

# UNIVERSIDAD PANAMERICANA UNIDAD GUADALAJARA

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de  
Educación Pública, según acuerdo No. 81692 con fecha 15-XII-81

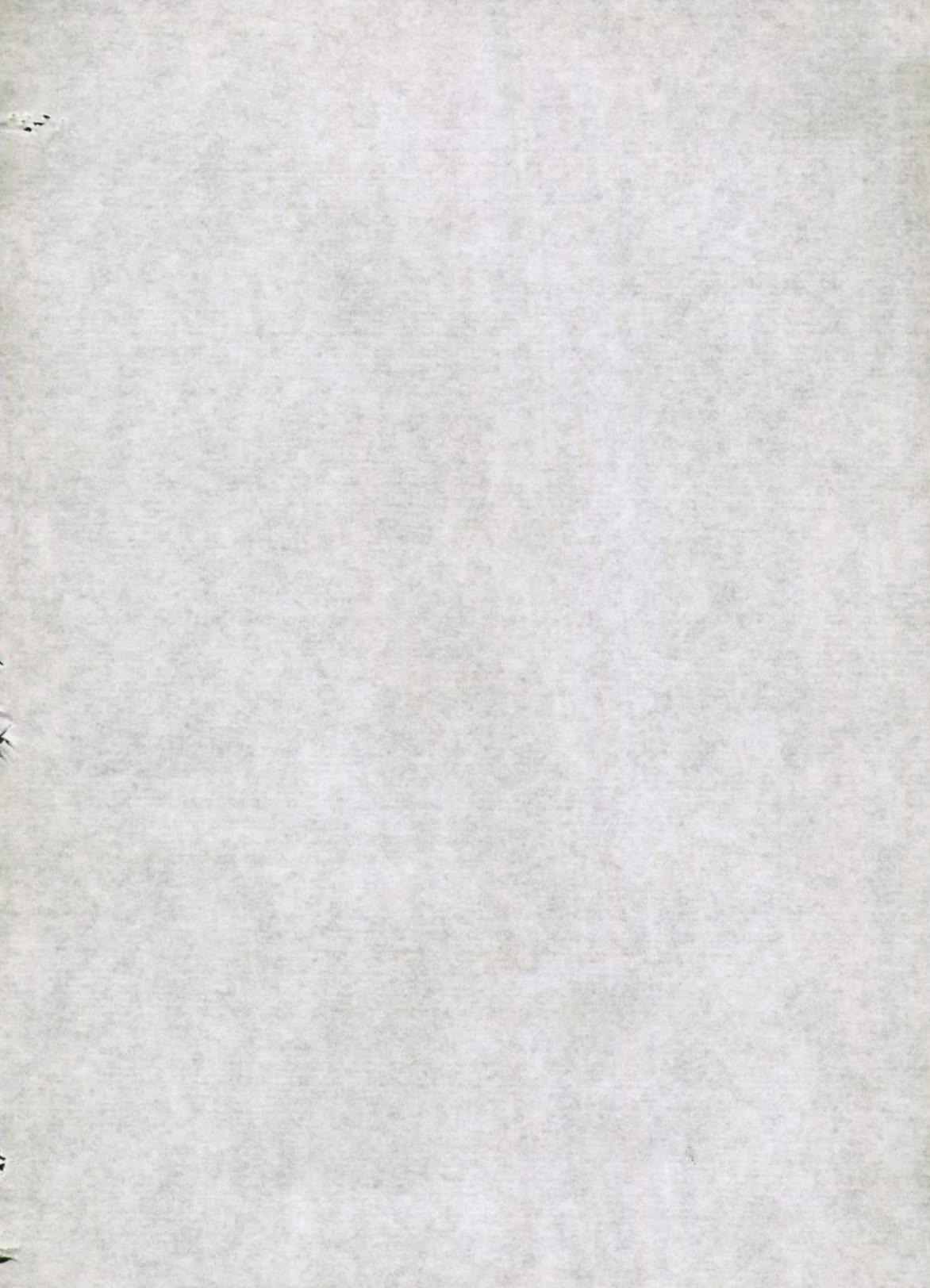


ESTUDIO Y BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION  
DE MODULARES ESTEREOFONICOS

CARLOS RAFAEL ARNOLD OCHOA

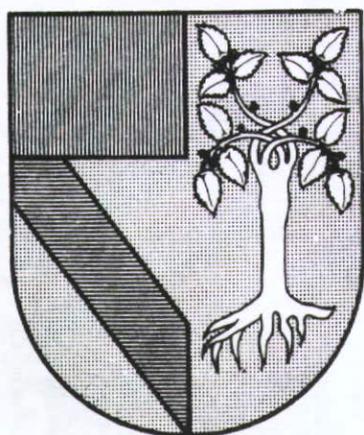
TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

ZAPOCAN, JAL., JULIO DE 1989.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
UNIDAD GUADALAJARA

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de  
Educación Pública, según acuerdo No. 81692 con fecha 15-XII-81



ESTUDIO Y BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION  
DE MODULARES ESTEREOFONICOS

**CARLOS RAFAEL ARNOLD OCHOA**

TESIS PRESENTADA PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

ZAPOPAN, JAL., JULIO DE 1989.

CLASIF: \_\_\_\_\_

ADQUIS: 50106

FECHA: 23/Mayo/03

DONATIVO DE \_\_\_\_\_

\$ \_\_\_\_\_



ESTUDIO Y BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION  
DE MODULARES ESTEREOFONICOS  
CARLOS RAFAEL ARNOLD OCHOA  
TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

ZAPAPAN, JALISCO, JULIO DE 1989



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

UNIDAD GUADALAJARA

Con Reconocimiento de Validez Oficial de  
Estudios de la SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
según acuerdo No.81692 con fecha 15-XII-81

ESTUDIO Y BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION  
DE MODULARES ESTEREOFONICOS

CARLOS RAFAEL ARNOLD OCHOA

Zapopan, Jal., Julio de 1989



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA

## UNIDAD GUADALAJARA

PROLONGACION CALZADA CIRCUNVALACION PONIENTE No. 49

CD. GRANJA, ZAPOPAN, JAL.

COD. POSTAL 45010

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

### DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACION

Sr. Carlos Rafael Arnold Ochoa  
P r e s e n t e.

En mi calidad de Presidente de la Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa TESIS titulado ESTUDIO Y BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE MODULARES ESTEREOFONICOS presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen Profesional, por lo que deberá entregar diez ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

A T E N T A M E N T E  
EL PRESIDENTE DE LA COMISION

Zapopan, Jal., a Julio 4 de 1989.

INDICE

# I N D I C E

	Página.
INTRODUCCION.....	6
PARTE PRIMERA. ASPECTOS GENERALES	
I. LA EMPRESA Y SU ENTORNO.....	11
1.1. Tecnología.....	12
1.2. Recursos.....	13
1.3. Mercado.....	14
1.4. Organización.....	15
1.5. Organismo Sindical.....	18
1.6. El Problema.....	19
II. PRODUCTIVIDAD.....	24
2.1. Concepto.....	25
2.2. En la Empresa.....	25
2.3. El Tiempo Invertido en un Trabajo.....	25
2.4. El Tiempo Improductivo.....	25
III. EL FACTOR HUMANO.....	29
3.1. El trabajador como persona.....	30
3.2. Los dirigentes.....	31
3.3. Conflictos.....	31
3.4. Motivación para la productividad.....	32
IV. ESTUDIO DEL TRABAJO.....	36
4.1. Técnica del Interrogatorio.....	37
4.2. Ergonomía.....	38
4.3. Desplazamiento en la Zona de Trabajo.....	38
4.4. El Lugar de Trabajo.....	42
4.5. Medición del Trabajo.....	45
4.6. Tiempo Básico y Tiempo Tipo.....	47
V. BALANCEO DE LINEAS.....	49
5.1. Representación de una Línea.....	50
5.2. Restricciones de Diseño y Balance.....	51
5.3. Selección del Tiempo de Ciclo.....	52
5.4. Balance Heurístico de Líneas.....	53

PARTE SEGUNDA EL PROBLEMA.

VI.	PLANTEAMIENTOS PRELIMINARES.....	58
	6.1. Planificación del Trabajo y Pedidos.....	59
	6.2. Condiciones de Trabajo.....	61
	6.3. Estado de Instalaciones.....	68
VII.	ESTACIONES DE TRABAJO Y LAYOUT.....	70
	7.1. Desplazamientos Sobre la Línea.....	71
	7.2. Análisis Sobre las Estaciones.....	74
VIII.	MEDICION DEL TRABAJO.....	88
	8.1 Cálculo de suplementos.....	90
	8.2 Porcentajes de suplemento por descanso.....	91
	8.3 Resultados del estudio de tiempos.....	92
IX.	BALANCEO DE LA LINEA.....	107
	9.1. Tiempos Tipo.....	109
	9.2. Tabla y Diagrama de Precedencia.....	113
	9.3. Tiempos de Ciclo y Demora.....	117
	9.4. Resultados del Balanceo de Estaciones.....	118
	9.5. Distribución Final de la Línea.....	123
X.	EVALUACION ECONOMICA.....	124
	CONCLUSIONES GENERALES.....	127
	BIBLIOGRAFIA	
	GLOSARIO	

INTRODUCCION.

## INTRODUCCION.

A principios de 1986 la empresa, denominada para efectos de este trabajo de titulación , Arco , instaló en su planta de Guadalajara, Jal. una línea de ensamble de aparatos estereofónicos. La demanda de este producto seis meses después . y la competencia que existía en el mercado, exigían de parte de la empresa un incremento en el volumen de producción y una mayor eficiencia que redujera costos y aumentara calidad en el producto.

Estas razones dieron origen oportunamente al estudio que ahora se presenta.

El objetivo inicial fué lograr una mejora en el rendimiento de la línea, objetivo que llevó posteriormente a realizar un análisis sistemático de todos los factores que repercuten en ese rendimiento: motivación del trabajador , condiciones de trabajo, métodos , cuellos de botella en la línea , layout , reabastecimiento de materiales y almacenamiento, relaciones humanas en la empresa, etc., con el fin de proporcionar al final del estudio un arreglo más eficiente que incluyera principalmente :

- a) El balanceo de la línea.
- b) Las mejoras a efectuar en las estaciones de trabajo.
- c) Nuevo layout, en caso de requerirse.
- d) Solución al problema de ruido en la línea.
- e) Otras posibles reformas a las condiciones de trabajo.

El capítulo uno describe las condiciones iniciales de la línea y de aquellos elementos que forman parte del sistema y su entorno, tales como: tecnología, recursos de la empresa, distribución del mercado, clima organizacional -que incluye políticas de empresa y relaciones sindicales-.

Los capítulos dos, tres, cuatro y cinco, explican los conceptos básicos necesarios para el desarrollo del estudio. Así, el segundo habla sobre productividad, y describe su aplicación concreta en la empresa. Menciona también los factores de falta de productividad que pueden darse en el trabajo.

El tercer capítulo trata del factor más importante de la empresa, el humano, y describe la actuación deseable en los dirigentes. Considera dos teorías motivacionales y la actitud que, conforme a estas, debe seguirse durante el estudio.

Sobre el "Estudio del Trabajo" trata el capítulo cuatro. Describe la técnica del interrogatorio, la cual facilita la búsqueda de posibles fallas en cuanto a métodos de trabajo, personas empleadas en cada labor, etc. Habla también sobre ergonomía, desplazamiento sobre la línea, distribución de equipo, herramientas y materiales en el lugar de trabajo, y sobre lo que es propiamente la medición del trabajo en cuanto a tiempos que requiere su ejecución.

Acercas del balanceo de una línea, su descripción y necesidad, trata el capítulo cinco. Explica la aplicación del balanceo heurístico de líneas según el método empleado por Gilbridge y Wester.

Estos cinco capítulos constituyen la primera parte de la

tesis . La parte segunda presenta a lo largo de cuatro capítulos las distintas soluciones planteadas con el estudio.

El capítulo seis muestra el sistema de planificación de trabajos y pedidos, las condiciones de trabajo y el estado de las instalaciones, con las recomendaciones correspondientes.

El séptimo proporciona los resultados obtenidos en el análisis de los desplazamientos de los trabajadores sobre la línea , y la reubicación de los almacenes de línea que debe llevarse a cabo . También se presenta la redistribución de cada lugar de trabajo que lo requirió.

El octavo presenta los resultados del estudio de tiempos en hojas típicas para tal efecto ; y en el noveno las principales tablas y diagramas utilizados en el balanceo de la línea , así como los resultados finales de este.

En el capítulo diez se presenta una evaluación económica de los cambios que se sugieren en los capítulos precedentes.

P A R T E            P R I M E R A

CONSIDERACIONES    GENERALES

CAPITULO I.

LA EMPRESA Y SU ENTORNO

## I. LA EMPRESA Y SU ENTORNO

La empresa denominada Arco, cuyo giro principal es el de aparatos estereofónicos de alta fidelidad, tuvo su nacimiento como empresa familiar hacia 1978. Su crecimiento, rápido y firme, ha alcanzado en unos cuantos años una extensión nacional pero sin dejar el espíritu emprendedor y familiar con el que se inició.

### 1.1 TECNOLOGIA

El entorno tecnológico se ve fuertemente afectado por el desarrollo alcanzado en otros países en el mismo giro de Arco. La infraestructura que requiere el desarrollo tecnológico la poseen trasnacionales como SONY y PANASONIC que van a la cabeza en investigación de productos. La elaboración de circuitos integrados requiere tecnología extranjera y constituyen la parte más importante y costosa de los productos; alrededor de un 40% del costo bruto. Se puede decir que hay un alto grado de dependencia, más aun, si se consideran los materiales que constituyen los elementos secundarios del producto, se puede encontrar que ahí tampoco existe una completa independencia y que en ocasiones se debe recurrir al mercado internacional para dar los niveles de calidad que requiere el cliente.

Arco forma parte de un grupo que posee una empresa dedicada por entero a la investigación y desarrollo para los intereses del grupo. Esta procura satisfacer las necesidades tecnológicas de tal manera que, dentro de lo posible, no sea necesario el pago de regalías o derechos de diseño, Know-How, como se haría

con alguna empresa transnacional.

El diseño de procesos , Layout , sustitución de materiales, rediseño de partes, etc. son algunas de las actividades de apoyo que proporciona la empresa en cuestión . No esta sin embargo dentro de la misma empresa y por ello no es su papel resolver los problemas como el que constituye el tema de esta tesis.

## 1.2 RECURSOS

En cuanto a materiales, como ya se ha dicho, la empresa para poder cumplir su objetivo de satisfacer al consumidor al mismo nivel que la competencia nacional y extranjera : fidelidad, durabilidad , presentación y costo , se ve en la necesidad de recurrir en algunos casos a productos que tienen su origen fuera del país, sin embargo los principales proveedores de materiales de apoyo del producto han llegado a ser los de origen nacional. Estos materiales son muy diversos y van desde transformadores de bajo voltaje y medidores hasta páneces de plástico y otras partés de subensamble.

La mano de obra directa no constituye un problema serio ya que en general se solicita una preparación mínima de 4o. año de primaria pues el proceso, continuo y manual, no requiere más que en algunas estaciones , como inspección y control , un mayor conocimiento y calificación.

La crisis que desde hace varios años viene afectando a todo el país y que se refleja claramente en el nivel de desempleo es, paradójicamente, una circunstancia que asegura la disposición de

mano de obra barata para las empresas. Esta no es la excepción aun cuando la calidad de esa mano de obra no sea en muchos casos la que se requiere y la contratación deba hacerse a través del sindicato.

Arco posee más de 3000 mts. cuadrados de superficie destinados a almacenes, medios de transporte propios para la distribución de sus productos, además de el fácil acceso a las vías férreas que pasan por la zona industrial de Guadalajara.

No deja sin embargo de sufrir los mismos problemas que el resto de las empresas de la entidad y que son ocasionados por el mal estado de las vías terrestres de comunicación y de la inseguridad de los otros medios de transporte.

### 1.3 MERCADO

Los productos de Arco se dirigen al mercado que representa la clase media con ingresos de por lo menos el doble del salario mínimo. Se tiene una cobertura sobre todo el mercado nacional con una penetración aproximada del 30%. El resto del mercado es cubierto por otras dos empresas importantes que dominan un 40% y un 20%. El 10% restante se reparte entre un conjunto de ocho empresas de menos importancia.

El total de la competencia esta formado por un 75% de empresas transnacionales y un 25% de empresas nacionales.

La demanda anual del artículo que nos interesa llega a 250 000 uds. y su precio promedio por unidad es de \$250 000.00

moneda nacional.

Es conveniente observar que en 1986 el mercado sufrió una fuerte contracción durante el primer semestre hasta llegar a casi el 50% del mercado que existía en 1981.

Sólo con estos datos es posible darse cuenta de una manera rápida de la importancia de la competitividad que se requiere actualmente y que se hará apremiante en los próximos años con el inminente ingreso al GATT.

#### 1.4 ORGANIZACION

La estructura organizacional , tal como se muestra en la figura 1.4.1 , permite apreciar una combinación de la departamentalización por propósito y por proceso,es este un detalle que de acuerdo a la clasificación que hace Gary Dessler (1) , define a la organización como de gran tamaño. Se puede ver que la empresa en general se divide por funciones, así, se tienen los departamentos de Finanzas,Ventas, Producción, Personal,etc. pero estos a su vez se dividen en algunos casos por productos, por clientes o por situación.Por ejemplo, la dirección de producción esta dividida en cinco gerencias que representan cinco productos distintos , y cada una de ellas tiene sus jefes , supervisores y obreros.En la práctica esta gente puede moverse horizontalmente según lo requieran las circunstancias y lo permitan las normas sindicales.

