

308917

9
24



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios incorporados a la
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PROYECTO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PASTAS CERAMICAS.

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 n
GUILLERMO GONZALEZ MARAÑA

Y

MIGUEL ANGEL LLANO IRUSTA

Revisor: Lic. Mariano Romero Valenzuela



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.

INDICE

INTRODUCCION	1
Capítulo 1.-	
ANTECEDENTES DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA	
1.1).- Importancia de los productos cerámicos	4
1.2).- Los materiales y sus características	4
1.3).- Desarrollo de los productos cerámicos	8
1.4).- Historia de la empresa	10
1.5).- Localización de la planta	20
Capítulo 2.-	
SITUACION DE LA EMPRESA	
2.1).- El entorno de la empresa	22
2.2).- El proceso actual	22
2.3).- Distribución actual de la planta	25
2.6).- Problemática de la distribución actual	26
Capítulo 3.-	
ORDENAMIENTO DEL SISTEMA	
3.1).- Descripción de los procesos propuestos	29
3.2).- Desarrollo y explicación de un caso	51
Capítulo 4.-	
MEJORAS FISICAS PROPUESTAS AL SISTEMA Y ANALISIS FINANCIERO	
4.1).- Compra e instalación de un horno para secado	86
4.2).- Compra e instalación de una segunda mezcladora	87
4.3).- Adquisición de equipo de computo	89
4.4).- Redistribución de las instalaciones físicas de la planta	89
4.5).- Análisis financiero	90

Capítulo 5.-

RESULTADOS

5.1).- Cuadros comparativos	94
5.2).- Resultados obtenidos del análisis	96
5.3).- Reducción de los costos de materia prima y mano de obra	97
5.4).- Ventajas del equipo de computo	98
5.5).- Ventajas de la redistribución de la planta	98

Bibliografía

Anexo 1.-

METODO DE DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES MICROCRAFT

A.1.1. Funcionamiento del programa	100
A.1.2. Limitaciones y Consideraciones	101

Anexo 2.-

LISTADO Y CORRIDA DEL PROGRAMA

INTRODUCCION

El objetivo general de este trabajo es el diseño y desarrollo de un nuevo sistema operativo en una empresa productora de pasta cerámica, materia prima para la elaboración de cerámicos de alta temperatura. Este sistema debe tener la capacidad necesaria para cubrir la creciente demanda de los productos y, a la vez, tener la flexibilidad para adaptarse a la variedad de éstos sin afectar significativamente su eficiencia. Así mismo, debe contemplar los correspondientes cambios en el sistema administrativo, es decir, lo referente a la planeación, organización, dirección y control de las actividades de la empresa.

El nuevo proceso debe producir pastas de calidad, que estén dentro de los rangos preestablecidos de manera que siga teniendo la aceptación en el mercado. Para lograr esto se analizan detalladamente las siguientes alternativas:

- a) Sustitución de mano de obra por mejoras tecnológicas a través de la utilización de maquinaria en dos de las operaciones del proceso.
- b) Implementación de métodos sistemáticos para el control en el proceso desde un punto de vista general.
- c) Mejoramiento en el análisis de los procesos y distribución en planta.

Así, este documento se desarrolla tratando de observar una secuencia lógica y coherente que sea accesible al lector y sencilla para el análisis de los ejecutivos responsables.

Los alcances de este trabajo se encuentran delimitados por las modificaciones que se proponen en el proceso y los elementos de control en el mismo.

Concretamente, se realiza un análisis detallado del proceso actual, sus insumos, distribución, operaciones, utilización de mano de obra y equipo.

Se plantean las modificaciones al proceso en cuanto a las operaciones que requieren un uso intensivo de mano de obra o que representan costos significativos, a través del empleo de un horno y una mezcladora, se ofrece un proyecto para redistribuir la planta y métodos de control y planificación de operaciones de manera que el proceso esté administrado adecuadamente. Asimismo, se hace mención de procedimientos para el control de inventarios, requerimiento de materiales, control de producción en proceso, y control de calidad.

Como se puede observar, el punto medular de esta tesis se localiza en las modificaciones propuestas en la línea de producción, reforzando esta estructura con herramientas auxiliares de control, las cuales se mencionan en su oportunidad dentro del contexto general de la obra.

Con esta propuesta se pretende ofrecer a la dirección un camino a seguir para el mejoramiento en la eficiencia y productividad de la empresa como una senda viable en la consecución de los resultados esperados.

Este trabajo se desglosa en cinco capítulos.

El primer capítulo se ocupa de los antecedentes tanto del producto; en los que se sintetiza la historia y desarrollo de los materiales cerámicos; como de la empresa, en donde se relata el crecimiento en el ámbito nacional de la planta en estudio.

En el capítulo segundo se describe la situación de la empresa actualmente respecto al mercado, a sus procedimientos técnicos, el entorno y sus oportunidades y amenazas.

Los capítulos tercero y cuarto representan la parte mas importante del trabajo.

En el capítulo tres se identifican y ordenan las diferentes actividades que componen al proceso general, así como las funciones que desempeña cada una de ellas y su interacción con las demás. Esto se hace bajo el enfoque de sistemas utilizando los lineamientos de la administración de procesos.

El capítulo cuatro refiere aquellas propuestas mediante las cuales, una vez ordenado, se intenta mejorar el sistema productivo con la instalación de nueva maquinaria y una mejor distribución de la planta.

En el quinto capítulo, se resumen las ideas planteadas y se muestran los resultados específicos.

CAPITULO 1.-

ANTECEDENTES DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA .-

1.1).- Importancia de los productos cerámicos

El campo de los productos cerámicos es generalmente asociado en primera instancia con el tratamiento de minerales no metálicos por varios procesos, entre los que se incluye el calentamiento, para producir artículos con fines estéticos o de utilización práctica. Si se observan los diferentes elementos que integran el hogar, podemos encontrar productos cerámicos por doquier; vidrio en las ventanas, en los muebles y paredes del baño, loza en el comedor, ladrillos en las paredes y cemento en el piso.

Los automóviles se elaboran con acero producido en crisoles refractarios. Los anteojos se hacen de vidrio oftálmico cuidadosamente controlado y los televisores se encuentran llenos de cientos de piezas de materiales cerámicos electrónicos. Todo lo anterior muestra de manera clara la dependencia que se tiene de muchos de los productos de la industria cerámica.

1.2).- Los materiales y sus características

1.2.1.- Sílice

Sílice u Oxido de silicio SiO_2 . Existen muchas variedades naturales: (El cuarzo cristalizado, la calcedonia de estructura fibrosa, el ópalo amorfo etc.).

La sílice la podemos encontrar en una gran diversidad de formas en la naturaleza.

Las arenas de cuarzo, en cerámica, desempeñaron antiguamente una importante misión en la fabricación de esmaltes y pastas. Con frecuencia se lavan para eliminar la arcilla y el lodo férrico y se clasifican según tamaños determinados de grano mediante tamices. Para muchos fines, se prefieren arenas molidas que hoy en día se emplean hasta en los tamaños de grano mas finos.

La sílice libre, junto con la arcilla, es la materia prima y el componente más importante de las pastas cerámicas. La sílice libre casi siempre se halla en forma de cuarzo. Según Ruff y Hirsch, en el cuarzo de grado fino, de la misma manera que en los demás óxidos puros, por adición de pequeñas cantidades de ácido se puede conseguir una pequeña plasticidad, que es suficiente para que se pueda colar sobre moldes de yeso.

1.2.2.- Feldespato

Silicato de alúmina y potasa, sosa o cal que entra en la constitución de varias rocas, especialmente del granito.

Los feldespatos raras veces se presentan en yacimientos aislados como formadores de rocas, sino que han solidificado simultáneamente con otros minerales.

Los feldespatos se emplean en cerámica en menor cantidad que la sílice; no obstante, empleados como fundentes en los correspondientes procesos de fabricación, resultan de la misma

importancia. Su grado de pureza y sus propiedades ejercen una marcada influencia en el producto.

1.2.3.- Arcilla

Substancia mineral, empapada en agua, impermeable y plástica, formada principalmente por silicato aluminico. (Se distingue la arcilla verde o figulina, que sirve para la alfarería común, y la arcilla blanca utilizada para la fabricación de porcelana).

La arcilla ha sido el elemento principal de los materiales cerámicos desde sus orígenes, sin embargo hoy, muchas piezas refractarias y electrónicas estan hechas con muy poca o sin arcilla. No obstante, la arcilla sigue siendo el material cerámico mas importante. Así, encontramos muchos tipos de arcilla, que van desde las mas puras hasta pizarras por lo que es necesario que el productor esté familiarizado con los que tenga disponibles así como su costo en la planta de modo que se asegure de obtener el óptimo para su propósito particular.

Las arcillas se presentan en todos los estratos sedimentarios y son de un grano muy fino. Debido al proceso de sedimentación natural, se hallan fuertemente impurificadas por substancias orgánicas, que tiñen la arcilla o bien forman parte de la misma.

1.2.4.- Caolín

Arcilla blanca muy pura , resultante de la alteración del feldespato de los granitos. Utilizado para la fabricación de porcelana.

La palabra caolín, que se cree proviene de la palabra china Kao-ling, se aplica a las arcillas de quemado mas blanco. En Inglaterra se utiliza el término "arcilla china". Grandes cantidades de caolín son extraídas diariamente, pero solo la quinta parte de ella es utilizada para la industria cerámica.

Los caolines se clasifican en dos tipos. El primero es un depósito residual derivado de rocas alteradas. La segunda es un tipo sedimentario en el cual roca fina y partículas de arcilla se han lavado del depósito original y colocado en el fondo de lagos y lagunas con alguna alteración durante el transporte y al asentarse.

Las arcillas proceden, en todos los casos de minerales madre, como son los feldespatos.

Si el caolín ha de manipularse simultáneamente junto con cuarzo y feldespato, para obtener porcelana o loza, puede resultar económico emplear directamente el mineral de origen finamente molido. Con ello se ahorra, no solamente el costo de separación, sino también los gastos de compra y transporte. Los caolines son blancos y su cocción es también blanca. En su mayor parte son liberados, por separación con agua, de las impurezas oxidantes especialmente hierro.

1.2.5.- Dolomita

Roca caliza, carbonato doble natural de cal y magnesia.

1.2.6.- Whiting

Nombre común al carbonato basico de plomo, al subnitrate de bismuto y a la creta lavada

Este material proviene de la roca de cal y se encuentra abundantemente en la naturaleza. Esta es calcinada en hornos rotatorios para producir cal viva, la cual es posteriormente apagada para obtener hidrato de cal, utilizado en morteros y yeso. Cuando se requiere carbonato de calcio de alta pureza para utilizarse en vidriados, esmaltes o cristal optico se produce por medios químicos.

1.3).- Desarrollo de los productos cerámicos

Los productos cerámicos actuales no surgieron evidentemente al mismo tiempo, sin embargo, han seguido líneas definidas durante su desarrollo a lo largo de los años. Es por demás interesante examinar algunos de los períodos mas importantes de dicho desarrollo para descubrir los motivos que han impulsado su evolución.

Una de las mas prodigiosas expansiones de los cerámicos ocurrió en China durante los inicios de la era Cristiana. Desde loza de barro ordinaria fue evolucionando en tres o cuatro siglos, primero, en recipientes impermeables y, segundo, en porcelana traslúcida de gran belleza. Las causas principales para

lograr este avance fueron: La disponibilidad de obtener feldespato parcialmente descompuesto como un material natural y, la evolución de los hornos de alta temperatura. Lo que parece ser el factor mas importante se encuentra en el deseo de los chinos por producir y vivir con cosas bellas. Al alfarero no se le presionaba o apuraba para obtener grandes cantidades, sino por la calidad de su trabajo. A un alfarero subsidiado no le parecía extraño el poder ocupar toda su vida para producir una sola vasija para el palacio del Emperador.

Algunas piezas de esta porcelana se esparcieron por las rutas de comercio europeas en el siglo diecisiete, cuando la regla general era el uso de loza de barro. Alfareros de varias naciones europeas iniciaron experimentos para reproducir tan fascinantes utensilios. Al principio, algunas piezas traslúcidas se hicieron mezclando vidrio pulverizado con arcilla blanca, pero los resultados no fueron satisfactorios. Finalmente, en 1709, un químico alemán, Graph von Tschivnhaus, descubrió el secreto para elaborar una pieza de caolín, feldespato y cuarzo quemados muy por arriba de las temperaturas usadas para la loza común. El secreto se mantuvo por poco tiempo ya que pronto se divulgó, lo que permitió a pequeños productores de porcelana iniciar su operación en muchos lugares de Europa bajo el auspicio de nobles adinerados. Muchas de estas empresas tuvieron una corta vida, aunque algunas como las de Sevres, Meissen y Copenhage, aún producen piezas finas.

El siglo dieciocho en Inglaterra fué un período de intensa experimentación, en el cual innumerables materiales

fueron probados en alfarerías de Wedgwood, Spode y otras en donde materiales como Parian, basalto y jaspe se originaron. El resultado mas importante fué el desarrollo del único material hueso-china, pilar de la actual industria británica de alfarería.

Otro periodo de gran actividad fueron las primeras dos décadas del siglo veinte, cuando gran cantidad de energía eléctrica estuvo disponible para darle vida al campo de la electroquímica. Fusiones de alumina y carburo de silicio para abrasivos y refractarios, así como grafito para electrodos y crisoles se hicieron en grandes cantidades a temperaturas jamás imaginadas por la generación anterior.

En la actualidad todos los productos cerámicos se componen de una mezcla de diferentes materiales en proporciones diversas. Esta mezcla recibe el nombre genérico de pasta cerámica y su variedad en composición hace que ésta se enriquezca en sus propiedades físicas como quemado, vidriado, textura, color y moldeado. Para su elaboración requiere en la mayor parte de los casos de varios procesos de transformación como son: Secado, premolienda (trituration) y molienda, clasificación por tamaños, almacenamiento y mezclado.

1.4).- Historia de la empresa

La empresa Chignahuapan S.A., se dedica a la fabricación de pasta blanca de alta temperatura, la cual está compuesta de diferentes materias primas, dando como resultado un polvo blanco muy fino, que constituye la base principal de los productos

cerámicos mas comerciales.

La compañía Chignahuapan S.A. surge en 1985 en el estado de Puebla en la localidad ántes mencionada, al norte del mismo. La empresa se fundó con el propósito de satisfacer una demanda específica en el mercado de los productos cerámicos, que consistía en la obtención de una pasta blanca de alta temperatura de buena calidad y a bajo precio. Para los consumidores del estado resultaba muy elevado el precio de la pasta importada, mientras que el producto nacional, carecia de rangos de calidad uniformes y era difícil de conseguir ya que lo absorbían los grandes consumidores. De esta manera se creó la planta productora de pasta blanca que, ubicada estratégicamente, trataría de garantizar el abasto de dicha materia prima a los clientes potenciales.

El producto que inicialmente se manejó fue una mezcla de arcilla gris, feldespatos, caolín y arena sílica, apropiada para loza fina, porcelana sanitaria y porcelana normal, sin embargo, con el transcurso del tiempo la demanda fue aumentando tanto en volumen como en variedad por lo cual se introdujo a la línea de productos, mezclas apropiadas para otras aplicaciones que cubrían respectivamente otros tres mercados: el de la porcelana química, el vidrio chino y la llamada porcelana eléctrica, los cuales eran demandados por nuestros clientes y para cuya producción solo se requería de alterar las proporciones de las materias primas en las mezclas y, en algunos casos, añadir o quitar alguna de éstas, como se puede observar en las siguientes figuras. (figuras 1.1 a 1.6).

COMPOSICION DE LAS PASTAS PASTA TIPO A

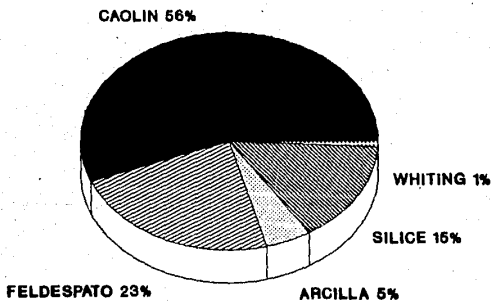


FIGURA 1.1 PASTA PARA PORCELANA QUIMICA

COMPOSICION DE LAS PASTAS PASTA TIPO B

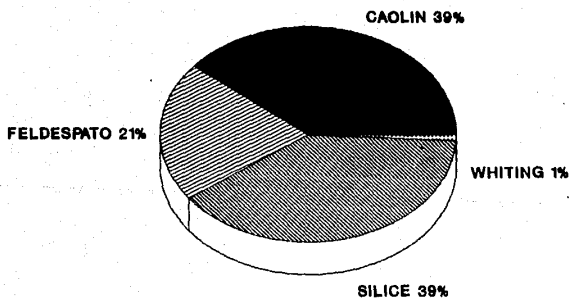


FIGURA 1.2 PASTA PARA PORCELANA NORMAL

COMPOSICION DE LAS PASTAS PASTA TIPO C

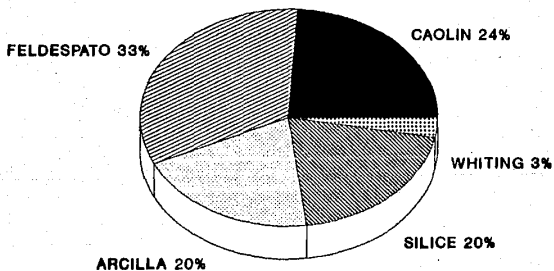


FIGURA 1.3 PASTA PORCELANA ELECTRICA

COMPOSICION DE LAS PASTAS PASTA TIPO D

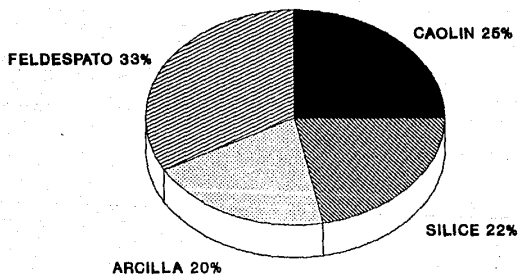


FIGURA 1.4 PASTA PORCELANA SANITARIA

COMPOSICION DE LAS PASTAS PASTA TIPO E

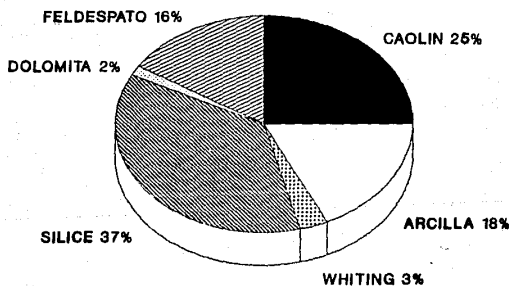


FIGURA 1.5 PASTA VIDRIO CHINO

COMPOSICION DE LAS PASTAS PASTA TIPO F

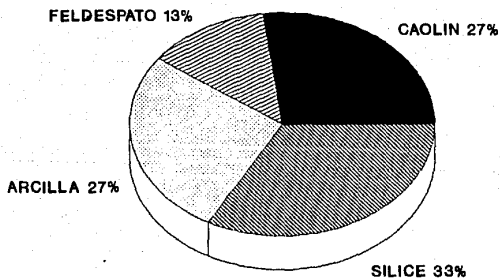


FIGURA 1.6 PASTA PARA LOZA FINA

Al iniciar sus operaciones en enero de 1985, la planta contaba con cinco obreros que se dedicaban a la producción de las pastas para porcelana sanitaria, normal y loza fina. La capacidad en un principio fue de una tonelada diaria, sin embargo, para fines de año, y una vez compenetrados los trabajadores con el proceso ya era posible producir una tonelada y media.

La demanda del producto empezó a incrementarse y se decidió contratar a tres personas más, así, para el año de 1986 se había podido duplicar la capacidad inicial e incluso rebasar esta marca llegando a producir hasta dos mil trescientos kilogramos de pasta diarios.

Entre los años de 1986 y 1987 la planta ya había alcanzado un cierto prestigio en el mercado que atacaba, compuesto básicamente de clientes en la Ciudad de México y Puebla, lo cual se vió reflejado en un incremento de la demanda. Para poder cubrir los nuevos pedidos fue necesario aumentar la fuerza laboral hasta contar con diez operarios en la planta que producían un promedio de tres toneladas diarias.

Para el año de 1988 la compañía decidió incrementar la línea de productos dado que los consumidores solicitaban otras variedades de pastas para aplicaciones en porcelana química, porcelana eléctrica y vidrio chino. Para la elaboración de las

nuevas mezclas es necesario agregar a los componentes tradicionales elementos como dolomita y whiting en diferentes proporciones según la variedad de la que se trate. Para satisfacer los requerimientos productivos de la planta con la inclusión de las nuevas mezclas, fue necesario implementar un segundo turno de labores con lo cual se alcanzó la tasa diaria de seis toneladas de producto terminado.

Entre los años de 1988 y 1989 el comportamiento del mercado siguió el mismo patrón de los anteriores. Inicialmente se contó con la capacidad para satisfacer la demanda pero con el transcurrir de los meses ésta resultó insuficiente. En vez de implementar otro turno, se optó por el pago de horas extras para producir la cantidad requerida, que llegó a alcanzar hasta ocho toneladas por día.

Para principios de 1990 se decidió abrir un tercer turno consiguiendo producir 10.5 toneladas en enero, y llegando hasta 12 toneladas diarias en agosto del mismo año.

Como podemos observar, el proceso de crecimiento se ha dado de manera espontánea sin seguir una planeación adecuada que previera futuros incrementos en la demanda y los consecuentes cambios en la planta. Se utilizó intensivamente la mano de obra aprovechando su bajo costo y por lo tanto, sacrificando la evolución de los métodos de trabajo y tecnologías, por lo que los empleados actualmente resultan rudimentarios y obsoletos.

Por otra parte, los sistemas de control de toda la empresa tanto productiva como administrativamente se han limitado

a su registro manual, establecidos de manera empírica, pero sin considerar las variables más importantes que puedan darle seguimiento al sistema y así evaluar su desempeño global. Particularmente, y en vista de ser una de las ventajas estratégicas de la empresa, el control de calidad ha representado una de las principales preocupaciones de la gerencia y se realiza de manera minuciosa, sin embargo, no se encuentra exenta de deficiencias en sus procedimientos fundamentales.

