UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

EL BALANCE DE LINEA DE PRODUCCION EN EMPRESAS MAQUILADORAS DE PRENDAS DE VESTIR

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

POR

RIGOBERTO ILDEFONSO CHANG DE LEON

PREVIO A CONFERIRSELE EL TITULO DE

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO DE 1,995.-

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Lic.	Donato Santiago Monzón Villatoro	DECANO
Licda.	Dora Elizabeth Lemus Quevedo	SECRETARIO
Lic.	Jorge Eduardo Soto	VOCAL 1o.
Lic.	Josué Efraín Aguilar Torres	VOCAL 2o.
Lic.	Víctor Hugo Recinos Salas	VOCAL 3o.
Br.	Carlos Luna Rivara	VOCAL 4o.
P.C.	Carla MacNott Ramos	VOCAL 5o.

PROFESIONALES QUE PRACTICARON EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

PRESIDENTE	Lic. Francisco Rubén Posadas Figueroa
SECRETARIO	Lic. Pedro Roberto Boburge
EXAMINADOR	Lic. Víctor HUgo Hernández Arango
EXAMINADOR	Lic. Otto Rene Morales Peña
EXAMINADOR	Lic. Milton Villagran Gallardo

Guatemala, 30 de mayo de 1,995.-

Licenciado:
Donato Santizo Monzón Villatoro
Decano
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Respetuosamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que procedí a brindar Asesoría Docente al estudiante RIGOBERTO ILDEFONSO CHANG DE LEON en el desarrollo de su trabajo de tesis denominada "EL BALANCE DE LINEA DE PRODUCCCION EN EMPRESAS MAQUILADORAS DE PRENDAS DE VESTIR".

En mi opinión el joven Chang de León ha desarrollado su trabajo con base al plan aprobado, alcanzando los objetivos propuestos y realizándolo satisfactoriamente.

Por lo cual recomiendo el presente trabajo de tesis, con el objeto que sea aceptado para su discusión y defensa en el Exámen General Público.

Agradeciendo por el honor conferido al nombrarme asesor para el presente trabajo, me suscribo de usted; muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Bernardino Hernández Escobar
Administrador de Empresas
Colegiado No. 2837

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS
Edificio "S-8"
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS: GUATEMALA. DIEZ DE AGOSTO DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO

Con base en el dictamen emitido por el Licenciado Bernardo Hernández Escobar quien fuera designado Asesor y la opinión favorable del Director de la Escuela de Administración de Empresas, se acepta el trabajo de Tesis denominado "EL BALANCE DE LINEA DE PRODUCCION EN EMPRESAS MAQUILADORAS DE PRENDAS DE VESTIR", que para su graduación profesional presentó el estudiante RIGOBERTO ILDEFONSO CHANG DE LEON, autorizándose su impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

LICDA. DORA ELIZABETH LEMUS QUEVEDO
SECRETARIO

EL SECRETARIO

LIC. DONATO MONZON VILLATORO
DECANO

EL DECANO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Hacedor de todo, sin cuya intercesión no hubierá sido posible el presente trabajo.

A MIS PADRES: Gumercindo Chang Barrios
María Lidia de León de Chang

A MI ESPOSA: Amanda Hernández de Chang

A MIS HIJOS: Pablo Roberto y Meiling Amanda

A MIS HERMANOS Erick, Roberto, Juan Antonio y Karina

A MIS AMIGOS: Rebeca Velásquez Moreno
Fam. García Gutierrez

A UN AMIGO
MUY ESPECIAL: Lic. Edwin Pacheco Rodas

A MIS COMPAÑEROS
DE ESTUDIO: Eduardo Valiente Somoza
Marco Antonio Guzman

A: Licda. Hiliana Cardona R.

A MI ASESOR
DE TESIS: Lic. Bernardino Hernández Escobar

I N D I C E

PAGINA

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DE LA ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION EN LAS EMPRESAS MAQUILADORAS DE QUETZALTENANGO.

PAGINA

CAPITULO III

CRITERIOS PARA APLICAR EL BALANCE DE LINEA DE PRODUCCION.

ANEXOS

I N T R O D U C C I O N

La presente tesis tiene por objeto contribuir a mejorar la productividad y organización de las empresas maquiladoras de prendas de vestir.

Al desarrollar este tema se toma en cuenta que actualmente muchas empresas maquiladoras de prendas de vestir desconocen la técnica del balance de línea y en algunos casos la aplican de forma inadecuada. Lo cual puede generar los llamados cuellos de botella, por carga de trabajo en una sola operación.

En el primer capítulo se presentan aspectos generales de la industria de la maquila tales como: definiciones, situación actual en el pais, conceptos utilizados y regulados situación actual en el medio quetzalteco, perspectivas; aspectos del balance de línea: antecedentes, definiciones, terminología, simbología y formularios utilizados.

El capítulo segundo contiene el diagnóstico de la administración de operación en las empresas de Quetzaltenango.

El capítulo tercero presenta la aplicación de la técnica del balance de linea de producción al proceso de ensamble de una camisa sport maquilada en el medio.

Al final se presentan las conclusiones, recomendaciones y bibliografía consultada.

Se espera que el contenido de este trabajo sea utilizado como material de apoyo para docentes, estudiantes, empresarios, gerentes de operaciones, supervisores de planta y otros interesados en el tema.

CAPITULO I

1.1 LA INDUSTRIA MAQUILADORA:

En la última década, la instalación de empresas de exportación de productos no tradicionales al amparo de beneficios fiscales tales como exoneración de impuestos de importación e Impuesto sobre la renta entre otros, se ha incrementado de manera importante, esto como consecuencia de emisión de leyes que fomentan este tipo de mercados internacionales con mayor diversidad de productos con objetivos bien definidos tales como la generación de divisas al país y la creación de fuentes de empleo. En realidad el comercio moderno requiere, cada vez más de menos obstáculos y fronteras para operar y de esa cuenta cada país está luchando por obtener mayores beneficios.

Dentro del tipo de industrias exportadoras de productos no tradicionales, se encuentran las industrias maquiladoras de exportación ó Draw Back y como parte de las mismas existen las industrias de: aparatos eléctricos, revistas, aretes, muebles, plásticos, prendas de vestir, entre otros. Para el presente estudio se tomarán en cuenta únicamente las empresas maquiladoras de prendas de vestir.

1.1.1. GENERALIDADES:

La industria maquiladora proviene de los paises desarrollados debido a la carencia de recurso humano para la elaboración de prendas de vestir y sobre todo por el alto costo de la mano de obra directa, de esa cuenta se han instalado en países en vías de desarrollo como el nuestro.

Inicialmente fueron utilizados para éste tipo de industria los paises del Oriente Medio, dado que en esos lugares se disponía de abundante mano de obra a costo bajo, esta actividad les permitió desarrollarse industrialmente, al grado que en la actualidad, dejaron de ser maquiladores para convertirse en eficientes productores, es decir, crearon sus propias líneas de manufactura; sin embargo este cambio y la situación política que afrontan actualmente la mayoría de estos paises ha motivado que esta actividad traslade sus operaciones hacia los países del Caribe y Centro América.

En nuestro país dada su tradición manufacturera, bajo costo de mano de obra, su ubicación geográfica, entre otras características, se elige para llevar a cabo el maquilado de diversos artículos.

La actividad maquiladora tuvo sus inicios legalmente a partir del decreto Ley 21-84, en donde las empresas están ya protegidas por una Ley Fiscal, dicha actividad ya existia en la región del altiplano, en San Francisco el Alto, municipio de Totonicapán, aunque solo como una practica maquiladora local e informal,

El desarrollo del maquilado empezó en 1986, como resultado del cambio de gobierno y ascenso al poder del Licenciado Marco Vinicio Cerezo Arévalo, pues durante los gobiernos dictatoriales militares, las empresas extranjeras consideraban mucho riesgo invertir en el país.