---

(1) DESSLER,Gary.Organización y Administración.Enfoque situacional. p.86

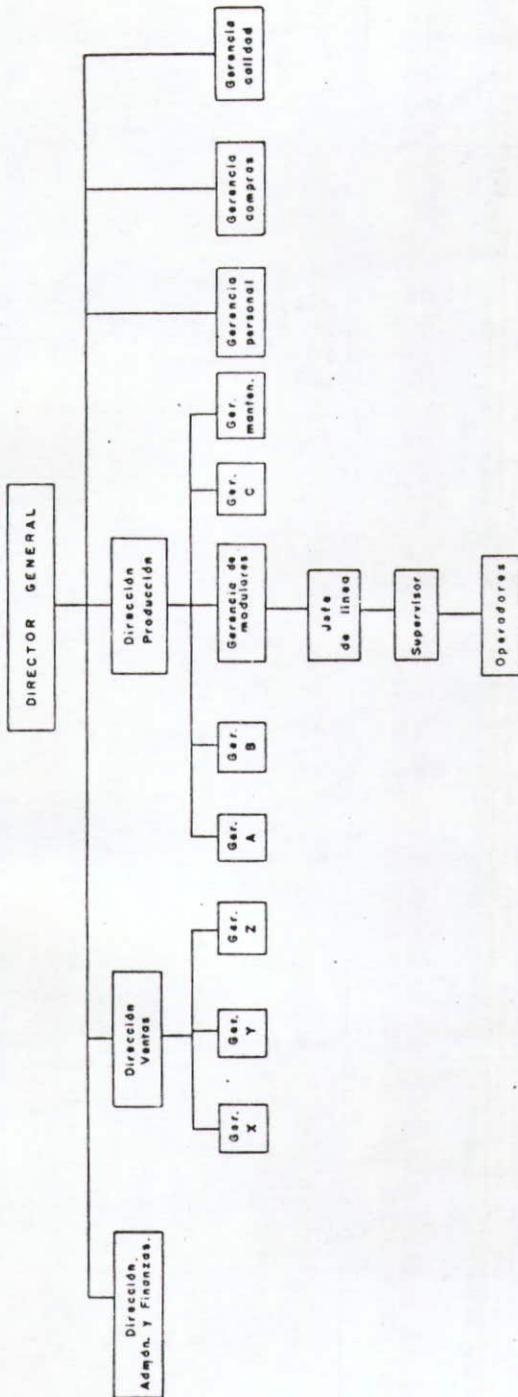


Fig. 1.4.1

Es interesante observar algunas relaciones entre las distintas gerencias con la gerencia de producción y de esta con la dirección de producción.

A primera vista se observa un aspecto curioso del organigrama, y es la comunicación directa que posee la dirección general sobre algunas gerencias, a las cuales se les da una especial importancia o simplemente no requiere su actividad de un director. Estas son personal, compras y calidad.

En cuanto a producción, se tiene una labor directa con la gerencia de ventas, que es la que determina el volumen que se requiere mensualmente.

La gerencia de personal es la otra división que más estrechamente se maneja con producción, sobre todo en la práctica pues continuamente surgen conflictos sindicales en los que aquella funge como mediador.

La división de modulares posee un gerente, un jefe de línea y 19 operarios con distintos niveles de calificación:

- a) Ensamblador común
- b) Alambrador
- c) Inspección
- d) Técnico
- e) Auxiliar o comodín

La línea posee 16 estaciones, y los tres operarios restantes están para suplir ausentismos, descansos y requerimientos de sobreproducción.

## 1.5 ORGANISMO SINDICAL

La empresa posee un sindicato que pertenece a la CROC y que constituye un elemento importante de la organización. La totalidad del personal que constituye la mano de obra directa es sindicalizado, y el sindicato ejerce un estricto control del mismo, tanto para su actuación dentro de la empresa como para su ingreso o salida de la misma.

Es importante lo anterior pues sus efectos en el comportamiento de los trabajadores y en la actuación de jefes, gerentes y supervisores es predominante. Algunos ejemplos bastarán para aclarar esta circunstancia.

El control que ejerce el sindicato impide que las personas que manejan el departamento de producción puedan hacer cualquier movimiento de los obreros incluso sobre su misma línea de trabajo si este organismo no ha dado su consentimiento. Estos movimientos incluyen los que se puedan dar para el ascenso del trabajador a otro nivel; si en cambio ejerce presión para que determinados obreros con los que no simpatiza sean colocados en las operaciones más rutinarias y cansadas.

Se obstaculizan las relaciones que normalmente podrían darse entre jefe y subordinado, con el fin de evitar amistades personales. El personal de confianza no puede tener relaciones amistosas con el personal sindicalizado sin el peligro de que estos últimos tengan problemas serios.

Esta situación se refleja claramente en el rendimiento; simplemente se puede considerar que el nivel de ausentismo esta

por encima de un 15% y que la única forma en que se ataca es aumentando el número de obreros.

Dichas condiciones de trabajo son aseguradas por el estricto control que crea un ambiente negativo de murmuración y apatía, que alcanza a los mismos jefes y gerentes quienes han desistido en su empeño por mejorar la situación.

## 1.6 EL PROBLEMA

El objetivo del estudio es lograr una mejora en la línea de ensamble de los aparatos modulares tanto en las patentes fallas que se observaron como en el rendimiento de los trabajadores. El objetivo inicial no era tanto el mejorar para el obrero como para la empresa. Estos dos objetivos no se deben separar y es por eso que a lo largo del estudio se realizaron algunas sugerencias que es conveniente tomar en cuenta.

### 1.6.a HISTORIA DE LA LINEA

La necesidad de la empresa de integrar sus productos, así como el alto costo que representaba el transporte de materiales condujeron a la decisión de trasladar la línea de ensamble de modulares a las instalaciones de esta planta, y se instaló en el espacio que desocupó un producto descontinuado.

A tan solo unos meses de instalada la línea, se le empezó a exigir un ritmo fuerte de producción cercano al 100% de su capacidad. Este rendimiento no se pudo conseguir debido

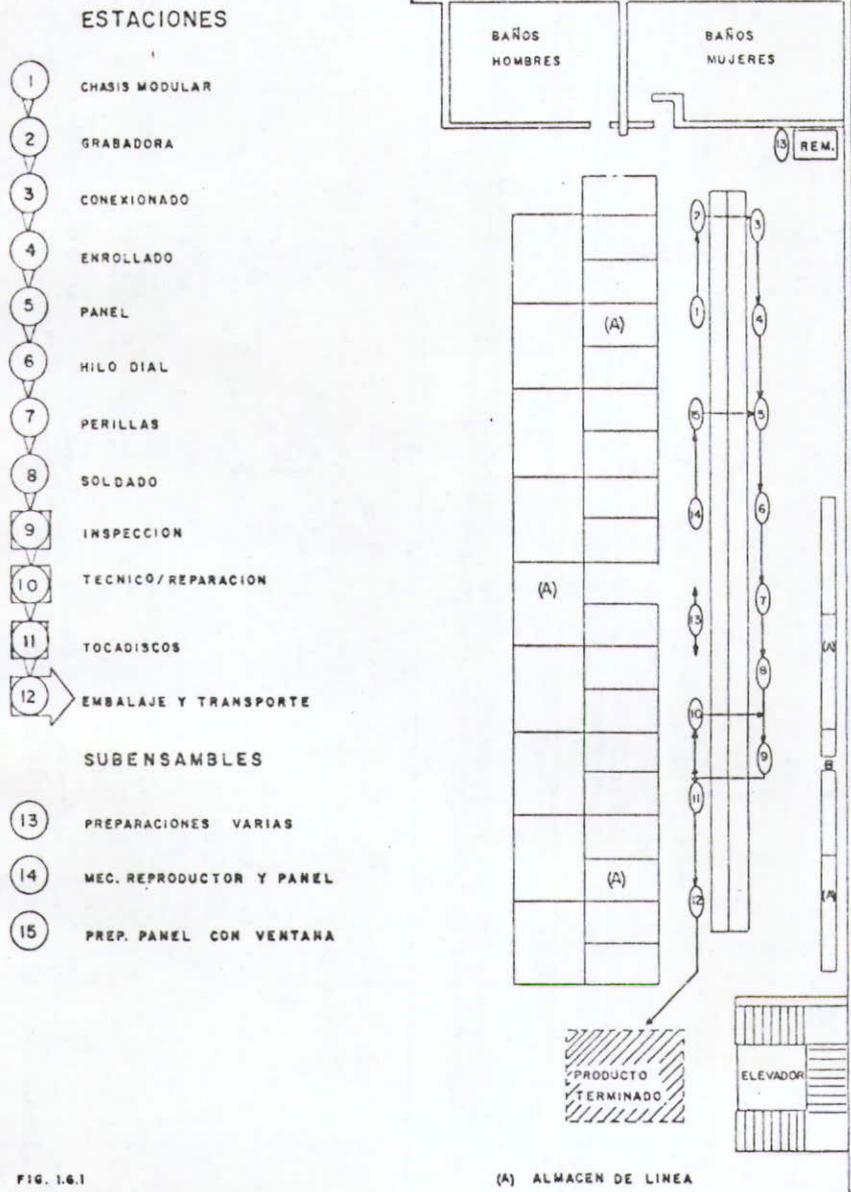
principalmente a problemas con la gente que no se hallaba motivada, pero como la demanda seguía existiendo se tuvo que recurrir a un incremento en el número de obreros aunque esto implicara ineficiencia (Ver. figs. 1.6.1 y 1.6.2). El dato que ahora nos interesa de este hecho es la importancia que empezó a tener la línea para la empresa en general y en comparación con las otras líneas que en contraste trabajaban al 50% de su capacidad ya que el mercado no les demandaba más. Esto constituye una justificación importante para el estudio de los problemas que la operación de la línea presentaba.

#### 1.6.b CONDICIONES DE LA UBICACION

Area disponible	:	272 mts. cuadrados
Altura de cielo	:	2.20 mts.
Ventilación	:	Adecuada
Equipamiento	:	Instalación Neumática
		Fuerza e iluminación
Distribución	:	Ver fig. 1.6.2

#### 1.6.c PROBLEMAS OBSERVADOS EN LA EJECUCION DEL TRABAJO

- Falta método en las operaciones.
- Los tiempos estándar están determinados a priori.
- Desequilibrio en cargas de trabajo.
- Pérdidas de tiempo en acopio de materiales.
- Desorden en operaciones de subensamble.
- Falta fluidez en la línea.
- Cuellos de botella en las operaciones de inspección y





reparación.

- Desplazamientos innecesarios por errónea distribución de los almacenes de línea.
- Materiales y desperdicios en áreas de transporte.
- Desorden en la disposición de las estaciones.
- Alto nivel de ruido.No permite la conversación.
- Poco espacio sobre todo para las estaciones primera , última y penúltima.

#### 1.6.d CONDICIONES GENERALES DEL LUGAR Y ALMACEN

Baños : Son insuficientes y se encuentran en muy mal estado.Existe un continuo desperdicio de agua.

Comedor: Iluminación deficiente,suciedad y lockers en mal estado . Los alimentos los traen los mismos obreros.

Almacen: Existen fallas en la adquisición de materiales que provocan frecuentes paros de actividad.

Es evidente que no todos los problemas mencionados se podrán resolver satisfactoriamente y algunos incluso ni siquiera competen al estudio , sin embargo se mencionan de acuerdo al enfoque con el que se ha querido tocar el tema.

CAPITULO II

PRODUCTIVIDAD

## II. PRODUCTIVIDAD

### 2.1 CONCEPTO

La productividad, relación entre producción e insumos, puede aplicarse a los materiales, las máquinas y la mano obra. Si en una fábrica determinada se aumenta la producción mediante un aumento proporcionado de los recursos, entonces no se puede decir que se es más productivo. Esto aclara el uso y utilidad de la relación.

### 2.2 EN LA EMPRESA

La productividad de un recurso (insumo) estará dada por la cantidad de bienes y servicios (producto) que se obtienen de él. Los recursos a disposición de la empresa incluyen terrenos, edificios, materiales, máquinas y mano de obra, y su uso combinado determinará la productividad de la empresa.

En nuestro caso un parámetro de productividad estará dado por la relación exclusiva de los dos elementos, volumen en unidades y mano de obra directa en hrs/hombre, además del nivel de eficiencia de trabajo de la línea.

### 2.3 EL TIEMPO INVERTIDO EN UN TRABAJO

Partiendo de esto es interesante ver cómo se descompone el tiempo total invertido en un trabajo. ( Ver figs. 2.3.1a y 2.3.1b )

Fig.23.1a Contenido de trabajo debido al producto y proceso

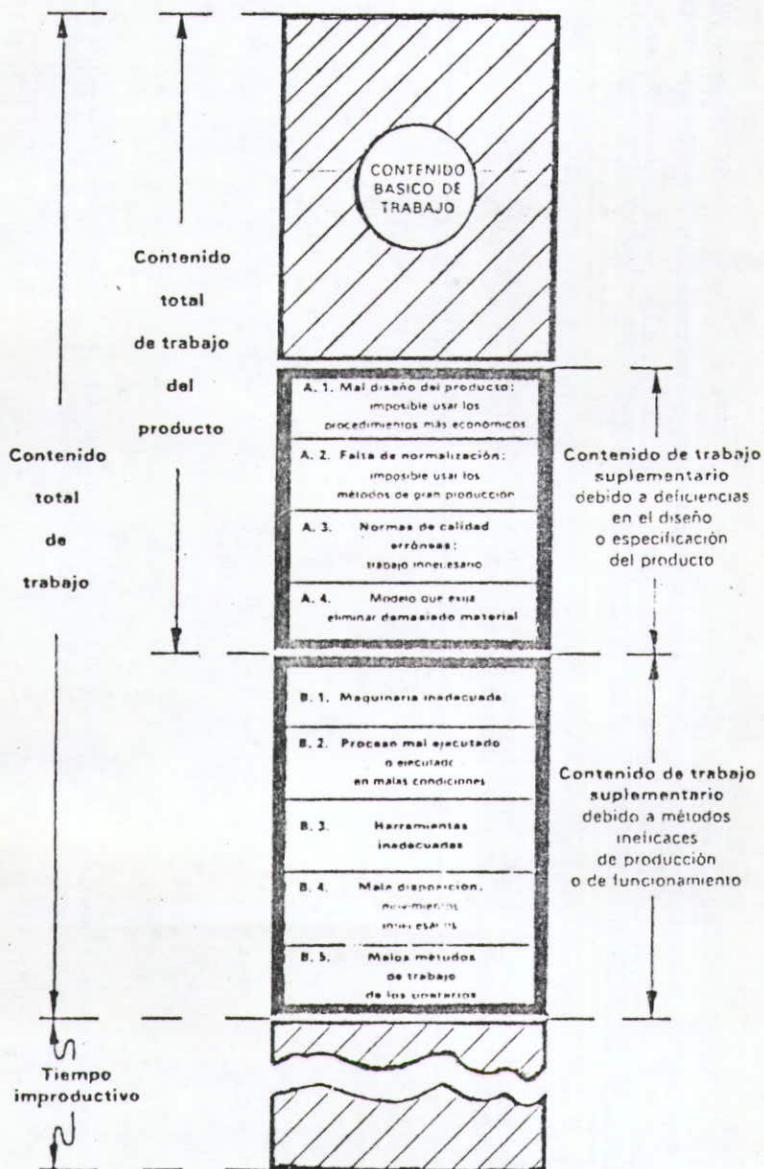
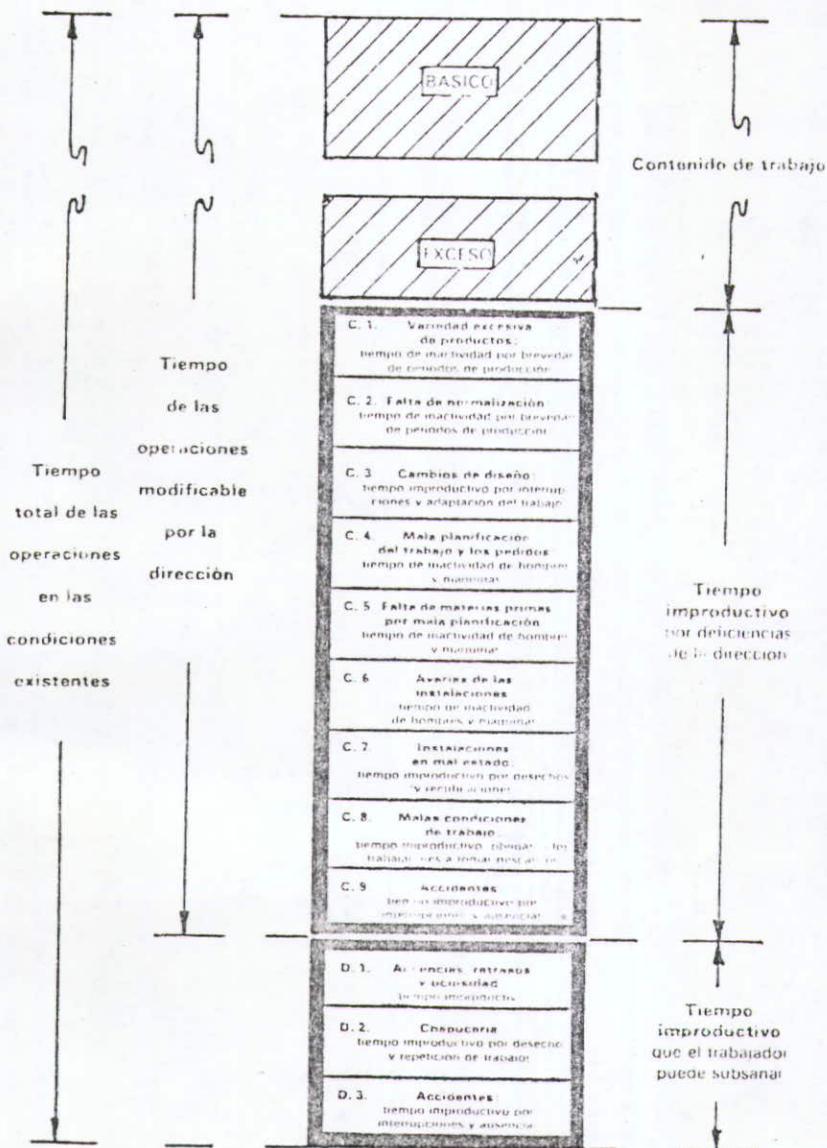


Fig.231 b *Tiempo improductivo imputable a la dirección y a las instalaciones*



## 2.4 EL TIEMPO IMPRODUCTIVO

Todo trabajo tiene un contenido básico que es el tiempo mínimo irreducible que se necesita para obtener una unidad de producción. A este tiempo teórico deben agregarse en la realidad tiempos improductivos debidos a diferencias de diseño, a métodos ineficaces y a deficiencias de la dirección, junto al tiempo improductivo imputable al trabajador.

Las causas de estos tiempos improductivos pueden ser muy diversas, desde el empleo de un modelo que requiera eliminar una cantidad excesiva de material, el uso de herramientas inadecuadas, métodos de trabajo que impliquen movimientos innecesarios, mala planificación del abasto en materias primas, malas condiciones de trabajo y accidentes hasta ausencias, retrasos y chapucería del obrero.

La OIT observa al respecto que el tiempo improductivo imputable a deficiencias de la dirección es mucho mayor que el imputable a causas que dependen de los trabajadores. (1)

Lograr eliminar estas causas mencionadas es lograr el tiempo mínimo para producir un artículo determinado, y es, por tanto, lograr la productividad máxima.

---

(2) Cfr. op. cit.: OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. p.20

CAPITULO III

EL FACTOR HUMANO.

