



Capítulo 2: Conceptos teóricos



2.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan las herramientas de Ingeniería Industrial utilizadas en el estudio del caso, las cuales en conjunto determinarán la capacidad de producción de: una planta, un área específica de manufactura y/o una estación de trabajo.

La selección del método adecuado de pronósticos, es fundamental para una empresa, ya que de esto dependerá evaluar los índices de ventas que se tendrán en un futuro, y que por consecuencia se podrá determinar la cantidad de recursos necesarios para la fabricación de los productos o servicios. Es por ello que en este capítulo se describen de forma general, los métodos de pronósticos.

De igual forma se establece el concepto de capacidad de producción de una estación de trabajo o una organización entera, que ayude a los directivos y a las áreas involucradas que conforman a una empresa, para la toma de decisiones que afectan a las operaciones, los costos y las inversiones requeridas para la manufactura de los productos. Esto con el objetivo de satisfacer la demanda actual y futura.

2.2 Pronósticos

Se usa el termino pronosticar para hacer referencia a un método específico, en lugar de una simple adivinanza, para predecir eventos futuros. En los sistemas de producción controlados por el mercado de la actualidad, los pronósticos son más importantes que nunca. Tanto la recompensa por un buen pronóstico como la penalización por un malo puede ser bastante altas.

La estimación de comportamiento futuro de algunas variables, puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronósticos. Cada una de las técnicas de proyección tiene una aplicación de carácter especial, que hace de su selección un problema de decisión influido por diversos factores, como por ejemplo la disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico y los periodos futuros que se desea pronosticar.

Entender las limitaciones de los pronósticos y fijar expectativas apegadas a la realidad en cuanto al funcionamiento futuro son esenciales para hacer uso efectivo de los pronósticos en la toma de decisiones. En los sistemas de producción, casi siempre es de interés el pronóstico de la demanda para el producto o servicio con el fin de decidir cuanto producir.

En general, los pronósticos a corto plazo, hasta de un año, sirven de parámetro para las operaciones en curso, en este caso se necesita el número real de unidades de producto. Esta decisión puede ser semanal, mensual o tal vez trimestral. Los métodos de series de tiempos son los que se usan con más frecuencia para los pronósticos a corto plazo, pero en algunas situaciones,



también son útiles los métodos causales y los cuantitativos. Las decisiones a corto plazo requieren pronósticos de cientos de artículos.

Los pronósticos a mediano plazo, que abarcan entre uno y tres años, puede ser asignar cierta capacidad de planta a grupos de productos. Las decisiones a mediano plazo normalmente requieren pronósticos para uno o dos artículos. Con frecuencia se utilizan métodos cuantitativos, incluyendo los causales y las series de tiempo, para los pronósticos a mediano plazo.

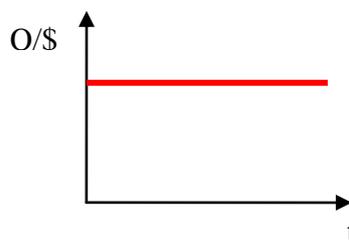
Y los pronósticos a largo plazo, abarca entre tres y cinco años, sirven de apoyo para abrir nuevas plantas o aumentar la capacidad de las existentes. Con frecuencia dependen de un pronóstico de la demanda. En este caso, los productos individuales no son los que despiertan interés, sino el volumen global. Las decisiones a largo plazo no requieren pronósticos exactos, la decisión de construir una nueva planta se basa en la tendencia de los pronósticos para varios años sucesivos y no en una sola estimación de la demanda. Así los pronósticos muy precisos son innecesarios. Normalmente, los pronósticos a largo plazo se hacen para una sola vez. Es común que se usen métodos causales y cuantitativos para obtenerlos.

2.2.1 Patrones de Pronósticos

No es difícil pronosticar la continuación de un patrón o relación establecida. Lo que es difícil es pronosticar exactamente un cambio en dicho patrón o tendencia y el tiempo, intensidad y consecuencias de ese cambio.

Horizontal

Existe un patrón horizontal cuando no hay tendencia alguna en los datos. Cuando existe tal patrón, generalmente se hace referencia a la serie como estacionaria, es decir, no tiende a aumentar o disminuir a través del tiempo de ninguna manera sistemática.

