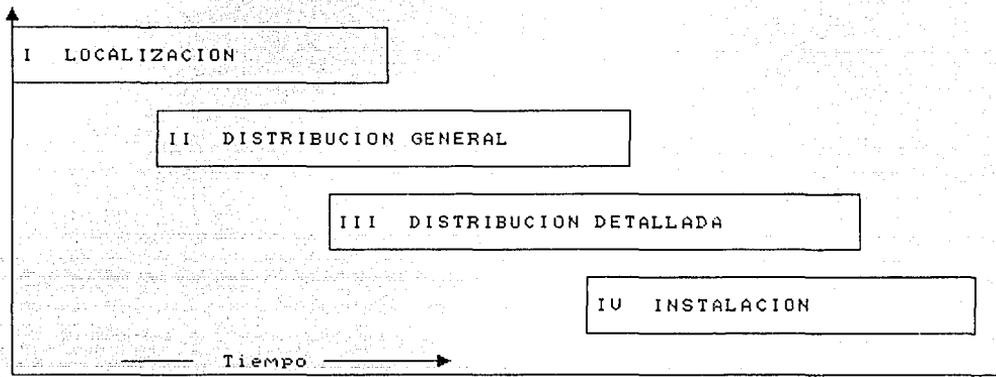
El plan de instalación busca la aprobación del plan, hace los movimientos físicos necesarios.

Una vez que los detalles de la distribución están completos ( Fase III ), los pormenores de la instalación y planeación de movimientos se tienen que hacer. Los recursos para la instalación deben de ser apropiados y los movimientos actuales para instalar la maquinaria, el equipo y los servicios como se planeó deben de ser hechos.

Estas cuatro fases vienen en secuencias , pero, para mejores resultados, se debe de traslapar cada una. Esto se indica en el dibujo a continuación ( Figura No. 10 ).

LAS FASES DE LA PLANEACION SISTEMATICA DE LA PRODUCCION

Figura No. 10



## Modelo de la planeaci3n sistem3tica de la distribuci3n.

Es una forma organizada de llevar a cabo una planeaci3n de la distribuci3n. Este modelo consiste en una estructura de fases, un modelo de procedimientos y una serie de convenciones para identificar, clasificar y visualizar los elementos y 3reas involucradas para planear una distribuci3n.

Toda distribuci3n descansa en los siguientes tres principios:

1.- Relaci3n - Los grados relativos de cercan3a deseada o los requerimientos entre cada cosa.

2.- Espacio - El monto, clase y condici3n o configuraci3n de las cosas que ser3n distribuidas.

3.- Arreglo - La colocaci3n de cosas para una mejor conveniencia.

Estos tres principios son siempre el coraz3n de cualquier proyecto de planeaci3n de la distribuci3n, prescindiendo de productos, procesos o tama3o de proyecto. Es por eso l3gico y de esperar que el procedimiento del modelo de planeaci3n de la distribuci3n ( Figura No. 11 ) est3 basado directamente en estos tres fundamentos.

Figura No. 11

Modelo de procedimientos SLP

Datos de entrada: P, Q, R, S, T y actividades.

1. Flujo de materiales.

2. Relación de actividades.

3. Diagrama de relación.

4. Requerimiento de espacio.

5. Espacio disponible.

6. Diagrama de la relación de espacio.

7. Modificando consideraciones.

8. Limitaciones prácticas.

Plan X

Plan Z

Plan Y

9. Evaluación.

Plan de distribución seleccionado.

## Flujo de materiales

La tercera letra de la llave para poder resolver los problemas de planeación de la distribución es la ruta. La ruta significa como se hace el producto - su proceso. El proceso se establece esencialmente seleccionando las operaciones y las secuencias que mejor harán el producto y la cantidad a hacer en el tiempo óptimo de operación.- Aunque muchas otras consideraciones estarán involucradas en la determinación.

La ruta cede datos básicos para analizar el flujo de materiales.

En el proceso de ruta se checa cada paso con las preguntas que se enuncian a continuación:

1.- Eliminar - Es la operación necesaria o puede ser eliminada ?

2.- Combinar - Puede ser combinada con otra operación o proceso ?

3.- Cambio de secuencia, lugar o persona - Puede ser esto cambiado o reordenado ?

4.- Mejorar detalles - Puede el método de ejecución de operación o proceso o su equipo ser mejorado ?

## Determinación del espacio

Hasta este punto, en la fase II del modelo de procedimientos de SLP se ha ignorado el espacio. Pero una vez que los arreglos de varias actividades involucradas se han hecho, el que planea debe establecer el espacio para cada actividad.