### III. EL FACTOR HUMANO

#### 3.1 EL TRABAJADOR COMO PERSONA.

Contemplar el factor humano como elemento del estudio era evidentemente necesario, cuánto mas si consideramos que en muchos ambientes no se toma aún conciencia clara de su importancia. Algunos dirigentes abrumados por los requerimientos de su trabajo, olvidan a menudo que quienes trabajan junto a ellos son también seres humanos con la misma sensibilidad.

El peor caso no es el de este olvido, existen desgraciadamente personas mal conceptuadas que pretenden manejar este factor con tácticas semejantes a las que se usan en otro tipo de recursos. La utilización de técnicas adecuadas para cada situación en la vida empresarial, y en cualquier terreno, es muy importante, pero no podemos olvidar que el valor de estas técnicas no deja de ser ambiguo y dependiente del uso que se les dé, "cuando las técnicas sirven a la astucia son, en definitiva, un medio rápido, seguro y eficaz para destrozarse la humanidad de quien las utiliza, manipular a los que son dirigidos e impulsarles hacia su deshumanización"(3).

#### 3.2 LOS DIRIGENTES.

El estudio del trabajo no supe una buena dirección, es

---

(3) op.cit. PEREZ LOPEZ, J.A. Humanismo y Técnica en la Dirección de Empresas. P. 11

tan solo una herramienta de que dispone la gerencia, y como tal, no basta por si misma para obtener buenos resultados ; debe basarse, sobre todo , en un ambiente de trabajo que asegure las buenas relaciones con la dirección porque permite la libertad y responsabilidad personal , cuida el respeto mutuo , rechaza cualquier tipo de discriminación y promueve el espiritu de fraternidad.

### 3.3 CONFLICTOS

Las reacciones que el estudio del trabajo puede provocar son muy variadas, pero dependerán principalmente de que se cuide lo que se acaba de mencionar. El caso más común es encontrar que el trabajador piense que lo que se hace no es mas que un nuevo truco para hacerle trabajar más sin beneficio alguno para él, o, en el mejor de los casos , crearle sentimientos de inseguridad cuando se da cuenta de que el método de trabajo que empleaba, y que puede haber ideado en parte él mismo, no es el mejor.

Reacciones como estas pueden crear problemas serios , y para manejarlos correctamente se requiere la cooperación del personal dirigente. Lograr esta cooperación será una labor personal y en ocasiones muy difícil que se debe llevar a cabo durante la aplicación del estudio , por esto es recomendable observar algunas normas de sentido común y buena educación como las siguientes (4):

---

(4) Cfr. op.cit. OIT.pag.40

- a) Nunca dar ordenes directamente a los trabajadores sino por intermedio del jefe o superior, a menos que este haya pedido al trabajador que siga nuestras instrucciones.
- b) En cuestiones ajenas al estudio se deberá remitir al trabajador al superior para cualquier decisión.
- c) No se pueden permitir delante de un obrero opiniones interpretables como críticas al jefe.
- d) Nunca se permita a los obreros que lo utilicen para contraponerse a las decisiones de los jefes.
- e) Se debe procurar siempre el asesoramiento de estos últimos para elegir el trabajo y para tratar cualquier asunto técnico del proceso, como señal de respeto.
- f) Es conveniente ser presentados a los obreros por el superior o jefe.

### 3.4 MOTIVACION PARA LA PRODUCTIVIDAD.

#### 3.4.a Teorías sobre la motivación.

Algunos especialistas en ciencias del comportamiento toman como válida la teoría de A. Maslow sobre la satisfacción de ciertas necesidades esenciales como motivación a la actuación. La jerarquía de necesidades de Maslow es la siguiente:

Autorrealización  
Individuación  
Integración  
Seguridad  
Fisiológicas

Para Maslow cada una de las necesidades empezará a ejercer su influencia motivadora solamente cuando se haya satisfecho en gran parte la necesidad precedente en la jerarquía.

En otra teoría (5) se habla de tres diferentes fuentes de motivación como principios distintos de movimiento que empujan a la persona a la realización de cualquier acción concreta ; estas fuentes actúan conjuntamente en el individuo influyendo cada una en distinta medida.

Dichas fuentes se denominan "motivación extrínseca" , la que impulsa la acción individual por la reacción que se espera provoque en el entorno donde se ejecuta. Entre estas se hallan las retribuciones, premios o penalidades ligadas por la organización a la ejecución u omisión de una determinada acción.

"Motivación intrínseca" , la que impulsa a realizar una acción debido al valor que se atribuye a la misma , es decir , a todas aquellas consecuencias de la acción que son significativas para el sujeto, aparte de las que ya son objeto de la motivación extrínseca.

" Motivación trascendente " , como parte de la motivación intrínseca y que es ocasionada por un tipo muy especial de consecuencias, concretamente aquellas que definen el valor o la conveniencia de la acción, no para el propio sujeto que la realiza, sino para otra u otras personas. Con esto se afirma que el ser humano no es absolutamente indiferente respecto a lo que les ocurre a otras personas como consecuencia de sus acciones.

---

(5) op.cit. PEREZ LOPEZ, J.A. "Humanismo y Técnica en la Dirección de Empresas". pp. 7-11

### 3.4.b La actuación conforme

Cualquier decisión o acción emprendida debe considerar estas importantes ideas, manejadas de esta u otra manera, con el fin de evitar resentimientos, o el que se creen resistencias, además de buscar contribuir en cada caso a los objetivos del estudio, no sólo en cuanto al incremento de productividad sino también en cuanto al incremento de la satisfacción del trabajador.

Será pues interesante considerar en la actuación algunas indicaciones como las siguientes (6):

1. El aumento de la productividad debe realizarse primero en cuanto al uso de instalaciones, locales y materiales antes que sobre la mano de obra. Se deben evitar en lo posible deficiencias de la dirección antes de desplegar cualquier esfuerzo para mejorar el rendimiento de los trabajadores, de lo contrario se provocarán naturalmente justos sentimientos de indignación por parte de éstos.
2. Nunca se debe intentar ocultar los objetivos del estudio. Nada da más lugar a sospechas que el intento de ocultar lo que se hace, y tampoco hay nada mejor que la franqueza para lograr la confianza.
3. Los representantes de los trabajadores deben ser completamente informados sobre el punto anterior. Si se logra la participación de estos los resultados

---

(6) Cfr. op.cit. OIT. pp. 25-30

serán definitivamente mejores y más eficaces pues nadie como el mismo trabajador conoce de cerca su trabajo.

4. Fidiendo sugerencias al trabajador se le reconoce su individualidad, y a esto se puede agregar el reconocimiento oportuno de sus méritos para su mayor satisfacción. Debe cuidarse de que al aplicar el estudio se caiga en la tentación de adjudicarse uno mismo los méritos de cada idea.
5. No debe olvidarse que la finalidad del estudio no es sólo aumentar la productividad, sino también el bienestar y satisfacción del trabajador. Se debe dedicar el tiempo suficiente a la minimización de la fatiga y a volver el trabajo más interesante.

CAPITULO IV

ESTUDIO DEL TRABAJO

#### IV. ESTUDIO DEL TRABAJO

##### 4.1 TECNICA DEL INTERROGATORIO.

Cualquier estudio que sea realizado debe ser sometido sistemáticamente a distintos cuestionamientos con el fin de localizar los huecos por donde se pierden los recursos. Por ello es importante manejar desde el principio un esquema que nos ayude a realizar con orden dichas cuestiones para evitar el omitir factores importantes.

Las operaciones que se realizan en un proceso pueden ser agrupadas de la siguiente manera:

Operaciones de Apresto : Posicionamiento de un artículo o material para que sea trabajado.

Operaciones Activas: Modificación de la forma del material o pieza.

Operaciones de Salida: Transportes, colocación, etc.

El ideal en cualquier proceso es lograr la mayor proporción de operaciones "activas" pues son las que logran una verdadera evolución en el proceso , de tal manera que las primeras actividades a cuestionar serán las manifiestamente no "productivas" porque pueden estar empleando un capital inicuamente.

El cuestionamiento se basará en la siguiente lista modelo de preguntas:

## A. CUESTIONAMIENTOS PRELIMINARES

Se desea saber	Con la pregunta	Con el fin de
Propósito:	Qué se hace en realidad? Porqué hay que hacerlo?	Eliminar partes innecesarias de trabajo.
Lugar:	Dónde se hace? Porqué se hace ahí?	Combinar en lo posible.
Sucesión:	Cuándo se hace? Porqué en ese momento?	Ordenar de nuevo las actividades.
Persona:	Quién lo hace? Porqué ella?	Saber si es la más idónea.
Medios:	Cómo y porqué se hace así?	Simplificar la operación.

## B. CUESTIONAMIENTOS DE FONDO.

- a) Qué más podría hacerse?
- b) Qué debería hacerse?

Estas dos preguntas deben seguir a cada una de las anteriores prolongandolas y detallandolas para determinar si, a fin de mejorar los métodos, sería factible o preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, los medios o todos ellos.

## 4.2 ERGONOMIA.

Se ha visto conveniente mencionar algunas ideas que proporciona el estudio de la ergonomía en lo que se refiere al mejoramiento de las condiciones de trabajo, iluminación, clima,

ruido y posturas.

La figura 4.2.1 muestra las diferentes formas de trabajo que permiten el uso óptimo del esfuerzo físico.

De acuerdo a las investigaciones realizadas, el 80% de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista. La buena visibilidad permite acelerar el trabajo y reducir a la vez piezas defectuosas, además de prevenir la fatiga y enfermedades visuales así como accidentes. Por estas razones se consultó también el nivel de iluminación requerido para las tareas de ensamble, que resultó ser de 700 Luxes.

El ruido es un factor que puede originar distintos problemas : obstaculiza la comunicación y puede elevar temporalmente el umbral auditivo si supera los 78 db. Puede acarrear trastornos sensorimotrices, neurovegetativos y metabólicos, y es por ello considerado como causa de fatiga industrial e irritabilidad, de accidentes de trabajo y disminución del rendimiento. En último caso la exposición prolongada al ruido en ciertos niveles estropea el oído y causa sordera profesional.

La fig. 4.2.2 permite identificar el nivel de ruido ambiental por sus efectos en la conversación, de manera que se tomen las medidas convenientes.

#### 4.3 DESPLAZAMIENTOS EN LA ZONA DE TRABAJO.

El trabajador , en distintas clases de actividades , suele desplazarse a intervalos irregulares entre varios puntos de la zona de trabajo, con o sin material. Algunos casos pueden ser:

Fig. 4.2.1 Utilización óptima del esfuerzo físico

A. DISTRIBUCION DEL PESO



B. ELEVACION Y TRANSPORTE DE CARGAS

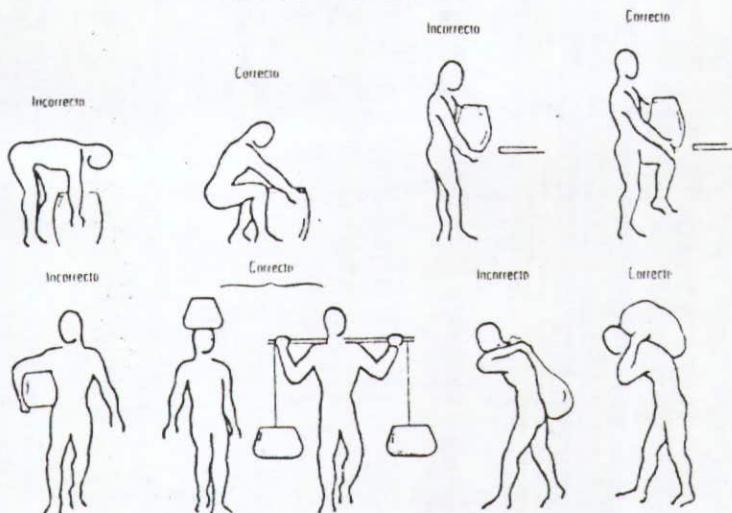
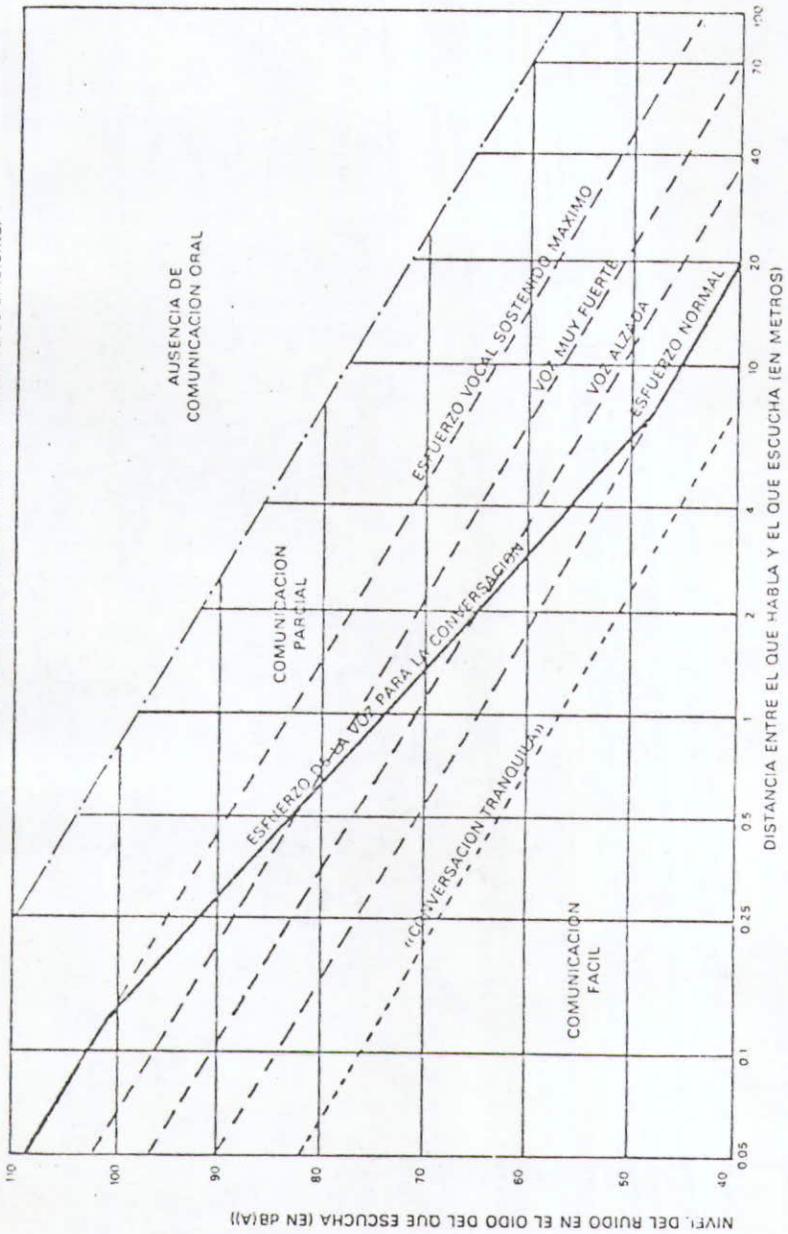


Figura 4.2.2 Distancia a la que se puede oír la voz normal con ruido ambiental



Fuente: J.C. Webster: «Speech interfering aspects of noise», en D. Loeb (ed.) «Noise and hearing» (Baltimore, Md., University Park Press, Copyright © 1978), págs. 200-201.

- a) Introducir o retirar material de un proceso continuo.
- b) Atender varias posiciones de trabajo.
- c) Alimentar una máquina o estación.

Para registrar y examinar estas actividades, se usan el "Diagrama de Hilos" y la "Hoja de Análisis"; mediante el primero se sigue y mide en un modelo a escala el trayecto del obrero, con el segundo se registran las observaciones hechas sobre esos mismos trayectos.

#### 4.4 EL LUGAR DE TRABAJO.

Dentro del tema de economía de movimientos, manejado ya por Frank Gilbreth, se clasifican tres grupos de movimientos:

- A. Uso del cuerpo humano.
- B. Distribución del lugar de trabajo.
- C. Modelo de las máquinas y herramientas.

Y se hacen, en resumen, las siguientes consideraciones(7):

##### A. USO DEL CUERPO HUMANO.

1. Procurar que las dos manos inicien y completen sus movimientos a la vez.
2. No deben ambas manos estar inactivas a la vez, salvo en periodos de descanso.
3. Los brazos deben moverse simultáneamente y en direcciones opuestas.
4. Debe aprovecharse el impulso cuando no requiera un esfuerzo muscular extra del obrero.

---

(7) Cfr. op. cit. BARNES, Ralph m. "Estudio de Movimientos y Tiempos". Caps. 16-19

5. El ritmo es esencial en la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas.
6. La disposición del trabajo debe evitar el movimiento ocular incómodo que requiera un cambio de foco.

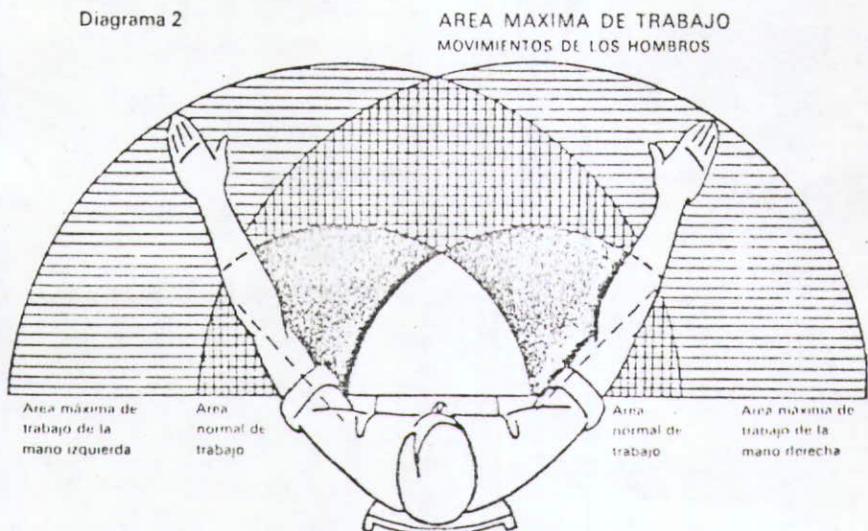
#### B. DISTRIBUCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO.

1. El material y la herramienta deben tener un sitio definido con el fin de crear hábito.
2. Deben usarse depósitos y abastecimiento por gravedad para tener el material más a la mano.
3. Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo (ver Fig.4.4.1). En lo posible debe evitarse su colocación al frente para disminuir los estiramientos y la fatiga.
4. Deben utilizarse eyectores y dispositivos que permitan al operario dejar caer los trabajos sin necesidad de usar las manos.
5. Debe facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se sienta en buena postura. La altura del trabajo y del asiento deberán combinarse para permitir al operario trabajar alternativamente de pie y sentado.
6. El color de la superficie de trabajo debe contrastar con el de las tareas para facilitar la visión.