Al implementarse la producción del maquilado en nuestro medio existió un incremento acelerado en forma incotrolada y desorganizada. Con la regulación de este tipo de producción por parte del Estado, a traves del Decreto Ley No. 29-89, se les da importancia a las empresas con mayor capacidad instalada dando esto la oportunidad de obtener niveles de producción más altos.

1.1.2 **DEFINICIONES:**

Existen diferentes definiciones y conceptos sobre lo que es maquila y actividad maquiladora a continuación algunos de estos:

a) El término maquila, viene del árabe Makila, y significa "Medida de capacidad. Designa la porción del gramo de molienda; así como la medida con que se maquila. Los molinos que funcionan cobrando maquila se denominan Maquileros". 1/

b) "Se entiende como actividad maquiladora, aquella que mediante procedimientos, mecánicos, físicos o químicos, transforma materia prima en un producto de distintas características a sus materias primas originales, las cuales son propiedad de terceras personas y/o contratistas extranjeros y cuyo destino final es la reexportación". 2/

1/ Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española vigésima Edición, España 1,994.

2/ Informe de la Comisión Técnica para el Desarrollo de la Maquila Integrada por SEGEPLAN para Dictaminar sobre la Selección y Priorización de los Diez Productos, sobre los que llevarán a cabo estudios específicos de Prefactibilidad.

c) "La empresa maquiladora realiza una, varias o todas las operaciones de un proceso de producción, utilizando regularmente la materia prima que es proporcionada por el contratante, quien define el diseño del producto, la marca de identificación, conservando la propiedad de la producción, que puede utilizar en otro proceso productivo o venderla en el mercado que más le interese. 3/

d) El maquilado puede ser nacional o internacional, en este último caso, "Se caracteriza por el establecimiento de fábricas en los países en vías de desarrollo, para luego exportarlos a su país de origen, o en su lugar a un tercero y completar su elaboración o venta. 4/

3/ El Significado de la Maquila en Guatemala. AVANCSO. Documento de Trabajo. Guatemala, mayo de 1992.

4/ La Maquila en Guatemala. CITGUA, Ciencia y Tecnologia para Guatemala. A.C/México, diciembre de 1991

e) La actividad maquiladora, se basa en el Convenio establecido entre un inversionista que suministra materia prima de un producto y un fabricante que aporta la mano de obra necesaria para su ensamble. la cantidad de dinero que se cobra por el trabajo de ensamblaje es lo que se conoce como maquila. 5/

f) Maquila es el valor agregado nacional generado a través del servicio del trabajo y otros recursos que se percibe en la producción y/o ensamble de mercancías. 6/

5/ Conclusiones derivadas de Seminarios, Cursos y Talleres sobre la actividad de maquila.

6/ Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad exportadora y de Maquila. Decreto No. 29-89. Manual del Maquilador.

1.1.3 SITUACION ACTUAL EN EL PAIS

La consolidación de la industria maquiladora comenzó en Guatemala en 1,986. El sistema de maquila es una actividad económica incentivada por el programa de la cuenca del caribe, pero que no puede ser considerada como un sistema que beneficie a la economía del país de manera permanente debido a la inestabilidad política y económica, el inversionista extranjero busca nuevos mercados de producción que preste las condiciones adecuadas y así lograr mayores beneficios, por lo tanto es importante crear las medidas necesarias para mantener esta fuente de empleo.

De los paises de Centro América, en Guatemala el trabajador cuenta con mayores beneficios regulados por el Código de Trabajo, así como instituciones de recreación y capacitación incluyendo al sector laboral de las empresas maquiladoras, siendo las principales:

- Septimo día, un día de descanso por seis de trabajo
- Feriados, doce días al año.
- Vacaciones, quince días hábiles

- Aguinaldo, un sueldo por año trabajado o proporcional al tiempo laborado.
- Bono catorce, un sueldo por año trabajado o proporcional al tiempo laborado.
- Incentivos, treinta centavos mínimo por hora efectiva de trabajo.
- Seguro Social, en caso de accidente o enfermedad comun, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).
- Instituto de Recreación de Trabajadores (IRTRA).
- Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP).
- Indeminización, en caso de despido.

Para efecto de la presente tesis se analiza el Balance de Línea en los procesos de producción, aplicando este modelo de caracter general, a cualquier proceso productivo en línea, en el presente estudio se aplica al proceso de maquilado de prendas de vestir.

1.1.4 SITUACION ACTUAL EN EL MEDIO QUETZALTECO

La actividad maquiladora se ha venido

aprobación, siendo de gran importancia para la industria maquiladora, ya que al lograrlo se obtendrá competitividad y un crecimiento acelerado de esta.

1.2 EL BALANCE DE LINEA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION

1.2.1 ANTECEDENTES

La división del trabajo característica de las fábricas descritas por Adam Smith hace más de 200 años, ha seguido su evolución y perfeccionamiento no solo en las fábricas sino también en restaurantes, tiendas, hospitales y otras organizaciones.

Así mismo Frederick Taylor pregonizaba que la buena administración no era el resultado de la aplicación de técnicas individuales de trabajo, sino de un enfoque sistemático de las operaciones de las empresas y que de esa manera se lograba mayor eficiencia.

En los primeros años de la industrialización se estableció que un producto podría ser ensamblado en forma mucho más rápida y económica dividiendo el proceso de producción en tareas individuales y

asignandolas a diferentes operarios. Cuando los trabajadores están organizados para producir grandes cantidades de un artículo, el trabajo se debe dividir en varias tareas distintas.

Por lo general, se piensa que el Balance de Línea en la Producción es de origen reciente; sin embargo, esta técnica se remonta a muchos años atras. El hombre en todos los ámbitos de su actividad, siempre ha procurado lograr resultados óptimos. Este afán se incrementó notablemente en la época posterior a la Segunda Guerra Mundial, como consecuencia de los avances tecnológicos surgidos inicialmente de la imperiosa necesidad de aprovechar de la mejor manera posible los recursos humanos y materiales destinados a fines bélicos. Posteriormente en épocas de paz, este afán se encauzó a las diferentes actividades productivas del hombre, marcándose en la actualidad, en nuestro medio, principalmente en la actividad del maquilado en la confección de prendas de vestir, haciéndose necesario que los empresarios de esta actividad conozcan y apliquen adecuadamente esta técnica.

1.2.2 DEFINICIONES:

Entre las definiciones más conocidas del Balance de Línea de Producción encontramos las siguientes:

a) "Es un sistema de producción en serie con el fin de lograr un buen balance de las capacidades y flujo del proceso productivo". 7/

b) "Es una técnica utilizada en la industria para asignar iguales cantidades de trabajo a operarios y evitar en la medida de lo posible los tiempos ociosos en las líneas de producción". 8/

7/ Administración de Producción. Sistema y Síntesis. Martin K. Starr, Editorial PHI.

8/ La producción Industrial. Su Administración. Keith Lockyer. Representaciones y Servicios de Ingenieria, S. A. México.

c) "Balancear una línea de producción consiste en asignarle el número óptimo de operarios a una secuencia de operaciones consecutivas, las cuales trabajan como una unidad. 9/

d) "Es una función de transferencia aplicada en líneas de produccion y líneas de ensamble. Además es un procedimiento por medio del cual se asignan elementos de trabajo y operaciones a puestos de trabajo". 10/

1.2.3 TERMINOLOGIA UTILIZADA

- **Elemento de Trabajo:** Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.

9/ Ingenieria Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos Benjamin W. Niebel. Representaciones y Servicios de Ingenieria S.A. México.

10/ Planificación, Programación y Control de Operaciones en el Sistema de Producción. Dávila de Sanchez, María Antonieta.

- **Puesto o Estación de Trabajo:** Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación).

- **Operación:** Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.

- **Tiempo de Ciclo:** Es el tiempo que permanace el producto en cada estación de trabajo.