El espacio, o área, es introducido en el diagrama de relación de actividades y este en un diagrama de relación de espacio, como se ve en el recuadro 6 del modelo de la página anterior.

El diagrama de relación de espacio es virtualmente una distribución. Pulido, reordenado e incorporando las consideraciones modificadas y sus limitaciones prácticas, el diagrama se convierte en la distribución.

La omisión en la consideración del espacio hasta este punto, no significa que los cálculos del espacio tienen que esperar hasta que las actividades estén en el diagrama. En realidad, los cálculos de espacio tienen que esperar hasta que las actividades de soporte queden establecidas. Sin embargo, generalmente el que planea tiene una mejor idea en la división de actividades, y por eso de la división de espacio involucrado.

Esperar por lo menos hasta que la entrada de datos haya sido analizada, preferentemente hasta que la gráfica del flujo de materiales y relación de actividades haya sido preparada, para empezar con la determinación de espacio.

Obviamente, esta regla no se sostiene para establecer el espacio total a fin de que se resuelva el problema de la fase I (localización del área que será distribuida).

Para decidir que localización es conveniente, se debe saber que tanto espacio se requiere.

#### Requerimiento de espacio

Básicamente existen 5 formas en las que se pueden determinar los requerimientos de espacio.

Cada forma tiene su lugar; todos deben de ser usados en el mismo proyecto. Los diferentes métodos de determinación de espacio se inclinan a checarsé unos con otros, de ese modo se da mayor creencia a las figuras.

Las cinco formas para determinar los requerimientos de espacio son:

- 1.- Cálculos.
- 2.- Conversiones.
- 3.- Estándares de espacio.
- 4.- Distribución inicial.
- 5.- Dirección y proyecciones.

Están en orden de mayor ocurrencia, y probablemente en el orden más frecuente que se presentan.

2.- Plant Layout and Material Handling (- Distribución de planta y manejo de materiales -):

Los pasos que se tiene son los siguientes:

A) Planeando la relación de actividades.

- Tipos de actividades: Las actividades pueden categorizarse, en una empresa, como: Servicio de administración, producción, personal y la planta física. Como se puede ver, con un número largo de actividades de servicio, la tarea de relacionar el tema de producción y de cada área puede ser demasiado complicada.

La primera tarea es el identificar todas las actividades para asegurarse que ninguna de significancia se haya pasado por alto o ignorado.

También la localización de actividades internas así como los patrones del flujo, se debe considerar la relación externa y sus características.

- Selección de centros de actividad: Las características a considerar para escoger las actividades o centros de actividad son:

1) Ocurre un sencillo, o especializado, o particular grupo de actividades ?

2) La actividad requiere un significado monto de espacio ?

3) La actividad tiene mucho flujo hacia ella ?

- Tipos de relaciones: en general son las siguientes:

1) Entre dos actividades de producción (este tipo de relación ha sido tratada con la discusión en producción, material o elementos de flujo. )

2) Entre producción y servicio o actividades auxiliares.

3) Entre dos actividades de servicio.

- Factores que afectan la relación: Algunos de estos son especialmente significantes como:

a) Requerimientos especiales de actividades específicas, o departamentos.

b) Características del edificio:

- 1) Tipo
- 2) Número de pisos.
- 3) Tamaño
- 4) Forma
- 5) Altura libre
- 6) Localización de columnas
- 7) Espacio entre columnas
- 8) Localización de las puertas

c) Edificio:

- 1) Localización
- 2) Tamaño
- 3) Topografía
- 4) Forma
- 5) Orientación del edificio
- 6) Clima ( dirección )

d) Facilidades externas:

- 1) Modos de transportación
- 2) Estacionamiento
- 3) Facilidades auxiliares

e) Expansiòn:

- 1) Futuro flujo de producciòn y cambios en la distribuciòn
- 2) Espacios - localizaciòn, anchura
- 3) Localizaciòn de actividades que nos gustaria expandir; y la secuencia.
- 4) Equipo permanente
- 5) Espacio extra, pisos adicionales etc.
- 6) Forma del edificio
- 7) Localizaciòn de columnas y espacio entre ellas

- Grados de interacciòn de actividades: Para ayudar a decidir en donde se va a poner una actividad, se ha establecido una clasificaciòn de grados de cercania, junto con un còdigo para identificar cada una.

Esta clasificaciòn fuè hecha por Richard Muther.

A = Absolutamente necesaria - para las actividades que necesitan estar juntas.

E = Especialmente importantes - que las actividades estèn juntas.

I = Importante - que estèn juntas.

O = Ordinario - se encuentran bien donde estàn.