En el capítulo siguiente se hace un análisis detallado de las circunstancias que rodean a la empresa actualmente, tanto externa como internamente. Es ahí donde descubriremos las principales carencias de la empresa para posteriormente hacer las propuestas de mejora respectivas.

1.5)- Localización de la planta

La planta se ubica en la localidad del mismo nombre, es decir, el municipio de Chignahuapan en el estado de Puebla. Esta localización se planteó inicialmente así ya que el lugar ofrece muchas ventajas en cuanto a infraestructura, condiciones ambientales, laborales, fiscales y económicas, así como la disponibilidad de la nave industrial ya construida, con características adecuadas para el proyecto inicial. Otro factor que contribuyó determinantemente para establecerse en dicho lugar fue su estratégica ubicación, entre proveedores (generalmente localizados en la ciudad de Villa Juárez Pue.) y consumidores en México (180 Km.) y Puebla (150 Km.).

CAPITULO 2

SITUACION DE LA EMPRESA.-

2.1).- El entorno de la empresa

A raíz del crecimiento que en los últimos años ha presentado la industria cerámica en México, y la gran diversificación en el uso de este tipo de productos, la cantidad de pasta existente en el mercado ha resultado insuficiente para cubrir la demanda en el país. Esta situación, aunada a la mala calidad que el mercado nacional ofrece, obliga a algunos consumidores a adquirir producto de importación a costos muy elevados.

Actualmente, la pasta cerámica en México es producida por unas cuantas empresas, de gran tamaño, que en la mayoría de los casos la utiliza para satisfacer sus propias necesidades dejando muy poco excedente para medianos y pequeños productores, siendo este sector del mercado el que tradicionalmente ha buscado explotar Chignahuapan s.a. en las zonas de Puebla y la Ciudad de México. Estos clientes se han mantenido fieles a la empresa gracias a la buena calidad ofrecida en las pastas. Por otra parte, la planta ha llegado al límite en el cual la utilización de mano de obra resulta, además de costosa, excesiva, lo cual se traduce en una pérdida evidente de eficiencia en todos los procesos y en la planta en general. Se impone por lo tanto, tomar decisiones que contribuyan a solucionar este problema de capacidad buscando alternativas de acción diferentes a las tomadas anteriormente.

En lo referente a los precios, estos siempre han sido competitivos respecto a otros productores, lo cual, aunado a otras ventajas ya mencionadas, han logrado colocar a la empresa en un lugar destacado del mercado y a tener una demanda creciente año tras año.

2.2).- El proceso actual

A pesar de que el proceso de fabricación de pasta cerámica es relativamente sencillo, la falta de planeación adecuada de recursos y capacidad ha traído como consecuencia, una serie de ineficiencias del mismo.

Al iniciar su operación, la planta contaba con los elementos apropiados para satisfacer las condiciones que presentaba el mercado en ese momento. Sin embargo, en el plan inicial no se contemplaba el posible crecimiento de este en el corto plazo. El sistema productivo, fue diseñado de manera que cubriera apenas un sector muy específico y restringido de los demandantes potenciales.

La buena calidad del producto y el costo competitivo respecto a la pasta de importación hicieron que el número de compradores se incrementara rápidamente. El reto era entonces aumentar la capacidad y variedad de los productos sin sacrificar la buena calidad por la cual ya se contaba con cierto prestigio.

De esta manera se introdujeron tres nuevas mezclas cuya fabricación no alteraba en mucho el proceso que en aquel

entonces se tenía, sin embargo, fué necesaria la contratación de personal para cubrir la demanda que se presentó con la diversificación de los productos.

Así, la empresa fue configurando su estructura hasta adquirir la fisonomía que actualmente tiene y que se analiza a continuación de manera detallada.

La planta funciona de la siguiente manera. La materia prima es recibida en la planta y almacenada una vez que se verificó. Las cantidades recibidas son registradas en un libro de control y depositadas con los remanentes del lote anterior. El caolín, feldespato, y arcilla son recibidos sin moler y secos, mientras que el silice, la dolomita y el whiting se reciben secos y molidos por lo cual éstos son almacenados como producto semiprocesado en el almacén de producción en proceso, mientras que los primeros se almacenan en el de materia prima. Las materias primas son reordenadas cuando se considera que la cantidad disponible de estas durará el tiempo aproximado de la llegada de su reemplazo. Esta situación ha provocado que debido a fallos en los envíos de material, o bien a errores en el cálculo de la duración del material, se produzcan retrasos en la producción que afectan a toda la empresa.

La planeación de la producción es hecha en base a los pedidos que van entrando en la planta y registrados en un libro de pedidos y órdenes. Cada pedido puede contener una o más órdenes. Estas órdenes se programan para ser realizadas una por una y de principio a fin antes de comenzar con la siguiente.

Este tipo de planeación de la producción y ejecución de la misma trae como consecuencia una bajísima utilización de la maquinaria que provoca muchos tiempos muertos en el proceso los cuales repercuten en costo y servicio.

La producción de las pastas en la actualidad sigue el siguiente flujo: La orden en turno es recibida y analizada con el objeto de contemplar el tipo de pasta, la cantidad a producir y las materias primas requeridas para la elaboración de la misma. Se obtienen las cantidades de materias primas a utilizar y aquellas que lo requieren son pasadas al proceso de premolienda y molienda para luego ser reunidas en el almacén de producción en proceso con los demás materiales. El siguiente paso es verificar las proporciones de los materiales mediante el peso de los mismos y así proceder al mezclado. Una vez mezcladas las materias primas, la pasta es llevada a la zona de envasado en donde los materiales son depositados en costales de cincuenta kilogramos y almacenados como producto terminado.

Todos los controles administrativos son registrados sin un orden o formato específico que contemple toda la información requerida lo que conlleva en ocasiones a la pérdida de datos importantes y por lo tanto, ocasiona serios problemas a la empresa.

El control de calidad está enfocado al producto y éste es realizado a través de pruebas aleatorias de tamiz a lotes de producción en proceso para verificar el tamaño de partícula. Así mismo, después de ser mezclados los materiales existe otro

control de calidad en la homogeneidad de la mezcla, hecho en base a la experiencia del personal. Actualmente no se encuentra contemplado un control enfocado a medir el servicio al cliente final.

Como se puede apreciar, el sistema en general contempla varias áreas de ineficiencia localizadas en dos puntos principales:

- Sistemas de control
- Sistema productivo

2.3).- Distribución actual de la planta

La distribución actual de la planta, comprende las siguientes áreas:

- Almacén de materia prima
- Zona de premolienda y molienda
- Zona de mezclado
- Zona de envasado
- Almacén de producto en proceso
- Almacén de producto terminado
- Area libre
- Area de oficinas

La superficie total de la planta es de 2700 metros cuadrados, teniendo 30 metros de frente por 90 de fondo. Cada uno de los almacenes ocupan una superficie de 540 metros cuadrados. En la zona de premolienda y molienda se encuentran ubicados dos molinos que realizan estas actividades ocupando un área de 225 metros cuadrados, 15 metros de ancho por 15 de largo.

A continuación se tiene un área de envasado cuya superficie es de 82.5 metros cuadrados constituida por 15.5 metros de largo y 15 de ancho. De la misma extensión y dimensiones que la anterior se encuentra un área libre disponible para posibles expansiones o reacomodos en la planta.

2.4).- Problemática de la distribución actual

Por lo que respecta a la distribución física actual se puede decir que a pesar de cumplir con las funciones asignadas a cada departamento, éstas no son llevadas a cabo con mucha eficiencia. Si se hace un seguimiento del flujo de operaciones que una pasta requiere, los pasos a seguir serian los siguientes:

- 1.- Almacén de materia prima
- 2.- Premolienda y molienda
- 3.- Almacén de producción en proceso
- 4.- Mezclado
- 5.- Envasado
- 6.- Almacén de producto terminado

Antes de llegar al paso 4, los pasos 1,2 y 3 se repiten hasta tener listos todos los materiales requeridos para la realización de la mezcla, prosiguiendo con los pasos 4, 5 y 6 para finalizar el ciclo productivo de la pasta.

Como se puede observar en los diagramas de las páginas siguientes, el manejo de materiales que se realiza actualmente es ineficiente debido a la distribución física actual de la planta, repercutiendo directamente en factores tales como el tiempo y el costo de producción. (figuras 2.1 y 2.2)

1.- ALMACEN DE MATERIA PRIMA	18.0 m LARGO x 30.0 m ANCHO	540.0 m ²
2.- ZONA DE FRENCIENDA Y MOLINERA	20.5 m LARGO x 30.0 m ANCHO	307.5 m ²
3.- ALMACEN DE PRODUCCION EN PROCESO	36.0 m LARGO x 15.0 m ANCHO	540.0 m ²
4.- ZONA DE MEZCLADO	15.0 m LARGO x 15.0 m ANCHO	225.0 m ²
5.- ZONA DE ENVASADO	5.5 m LARGO x 15.0 m ANCHO	82.5 m ²
6.- ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO	18.0 m LARGO x 30.0 m ANCHO	540.0 m ²
7.- ZONA LIERE	15.5 m LARGO x 15.0 m ANCHO	232.5 m ²
8.- ZONA DE OFICINAS	15.5 m LARGO x 15.0 m ANCHO	232.5 m ²

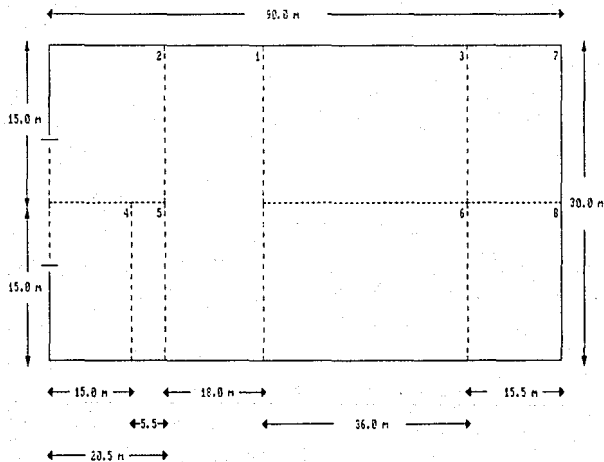
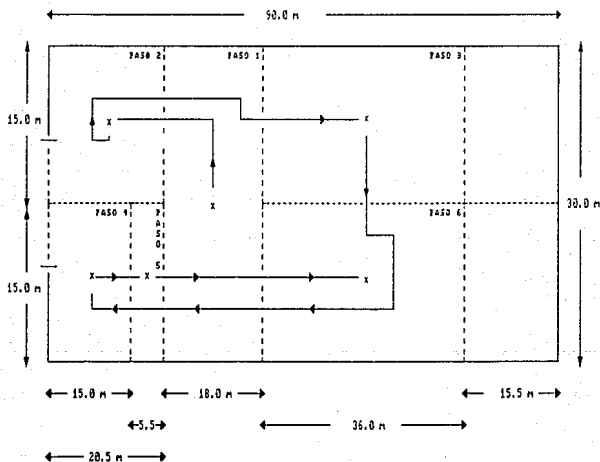


Figura 2.1.- Distribucion Fisica Actual de la planta

PASO 1: CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA *	ALMACEN DE MATERIA PRIMA
PASO 2: FRENCIENDA Y MOLIENDA *	ZONA DE MOLIENDA
PASO 3: TRANSPORTE AL ALMACEN DE PRODUCCION EN PROCESO *	ALMACEN DE PROD. EN PROC.
PASO 4: MEZCLADO	ZONA DE MEZCLADO
PASO 5: ENVASADO	ZONA DE ENVASADO
PASO 6: TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE PASTAS TERMINADAS	ALMACEN DE PRODUCTO TERM.



* PASOS 1, 2 Y 3 SE REALIZAN DE 2 A 3 VECES SEGUN LA PASTA A PRODUCIR

Figura 1.2.- Flujo de materiales actual de la planta.

CAPITULO 3

ORDENAMIENTO DEL SISTEMA

3.1).- Descripción de los procesos propuestos

Como se puede apreciar, el sistema actual carece de un ordenamiento integral que le permita producir eficientemente. En este capítulo se pretenden establecer los lineamientos a seguir para poder controlar al sistema como un todo partiendo del ordenamiento de sus partes.

El método a utilizar está basado en el enfoque de sistemas y de modo particular en la denominada administración de procesos, que consiste en tomar a todos y cada uno de los procesos de la empresa como una parte indispensable del sistema general, iniciando desde el punto mas general del sistema y terminando con las pequeñas tareas que componen a los procesos particulares del mismo.

En todos los casos se definen las entradas y salidas que hacen posible la ejecución de la actividad que se analiza, así como los proveedores y clientes tanto externos como internos, relacionados con dicha actividad.

Las entradas y salidas pueden o no ser materiales. En algunos casos podrá ser información, una orden escrita u oral de producción, un reporte de inventarios, etc. El proceso o actividad puede a su vez producir bienes o servicios utilizados por otros procesos para agregar un valor a la entrada que reciben, y pasar su entrada con el valor agregado en su proceso

al siguiente. Así hasta conseguir un producto terminado de plena calidad. Ningún insumo de cualquier proceso deberá ser aceptado si este no cumple con los requerimientos preestablecidos.

Los clientes y proveedores pueden ser internos o externos al sistema. Un cliente interno del sistema puede ser el área de producción al área de control de inventarios y viceversa. Un cliente externo al sistema es una persona que demande el bien o servicio que la empresa produce.

El proceso general se encuentra regido por cinco actividades principales que se subdividen en una serie de tareas. Las actividades señalan los procedimientos generales y criterios que se siguen para armonizar el funcionamiento operativo de la empresa. Las tareas representan el desglose particular de cada una de las actividades en pasos concretos.

Las claves numéricas utilizadas para identificar procesos, actividades y tareas están conformadas de la siguiente manera. Se presentan tres cifras separadas por puntos, que de izquierda a derecha significan: La primera, el número de proceso general del cual se trata; la segunda, la actividad a la cual se hace referencia en el proceso general, y la tercera que identifica las tareas comprendidas en cada actividad.

A continuación se describen los procesos, actividades y tareas que comprenden al sistema propuesto, en los que se hace referencia a ciertos formatos y tablas mostrados al final del capítulo a manera de ejemplo, describiendo a detalle su utilización.

3.1.1.- Proceso general (10)

El proceso general se puede definir como el conjunto de actividades coordinadas que hacen posible la elaboración de pastas cerámicas de calidad. (Figura 3.1)

Dichas actividades son:

- Recepción, inspección y almacenamiento de materia prima.
- Producción de ordenes
- Control de inventarios
- Planeación y control de la producción
- Control de calidad

Entradas:

- Materias primas
- Energía
- Información

Proveedores:

- Proveedores externos
- Proveedores externos
- Sistema y entorno

Salidas:

- Pastas cerámicas
- Información procesada

Clientes:

- Externos
- Sistema

(Figura 3.2)

3.1.2.- Recepción, Inspección y almacenamiento de materia prima (10.10)

Es la actividad mediante la cual los insumos entran al sistema, se verifica si cumplen con los requerimientos preestablecidos y de ser positiva la inspección se almacenan, caso contrario se rechaza. Esta actividad comprende cuatro tareas en las que se involucran tres áreas de decisión. (Figura 3.3).

No.PROCESO...: 10

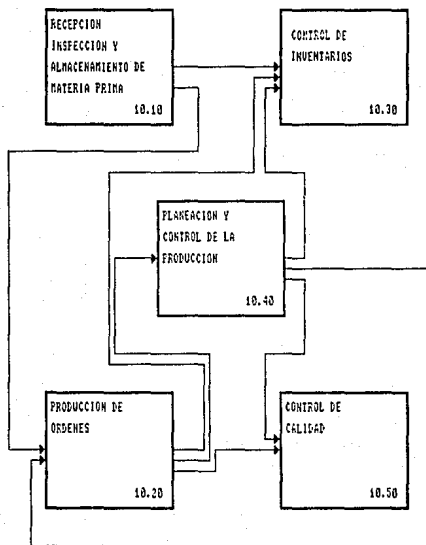


Figura 3.1.- Proceso general (flujo del proceso)

PROCESO	PROVEEDOR	ENTRADA	CLIENTE	SALIDA
10.10	EXTERNO	MATERIAS PRIMAS	10.30	AVISO DE ACEPTACION DEL MATERIAL
			10.20	LOTES DISPONIBLES DE MATERIAL
10.20	10.10	LOTES DE MATERIAL	10.40	FECHAS/HORAS/TUORNOS REALES DE PRODUCCION
	10.40	FECHAS/HORAS/TUORNOS PROGRAMADOS DE PRODUCCION	10.50	MUESTRAS DE MATERIAL MOLIDO MUESTRAS DE PASTAS REZCLADAS
			10.30	LOTES DISPONIBLES DE MATERIA PRIMA
10.30	10.40	CANTIDAD DE MATERIAL FECHAS/HORAS/TUORNO REALES DE TERMINACION	EXTERNO	PEDIDO LISTO PARA ENTREGAR
	10.10	AVISO DE ACEPTACION DE MATERIAL		
	10.20	LOTES DISPONIBLES DE MATERIAL		
10.40	EXTERNO	PEDIDOS Y DATOS	EXTERNO	FECHA TERMINACION PROGRAMADA
	10.20	FECHA/HORA/TUORNO REALES DE TERMINACION E INICIO DE ORDENES Y PEDIDOS	10.30	FECHA/HORA/TUORNO DE TERMINACION REAL DEL PEDIDO CANTIDADES DE MATERIAL
			10.20	FECHA/HORA/TUORNO PROGRAMADAS DE TERMINACION E INICIO DE ORDENES Y PEDIDOS
			10.50	FECHAS REALES Y PROGRAMADAS DE TERMINACION DE PEDIDOS.
10.50	10.20	MUESTRAS DE MATERIAL MOLIDO Y PASTAS REZCLADAS	10	CAUSAS Y PROPUESTAS DE SOLUCION A LOS POSIBLES PROBLEMAS.
	10.40	FECHAS REALES Y ESTIMADAS DE TERMINACION DE PEDIDOS.		

Figura 3.2.- Relacion de entradas-salidas, clientes-proveedores de los procesos.

Tareas:

- Inspección de peso y humedad
- Almacenamiento de materia prima
- Inspección de tamaño de grano
- Almacenamiento de producción en proceso

Decisiones:

- Distinción del tipo de material
- Cumplimiento de requerimientos de peso y humedad en el material a mol
- Cumplimiento de requerimientos de peso, humedad y tamaño de grano en material molido.

3.1.3.- Producción de ordenes (10.20)

Actividad en la cual las órdenes de producción se realizan transformando las materias primas en el producto final deseado. Esta actividad varía en su número de tareas dependiendo del tipo de pasta que se vaya a producir. En terminos generales se presentan once tareas diferentes de las cuales algunas se repiten según el producto a elaborar. En esta actividad se contemplan tres tipos de decisiones. (Figura 3.4)

Tareas:

- Peso y carga del material a moler
- Transporte y descarga en premolienda
- Premolienda
- Carga de molino
- Molienda
- Transporte al almacen de producción en proceso
- Almacenamiento de producto en proceso
- Peso y carga de componentes a mezclar

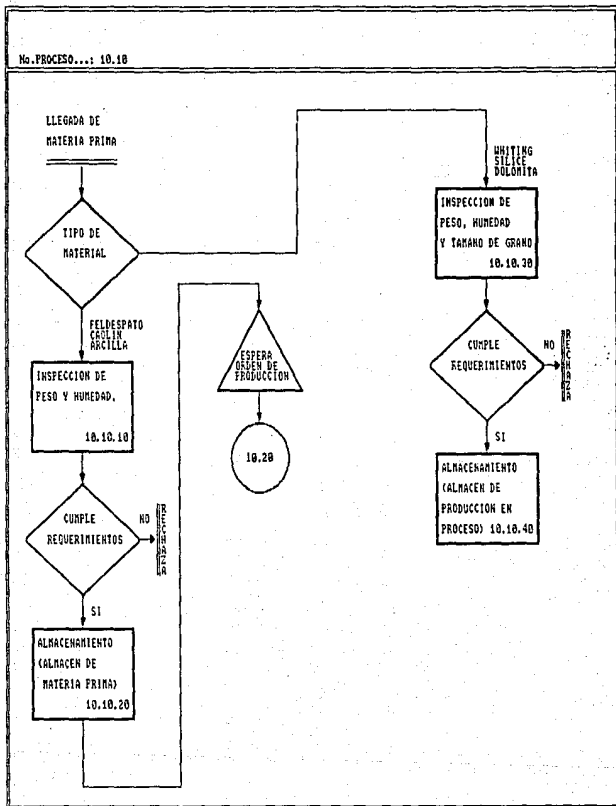


Figura 3.3.- Recepcion, inspeccion y almacenamiento de materia prima

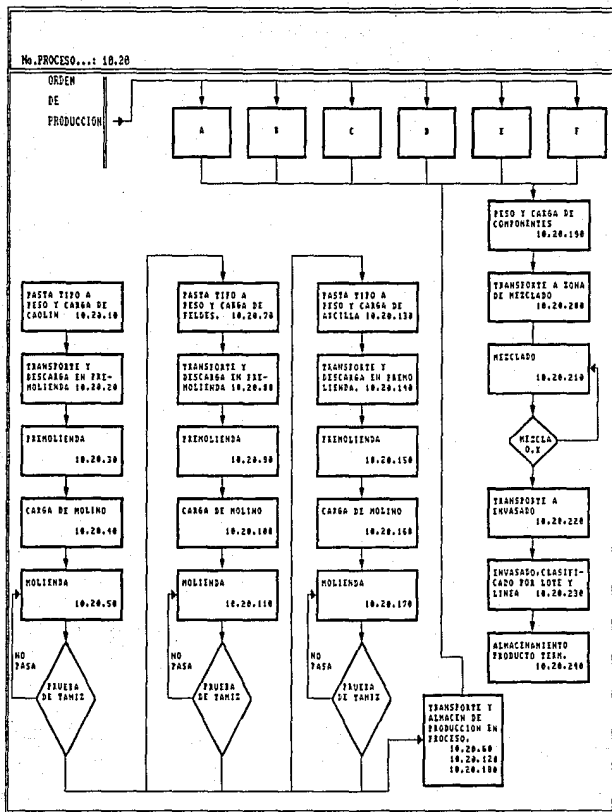


Figura 3.4.- Produccion de Ordenes (Flujo de produccion)

- Transporte a zona de mezclado
- Mezclado
- Transporte a envasado
- Envasado y clasificación por lote y por línea
- Almacenamiento de producto terminado

Decisiones:

- Distinción del tipo de pasta
- Pruebas de tamiz
- Prueba de homogeneidad en el mezclado.