- **Tiempo de Ciclo Mínimo:** Generalmente es el que emplea mayor tiempo en su operación.

- **Tiempo de Ciclo Máximo:** Es la sumatoria de todos los tiempos de los elementos de trabajo.

- **Demora de Balance:** Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea, que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.

1.2.4 METODOS:

La técnica de equilibrado o balance de línea tiene por objeto dar una cantidad de trabajo a

cada puesto de trabajo que sea igual a todos ellos (igual al ritmo de trabajo).

Existen dos métodos para efectuar el equilibrio de línea:

METODO I

Se usa cuando las prendas a ser manufacturadas tienen pocos cambios en su estructura y cuando van a ser producidas en línea estas producciones se caracterizan porque los cambios significantes en los métodos son debido a proyectos de reducción de costos más que a cambios en los estilos para satisfacer las exigencias o gustos del consumidor.

BALANCE DE LINEA MEDIANTE EL METODO I

Para efectuar un balance de línea en producciones caracterizadas para el METODO I, se requiere obtener la siguiente información previa:

a. Una lista de operaciones en orden de secuencia
b. Los tiempos estándar de cada operación

c. Determinación de la jornada por turno

d. El nivel de producción planeado para ese turno

Esta información se usará para determinar, mediante cálculos muy simples, el número de puestos de trabajo requeridos para cada operación.

METODO II

Se usa cuando se tiene un equipo o grupo de trabajo estable, pero no donde los cambios en las prendas son radicales y frecuentes, debido a modificaciones en los estilos para satisfacer las necesidades del mercado. Se caracteriza porque requiere operarios más versátiles o sea menos especializados en una operación en particular.

BALANCE DE LINEA MEDIANTE EL METODO II

Para efectuar un balance de línea en producciones caracterizadas para el método II, es necesaria la siguiente información:

a. Una lista de los elementos u operaciones que conforman el proceso.

b. Tiempo estandar de cada uno de los elementos u operaciones.

c. La duración del turno de trabajo.

d. El número de operarios del grupo o equipo.

1.2.5 ESQUEMA DE PROCEDIMIENTO:

Para un adecuado balance de línea de producción es necesario tomar en cuenta la información y los pasos que se exponen a continuación.

1.2.5.1 DIAGRAMA DE PRECEDENCIA.

Para propósitos ilustrativos, deben observarse las restricciones de precedencia para los elementos de trabajo. Estas relaciones pueden presentarse en forma de red, o diagrama de precedencia. A medida que asignamos elementos de trabajo a las operaciones, debemos considerar tanto los ordenamientos permisibles como el tiempo de ciclo, o sea que no podemos asignar un

elemento de trabajo si el anterior es básico en el proceso.

Las permutaciones (u ordenamientos) posibles de todos los elementos pueden presentarse en un diagrama de árbol. Podemos combinar cualquier número de elementos adyacentes, dentro de uno de los ordenamientos, para conformar una operación. Por supuesto no debemos exceder del tiempo de ciclo.

1.2.5.2 <u>TECNICA ORDENADORA DE LAS POSICIONES PONDERADAS (TOPP)</u>

La técnica consiste en lo siguiente:

a) Definir los elementos de trabajo que deben darse en el proceso de producción.

b) Establecer los tiempos para cada elementode trabajo u operación.

c) Formular una tabla de precedencia que nos muestre las operaciones en el orden que corresponda de acuerdo al proceso de producción.

En las operaciones reales de ensamble existen elementos de trabajo que deben realizarse antes que otros lo que adiciona restricciones sobre la manera de combinar los elementos en operaciones de allí que surge la necesidad de formular la relación de precedencia.

d) Establecer tiempo de ciclo considerar el tiempo máximo de la serie de fuerzas presentados.

e) Elaborar la red de secuencias indicando las operaciones y elementos de trabajo de acuerdo a un orden pre-establecido.

f) Marcat si es preciso la matriz de secuencias, para formilar la tabla de ponderación.

g) Finalmente y con la información obtenida en el cuadro (ponderación por orden decreciente), debe formularse el cuadro para agrupar los elementos de trabajo que permitiran definir las operaciones y

la demora en el Balance de la Linea.

La lógica de esta técnica particular de Balance de Linea es que cuando se asignen elementos de trabajo a las operaciones se trate de asignar primero aquellos elementos separados del punto de terminación por el mayor tiempo de duración. Para esta asignación deben tomarse en cuenta los siguientes etapas:

1.2.5.3 <u>ETAPAS DEL PROCESO:</u>

ETAPA 1 <u>DETERMINACION DE LOS PESOS DE POSICION EN BASE A LA TABLA DE PONDERACION.</u>

Se determina el peso de posición de cada elemento sumando el tiempo de duración de èste elemento en sí y de todos los que deben seguirle.

ETAPA 2 <u>ORDENACION Y REAGRUPACION DE ELEMENTOS EN ORDEN DECRECIENTE.</u>

Los elementos se ordenan y se reagrupan en orden decreciente, de acuerdo con sus pesos de posición .

ETAPA 3 <u>ESPECIFICACION TIEMPO DE CICLO.</u>

Se obtiene de acuerdo a la información previa necesaria segun el método de balance utilizado.

ETAPA 4 <u>ASIGNACION DE ELEMENTOS A OPERACIONES.</u>

Se asignan elementos a las operaciones en base al reordenamiento de los mismos, según sus ponderaciones de posición. La suma de los tiempos de los elementos asignados a una operación no puede exceder el tiempo del ciclo. Deben observarse las restricciones de precedencia. Si un elemento viola cualquiera de estas dos restricciones que se mencionan, se pasa por alto y se ensaya con el siguiente elemento (en orden decreciente según los pesos de posición). Este proceso se continua hasta que no se pueda asignar más elementos a la operación. En la misma forma se

repite lo anterior para la siguiente operación, enpezando con el primero de aquellos elementos que fueron pasados por alto en la iteración previa. Este proceso continua hasta que todos los elementos hayan sido asignados a una operación.

ETAPA 5 <u>DETERMINACION EFICIENCIA DEL BALANCE POSIBLE.</u>

Compute la eficiencia del balance posible que se obtuvo en el Paso 4.

$$e = \frac{ti}{mC}$$

donde m = número de operaciones obtenidas

ETAPA 6 **DETERMINACION TIEMPO EFECTIVO DISPONIBLE, PRODUCCION POR OPERACION Y TRABAJADORES NECESARIOS.**

Se requiere información de la producción esperada, la jornada de trabajo para determinar la disponibilidad en minutos, la producción por cada operación y los trabajadores necesarios.

ETAPA 7 **CONTROL BI-HORAL.**

Como su nombre lo indica es un registro que se lleva diariamente de lo producido cada dos horas por los operarios. En la hoja diseñada para el efecto debe establecerse cuantas unidades se manufacturarán en la jornada de trabajo y acumularse en cada operación realizada y poder comprobar lo que puede producirse contra lo producido realmente y tomar así las medidas convenientes.

ETAPA 8 **CONTROL DE EFICIENCIA POR OPERACION:**

Puede lograrse durante la jornada de trabajo, al final de la misma o cuando se requiera.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DE LA ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION EN LAS EMPRESAS MAQUILADORAS DE QUETZALTENANGO

2.1 LA DISTRIBUCION EN PLANTA:

La palabra "distribución" se emplea aquí para indicar la disposición física de la planta y de las diversas partes de la misma. En consecuencia, la distribución comprende tanto la colocación del equipo en cada departamento como la disposición de los departamentos en el emplazamiento de la planta.

La distribución afecta a la organización de la planta, a la tecnología mediante la cual se realizan las actividades y al flujo de trabajo existente. La velocidad con que fluye el trabajo es uno de los factores determinantes y por lo tanto, el problema de la distribución de la planta es de importancia fundamental para la organización. En consecuencia es necesario tomar las decisiones de política relativas a organización, métodos y flujo de trabajo antes de proyectar la planta, existiendo medios cuando se cuenta con una capacidad por instalar y la ya instalada.