U = Sin importancia - que estèn en relaciòn.

Tambièn se debe reconocer que debe haber un grado de separaciòn por las siguientes razones:

- 1) Suciedad
- 2) Ruido
- 3) Humos y fumarolas
- 4) Olores
- 5) Vibraciones
- 6) Seguridad o peligro de salud
- 7) Interrupciones
- 8) Distracciones

El código para representar una cercanía no deseable es:

x = indeseable (no deseable).

En el apéndice aparecen algunos ejemplos de formas que pueden ser útiles en la elaboración de este tipo de proyectos.

B) Evaluando la distribución.

La necesidad de evaluar una distribución deriva de dos cosas:

1) Evaluación de una distribución en existencia con el propósito de descubrir oportunidades de mejora.

2) Evaluación de una distribución distinta bajo consideración para un sólo problema o proyecto.

Pero antes de cualquier evaluación, debe de haber algunas bases para evaluar, las cuales incluirán:

1) Los objetivos desarrollados al principio del proceso de distribución.

2) Criterios de la distribución o señas de una buena distribución.

3) Comparación de costos con otras alternativas.

4) Retorno sobre la inversión en las nuevas instalaciones.

5) Factores indeterminados o imponderables.

Normalmente las consideraciones no están dadas por su dificultad para cuantificarlas.

6) Factores intangibles, con bases pequeñas o no reales para la conversión a valores numéricos como propósito de comparación.

La última etapa en la evaluación del proceso es el hacer las alteraciones necesarias en la distribución maestra. - como acuerdo con aquellos que están en posición de autorizar esos cambios en general, el acercamiento será:

1) Revisión y evaluación de sugerencias.

2) Seleccionar aquellas para su implementación.

3) Actualmente hacer las alteraciones.

4) Re - evaluar.

C) Presentar la distribución a la Dirección.

Una de las últimas etapas, a parte de la evaluación de la distribución, en el proyecto es la presentación y venta de la distribución a la Dirección. La importancia de esta etapa no puede pasarse por alto.

Para poder vender nuestro proyecto de distribución se necesita presentar lo siguiente:

- 1) La presentación visual:
  - a) La distribución tal cual se hizo.
  - b) Hechos suplementarios detallados.
  - c) Representación gráfica suplementaria.
- 2) Reporte oral.
- 3) Reporte escrito.

### CAPITULO III

#### IMPLEMENTACION DE LA DISTRIBUCION

Para llevar a cabo la implementación es necesario hacer todo lo que viene a continuación:

1) Lo más sencillo para empezar es el cambiar los hornos de gas por hornos eléctricos. Este cambio se debe de hacer por las siguientes razones:

a) Es mejor tener hornos eléctricos a tener hornos con alimentación de petróleo ya que la temperatura se mantiene más constante con los eléctricos.

b) La corriente eléctrica es más fácil de obtener ya que sólo se conecta a la terminal que se haya puesto y en cambio el petróleo hay que pedirlo y a veces tardan en traerlo.

c) El tanque que almacena el petróleo está en el cuarto contiguo y quita un espacio valioso para utilizarlo mejor.

d) El petróleo es un contaminante y la electricidad no.

e) Han estado visitando a la empresa inspectores de SEDUE y están aplicando normas muy estrictas, es por eso que al no poder cumplir esas normas que piden se deben de cambiar los hornos a una alimentación de corriente.

f) Por último el costo - beneficio es mayor para la empresa.

Para esto se tiene que quitar la alimentación de diesel que le llega a los hornos, esto no se puede hacer con todos los hornos al mismo tiempo ya que la empresa se quedaría sin hornos por un tiempo y esto no puede ser posible.

Se le quitará al primer horno su alimentación y se le pondrá su conexión para que trabaje como eléctrico, una vez terminado el primero se seguiría con el segundo hasta terminar todos. Luego se le quitan las chimeneas al cuarto en donde están los hornos ya que no le sirven para nada. Este cambio se hace para que se lleven los hornos a donde se encuentra actualmente el almacén de productos terminados.

2) Lo que después se haría es el componer los baños de hombres y aprovechar para rehacerlos y poner la puerta del otro lado de la nave, como se planea, así como los vestidores moverlos para la nave en donde estará la puerta.

Con esto quedará el espacio que ocupaban los vestidores y la entrada del baño para poner las máquinas que se han planeado que estén ahí.

3) Una vez hecho lo anterior se procederà al trabajo de albañileria y de instalaciòn, los cuales se encargaran de hacer la puerta que hace falta, los distintos canales que se necesitan para las instalaciones de agua y luz y de poner los cables y tuberias de la instalaciòn respectivamente.