3.1.4.- Control de inventarios (10.30)

Actividad mediante la cual la materia prima, la producción en proceso y el producto final son controlados. En esta actividad se contemplan seis tareas principales que hacen posible dicho control. A su vez, también contempla en este proceso un par de decisiones referentes al punto de reorden y al tipo de material a registrar. (figura 3.5).

Tareas:

- Revisión continua de los puntos de reorden .
- Orden del material
- Alta del lote de materia prima
- Cálculo del punto de reorden
- Alta en el control de producción en proceso
- Alta en el control de producto terminado.

Decisiones:

- Existencia del punto de reorden
- Tipo del material a registrar.

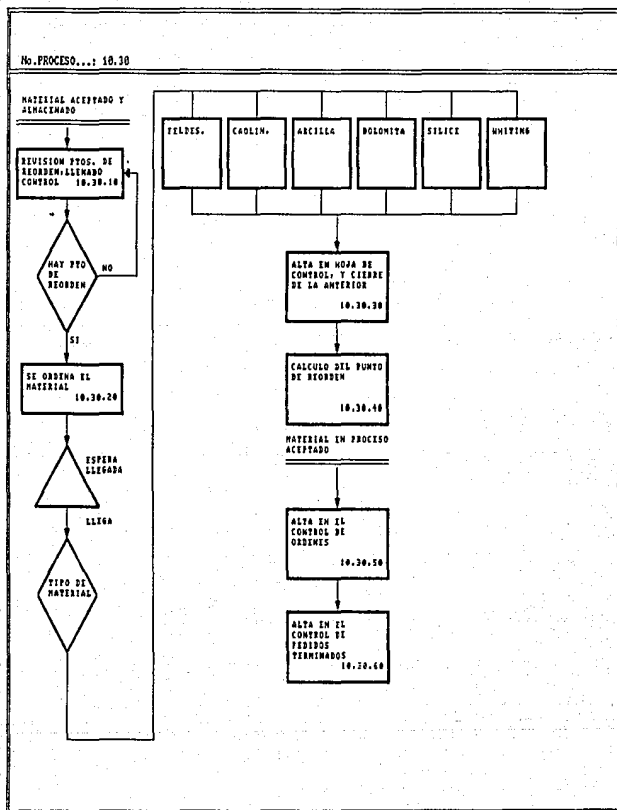


Figura 3.5.- Control de Inventarios.

3.1.5.- Planeación y control de la producción (10.40)

En esta actividad los pedidos y órdenes que entran a la planta son registrados, programados de forma sincronizada y controlados. El control de lo planeado es verificado contra lo que realmente sucede, comprobando así la eficiencia y eficacia del proceso productivo y detectando los problemas más comunes y los cuellos de botella existentes. Esta actividad contempla tres tareas principales. (Figura 3.6)

Tareas:

- Control de pedidos
- Control de ordenes
- Programación de ordenes

3.1.6.- Control de calidad (10.50)

La calidad es medida en dos fases: Control de calidad en el producto y control de calidad en el servicio. Para el producto se toman muestras de la materia prima molida y de la pasta ya mezclada, se les aplican ciertas pruebas y se mide el resultado. Para el servicio se calculan las diferencias entre el tiempo programado de fabricación y el tiempo real con el objeto de medir la efectividad en las entregas de la compañía. En esta actividad se contemplan seis tareas principales. (Figura 3.7)

Tareas:

- Toma de muestras
- Pruebas de tamiz y homogeneidad en el mezclado
- Elaboración de hojas de control
- Elaboración de gráficos de control

No. PROCESO...: 10.40

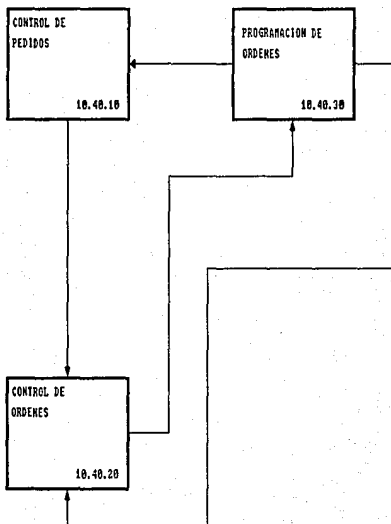


Figura 3.6.- Planeacion y control de la produccion

No. PROCESO...: 10.50

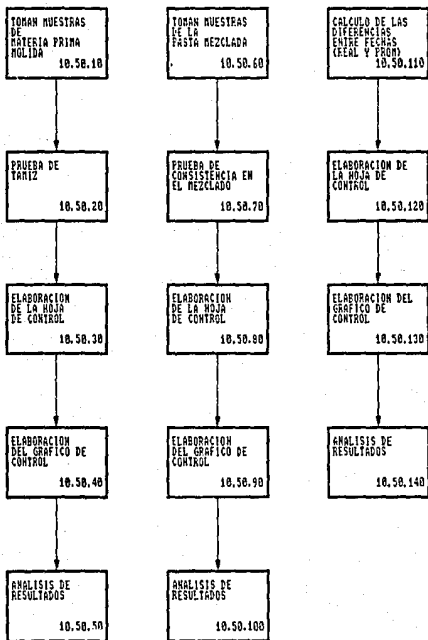


Figura 3.7.- Control de Calidad.

- Análisis de resultados
- Cálculo de las diferencias entre fechas reales y fechas prometidas.

3.1.7.- Inspección de peso y humedad (10.10.10)

Tarea mediante la cual las materias primas no molidas (feldespato, caolín y arcilla), son analizadas con el objeto de comprobar que el peso y el grado de humedad sean los requeridos. Si el material inspeccionado cumple los requerimientos se procede al almacenamiento del mismo, si no, se rechaza. Para determinar el grado de humedad se toma una muestra de material y se pesa, se le aplica un proceso de secado y se vuelve a pesar obteniendo así, por diferencia, el porcentaje de humedad del material el cual no debe exceder un 2%. (Figura 3.3).

3.1.8.- Almacenamiento de materia prima (10.10.20)

Tarea mediante la cual las materias no molidas son almacenadas por lotes , quedando listas para ser sometidas a los procesos de premolienda y molienda. (Figura 3.3).

3.1.9.- Inspección de peso , humedad y tamaño de grano (10.10.30)

Tarea mediante la cual las materias primas ya molidas (Sílice, Dolomita y Whiting), son analizadas con el objeto de comprobar los requerimientos preestablecidos de grado de humedad, peso y tamaño de grano. El tamaño de grano es medido mediante la aplicación de una prueba de tamiz a una muestra del material, dicha prueba, consiste en hacer pasar la muestra por unas pequeñísimas mallas (tamices) y así poder comprobar el grosor de grano que el material presenta. Si los materiales pasan la prueba

se aceptan y almacenan como producto en proceso, en caso contrario son rechazados. Un material es aceptado si la muestra de éste pasa en un 95% a través de un tamiz malla 270. La prueba de humedad es realizada igual que la tarea 10.10.10. (Figura 3.3)

3.1.10. Almacenamiento del material en almacén de producción en proceso. (10.10.40)

Tarea mediante la cual las materias primas molidas son almacenadas y clasificadas por lotes en el almacén de producción en proceso. La razón por la cual estas materias primas no ingresan al almacén del mismo nombre, es debido a que éstas no tienen que ser sometidas al proceso de molienda y son consideradas como materias primas semiprocesadas listas para mezclarse con aquellas otras sometidas al proceso de molienda. (Figura 3.3)

3.1.11.- Peso y carga de materias primas no molidas. (10.20.10-10.20.70-10.20.130)

Tarea mediante la cual se inicia todo el ciclo productivo a través del proceso de molienda. Esta tarea consiste en cargar las cantidades requeridas de materia prima en los carros transportadores (incluyendo pérdidas) y el pesado de los mismos para asegurar que las cantidades a utilizar sean correctas. (Figura 3.4).

3.1.12.- TRANSPORTE Y DESCARGA EN PREMOLIENDA. (10.20.20-10.20.80.-10.20.150)

Tarea mediante la cual el material previamente cargado, es llevado a la zona de premolienda y descargado en la tolva del molino que reducirá en primera instancia el tamaño de grano del material. (Figura 3.4)

3.1.13.- Premolienda (10.20.30.-10.20.90.-10.20.150)

Tarea mediante la cual las materias primas son molidas por primera ocasión con el objeto de reducir el tamaño de grano de las mismas y facilitar su posterior pulverización en la siguiente etapa de molienda. En esta tarea se utiliza un molino tipo jet Pulvex con motor de baja velocidad y con una capacidad promedio de molido de tres toneladas por hora. (Figura 3.4)

3.1.14.- Carga de molino (10.20.40.-10.20.100.-10.20.160)

A la salida del primer molino se colocan los carros transportadores que se van llenando simultáneamente al proceso de premolienda. Una vez que están cargados, son llevados a la tolva del otro molino en donde el material se descarga para la segunda etapa de molienda. (Figura 3.4)

3.1.15.- Molienda (10.20.50.-10.20.110.-10.20.170)

Tarea mediante la cual la materia prima previamente molida es pulverizada con el objeto de obtener el tamaño de grano que satisfaga las necesidades de la orden a producir. Inmediatamente despues de ser molido, una muestra del material es sometida a una prueba de tamiz (malla 270). En caso de no pasar la prueba, el material deberá pasar de nueva cuenta por esta tarea. El molino utilizado en esta tarea es también tipo jet Pulvex con motor de alta velocidad y capacidad de tres toneladas por hora de producto. (Figura 3.4)

3.1.16.- Transporte y almacenamieto de materia prima ya molida

al almacén de producción en proceso.
(10.20.60.-10.20.120.-10.20.180)

Tarea mediante la cual el material que ha sido sometido a las tareas de molienda y pruebas de tamiz, es llevado al almacén de producción en proceso para su futura mezcla una vez que se tengan todos los componentes listos. Hasta este momento las tareas realizadas en el proceso de producción se han efectuado de manera continua. (Figura 3.4)

3.1.17.- Peso y carga de componentes (10.20.190)

Tarea mediante la cual, una vez que se tienen todos los componentes de la pasta a producir, se procede al peso y carga de los mismos en las proporciones requeridas para ser transportados a la zona de mezclado. A partir de esta tarea se inicia el proceso de producción por pedido. (Figura 3.4)

3.1.18.- Transporte a la zona de mezclado (10.20.200)

Tarea mediante la cual los distintos componentes son llevados y depositados en la mezcladora. (Figura 3.4)

3.1.19.- Mezclado (10.20.210)

Tarea mediante la cual los componentes se someten durante un tiempo preestablecido a un proceso en el cual las materias se combinan conformando el producto final. Para esta tarea se utiliza una mezcladora industrial cuya capacidad es de una tonelada por hora. (Figura 3.4)

3.1.19.- Transporte a envasado (10.20.220)

Una vez terminado el proceso de mezclado, una muestra de

la pasta resultante es examinada con el objeto de verificar la homogeneidad de la mezcla, si cumple los requerimientos, la pasta es cargada en los carros transportadores y llevada a la zona de envasado, en caso contrario, el proceso de mezclado es repetido hasta alcanzar la homogeneidad deseada en la mezcla. Dicha prueba se realiza en forma visual, verificando la consistencia y colorido de la muestra, y asignando un valor a estos parámetros en base a la experiencia. (Figura 3.4)

3.1.20.- Envasado y clasificado por lote y línea (10.20.230)

Tarea mediante la cual el producto final es envasado en costales de tela de cincuenta kilogramos y etiquetado con el número de orden, pedido y tipo de pasta. (Figura 3.4)

3.1.22.- Almacenamiento de producto terminado (10.20.240)

Tarea mediante la cual la pasta previamente envasada es estibada en el almacén de producto terminado para su posterior entrega al cliente. (Figura 3.4)

3.1.23.- Revisión continua de los puntos de reorden y llenado de la hoja de control de inventario. (10.30.10)

Tarea mediante la cual las hojas de control de lotes de materia prima son revisadas con el objeto de comprobar existencias en lote contra punto de reorden, y así saber de forma precisa cuando se debe de ordenar otro lote de materia prima. Para esta tarea se utilizan las hojas de control de inventarios. (Figura 3.5).

3.1.24.- Orden de material (10.30.20)

Tarea mediante la cual las materias primas son ordenadas a

los proveedores, previendo los tiempos de entrega de estos en la planta. (Figura 3.5)

3.1.25.- Alta del lote de materia prima en hoja de control y cierre de la anterior (10.30.30)

Una vez que lo ordenado es aceptado y almacenado se elabora una alta en la hoja de control del material recibido, en la cual se llevará el control de las órdenes que utilicen dicho material, así como el punto de reorden del mismo. Se genera en esta actividad una nueva hoja de control de inventario con una clave consecutiva de lote de material. (Figura 3.5).

3.1.26.- Cálculo del punto de reorden (10.30.40)

Tarea mediante la cual las variables obtenidas en los lotes anteriores son llevadas a fórmulas que calculan el punto de reorden del material. Estas variables y fórmulas se muestran y explican detalladamente en el caso que se desarrolla al final del capítulo. (Figura 3.5)

3.1.27.- Alta en el control de producción en proceso (10.30.50)

Tarea mediante la cual una vez terminada una orden de producción, se elabora una hoja de control de la misma que incluya los lotes de materia prima utilizados y sus respectivas cantidades. (Figura 3.5)

3.1.28.- Alta en el control de pedidos terminados (10.30.60)

Tarea mediante la cual las órdenes terminadas son registradas en una hoja de control de pedidos. Esta hoja deberá de incluir todas las órdenes que incluya el pedido. (Figura 3.5)

3.1.30.- Control de pedidos (10.40.10)

Tarea mediante la cual los pedidos que entran a la empresa son registrados incluyendo toda la información que es requerida (Figura 3.6).

3.1.31.- Control de ordenes (10.40.20)

Al igual que en el control de pedidos, el control de órdenes utiliza un formato en el cual las órdenes de un pedido se desglosan en su individualidad con el objeto de tener la información adecuada para la programación de las mismas. (Figura 3.6).

3.1.31.- Programación de ordenes (10.40.30)

Tarea mediante la cual las órdenes de producción son programadas a lo largo de las jornadas de trabajo, en forma de gráfica de Gannt. Dicha programación de órdenes genera a su vez la programación de pedidos, los cuales siguen un orden de acuerdo a la entrada que tuvieron en la empresa. (Figura 3.6).

3.1.32.- Toma de muestras de materia prima molida (10.50.10)

Tarea mediante la cual las muestras de caolin, arcilla y feldespato son obtenidas de un lote, con el objeto de ser sometidas a una prueba de tamiz. Generalmente se toman 10 muestras aleatorias de 400 gramos cada una por tonelada de materiales, aplicandoles dos mediciones de tamiz utilizando la mitad de cada muestra. (Figura 3.7)

3.1.33.- Prueba de tamiz (10.50.20)

Tarea mediante la cual las muestras tomadas son sometidas a una prueba que consiste en hacer pasar éstas a través de unas pequeñas mallas llamadas tamices. Los tamices son pesados antes de realizar la prueba y después de realizada ésta, pudiendo así constatar por la diferencia de pesos, la cantidad de material que no pasó en cada una de las muestras. La malla utilizada en los tamices es #270 y debe pasar el 95% del material de la muestra. (figura 3.7)

3.1.34.- Elaboración de hojas de control (10.50.30.-10.50.80.-10.50.130)

Tarea mediante la cual el resultado de las pruebas de tamiz, homogeneidad en el mezclado, y tiempo de servicio son registradas en una hoja de control, con el objeto de poder procesar la información. (Figura 3.7)

3.1.35.- Elaboración de gráficos de control (10.50.40.-10.50.90.-10.50.140)

Tarea mediante la cual los resultados obtenidos, son llevados a un gráfico de control, en el que se mide la continuidad en la calidad de las materias y servicios, en base a ciertos límites preestablecidos. Para las diferentes pruebas los límites son:

- Límites en tamiz de 15gr. hasta 5gr.
- Límites en homogeneidad de 1.2 hasta 0.8
- Límites en servicio de +1 día hasta -1 día

(Figura 3.7)

3.1.36.- Análisis de resultados (10.50.50.-10.50.100.-10.50.140)

Tarea mediante la cual los resultados obtenidos son analizados con el objeto de poder identificar y solucionar problemas que se detecten en los procesos.

(Figura 3.7)

3.1.37.- Toma de muestras de pastas mezcladas (10.50.60)

Esta tarea se realiza de la misma manera que la tarea 10.50.10 con productos ya mezclados. (Figura 3.7)

3.1.38.- Prueba de consistencia en el mezclado (10.50.70)

Tarea mediante la cual las muestras tomadas son evaluadas en una escala de 0.0 a 2.0 dependiendo si la homogeneidad de la mezcla es mala, normal o buena. La persona encargada de realizar esta prueba asigna algún número dentro de este rango con la posibilidad de incluir valores intermedios hasta de un decimal. Esta prueba es visual y se rige bajo el estricto criterio del analista, quien evalúa las características de consistencia y color de cada muestra en base a su experiencia.

(Figura 3.7)

3.1.39.- Cálculo de las diferencias entre fechas reales y fechas prometidas de pedido. (10.50.110)

Tarea mediante la cual las diferencias entre las fechas estimadas y las fechas reales son calculadas. Dichos calculos serán utilizados para elaborar las hojas y gráficos de control de servicio. (Figura 3.7)

En el siguiente caso se muestran los diferentes formatos de control y la manera de llenarlos. De su permanente y correcta utilización depende el ágil flujo de la información y por lo tanto, que el sistema conserve el orden que en este capítulo se ha propuesto.

3.2).- Desarrollo y explicación de un caso

El seguimiento dado a una serie de pedidos que entran a la empresa podría ejemplificarse en tres partes: Planeación y control de la producción; control de inventarios y control de calidad.

3.2.1.- Planeación y control de la producción

Los pedidos son hechos por el cliente al área de planeación de la producción la cual los registra en un formato (Figura 3.8) asignando a cada uno un número consecutivo. Las órdenes que conlleva cada pedido son registradas en cantidad y clave según el tipo de pasta. Dicha clave indica el número de orden a producir así como la letra correspondiente a cada tipo de pasta. Se registran el nombre del cliente y sus datos generales y se programa la producción del pedido orden por orden calculando los tiempos de producción de cada una de éstas objeto de poder dar al cliente una fecha de entrega.

En la (Figura 3.8) el cliente X solicita con fecha 1 de Septiembre 2 toneladas de pasta tipo A, 2.5 toneladas de pasta C, 3 toneladas de pasta D y 0.5 toneladas de pasta F. A dicho pedido se le asigna el número consecutivo 00100. Para las órdenes de las diferentes pastas se asignan las claves 801A, 504C, 909D y 009F con sus respectivas cantidades. De acuerdo a

No. PROCESO...: 10.40			No. TAREA.....: 10.40.10.		
No. DE PEDIDO (CONSECUTIVO)	ORDENES DEL PEDIDO CLAVES	CANTIDADES DE LAS ORDENES (Toneladas)	FECHA DE INICIO PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE INICIO PROGRAMADA 00'	TURNO DE INICIO PROGRAMADO PRIMERO
00100	801A	2.0	FECHA DE INICIO REAL 3 SEP 1990	HORA DE INICIO REAL 00'	TURNO DE INICIO REAL PRIMERO
CLIENTE: x	504C	2.5	FECHA TERM. PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE TERM. PROGRAMADA 792'	TURNO DE TERM. PROGRAMADO SEGUNDO
	909D	3.0			
FECHA DE SOLICITUD: 1 SEPT 1990	003F	0.5	FECHA DE TERM. REAL	HORA DE TERM. REAL 000'	TURNO DE TERM. REAL SEGUNDO
GENERALIDADES DEL CLIENTE:				FECHA ENTREGA PROGRAMADA 4 SEPTIEMBRE 1990	FECHA DE ENTREGA REAL 4 SEPTIEMBRE 1990
No. DE PEDIDO (CONSECUTIVO)	ORDENES DEL PEDIDO CLAVES	CANTIDADES DE LAS ORDENES	FECHA DE INICIO PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE INICIO PROGRAMADA 792'	TURNO DE INICIO PROGRAMADO SEGUNDO
00101	206B	5.0	FECHA DE INICIO REAL 3 SEP 1990	HORA DE INICIO REAL 000'	TURNO DE INICIO REAL SEGUNDO
CLIENTE: y			FECHA TERM. PROGRAMADA 4 SEP 1990	HORA DE TERM. PROGRAMADA 263'	TURNO DE TERM. PROGRAMADO PRIMERO
FECHA DE SOLICITUD: 1 SEPT 1990	334E	3.0	FECHA DE TERM. REAL 4 SEP 1990	HORA DE TERM. REAL 250'	TURNO DE TERM. REAL PRIMERO
	010F	1.0			
GENERALIDADES DEL CLIENTE:				FECHA ENTREGA PROGRAMADA 4 SEPT 1990	FECHA DE ENTREGA REAL 4 SEPT 1990
No. DE PEDIDO (CONSECUTIVO)	ORDENES DEL PEDIDO CLAVES	CANTIDADES DE LAS ORDENES	FECHA DE INICIO PROGRAMADA	HORA DE INICIO PROGRAMADA	TURNO DE INICIO PROGRAMADO
			FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL
CLIENTE:			FECHA TERM. PROGRAMADA	HORA DE TERM. PROGRAMADA	TURNO DE TERM. PROGRAMADO
FECHA DE SOLICITUD:			FECHA DE TERM. REAL	HORA DE TERM. REAL	TURNO DE TERM. REAL
GENERALIDADES DEL CLIENTE:				FECHA ENTREGA PROGRAMADA	FECHA DE ENTREGA REAL

Figura 3.8.- Control de pedidos.

los planes de producción se espera iniciar con la producción del pedido el día lunes 3 de Septiembre de 1990 a las 6:00 A.M. (00') en el primer turno y terminarlo el mismo día a las 7:12 P.M. (792'), en el segundo turno. La obtención de estos datos se explica posteriormente. Los tiempos reales de inicio y terminación del pedido son registrados debajo de los tiempos programados una vez que éste se termina, con el objeto de conocer las diferencias entre lo planeado y lo real. En el caso se inició la elaboración del pedido 00100 según lo planeado pero se terminó ocho minutos después de lo esperado, es decir, a las 7:20 P.M. (800'). De esto se concluye que el proceso lleva un retraso neto de ocho minutos lo cual repercutirá en la elaboración de los siguientes pedidos. Este indicador constituye una herramienta útil para el supervisor del proceso ya que en base a estos resultados puede determinar las acciones correctivas que sean pertinentes para agilizar al sistema.