Lo anterior es una responsabilidad del gerente de producción, ya que decide sobre el equipo industrial de la organización, el cual en general es difícil de reubicar una vez que queda instalado. Todo gerente conoce situaciones en las que un equipo se encuentra en un lugar en extremo inconveniente, pero que por dificultad de moverlo la organización tiene que tolerarlo.

En un sentido amplio, una planta puede distribuirse de dos maneras, ya sea tratanto de satisfacer las necesidades del producto (distribución orientada al producto) o de satisfacer las necesidades del proceso (distribución orientada al proceso). Probablemente las organizaciones comienzan, cuando son muy pequeñas, con una distribución orientada al producto, y conforme aumentan de tamaño tienden a derivar hacia una distribución orientada al proceso, en la creencia que tal distribución permitirá hacer mejor uso de los recursos físicos. Si bien las técnicas empleadas para determinar la distribución son las que se usan normalmente en ergonomía, el proceso es de naturaleza creativa y no puede establecerse con una finalidad dada; Por otra parte no es posible definir una buena distribución con algún

grado de precisión. Sin embargo, hay ciertos criterios que pueden satisfacer una buena distribución, los cuales se analizan a continuación.

a.) **Flexibilidad.** Una buena distribución se puede modificar rapidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. En este contexto debe presentarse particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser amplios y de fácil acceso.

b.) **Coordinación.** La recepción y envio en cualquier departamento debe planearse de la manera más conveniente para los departamentos remitentes o receptores. La distribución debe considerarse como un conjunto y no por áreas aisladas.

c.) **Visibilidad.** Todo el personal operativo y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento. No debe haber escondrijos en los que puedan extraviarse los objetos. Este criterio es a veces difícil de satisfacer, particularmente cuando se adquiere una planta ya existente.

d.) **Accesibilidad.** Todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso fácil, para evitar pérdida de tiempo.

c.) **Distancia mínima.** Todos los movimientos deben ser a la vez necesarios y directos. El manejo del trabajo incrementa el costo de éste pero no su valor; consecuentementen deben evitarse los movimientos innecesarios o circulares.

f.) **Manejo mínimo.** Debe reducirse usando transportadores, montacargas, toboganes o rampas, carretillas. El material que se esté utilizando debe mantenerse a la altura de trabajo, y nunca colocarse en el piso si ha de tener que levantarse despues.

g.) **Incomodidad mínima.** Las corrientes de aire, la iluminación deficiente, la luz solar excesiva, el calor, el ruido, las vibraciones y los olores deben reducirse y si es posible contrarrestarse.

h.) **Seguridad inherente.** Toda distribución debe ser inherente segura, y ninguna persona deberá estar expuesta a peligro. Debe tenerse cuidado no solo de las personas que operen el equipo sino tambien de las

que pasan cerca, las cuales pueden tener necesidad de pasa por atrás de una máquina cuya parte trasera no tenga protección. Esta es una exigencia tanto reglamentaria como moral, por lo que se le debe dedicar una atención esmerada.

i.) **Seguridad.** Debe contarse con equipo preventivo contra fuego, humedad, robo y deterioro general, hasta donde sea posible, en la distribución original, en vez de agregar posteriormente jaulas, puertas y barreras.

j.) **Flujo unidireccional.** No deben cruzarse la ruta del trabajo con las de transporte. En todo punto de una fábrica, el material debe fluir en una dirección solamente, y una distribución que no se ajuste a esto ocasionará considerables dificultades, si no es que un verdadero caos, por lo que debe evitarse.

k.) **Rutas visibles.** Deben proveerse rutas definidas de recorrido, y de ser posible deben marcarse claramente. Ningún pasillo debe usarse nunca para fines de almacenamiento, ni aun en forma temporal.

l.) **Identificación.** Siempre que sea posible debe otorgarse a los grupos de operarios su propio espacio

de trabajo. La necesidad de un territorio definido parece ser básico en el ser humano, y el otorgamiento de un espacio defendible con el que pueda identificarse una persona puede a menudo levantar la moral y despertar un sentimiento de cohesión muy real.

Una buena distribución que satisfaga las condiciones anteriores tendra las ventajas siguientes:

a.) EL tiempo y costo del proceso general se minimizará reduciendo el manejo innecesario e incrementando en general la eficacia de todo el trabajo.

b.) La supervisión del personal y el control de producción se simplificarán eliminando los rincones ocultos donde tanto trabajadores como materiales puedan permanecer indebidamente.

c.) Los cambios de programa se facilitarán mucho.

d.) La producción total de una planta dada será lo más altas posible, empleando al máximo el espacio disponible.

e.) Se fomentará un sentimiento de unidad entre los empleados evitando la segregación innecesaria.

f.) Se mantendrá la calidad de los productos mediante métodos de producción más seguros y mejores.

2.2 SITUACION DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA EN QUETZALTENANGO:

El estudio se realizó en dos empresas maquiladoras de prendas de vestir de esta ciudad, las que se identificarán como empresa A y empresa B. En esta base la empresa A si ha recibido asesoría de una empresa particular así como por parte de la compañia extranjera con la que tiene establecido su contrato de producción, mientras que la empresa B actualmente está recibiendo asesoría de un profesional en Administración de Empresas con experiencia en el ramo.

La empresa A la realiza de acuerdo a la secuencia de operaciones de los estilos de prendas que manufacturan, con la gran ventaja que por tener un contrato a largo plazo elaborando solo dos estilos definidos, que ha permitido realizar una distribución en planta fija. La empresa B confronta el problema que los estilos son

diversos, lo que ha ocasionado que constantemente se tenga que hacer nuevas distribuciones en planta, lo que ha afectado los niveles de producción, eficiencia de operarios y logicamente incremento en los costos de producción. Actualmente se está solicitando que por lo menos se garanticen uno o dos estilos definidos para un período mínimo de tres meses de manufacturación.

2.3 LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

En la industria maquiladora, por sus características específicas de producción el sistema utilizado es el sistema de producción contínua o llamado sistema de producción en serie, significa que al terminar el trabajo determinado en cada operación, la unidad se pasa a la siguiente etapa de trabajo sin esperar a terminar todo el trabajo en el lote.

Para que la producción contínua pueda funcionar satisfactoriamente, hay que satisfacer los siguientes requisitos:

a. **Tener una demanda sustancialmente constante:** Para que la producción no sufra períodos intermitentes que desequilibren la línea de producción.

b. **El material debe ser específico y entregado a tiempo**

Debido a la inflexibilidad antes mencionada, la línea contínua no puede aceptar variaciones del material a diferencia de las producciones por lotes o por trabajos individuales. Además, si el material no está disponible cuando se le requiere, el efecto es grave debido a que congelaría toda la línea.

c. **Todas las etapas tienen que estar balanceadas:** Para evitar la ineficiencia en la productividad la línea debe estar balanceda, donde el tiempo que tome cada etapa debe ser el mismo.

d. **Todas las operaciones tienen que ser definidas:** Para que la línea mantenga su equilibrio, todas las operaciones deben ser constantes. Esto se logra si se registran con detalle las operaciones.

e. **El trabajo tiene que confinarse a normas de calidad:** En las producciones por trabajos o por lotes, las variaciones de calidad que ocurran en una etapa se pueden compensar con trabajo adicional en otra etapa: En la producción contínua esto no ocurre, en vista de que cada etapa tiene una operación definida.

f. **Cada etapa requiere de maquinaria y equipo correctos:** La falta de aparatos apropiados ocasiona el desequilibrio de una línea, lo cual implica ineficiencia en la secuencia entera.

g. **El mantenimiento tiene que prevenir y no corregir las fallas:** Si el equipo falla en cualquier etapa de la línea se detiene. Para evitar esto se tiene que tener en vigencia un programa de mantenimiento preventivo.