4) Ya que se tengan los canales hechos y la instalaciòn preparada para recibir a las màquinas se procederà a mover cada màquina que se va a cambiar, de una en una, empezando por las màquinas que no estèn trabajando en el momento de decidir moverlas.

Este proceso es un poco trabajoso ya que como las màquinas no son nada ligeras hay que rodarlas sobre unos tubos y utilizar mucha gente. Esto podria acarrear que muchos obreros tengan que suspender su actividad por unos momentos, o que se les pida a los obreros del segundo turno que vengan durante el primero para que se pueda hacer el cambio.

5) Cuando ya se ha terminado el cambio de todas las màquinas, se procederà a hacer el cambio de los hornos de donde se encuentran actualmente al almacèn de producto terminado. Esto serà mucho màs sencillos ya que sòlo se trata de tres hornos y un tambor para mezclar el material.

Este cambio se hace con el propósito de que el almacén de producto terminado quede enfrente de la nave en donde se va a hacer el rebabeo y la selección de piezas para que se recorra menos camino y el obrero pueda cargar el producto sin recorrer tanto, y sin el peligro que se le caigan las bolsas que traen el producto terminado por estar tan lejos del camión.

Para saber como va a quedar la nueva distribución se muestra, a continuación, el dibujo tal y como se verá al final de todos los cambios.

## Partes de la nueva distribución

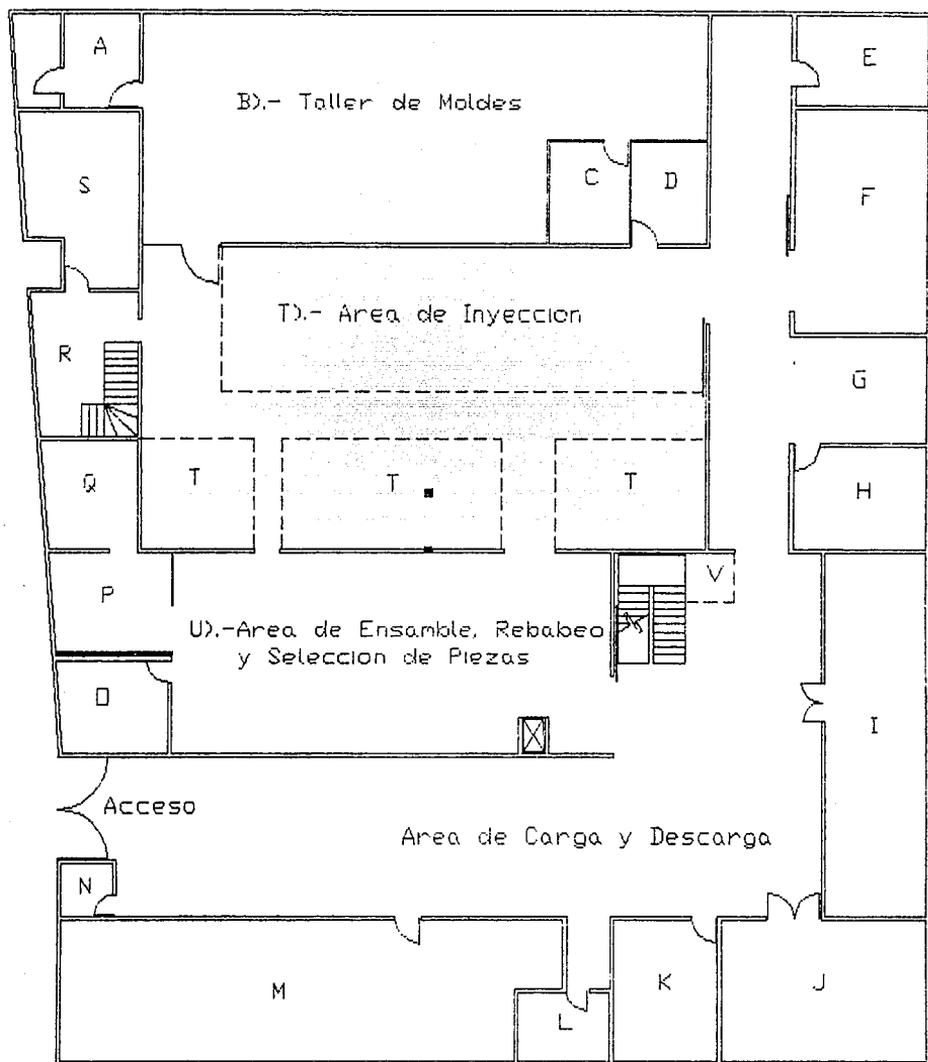
- A) Taller de mantenimiento.
- B) Taller de moldes.
- C) Cuarto de herramientas del taller de moldes.
- D) Oficina de producción.
- E) Subestación.
- F) Cuarto de pigmentación y hornos.
- G) Area de piezas para ser molidas.
- H) Molino.
- I) Almacén de producto terminado.
- J) Almacén de materias primas.
- K) Comedor.
- L) Baño mujeres.
- M) Oficinas.
- N) Caseta de vigilancia.
- O) Oficina del supervisor de ensamble, rebabeo, selección y control de calidad de piezas.
- P) Vestidor hombres.
- Q) Baño hombres.
- R) Escalera para subir al segundo piso y entrada al taller de moldes.
- S) Almacén de moldes.
- T) Area de inyección.
- U) Area de ensamble, rebabeo y selección de piezas.
- V) Area de compresoras.