El mismo procedimiento se sigue para el pedido del cliente Y el cual fue hecho también el 3 de Septiembre.

Para el control de órdenes (Figura 3.9) se registran cada una de las órdenes de los pedidos de la Figura 3.8. Aquí se incluyen los lotes de materia prima a utilizar según la composición de cada una de las pastas así como sus cantidades respectivas.

Las proporciones y cantidades de material a utilizar así como los tiempos planeados de fabricación son calculados en las figuras 3.11 y 3.10 respectivamente.

No. PROCESO...: 10.40

No. TAREA.....: 10.40.20.

No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES(Kgts) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA REAL	HORA DE INICIO PROGRAMADA REAL	TURNO DE INICIO PROGRAMADO REAL
009F	CA0901	148.5	FECHA DE INICIO 3 SEP 1990	HORA DE INICIO 00'	TURNO DE INICIO REAL PRIMERO
	FEL505	71.5			
	ARC302	148.5	FECHA TERM. PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE TERM. PROGRAMADA 49.5'	TURNO DE TERM. PROGRAMADO PRIMERO
	SIL200	165			
			FECHA DE TERM. REAL 3 SEP 1990	HORA DE TERM. REAL 51'	TURNO DE TERM. REAL PRIMERO
COMENTARIOS:					

No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES(Kgts) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA REAL	HORA DE INICIO PROGRAMADA REAL	TURNO DE INICIO PROGRAMADO REAL
001A	CA0901	1232	FECHA DE INICIO 3 SEP 1990	HORA DE INICIO 49.5'	TURNO DE INICIO PROGRAMADO PRIMERO
	FEL505	506		HORA DE INICIO REAL 51'	TURNO DE INICIO REAL PRIMERO
CLIENTE:	ARC302	110	FECHA TERM. PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE TERM. PROGRAMADA 247.5'	TURNO DE TERM. PROGRAMADO PRIMERO
	SIL200	300			
	MIL190	20	FECHA DE TERM. REAL 3 SEP 1990	HORA DE TERM. REAL 230'	TURNO DE TERM. REAL PRIMERO
COMENTARIOS:					

No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES(Kgts) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA REAL	HORA DE INICIO PROGRAMADA REAL	TURNO DE INICIO PROGRAMADO REAL
504C	CA0901	1540	FECHA DE INICIO 3 SEP 1990	HORA DE INICIO PROGRAMADA 247.5'	TURNO DE INICIO PROGRAMADO PRIMERO
	FEL505	622.5		HORA DE INICIO REAL 250'	TURNO DE INICIO REAL PRIMERO
CLIENTE:	ARC302	137.5	FECHA TERM. PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE TERM. PROGRAMADA 495'	TURNO DE TERM. PROGRAMADO SEGUNDO
	SIL200	375			
	MIL190	75	FECHA DE TERM. REAL 3 SEP 1990	HORA DE TERM. REAL 501'	TURNO DE TERM. REAL SEGUNDO
COMENTARIOS:					

Figura 3.9.- Control de Órdenes

No. PROCESO..... 10.40						No. TAREA..... 10.40.20.					
No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES(Kgs) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA	HORA DE INICIO PROGRAMADA	TURNO DE INICIO PROGRAMADO	FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL	FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL
9099	CA0901	825	3 SEP 1990	495'	SEGUNDO	3 SEP 1990	501'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO
	FEL505	1839									
	ARC382	660	3 SEP 1990	792'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO
	SIL200	726									
COMENTARIOS:											
No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES(Kgs) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA	HORA DE INICIO PROGRAMADA	TURNO DE INICIO PROGRAMADO	FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL	FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL
818F	CA0901	297	3 SEP 1990	792'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO
	FEL505	143									
CLIENTE:	ARC302	297	3 SEP 1990	894'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO
	SIL200	310									
COMENTARIOS:											
No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES(Kgs) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA	HORA DE INICIO PROGRAMADA	TURNO DE INICIO PROGRAMADO	FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL	FECHA DE INICIO REAL	HORA DE INICIO REAL	TURNO DE INICIO REAL
324E	CA0901	825	3 SEP 1990	894'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO	3 SEP 1990	860'	SEGUNDO
	FEL505	528									
CLIENTE:	ARC382	594	3 SEP 1990	1188'	TERCERO	3 SEP 1990	1182'	TERCERO	3 SEP 1990	1182'	TERCERO
	SIL200	1095									
	DOL504	90									
	MHI192	45									
COMENTARIOS:											

Figura 3.9.- Control de ordenes (continuacion).

No. PROCESO...: 10.40		No. TAREA.....: 10.40.20.			
No. DE ORDEN	CLAVES DE LOTES DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	CANTIDADES (Kg) DE MATERIA PRIMA A UTILIZAR	FECHA DE INICIO PROGRAMADA 3 SEP 1990	HORA DE INICIO PROGRAMADA 1100*	TURNO DE INICIO PROGRAMADO TERCERO
206B	CA0901	2475	FECHA DE INICIO REAL 3 SEP 1990	HORA DE INICIO REAL 1102*	TURNO DE INICIO REAL TERCERO
	FEL505	1320		FECHA TERM. PROGRAMADA 4 SEP 1990	HORA DE TERM. PROGRAMADA 263*
	SIL200	1500	FECHA DE TERM. REAL 4 SEP 1990	HORA DE TERM. REAL 250*	TURNO DE TERM. REAL PRIMERO
	MN1190	50			
COMENTARIOS:					

Figura 3.9.- Control de ordenes (Continuacion).

No. PROCESO...: 10.20					
TAREA NUM.	TIEMPO	CANTIDAD PROCESADA	TIEMPO ACUMULADO	MATERIAL PROCESADO	
10.20.10	5 MINUTOS	4415.5 Kg	5 MINUTOS	CAOLIN	
10.20.20	5 MINUTOS	4415.5 Kg	10 MINUTOS	CAOLIN	
10.20.30	89.3 MINUTOS	4415.5 Kg	99.3 MINUTOS	CAOLIN	
10.20.40	5 MINUTOS	4415.5 Kg	104.3 MINUTOS	CAOLIN	
10.20.50	89.3 MINUTOS	4415.5 Kg	193.6 MINUTOS	CAOLIN	
10.20.60	0 MINUTOS	4415.5 Kg	193.6 MINUTOS	CAOLIN	
10.20.70	5 MINUTOS	2384.0 Kg	198.6 MINUTOS	FELDSPATO	
10.20.80	5 MINUTOS	2384.0 Kg	203.6 MINUTOS	FELDSPATO	
10.20.90	58.80 MINUTOS	2384.0 Kg	262.40 MINUTOS	FELDSPATO	
10.20.100	5 MINUTOS	2384.0 Kg	267.40 MINUTOS	FELDSPATO	
10.20.110	58.80 MINUTOS	2384.0 Kg	326.20 MINUTOS	FELDSPATO	
10.20.120	0 MINUTOS	2384.0 Kg	326.20 MINUTOS	FELDSPATO	
10.20.130	5 MINUTOS	1980.0 Kg	331.20 MINUTOS	ARCILLA	
10.20.140	5 MINUTOS	1980.0 Kg	336.20 MINUTOS	ARCILLA	
10.20.150	39.6 MINUTOS	1980.0 Kg	375.80 MINUTOS	ARCILLA	
10.20.160	5 MINUTOS	1980.0 Kg	380.80 MINUTOS	ARCILLA	
10.20.170	39.6 MINUTOS	1980.0 Kg	420.40 MINUTOS	ARCILLA	
10.20.180	5 MINUTOS	1980.0 Kg	425.40 MINUTOS	ARCILLA	
TOTAL			421.56 MINUTOS		
10.20.190	10 MINUTOS	1000 Kg	10 MINUTOS		
10.20.200	5 MINUTOS	1000 Kg	15 MINUTOS		
10.20.210	60 MINUTOS	1000 Kg	75 MINUTOS		
10.20.220	5 MINUTOS	1000 Kg	80 MINUTOS		
10.20.230	5 MINUTOS	1000 Kg	85 MINUTOS		
10.20.240	10 MINUTOS	1000 Kg	95 MINUTOS		
TOTAL			99 MINUTOS		

Figura 3.10.- Tiempos de producción.

No. PROCESO...: 10.20							
MATERIAL	PASTA A	PASTA B	PASTA C	PASTA D	PASTA E	PASTA F	
FELDESPATO	23 x	24 x	33 x	33 x	16 x	13 x	
CAOLIN	56 x	45 x	24 x	25 x	25 x	27 x	
ARCILLA	5 x	0 x	20 x	20 x	16 x	27 x	
SILICE	15 x	30 x	20 x	22 x	36.5 x	33 x	
DOLONITA	0 x	0 x	0 x	0 x	3 x	0 x	
WHITING	1 x	1 x	3 x	0 x	1.5 x	0 x	
CANTIDADES A UTILIZAR PARA LA PRODUCCION DE UNA TONELADA DE PASTA INCLUYENDO PERDIDAS							
MATERIAL	PASTA A	PASTA B	PASTA C	PASTA D	PASTA E	PASTA F	
FELDESPATO	253 Kg	264 Kg	363 Kg	363 Kg	176 Kg	143 Kg	
CAOLIN	616 Kg	495 Kg	264 Kg	275 Kg	275 Kg	297 Kg	
ARCILLA	55 Kg	0 Kg	220 Kg	220 Kg	198 Kg	297 Kg	
SILICE	150 Kg	300 Kg	200 Kg	220 Kg	365 Kg	33 Kg	
DOLONITA	0 Kg	0 Kg	0 Kg	0 Kg	30 Kg	0 Kg	
WHITING	10 Kg	10 Kg	30 Kg	0 Kg	15 Kg	0 Kg	

Figura 3.11.- Proporciones de materiales en las pastas.

Las fechas reales y programadas de las órdenes se registran de la misma manera que en el figura 3.8.

Siguiendo el caso podemos ver (Figura 3.9) que la orden 009 está compuesta por:

* CAOLIN	27 ‡
* FELDESPATO	13 ‡
* ARCILLA	27 ‡
* SILICE	33 ‡

que son utilizados para la elaboración de loza fina.

Las claves de cada lote se componen de las primeras tres letras de cada material y del número consecutivo de lote de materia prima . En este caso son:

- CAO 901
- FEL 505
- ARC 302
- SIL 200.

Posteriormente, se obtienen de la figura 9 las cantidades a utilizar de cada lote en kilogramos según las proporciones de la pasta. En esta tabla se encuentran debidamente contempladas las pérdidas por polvos y muestras del material.

Para la orden 009F (Figura 3.9) de 0.5 toneladas se utilizan las siguientes cantidades:

- * 148.5 Kg. de Caolín
- * 71.5 Kg. de Feldespato
- * 148.5 Kg. de Arcilla
- * 165.0 Kg. de Silice

La misma orden es iniciada y terminada en el 1er turno del 3 de Septiembre, iniciando a la hora programada y terminando minuto y medio después, es decir, del minuto 49.5 en lo programado al minuto 51 en tiempo real.

La figura 3.10 es una tabla de tiempos estándar de proceso obtenidos en base a la capacidad de las máquinas y tiempos para el manejo de materiales. Este formato se divide en dos secciones: La superior, en la que se muestran los tiempos donde el proceso productivo es continuo y la inferior, para la parte del proceso que se realiza por pedido.

En la parte superior se especifica: En la primera columna, las claves de las tareas del proceso continuo (promolienda y molienda de Caolín, Arcilla y Feldespato) con sus respectivas tareas de manejo del material. En la segunda columna los tiempos individuales de ejecución de cada una de las tareas en minutos. En la tercera se tienen las cantidades de Caolín, Feldespato y Arcilla a procesar en kilogramos diariamente de acuerdo a una demanda promedio de todas las pastas, utilizando las debidas proporciones de estos materiales.

En el caso, (Figura 3.12) la demanda promedio diaria es de 12 toneladas, las cuales se componen con 4416.5 Kg. de Caolín, 2904. kg. de Feldespato y 1980 Kg. de Arcilla. Estas cantidades se obtienen haciendo los siguientes cálculos:

	Demanda promedio				% Utilización		
	pasta diaria	feld.	cao.	arc.	feld.	cao.	arc.
A	720	165.6	403.2	36.0	23	56	5
B	3600	864.0	1620.0	0.0	24	45	0
C	480	158.4	120.0	96.0	33	24	20
D	2400	792.0	600.0	480.0	33	25	20
E	1200	192.0	300.0	216.0	16	25	18
F	3600	468.0	972.0	972.0	13	27	27
SUBTOT	12000	2640.0	4015.0	1800.0			
PERD.		264.0	401.5	180.0			
TOTAL	12000	2904.0	4416.5	1980.0			

(Figura 3.12) Cálculo de la demanda promedio

Estas demandas diarias promedio fueron obtenidas de la demanda de cada una de las pastas durante los últimos meses de Julio y Agosto de 1990. En caso de variación de la demanda promedio se deberán recalcular primeramente las cantidades de estas tres materias primas en base a los porcentajes de utilización, y los tiempos de premolienda y molienda de la capacidad de los molinos (3 toneladas por hora) siendo los demás tiempos los mismos que se tenían anteriormente. En la cuarta columna se tiene la suma acumulada de los tiempos de proceso, que como se puede observar en la figura 3.10, es de 421.96 minutos.

En la parte inferior de la tabla, de la misma manera que en la parte superior, se especifican por columnas las claves, tiempos individuales, cantidades y tiempos acumulados de las tareas para la parte del proceso que es por pedido, es decir, el mezclado y envasado del producto.

A diferencia del proceso continuo, en esta parte de la tabla los tiempos están calculados para producir una sola tonelada de pasta. Como se puede ver en la tabla, el tiempo requerido para este proceso es de 99 minutos.

Dejando esa tonelada de producto terminado ya almacenada. La razón por la cual esta parte del proceso se realiza de esta manera se debe al estricto control de calidad requerido. Por otra parte, el proceso de premolienda y molienda se realiza de manera continua con el fin de utilizar a su máxima capacidad la maquinaria.

La figura 3.11 representa las proporciones y cantidades a utilizar de cada material por tipo de pasta.

Para la orden 009F las cantidades se obtienen así:

FELDESPATO	$0.5 \times 143 = 71.5$	Kg. por orden
CAOLIN	$0.5 \times 297 = 148.5$	Kg. por orden
ARCILLA	$0.5 \times 297 = 148.5$	Kg. por orden
SILICE	$0.5 \times 330 = 165$	Kg. por orden

La programación de órdenes es graficada en las figuras (3.13, 3.14, 3.15, y 3.13 a) que representan los turnos de producción diaria.

En el caso se puede observar la secuencia en la elaboración de las órdenes empezando en el primer turno del 3 de Septiembre de 1990 a las 6:00 A.M. con la orden 009F y terminando el día 4 del mismo mes en el primer turno a las 10:23 A.M. De esta forma se pueden ir programando y reprogramando la producción diaria en el caso de que existan variaciones en el tiempo de proceso.

3.2.2.- Control de inventarios

Para el control de inventarios de lotes de materia prima se utilizan las figuras (3.16 a 3.21) dependiendo del tipo de

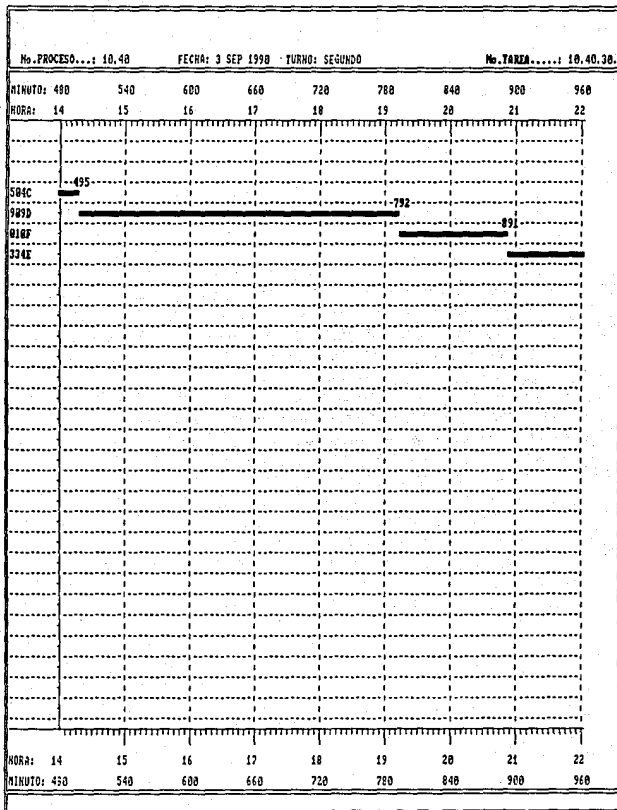


Figura 3.14.- Planeacion de ordenes.

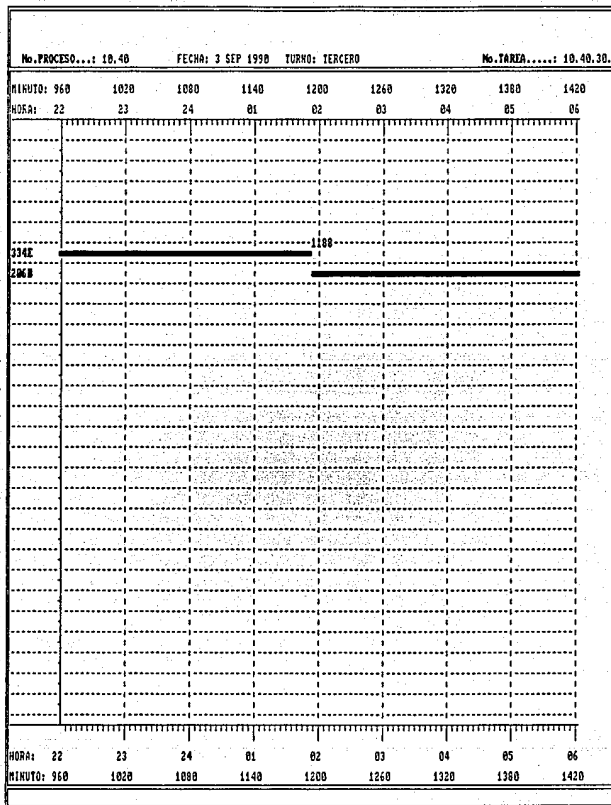


Figura 3.15.- Planeacion de ordenes.

No. PROCESO...: 10.40		FECHA: 4 SEP 1990		TURNO: PRIMERO		No. TARIFA.....: 10.40.30.		
MINUTO: 00	60	120	180	240	300	360	420	480
HORA: 6	7	8	9	10	11	12	13	14
HORA: 6	7	8	9	10	11	12	13	14
MINUTO: 00	60	120	180	240	300	360	420	480

Figura 3.13.- Planeacion de ordenes.

No. PROCESO...: 10.30		No. TAREA.....: 10.30.30.					
PROVEEDOR		FECHA EN QUE SE REALIZA EL PEDIDO	FECHA DE RECEPCIÓN DEL PEDIDO	DIFERENCIA (DIAS HABILES)	CANTIDAD DE MATERIAL RECIBIDO (Kgs)	NUMERO DE LOTE DE MATERIA PRIMA	
		VIERNES 31 AGOSTO 1990	LUNES 1 SEPTIEMBRE 1990	2 DIAS	9,800	CA0901	
ORDEN	FECHA	CANTIDAD DE CAOLIN A UTILIZAR (Kgs)	CANTIDAD DE CAOLIN EN EL LOTE DE M.P. (Kg)	PUNTO DE REORDEN "0" (LOTE ANTERIOR)	CALCULO DEL PUNTO DE REORDEN DEL MATERIAL.		
					VARIABLE	VALOR	UNIDAD
203F	3 SEP	148.5	12,461.0		D=		TONS/DIA
201A	3 SEP	506.0	11,955.0		T=		DIAS
304C	3 SEP	1540.0	10,415.0	REORDEN	S=		TONS
303D	3 SEP	825.0	9,590.0		I=		X
018F	3 SEP	297.0	9,293.0		A=		\$/ORDEN
334E	3 SEP	825.0	8,468.0		J=		X ANUAL
206B	4 SEP	2415.0	6,053.0		C=		\$/TON
					Z=		TONS
					O=		TONS
					P=		TONS
					Q=		TONS
					R=		TONS
					VARIABLES:		
					D= DEMANDA DIARIA PROMEDIO		
					T= TIEMPO DE ENTREGA DEL PROVEEDOR PARA REABASTECER EL MATERIAL		
					S= RESERVA ESTANDAR DE LA DEMANDA DIARIA		
					I= NIVEL DE SERVICIO DESEADO		
					A= COSTO DE GADENAR		
					J= X ANUAL		
					C= COSTO POR TONELADA		
					Z= NIVEL DE SERVICIO DURANTE Y		
					O= RESERVA ESTANDAR DE LA DEMANDA DURANTE Y		
					P= DEMANDA DIARIA PROMEDIO DURANTE Y		
					Q= CANTIDAD A PEDIR		
					R= PUNTO DE REORDEN.		
		TOTAL:					

Figura 3.17.- Hoja de control de inventarios de lotes de caolin.