Para lograr lo anterior se requiere de un especial énfasis en una planeación previa a la producción, particularmente para asegurar la entrega a tiempo del material correcto, y para que las operaciones sean de igual duración. Se debe notar que la producción continua no es necesariamente producción en gran escala.

2.4 SISTEMAS DE PRODUCCION EN LAS EMPRESAS MAQUILADORAS DEL MEDIO

La empresa A busca llegar a tener el sistema total que es el apropiado para la industria maquiladora, pero actualmente se esta buscando una interrelación entre los factores del proceso de producción y los factores de

sistemas de control, lo cual estan obteniendo, ya que tiene la ventaja, de manufacturar estilos definidos en un periodo largo.

La empresa B no tiene un sistema de producción establecido y actualmente se está trabajando en ello para establecerlo.

2.5 GRAFICACION DE LA SECUENCIA DEL PROCESO

El gerente de producción debe presentar en forma clara y lógica la información precisa que se relaciona con el proceso, ya sea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno que ya este en operación, haciendo uso de los diagramas de proceso, entre los cuales estan principalmente el Diagrama de Proceso de Operaciones, de Flujo y de Recorrido.

El Diagrama de Proceso de Operaciones: Este diagrama expone todas las operaciones, inspecciones, tolerancias de tiempo y materiales que se van a utilizar en un proceso de fabricación. Muestra claramente la secuencia de eventos en orden cronológico, desde el material en bruto hasta el empaque del producto terminado.

Diagrama de Proceso de Flujo: Es una representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, retrasos y almacenamientos que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, incluyendo tanta información que se considera necesaria para el análisis, con el tiempo requerido y distancia recorrida. Este contiene, en general mucho más detalle que el diagrama de proceso de operación.

Diagrama de Proceso de Recorrido: Este diagrama es un auxiliar del diagrama del proceso de flujo, ya que muestra el recorrido de personas y materiales dentro de la planta, se puede analizar en forma inversa para obtener una mayor visibilidad de todas las operaciones.

La empresa A y B de acuerdo a su producción contínua establecen la secuencia del proceso adecuado y sí la aplican actualmente por la actividad manufacturera que realizan, sobre la graficación le dan una mayor importancia al departamento de producción en lo referente a la ubicación de maquinaria y operarios descuidando los otros departamentos existentes.

2.6 TECNICAS EN LA ORGANIZACION DE LA PRODUCCION

Para llevar una buena administración de la producción es necesario auxiliarse de varias técnicas, entre las principales: Economía de tiempos y estudio de movimientos, análisis de la operación, análisis y evaluación de puestos, control de calidad, balance de líneas, gráficas de procesos, distribución en planta.
A continuación se explican brevemente las técnicas anteriormente citadas:

2.6.1 Estudio de movimientos y tiempos

- **Estudios de movimientos:** Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo, con el fin de eliminar o reducir movimientos ineficientes y de facilitar y hacer más rápidos los productivos. Por medio de esta técnica, el trabajo se efectúa con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Para realizar un estudio sobre la economía de movimientos es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Movimientos del cuerpo humano:** Las manos se tienen que mover simultáneamente, ambas manos deben estar activas, los movimientos deben ser en forma simétrica, aprovechar los impulsos, y los movimientos tienen que ser curvos contínuos. De preferencia los movimientos tienen que seguir un orden: Primero movimiento de dedos; segundo dedos y muñecas; tercero dedos, muñecas y antebrazos; cuarto dedos, muñecas, antebrazos y brazos; quinto dedos, muñecas, antebrazos y todo el cuerpo.
  Los pies deben moverse al mismo tiempo de las manos preferiblemente no accionar pedales estando de pie, por la incomodidad en que está el cuerpo.

- **Disposición y condiciones del lugar de trabajo:**
  El ambiente debe ser apropiado para el tipo de trabajo que se está realizando; la colocación y la ubicación de las herramientas debe ser en forma accesible al operario para evitar movimientos innecesarios, logrando con ello ritmos fáciles en la ejecución del trabajo.

- **Diseño de herramientas y equipo:**

  Las herramientas y el equipo deben ser fáciles de usar evitando esfuerzos; Se deben combinar operaciones (cortes simultáneos); Auxiliarse de herramientas y equipo apropiado para poder sujetar piezas y poder tener libres las manos; para lograr una verdadera economía de movimientos se debe perseguir la automatización.

- **Estudio de Tiempos:** Es una técnica que se utiliza para establecer el tiempo estandar asignado a una operación, contemplando demoras personales, retrasos inevitables y fatigas. Al realizar el estudio de tiempos se deben tomar en cuenta los siguientes pasos:

  - **Procedimiento**
    - Selección del operario
    - Trato con el operario
    - Posición del observador
    - División y análisis del trabajo
    - Registro de la información significativa
    - Asignación de las tolerancias apropiadas

- Técnicas a usar.
  - Técnica de la estimación
  - Técnica de los registros historicos
  - Técnica de la medición del trabajo

- Personal responsable: Todos los elementos de la organización entre ellos: Analista, Supervisor, Sindicato y Operarios.

- Equipo:
  - Cronómetro
  - Tablero
  - Formato
  - Camara de video

2.6.2 Análisis de operación: Es el procedimiento que se utiliza para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación, con la idea de mejorarla. Con este estudio se espera aumentar la producción por unidad de tiempo y reducir el costo unitario. Este procedimiento es tan efectivo para planear nuevos centros de trabajo como para mejorar los que ya están en operación con el objeto de proyectar un centro de trabajo

eficiente. El tema del análisis de la operación ha ido cobrando más importancia a medida que se intensifica la competencia extranjera. El análisis de la operación es un procedimiento que nunca puede considerarse completo, generalmente la competencia exige el estudio incesante de un producto dado para mejorar los procesos de fabricación y para que vayan al consumidor en mejor forma a un precio reducido.

2.6.3 **Análisis y evaluación de puestos:** El análisis de los puestos del centro de trabajo y su correspondiente evaluación está estrechamente asociado con la instalación de un método propuesto, cada vez que se cambie un método, debe alterarse la descripción del puesto, con el fin de reflejar las condiciones, deberes y responsabilidades del método mejorado, al introducir un nuevo método es importante hacer el análisis de los puestos a fin de asignar a un operador calificado al centro de trabajo y considerar una tarifa base adecuada.

El costo de fabricación de un producto incluye el costo de la mano de obra directa, material directo y los gastos de fabricación.

Análisis de puestos: Consiste en hacer una cuidadosa evaluación de cada trabajo, y luego registrar los detalles del mismo, para que pueda ser evaluado justamente por un analista competente.

Evaluación de puestos: La finalidad principal de toda evaluación de puestos es determinar la más justa conpensación por el trabajo efectuado en cada puesto.

2.6.4 **Gráficas de Procesos:** Son utilizadas para obtener información sobre las operaciones, flujo y recorrido de personas y materiales dentro de la planta; siendo las más importantes: Diagrama de proceso de operaciones, diagrama de proceso de flujo, diagrama de proceso de recorrido, diagrama del operario y diagrama hombre-máquina.

2.6.5 **Distribución en planta:** Es otra técnica utilizada en la organización de la producción, (vista ampliamente en el literal 2.1 de este capitulo).

En las empresas A y B se utilizan técnicas para realizarla, pero se le da más enfasis al

estudio de tiempos y movimientos, así como a los controles de calidad por variables y atributos.

2.7 CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

Después que las instalaciones, maquinaria y energía se han evaluado técnica y finacieramente, se debe prestar atención al flujo de materiales a través del sistema. Los materiales deben adquirirse, luego transformarse en el proceso de producción para obtener productos determinados.