#### C. MODELO DE LAS MAQUINAS Y HERRAMIENTAS.

1. Debe evitarse que las manos estén ocupadas sosteniendo la pieza cuando esta pueda sujetarse mediante algún dispositivo auxiliar.
2. Deben combinarse, en lo posible, dos o más herramientas.
3. Los movimientos manuales que impliquen cualquier esfuerzo deben ser hechos de manera que este se distribuya proporcionalmente en todos los dedos.
4. Los mangos, como el de un desarmador, deben ser de manera que la mayor cantidad de superficie esté en contacto con la mano.

Figura 4.4.1 Area normal y área máxima de trabajo



#### 4.5 MEDICION DEL TRABAJO.

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

Uno de los principales objetivos de la medición del trabajo y que es el que interesa ahora , es el de repartir este para que en lo posible todas las tareas de una línea posean la misma carga.

Una secuencia que se puede seguir es la siguiente:

- . Selección del trabajo
- . Cálculo de suplementos
- . Estudio de tiempos
- . Determinación de datos tipo

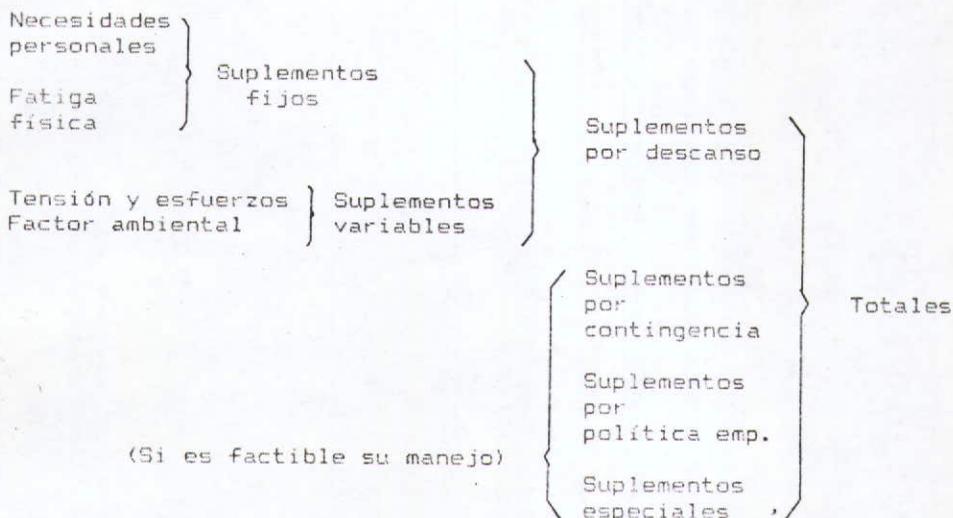
##### 4.5.a SUPLEMENTOS

Los suplementos son compensaciones al trabajo por descanso y fatiga, atención de necesidades personales y contingencias.

Nunca deben considerarse como márgenes de elasticidad.

Entre los factores que intervienen en la determinación de los suplementos están los relacionados con el individuo -alimentación, condición física, etc- con la naturaleza del trabajo en si - delicadeza del producto, riesgos personales, condiciones físicas de la tarea, etc.- y con el medio ambiente - calor , humedad, ruido, etc. -

MODELO PARA EL CALCULO DE SUPLEMENTOS



Cada uno de estos factores se califica por puntos acumulativos para determinar el porcentaje de suplemento que corresponde a cada trabajador. La conversión se hace mediante la tabla 8.2 (capítulo VIII).

4.5.b ETAPAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la tarea en elementos.
3. Examinar ese desglose.
4. Medir el tiempo empleado en cada elemento.
5. Determinar simultáneamente la velocidad efectiva de trabajo del operario por correlación con la idea que se tenga.

6. Convertir tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar los tiempos tipo de cada tarea.

#### 4.5.c ELEMENTOS DE UNA TAREA

Es la parte delimitada de una tarea definida , seleccionada para facilitar la observación, medición y análisis. Un ciclo de trabajo es una sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea.

Se dan distintos tipos de elementos : repetitivos, casuales extraños, etc. Las reglas para delimitarlos son las siguientes:

- Procurar una definición clara de inicio y fin.
- Deben ser lo más breve posible.
- Separar elementos manuales de mecánicos.
- Separar elementos constantes de variables.
- Cronometrar por separado elementos extraños.
- Considerar en la separación los resultados deseados.
- El cronometraje debe comprobarse en varios ciclos.

#### 4.6 TIEMPO BASICO Y TIEMPO TIPO

El tiempo básico es el que se emplea en la ejecución de un elemento al ritmo tipo determinado.

$$\text{tpo. básico} = \frac{(\text{tpo. observado}) * (\text{valor del ritmo observado})}{\text{valor del ritmo tipo}}$$

El valor del ritmo observado es la justipreciación del ritmo de trabajo del operario por correlación con la idea que se tiene de lo que es el ritmo tipo.

El valor del ritmo tipo es el rendimiento que obtienen sin esfuerzo los trabajadores calificados como promedio de una jornada ; le corresponde el valor 100 en la escala.

El tiempo tipo es la suma de tiempo básico y suplemento , y representa el tiempo total de ejecución al ritmo tipo.

CAPITULO V

BALANCEO DE LINEAS

## V. BALANCEO DE LINEAS

El balanceo de líneas consiste esencialmente en agrupar y/o subdividir las actividades o tareas, de tal forma que en todas las estaciones haya una cantidad de trabajo igual.

Con esta igualdad se pretende un flujo uniforme, que de no lograrse lleva a la línea a regirse por la tarea más lenta en la salida del producto. A la vez esta estación estará trabajando a toda su capacidad mientras que las otras tendrán un tiempo ocioso.

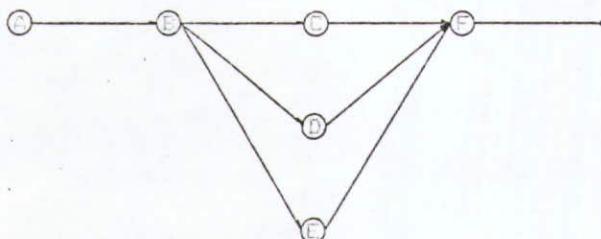
Para lograr un balance equitativo se requiere el desglose de las tareas en elementos pequeños, y conocer las restricciones tecnológicas en la secuencia de estos. Como no todas las tareas poseen una secuencia restringida se puede contar con una cierta flexibilidad para el balance.

### 1. REPRESENTACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION.

El producto o componente que debe fabricarse o ensamblarse se puede representar por una red de tareas con tiempos asociados algunos de los cuales deben ejecutarse con una secuencia dada para satisfacer las especificaciones de diseño del producto.

En el figura 5.1.1 aparece un ejemplo de esto :

Fig. 5.1.1 Representación de una línea de producción.



Clave de la operación	Duración (tpo.en segs.)	Debe seguir a la(s) operación(es)
A	3	-
B	5	A
C	13	B
D	9	B
E	14	B
F	6	CDE

Al resolver este tipo de problemas se pretende encontrar un agrupamiento de tareas factible y que reduzca al mínimo el número de estaciones dado un volumen de producción o un tiempo de ciclo deseado.

## 5.2 RESTRICCIONES DE DISEÑO Y BALANCE

En cualquier problema pueden darse circunstancias que lo compliquen aun cuando no formen parte del balance mismo o de la secuencia. Algunas pueden ser las siguientes (8) :

(8) Cfr.op.cit. BUFFA y W.H.T.:"Sistemas de Producción e Inventario,Planeación Control".Pags.314-315

- ¿Debe determinada estación localizarse al principio o al final de la línea, o debajo de ella?
- ¿Hay equipos que impidan el movimiento de alguna estación porque implique un alto costo?
- ¿Existe alguna tarea cuyo tiempo exceda el ciclo que sirve de base al balance?
- ¿Alguna tarea requiere más de un operario a la vez?
- ¿De qué medios de transporte se dispone?
- ¿Qué limitaciones existen de espacio?
- ¿Deben los trabajadores permanecer en una localización fija?
- ¿Son aditivos los tiempos de las tareas , o la simple adición de tiempos requiere compensaciones?  
(Los modelos de balance suponen tiempos aditivos)
- ¿El diseño del trabajo mediante el balanceo puede expresarse sin herir el sentimiento de algún obrero porque se sienta degradado o un eslabón mas?

Questiones como estas son de gran importancia para la aplicación eficaz de la técnica y no conviene descuidarlas.

### 5.3. SELECCION DEL TIEMPO DE CICLO.

El tiempo de ciclo , o volumen básico de producción , debe especificarse de acuerdo con los requerimientos establecidos por los pronósticos de mercado.

Dentro del intervalo limitado de volúmenes de

producción que pueden satisfacer estos requerimientos existen ciertas selecciones del tiempo de ciclo mejores que otras o que selecciones arbitrarias. Estas selecciones se determinan utilizando la función de retraso de balance, la cual indica el porcentaje de tiempo ocioso inherente a cada selección.

El porcentaje positivo de demora de un balance se determina de la siguiente forma:

$$D = 100*(NC-Et)/NC$$

Donde N : Numero de estaciones de la linea  
C : Tiempo de ciclo  
t : tiempos de las tareas  
E : Sumatorio de las "t"  
N,C y t pertenecen a los enteros

#### 5.4 BALANCE HEURÍSTICO DE LINEAS (Método Kilbridge y Wester)

Esta técnica se elaboró principalmente para balancear sistemas de producción en línea sin la ayuda de computadoras.

Su característica más sobresaliente es el agrupamiento de de elementos en columnas, para guiar su selección. Cada elemento de trabajo se identifica mediante dos números de columna. Estos números señalan las columnas entre las cuales dicho elemento puede ser removido.

A.A. Mastor sugiere el siguiente procedimiento para el cálculo de los números de columna de cada operación (9) :

---

(9) Cfr. ibidem p.335

- a) Todos los elementos de operacion sin predecesor se colocan en la columna 1.
- b) Los elementos que siguen inmediatamente a éstos se colocan en la columna 2.
- c) Se repite esto hasta que todos los elementos esten identificados por lo menos por un número de columna.
- d) Si un elemento aparece identificado por dos o más números de columna se utiliza el número mayor como identificación final de la primera columna donde se puede seleccionar el elemento.
- e) El segundo número de columna se identifica de forma similar.
- f) Los elementos que no tengan otros por delante se identifican por el mayor número de columna que se obtenga en la primer serie de cálculos, mientras que los elementos inmediatamente precedentes se señalan por el número de columna inmediato anterior.
- g) Este procedimiento continúa hasta que todos los elementos hallan sido identificados.
- h) Si algún elemento se identifica por dos o más números de columna, se utilizará el número de columna más pequeño como identificación definitiva y esta será la última columna en la que se le pueda seleccionar para asignarlo a una estación.

El procedimiento principia por asignar los elementos de operación de la primera columna en orden de duración. Si no se obtiene una solución óptima se permutan los elementos dentro de las columnas. Se transfieren lateralmente las tareas hacia las columnas subsecuentes hasta llegar a su segundo número de identificación por columna pero sin excederlo. Durante este proceso se mantiene un registro del orden de las relaciones entre los elementos de trabajo para asegurar que no se violen.

Los mismos autores del método ofrecen las siguientes sugerencias como auxiliares en su aplicación (10):

- a) Se utiliza la permutabilidad entre las columnas para facilitar la selección de elementos de la duración deseada. La movilidad lateral ayuda a colocar los elementos de las operaciones en las estaciones de manera que sirvan mejor a la solución final.
- b) Generalmente las soluciones no son únicas. Los elementos de tarea asignados a una estación, que pertenecen a una de las columnas del diagrama de precedencia después de haber hecho la asignación, se pueden permutar generalmente dentro de la columna. Esto da al supervisor cierta flexibilidad para alterar la secuencia sin afectar el balance óptimo.
- c) Si es posible hay que disponer primero los elementos de mayor duración, guardando los de menor para mayor facilidad de manipulación al final de la línea.

---

(10) Cfr. ibidem p.324

- d) Cuando se mueven elementos lateralmente conviene hacerlo hacia la derecha únicamente hasta donde sea necesario, a fin de permitir la elección suficiente de los elementos de trabajo de la estación considerada.
- e) Al permutar las operaciones dentro de las columnas y al transferirlas lateralmente debe intervenir el buen juicio y la intuición.

Las razones de que se haya elegido este método son, su efectividad en sistemas complejos que presentan las usuales restricciones tecnológicas, así como las de posición, y su utilidad especial en sistemas de producción en línea sin el uso de computadoras.

PARTE SEGUNDA

EL PROBLEMA

CAPITULO VI.

PLANTEAMIENTOS GENERALES DE LA LINEA

## VI. PLANTEAMIENTOS GENERALES DE LA LINEA

Siguiendo el esquema de referEncia del apartado 2.3 sobre el contenido del trabajo , nos vamos a los tiempos improductivos más importantes, los correspondientes a la dirección.

Analizando los posibles problemas existentes se observaron como más importantes , en primer lugar , los relativos a la planificación de trabajos y pedidos, y a la falta de materias primas, y en segundo lugar , todo lo referente a las averías de instalaciones y demás condiciones de trabajo.

### 6.1 PLANIFICACION DE TRABAJOS Y PEDIDOS

El sistema que maneja la empresa para determinar las órdenes de producción y compras envuelve, además del departamento de ventas, a la dirección general y al centro de cómputo. Las órdenes de producción se hacen llegar directamente al gerente de producción ya que, como se mencionó anteriormente al hablar sobre la organización, no existe director de producción.

El departamento de ventas dice sobre el número de unidades que se están demandando y lo comunica a la dirección general. Este dato se hace llegar al centro de cómputo donde se mantienen los registros de almacén, y de aquí sale una orden de producción por el número de unidades que se debe producir a lo largo del mes.

La orden de producción tiene el formato que se muestra a continuación :

Mes: Enero		Unidades de producción por modelo																	
modelo	dias!	1	m	m	j	v	s	1	m	m	j	v	s	1	m	m	j	..	
		3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20		
401		---	---	---	---	---	150	150	150	150	---	---	---	---	---	---	---	---	
500		150	150	150	150	---	---	---	---	---	150	150	150	150	---	---	---	---	
750		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	150	150	150	150
Observaciones																			
Entregó									Recibió										

Adjuntas a estas órdenes de producción suelen llegar memorandums de la dirección solicitando un mayor esfuerzo para sacar adelante las metas de producción de cada nueva orden.

Este sistema ,que aparenta ser tan sencillo, presenta en la práctica serias deficiencias puesto que con frecuencia se ve parado el ciclo productivo por la falta de materias primas suficientes. El enlace que debe existir con el almacén no se consigue de manera que se prevean los retrasos de los proveedores. Esta circunstancia es sin duda un problema de programación de producción que disminuye gravemente la productividad. Tan solo durante el primer mes del estudio se dejó de trabajar por completo tres de los 25 días hábiles, lo cual representa por si solo un 12% de disminución del rendimiento. Du-

rante el segundo mes del estudio hubo un día en el que no se trabajó y cuatro en los que el producto salió a solo un 75% de su terminación puesto que faltaban los materiales necesarios. Con esto el rendimiento mensual se puede estimar en solo un 90% visto bajo este aspecto exclusivamente.

La implementación de un sistema de control de inventario de materiales implica un cambio en los programas que maneja el centro de cómputo y una relación de trabajo más estrecha entre los departamentos de ventas, almacén y producción junto a la dirección, tal y como debería de ser.

Un sistema que podría utilizarse es el de "ciclo de reorden" o sistema de reabastecimiento (11); este sistema proporciona normalmente información más frecuente y su operación se enfoca constantemente sobre las tasas de demanda, de tal manera que su respuesta esta relacionada directamente con el uso del periodo anterior, y permite colocar ventajosamente pedidos de tamaño variable mediante un ciclo periódico.

## 6.2 CONDICIONES DE TRABAJO

El estado de las instalaciones y las condiciones de trabajo forman parte de los aspectos modificables por la dirección. El descuido en ellos ocasiona tiempos improductivos pues obliga a los trabajadores a bajar el ritmo de trabajo y los lleva a perder tiempo por desechos, rectificaciones o descansos extras.

---

(11) op.cit. BUFFA y TAUBERT.pags. 123-127

El mejorar en orden y limpieza reeditúa directamente en el ánimo de las personas. Dentro de las condiciones de trabajo se estudiaron los siguientes tres aspectos:

- A) Ruído
- B) Ventilación
- C) Basura

#### A. RUIDO

La importancia de este factor fué ya discutida y se presentó un gráfico mediante el cual puede determinarse con mucha aproximación el nivel de ruido ambiental por sus efectos en la conversación.

Las pruebas realizadas para determinar este nivel en la línea proporcionaron los resultados que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 6.2.1 Niveles de ruido en la línea de ensamble

No.	Distancia entre parlantes (mts.)	Esfuerzo vocal en conversacion	Nivel de ruido estimado (db)
1	0.5	normal	71
2	1.0	voz alzada	71
3	2.0	voz fuerte	71
4	4.0	voz muy fuerte	72

Para apreciar el significado de estos resultados se puede tomar como referencia el que para una conversación ordinaria el nivel de ruido aceptable es de 60 db, un tráfico urbano denso provoca un nivel de ruido de 70 db y el trabajo continuo de una taladradora manual o remachadora es a 100 db.

Cuando el nivel de ruido supera los 78 u 80 db una exposición continua puede ocasionar serios trastornos. De aquí se aprecia que aunque el nivel de ruido es alto no es del todo peligroso como para elevar el umbral auditivo, aunque si lo suficiente como para producir fatiga mental y distracción.

Esto definitivamente puede alterar los nervios y es una de las circunstancias que contribuyen al ausentismo y al bajo rendimiento que se agudiza a medida que transcurren las ocho horas de actividad normal.

Se considera con esto evidente la necesidad de buscar una solución al ruido. Los planteamientos al respecto fueron los siguientes:

- a) Instalación de túneles aislantes individuales para las máquinas perfiladoras que trabajan en la línea contigua, principales causas del ruido. Esta opción fué descartada tras una discusión con el gerente de la línea afectada, quien mencionó diversos problemas que ocasionaría la instalación de dichos tuneles debido al sistema de producción que se estaba manejando. El mismo propuso la posibilidad de relocalizar la línea de modulares.
- b) Relocalización de la línea de modulares en un nuevo local adjunto a la planta actual.

Esta posibilidad dió pie para el estudio de un proyecto que traía otros beneficios, sin embargo, después de estudiar la alternativa a fondo, fué también descartada

por el costo que implicaba, el cual no estaba en condiciones de solventar la empresa.

c) Uso de una cortina acústica como división protectora.