No. PROCESO...: 10.30					No. TAREA.....: 10.30.30.	
PROVEEDOR	FECHA EN QUE SE REALIZA EL PEDIDO	FECHA DE RECEPCION DEL PEDIDO	DIFERENCIA (DIAS HABILES)	CANTIDAD DE MATERIAL RECIBIDO (Kgs)	NUMERO DE LOTE DE MATERIA PRIMA	
	VIERNES 31 AGOSTO 1990	LUNES 1 SEPTIEMBRE 1990	2 DIAS	4,500	ARC302	
ORDEN	FECHA	CANTIDAD DE ARCILLA A UTILIZAR (Kgs)	CANTIDAD DE ARCILLA EN EL LOTE DE N.P. (Kg)	PUNTO DE REORDEN "Q" (LOTE ANTERIOR)	CALCULO DEL PUNTO DE REORDEN DEL MATERIAL.	
			5,760.0	5220.0		
009F	3 SEP	148.5	5,611.5		VARIABLE	UNIDAD
001A	3 SEP	110.0	5,501.5			
504C	3 SEP	137.5	5,364.0		D=	TONS/DIA
707D	3 SEP	660.0	4,784.0	REORDEN	T=	DIAS
010F	3 SEP	297.0	4,407.0		S=	TONS
334E	3 SEP	334.0	3,013.0		C=	%
					A=	\$/ORDEN
					i=	% ANUAL
					C=	\$/TON
					Z=	
					σ=	TONS
					μ=	TONS
					Q=	TONS
					R=	TONS
					VARIABLES:	
					D= DEMANDA DIARIA PROMEDIO	
					T= TIEMPO DE ENTREGA DEL PROVEEDOR PARA REABASTECER EL MATERIAL	
					S= DESVIACION ESTANDAR DE LA DEMANDA DIARIA	
					C= NIVEL DE SERVICIO DESEADO	
					A= COSTO DE ORDENAR	
					i= % ANUAL	
					C= COSTO POR TONELADA	
					Z= NIVEL DE SERVICIO	
					σ= DESVIACION ESTANDAR DE LA DEMANDA DURANTE T	
					μ= DEMANDA DIARIA PROMEDIO DURANTE T	
					Q= CANTIDAD A PEDIR	
					R= PUNTO DE REORDEN.	
		TOTAL:				

Figura 3.18.- Hoja de control de inventario de lotes de arcilla.

No. PROCESO...: 10.30					No. TAREA.....: 10.30.30.		
PROVEEDOR	FECHA EN QUE SE REALIZA EL PEDIDO	FECHA DE RECEPCIÓN DEL PERÍODO	DIFERENCIA (DÍAS HÁBILES)	CANTIDAD DE MATERIAL RECIBIDO (Kgs)	NÚMERO DE LOTE DE MATERIA PRIMA		
	VIERNES 31 AGOSTO 1990	LUNES 1 SEPTIEMBRE 1990	2 DÍAS	5,900	SIL200		
ORDEN	FECHA	CANTIDAD DE SILICE A UTILIZAR (Kgs)	CANTIDAD DE SILICE EN EL LOTE DE M.P. (Kg)	PUNTO DE REORDEN "0" (LOTE ANTERIOR)	CÁLCULO DEL PUNTO DE REORDEN DEL MATERIAL.		
					VARIABLE	VALOR	UNIDAD
			10,200.0	9,064.0			
809F	3 SEP	155.0					
801A	3 SEP	300.0	9,745.0				
504C	3 SEP	375.0	9,370.0	REORDEN	D=		TONS/DIA
903D	3 SEP	726.0	8,644.0		T=		DÍAS
010F	3 SEP	310.0	8,334.0		S=		TONS
334E	3 SEP	1095.0	7,239.0		C=		x
206B	4 SEP	1500.0	5,739.0		A=		\$/ORDEN
					I=		x ANUAL
					C=		\$/TON
					Z=		
					G=		TONS
					H=		TONS
					Q=		TONS
					R=		TONS
					VARIABLES:		
					D= DEMANDA DIARIA PROMEDIO		
					T= TIEMPO DE ENTREGA DEL PROVEEDOR PARA REABASTECER EL MATERIAL		
					S= DESVIACION ESTÁNDAR DE LA DEMANDA DIARIA		
					C= NIVEL DE SERVICIO DESEADO		
					A= COSTO DE ORDENAR		
					I= x ANUAL		
					C= COSTO POR TONELADA		
					Z= NIVEL DE SERVICIO		
					G= DESVIACION ESTÁNDAR DE LA DEMANDA DURANTE T		
					H= DEMANDA DIARIA PROMEDIO DURANTE T		
					Q= CANTIDAD A PEDIR		
					R= PUNTO DE REORDEN.		
		TOTAL:					

Figura 3.19.- Hoja de control de inventarios de lotes de sílice.

No. PROCESO....: 18.30					No. TAREA.....: 18.30.30.	
PROVEEDOR		FECHA EN QUE SE REALIZA EL PEDIDO	FECHA DE RECEPCION DEL PEDIDO	DIFERENCIA (DIAS HABILDES)	CANTIDAD DE MATERIAL RECIBIDO (Kgs)	NUMERO DE LOTE DE MATERIA PRIMA
		VIERNES 31 AGOSTO 1990	LUNES 1 SEPTIEMBRE 1990	2 DIAS	620	DOL504
ORDEN	FECHA	CANTIDAD DE WHITING A UTILIZAR (Kgs)	CANTIDAD DE WHITING EN EL LOTE DE N.P. (Kg)	PUNTO DE REORDEN "Q" (LOTE ANTERIOR)	CALCULO DEL PUNTO DE REORDEN DEL MATERIAL.	
334E	3 SEP	90	558.0	95.0	VARIABLE	VALOR UNIDAD
					D=	TONS/DIA
					T=	DIAS
					S=	TONS
					C=	%
					A=	\$/ORDEN
					I=	% ANUAL
					O=	\$/TON
					Z=	
					Q=	TONS
					P=	TONS
					R=	TONS
					VARIABLES:	
					D= DEMANDA DIARIA PROMEDIO	
					T= TIEMPO DE ENTREGA DEL PROVEEDOR PARA REABASTECER EL MATERIAL	
					S= DESVIACION ESTANDAR DE LA DEMANDA DIARIA	
					C= NIVEL DE SERVICIO DESEADO	
					A= COSTO DE ORDENAR	
					I= % ANUAL	
					O= COSTO POR TONELADA	
					Z= NIVEL DE SERVICIO	
					Q= DESVIACION ESTANDAR DE LA DEMANDA DURANTE T	
					P= DEMANDA DIARIA PROMEDIO DURANTE T	
					R= CANTIDAD A PEDIR	
					X= PUNTO DE REORDEN.	
		TOTAL:				

Figura 3.21.- Hoja de control de inventario de lotes de dolomita.

material de que se trate. Para empezar, se llena el encabezado del formato teniendo cuidado en asignar el número correcto del lote de materia prima. En el ejemplo se manejará la clave FEL 505 en la figura 3.16.

En la columna denominada "cantidad de materia prima" se registran las existencias totales del material que resultan de sumar la cantidad recibida de material mas las existencias anteriores, todas ellas en kilogramos.

8500 (recibidos) + 1848 (sobrantes) = 10348 (existencias actuales)

A la derecha, en la columna de punto de reorden se anota el dato obtenido en el lote anterior que es de 7656 Kg. A continuación se procede a vaciar el número de orden, la fecha y la cantidad de material a utilizar (Feldespatos). A la cantidad de material existente en el lote de materia prima se le van restando los requerimientos de cada orden particular obteniendo así las nuevas cantidades en el lote. En cuanto esta cantidad es menor o igual al punto de reorden se vuelve a pedir el material continuando con el registro en esa hoja hasta que el nuevo pedido llegue. En ese momento se cierra el registro y se calcula el punto de reorden para el siguiente lote.

Para calcular el punto de reorden se utilizan las siguientes variables, tablas y fórmulas (Figura 3.22):

Variable	Significado	Unidades
D	Tasa de demanda diaria promedio.	Ton/día
T	Tiempo de entrega del proveedor para reabastecer el material.	días
S	Desviación estandar de D.	Ton/día

K	Nivel de servicio deseado (probabilidad de que todos los pedidos sean satisfechos con el inventario durante T.	%
A	Costo de ordenar.	\$/orden
i	Tasa de interes real de mantener inventario.	%
C	Costo por tonelada del material.	\$/Ton
d	Tasa de demanda anual.	Ton/año
Q	Cantidad de material a ordenar.	Ton
m	Demanda promedio durante T.	Ton
Z	Porcentaje de la demanda normal (tablas).	
R	Punto de reorden.	Ton
s	Desviación estandar de la demanda durante T.	Ton

Fórmulas

1.- $d = D \times 300$ (días hábiles)

2.- $Q = \text{sqr}(2Ad/Ci)$

3.- $m = T \times D$

4.- $s = \text{sqr}(T) \times S$

5.- Z de tabla

6.- $R = m + Zs$

figura 3.22 variables y fórmulas del punto de reorden

En la figura 3.23 se lleva el control de las órdenes terminadas con las cantidades utilizadas y los días de inicio y terminación de cada una de ellas.

De la misma forma en la figura 3.24 se controla cada pedido con sus respectivas órdenes.

No. PROCESO...: 10.30						
VARIABLE	FELDESP.	CAOLIN	ARCILLA	SILICE	DOLORITA	WHITING
P=	2904.0	4416.5	1980	3428	36	75.6
T=	2	2	2	2	2	2
S=	435.6	662.5	297.0	515.7	5.4	11.34
Z=	3	3	3	3	3	3
A=	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
C=	152,000	165,000	349,000	354,000	240,000	200,000
I=	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
B=	871,200	1324,950	594,000	1031,400	18,600	22,650
Q=	8,293	9,816	4,519	5,912	617	1,166
R=	5,808	8,833	3,960	6,676	72	151
S=	7,656	11,643	5,220	9,054	55	199

Figura 3.22.- Cálculo de los puntos de reorden (continuación).

No. PROCESO...: 10.30		No. TAREA.....: 10.30.50.			
No. DE ORDEN	LOTES DE BATERIA PRIMA EN PROCESO	CANTIDADES UTILIZADAS	FECHA DE INICIO DE LA ORDEN	FECHA DE TERMINACION DE LA ORDEN	COMENTARIOS
029F	CAD9D1	148.5	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	FEL505	71.5			
	ARC302	148.5			
	SIL200	155.0			
801A	CAD9D1	1232	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	FEL505	506			
	ARC302	110			
	SIL200	300			
	WH1190	20			
504C	CAD9D1	1540	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	FEL505	632.5			
	ARC302	137.5			
	SIL200	375			
	WH1190	75			
909D	CAD9D1	825	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	FEL505	1089			
	ARC302	660			
	SIL200	726			

Figura 3.23.- Hoja de control de ordenes

No. PROCESO....: 10.30		No. TAREA.....: 10.30.50.			
No. DE ORDEN	LOTES DE MATERIA PRIMA EN PROCESO	CANTIDADES UTILIZADAS	FECHA DE INICIO DE LA ORDEN	FECHA DE TERMINACION DE LA ORDEN	COMENTARIOS
010F	CA0901	297.0	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	FEL505	143.0			
	ARC302	297.0			
	SIL200	310.0			
334E	CA0901	825	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	FEL505	529			
	ARC302	594			
	SIL200	1035			
	DOL504	90			
	WH1190	45			
206B	CA0901	2475	3 SEP 1990	4 SEP 1990	
	FEL505	1320			
	ARC302				
	SIL200	1500			
	WH1190	50			

Figura 3.23.- Hoja de control de ordenes (continucion)

No. PROCESO....: 10.30		No. TAREA.....: 10.30.60.			
No. DE PEDIDO	ORDENES DEL PEDIDO	CANTIDADES PRODUCTOS (TONELADAS)	FECHA DE INICIO DEL PEDIDO	FECHA DE TERMINACION DEL PEDIDO	COMENTARIOS
00100	801A	2	3 SEP 1990	3 SEP 1990	
	504C	2.5			
	903D	3			
	003F	0.5			
00101	206B	5	3 SEP 1990	4 SEP 1990	
	334E	3			
	010F	1			

Figura 3.24.- Hoja de control de pedidos terminados.

3.2.3.- Control de calidad

Para el control de calidad, se toman las muestras del lote FEL 505 en las cantidades y límites especificados en esta tarea para aplicarles las pruebas de tamiz. Los resultados son plasmados en la figura 3.25 y graficados en la 3.28 (gráficas de control). Como se puede apreciar en este caso, los resultados están dentro de los límites de control. Esta prueba se aplica a todos los materiales antes de ingresar al almacén de producción en proceso.

De la misma manera se realiza la prueba de homogeneidad en el mezclado al producto terminado (orden 009F), registrando sus valores en la figura 3.26 y graficando en la figura 3.29.

La hoja de control de calidad para servicio al cliente Figura 3.27 se va llenando por pedido de acuerdo a los datos proporcionados por el proceso de planeación y control de la producción en la figura 3.8, obteniendo la diferencia entre la fecha real de entrega y graficando los resultados de dicha diferencia en la Figura 3.30.

Con este caso, podemos observar mas claramente la importancia del ordenamiento general de las actividades en cada uno de los departamentos relevantes así como la del seguimiento minucioso del pedido a través del proceso utilizando los diferentes controles mostrados.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

No. PROCESO...: 10.58

No. TAREA.....: 10.58.30.

MATERIAL	No. MUESTRA	MEDICION 1	MEDICION 2	PROMEDIO
FELDESPATO	MUESTRA 1	12.18	12.70	12.44
	MUESTRA 2	6.84	7.09	6.97
	MUESTRA 3	14.14	12.11	13.12
	MUESTRA 4	6.46	7.40	6.93
	MUESTRA 5	14.20	12.20	13.20
	MUESTRA 6	5.10	6.7	5.9
	MUESTRA 7	8.03	7.42	8.13
	MUESTRA 8	8.14	9.01	8.57
	MUESTRA 9	9.43	10.57	10.19
	MUESTRA 10	10.46	11.02	10.74

PROMEDIO DEL PROCESO = 10
 UCL= 15.0
 LCL= 5.0
 LOTE DE MATERIA PRIMA= FELSOS
 TAMAÑO DE MUESTRAS= 400 g

Figura 3.25.- Hoja de Control de Calidad.

CONTROL DE CALIDAD ORDEN 009 F (UCL=15 LCL=10)

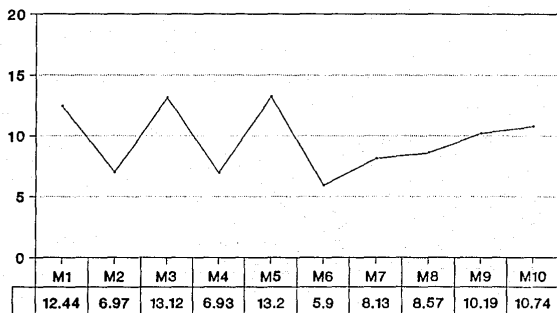


Figura 3.28 Control de materiales

No. PROCESO...: 10.50		No. TAREA.....: 10.50.70.		
PASTA	No. MUESTRA	MEDICION 1	MEDICION 2	PROMEDIO
TIPO F	MUESTRA 1	1.2	1.1	1.15
	MUESTRA 2	0.9	1.1	1.0
	MUESTRA 3	0.8	0.9	0.85
	MUESTRA 4	0.9	0.8	0.85
	MUESTRA 5	1.2	0.9	1.05
	MUESTRA 6	1.0	1.0	1.0
	MUESTRA 7	0.9	1.1	1.0
	MUESTRA 8	0.9	0.9	0.9
	MUESTRA 9	0.8	0.9	0.8
	MUESTRA 10	1.0	1.1	1.05

PROMEDIO DEL PROCESO = 1.0
 UCL= 1.2
 LCL= 0.8
 ORDEN= COSF

Figura 3.26.- Hoja de Control de calidad.

CONTROL DE CALIDAD

PASTA F ORDEN 009F (UCL=1.2 LCL=0.8)

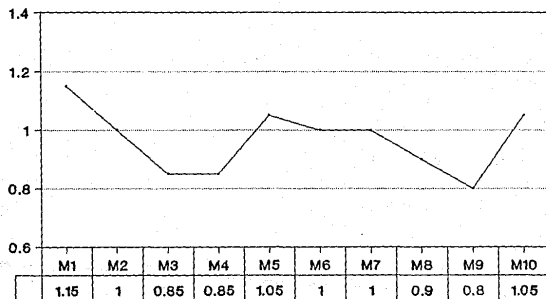


Figura 3.29 Control de pastas

No. PROCESO...: 10.50 No. TAREA.....: 10.50.120

FEDIDO	FECHA DE ENTREGA PROGRAMADA	FECHA DE ENTREGA REAL	DIFERENCIAS DIAS
00100	4 SEP 1990	4 SEP 1990	0
00101	4 SEP 1990	4 SEP 1990	0

PROMEDIO DEL PROCESO = 1.0
 UCL = 1.2
 LCL = 0.8
 ORDEN = 005F

Figura 3.27.- Hoja de control de calidad.

CONTROL DE CALIDAD

(UCL=-1 LCL=1)

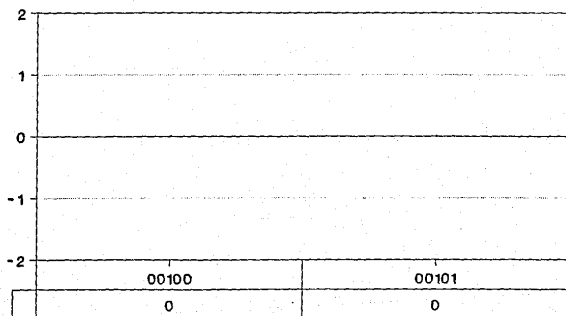


Figura 3.30 Control de servicio

CAPITULO 4

MEJORAS FISICAS PROPUESTAS AL SISTEMA Y ANALISIS FINANCIERO

En el capítulo anterior se identifican y ordenan las diferentes actividades que componen el proceso general, así como las funciones que desempeñan cada una de ellas y su interacción con las demás. En este capítulo se analizarán algunos cambios físicos en la planta que contribuyan a hacer más eficiente el sistema productivo y su control.

Los puntos a desarrollar son los siguientes:

- 1.- Compra e instalación de un horno para secado.
 - 2.- Compra e instalación de una segunda mezcladora.
 - 3.- Adquisición de equipo de cómputo.
 - 4.- Redistribución de las instalaciones físicas de la planta
 - 5.- Analisis financiero.
- 4.1).- Compra e instalación de un horno para secado**

Como se puede observar en el capítulo anterior, el proceso de producción de la empresa está dividido en dos fases bien definidas. Una que trabaja en forma continua de acuerdo a las demandas promedio de las pastas, y la segunda que opera mediante pedidos.

Para la primera fase, las materias primas se adquieren sin moler ni secar. El hecho de recibirlas en estas condiciones, en comparación a recibirlas en bruto y con cierto grado de humedad, representa un costo adicional del 30%. Dada esta situación, se analiza la conveniencia de adquirir un horno que nos permita llevar a cabo el proceso de secado.

El equipo consiste en un horno cilíndrico rotatorio sobre un plano horizontal con una inclinación aproximada de 17 grados respecto al plano lo que facilita el flujo de material. Este horno utiliza gas l.p. para producir la flama que se alimenta por la apertura de salida del material. La capacidad de secado del equipo es de 3.2 toneladas por hora.

En caso de instalarse el equipo de secado habría que incluir las tareas y sus tiempos correspondientes en el proceso continuo en forma paralela a la molienda. De esta manera, el material que se secura cierto día, sería molido al día siguiente. El costo de los materiales se reduce en un 30 % por el hecho de recibirlos húmedos, sin embargo se deben de considerar las mermas por secado de un 20 % , así como un incremento en costos de un 5 % (energía) , lo que nos da un ahorro real de un 8.12 % . (Figura 4.1).

4.2).- COMPRA E INSTALACION DE UNA SEGUNDA MEZCLADORA

En la parte del mezclado se ha detectado una falta de capacidad en el equipo actual que repercute directamente en los tiempos de producción, obligando a utilizar tres turnos para obtener la tasa diaria de producto terminado en esta sola operación. Es por lo anterior que se propone la compra e instalación de una mezcladora de tipo industrial con capacidad de una tonelada por hora, que agilice el proceso y trabaje conjuntamente con la que ya se tiene. Esto se reflejará en la reducción de tiempos de proceso logrando cubrir la demanda promedio diaria en un solo turno.

MATERIAL	COSTO SECO	COSTO HUMEDO	PERDIDAS SECCO (20 x)	COSTOS DE ENERGIA	TOTAL COSTO MATERIAL
FELDESPATO	441,409.00	308,985.60	77,246.4	19,311.60	405,542.6
CAOLIN	728,722.50	510,105.75	127,526.4	31,881.60	669,513.75
ARCILLA	691,020.00	483,714.00	120,928.5	20,232.12	634,964.62
SUBTOTAL	1861,150.00	1302,805.00	325,701.25	81,425.32	1709,931.57
AHORRO					151,210.43
MEZCLADO		INCREMENTO POR ENERGIA			
SILICE	1217,052.00	1314,416.16			
DOLONITA	8,640.00	9,331.20			
WHITING	15,120.00	16,329.60			
SUB TOTAL	1240,812.00	1340,076.00			
TOTAL	3101,962.00	3050,007.00			

Figura 4.1.- Analisis de costos con la introduccion de nueva maquinaria.

El incremento en costo de producción debido al consumo de esta mezcladora sería de un 8 %.

4.3).- Adquisición de equipo de cómputo

Dada la cantidad y exactitud de la información manejada en los controles de inventarios, planeación de la producción y control de calidad, se sugiere la adquisición de un equipo de cómputo de mediana capacidad en el cual se pueda manejar un sistema diseñado para satisfacer las necesidades de control de la empresa y facilitar la toma de decisiones.