## Segundo piso

W) Baño hombres

X) Baño mujeres.

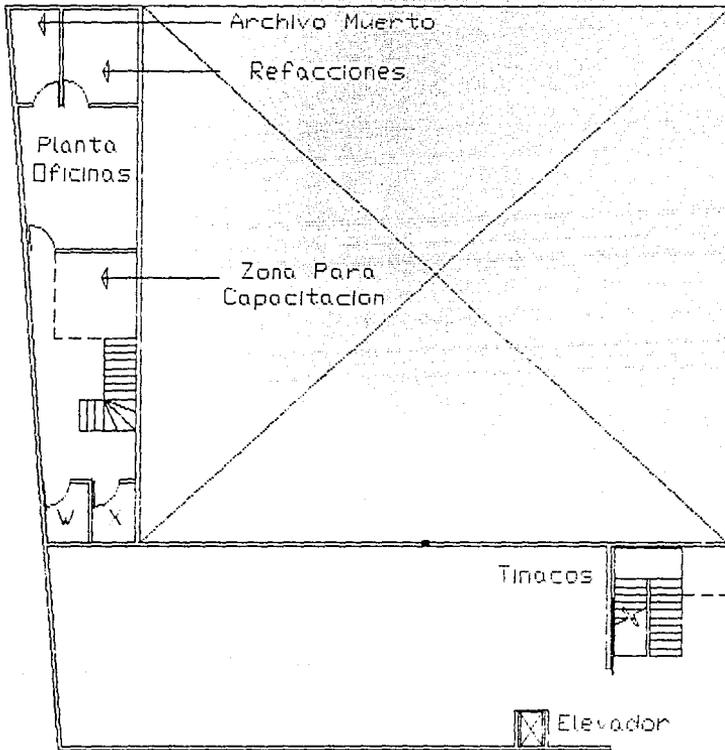
Y) Bodega para almacenar material plàstico.