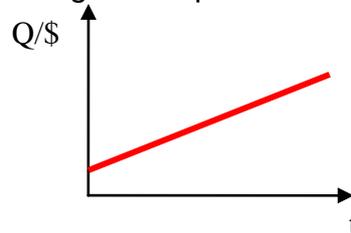


Los métodos de pronóstico que estiman patrones horizontales son:

- Último dato
- Promedio simple
- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavizamiento exponencial simple

Tendencial

Un patrón tendencial se da cuando existe un aumento o disminución general del valor de la variable a lo largo del tiempo. Las ventas de muchas compañías, y el Producto Nacional Bruto, los precios y muchos otros indicadores empresariales y económicos siguen un patrón ascendente a través del tiempo.

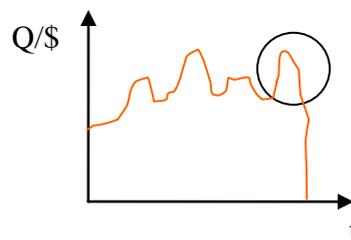


Los métodos de pronóstico que estiman patrones tendenciales son:

- Suavizado exponencial amortiguado de tendencia
- Regresión lineal

Estacional

Existe un patrón estacional cuando una serie fluctúa de acuerdo con un factor estacional. Las estaciones pueden ser los meses o las cuatro estaciones del año, pero también pueden ser las horas del día, los días de la semana o los días del mes.

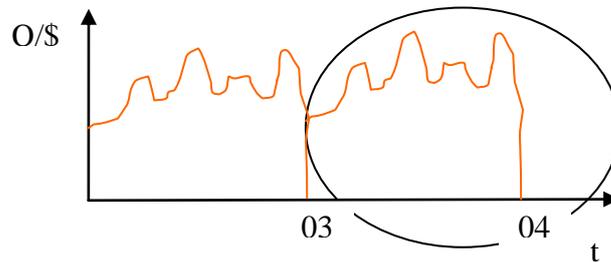


Los métodos de pronóstico que estiman patrones estacionales son:

- Suavizamiento exponencial de Winters (maneja tendencia y estacionalidad)
- Suavizamiento exponencial doble

Cíclico

Un patrón cíclico es semejante al patrón estacional, pero la duración de un ciclo único generalmente es mayor a un año. Muchas series, como el número de inicios de construcción de viviendas, el precio de los metales, el producto nacional bruto (GNP) y las ventas de muchas empresas, contienen un patrón cíclico. El patrón cíclico es difícil de pronosticar, porque o se repite a intervalos constantes de tiempo o su duración no es uniforme.



Uno de los métodos de pronóstico que estiman patrones cíclicos es:

- Método de descomposición

2.2.2 Métodos de Pronósticos

Los métodos de pronósticos se clasifican en dos áreas dependiendo de los datos que se utilice para realizarlos: métodos cualitativos y métodos cuantitativos. Los métodos cualitativos manejan datos que no son cuantificables y se evalúan con calificativos como bueno y/o malo, etc. Los métodos cuantitativos utilizan términos cuantificables para realizar pronósticos.

Cualitativos: Este pronóstico implica el uso de juicios subjetivos y esquemas de clasificación para transformar la información cualitativa en estimaciones cuantitativas

- **Método Delphi:** consiste en preguntas hechas a un grupo de expertos para recabar opiniones. Es un pronóstico por consenso.
- **Descripción del escenario:** se usa para hacer un retrato de cómo evolucionará el presente con el tiempo; con frecuencia se usa junto con el método Delphi. La descripción del escenario comienza tratando de identificar un conjunto de eventos futuros posibles. Se escribe un conjunto de escenarios, cada uno basado en un evento futuro posible. Cada escenario se examina con cuidado para determinar su probabilidad de ocurrencia y se desarrollan planes de contingencia para los más probables.
- **Análisis de impactos cruzados:** con frecuencia se usa para examinar los resultados de un estudio Delphi. El análisis indica los escenarios que deben describirse. Este procedimiento es de panorama amplio, igual que la descripción de escenarios, y evalúa la probabilidad de ocurrencia de ciertos eventos futuros que pueden interactuar y afectar las decisiones futuras.

Cuantitativos: Este hace una extrapolación del pasado o se utiliza cuando se cuenta con suficientes datos estadísticos o confiables para especificar las relaciones existentes entre variables fundamentales.



Modelo de Series de Tiempo

En un modelo de series de tiempo dos factores son importantes: la serie de datos que se va a pronosticar y el periodo de tiempo a utilizarse. Un modelo de series de tiempo supone siempre que algún patrón o combinación de patrones es recurrente a través del tiempo. De esta manera, al identificar y extrapolar dicho patrón, se pueden desarrollar pronósticos para periodos subsecuentes.