4.4).- Redistribución de las instalaciones físicas de la planta

Como se pudo apreciar en el capítulo dos, la distribución actual de la planta dista mucho de ser la apropiada si lo que se busca tener es un proceso eficiente. Por este motivo, se presenta a continuación una propuesta para redistribuir las instalaciones de la planta en base al programa computacional "Microsoftware program for plan layout design" del Instituto de Ingenieros Industriales (I.I.E.). La metodología que utiliza es la relación de viajes entre departamentos y el método MICRO-CRAFT que se explica mas ampliamente en el ANEXO 1.

Los departamentos a considerar son los siguientes:

- 1.- Almacén de materia prima.
- 2.- Zona de secado (horno).
- 3.- Zona de molienda.
- 4.- Almacén de producción en proceso.
- 5.- Zona de mezclado.
- 6.- Zona de envasado.
- 7.- Almacén de producto terminado.
- 0.- Zona de oficinas.

Los datos que se alimentan al programa son los siguientes:

- Cantidades de material a procesar.
- Secuencia de las operaciones.
- Cantidades transportadas por viaje.
- Areas (en metros cuadrados) de cada departamento.
- Distribución actual de la planta.
- Costo estimado por viaje.

El listado y corrida del programa se encuentran desglosados en el ANEXO 2. La distribución y flujo de materiales óptimos se muestran en las figuras 4.2 y 4.3.

IV.5).- Análisis financiero

El monto global de la inversión por las modificaciones físicas propuestas anteriormente se estima en 60 millones de pesos y se considera, para fines del análisis, que la vida útil del equipo es de cinco años.

El análisis mostrado está basado en el método del valor presente neto de la inversión por considerarse mas significativo y sencillo de interpretar.

El valor de salvamento del equipo será de 6 millones de pesos al final de los cinco años.

El flujo de efectivo antes de impuestos para los ahorros que se acumularán sobre el costo de operación del equipo adquirido es de 36.8 millones de pesos. Además, se supone una tasa fiscal del 50% , un método de depreciación en línea recta y un costo de capital de 25% anual. (Figura 4.4).

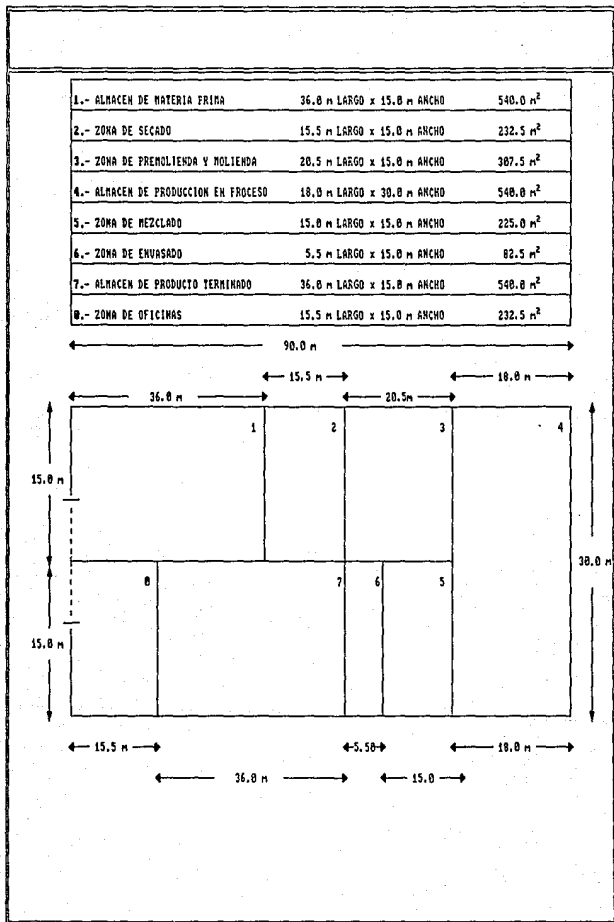


Figura 4.2.- Distribución física propuesta para la planta.

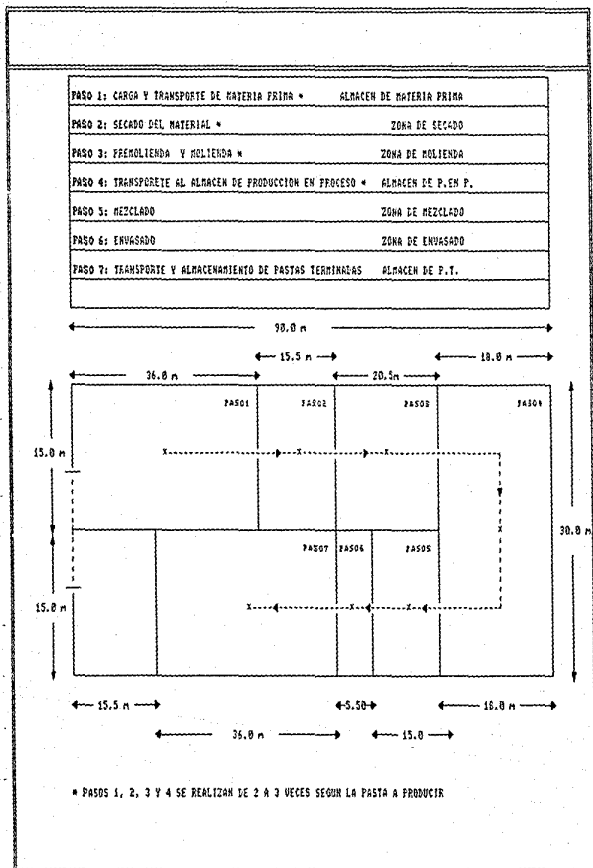


Figura 4.3.- Flujo de materiales en la distribución física propuesta para la planta.

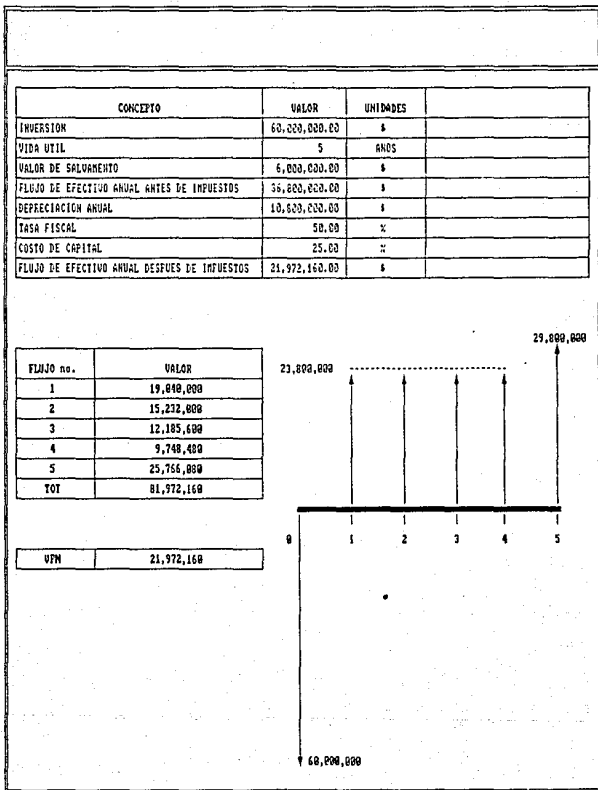


Figura 4.4.- Analisis Financiero (calculo del valor presente neto de la inversion).

CAPITULO 5**CONCLUSIONES**

En este capítulo se destacan los puntos más importantes desarrollados a lo largo del trabajo. En primera instancia se presentan dos cuadros comparativos con las características del sistema actual y del propuesto. Posteriormente se señalan los resultados obtenidos del análisis así como las ventajas obtenidas con las modificaciones.

5.1).- Cuadros comparativos

De acuerdo a lo que establece Schroeder respecto a los procesos; éstos se clasifican en base a diferentes características siendo la más importante el flujo de materiales en el proceso o la secuencia de operaciones. Así encontramos, siguiendo este parámetro, procesos que pueden ser en línea, intermitentes o por proyecto. Cada uno de éstos posee a su vez, características definidas de acuerdo al producto, mano de obra, capital, objetivos y, control y planeación. Con estos puntos es con los que formamos la tabla en la que se indica el estado del proceso actual y del propuesto. (figura 5.1).

Característica	línea	intermitente	proyecto
1.- Producto			
a.- Tipo de pedido	continuo	* < lotes	unitario
b.- variedad de prod.	baja	* < media	alta
c.- flujo del prod.	< secuencial	* < mezclado	ninguno
d.- tipo de mercado	en masa	* < clientes	único
e.- volumen	alto	* < mediano	unitario

2.- Mano de obra			
a.- habilidades	*< bajas	altas	altas
b.- tipo de tarea	*< repetitiva	variable	variable
c.- salario	*< bajo	alto	alto
3.- Capital			
a.- inversión	alta	*< mediana	baja
b.- inventario	*< bajo	alto	medio
c.- equipo	*< usos especiales	usos generales	usos generales
4.- Objetivos			
a.- flexibilidad	baja	< mediana	* alta
b.- costo	*< bajo	alto	medio
c.- calidad	consist.	*< variable	variable
d.- tiempo de procesamiento	< bajo	* mediano	alto
5.- Control y planeación			
a.- producción	< fácil	* difícil	difícil
b.- calidad	< fácil	* difícil	difícil
c.- inventario	< fácil	* difícil	difícil

Estado actual : *

Estado propuesto : <

Figura 5.1 Comparación entre el proceso actual y el proceso propuesto

Como se puede notar, tanto el sistema actual como el propuesto son procesos híbridos pero tendiendo a ser más lineal el segundo con las modificaciones sugeridas.

Otra dimensión de gran importancia que afecta la clasificación de un proceso productivo es si el producto debe fabricarse para ser almacenado en inventario o si debe producirse bajo un orden de pedido específico de un cliente. En este caso, las características que se deben evaluar según la clasificación anterior son:

- Producto.
- Objetivo.
- Problemas en las operaciones.

Siguiendo el mismo esquema de la tabla anterior, a continuación se presenta el cuadro comparativo para estas características. (Figura 5.2).

Características	prod. para inventario	producir por pedido
1.-Producto	< Especificado por el productor	*< Especificado por el cliente
	< Poco costoso	* Mas costoso
2.-Objetivo	< Equilibrar invent. cap. y servicio	*< Admon. de los plazos de entrega y
3.-Principales problemas de las operaciones	< Cálculo de demandas < Plan. de producción < Control de inventario	*< Promesas de entrega *< Control de entrega

Figura 5.2 Cuadro comparativo entre producción para inventario y producción por pedido.

En esta tabla se visualizan claramente las bondades del sistema propuesto al proporcionar un control integral en las operaciones. Esta versatilidad la obtiene al eficientar ambas partes del proceso; la que es continua y la que es por pedido.

5.2).- Resultados obtenidos del análisis

- El ordenamiento del sistema proporciona a la empresa una serie de métodos y lineamientos a seguir que hagan posible el funcionamiento íntegro de la misma de manera eficiente y ordenada.

- La adquisición del equipo propuesto permite por el lado de la maquinaria la reducción de los costos de las materias primas y mano de obra aunado a un incremento en la capacidad instalada; y por el lado del equipo de cómputo, un sistema confiable de control general de la empresa.
- Una vez llevados a cabo los cambios propuestos se podrá contar con una capacidad instalada de 12.98 toneladas por turno haciendo frente a la demanda actual y ofreciendo flexibilidad para incrementar el número de turnos según crezca ésta.
- Una de las ventajas que el análisis presenta es la facilidad de manejo de los materiales con la distribución propuesta, reduciendo los costos y tiempos de producción.

5.3).- Reducción de los costos de materia prima y mano de obra

Para la materia prima, el costo de operación de la nueva maquinaria se equilibra con los ahorros logrados por la instalación del horno para el secado de los materiales.

Para la mano de obra, con el ordenamiento del sistema se logra reducir a un solo turno el trabajo en el proceso de molienda así como otros costos inherentes como costo de calidad, costo por retrasos en entregas, costo de trasapeleo, costo de inventarios excesivos, etc. los cuales existen pero son difícilmente cuantificables.

Con la instalación de la nueva mezcladora se reduce el costo de mano de obra dado que sólo se utiliza un turno en este

proceso para obtener los requerimientos diarios. Como se puede ver en el análisis financiero, el ahorro general de mano de obra al año por las modificaciones es de 36.8 millones de pesos.

5.4).- Ventajas del equipo de computo

En el sistema actual no existe un control establecido de las actividades de la empresa lo cual, como ya se vió, repercute en costos intangibles por pérdidas de información y por consiguiente origina caos en el sistema.

Una vez hecho el ordenamiento del sistema, la programación computacional de las distintas actividades de control es sumamente sencilla y con unas cuantas entradas de información es posible generar en muy breve tiempo todos los reportes de control de la empresa y, a su vez, mantener un registro histórico de los mismos.

5.5).- Ventajas de la redistribución de la planta

Comparando las figuras 4.2 y 4.3 contra las figuras 2.1 y 2.2 se observa de manera categórica que la nueva distribución encaja perfectamente con el flujo de los materiales en su secuencia de operaciones, reduciendo tiempos de transporte de manera considerable lo cual representa un ahorro en costos de producción.

ANEXO 1**A.1.- METODO DE DISTRIBUCION DE INSTALACIONES MICRO-CRAFT**

Los algoritmos tradicionales de distribución de planta por computadora se clasifican en dos categorías. Los de tipo "construcción" generalmente requieren datos de la relación entre departamentos o valores de cercanía. Por otro lado, existen los de tipo "mejora", en los que se asume que existe un arreglo inicial para los departamentos y dejan al algoritmo la optimización de ciertos factores como el costo de movimiento de materiales en la planta. Este arreglo inicial es parte de los datos de entrada requeridos por este tipo de algoritmos. El programa aquí presentado es del tipo "mejora".

CRAFT (Computerized Relative Allocation Facilities Technique) es un tipo de paquete computarizado para mejorar la distribución de instalaciones que se encuentra a la vanguardia. El éxito de CRAFT radica en minimizar el costo de manejo de materiales, donde el costo se expresa como una función lineal de la distancia viajada en la planta. A diferencia de otros algoritmos que ofrecen un enfoque cualitativo, CRAFT lo hace de manera cuantitativa. Este algoritmo primero evalúa el arreglo existente respecto al total del costo de manejo del material y posteriormente el efecto de intercambiar la localización de los departamentos. Si uno de estos cambios proporciona una mejora significativa entonces se implementa. Este proceso continúa hasta que no se puede realizar mejora alguna al modificar el arreglo.

MICRO-CRAFT es una adaptación de CRAFT. Se hacen ciertas suposiciones dentro del programa para permitir un intercambio por parejas en la computadora así como para producir una representación gráfica en la pantalla. De hecho, MICRO-CRAFT es un sistema que utiliza dos subprogramas (CRAFT, CGRAPH) y dos archivos de datos y gráficos (CFLAG, CDATA). Los programas y archivos se encadenan en un orden específico que optimiza el uso de la memoria de la computadora. Como en todos los programas computacionales de distribución de planta, el resultado final de MICRO-CRAFT necesita ciertos ajustes para que compagine con la configuración de las fronteras de los departamentos.

MICRO-CRAFT, a diferencia del método CRAFT, es muy accesible para aceptar los datos de entrada incluyendo el arreglo inicial. De hecho, la salida de MICRO-CRAFT reduce los requerimientos de ajuste final ya que asume que los departamentos están distribuidos por líneas.

A.1.1 Funcionamiento del programa

El programa acepta un arreglo inicial de los departamentos en la planta así como información acerca del flujo de material, el costo de transportar en planta y áreas de los departamentos. Produce un arreglo sub-óptimo de los departamentos de la planta respecto al costo total de manejo de materiales. El usuario puede, opcionalmente, fijar la localización de un departamento previniendo su posible cambio con otros. También puede elegir para las distancias recorridas entre departamentos, distancias euclidianas o rectilíneas.

A.1.2.- Limitaciones y consideraciones

Las siguientes limitaciones se han determinado por la memoria de la micro-computadora:

- 1.- Los departamentos en el layout se consideran dispuestos en líneas de ancho fijo y, cuando el departamento la ocupe completamente, los usuarios deberán ajustar la distribución final.
- 2.- Los programas que componen MICRO-CRAFT están diseñados para trabajar con cuarenta departamentos máximo en la planta.
- 3.- Se recomienda que el usuario corra el programa seleccionándolo del menú HELLO y salga del programa por el MENU. Salir con "CTRL-BREAK" puede provocar que el programa no corra bien la próxima vez.

PLANT DESIGN
FROM/TO CHARTI.I.E.
MICRO-SOFTWARE
COPYRIGHTED

INPUT DATA

OF PARTS TO BE PRODUCED : 4
OF PRODUCTION DEPARTMENTS: 7

PART	QTY	BATCH	OPERATIONAL	SEQUENCE
1	500	500	1	3 4
2	1000	500	1	2 3 4
3	1000	500	1	3 4
4	1000	500	4	5 6 7

FROM/TO CHART
LISTED # OF TRIPS

```

FROM DEPT. 1:
  TO DEPT. 1 1 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 2 2 # OF TRIPS= 10
  TO DEPT. 3 3 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 4 4 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 5 5 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 6 6 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 7 7 # OF TRIPS= 0

FROM DEPT. 2:
  TO DEPT. 1 1 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 2 2 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 3 3 # OF TRIPS= 10
  TO DEPT. 4 4 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 5 5 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 6 6 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 7 7 # OF TRIPS= 0

FROM DEPT. 3:
  TO DEPT. 1 1 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 2 2 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 3 3 # OF TRIPS= 10
  TO DEPT. 4 4 # OF TRIPS= 10
  TO DEPT. 5 5 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 6 6 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 7 7 # OF TRIPS= 0

FROM DEPT. 4:
  TO DEPT. 1 1 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 2 2 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 3 3 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 4 4 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 5 5 # OF TRIPS= 24
  TO DEPT. 6 6 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 7 7 # OF TRIPS= 0

FROM DEPT. 5:
  TO DEPT. 1 1 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 2 2 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 3 3 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 4 4 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 5 5 # OF TRIPS= 0
  TO DEPT. 6 6 # OF TRIPS= 24
  TO DEPT. 7 7 # OF TRIPS= 0

```

TO DEPT. 1	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 2	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 3	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 4	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 5	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 6	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 7	# OF TRIPS=	24

FROM DEPT. 7

TO DEPT. 1	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 2	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 3	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 4	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 5	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 6	# OF TRIPS=	0
TO DEPT. 7	# OF TRIPS=	0

3	1	0	1.00
3	2	0	1.00
3	4	19	1.00
3	5	0	1.00
3	6	0	1.00
3	7	0	1.00
4	1	0	1.00
4	2	0	1.00
4	3	0	1.00
4	5	24	1.00
4	6	0	1.00
4	7	0	1.00
5	1	0	1.00
5	2	0	1.00
5	3	0	1.00
5	4	0	1.00
5	6	24	1.00
5	7	0	1.00
6	1	0	1.00
6	2	0	1.00
6	3	0	1.00
6	4	0	1.00
6	5	0	1.00
6	7	24	1.00
7	1	0	1.00
7	2	0	1.00
7	3	0	1.00
7	4	0	1.00
7	5	0	1.00
7	6	0	1.00

```

10 DIM P(200,50),Q(200),R(200),I(200),H(200)
20 DIM BB(20,20)
30 REM **PLANT LAYOUT-FROM/TO CHART
40 ON ERROR GOTO 2030
50 TZ=0
60 GOSUB 1200
70 PRINT : PRINT : PRINT
80 CLS:FOR RT=1 TO 9:PRINT:NEXT RT
90 INPUT * DO YOU WISH TO INPUT FROM A DISKFILE(Y OR N)*;A$
10 IF A$ = 'Y' OR A$ = 'y' THEN GOSUB 2770:GOTO 2560
110 IF A$ = 'N' OR A$ = 'n' THEN 130
120 PRINT : GOTO 90
13 CLS:FOR RT=1 TO 9:PRINT:NEXT RT
14 INPUT * ENTER # OF PRODUCTION DEPARTMENTS *;ND
150 IF (ND>45) THEN PRINT:PRINT * THE NUMBER OF DEPARTMENTS IS LIMITED TO 45!*
16 INT:GOTO 140
17 CLS
170 PRINT:PRINT:PRINT
180 PRINT TAB(10);*FOR EACH PART ENTER:*
19 PRINT : PRINT TAB(10);* QUANTITY,BATCH SIZE,SEQUENCE OF OPERATIONS*
200 PRINT TAB(10);* (A NEGATIVE INPUT FOR 'QUANTITY' SIGNALS END OF INPUT)*
210 PRINT : PRINT TAB(10);*NOTE:*
22 PRINT TAB(10);* 1- USE DEPT.#'S FOR OPERATIONS*
23 PRINT TAB(10);* 2- DEPT.#'S CANNOT EXCEED ;ND
240 PRINT TAB(10);* 3- ENTER '0' TO END OPERATIONAL SEQ.*
25 PRINT TAB(10);* 4- # OF OPERATIONS CANNOT EXCEED 50 PER PART*
26 PRINT:INPUT * PRESS 'ENTER' WHEN READY*;Y$
270 CLS
280 J = 1
29 NP=0
30 GOSUB 350
310 J=J+1
32 IF J>190 THEN PRINT * WARNING! THE COMPUTER WILL ACCEPT ONLY*;201-J; *
33 E INPUTS*:PRINT
330 IF J=201 THEN 710
34 GOTO 300
35 N(J) = 0
360 PRINT *PART # *;J
370 INPUT *ENTER QUANTITY(NEGATIVE 'QUANTITY' MARKS END OF INPUT)*;Q(J)
38 IF Q(J)<0 THEN 710
39 INPUT *ENTER BATCH SIZE *;B(J)
400 NP=NP+1
41 IF B(J) <= 0 THEN PRINT *BATCH SIZE MUST BE POSITIVE, REENTER*: GOTO 390
42 FOR I = 1 TO 50
430 PRINT *E