Esta alternativa, la más viable, resultó ser muy económica, requiriendo una inversión aproximada de \$750 000.00. La cortina debe cubrir un área de 120 metros cuadrados para conseguir una reducción de ruido hasta 55 db aproximadamente, con lo cual se puede decir que el ambiente resultará muy aceptable para entablar conversaciones tranquilas a pesar del ruido que la misma línea ocasione.

El beneficio directo de esta inversión es difícil de medir cuantitativamente, sin embargo, si en el cálculo de suplementos eliminamos el correspondiente a ruido, disminuyen los suplementos en una media de 1.5%; si consideramos que las hrs./hombre disponibles al día en la línea son 72, entonces se dejarán de aplicar por suplementos 1.08 hrs., lo cual representa 2 aparatos más producidos sólo en este tiempo. Esto nos demuestra que la inversión se puede pagar a sí misma en un corto plazo.

Por otra parte las ventajas cualitativas son evidentes ya que afectan directamente a la satisfacción de los trabajadores, factor importante cuyos efectos en el rendimiento de la línea no se pueden apreciar hasta no estar realizada la modificación.

## B. VENTILACION

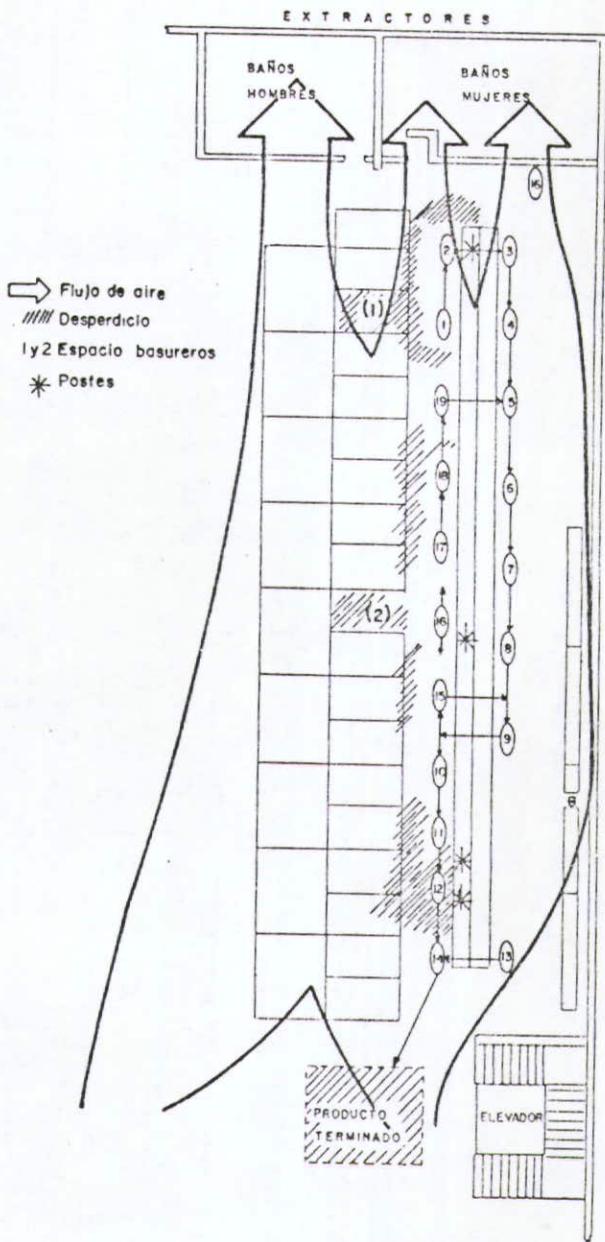
La ventilación actual de la línea es del todo aceptable, hablando en general, sin embargo algunas estaciones tienen problemas concretos de ventilación ya que utilizan, dentro de los elementos de la operación que les corresponde, cementos cuya inhalación prolongada produce daños mentales y dependencia. Dichas estaciones son las de preparación de panel y ventanillas frontales, 17 y 18 respectivamente. Debido a la experiencia en casos similares la solución a este problema es, sin más, la instalación de un ventilador extractor de aire cuya única función será la de diluir los gases tóxicos hasta un nivel inofensivo desviando además su flujo. El costo de implementación es muy bajo puesto que dichos extractores los posee la empresa inactivos en bodega y sólo es cuestión de que el departamento de mantenimiento los instale.

## C. BASURA

El esquema 6.2.1 ilustra sobre el flujo de ventilación en en la línea mediante grandes flechas. Están indicados también los puntos donde deben ir colocados los cestos para desperdicio. Los puntos 1 y 2 existen realmente mas no tienen recipientes, están planeados para canastos de 120x150 cm de base y 160 cm de altura. El principal problema aquí son estos dos puntos que requieren de por lo menos dos visitas diarias de la persona encargada para poder tener el área desalojada.

Las estaciones 1,2,18 y 12 están continuamente desocupando

FIG. 6.2.1 CONDICIONES DE TRABAJO



cajas de cartón, las cuales por no tener un lugar adecuado para ser recolectadas se arrojan indistintamente a los pasillos o sobre el espacio dedicado al almacén de la línea. Esto provoca una mayor y continua sensación de aglomeración y dificulta la circulación (observe //// en el esquema).

El material que por poseer algún defecto no se utiliza en el ensamble, y es hecho a un lado por el obrero, se denomina "no usable". Dicho material es enviado, con la previa autorización del supervisor, a control de calidad donde se trata de recuperar.

El problema aquí estriba en que este material suele quedarse en las estaciones de trabajo por días, semanas e incluso llega a transcurrir un mes sin que sea recogido y, además de que estorba la actividad, suele estropearse más.

Curiosamente el supervisor y jefe de la línea no prestan mayor atención a esta circunstancia, preocupados constantemente por que los trabajadores no disminuyan su ritmo y por resolver los frecuentes conflictos con los representantes sindicales.

Bajo estas circunstancias se ha considerado como lo más importante la labor personal de los encargados de la línea para enseñar a su gente, y por esto se dan a continuación algunas sugerencias que pretenden definir la pauta a seguir:

- a) Establecer las horas a las que se debe recoger el desperdicio. A partir del inicio de labores, cada tres hrs. puede hacerse esto.
- b) Poner el ejemplo en orden y limpieza.
- c) Explicar a cada trabajador la responsabilidad que tiene

en cuanto a orden y limpieza e indicar la razón para esa responsabilidad, así como la manera en que puede cumplir con ella.

- d) Facilitar el aseo de los lugares de trabajo a los obreros proveyendo distintos recipientes. Debe vigilarse que se cumpla con las hrs. definidas para recoger el desperdicio.
- e) No permitir que se almacenen "temporalmente" objetos y materiales en lugares que no correspondan (ej. "no usable").
- f) Asegurar que los materiales accesorios, cementos, etc. tengan un lugar definido y no se tengan en cantidades que sobrepasen las requeridas para un día de trabajo.
- g) Estimular a los obreros para que informen sobre condiciones que conduzcan al desaseo y desorden.
- h) Cooperar con el personal de manejo de materiales manteniendo las zonas de almacenaje temporal marcadas.

### 6.3 ESTADO DE INSTALACIONES

La instalación reciente de la línea aseguraba las buenas condiciones del equipo instalado y esto se verificó positivamente, pero se encontró que hacían falta postes y repisas en algunas estaciones. Estas se encuentran señaladas en el esquema 6.2.1 mediante asteriscos (\*). Su instalación requiere de la solicitud a mantenimiento donde existe el material necesario,

y esto no representa mayor problema.

Por el punto 1.6.d conviene recordar que algunas condiciones del lugar no eran muy adecuadas. Se mencionan baños y comedor, puntos de concurrencia exclusiva de obreros.

No es aventurado deducir de todo esto que hasta el momento no se ha prestado mucha atención al bienestar de los obreros y que si muchas cosas no se están logrando es mas por apatía que por imposibilidad real. Al restar importancia a estos aspectos se disminuye de modo importante el grado de bienestar que podrían tener aquellos dentro de las instalaciones de la empresa, y , en una medida semejante , la motivación que puedan sentir un día cualquiera para asistir a ella.

CAPITULO VII

ESTACIONES DE TRABAJO Y LAYOUT

## VII. ESTACIONES DE TRABAJO Y LAYOUT

El siguiente paso del estudio será realizar el balanceo de la línea , para lo cual es necesario conocer el tiempo que se emplea en cada elemento de las tareas que se realizan. Dado que esta información se encontró incompleta y no había confianza en ella , se procedió a realizar una medición del trabajo en la línea tomando como base uno el modelo 400.

Una acción previa y muy importante para esta medición fué el análisis hecho sobre el desplazamiento en la zona de trabajo y sobre los lugares de trabajo en si , para procurar reducir el evidente desorden , asignar localización de herramientas y materiales , y mejorar en general las condiciones del lugar de trabajo.

A continuación se presentan los resultados de dichos análisis:

### 7.1 DESPLAZAMIENTOS EN LA ZONA DE TRABAJO

Esta parte del estudio se realizó en función de la utilización de los materiales con el fin de facilitarlos un poco, y se limitó a aquellos materiales que por ser requeridos en distintas estaciones no se podían localizar fácilmente en cualquier almacén .

La figura 7.1.1 muestra la distribución de los almacenes de línea con sus respectivas claves y las dimensiones de cada parte de la línea.

LAYOUT MODULARES  
DESPLAZAMIENTOS EN LA ZONA DE TRABAJO

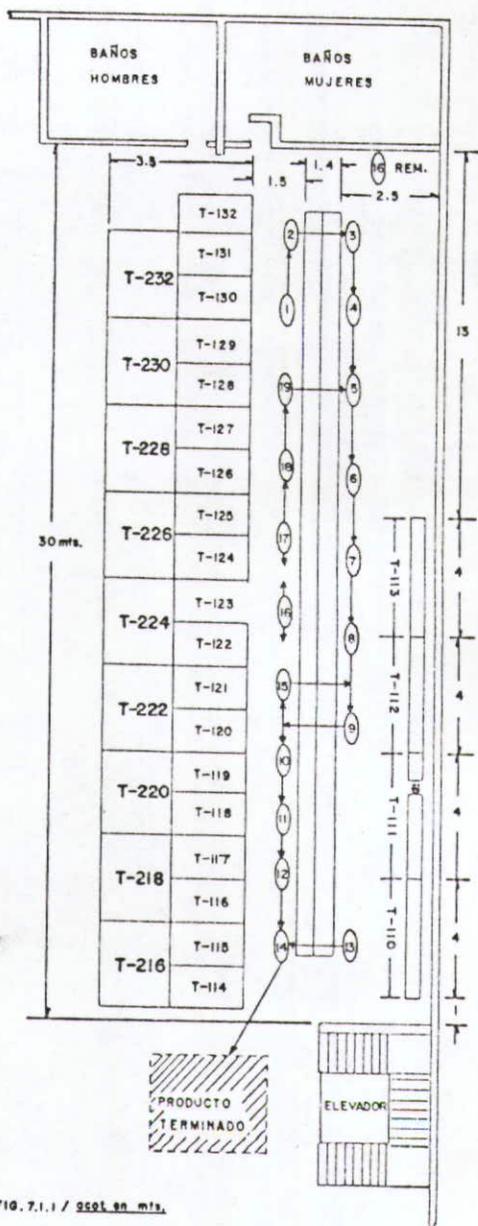


FIG. 7.1.1 / SECT en mts.

La clasificación utilizada de materiales es como sigue:

ejemplo:            234 000

Los tres números de la izquierda señalan el tipo de material (fusibles). Los tres números de la derecha señalan la especificación de ese material (.8 Amp. semilento).

Tabla 7.1.1 RESULTADOS DE MEDICIONES DE DESPLAZAMIENTOS

HOJA DE ANALISIS

Clave de material	Localización	Estacs. de uso	Dist. (mts.)	Reubicación	Dist. Final	Ahorro o Pérdida
322 001	T-110	2	29	T-113	6	21
		5	19		2	17
		8	9		8	1
		18	21		13	9
830 000	T-111	9	2	T-111	4	-2
		12	9		7	2
		15	16		14	2
		18	25		16	2
733 000	T-110	11	5	T-123	8	-3
		16	16		2	14
		17	18		4	14
		18	20		6	14
Ahorro total en mts.por desplazar						91

En la tabla 7.1.1 se habla de 91 mts. de ahorro en desplazamientos mediante la reubicación de 3 tipos de material por cuyo reabastecimiento acudían los obreros. Estos 91 mts. significan aproximadamente 120 segundos menos en estas actividades no activas cada vez que se realicen.

El resto de los materiales deben ser reubicados de manera que se encuentren lo más cercanamente posible a la estación

donde se utilizan. No son mencionados aquí detalladamente ya que es evidente su ubicación al requerirse en sólo una o dos estaciones.

En la misma figura 7.1.1 se puede apreciar la ubicación de la máquina remachadora con la cual se realiza toda la preparación de soportes. El operario encargado de esto es el de la estación 16, por lo que se planteó el cambio de esta máquina a un costado de la línea junto a la localización de almacén T-123, con lo cual se evita el constante desplazamiento al sitio anterior.

## 7.2 ANALISIS SOBRE LAS ESTACIONES

Una visión superficial del trabajo que se desarrolla en la línea permite ver que lo primero que ha de considerarse es el orden. Partiendo de que cualquier actividad es más eficiente si se realiza en un lugar ordenado, se puede buscar un mayor orden en:

- El almacenamiento de material en la línea.
- La colocación de desperdicios en el lugar adecuado.
- La recopilación del "no usable".
- Herramientas y materiales en cada estación.

Vigilar y controlar ese orden será función del supervisor apoyado en el auxiliar, pero la imagen ordenada del jefe y gerente de producción animará a los obreros a prestar su apoyo.

A continuación se muestra esquemáticamente cada una de las estaciones de trabajo y se anotan las observaciones hechas :

Estación 1.

Operación : Chasis Modular

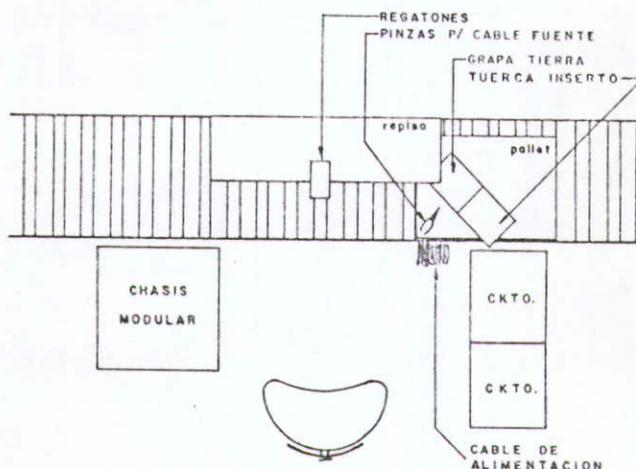
Observaciones : -Colocar carrito de regatones en un dispositivo adecuado (eje giratorio con tope) que quede al centro de la posición.

-Fijar al alcance de la mano derecha una repisa sobre los rodillos que sirva de almacén para la grapa tierra, tuerca inserto y pinzas.

-Mantener lo más cerca posible el ckto. y el chasis.

-Subir la silla a 60 cm.

ESTACION No.1



Estación 2.

Operación : Grabadora

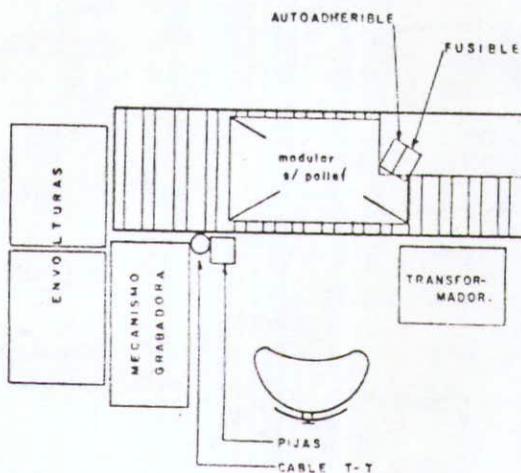
Observaciones : -Subir la silla 10 cm. más para permitir el trabajo alternado de pie y sentado.

-Levantar un poco las mesas del mecanismo grabadora y transformador.

-Bajar charola estante una posición.

-Pasar el contenedor de pijas al costado izquierdo precediendo al cable tierra-transformador. El contenedor puede atornillarse a la línea o ser puesto en una charola.

ESTACION No.2



Estación 3.

Operación : Conexionado

Observaciones :-Esta estación puede mantenerse con facilidad limpia .

-Se tienen retrasos constantes al desenredar el transformador y lo mismo sucede en la posición 2 .Quizá se pueda conseguir que el transformador no llegue enredado.

Estación 4.

Operación : Enrollado

Observaciones :-Colocar el arnés 7 vías en un contenedor al costado izquierdo del operario.

-Colocar el carrete de alambre sobre un eje soporte para que gire y alimente sin atorarse.

Estación 5.

Operación : Panel

Observaciones :-Bajar los contenedores de:

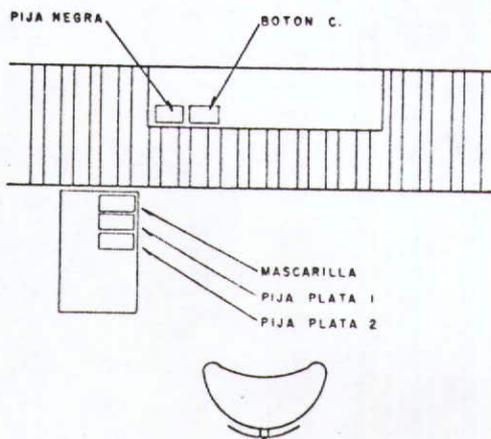
- a) mascarilla
- b) pija plata 1
- c) pija plata 2

y colocarlos sobre una mesa lateral.

-Ver la posibilidad de bajar la charola estante una posición.

(Vease figura).

ESTACION No.5



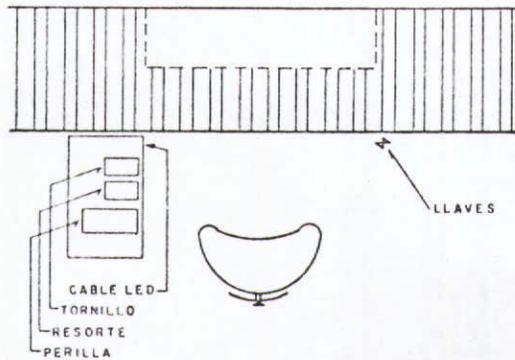
Estación 6.

Operación : Hilo Dial

Observaciones :-Bajar la charola una posición.