- Último dato
- Promedio simple
- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavizado exponencial simple
- Suavizado exponencial doble (de Holt)
- Suavizado exponencial amortiguado de tendencia
- Suavizado exponencial de Winters
- Métodos de descomposición
- Promedios móviles Autorregresivos

Modelo Explicativo o Causal

En este tipo de métodos cualquier variación de los insumos afectará los productos del sistema de manera predecible, suponiendo que la relación es constante. La primera tarea de los pronósticos es encontrar la relación a través de la observación de los productos del sistema (ya sea a lo largo del tiempo o mediante el análisis de un corte transversal de sistemas semejantes) y relacionándolos con los insumos correspondientes.

- Regresión lineal simple
- Regresión múltiple
- Métodos de simulación
- Métodos econométricos
- Métodos bayesianos
- Redes neuronales

2.3 Capacidad de producción

La capacidad de producción o capacidad productiva es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.

Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión (por ejemplo, la adquisición de una máquina adicional).



2.3.1 Definición de la capacidad

La capacidad es la razón máxima de capacidad productiva o de conversión para la combinación de producto existente en las operaciones de la organización.

A menudo resulta difícil obtener una medida real de la capacidad a causa de las variaciones cotidianas. Los empleados se ausentan o llegan con retraso algunas veces, la ocurrencia de fallas de equipos, la necesidad de tiempos muertos para realizar mantenimientos y reparaciones o para realizar ajustes en la maquinaria y hacer cambios en los productos, también se necesita programar las vacaciones.

Como todas esas variaciones ocurren con frecuencia, es posible observar que la capacidad de una instalación rara vez puede ser medida en términos precisos y las medidas a ser usadas deben ser interpretadas cuidadosamente.

2.3.2 Capacidad de las operaciones

La capacidad de las operaciones se refiere a la capacidad productiva de una instalación; en general se expresa como un volumen de producción en un periodo de tiempo. Los gerentes de operaciones están interesados en la capacidad por varias razones. Primero porque desean tener capacidad suficiente para proveer el tiempo y la cantidad de producción necesaria para satisfacer la demanda actual y futura del cliente. Además la capacidad disponible afecta a la eficiencia de las operaciones, incluyendo la facilidad o dificultad para programar la producción y los costos de mantenimiento de la instalación. Finalmente, la consecución de una capacidad es una inversión para la organización. Como lo que se busca es una buena recuperación de la inversión, los costos y los ingresos derivados de una decisión sobre la capacidad deben ser evaluados con sumo cuidado.

2.3.3 Planeación de la capacidad

Cuando una empresa toma la decisión de hacer más de un producto o servicio, o bien toma la decisión de hacer un nuevo producto o servicio, la planeación de la capacidad es la primera actividad de administración de las operaciones que tiene lugar. Una vez que se ha evaluado la capacidad y se determina una necesidad para instalaciones nuevas o en expansión, entonces tienen lugar las actividades de localización y tecnología de procesos.



2.3.4 Decisiones para la planeación de la capacidad

Las decisiones de planeación de la capacidad en general incluyen las actividades siguientes.

1. Evaluación de la capacidad existente.
2. Estimaciones de pronósticos de las necesidades futuras de capacidad en un horizonte de planeación seleccionado.
3. Identificación de modos alternativos para modificar la capacidad.
4. Evaluación financiera, económica y tecnológica de las alternativas de capacidad.
5. Selección o elección de la alternativa de capacidad más adecuada para llevar a cabo la misión estratégica.

2.3.4 Estimación de las necesidades futuras de capacidades

Los requerimientos de capacidades pueden ser evaluados desde dos puntos de vista extremos: a corto y a largo plazo.

Requerimientos a corto plazo: Se realizan pronósticos de la demanda de productos para estimar la carga de trabajo a corto plazo que se debe manejar en la instalación. Al mirar 12 meses hacia el futuro es posible anticipar los requerimientos de la producción para los diferentes productos y servicios. Entonces se pueden comparar los requerimientos con la capacidad existente y detectar cuando se requieren ajustes a las capacidades.

Requerimientos a largo plazo: Los requerimientos de capacidad a largo plazo son más difíciles de determinar a causa de la incertidumbre en el conocimiento de la demanda futura del mercado y en las tecnologías. El hacer pronósticos a 5 años o 10 años hacia el futuro es una tarea riesgosa. Los pronósticos actuales pueden ya no existir en el futuro. Evidentemente los requerimientos de capacidad a largo plazo depende de los planes de mercadotecnia, del desarrollo de los productos y de los ciclos de vida de los mismos.