```

```

430 PRINT "ENTER DEPARTMENT # FOR OPERATION ";I;
44 INPUT " " : P(J,I)
45 IF P(J,I) > ND THEN PRINT "DEPARTMENT # EXCEEDS THE # OF DEPTS.": PRINT "R
EENTER": GOTO 430
46 IF I>1 THEN I1=I-1 ELSE 480
47 IF P(J,I) = P(J,I1) THEN PRINT "TRIPS CANNOT BE INSIDE SAME DEPARTMENT": P
RINT "REENTER": GOTO 430
480 IF P(J,I) = 0 THEN 530
49 N(J) = N(J) + 1
500 NEXT I
510 PRINT TAB(10);"THE NUMBER OF OPERATIONS CANNOT EXCEED 50!"
52 PRINT:PRINT TAB(10);"HIT 'ENTER' TO CONTINUE";INPUT A$
53 IF T2=1 THEN T2=0:GOTO 690
540 CLS:PRINT:PRINT
55 PRINT TAB(10);"PART #";J
56 PRINT TAB(15);"QUANTITY";Q(J)
570 PRINT TAB(15);"BATCH SIZE";B(J)
580 PRINT:PRINT TAB(12);"OPERATIONAL SEQUENCE"
59 IC=0:PRINT TAB(15);
600 FOR IJ=1 TO N(J)
610 PRINT P(J,IJ);:IC=IC+1:IF IC>10 THEN PRINT:PRINT TAB(15);:IC=0
62 NEXT IJ:PRINT:PRINT
63 INPUT "DO YOU WANT TO MAKE CHANGES (Y/N) ";B$
640 IF B$ = "N" OR B$ = "n" THEN GOTO 690
650 IF B$ = "Y" OR B$ = "y" THEN GOTO 670
66 GOTO 630
670 GOSUB 1390
680 GOTO 530
69 CLS
700 RETURN
710 REM ** #TRIPS BETWEEN DEPTS ARE CALCULATED
72 CLS:FOR RT = 1 TO 10:PRINT:NEXT RT
73 PRINT TAB(22);"YOUR COMPUTER IS CALCULATING"
740 FOR J1 = 1 TO ND: FOR J2 = 1 TO ND:DD(J1,J2) = 0: NEXT J2: NEXT J1
750 FOR J = 1 TO NP
76 T = Q(J) / B(J)
770 TT=INT(T)
780 IF TT<T THEN TT=TT+1
79 TP(J) = TT
800 NEXT J
810 FOR J = 1 TO NP
82 M = N(J) - 1
83 FOR I = 1 TO M
840 I1 = I + 1
850 J1 = P(J,I):J2 = P(J,I1)
86 DD(J1,J2) = DD(J1,J2) + TP(J)
870 NEXT I
880 NEXT J
89 CLS: GOSUB 900: GOTO 1140
900 IC = 0
910 FOR I = 1 TO ND
920 PRINT " FROM/TO CHART": PRINT " UNITS: # OF TRIPS"
93 PRINT " -----": PRINT
940 PRINT TAB(10);"FROM DEPT. ";I
950 FOR J = 1 TO ND
96 PRINT TAB(10);" TO DEPT. ";J;" # OF TRIPS= ";DD(I,J)
970 IC = IC + 1
980 IF IC < 15 THEN 1070
99 PRINT:PRINT TAB(10);"PRESS 'ENTER' TO CONTINUE"
100 IF INKEY$="" THEN 1000
1010 IC = 0
1020 IF J = ND THEN CLS: GOTO 1070
1030 CLS
1040 PRINT " FROM/TO CHART": PRINT " UNITS: # OF TRIPS"
1050 PRINT " -----": PRINT

```

```

1060 PRINT TAB(10);"FROM DEPT. ";I
1070 NEXT J
1100 IF IC=0 THEN 1110
1110 PRINT TAB(10);"PRESS 'ENTER' TO CONTINUE"
1120 IF INKEY="" THEN 1100 ELSE IC=0:CLS
1130 NEXT I
1140 REM
1150 RETURN
1160 CLS:PRINT:PRINT:PRINT
1170 PRINT TAB(15);"NEXT STEP TO BE PERFORMED : "
1180 PRINT
1190 PRINT TAB(15);" 1. EXIT PROGRAM"
1200 PRINT TAB(15);" 2. MODIFY EXISTING DATA"
1210 PRINT TAB(15);" 3. INPUT NEW DATA"
1220 PRINT TAB(15);" 4. PRINTED OUTPUT"
1230 PRINT TAB(15);" 5. STORE OUTPUT ON DISK FILE"
1240 PRINT : PRINT : PRINT
1250 PRINT TAB(15);" ENTER CHOICE NUMBER: ";
1260 INPUT AA
1270 IF AA<1 OR AA>5 THEN PRINT:GOTO 1230
1280 ON AA GOTO 1270,1740,60,1830,1980
1290 RUN "HELLO"
1300 CLS: PRINT:PRINT
1310 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1320 PRINT TAB(30);"PLANT DESIGN"
1330 PRINT TAB(30);"FROM/TO CHART"
1340 PRINT:PRINT:PRINT
1350 PRINT TAB(33);"I.I.E."
1360 PRINT TAB(29);"MICRO-SOFTWARE"
1370 PRINT TAB(30);"COPYRIGHTED"
1380 FOR IZ=1 TO 2000:NEXT IZ:CLS
1390 RETURN
1400 STOP
1410 REM
1420 PRINT
1430 A*(1) = "QUANTITY " : A*(2) = "BATCH SIZE " : A*(3) = "DEPT. # OF OPERATIONS " :
A*(4) = "DELETE THE ENTIRE PRODUCT "
1440 FOR X = 1 TO 4: PRINT X: ; A*(X): NEXT X
1450 PRINT : PRINT "ENTER # OF ITEM TO BE CHANGED " : INPUT X
1460 IF X = 1 THEN 1570
1470 IF X = 2 THEN 1600
1480 IF X = 3 THEN 1630
1490 IF X=4 THEN 1490
1500 GOTO 1410
1510 IF J=NP THEN J=J-1:IZ=1:GOTO 1560
1520 FOR KJ=J TO NP-1
1530 Q(KJ)=Q(KJ+1):B(KJ)=B(KJ+1):N(KJ)=N(KJ+1)
1540 FOR ZJ=1 TO N(KJ+1)
1550 P(KJ,ZJ)=P(KJ+1,ZJ)
1560 NEXT ZJ
1570 NEXT KJ
1580 NP=NP-1:RETURN
1590 PRINT : INPUT "ENTER NEW VALUE FOR QUANTITY ";Q(J)
1600 IF Q(J) <= 0 THEN PRINT "QUANTITY MUST BE POSITIVE, REENTER": GOTO 1570
1610 GOTO 1730
1620 PRINT : INPUT "ENTER NEW VALUE FOR BATCH SIZE ";B(J)
1630 IF B(J) <= 0 THEN PRINT "BATCH SIZE MUST BE POSITIVE, REENTER": GOTO 1600
1640 GOTO 1730
1650 N(J) = 0
1660 FOR I = 1 TO 50
1670 PRINT "ENTER NEW DEPT. # OF OPERATION ";I;
1680 INPUT " " : SP(J,I)
1690 IF P(J,I) > ND THEN PRINT "DEPARTMENT # EXCEEDS THE # OF DEPTS.": PRINT "RE-ENTER": GOTO 1650
1700 IF I>1 THEN I=I-1 ELSE 1700
1710 IF P(J,I) = P(J,I1) THEN PRINT "TRIPS CANNOT BE INSIDE SAME DEPARTMENT"

```



```

PRINT 'REENTER': GOTO 1650
1700 IF P(J,I) = 0 THEN RETURN
17 0 N(J) = N(J) + 1
17.0 NEXT I
1730 RETURN
17 0 J=1
17 0 GOSUB 530
1740 J=J+1
1770 IF JK=NF THEN 1750
17 0 CLS:FOR RT=1 TO 10:PRINT :NEXT RT
1790 INPUT * DO YOU WISH TO ADD MORE PRODUCTS(Y OR N)*;A$
1800 IF A$='Y' OR A$ = 'y' THEN CLS:GOTO 300
18 0 IF A$='N' OR A$ = 'n' THEN 720
18.0 PRINT:GOTO 1790
1830 GOSUB 2210:GOTO 1140
18 0 PRINT * INPUT DATA*: PRINT * -----*: PRINT
18 0 PRINT * # OF PARTS TO BE PRODUCED : *;NP
1840 PRINT * # OF PRODUCTION DEPARTMENTS: *;ND
1870 PRINT : PRINT
18 0 PRINT TAB( 1);'PRT#'; TAB( 6);'QUANT'; TAB( 14);'BATCH'; TAB( 23);'OPERAT
IDUAL SEQUENCE'
1890 FOR I = 1 TO NP
18 0 PRINT TAB( 2);I; TAB( 7);Q(I); TAB( 15);B(I); TAB( 23);
18 0 FOR J = 1 TO N(I)
1920 PRINT P(I,J);' '
1870 NEXT J
18 0 PRINT **
1950 NEXT I
1940 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
18 0 RETURN
19.0 GOSUB 1990: GOTO 1140
1990 REM DISK STORE
2000 GOSUB 2770
20 0 OPEN 'D',1,F$
2020 PRINT #1,'FROM'
2030 PRINT #1,ND
20 0 PRINT #1,NP
2050 FOR I = 1 TO ND
2060 FOR J = 1 TO ND
20 0 PRINT #1,DD(I,J)
2060 NEXT J
2090 NEXT I
21 0 FOR I = 1 TO NP
21 0 PRINT #1,Q(I)
2120 PRINT #1,B(I)
2130 PRINT #1,TP(I)
21 0 PRINT #1,N(I)
2130 FOR J=1 TO N(I)
2160 PRINT #1,P(I,J)
21 0 NEXT J
2130 NEXT I
2190 CLOSE #1
2070 RETURN
21 0 FOR RT = 1 TO 10:PRINT**NEXT RT
2220 LPRINT TAB(20);'PLANT DESIGN'
2230 LPRINT TAB(20);'FROM/TO CHART'
21 0 LPRINT**;LPRINT**;LPRINT**
2240 LPRINT TAB(24);'I.I.E.'
2260 LPRINT TAB(19);'MICRO-SOFTWARE'
21 0 LPRINT TAB(20);'COPYRIGHTED'
21 0 LPRINT**;LPRINT**;LPRINT**;LPRINT**
2290 LPRINT * INPUT DATA*:LPRINT * -----*:LPRINT**
2370 LPRINT * # OF PARTS TO BE PRODUCED : *;NP
21 0 LPRINT * # OF PRODUCTION DEPARTMENTS: *;ND
2320 LPRINT** : LPRINT**
2330 LPRINT TAB( 1);'PRT#'; TAB( 6);'QUANT'; TAB( 14);'BATCH'; TAB( 23);'OPERA

```

TIOHAL SEQUENCE*

```

2340 FOR I = 1 TO NP
23 0 LPRINT TAB( 2);I; TAB( 7);U(I); TAB( 15);B(I); TAB( 23);
2300 IC=1
2370 FOR J=1 TO N(I)
23 0 LPRINT P(I,J);* *;
23 0 IC=IC+1
2400 IF IC=11 AND J<N(I) THEN IC=1:LPRINT:LPRINT TAB(23);
2400 NEXT J
24 0 LPRINT **
2400 NEXT I
2440 LPRINT** : LPRINT** : LPRINT** : LPRINT**
24 0 LPRINT * FROM/TO CHART*: LPRINT * UNITS: # OF TRIPS*
24 0 LPRINT * -----*: LPRINT**
2470 FOR I = 1 TO ND
2400 LPRINT *FROM DEPT. *;I
24 0 FOR J = 1 TO ND
2500 LPRINT * TO DEPT. *;J;* # OF TRIPS= *;DD(I,J)
2510 NEXT J
25 0 LPRINT**
2500 NEXT I
2540 FOR RT = 1 TO 0:LPRINT**;NEXT RT
25 0 RETURN
25 0 OPEN "I",1,F#
2570 INPUT #1,TT#
2500 IF TT#<>"FROM" THEN CLOSE #1:PRINT:PRINT*
DISK FILE SELECTED WAS NOT GE
NEATED BY THE 'FRONTD' PROGRAM*:PRINT:INPUT*
HIT 'ENTER' TO CONTINUE!";XX
#1GOTO 00
2590 INPUT #1,ND
26 0 INPUT #1,NF
2600 FOR I = 1 TO ND
2620 FOR J = 1 TO ND
26 0 INPUT #1,DD(I,J)
26 0 NEXT J
2650 NEXT I
2640 FOR I = 1 TO NP
26 0 INPUT #1,Q(I)
2600 INPUT #1,B(I)
2690 INPUT #1,TP(I)
27 0 INPUT #1,N(I)
2700 FOR J=1 TO N(I)
2720 INPUT #1,P(I,J)
2700 NEXT J
27 0 NEXT I
2750 CLOSE #1
2740 GOTO 1140
27 0 CLS:FOR RT= 1 TO 7:PRINT:NEXT RT
2700 INPUT * INPUT THE FILE NAME: * ;G#
2790 PRINT
27 0 INPUT * INPUT THE DISK DRIVE I.D.(A, B, OR C): *;F#
27 0 F#*F# + *;' + G#
2820 RETURN
2870 IF ERL=2210 THEN 2870
27 0 IF ERL=2010 THEN 2910
2800 IF ERL=2560 THEN 2910
2860 ON ERROR GOTO 0
27 0 CLS:FOR RT= 1 TO 10:PRINT:NEXT RT
2700 PRINT TAB(10);"THE PROGRAM IS HAVING DIFFICULTY PRINTING"
2890 PRINT:PRINT TAB(10);"CHECK TO SEE IF THE PRINTER IS TURNED ON"
2700 GOTO 2930
27 0 CLS:FOR RT= 1 TO 10:PRINT:NEXT RT
2720 PRINT TAB(10);"THE PROGRAM IS HAVING DIFFICULTY WITH YOUR DISK FILE"
2970 FOR RT= 1 TO 5:PRINT:NEXT RT
27 0 PRINT TAB(10);"HIT 'ENTER' TO CONTINUE*";INPUT A#
2700 RESUME 1140

```

```

10 REM CRAFT PROGRAM
20 DIM NT(40,40),CST(40,40),Q(40)
30 DIM LD(40),SUZ(40,2),C(40,40),X(50),Y(50),DPX(50),LA(50),FYX(40)
40 KIX=24:A=1:Z=0:TNX=10:CENTX=100
50 ZDX=0:B=2:C=3:TIX=30:P5=.5:XXZ=0
60 GOSUB 140
70 DSK=0:SLX=0
80 ON ERROR GOTO 120
90 OPEN "I",1,"CFLAO":INPUT #1,FFX:CLOSE #1
10 OPEN "D",1,"CFLAB":PRINT #1,0:CLOSE #1
11. ON (FFX+1) GOTO 200,290,2110,2110
120 ON ERROR GOTO 0:RESUME 130
13 GOTO 200
14 CLS:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT TAB(30);"PLANT DESIGN"
150 PRINT:PRINT TAB(30);"MICRO-CRAFT":PRINT:PRINT
160 PRINT:PRINT TAB(33);"I.I.E."
17 PRINT TAB(29);"MICRO-SOFTWARE"
18 PRINT TAB(30);"COPYRIGHTED"
190 FOR I=1 TO 1000:NEXT I:RETURN
20 CLS
21 ON ERROR GOTO 2640
220 CLS:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT: INPUT " DO YOU WISH TO HAVE
INSTRUCTIONS DISPLAYED(Y/N) ";YNS
23 IF YNS="N" OR YNS="n" THEN YNS="N":GOTO 260
240 IF YNS="Y" OR YNS="y" THEN YNS="Y" :GOSUB 2760:GOTO 260
250 GOTO 220
26 CLS:PRINT:PRINT:PRINT " PROGRAM MAY ACCEPT DATA FROM A PREVIOUS RUN OF
THE CRAFT :PRINT" PROGRAM FROM A DISK FILE":PRINT:PRINT: INPUT " D
DO YOU WANT TO USE THIS OPTION (Y/N) ";YNS
27 IF YNS="N" OR YNS="n" THEN YNS="N":GOTO 300
28 IF YNS="Y" OR YNS="y" THEN YNS="Y" :GOTO 2520
290 GOTO 260
30 CLS
31 PRINT:PRINT:PRINT " PROGRAM MAY ACCEPT DATA FROM THE FROM/TO PROGRAM US
ING A DISK FILE":PRINT:PRINT:PRINT: INPUT " DO YOU WANT TO USE THIS OPTION
(Y/N) ";YNS
32 IF YNS="N" OR YNS="n" THEN YNS="N":GOTO 350
33 IF YNS="Y" OR YNS="y" THEN YNS="Y" :GOSUB 2250:DSK=1:CLS: GOSUB 410:SLX=0:GO
TO 510
34 GOTO 310
35 GOSUB 360:GOTO 510
360 CLS:PRINT:PRINT
370 INPUT " -> ENTER THE # OF DEPARTMENTS: ";IX
38 IF IX>2 AND IX<41 THEN 410
39 PRINT " ** THE NUMBER OF DEPTS SHOULD BE BETWEEN 3 AND 40"
400 GOTO 370
41 PRINT:PRINT TAB(10);" FOR PLANT AREA:"
42 INPUT " -> ENTER LENGTH: ";IL
430 INPUT " -> ENTER WIDTH : ";IW
440 PRINT:INPUT " -> ENTER NUMBER OF BAYS: ";NBZ
45 BW=I/NBZ:INAX=NBZ+IX-A
460 PRINT:INPUT " ANY CHANGES(Y,N) ";A$
470 IF A$ = "Y" THEN A$ = "Y"
48 IF A$="N" OR A$="n" THEN RETURN
49 IF A$<>"Y" THEN 460
500 IF A$="Y" AND DSK=0 THEN 360 ELSE CLS:PRINT:PRINT: GOTO 410
51 OVRX=0:SLX=0:SZX=0:CLS:II = A: PRINT TAB(10);"FOR EACH DEPT. ENTER AREA": B
D: B 520: IF DSK=1 THEN 960 ELSE 670
520 PRINT:SUM=0:PRINT,"DEPT.# AREA","DEPT.# AREA","DEPT.# AREA","DEPT.# AREA
":PRINT,"-----":PRINT,"-----":PRINT,"-----":PRINT,"-----"
53 I=1
540 PRINT,;:PRINT USING "###";I;:IF SLX=0 AND SZX=0 THEN PRINT " ";INPUT; Q(I) :
LD(I)=Q(I)/BW:GOTO 560

```

```

550 LB(I)=NC(I)/BW:PRINT USING"#####":(I) ;
560 IF I/A = INT(I/A) THEN PRINT
57 I=I+1
58 IF I<= IX THEN 540
590 IF SZZ=0 THEN SZZ=1:CLS:PRINT:PRINT TAB(10);"SUMMARY OF DEPARTMENTAL AREA":
60 0 520
61 IF SLZZ=1 THEN SLZZ=0
610 SUM = Z: FOR J = A TO IX:SUM = SUM + U(J): NEXT J: IF SUM > L * 4 + .5 THEN
PRINT:PRINT TAB(10);" DEPARTMENTAL AREAS EXCEED PLANT AREA": PRINT TAB( 20);
" EASE RE-ENTER": SLZZ=1 :OVRZ=1
620 PRINT:PRINT : INPUT * * * OF DEPARTMENT TO CHANGE, 0 TO CONTINUE *;IXZ:
IF IXZ < Z OR IXZ > IX THEN PRINT * * * DEPARTMENT # OUT OF RANGE, REENTE
R* GOTO 620
63 IF IXZ = Z AND OVRZ = 1 THEN 610
640 IF IXZ = Z THEN RETURN
65 OVRZ=0
66 PRINT:PRINT * * * ENTER AREA FOR DEPARTMENT # *;IXZ:* * *: INPUT Q(IXZ):
LB(IXZ) = Q(IXZ) / BW:CLS:PRINT:SZZ=0: GOTO 590
670 CLS:TRVZ=1:GOSUB 680:GOTO 960
68 I=1
69 OPTZ = TRVZ
700 IF OPTZ=1 THEN CLS:PRINT:PRINT "FOR EACH DEPARTMENT INPUT : (# OF TRIPS) A
NI (COST(%)/TRIP UNIT DISTANCE)"
71 IF OPTZ=2 THEN CLS:PRINT:PRINT "FOR EACH DEPARTMENT INPUT : (COST(%)/TRIP
UNIT DISTANCE)"
72 IF OPTZ=3 THEN CLS:PRINT " SUMMARY OF"
73 PRINT "TRAVEL CHART DATA -- FROM DEPARTMENT";I;" TO:"
740 PRINT
750 FOR KJ=1 TO 3:PRINT * DEPT # OF $/UNIT *;:NEXT KJ:PRINT
76 FOR KJ=1 TO 3:PRINT * NO. TRIPS DISTANCE *;:NEXT KJ:PRINT
77 FOR KJ=1 TO 3:PRINT * ----- *;:NEXT KJ:PRINT
780 J=1
79 CC=0
80 IF J=1 THEN 850
810 PRINT TAB(CC*26);:PRINT USING "####";J;
820 IF OPTZ=1 THEN PRINT " :INPUT: NT(I,J) ELSE PRINT USING "#####":NT(I,J);
83 IF OPTZ=1 OR OPTZ=2 THEN PRINT " :INPUT: CST(I,J) ELSE PRINT USING "#####
###":CST(I,J);
840 CC=CC+1:IF CC = 3 THEN CC=0:PRINT:
85 J=J+1:IF J<= IX THEN 800
86 IF OPTZ=3 THEN 870 ELSE OPTZ=3:CLS:PRINT " SUMMARY OF ":GOTO 700
870 PRINT:PRINT:INPUT "TO" DEPT.# TO CHANGE, 0 TO CONTINUE *;JJZ: IF JJZ = Z TH
EN PRINT : GOTO 920
88 IF JJZ < A OR JJZ > IX THEN PRINT "DEPT.# OUT OF RANGE, RE-ENTER":GOTO 870
890 IF JJZ = I THEN PRINT "DEPARTMENT CANNOT SHIP TO ITSELF, RE-ENTER": GOTO 8
70
90 PRINT "FROM ";I;" TO ";JJZ;" *;: INPUT: "ENTER # OF TRIPS "NT(I,JJZ):INPU
T: " ENTER COST/UNIT DISTANCE":CST(I,JJZ)
910 GOTO 700
92 I=I + 1
93 IF I <=IX THEN 690
940 FOR I=1 TO IX:FOR J=1 TO IX:C(I,J)=NT(I,J)*CST(I,J):NEXT J:NEXT I
950 RETURN
96 GOSUB 970:GOTO 1260
970 CLS:PRINT TAB(15);"INPUT INITIAL SEQUENCE OF DEPARTMENTS": PRINT TAB(15);"
FROM SHIPPING TO RECEIVING"
98 PRINT:PRINT * * * (EX: SEQ.1 = 3 , SEQ.2 = 11,..ETC)*: PRINT:PRINT
TAB(10);"DEPARTMENT #";TAB(35);"DEPARTMENT #";TAB(60);"DEPARTMENT #":CC=0:FOR J
= A TO IX
99 PRINT TAB(CC*25+10);"SEQ.#";J;" = ";FXZ(J)=0: INPUT: SQX(J,A): IF SQX(J,A)
< 1 OR SQX(J,A) > IX THEN PRINT " ** OUT OF RANGE **": GOTO 970
1000 0 = A: IF J = 0 THEN 1030
1010 FOR I = A TO J - A: IF SQX(I,A) = SQX(J,A) THEN PRINT:PRINT "DEPT.# ";SQZ
(I, A);" ALREADY ASSIGNED TO SEQ.# ";I;" PLEASE RE-ENTER": GOTO 970
1020 NEXT I
1030 CC=CC+1