- Colocar el alambre led del lado izquierdo en un contenedor vertical.
- Colocar sobre una mesa del lado izquierdo la perilla de sintonia , el resorte y el tornillo en el orden mostrado por el dibujo.

ESTACION No.6



Estación 7.

Operación : Perillas

Observaciones :-También puede trabajar con los materiales a los costados.Las perillas convienen sobre el lado izquierdo . Algunos contenedores pueden seguir siendo estibados.

Estación 8.

Operación : Soldado

Observaciones :-No presenta problemas, pero podrían estar mejor el contenedor del dissipador y el desarmador , a los costados izquierdo y derecho respectivamente.

Estación 9.

Operación : Inspección I

Observaciones :-Los cambios en esta estación estan bastante claros en el gráfico.

-La puerta debe colocarse del lado derecho , bajar herramienta a ese costado y el material del lado izquierdo.

Estación 10.

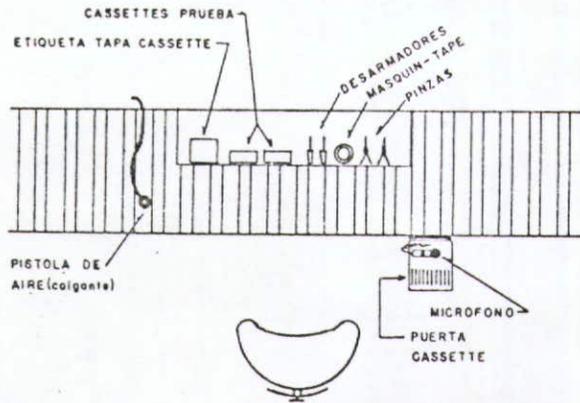
Operación : Tocadoiscos

Observaciones :-Es importante diseñar un contenedor para el lateral y cubierta preparados con el fin de que puedan colocarse al alcance del lado derecho.

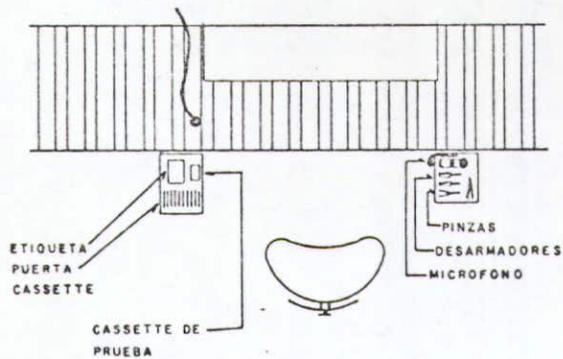
-Cambiar canastilla de cable tocadisco al lado izquierdo pero de modo que el cable se pueda tomar sin cruzar la mano a través de los rodillos para evitar un accidente.

-Requiere un contenedor más para el contrapeso del tocadisco . Este puede seguirse colocando sobre el costado derecho.

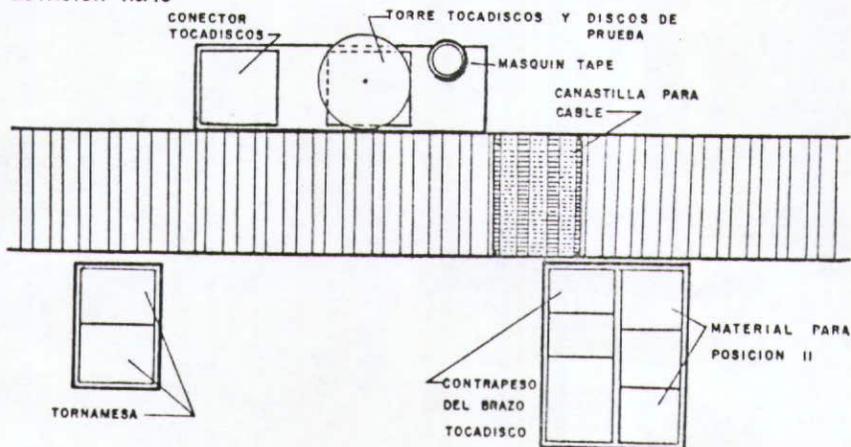
ESTACION No.9 (Disposición anterior)



ESTACION No.9 (Disposición propuesta)



ESTACION No. 10



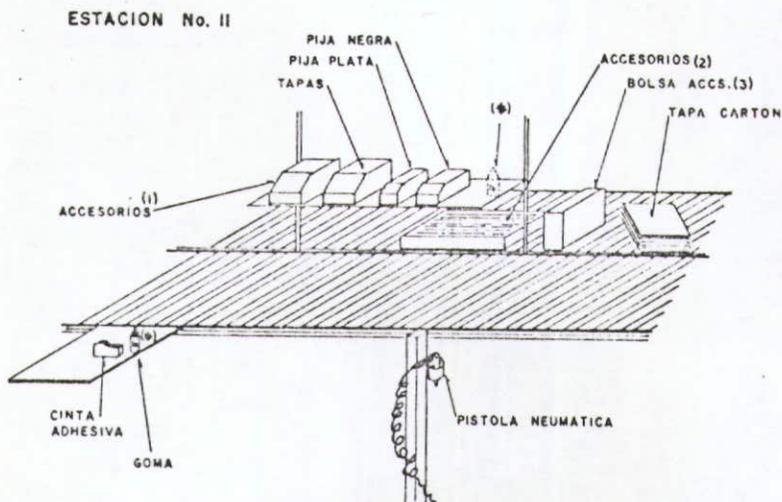
NOTO: EL OPERARIO ES ZURDO



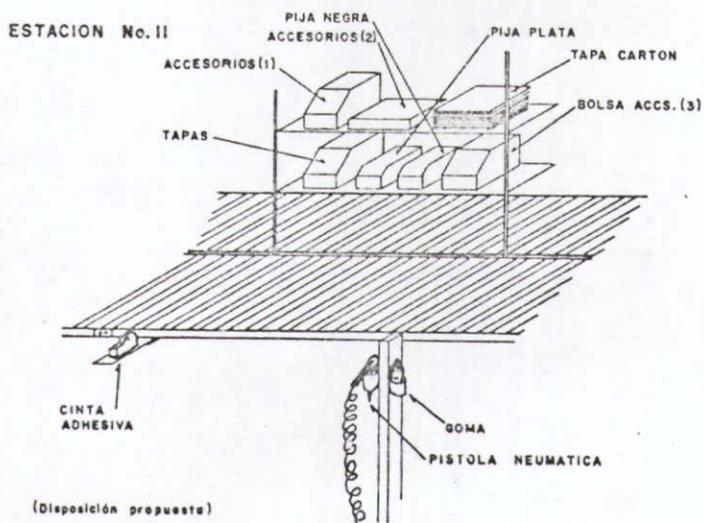
Estación II.

Operación : Inspección II

Observaciones :-Los arreglos efectuados se aprecian en los dos gráficos isométricos siguientes:



(⊗)La goma puede encontrarse en cualquiera de estos dos lugares



(Disposición propuesta)

Estación 12.

Operación : Preparación presentación

Observaciones : -Basicamente lo único que requirió fué la colocacion de dos postes y repisas que, sin embargo eran muy necesarias. El resto del reacomodo se puede ver en las gráficas .

Estación 13.

Operación : Acabados

Observaciones : -Existía un gran desorden en esta estación pero el reacomodo fué sencillo y no implicó por el momento cambios en la instalación.

Estación 14.

Operación : Embalaje y Transporte.

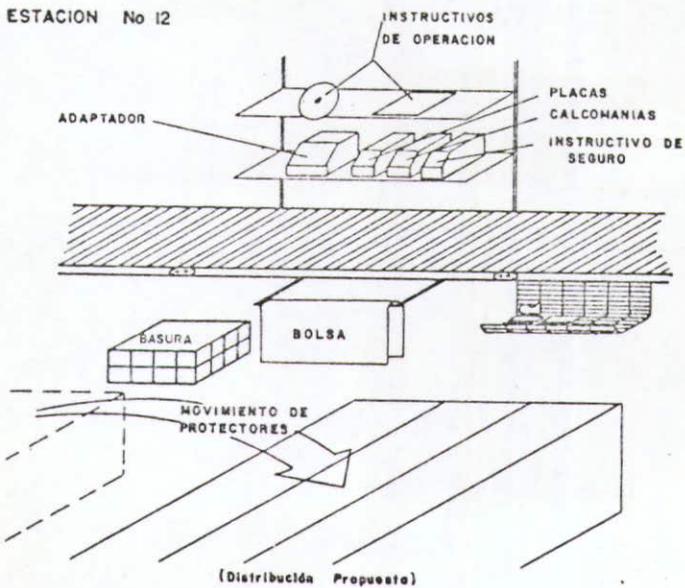
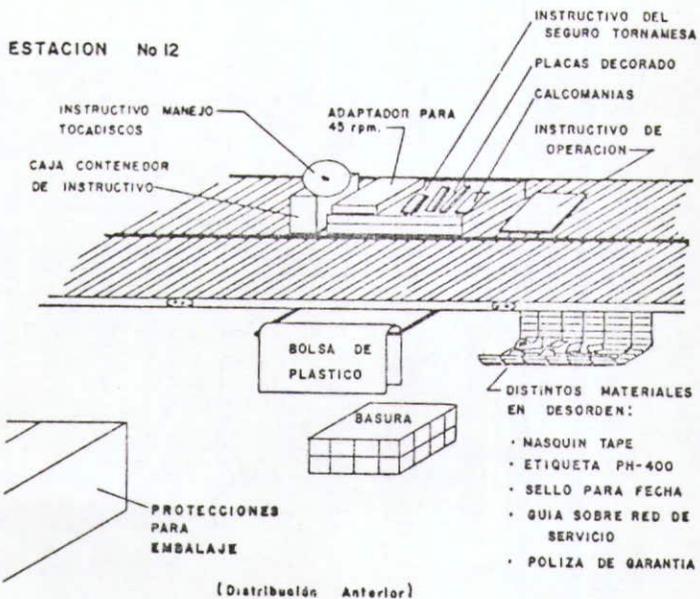
Observaciones : - (Vease observaciones a estación 13)

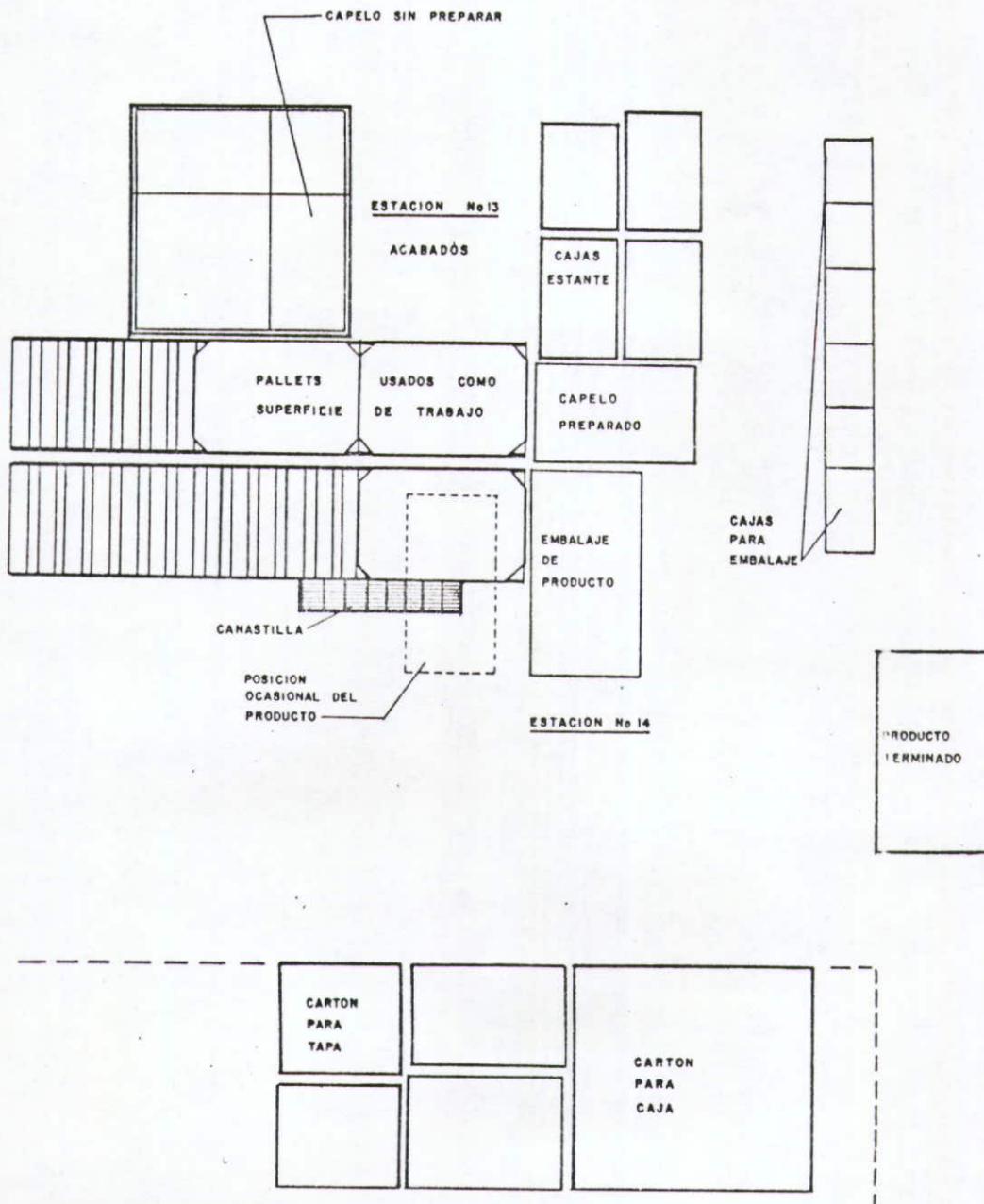
(Las operaciones 13 y 14 aparecen en un solo gráfico)

Estación 15.

Operación : Reparaciones

Observaciones : El trabajo de esta operación depende de las fallas que se vayan dando en la linea , que con ser frecuentes provocan una acumulación de aparatos en esta estación durante algunos periodos de tiempo . Sin embargo posee espacio suficiente y no representa problemas en este sentido.





Estaciones 16,17,18 y 19.

Estas cuatro estaciones realizan las labores de subensamble de la línea y, por esta circunstancia, se determinó realizar el estudio de tiempos aislando dichas tareas para posteriormente reordenar lo que se puede llamar " Zona de Subensambles " , programando las actividades diarias de cada trabajador.

Los resultados de la medición de los elementos de estas tareas se presentan directamente en la tabla resumen de tiempos tipo del capítulo VIII.

CAPITULO VIII.

MEDICION DEL TRABAJO

### VIII. MEDICION DEL TRABAJO

Previamente a la medición de tiempos se realizó un cálculo de los porcentajes suplementarios correspondientes a cada operación por descanso, de acuerdo a las distintas condiciones de trabajo de las estaciones y al trabajo mental requerido. Este cálculo se realizó en base a las determinaciones de la Organización Internacional del Trabajo al respecto (12).

Los resultados se presentan en la tabla 8.1. La conversión de los puntos asignados a cada estación se pueden comprobar mediante la tabla 8.2 .

Contando con los porcentajes suplementarios se realizó la medición de tiempos cuyos resultados se muestran a continuación.

---

(12) op.cit. O.I.T. Apéndice 3.

## 8.1 CALCULO DE SUPLEMENTOS

-----  
 Posiciones :    1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19  
 -----

## A. T. Fisica

Fuerza	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	3	3	3	3	3
Postura	2	2	0	0	2	4	0	2	0	0	4	4	4	4	3	0	0	4	0
Vibración																			
Ciclo																			
Ropa																			

## B. T. Mental

Concentra ción.	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Monotonía	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Visión																			
Ruido	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

## C. Condiciones

Trabajo																			
Humedad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ventilación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gases																			
Polvo																			
Suciedad																			
Agua																			

-----  
 Totales            282826262830262831 31 30 30 30 33 29 26 26 30 26  
 -----

% /supl.            151514141515141516 16 15 15 15 16 15 14 14 15 14  
 -----

Posición            1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19  
 -----

### TABLA DE CONVERSION DE LOS PUNTOS

Tabla 8.2 Porcentaje de suplemento por descanso según el total de puntos atribuidos

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

*Ejemplo:* Si el número total de puntos atribuidos a las diferentes tensiones se eleva a 37:

- i) buscar, en la columna de la izquierda de la tabla V, la línea correspondiente a 30;
- ii) seguir esa línea hacia la derecha hasta llegar a la columna 7;
- iii) leer el suplemento por descanso correspondiente a 37 puntos, que es de 18 por ciento.