Una forma de enfatizar la importancia del manejo de materiales es examinar algunos de los riesgos implicados en el manejo ineficiente de los materiales como el riesgo de desperdicio de tiempo de una máquina, ya que una máquina es rentable cuando está produciendo, no cuando está ociosa.

Otro problema lo causa el lento movimiento de los materiales por la planta. Si los materiales se mueven con lentitud, o si se encuentran provisionalmente almacenados durante mucho tiempo, pueden acumularse inventarios excesivos. Estos grandes inventarios

representan una importante inversión y con frecuencia se requiere el pago de cantidades importantes por concepto de intereses.

Desde el punto de vista de la mercadotécnia, un mal manejo de materiales puede significar clientes inconformes. Esto a su vez, puede llevar a la cancelación de pedidos, pérdida de clientes y a la larga al fracaso de la empresa. Puesto que el éxito de un negocio radica en satisfacer las necesidades de los clientes, es indispensable que haya un buen manejo de materiales para evitar la causa de inconformidad de los clientes.

Otro problema se refiere a la seguridad de los trabajadores y el riesgo final de un mal manejo de materiales es su elevado costo, ya que representa un costo que no es recuperable.

2.8 MANEJO DE LOS MATERIALES EN LAS EMPRESAS MAQUILADORAS DEL MEDIO.

En la empresa A todo el material viene de la empresa proveedora con un mes de anticipación mínimo a la entrega del producto final, la empresa es responsable del manejo adecuado de dichos materiales y su

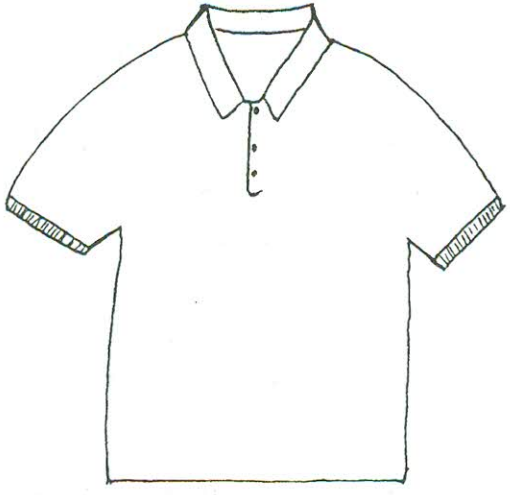
utilización de acuerdo a su fecha de recepción. Los lotes de prendas son recibidos ya cortados y el control respectivo se lleva en el departamento de ensamble, sobre los accesorios su manejo es a través de hoja de Kardex, disponiendose de controles para varios meses de producción. La empresa B semanalmente recibe los lotes de prendas cortadas para su producción en la semana subsiguiente al entregar el producto terminado, se reciben las prendas y accesorios en el plan llamando contra/entrega, tambien su control se lleva en el departamento de ensamble.

CAPITULO III

CRITERIOS PARA APLICAR EL BALANCE DE LINEA DE PRODUCCION

3.1 CASO DE APLICACION

El Método de Balance de Linea de producción se aplicará al ensamble de una camisa sport, para lo cual se presenta el dibujo de la prenda, así como la información necesaria para su manufacturación:



Camisa Sport, caballeros, media manga, pechera corta, cuello y puños de resorte, talla única (only tall).

A continuación se proporciona la hoja de elementos de trabajo del estilo incluyendo la máquina en que se realiza cada uno de ellos y su tiempo respectivo en minútos centesimales. Cabe anotar que el último elemento es manual.

No.	DESCRIPCION	MAQUINA	SIMBOLO	TIEMPO ESPERADO
1	Pegado de pechera	Plana	LK	1.53
2	Cerrar hombros	Overlock	OV	0.66
3	Sobrecoser hombros	Plana	LK	0.62
4	Pegar cuello	Overlock	OV	1.20
5	Pegar puños	Overlock	OV	0.41
6	Cerrar cuello	Plana	LK	1.42
7	Pegar mangas	Overlock	OV	1.17
8	Cerras costados	Overlock	OV	1.27
9	Ojales (3)	Ojalera	BH	0.56
10	Botones (3)	Botonera	BN	0.56
11	Hacer ruedo	Cover Stich	BA	1.26
12	Despite	Manual	HA	0.88

3.1.1 ELEMENTOS DE TRABAJO Y TIEMPOS DE DURACION

ELEM. DE TRAB.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
TIEMP DE DURAC.	1.53	0.66	0.62	1.2	0.41	1.42	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.66	11.5

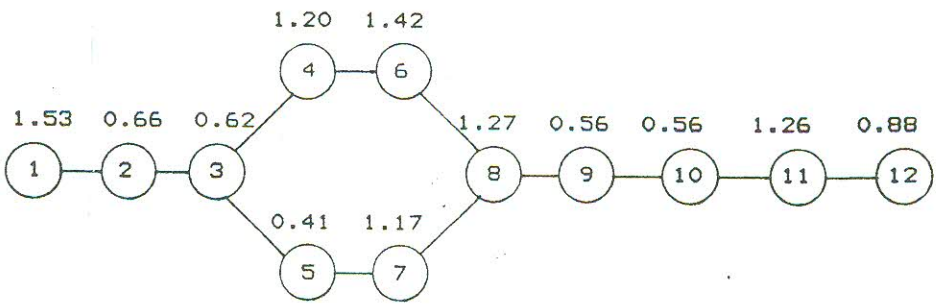
3.1.2 RELACION DE PRECEDENCIA

Es importante conocer que operaciones se realizan antes que otras para lo cual se proporciona el siguiente cuadro.

ELEMENTO PRECEDENTE	ELEMENTO
Ninguno	1
1	2
2	3
3	4
3	5
4	6
5	7
6 - 7	8
8	9
9	10
10	11
11	12

3.1.3 RED DE SECUENCIA

Para una mejor ilustración, es necesario formular un diagrama de precedencia o Red de Secuencias que permitirá una mayor facilidad en la interpretación de la relación de los elementos de trabajo.



3.1.4 MATRIZ DE SECUENCIA

Como complemento se recomienda elaborar una matriz secuencial como la que a continuacion se presenta

ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		x										
2			x									
3				x	x							
4						x						
5							x					
6								x				
7								x				
8									x			
9										x		
10											x	
11												x
12												

3.1.5 PONDERACION

Se realiza en base a la red y matriz de secuencia. Sirve para determinar los pesos de posicion

Elem.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		Ord/dec
1	1.53	0.66	0.62	1.20	0.41	1.42	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	11.54	1
2		0.66	0.62	1.20	0.41	1.42	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	10.01	2
3			0.62	1.20	0.41	1.42	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	9.35	3
4				1.20	—	1.42	—	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	7.15	4
5					0.41	—	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	6.11	5
6						1.42	—	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	5.95	6
7							1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	5.70	7
8								1.27	0.56	0.56	1.26	0.88	4.53	8
9									0.56	0.56	1.26	0.88	3.26	9
10										0.56	1.26	0.88	2.70	10
11											1.26	0.88	2.14	11
12												0.88	0.88	12

Se analiza los elementos de trabajo, para agruparlos en operaciones, se debe tomar en cuenta que no se puede agrupar arbitrariamente los elementos de trabajo, siendo importante respetar la red de secuencia se determina que el proceso lleva diez operaciones, que estan identificados con letras.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t	1.53	0.66	0.62	1.20	0.41	1.42	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wi	11.54	10.01	9.35	7.15	6.11	5.95	5.70	4.53	3.26	2.70	2.14	0.88
	A	B	B	C	D	E	F	G	H	H	I	J

3.1.6 TECNICA ORDENADORA DE LAS POSICIONES PONDERADAS (TOPP)

Ya realizado lo anterior y de acuerdo a la técnica ordenadora de las posiciones poderadas (TOPP) cuyo método del Balance de Linea se aplicará en el presente trabajo; de acuerdo a los pasos ya mencionados en el primer capítulo.