Nueva Distribucion General

Palta Baja  
Esc. 1:200

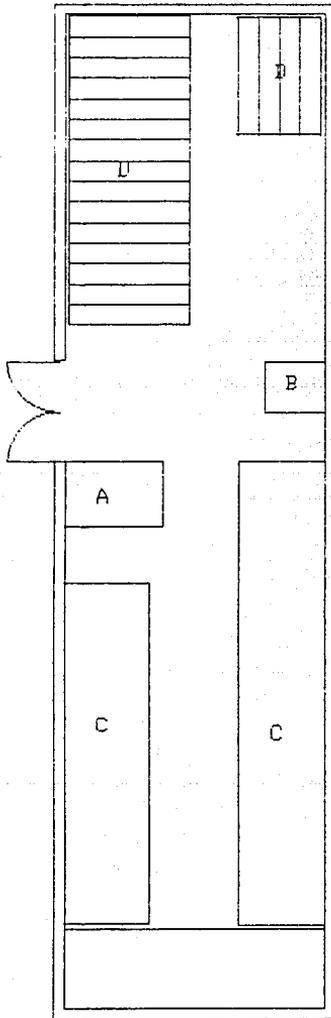
Figura No.13



Nuevo Distribucion General

Planta Alta  
Esc. 1:200

Figura No.14



A).-Escritorio del Encargado

B).-Bascula

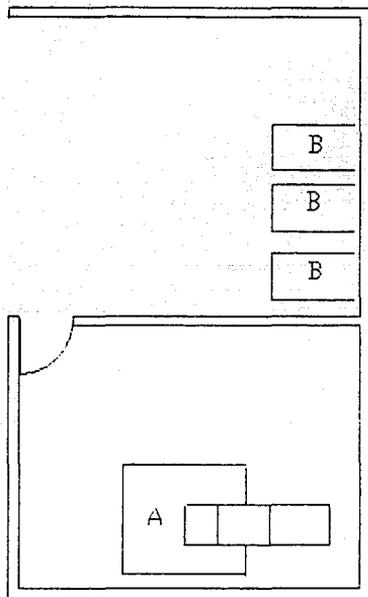
C).-Repisas

D).-Tablones de Madera

Nueva Distribucion del Almacen de Productos Terminados

Esc. 1/75

Figura No.15



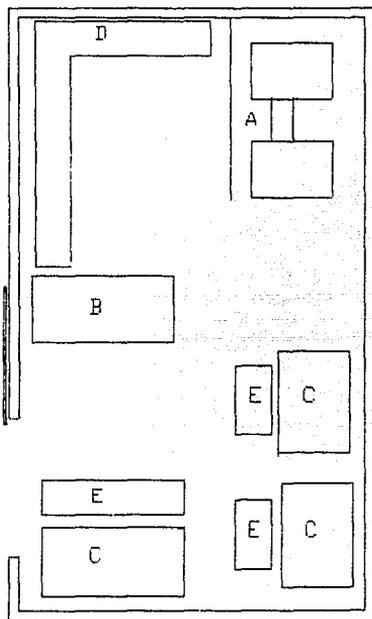
A).-Molino

B).-Cajas con Material para Moler

Nueva Distribucion Molino y Area de Piezas a Moler

Esc. 1/75

Figura No.16



- A).-Tambor Pigmentador
- B).-Mesa de Pigmentacion
- C).-Hornos
- D).-Repisas
- E).-Mesas de Enfriado de Material

Nueva Distribucion de Hornos y Pigmentacion

Esc. 1175

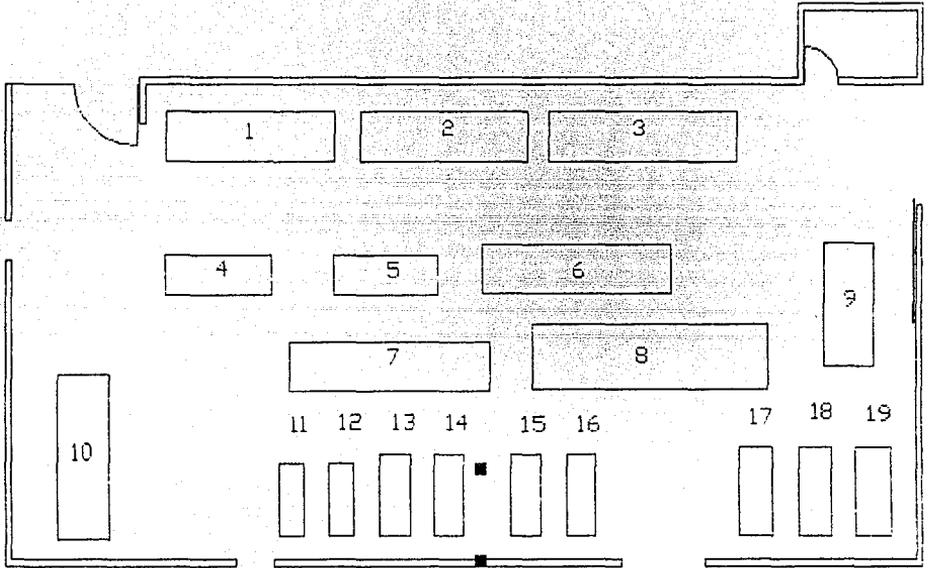
La numeraciòn de las màquinas quedò asi

- 1) Boy 80 T2
- 2) Stubbe 3
- 3) Stubbe 1
- 4) Battenfeld 3
- 5) Battenfeld 2
- 6) Stubbe 2
- 7) Battenfeld 4
- 8) Pic
- 9) All 221
- 10) Boy 3
- 11) All 100 - 2
- 12) All 100 - 1
- 13) All 150 - 4
- 14) All 150 - 3
- 15) All 150 - 2
- 16) All 150 - 1
- 17) All 200 - 3
- 18) All 200 - 2
- 19) All 200 - 1

Se quitaron 3(tres) màquinas que se llevaron a la planta de Toluca que fueron:

Boy 1, Boy 2 y Mini.