```

```

1040 IF CC=3 THEN PRINT:CC=0
1050 NEXT J: PRINT
11 0 IF ZGX=1 THEN 1160
11.0 INPUT 'WOULD YOU LIKE TO FIX THE LOCATION OF ANY DEPARTMENT (Y/N) ':A$
1080 IF A$='N' OR A$='n' THEN 1160
11 0 IF A$='Y' OR A$='y' THEN 1100 ELSE 1060
11 0 PRINT ' FOR I = A TO IX
1110 PRINT ' FIX DEPT.# *;I;' (Y/N) *;;INPUT A$
1120 IF A$='N' OR A$='n' THEN 1140
11 0 IF A$='Y' OR A$='y' THEN FXZ(I)=A: GOTO 1150
1140 FXZ(I)=Z
1150 NEXT I: PRINT
11 0 CLS:PRINT TAB(20);' INITIAL SEQUENCE OF DEPARTMENTS': PRINT TAB(15);'
FRJM SHIPPING TO RECEIVING':ZXX=0
1170 PRINT : PRINT ' (EX: SEQ.1 = 3 , SEQ.2 = 11,..ETC)'; PRINT : PRINT
TAB(10);'DEPARTMENT *';TAB(35);'DEPARTMENT *';TAB(60);'DEPARTMENT *':CC=0:FOR J
= A TO IX
1180 PRINT TAB(CC*25+10);'SEQ. *;J;' = *; PRINT SQZ(J,A);: IF FXZ(SQZ(J,A))=A
THEN PRINT '**';:ZXX=1
11 0 CC=CC+1
1200 IF CC=3 THEN PRINT:CC=0
1210 NEXT J: PRINT
12 0 IF ZXX=1 THEN PRINT ' ** DESIGNATES DEPARTMENTS WITH FIXED SEQUENCE'
12.0 INPUT ' ANY CHANGES (Y/N) ':A$
1240 IF A$='Y' OR A$='y' THEN 970
1250 IF A$='N' OR A$='n' THEN RETURN ELSE 1230
12 0 CLS:PRINT : PRINT 'DO YOU WANT THE COST TO BE CALCULATED': PRINT 'BY <R>E<
TILINEAR DISTANCE OR': INPUT 'BY <E>UCLIDEAN DISTANCE' : C$
1270 IF C$='R' OR C$='r' THEN C$='R':GOTO 1290
1270 IF C$='E' OR C$='e' THEN C$='E':GOTO 1290 ELSE 1260
12.0 CLS: PRINT TAB( 8);'COMPUTER IS CALCULATING': PRINT 'DEPT.SEQUENCE
TOTAL COST': PRINT '-----'
13 0 IF ZOX=1 THEN 1320
1310 PRINT' (HIT ANY KEY TO STOP CALCULATION AT THE END OF THE NEXT IMPROVED SE
QUENCE) '
13 0 SUM=0:ISX = R:ITX = A: GOSUB 1370: GOSUB 1530: GOSUB 1330:ISX = A:ITX = B:
IF ZOX=1 THEN XZZ=1:ZOX=0:GOTO 1810 ELSE 1710
1330 KCX = Z:L0 = SUM: FOR KE = A TO IX: IF SQZ(KE,A) < TNX THEN KCX = KCX + B:
GOTO 1350
1350 KCX = KCX + C
1350 SQZ(KE,ISX) = SQZ(KE,ITX): PRINT SQZ(KE,A);: IF KE < IX THEN PRINT ' ,': I
F KCX > = KIX THEN KCX = Z: PRINT : PRINT ' * '
13 0 NEXT KE: PRINT TAB( 65 );: INT (CENTZ * L0 + P5) / CENTZ: RETURN
1370 R = A:SUM = Z:YB = W / (B * NBX):LN = Z:DIRZ = A:ANZ = A:YC = YB: FOR I = A
TO IX:JX = SQZ(I,ITX):LD = LD(JX):SUM = SUM + LD: IF SUM > L AND ANZ < NAX THEN
130
1300 LA(ANZ) = LD: IF DIRZ = - R THEN 1400
1390 XC = (LN + (LD / B)):LN = LN + LD: GOTO 1410
1400 XC = (LN - (LD / B)):LN = LN - LD
14 0 IF SUM < L THEN 1500
1420 SUM = Z:0 = Z: GOTO 1470
1470 L2 = SUM - L:L1 = LD - L2:LA(ANZ) = L1:LA(ANZ + A) = L2: IF DIRZ = - R THE
N 450
1440 X(ANZ) = (L - (L1 / B)):Y(ANZ) = (YC):DPZ(ANZ) = JX:ANZ = ANZ + A:XC = (L -
(L2 / B)): GOTO 1460
1450 X(ANZ) = (L1 / B):Y(ANZ) = YC:DPZ(ANZ) = JX:ANZ = ANZ + A:XC = (L2 / B)
1460 SUM = L2:0 = L2:YC = YC + B * YB
1470 IF DIRZ = R THEN LN = L - 0: GOTO 1490
1480 LN = 0
14 0 DIRZ = (- A) * DIRZ
1500 X(ANZ) = XC:Y(ANZ) = YC:DPZ(ANZ) = JX:ANZ = ANZ + A: IF SUM = Z THEN YC = Y
C + B * YB
15 0 NEXT I: IF ANZ > NAX THEN RETURN
1520 FOR I = ANZ TO NAX:DPZ(I) = Z: NEXT I: RETURN
1530 SUM = Z: FOR I = A TO NAX: FOR J = A TO IX: IF DPZ(I) < > J THEN 1690

```

```

1540 IF DPZ(I) = Z THEN 1620
1550 IF I = NAZ THEN 1580
1560 IF DPZ(I + A) < > J THEN 1580
1570 IXZ = 1 + A:XC = ((LA(I) * X(I) + LA(IXZ) * X(IXZ)) / (LA(I) + LA(IXZ))):YC
= ((LA(I) * Y(I) + LA(IXZ) * Y(IXZ)) / (LA(I) + LA(IXZ))):I = IXZ:GOTO 1590
1580 XC = X(I):YC = Y(I)
1590 FOR K = A TO NAZ:IXZ = DPZ(K): IF DX = J THEN 1680
1600 IF DX = Z THEN 1700
1610 IF K = NAZ THEN 1640
1620 IF DPZ(K + A) < > DZ THEN 1640
1630 JJZ = K + A:X2 = (LA(K) * X(K) + LA(JJZ) * X(JJZ)) / (LA(K) + LA(JJZ)):Y2 =
(LA(K) * Y(K) + LA(JJZ) * Y(JJZ)) / (LA(K) + LA(JJZ)):K = JJZ:GOTO 1650
1640 X2 = X(K):Y2 = Y(K):X = (ABS(XC - X2)):Y = (ABS(YC - Y2)):IF C% = 'E'
THEN 1670
1650 SUM = SUM + (ABS(XC - X2) + ABS(YC - Y2)) * C(J,DX)
1660 GOTO 1680
1670 SUM=SUM+SQR((XC-X2)^2+(YC-Y2)^2)*C(J,DX)
1680 NEXT K
1690 NEXT J
1700 NEXT I: RETURN
1710 FOR IE = A TO IZ - A: IF FXZ(SQZ(IE,B)) = R THEN 1800
1720 FOR JE = IE + A TO IZ: IF FXZ(SQZ(JE,B)) = R THEN 1790
1730 TZ = SQZ(IE,B):SQZ(IE,B) = SQZ(JE,B):SQZ(JE,B) = TZ:GOSUB 1370:GOSUB 1530
1740 SUM = .05 * SUM + LD THEN 1780
1750 INPUT * DO YOU WISH TO TERMINATE CALCULATION(Y/N)*:Y%
1760 IF Y% = 'Y' OR Y% = 'y' THEN XZZ=1:GOTO 1810
1770 IF Y% = 'N' OR Y% = 'n' THEN 1710 ELSE 1750
1780 SQZ(JE,B) = SQZ(IE,B):SQZ(IE,B) = TZ
1790 NEXT JE
1800 NEXT IE
1810 ITZ=A:GOSUB 1370
1820 IF XZZ=1 THEN XZZ=0:GOTO 1840
1830 PRINT:PRINT '< THE MICRO-CRAFT GENERATED ARRANGEMENT HAS BEEN REACHED >'
1840 PRINT:INPUT'HIT 'ENTER' TO CONTINUE':A%
1850 GOTO 1880
1860 CLS:PRINT *INPUT DESIRED SEQUENCE OF DEPARTMENTS*:PRINT * FROM SH
IPING TO RECEIVING*:SLZ = 5:GOTO 980
1870 PRINT TAB(15):*PLEASE WAIT*:ITZ = A:GOSUB 1370:GOSUB 1530:LU = SUM:FR
I:PRINT * COST = *;INT(CENTZ * LO + PS) / CENTZ:GOTO 1890
1880 CLS:FFZ=0:SUM=0
1890 PRINT:PRINT TAB(10):*SELECT YOUR NEXT ACTION **:PRINT:PRINT TAB(10):*
<1> GRAPHICAL REPRESENTATION OF LAYOUT AND PRINTED OUTPUT*:PRINT TAB(10):*
<2> INPUT NEW INITIAL SEQUENCE*
1900 PRINT TAB(10):* <3> MODIFY DATA*:PRINT * <4> INPUT DESIRED
FINAL SEQUENCE (OTHER THAN THE BEST ONE SHOWN)*:PRINT TAB(10):* <5> SAVE TH
E INPUT TO DISK *:PRINT TAB(10):* <6> INPUT NEW DATA*:PRINT TAB(10):* <7
> EXIT PROGRAM
1910 INPUT * INPUT YOUR SELECTION (1, 2, 3, 4, 5, 6, OR 7)*:SLZ
1920 IF SLZ=1 THEN 2000
1930 IF SLZ=2 THEN 960
1940 IF SLZ=3 THEN 2490
1950 IF SLZ=4 THEN ZQZ=1:GOSUB 970:GOTO 1260
1960 IF SLZ=5 THEN 2590
1970 IF SLZ=6 THEN 200
1980 IF SLZ=7 THEN 2220
1990 PRINT:GOTO 1910
2000 CLS:PRINT *WAIT PLEASE*
2010 OPEN "U",1,"CDATA"
2020 GOSUB 2030:GOTO 2100
2030 PRINT #1,C%:PRINT #1,IX:PRINT #1,NAZ:PRINT #1,NBZ:PRINT #1,L:PRINT #1,W:PR
INT #1,BW:PRINT #1,LO
2040 FOR I=A TO NAZ: IF I>IX THEN 2070
2050 PRINT #1,LD(I):PRINT #1,Q(I):PRINT #1,SQZ(I,A):PRINT #1,FXZ(I)
2060 FOR J=A TO IZ: PRINT #1,C(I,J):PRINT #1,NT(I,J):PRINT #1,CSF(I,J):NEXT J
2070 PRINT #1,X(I):PRINT #1,Y(I):PRINT #1,DPZ(I):PRINT #1,LA(I):NEXT I

```

```

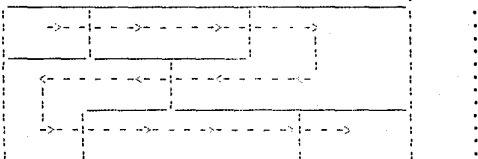
2080 CLOSE #1
2090 RETURN
21 0 RUN *CGRAPH*
21.0 OPEN 'I',1,'CDATA'
2120 GOSUB 2130:GOTO 2200
21 0 INPUT #1,C#,IX,MAX,NBZ,L,W,BW,LO
21 0 FOR I=A TO MAX: IF I>IX THEN 2170
2150 INPUT #1,LD(I),R(I),SQZ(I,A),FXX(I)
21 0 FOR J=A TO IX: INPUT #1,C(I,J),NT(I,J),CST(I,J): NEXT J
21 0 INPUT #1,X(I),Y(I),UPZ(I),LA(I): NEXT I
2110 CLOSE #1
2120 RETURN
22 0 NBZ=MAX-IX+A: LLS
22.0 PRINT F%:IF FFZ=B THEN 1880 ELSE 1290
2220 OPEN 'O',1,'CFLAG'
22 0 PRINT #1,0: CLOSE #1
22 0 CLS:RUN 'HELLO'
2250 REM ACCEPT FROM FILE
22 0 GOSUB 2270:GOTO 2330
22 0 CLS:FOR RT=1 TO 7:PRINT:NEXT RT
22 0 INPUT '          INPUT THE FILE NAME: ' #G%:PRINT:PRINT
2290 INPUT '          INPUT THE DISK DRIVE I.D. (A, B, OR C): '#F%
23 0 F% = F#+!'#4G$
23 0 RETURN
2320 RETURN
23 0 OPEN 'I',1,F%
23 0 INPUT #1,TEST$
2350 IF TEST$='FROM' THEN 2360 ELSE 2560
2360 INPUT #1, ND
23 0 IX=ND
23.0 INPUT #1, NF
2390 II = 0
24 0 JJ = 0
24 0 II = II + 1: IF II = ND + 1 THEN 2450
2420 JJ = JJ + 1: IF JJ = ND + 1 THEN JJ = 0: GOTO 2410
24 0 INPUT #1,NT(II,JJ)
24 0 GOTO 2420
24 0 CLOSE #1
2460 TRVZ=2
24 0 GOSUB 680
24.0 RETURN
2490 DSK=1:CLS:PRINT:PRINT TAB(20);'PLANT AREA':PRINT TAB(30);'LENGTH ='#L
IF INT TAB(30);'WIDTH ='#W:PRINT:PRINT TAB(20);'NUMBER OF DAYS'#NBZ:GOSUB 450
25 0 OVRZ=0:SZZ=0:SLZZ=0:GOSUB 590
2510 TRVZ=3:GOSUB 680:GOTO 1260
25 0 GOSUB 2270
25 0 OPEN 'I',1,F%
25 0 INPUT #1,TEST$
2550 IF TEST$ = 'CRAFT' THEN GOSUB 2130 :GOTO 2490
25 0 PRINT:PRINT '          THE DISK FILE WAS NOT GENERATED BY THE APPROPRIATE PROGR
A1_
2570 PRINT: INPUT '          HIT 'ENTER' TO CONTINUE'#AA$
25 0 GOTO 200
25 0 GOSUB 2270
2600 OPEN 'O',1,F%
2610 PRINT #1,'CRAFT'
26 0 GOSUB 2030
26.0 GOTO 1880
2640 IF ERL=2010 THEN 2710
26 0 IF ERL=2110 THEN 2710
26 0 IF ERL=2220 THEN 2710
2670 IF ERL=2330 THEN 2710
26 0 IF ERL=2530 THEN 2710
26 0 IF ERL=2600 THEN 2710
27 0 ON ERROR GOTO 0
2710 CLS:FOR RT=1 TO 10:PRINT:NEXT RT

```

```

2720 PRINT INBA(4);"COMPUTER IS HAVING DIFFICULTY READING FROM OR WRITING TO A DISK
FILE"
27 0 FOR RT=1 TO 8:PRINT:NEXT RT
27 0 INPUT "          HIT 'ENTER' TO CONTINUE";AA$
2750 RESUME 1880
27 0 CLS:PRINT:PRINT TAB(10);"PROGRAM PERFORMS PAIRWISE EXCHANGE BETWEEN DEPARTM
ENT S"
2770 PRINT TAB(10);"IN A PRODUCTION PLANT. IT DETERMINES A SUB-OPTIMAL"
2770 PRINT TAB(10);"ARRANGEMENT WITH RESPECT TO MINIMIZING TOTAL COST OF"
27 0 PRINT TAB(10);"MATERIAL HANDLING (M.H.) IN THE PLANT.":PRINT
2800 PRINT TAB(10);"ASSUMPTIONS : "
2810 PRINT TAB(10);"-----"
28 0 PRINT TAB(11);"1. PLANT AREA IS RECTANGULAR IN SHAPE"
28 0 PRINT TAB(11);"2. DEPARTMENTS ARE ARRANGED IN BAYS"
2840 PRINT TAB(11);"3. COST OF MATERIAL HANDLING IS A FUNCTION OF EITHER"
28 0 PRINT TAB(11);"   RECTILINEAR OR EUCLIDEAN DISTANCE BETWEEN"
28 0 PRINT TAB(11);"   DEPARTMENT CENTERS"
2870 PRINT TAB(11);"4. MAXIMUM # OF DEPARTMENTS IS 40":PRINT
2890 PRINT TAB(10);"THE PROGRAM ACCEPTS DATA PERTINENT TO DEPARTMENT AREAS,"
28 0 PRINT TAB(10);"AN INITIAL ARRANGEMENT, NUMBER OF TRIPS BETWEEN DEPARTMENTS,
"
2900 PRINT TAB(10);"AND COST PER TRIP($/TRIP/UNIT DISTANCE).":PRINT
29 0 PRINT TAB(10);"IT PROVIDES A GRAPHICAL REPRESENTATION OF A SUB-OPTIMAL"
29 0 PRINT TAB(10);"ARRANGEMENT.":PRINT
2930 PRINT TAB(20);" HIT 'ENTER' TO CONTINUE":INPUT A$
29 0 CLS:PRINT:PRINT TAB(25);"INITIAL ARRANGEMENT"
29 0 PRINT
2960 PRINT
2970 PRINT
29 0 PRINT
29 0 PRINT
3000 PRINT
30 0 PRINT
30 0 PRINT
3030 PRINT
30 0 PRINT
30 0 PRINT
3060 PRINT
3070 PRINT
30 0 PRINT:PRINT
30 0 PRINT TAB(10);"FOR THE INITIAL ARRANGEMENT, ENTER THE SEQUENCE OF "
3100 PRINT TAB(10);"DEPARTMENTS WHICH CORRESPONDS TO THE INITIAL ARRANGEMENT"
31 0 PRINT TAB(10);"FOLLOWING THE DIRECTION OF THE ARROWS":PRINT
31 0 PRINT TAB(20);" HIT 'ENTER' TO CONTINUE":INPUT A$
3130 CLS:PRINT:PRINT
3140 PRINT TAB(10); "THE PROGRAM PROVIDES THE USER THE OPPORTUNITY TO STOP"
31 0 PRINT TAB(10); "ESPECIALLY USEFUL FOR LARGE PROBLEMS FOR WHICH THE"
3160 PRINT TAB(10); "SOLUTIONS WHENEVER A MORE COST EFFECTIVE LAYOUT HAS"
3170 PRINT TAB(10); "BEEN OBTAINED. THE USER SIMPLY HITS ANY KEY WHILE THE"
3170 PRINT TAB(10); "THE COMPUTER IS CALCULATING. AS SOON AS A FEW SOLUTION"
31 0 PRINT TAB(10); "IS GENERATED THE USER CAN DECIDE TO TERMINATE SEARCHING"
31 0 PRINT TAB(10); "OR TO CONTINUE WITH THE CRAFT ALGORITHM. THIS OPTION"
3200 PRINT TAB(10); "IS PROVIDED SO THAT IF THE USER DOES NOT WANT TO WAIT"
3270 PRINT TAB(10); "FOR A BETTER LAYOUT, HE CAN TERMINATE THE CRAFT CALCULATION
"
3220 PRINT TAB(10); "AND ANALYZE THE LAYOUT GIVEN AT THAT TIME. THIS IS"
3230 PRINT TAB(10); "ESPECIALLY USEFUL FOR LARGE PROBLEMS FOR WHICH THE"
31 0 PRINT TAB(10); "EXECUTION TIME CAN BE A FEW HOURS LONG. IF YOU SAVE"
3240 PRINT TAB(10); "THE INTERMEDIATE ANSWER ON A DISKFILE, CALCULATION CAN"
3260 PRINT TAB(10); "BE BE CONTINUED AT A LATER TIME.":PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
33 0 PRINT TAB(20);" HIT 'ENTER' TO CONTINUE":INPUT A$
33 0 RETURN

```



BIBLIOGRAFIA

Roger Shroeder, Administración de operaciones, 3a. Edición , Mc. Graw Hill 1986, México D.F.

Martin K. Starr, Administración de Producción , 5a. Edición ,Prentice Hall 1982, New Jersey E.U.A.

Elwood S. Buffa , Administración y dirección técnica de la producción, 4a. Edición, Limusa 1986, México D.F.

Buffa E. , Production Inventory Systems: Planning and control, 5a. Edición, Mc. Graw Hill , E.U.A.

Apple, James M., Plant Layout and material handling, 2a Edición, Ronald press 1969, New York, E.U.A.

Richard Muther, John Wheeler, Simplified systematic layout planning, Factory magazine, E.U.A.

Yasher A. Hansi , Gary E. Whitehouse, Timothy S. Atkins, IBM pc user note for plant layout, IIE Microsoftware, Universidad central de Florida, E.U.A.