3.2 ETAPAS:

ETAPA 1 DETERMINACION DE LOS PESOS DE POSICION EN BASE A LA TABLA DE PONDERACION.

ELE. DE TRAB.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TIEMPO DE DUR.	1.53	0.66	0.62	1.2	0.41	1.42	1.17	1.27	0.56	0.56	1.26	0.88
PONDERACION	11.54	8.43	7.77	7.15	6.11	5.95	5.7	4.53	3.26	2.7	2.14	0.88

ETAPA 2 ORDENACION Y REAGRUPACION DE ELEMENTOS EN ORDEN DECRECIENTE.

Por los datos del ejemplo no hay necesidad de ordenar y reagrupar. La tabla quedaría de la siguiente manera.

ETAPA 3 ESPECIFICACION TIEMPO DEL CICLO

Se utilizará un tiempo de ciclo de 1.53 minutos.

ETAPA 4 ASIGNACION DE ELEMENTOS A OPERACIONES.

Solo es posible agrupar los elementos 2 y 3 para la operación 2 y los elementos 9 y 10 para la operación 8. En el caso del elemento 12, no es posible agruparlo ya que la prenda tiene que estar confeccionada para poder efectuarse. Sobre el resto de elementos el tiempo de cada uno de ellos no lo permite.

OPERACION	ELEMENTO	SUMATORIA	TIEMPO CICLO	TIEMPO OCIOSO
A	1	1.53	1.53	0.00
B	2 - 3	0.66 + 0.62		
		1.28	1.53	0.25
C	4	1.20	1.53	0.33
D	5	0.41	1.53	1.12
E	6	1.42	1.53	0.11
F	7	1.17	1.53	0.36
G	8	1.27	1.53	0.26
H	9 - 10	0.56 + 0.56		
		1.12	1.53	0.41
I	11	1.26	1.53	0.27
J	12	0.88	1.53	0.65
-Total tiempo ocioso				3.76

Con la información de la tabla anterior, se obtiene una demora de balance resultante de 3.76 minutos.

ETAPA 5 DETERMINACION DE EFICIENCIA

$$E = \frac{\sum ti}{mC} = \frac{11.54}{(10)\ (1.53)} = 0.7542 = 75\%$$

ETAPA 6 DETERMINACION TIEMPO EFECTIVO DISPONIBLE, PRODUCCION POR OPERACION Y TRABAJADORES NECESARIOS.

En este ejemplo se estimará una producción de 800 docenas de prendas (9,600) y una jornada de trabajo de lunes a jueves de 7:00 a 16:00 horas y el viernes de 8:00 a 16:00 para un total de 44 horas semanales.

MINUTOS DISPONIBLES SEMANALES (md)

Ver ANEXOS

$$md = Ht \times 60 = 2640 \text{ minutos}$$

TIEMPO INEVITABLE (ti)

Almuerzo = 40 minutos

Refacción = 15 minutos

---

55 minutos x 5 dias = 275 minutos

MINUTOS EFECTIVOS (me)

Ver ANEXOS

me = md - ti = 2640 - 275 = 2365 minutos

A continuación se realiza el desglose de la operación PEGADO DE PECHERA, con todo el procedimiento para obtener el número de operarios necesarios para efectuar la producción programada.

PEGADO DE PECHERA:

Tiempo de la operación = 153 minutos

Tiempo efectivo semanal = 2365 minutos

PRODUCCION POR OPERACION

Ver ANEXOS

$$Po = \frac{med}{te} = \frac{2365}{1.53} = 1545.75$$

Po = 1546 pecheras semanales.

OPERARIOS NECESARIOS

Ver ANEXOS

$$To = \frac{Pe}{Po} = \frac{9600}{1546} = 6.21 = 6 \text{ operarios}$$

En la misma forma que se efectuaron los cálculos para la operación PEGADO DE PECHERA, se realizan el resto de ellas.

RESUMEN: PRODUCCION SEMANAL Y OPERARIOS NECESARIOS.

No.	OPERACION	PRODUCCION SEMANAL OPERARIO	OPERARIOS
1	Pegado de pechera	1546	6
2	Cerrar hombros	3583	3
3	Sobre coser hombros	3815	3
4	Pegar cuello	1971	5
5	Pegar puños	5768	2
6	Cerrar cuello	1665	6
7	Pegar mangas	2021	5
8	Cerrar costados	1862	5
9	Ojales (3)	4223	2
10	Botones (3)	4223	2
11	Hacer ruedo	1877	5
12	Despite	2687	4

RESUMEN: DE NUMERO DE MAQUINAS Y OPERARIOS

SIMBOLO	NOMBRE MAQUINA	No MAQUINAS	No OPERARIOS
LK	Puntada Recta	14	14
OV	Overlock	21	21
BA	Bastilladora	5	5
BH	Ojalera	2	2
BN	Botonera	2	2
HA	Operación manual	0	4
	TOTAL	44	48

La diferencia de cuatro operarios sobre las máquinas necesarias, se debe a que el último proceso que corresponde al despite (HA), es una operación manual que consiste en cortarle con tijera los restos de hilo que quedan en las prendas cuando se ha terminado la confección de las mismas.

Conviene hacer la observación que hay operaciones previas al pegado de pechera, como preparación de bultos, colocado tarjetas de control a destajo, fusionado

pecheras (colocado de pegón o entre tela), etc; así como también operaciones posteriores al haberse despitado las prendas como revisado, planchado, empaque, etc. Las cuales no tienen establecidas tarifas o tiempos respectivos de ejecución. En esta situación incide bastante el criterio de la gerencia de operaciones, aunque se ha comprobado que en el caso de las operaciones previas deben realizarse con suficiente antelación al ingreso de los bultos a la línea de producción, mientras las posteriores por naturaleza de las mismas y por ser sujetas a controles de calidad finales así como auditorias de aceptación y rechazo por parte de la compañias proveedoras de productos para ensamblar no es conveniente que sean pagadas a destajo.

ETAPA 7 CONTROL BI-HORAL

Tomando el proceso de pechera se presenta a continuación la hoja de dicha operación explicandose previamente como fué posible su elaboración.

Ver ANEXOS

$$Pb = \frac{120\ (*)}{te} = \frac{120}{1.53} = 78.43 = 78 \text{ PECHERAS}$$

	HORAS		BI-HORAL	ACUMULATIVA
	7:00 a 9:00	=	78.43 = 78	78 pecheras
*	9:00 a 11:00	=	68.63 = 69	147 pecheras
**	11:00 a 13:00	=	52.29 = 52	199 pecheras
	13:00 a 15:00	=	78.43 = 78	277 pecheras
***	15:00 a 16:00	=	39.22 = 39(+1)	317 pecheras

CONTROL BI-HORAL LUNES A VIERNES

PEGADO PECHERA / NOMBRE OPERARIO	7:00 a 9:00	9:00 a 11:00	11:00 a 13:00	13:00 a 15:00	15:00 a 16:00	EFICIENCIA DIARIA
	78	147	199	277	317	100%
	78	147	199	277	317	100%
	78	147	199	277	317	100%
	78	147	199	277	317	100%
	78	147	199	277	317	100%

(*) Se descuentan 15 minutos por tiempo de refacción del operario.

(**) Se descuentan cuarenta minutos por tiempo de almuerzo del operario

(***) + 1 Ajuste número de operaciones mínimas diarias.

En la misma forma que se elaboró el registro bi-horal de la operación pegado de pechera se realizan las del resto de operaciones

PASO 8 CONTROL DE EFICIENCIA POR OPERACION

La persona encargada de llevar el control bi-horal en la linea de producción puede utilizar el mismo de la siguiente forma:

a) Durante la jornada de trabajo puede darse cuenta a cada dos horas, el número de unidades producidas por operario e informarle si lleva un retraso o está confeccionando por lo menos el mínimo que se solicita; cualquier problema al respecto informará al jefe o supervisor inmediato para la corrección respectiva.

b) Al terminar la jornada de trabajo podrá informar sobre la eficiencia diaria del operario. A continuación se da un ejemplo tomando como base la información de la operación pegado de pechera.

UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDADES QUE DEBEN PRODUCIRSE DIARIAMENTE	EFICIENCIA DIARIA
283	317	89 %
317	317	100 %
341	317	108 %

c) Al finalizar la semana de labores y suponiendose que no se hayan tenido retrasos significativos como: cortes de energia eléctrica, máquina descompuesta, falta de trabajo, etc. puede obtenerse la eficiencia semanal.

Lunes a Jueves = 1268 pecheras

Viernes = 278 pecheras

1546 pechereas

PECHERAS PEGADAS PRODUCIDAS	PECHERAS QUE DEBEN PRODUCIRSE SEMANALMENTE	EFICIENCIA DIARIA
1304	1546	84 %
1546	1546	100 %
1595	1546	103 %

Si la eficiencia diaria o semanal esta abajo del 100 % debe trabajarse con los operarios respectivos para investigar las causas y tratar de ayudarlos a mejorar sus rendimientos. Si al contrario su eficiencia esta demasiado alta conviene revisar la calidad de la operación.

Se mencionó tambien que pueden retrasos significativos. Si estos son inevitables se recomienda que al operario se le extiendan cupones por tiempo perdido. Si son evitables pero necesarios como elaboración de muestras por ejemplo se le dá al operario cupones como constancia. En ambos casos deberá indicarse la hora de inicio y final de dichos retrasos y al concluir la jornada la suma de dicho tiempo debe agregarse al tiempo producido por el operario, ejemplo:

Tiempo Efectivo	=	428.40	(280 pecheras elaboradas)
Tiempo Perdido	=	12.00	
Tiempo Inevitable	=	25.00	
		---	
total	=	465.40	(96 % de Eficiencia)

CONCLUSIONES

1. De las dos empresas maquiladoras de prendas de vestir investigadas en el medio, solamente una aplica la técnica del balance de línea de producción pero en forma empírica.

2. El balance de línea de producción es una técnica que ayuda en la planificación de la producción, tomando en cuenta que para ponerla en práctica se tiene que hacer una análisis de todo el proceso productivo, siendo de beneficio para la productividad de la empresa, permitiendo observar los puntos débiles de la organización.

3. Por la diversidad de líneas de productos maquilados en el medio, se dificulta poner en práctica el balance de línea de producción, y no se aplican un método adecuado por falta de información o bibliografía sobre el tema.

4. Los planes de producción establecidos, sufren atrasos por no contar con técnicas adecuadas en la organización de la planta y equipo.

RECOMENDACIONES

1. Que los empresarios, gerentes de operaciones, supervisiores y estudiantes se interesen en conocer y aplicar la técnica del Balance de Línea de Producción, para maximizar el recurso humano y material.
2. Es necesario que el personal que participa directamente en la planificación de la producción, revise y analice constantemente el proceso productivo para detectar fortalezas y debilidades, así como también las oportunidades y amenazas que se tienen dentro de la planta de producción.
3. Se recomienda tomar en cuenta el modelo utilizado en esta tesis, ya que constituye una técnica para lograr mayor productividad. El Balance de Línea ayuda a la programación; distribución de operaciones; integración de grupos de trabajo y determinación de maquinaria pudiendo adaptarse a cualquier línea de producción.
4. Al utilizar esta técnica de planificación de producción se detectan las fallas en la organizacion de la planta y equipo, las cuales pueden corregirse evitando de esta manera perdida de tiempo y aprovechando al máximo los recursos disponibles.

BIBLIOGRAFIA

1. INGENIERIA INDUSTRIAL. Benjamin Nievel.
   Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
   Mexico.

2. ADMINISTRACION DE PRODUCCION. Martin K. Starr.
   Editorial Prentice/Hall Internacional.

3. LA PRODUCCION INDUSSTRIAL. Keith Lockyer.
   Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.
   Mexico.

4. MANUAL DE INGENIERIA Y ORGANIZACION INDUSTRIAL.
   Mayward, H.B. Editorial Reverte.

5. ADMINISTRACION DE PRODUCCION Y OPERACIONES. Richard J.
   Hopeman. CECSA.

6. ADMINISTRACION. James A.F. Stoner; R. Edward Freeman.
   Editorial Prentice Hall.

7. PLANIFICACION, PLANIFICACION Y CONTROL DE OPERACIONES EN EL SISTEMA DE PRODUCCION. Maria Antonieta Dávila de Sánchez.

8. MANUAL DEL MAQUILADOR. NOVAMERO.

9. DICCIONARIO DE LENGUA ESPOÑOLA. Vegésima edición Españana 1,994

10. INFORME DE LA COMISION TECNICA PARA EL DESARROLLO DE LA MAQUILA INTEGRADA POR -SEGEPLAN- PARA DICTAMINAR SOBRE LA SELECCION Y PRIORIZACION DE LOS DIEZ PRODUCTOS, SOBRE LOS QUE LLEVARAN A CABO ESTUDIOS ESPECIFICOS DE PREFACTIBILIDAD.

11. EL SIGNIFICADO DE LA MAQUILA EN GUATEMALA. AVANCSO. Documento de trabajo Guatemala, mayo de 1,992.

12. LA MAQUILA EN GUATEMALA. CITGUA, Ciencia y Tecnología para Guatemala, A.C/México, diciembre 1,991.

13. CONCLUSIONES DERIVADAS DE SEMINARIOS, CURSOS Y TALLERES SOBRE LA ACTIVIDAD DE MAQUILA.

ANEXOS

FORMULARIO UTILIZADO

MINUTOS DISPONIBLES (*)

$$md = HT \times 60 \quad (**)$$

MINUTOS EFECTIVOS

$$me = md - ti$$

PRODUCCION POR HORA

$$PH = \frac{60 \quad (**)}{te}$$

PRODUCCION BI-HORAL

$$PB = \frac{120 \quad (**)}{te}$$

(*) Esta fórmula puede adecuarse a periodos diarios, semanales, mensuales, etc.

(**) Constante.

PRODUCCION DIARIA POR OPERACION

$$Po = \frac{med}{te}$$

PRODUCCION DIARIA TRABAJADORES DISPONIBLES

$$PT = \frac{med \times NT}{te}$$

TRABAJADORES NECESARIOS POR OPERACION

$$To' = \frac{Pe}{Po}$$

$$To = \frac{te \times Pe}{med}$$

UNIDADES PLANIFICADAS

$$UP = \frac{Up}{DT}$$

EFICIENCIA POR TRABAJADOR (***)

$$Et = \frac{mp}{me}$$

EFICIENCIA POR OPERACION (***)

$$Eo = \frac{Nr}{Ne}$$

EFICIENCIA POR UNIDADES (*)

$$EU = \frac{UP}{Up}$$

(*) Esta fórmula puede adecuarse a periodos diarios, semanales, mensuales, etc.

(***) Esta fórmula puede adecuarse a periodos bi-horales, diarios, semanales, etc.

1.2.4 SIMBOLOGIA:

SIMBOLO	SIGNIFICADO
DT	Dias de trabajo
Eo	Eficiencia por operación
ET	Eficiencia por trabajador
EU	Eficiencia por unidades
Ht	Horas totales
md	Minutos disponibles
me	Minutos efectivos
med	Minutos efectivos diarios
mP	Minutos producidos
NT	Número de trabajadores
Ne	Número de operaciones esperadas
Nr	Número operaciones realizadas
Pb	Producción bi-horal
Pe	Producción diaria esperada
PT	Producción diaria trabajadores disponibles.
Po	Producción diaria por operación
PH	Producción por hora
te	Tiempo estandar operación
ti	Tiempo inevitable
To	Trabajadores necesarios por operación
Up	Unidades planificadas
UP	Unidades producidas