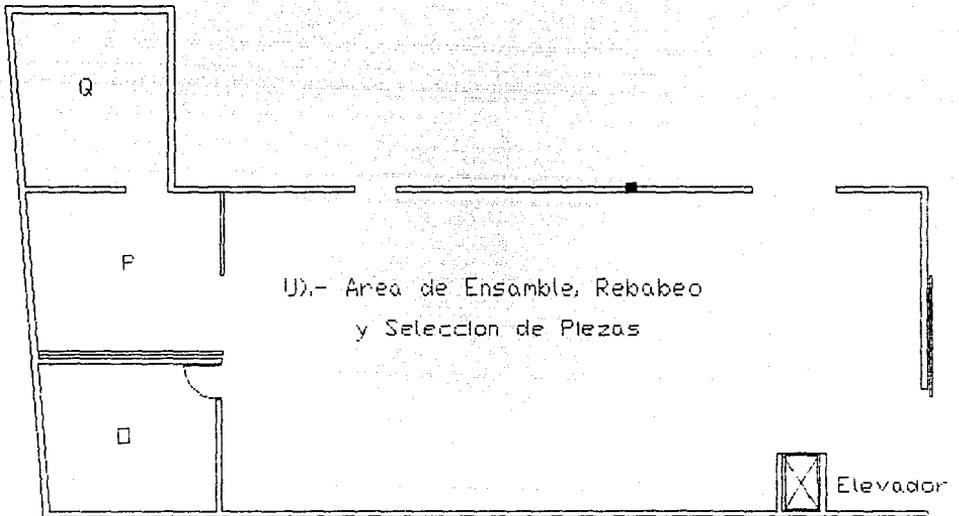
Figura No.17



Nueva Distribucion Planta de Inyeccion

Esc. 1:125

Figura No.18



Nueva Distribucion

Esc. 1123

## COSTOS GENERALES DE LA DISTRIBUCION

A continuaciòn se presentan los gastos en que se incurriò, por cambiar los hornos a elèctricos, así como los costos de los movimientos que se sugieren para concluir con la distribución.

1) Para el cambio de hornos de petròleo a hornos de tipo elèctrico:

- Control de temperatura	280,000
- Termopar tipo J (Sensor de temperatura)	35,000
- Contactor	380,000
- Motor y ventilador de aspas	-----
- Resistencias ceramicadas	-----
- Dos focos piloto (Para señal de apagado y encendido)	8,000
- Arrancador automàtico	220,000
	<hr/>
TOTAL	923,000

### NOTA:

Como se cambiaron dos (2) hornos el GRAN TOTAL es:

1'846,000

2) Para el cambio de baños:

- Instalación de tubería para lavabos y regaderas;	
+ 3 tubos de 1/2 pulgada de cobre	96,000
+ 8 codos	12,000
+ 4 "T"s	8,000
- Escusados;	
+ 2 cespols pvc	44,000
+ 2 w.c. descarga de 6 litros	500,000
- 2 Regaderas	501,916
- lavabos de cemento;	
+ 1 bulto de cemento	20,000
+ 3 botes de graba	9,000
+ 4 botes de arena	20,000
+ 2 tarjas	236,510
	<hr/>
TOTAL DE INSTALACION DE BANOS	1'447,426

3) Resanar puertas que se abrieron para el baño y la planta de inyección.

- 1/2 bulto de cemento	10,000
- 3 botes de arena	15,000
	<hr/>
TOTAL	25,000

4) Para tapar puerta del baño actual.

- 100 tabiques	12,000
- 1/2 bulto de cemento	10,000
- 5 botes de arena	25,000

---

TOTAL	47,000
-------	--------

5) Instalaciòn para cambio de 6 màquinas.

- Cable " 00 " ( 180 mts.)	3'600,000
- Tubo pvc 4 pulgadas ( 24 mts.) ( para salida de agua )	152,000
- Tubo pvc 2 pulgadas (30 mts.) ( Para entrada de agua)	120,000
- Switch de alimentaciòn elèctrica	-----
- Canaleta ( 10 x 10 ) ( 15 mts.)	184,000

---

TOTAL	4'056,000
-------	-----------

GRAN TOTAL DE

7'421,426

## CONCLUSIONES

En primer lugar se logró, que al conocer las partes de la planta y su distribución, se vieran objetivamente los problemas a resolver.

Al comprender mejor éstos, se pudo poner más atención a los factores generales de: espacio, economía, circulación y obrero, para poder analizarlos con mayor detalle. Este análisis sirvió para que se aprovecharan mejor los dos sistemas que se utilizaron para resolver la distribución.

Con el sistema S.L.P. se tomó en cuenta únicamente lo que se refería a la Ruta, Servicio y Tiempo. Esto se debió a que era lo mejor para el análisis pues los otros dos factores que utiliza se usarían cuando se tuviera un solo producto y de un alto volumen.

Con el sistema de Distribución de Planta y Manejo de los Materiales, solo se utilizó para la relación de actividades entre las áreas de producción y de almacén.