Fecha _____	Operación (2) <u>Mecanismo Grabadora</u>	Departamento <u>PRODUCCION</u>								
Estudio No. _____	_____	Sección <u>MODULARES</u>								
Hoja _____ de _____	_____	Máq. o Posición <u>2</u>								
Observador _____	No. Parte _____ Modelo <u>400</u>	Herramienta <u>Varias</u>								
Suplemento (%) _____	Nombre _____	Obsv. <u>tiempo acumulativo</u>								
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><u>15</u></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>D</td> <td>S</td> <td>TOTAL</td> </tr> </table>				<u>15</u>	P	D	S	TOTAL	Material _____	
			<u>15</u>							
P	D	S	TOTAL							

Nombre Trabajador	No.	T. TRANSCURRIDO										SUMA	PROMEDIO	FACTOR NIVELACION	TIEMPO BASE POR ELEMENTO
		T. CRONOMETRADO													
		DE	A	MIN	OBSV.	T. F.	TOTAL								
Descripción Elementos	CICLOS OBSERVADOS										SUMA	PROMEDIO	FACTOR NIVELACION	TIEMPO BASE POR ELEMENTO	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1 Alcanza pallet y fija kts. audio y fuente	18	15	13	17	18	19	19	17	16	18	169.5			16.95	
2 Coloca pasatable	20	18	15	19	20	20	21	19	18	19	19.9			2.0	
3 Gira pallet	22	20	17	21	22	23	23	21	20	20	20.1			2.0	
4 fija modulo Fuente	36	36	32	35	36	35	37	38	35	33	130			13.0	
5 Coloca transformador	50	52	46	50	50	49	52	54	50	46	130			13.0	
6 Coloca alambre T-T a transformador	52	54	48	51	52	50	53	56	51	48	12.9			1.3	
7 Fija transformador	1/06	1/11	1/03	1/07	1/05	1/04	1/09	1/13	1/06	1/01	13.9			13.9	
8 Gira pallet	1/08	1/14	1/05	1/08	1/08	1/06	1/10	1/16	1/08	1/03	20			2.0	
9 Desempaca grabadora	1/21	1/29	1/18	1/21	1/20	1/18	1/23	1/31	1/21	1/15	12			12.0	
10 Instala mec. grab. en chasis	1/36	1/46	1/33	1/37	1/36	1/35	1/39	1/48	1/37	1/29	140			14.0	
11 Coloca cables del mecanismo grabadora	1/43	1/52	1/41	1/44	1/43	1/42	1/46	1/54	1/45	1/36	70			7.0	
12 Prueba mecanismo grabadora y manda	1/49	1/57	1/45	1/49	1/50	1/47	1/52	1/59	1/51	1/42	53			5.3	
F. Nivelación 5/RITMO	93	90	90	90	95	90	90	90	90	100					
tiempo base total														102.45	
tiempo tipo total														117.8	
Observación: Los factores de nivelación estan aplicados individual- mente por columna.															



























# ESTUDIO DE TIEMPOS

-100-

Fecha _____ Estudio No. _____ Hoja _____ de _____ Observador _____ Suplemento (%) _____ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> </tr> </table>				16	P	D	S	TOTAL	Operación (9) <u>INSPECCION</u> No. Parte _____ Modelo <u>400</u> Nombre _____ Material _____	Departamento <u>PRODUCCION</u> Sección <u>MODULARES</u> Máq. o Posición <u>9</u> Herramienta _____ Obsv. _____
			16							
P	D	S	TOTAL							

Nombre Trabajador	No.	T. TRANSCURRIDO										T. CRONOMETRADO						SUMA	PROMEDIO	FACTOR NIVELACION	TIEMPO BASE POR ELEMENTO
		DE		A		MIN		OBSV.		T. F.		TOTAL									
		CICLOS OBSERVADOS																			
Descripción Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
1		Conecta chasis a línea de poder		5	5	5	3	6	5	5	6	5	5	50	5	100	5				
2		Gira y conecta Tocantitas posicionando		13	12	13	12	13	13	14	13	13	13	79	8	.	8				
3		Introduce cassette e inspecciona tocantitas		1/18	1/25	1/23	1/22	1/24	1/22	1/24	1/28	1/23	1/18	698	70	.	70				
4		Inspecciona Microfono		1/27	1/33	/	1/32	1/33	1/32	1/33	1/38	1/31	1/26	81/9	9	.	9				
5		Coloca cubierta cassette		1/36	1/41	1/40	1/41	1/42	1/39	1/40	/	1/38	1/34	64/8	8	.	8				
6		Desconecta y manda		1/49	1/53	1/52	1/54	1/54	1/50	1/51	1/57	1/50	1/45	107/9	12	.	12				
		Tiempo base total															112				
		Tiempo tipo total															130				

**Observaciones:** Los elementos de esta operación fueron resumidos en dos, para efectos del balance de línea, basándose en la experiencia de la ineficacia de una separación.











Fecha _____	Operación (12) <u>PREPARA PRESENTACION</u>	Departamento <u>PRODUCCION</u>								
Estudio No. _____	_____	Sección <u>MODULARES</u>								
Hoja _____ de _____	_____	Máq. o Posición <u>12</u>								
Observador _____	No. Parte _____ Modelo <u>400</u>	Herramienta _____								
Suplemento (%) _____	Nombre _____	Obsv. <u>tpa. acumulativo en segundos.</u>								
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><u>15</u></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>D</td> <td>S</td> <td>TOTAL</td> </tr> </table>				<u>15</u>	P	D	S	TOTAL	Material _____	
			<u>15</u>							
P	D	S	TOTAL							

Nombre Trabajador	No.	T. TRANSCURRIDO										SUMA	PROMEDIO	FACTOR NIVELACION	TIEMPO BASE POR ELEMENTO
		DE	A	MIN	OBSV.	T. F.	TOTAL								
Descripción Elementos	CICLOS OBSERVADOS										SUMA	PROMEDIO	FACTOR NIVELACION	TIEMPO BASE POR ELEMENTO	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1 Engoma espacios para placas		8		8	8	9			9	8	50	8.4	.95	8	
2 pija costados		15*	33	10*	32	31	33	8*	4*	32	33	144	24	"	23
3 Levanta chasis y coloca tapa inferior		22	41	16	39	38	39	16	13	40	41	74	7.4	"	7
4 Pija tapa		26	45	21	44	42	43	22	18	44	45	42	4.2	"	4
5 Regresa chasis a posición horizontal		28	47	23	46	44	45	24	20	46	48	21	2.1	"	2
6 Coloca tapa de accesorios para tocadiscos		33	52	29	51	49	50	30	25	51	54	53	5.3	"	5
7 Coloca bolsa de accesorios con Maskin		37	55	33	55	54	55	35	29	55	58	42	4.2	"	4
8 Prepara base de Tocadiscos y laterales		17	17	20	18	18						90/5	18	"	17
9 Almacena en posición		20	20	23	21	21						20/5	4	"	3.4
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															
101															
102															
103															
104															
105															
106															
107															
108															
109															
110															
111															
112															
113															
114															
115															
116															
117															
118															
119															
120															
121															
122															
123															
124															
125				</											



# ESTUDIO DE TIEMPOS

Estudio No.:

Fecha \_\_\_\_\_  
 Estudio No. \_\_\_\_\_  
 Hoja \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
 Observador \_\_\_\_\_  
 Suplemento (%) \_\_\_\_\_

			15
P	D	S	TOTAL

Operación (13) ACABADO

No. Parte \_\_\_\_\_ Modelo 400

Nombre \_\_\_\_\_

Material \_\_\_\_\_

Departamento PRODUCCION  
 Sección MODULARES  
 Máq. o Posición 13  
 Herramienta \_\_\_\_\_

Obsv. tiempo acumulativo en segundos.

Nombre Trabajador	No.	T. TRANSCURRIDO										T. CRONOMETRADO										SUMA	PROMEDIO	FACTOR NIVELACION	TIEMPO BASE POR ELEMENTO
		DE	A	MIN	OBSV.	T. F.	TOTAL	DE	A	MIN	OBSV.	T. F.	TOTAL	DE	A	MIN	OBSV.	T. F.	TOTAL						
Descripción Elementos		CICLOS OBSERVADOS																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
1		/		10	9	10	10	9	10	/		9	9	76/8	9.5	8.5	8								
2		8*	/		15	16	15	16	17	6*	/		14	35/6	5.8	"	5								
3		13	17	21	22	20	22	24	11	14	20	46/8	5.8	"	5										
4		17	21	25	27	24	26	27	15	19	24	40	4	"	3.4										
5		22	26	29	32	28	31	32	20	23	29	47	4.7	"	4										
6		25	29	33	36	32	34	36	25	26	32	36	3.6	"	3.1										
7		31	34	40	43	37	39	42	30	32	38	58	5.8	"	5										
8		33	37	43	46	40	41	43	32	34	40	24	2.4	"	2										
9		38	41	47	49	43	46	46	34	37	43	35	3.5	"	3										
10		43	47	54	55	49	52	52	39	42	49	58	5.8	"	5										
11		53	1/02	1/08	1/08	1/02	1/04	1/06	52	52	1/03	130	13	"	11										
12																									
13		Tiempo base total																		54.5					
14		tiempo tipo total																		62.7					
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									



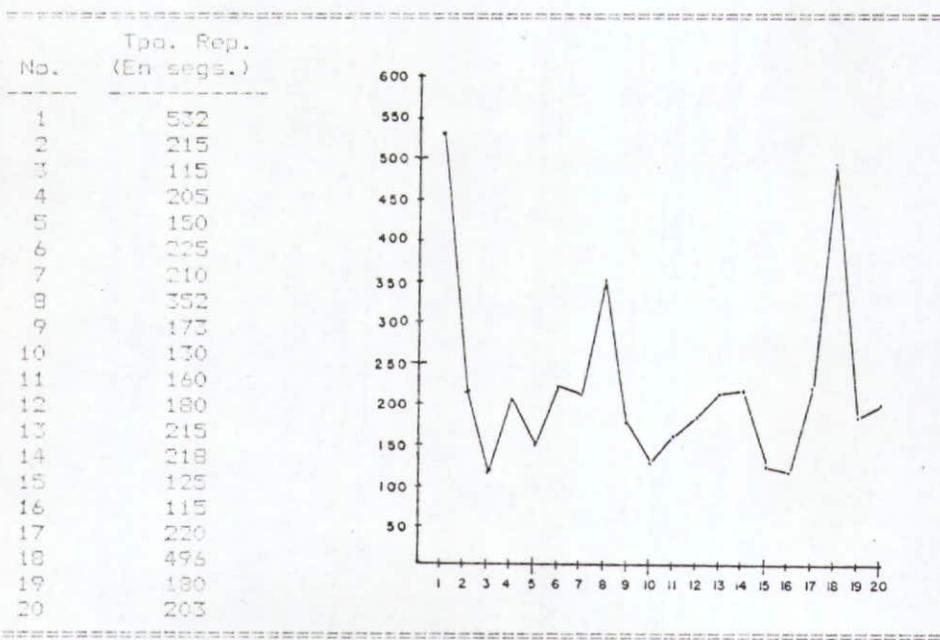




Estación 15

Operación : Reparación

Observaciones : Como el tiempo de trabajo de esta estación depende de la clase de fallas que se van presentando , se realizó una medición distinta basandose en los tiempos de reparación.



Si Estimamos el número de aparatos defectuosos, que van saliendo en la línea, en un 30%, entonces tendríamos un promedio de 72 uds. cuyo tiempo de reparación promedio ( $t$ ) es igual a 226 s. cuyo tiempo total de reparación sería de 16 272 s., tiempo sólo poco mayor a la mitad del tiempo disponible por el técnico cada día. Si además tomamos en cuenta que el 85% de las fallas requieren menos de ese tiempo promedio , entonces la estación se sostendrá aún con el incremento de unidades.

CAPITULO IX

BALANCEO DE LA LINEA

## IX. BALANCED DE LA LINEA

Con los resultados obtenidos de la medición del trabajo se procedió de la siguiente manera:

1. Se listaron todos los elementos con sus tiempos tipo respectivos (Tabla 9.1.1).
2. Se elaboró el diagrama de precedencia y la tabla correspondiente (Fig. 9.2.1 y Tabla 9.2.1).
3. Se calculó el tiempo óptimo de ciclo y el % de demora (Apdo. 9.3).
4. Se procedió a definir las operaciones de acuerdo al tiempo óptimo de ciclo y separando, como si fuesen una línea paralela, las operaciones de subensamble.
5. Se obtuvo una nueva tabla de precedencia con la debida relocalización de los elementos por operación (Tabla 9.4.1).
6. Se presenta la normalización de los tiempos de cada operación en una tabla resumen y la distribución final de la línea (Tabla 9.5.1 y Fig. 9.5.1).

=====  
 Tabla 9.1.1 CONCENTRADO DE LOS ELEMENTOS DE LA LINEA DE ENSAMBLE
 =====

OP	EL	DESCRIPCION	TPD.TIPO(SEG)
I	1	Colocar pallet s/transportador	4.14
	2	Col. chasis invertido	10.81
	3	Col. 6 regatones	18.7
	4	Mide cable linea y col. sujetador	14.9
	5	Monta cable linea	9.2
	6	Toma e inserta antena en chasis	12.2
	7	Voltea chasis	9.2
	8	Guia antena en soportes	9.2
	9	Col. grapa tierra/toma 4 tuercas-ins.	6.9
	10	Col. 4 tuercas-inserto	14.0
	11	Inserta Ckto. audio	9.2
	12	Instala Ckto. fuente	14.95
	13	Col. bushing a soporte sintonia	11.5
	14	Instala escuadra con eje sintonia	2.87
	15	Col. etiqueta de control	1.3
II	16	Pija Ckto. audio y fuente	19.5
	17	Col. pasacable	2.3
	18	Gira pallet	2.3
	19	Pija modulo F.	14.95
	20	Col. Transformador	14.95
	21	Col. alambre T-T a transformador	1.5
	22	Fija Transformador	16.0
	23	Gira Pallet	2.3
	24	Desempaca mecanismo grabadora	13.8
	25	Instala mec.grabadora en chasis	16.1
	26	Col. cables de mec. grabadora	8.05
	27	Prueba mec.	6.1
	III	28	Conecta cable de linea(2 puntos)
29		Col. cables del secundario de transf.	23.0
30		Conecta transf. a Ckto. audio (6 ptos).	31.0
31		Conecta antena interna a Ckto. fuente	3.45
32		Guia 3 cables del primario del Transf.	9.2
33		Conecta los 3 cables del primario	13.8
34		Guia y conecta arnes-tierra-transf. a Ckto. fuente	4.6
35		Enrolla alambre azul-tierra a Ckto. audio y fuente.	6.3
36		Conecta switch encendido a Ckto.fuente	4.6
37		Instala switch en chasis	3.45
38	Conecta arnes-tocadiscos a Ckto.fuente	26.45	
39	Instala arnes en pasacables	3.45	
IV	40	Enrolla 5 puentes a Ckto. tuner	29.9
	41	Enrolla arnes indicador y sintonia	14.9
	42	Enrolla 12 puentes a Ckto. tuner	57.5
	43	Pasorta sobrante	23.0
V	44	Coloca 3 mascarillas	10.3

OP	EL	DESCRIPCION	TPO. TIPO (SEG.)
	45	Inspecciona panel	31.0
	46	Col. baston contador	2.3
	47	Presenta panel en chasis y gira	13.8
	48	Fija panel en pivotes	21.8
	49	Pija 3 puntos de panel	13.8
	50	Pija dos puntos de mecanismo grabadora	6.9
	51	(Elemento anulado)	
	52	Invierte chasis y fija panel	17.25
	53	Reinvierte chasis	5.75
VI	54	Corta hilo dial sobre medida	38.0
	55	Col. resorte sintonia en hilo dial	9.2
	56	Sujeta hilo dial a polea de capacitor	9.2
	57	Instala polea en capacitor	12.65
	58	Guia hilo dial en poleas, sujeta resorte	20.7
	59	Monta y ajusta indicador	9.2
	60	Alambra FM a Ckto. tuner	23.3
	61	Alambra foco dial a Ckto. audio	12.65
VII	62	Acomoda cables	3.45
	63	Instala 3 arneses de Ckto. audio	13.8
	64	Posiciona perillas	9.2
	65	Col. perillas y teclas en panel	50.5
VIII	66	Retira disipador	2.3
	67	Levanta a 90 grados chasis	4.6
	68	Col. antena	13.8
	69	Pija switch de encendido	12.65
	70	Col. chasis horizontalmente	3.45
	71	Acomoda cables en chasis	13.8
	72	Suelda 9 puntos en Ckto. fuente	31.05
	73	Suelda 6 puntos en Ckto. audio	19.5
	74	Suelda 2 puntos en indicador sintonia	10.3
	75	Recorta sobrantes de indicador	6.9
IX	76	Inspección: grabadora, A.M., F.M., present.	121.0
	77	Col. puerta grabadora	9.2
X	78	Col. cable RCA tocadiscos a chasis	9.5
	79	Acarrea base tocadiscos y laterales	7.2
	80	Col. tocadiscos en base	9.2
	81	Asegura y coloca contrapeso	5.75
	82	Conecta cable RCA a tocadiscos	6.9
	83	Conecta arnes a tocadiscos y presenta	5.75
	84	Gira chasis	4.6
	85	Coloca espiga de 33 rpm	3.9
XI	86	Inspecciona ruido, A.M. y F.M.	41.4
	87	Inspección de rpm y caída de discos	20.7
	88	Inspección de paro automático	4.6
	89	Toma y col. hoja de instrucciones	3.9
	90	Saca tornillos-seguro de tocadiscos	6.9
	91	Coloca instructivos sobre seguros	4.6
	92	Col. adaptador para 45 rpm	4.6
	93	Desconecta linea	3.9
XII	94	Engoma espacios para placas	9.2
	95	Pija costados	26.45

OP	EL	DESCRIPCION	TPO. TIPO (SEG.)
	96	Levanta chasis y col. tapa inferior	8.05
	97	Pija tapa	4.6
	98	Regresa chasis a posic. horizontal	2.3
	99	Col. tapa accesorios tocadiscos	5.75
	100	Col. bolsa accesorios con maskin	4.6
	101	Prepara base tocadiscos y laterales	19.5
	102	Almacena junto a posición XI	3.9
XIII	103	Prepara instructivo gral. y póliza de G.	9.2
	104	Col. calcomanía de precaución	5.75
	105	Col. placas laterales	5.75
	106	Col. placa cassette	3.9
	107	Col. calcomanía a tocadisco	4.6
	108	Levanta chasis a 90 grados	3.6
	109	Col. bolsa empaque	5.75
	110	Baja chasis a posición horizontal	2.3
	111	Introduce instructivo	3.45
	112	Sella bolsa con maskin	5.75
	113	Col. costados protectores de h.s.	12.65
XIV	114	Prepara caja embalaje	19.5
	115	Pasa modular a caja	13.8
	116	Coloca capelo sobre modular	4.6
	117	Col. cubierta interior de cartón	9.2
	118	Cierra cartón y sella	8.05
	119	Coloca etiqueta en cartón	11.5
	120	Lleva a tarima de producto terminado	9.2

La diversidad de operaciones y el constante movimiento de los obreros ocasionado tanto por el ausentismo como por el exceso de personal, provocaban en lo que podríamos llamar la zona de subensambles, un desorden que imposibilitó el definir las estaciones como en el resto de la línea; de allí que se hizo necesario tomar paso a paso y por separado los tiempos que requerían cada uno de los subensambles.

En la siguiente página se muestran los resultados de esta parte de las mediciones.

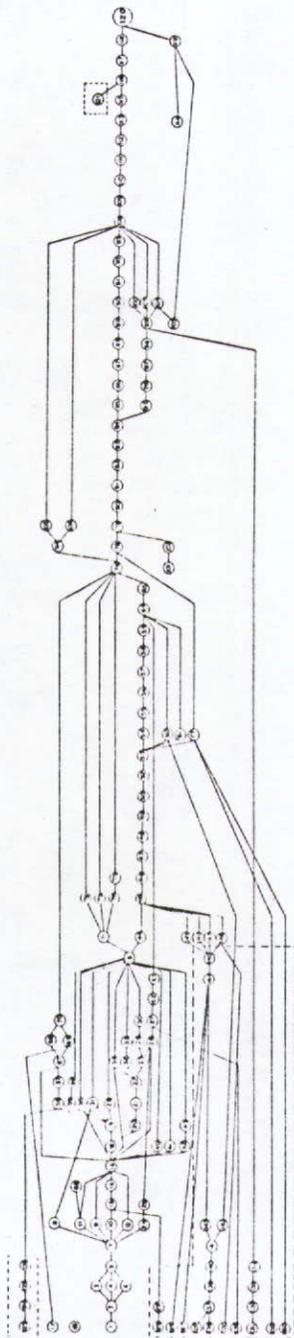
OP	EL	DESCRIPCION	TPO. TIPO (SEG.)
	121	Preparación de capelo con etiquetas	43.7
	122	Doblado de placas para panel	17.25
	123	Posicionar switches en tablilla	3.45
	124	Conectar alambres	24.15
	125	Soldar alambres	11.5
	126	Retirar switches de tablilla	1.15
	127	Preparar soporte izq. en remachadora	5.75
	128	Preparar soporte der. en remachadora	4.6
	129	Preparar soporte eje sintonia en rem.	5.75
	129'	Prep. soporte eje sintonia con poleas y seguros de polea	16.1
	130	Preparar led indicador dial	12.65
	131	Preparar tapa accesorios	2.3
	132	Engomar tapa	4.6
	133	Col. placa	5.75
	134	Abastecer posición de ensamble	1.15
	135	Preparar puerta tocacinta(*)	19.5
	136	Preparación panel (Col. y recorte)	21.85
	137	Engomado de panel	39.1
	138	Colocado de placas	50.6
	139	Preparación de tocacintas (*)	104.65
	140	Toma base panel y col. sobre panel	3.45
	141	Toma complemento ventana y coloca	4.6
	142	Col. led	6.9
	143	Instala en cuadrante	9.2
	144	Col. soporte izq. y der.	4.6
	145	Pija soportes y cuadrante	12.65
	146	Col. gancho para hilo dial s/cuad.	6.9
	147	Monta medidor de sintonia (L)	24.15
	148	Col. indicador dial (L)	8.05
	149	Col. poleas y seguros s/poleas (L)	21.85
	150		
	151	Preparación puerta grabadora	37.95

(\*) Estos elementos no forman parte de este modelo pero están incluidos aquí para que al momento de que en la línea se cambie el modelo que se está ensamblando, la variación de las cargas de trabajo en cada estación sea mínima.

(L) Estas actividades pueden dejar de ser subensambles para ser incorporadas a la línea.

DIAGRAMA DE PRECEDENCIA  
 Ensamble de Modulares Estereofónicos PH-400

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65



## 9.2.1 TABLA DEL DIAGRAMA DE PRECEDENCIA

No.Col.	Elem.	Observaciones	tpo./el.	tpo.est.	acum.
1	1		4.14		
	15	1...36	1.15		
	17	1...35 w.70	2.3		
	101	1...37 w.102	19.5	27.09	27.09
2	2		10.81		
	102	2...38	3.9	14.71	41.8
3	3		18.7		
	4		14.9		
	6		12.2	45.8	87.6
4	5		9.2	9.2	96.8
5	7		9.2	9.2	106
6	8	6...17 w.31	9.2		
	9	6...8 w.11,66	6.9		
	10		14.0		
	12	6...8	14.9		
	24	6...13 w.13	13.8	58.8	164.8
7	11	7...9 w.66	9.2		
	13		11.5		
	25	7...14	16.1	36.68	201.6
8	66	8...36	2.3		
	14		2.87	5.17	206.7
9	16		19.5		
	149	9...20	21.85		
	147	9...20	24.15		
	148	9...20	8.05	73.55	280.3
10	18		2.3		
	40	10...18	29.3		
	41	10...18	14.9		
	42	10...17 w.43	57.5	104.0	384.3
11	19	11...16 w.28,31,,,	14.95		
	20		14.95		
	43	11...18	23.0	52.9	437.2
12	36	12...32 w.37,67,68,,	4.6		
	38	12...17 w.39	26.45		
	35	12...18	6.3		
	31	12...18	3.45		
	28	12...18	24.0		
	21		1.5	64.3	501.5
13	37	13...23 w.67,68,69,70	3.45		
	39	13...18	3.45		
	22		16.0	22.9	524.4
14	67	14...34 w.68,69,70	4.6		
	32	14...17	9.2		
	23		2.3		
	34		4.6	20.7	545.1

\* w : son las tareas asociadas que deben removerse.

No.Col	Elem.	Observaciones	tpo./el.	tpo./est.	acum.
15	68	15...35 w.70	13.8		
	69	15...35 w.70	12.65		
	33	15...18	13.8		
	29	15...17 w.30	23.0		
	26	15...17 w.27,62,63	8.05	71.3	616.3
16	70	16...36	3.45		
	30	16...18	31.0		
	27	16...18 w.62,63	6.1	40.55	656.8
17	62	17...33 w.63	3.5	3.5	660.4
18	63	18...34	13.8	13.8	674.2
19	8		0.0		
20	71	20...34 w.72,73,74,75	13.8		
	44		10.3	24.1	698.3
21	72	21...36	31.05		
	73	21...36	19.5		
	74	21...35 w.75	10.3		
	45		31.0	91.85	790.2
22	75	22...36	6.9		
	46		2.3	9.2	799.6
23	47		13.8	13.8	813.2
24	48		21.8	21.8	835.0
25	49		13.8	13.8	848.8
26	50		6.9	6.9	855.7
27	52		17.25	17.25	873.0
28	53		5.75	5.75	878.8
29	54		38.0		
	60	29...34	23.3		
	61	29...34	12.65		
	77	29...37	9.2	83.15	962.0
30	55		9.2	9.2	971.2
31	56		9.2	9.2	980.4
32	57		12.65	12.65	993.1
33	58		20.7	20.7	1013.8
34	59		9.2	9.2	1023.0
35	64		9.2	9.2	1032.2
36	65		57.5	57.5	1089.7
37	76		121.0	121.0	1210.7
38	94	38...52 w.105,106	9.2		
	78		11.5	20.7	1231.4
39	105	39...53	5.75		
	106	39...53	3.9		
	79		9.2	18.85	1250.3
40	80		9.2	9.2	1259.5
41	81		5.75	5.75	1265.3
42	82		6.9	6.9	1272.2
43	83		5.75	5.75	1278.0
44	84		4.6	4.6	1282.6
45	85		3.9		
	95		26.45	30.35	1352.0

No.Col.	Elem.	Observaciones	tpo./el.	tpo./est.	acum.
46	86		41.4		
	96		8.05	49.45	1401.5
47	87		20.7		
	97		4.6	25.3	1426.8
48	88		4.6		
	98		2.3	6.9	1433.7
49	89		3.9		
	99		5.75		
	103		9.2	18.85	1452.6
50	90		6.9		
	100	50...53	4.6		
	107	50...53	4.6		
	104	50...53	5.75	21.85	1474.5
51	91		4.6	4.6	1479.1
52	92		4.6	4.6	1483.7
53	93		3.9	3.9	1487.6
54	108		3.6	3.6	1491.2
55	109		5.75	5.75	1497.0
56	110		2.3	2.3	1499.3
57	111		3.45	3.45	1502.8
58	112		5.75	5.75	1508.6
59	113		12.65		
	114		19.5	32.15	1540.8
60	115		13.8	13.8	1554.6
61	116		4.6	4.6	1559.2
62	117		9.2	9.2	1568.4
63	118		6.05		
	119		9.5	15.55	1584.0
64	120		9.2	9.2	1593.2

### 9.3 TIEMPO DE CICLO Y DEMORA

Monto requerido de producción diaria : De 180 a 240

Tiempo total de operaciones : 2146.95

Tiempo total hábil de trabajo(8:30 hrs.): 28 800 s.

Estaciones requeridas para distintos volúmenes de producción:

	240	220	200	180	150
volumen (uds.)	240	220	200	180	150
tpo.de ciclo(s)	120	131	144	160	192
No. estaciones	17	15	14	13	11
Cond. inicial		20	18	17	16
Improductividad		33%	28%	23%	45%

Calculo del % de demora (ver 5.4.3.)

$$D=100(NC- T)/NC$$

$$D=100(17*120-1593.2)/(17*120)$$

$$D=0.219$$

## 9.4.1 Tabla Resultante de los Elementos de cada Operación

No.Op.	Elem.	Tpo./el.	Tpo./Est.	Acum.
1	1	4.14		
	15	1.15		
	17	2.30		
	2	10.81		
	3	18.70		
	4	14.90		
	6	12.20		
	5	9.20		
	7	9.20		
	10	14.00		
	11	9.20		
	12	14.90	120.7	120.7
2	9	6.90		
	24	13.80		
	13	11.50		
	25	16.10		
	66	2.30		
	14	2.87		
	16	19.50		
	41	14.90		
18	2.30			
40	29.30	119.47	240.17	
3	8	9.20		
	42	57.50		
	19	14.95		
	20	14.95		
43	23.00	119.6	359.77	
4	36	4.60		
	38	26.45		
	28	22.00		
	35	6.30		
	21	1.50		
	31	3.45		
	37	3.45		
	39	3.45		
	22	16.00		
	67	4.60		
	32	9.20		
	23	2.30		
	34	4.60		
	68	13.80	121.7	481.47
5	33	13.80		
	29	23.00		
	26	8.05		
	27	6.10		
	30	31.00		
	144	4.60		

No.Op.	Elem.	Tpo./el.	Tpo/Est.	Acum.	
5	145	12.65			
	71	13.80			
	44	10.30	120.3	601.77	
6	146	6.90			
	147	24.15			
	148	8.05			
	149	21.85			
	69	12.65			
	70	3.45			
	72	31.05			
	74	10.30	118.4	720.17	
7	45	31.00			
	46	2.30			
	47	13.80			
	48	21.80			
	49	13.80			
	62	3.50			
	63	13.80			
	73	19.50	119.5	839.67	
	8	50	6.90		
		52	17.25		
53		5.75			
75		6.9			
54		38.00			
60		23.30			
61		12.65			
77		9.20	119.95	959.62	
9	55	9.20			
	56	9.20			
	57	12.65			
	58	20.70			
	59	9.20			
	64	9.20			
	65	50.50	120.65	1080.27	
	10	76	121.00	121.00	1201.27
11	94	9.20			
	78	9.50			
	101	18.00			
	102	3.90			
	105	5.75			
	106	3.90			
	79	7.20			
	80	9.20			
	81	5.75			
	82	6.90			
	83	5.75			
	84	4.60			

No. Op.	Elem.	Tpo./El.	Tpo./Est.	Acum.
11	85	3.90		
	95	26.95	120.0	1321.27
12	86	41.40		
	96	8.05		
	97	20.70		
	97	4.60		
	88	4.60		
	98	2.30		
	89	3.90		
	99	5.75		
	103	9.20		
	90	6.90		
	91	4.60		
	92	4.60		
	93	3.90	120.5	1441.77
13	100	4.60		
	107	4.60		
	104	5.75		
	108	3.60		
	109	5.79		
	110	2.30		
	111	3.45		
	112	5.75		
	113	12.65		
	114	19.50		
	115	13.80		
	116	4.60		
117	9.20			
118	6.05			
119	9.50			
120	9.20	120.3	1562.07	

=====  
 SUB-ENSAMBLES  
 -----

No.Op.	Elem.	Tpo./El.	Tpo./Est.	Acum.
15	121	43.70		
	131	2.30		
	132	4.60		
	133	5.75		
	134	1.15		
	135	19.50		
	150	37.95	118.95	118.95
16	139	104.65		
	130	14.65	119.3	238.25
17	136	21.85		
	137	39.10		
	138	50.60		
	140	3.45		
	141	4.60	119.55	357.85
18	142	6.90		
	143	9.20		
	122	19.25		
	123	3.45		
	124	24.15		
	125	11.50		
	126	5.15		
	127	7.25		
	128	6.10		
	129	7.25		
	129'	17.60	117.8	475.6

 -----  
 Total de Tiempos Tipo de Ensamblés y Subensambles : 2037.67  
 =====

Tabla 9.5.1 Resumen de los Tiempos Asignados por Estación.

Estación	Operación	Tpo.Tipo Final
1	Chasis	120.7
2	Grabadora	119.47
3	Conexionado	119.6
4	Enrollado	121.7
5	Panel	120.3
6	Hilo Dial	118.4
7	Perillas	119.5
8	Soldado	120.0
9	Inspección I	120.6
10	Tocadiscos	121.0
11	Inspección II	120.0
12	Presentación	120.5
13	Embalaje	120.3
14	Técnico	*
15	Subensambles I	118.0
16	Subensambles II	119.3
17	Subensambles III	120.0
18	Subensambles IV	118.0
19	Auxiliar	**

\* El técnico tiene un tiempo variable de reparación que se calculó suficiente para cubrir el incremento de fallas inherente al incremento del volumen de producción.

\*\* De acuerdo a la distribución del trabajo, el auxiliar de la línea quedó totalmente disponible para realizar esta función pues no le fué asignada "de fijo" ninguna tarea, de tal manera que supervisor y jefe de línea puedan trabajar con él más fácilmente; por esta razón no aparece en el Layout que muestra la distribución final de la línea. Se consideró necesaria su permanencia para la solución de contingencias, procurando ser objetivos en la consideración de nuestra idiosincracia.

A continuación se muestra con la fig. 9.5.1 la distribución final de la línea.



CAPITULO X

EVALUACION ECONOMICA

## X. EVALUACION ECONOMICA

### Condiciones iniciales:

No. de operarios 19  
Producción diaria 190 uds.

### Condiciones finales :

No. de Operarios 19  
Producción diaria 240 uds.  
Inversión estimada 5 mills. \*

\*Esta inversión estimada incluye reparaciones, mano de obra, materiales y sueldo de ingeniero industrial.

Considerando que en el periodo Jun-Dic. de 1986 el sueldo mínimo mensual era de \$36 260.00 ,entonces en promedio un obrero ganaría por día \$1 500.00 . Como se mencionó en el punto 1.3 la demanda anual del artículo alcanza las 250 000 unidades, de las cuales , de acuerdo a la penetración en el mercado, se pueden considerar 75 000 uds. como posibilidades de venta. Este volumen es superior en más de un 20% al volumen de producción anual que se puede esperar aún con los cambios planteados en el estudio.

Tomando en cuenta el precio de venta del producto en el mercado (\$250 000.00), podemos hacer el siguiente análisis :

- I Relación de productividad anterior :  $190/19= 10$   
Relación de productividad esperada :  $240/19= 12.63$   
Incremento de productividad :  $(2.63*100)/10= 26.3\%$
- II Valor producido anterior :  $190*250\ 000= 47\ 500\ 000.00$   
diariamente.

Inversión diaria de mano :       $19*1500=$       28 500.00  
de obra anterior.

Valor producido esperado :  $240*250\ 000=$  60 000 000.00

Inversión diaria de M.O. :       $19*1500=$       28 500.00

De aquí, la diferencia de ingresos diarios es de \$12 500 000.00 , de donde se puede ver sin necesidad de mayor cálculo que la inversión estimada es mínima, y que aún cuando el porcentaje de utilidad de una unidad de producción fuese bajo, fácilmente solventaría la aplicación del estudio.

CONCLUSIONES GENERALES

## CONCLUSIONES GENERALES

Al inicio de este trabajo se trató de dejar clara la importancia que tiene para la empresa el aparato modular, cuyo volumen de demanda sobrepasaba, en el periodo temporal de esta investigación, los volúmenes de producción, haciendo contraste con el resto de los productos de la empresa, algunos de los cuales utilizaban tan sólo el 50% de su capacidad instalada.

Al mismo tiempo la competencia de mercado existente, y la previsible, tornaban en urgente la necesidad de mejorar sustancialmente la productividad de la línea.

Al enfocar el sistema, cuyo centro es la línea de ensamble, saltaron a la vista serias deficiencias adjudicables, las más importantes, a la dirección. Ante éstas, el estudio se limitó a expresar las sugerencias que se creyeron convenientes, como las referentes a las relaciones sindicales -capítulo 1, apartado 5 y 3.4-, las condiciones generales del lugar y las específicas de la línea -1.5, 1.6, 6.2 y 6.3-, la planificación de los pedidos de material -6.1-, y recuerda simplemente acerca del orden que debe seguirse al buscar mayor productividad, de arriba hacia abajo en la organización -3.4-.

Se hace incapié en el efecto motivacional que la atención a estas deficiencias puede tener. Los efectos que pueden causar estas sugerencias no se pueden cuantificar, sino sólo apreciar después de haberlos efectuado. Existen sobradas razones

para prestar atención a esto , aún cuando se dude de que vayan a reeditar en mayores beneficios económicos para la empresa, y tales razones se basan en el objetivo social que debe perseguirse y en razón de una justicia elemental; que si bien el sindicato no ha sabido buscar, la misma empresa tiene obligación de satisfacer.

En el terreno más propio del estudio del trabajo se llevaron a cabo las mediciones y análisis cuyos resultados son mucho más fácil de hacer aplicar , dado que por sus efectos inmediatos y cuantitativamente previsibles convencen por si mismos a la dirección.

El estudio en general ha brindado una excelente oportunidad de apreciar de manera directa las condiciones en que desempeñan su trabajo algunos grupos de obreros , la problemática de las empresas, los posibles conflictos internos y las dificultades para la aplicación de un estudio de esta naturaleza, más de carácter humano que técnico. Se evidencia con todo ello el arduo y a la vez interesante trabajo que ha de desarrollarse para llevar las plantas productivas a altos niveles de competitividad.

BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- BARNES, Ralph M. Estudio de movimientos y tiempos ,Madrid,Ed.- Aguilar. 5a ed. 1956
- BUFFA, Elwood S. y TAUBERT, William H. Sistemas de producción e inventario, planeación y control. Ed. Limusa, 1985
- BESSLER, Gary. Organización y administración, enfoque situacional. Ed. PHI, 1979
- MOTHER, Richard. Distribución en planta. Hispano Europea. 1981
- ORGANIZACION Internacional del Trabajo. Introducción al estudio del trabajo. G. I. T. Ginebra, 1987
- PEREZ LOPEZ, J. A., Humanismo y técnica en la dirección de empresas. México, Revista ITSMQ, vol. 142 (sept.-oct. 1982)
- VAUGHN, Richard. Introducción a la ingeniería industrial, México, Ed. Reverté. 1981

GLOSARIO

## G L O S A R I O

### Capelo :

Cubierta plástica con acabado estético para la presentación del producto. Su preparación consiste en adherirle las calcomanías distintivas de la empresa.

### Elementos secundarios (de un producto):

Son aquellos que constituyen la presentación externa del producto y no son parte esencial para su operación.

### Estación de trabajo:

Es un lugar definido, de la línea de ensamble, en el que se realizan las operaciones.

### Operación :

Es un conjunto de actividades activas agrupadas para ser realizadas por un obrero. Estas actividades reciben también el nombre de elementos de operación.

### Pallet :

Sección rectangular de madera triplay de 1" de espesor forrada una de sus caras con alfombra. El área, un poco mayor que la base de los aparatos modulares. El pallet se utiliza principalmente como el "carro" en el que viajan los equipos en ensamble a través de la línea, sobre la banda de rodillos. En algunas estaciones es utilizado como almacén de línea de partes pequeñas.