Una vez aplicados los sistemas de distribución, se logró una buena distribución, que es la que se sugiere para poder resolver los problemas que tiene la Planta.

Con esta buena distribución, se mejoró el aprovechamiento del espacio, las rutas a seguir, la ventilación en general y el manejo de la carga y descarga de materiales.

Por último, se tomó en cuenta el factor económico, por ser éste muy importante. Es por eso que se trabajó para sacar los costos más bajos, sin descuidar el que todo el material que se fuera a adquirir fuera de calidad.

Se desea, que con este proyecto, el Director General de la Planta se convenza de la necesidad de hacer estos cambios para bien de la Empresa.

## BIBLIOGRAFIA

1) APPLE JAMES M.; PLANT LAYOUT AND MATERIAL HANDLING; Third edition; John Wiley and sons inc.; Atlanta Georgia, U.S.A.; agosto, 1977 ; pp. 200 - 211, 416, 417, 434.

2) MUTHER RICHARD; SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING; Second edition revised and enlarged; Management and Industrial Research Publications; Kansas city Missouri, U.S.A; 1973 ; cap. 1 pp. 1-11 cap 2 pp. 1-8

3) GRAN ENCICLOPEDIA RIALP (GER); Ediciones Rialp; Madrid, España; marzo, 1974 ; p. 603.

## APENDICE

# DIAGRAMA DE PROCESO

ACTUAL  
PROPUESTO

Estudio No. \_\_\_\_\_

Obrero  Pieza  Documento

Trabajo estudiado \_\_\_\_\_

Empezado a \_\_\_\_\_

Terminado a \_\_\_\_\_

Informes quantitativo

Resumén	Actual		Propuesto		Diferencia	
	Nb	Tiempo	Nb	Tiempo	Nb	Tiempo
○						
➡						
□						
D						
▽						
Distancia	M		M		M	

Hojo \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Por \_\_\_\_\_

Taller \_\_\_\_\_

Sección \_\_\_\_\_

Operación \_\_\_\_\_

Modo de operar QUE-DONDE-QUIEN-CUANDO-COMO PORQUE?	Operación	Transporte	Control	Demora	Almacenamiento	Cantidad	Dist. en M.	Nb. obr.	Tiempo en min. para:					Observaciones	
									○	➡	□	D	▽		
1	○➡□D▽														
2	○➡□D▽														
3	○➡□D▽														
4	○➡□D▽														
5	○➡□D▽														
6	○➡□D▽														
7	○➡□D▽														
8	○➡□D▽														
9	○➡□D▽														
TOTALES															



Modo de operar QUE-DONDE-QUIEN-CUANDO-COMO PORQUE?	Operación Transporte	Control	Demora	Almacenamiento	Canti- dad	Dist. en M.	Nb obre.	Tiempo en min. para:					Observaciones
								○	⇨	□	D	▽	
10	○⇨□D▽												
11	○⇨□D▽												
12	○⇨□D▽												
13	○⇨□D▽												
14	○⇨□D▽												
15	○⇨□D▽												
16	○⇨□D▽												
17	○⇨□D▽												
18	○⇨□D▽												
19	○⇨□D▽												
20	○⇨□D▽												
21	○⇨□D▽												
22	○⇨□D▽												
23	○⇨□D▽												
24	○⇨□D▽												
TOTALES													

Modo de operar QUE-DONDE-QUIEN-CUANDO-COMO PORQUE?	Operación	Tiempo	Control	Demora	Materiales	Canti- dad	Dist. en M.	Nb obre.	Tiempo en min. para:					Observaciones
									○	⇨	□	D	▽	
25	○	⇨	□	D	▽									
26	○	⇨	□	D	▽									
27	○	⇨	□	D	▽									
28	○	⇨	□	D	▽									
29	○	⇨	□	D	▽									
30	○	⇨	□	D	▽									
31	○	⇨	□	D	▽									
32	○	⇨	□	D	▽									
33	○	⇨	□	D	▽									
34	○	⇨	□	D	▽									
35	○	⇨	□	D	▽									
36	○	⇨	□	D	▽									
37	○	⇨	□	D	▽									
38	○	⇨	□	D	▽									
39	○	⇨	□	D	▽									
TOTALES														

# ESQUEMA DE CIRCULACION

ACTUAL  
PROPUESTO

Descripción

Escalita

Símbolos	○ Operación	⬆️ Transición	□ Entrada	D Dama	▽ Almacén	▽ Gruta	△ Gruta	⌋⌋ Slide	〰️ Camino	∧ Elevador	∨ Elevador	C Bante
					ascensor	subida	abajo			subida	bajada	