2.3.5 Análisis de la capacidad de planta

El análisis de capacidad de planta es el estudio detallado de la cantidad de productos actuales y combinaciones de productos que se pueden elaborar en un periodo especificado. Esta información es decisiva para la formación del programa de producción maestro y para las estrategias de ventas de mercadotecnia.

Que sucedería si una compañía busca y consigue un contrato para producir un nuevo producto y después descubre que no cuenta con la capacidad planta para su producción. En primera el cliente podría deshacer el contrato y muy pocos clientes estarían dispuestos a dar nuevos contratos a esa compañía. Segunda, la compañía podría comprar la tecnología o subcontratar a otra empresa que cuente con la tecnología necesaria.



Esto podría resolver el problema con el cliente pero sería muy costoso, tomando en cuenta que las compañías que tuvieran la tecnología adecuada probablemente serían competidores en busca del mismo contrato. Estas son dos razones muy importantes para conocer con exactitud la capacidad de planta

Generalmente el análisis esta proyectado a un año, bajo un esquema de horas disponibles, mismas que dependen de las políticas de cada una de las empresas, debido a que es necesario considerar los días no utilices, como por ejemplo fechas días festivos, fines de semana, etc.

Con este parámetro de horas disponibles las empresas son capaces de identificar la capacidad total para fabricar sus productos, lo que le facilitará prever recursos tales como son: el número de personal y equipos requeridos para conocer si se podrá cumplir con la demanda de mercado (previamente identificado mediante un pronóstico de ventas)

2.3.6 Técnicas de desarrollo de capacidades en la estaciones de trabajo

A menos que una fabrica este constituida por obreros calificados que utilicen herramientas manuales, esta deberá considerarse una estructura de muchas unidades de hombre y maquina. Por lo tanto, cuando se habla de determinar capacidades de estaciones de trabajo, se deben tomar en cuenta los recursos diseñados de la herramienta y tan bien la capacidad del operario para hacer funcionar la estación de trabajo.

Como los seres humanos no somos maquinas ni robots y el desempeño varia de un día para otro, no podemos esperar que haya una repetición del esfuerzo cada vez que una pieza pasa por la estación de trabajo. Por lo tanto la determinación de la capacidad de dicha estación dependerá de la obtención de la frontera o limite inferior del intervalo de esfuerzo que se espere de la persona promedio. Se puede llevar a cabo a través de mediciones de trabajo para obtener la respuesta analíticamente más correcta, mediante la estimación por parte de personas con el conocimiento adecuado. El resultado es un factor de eficiencia por el cual se modifican en sentido descendente los recursos de diseño de una estación de trabajo, con el fin de obtener un factor de capacidad para la estación de trabajo.

1. **Tiempo de preparación.** La pieza de trabajo debe colocarse en el dispositivo. La experiencia señala que aproximadamente el 10 % del tiempo para realizar un trabajo cualquiera es el tiempo de preparación.
2. **Necesidades personales.** Un operador no puede trabajar en forma continua durante un turno completo de 8 horas, en virtud de la fatiga, necesidades personales y alimentación. Como regla, las personas necesitan 30 minutos para tomar un refrigerio y otros 30 minutos por cada turno de 8 horas para descansar y realizar necesidades personales.



Por lo tanto, del periodo de 8 horas se debe restar 1 hora que se dedica a la persona o bien el 12.5% del tiempo de trabajo disponible por turno.

3. **Ausentismo.** El índice de ausentismo habitual en la industria es más o menos de 2%. Esto significa que el trabajador común no se presenta a laborar aproximadamente 5 días por año debido a enfermedades o necesidades personales.
4. **Tiempos de interferencia.** Este es el tiempo improductivo cuando el operador esta disponible para la operación, pero no puede realizarla. En relación con una maquina estación de trabajo de soldadura con dispositivo, la interferencia podría deberse al reemplazo del carrete de de alambre de soldadura, a la actividad de mantenimiento de la maquina, a las inspecciones de calidad durante el proceso, a la lectura de las instrucciones de trabajo del proceso. La practica normal es la de asignar el 10% del tiempo disponible al factor de interferencia.
5. **Errores.** El operador comete errores y estos deben tomarse en consideración en cualquier evaluación real que se haga de la capacidad. Comúnmente, la reducción en la capacidad permitida por errores cometidos por el operador es de 3%.
6. **Eficiencia.** Esta es una medida la cual permite que el operador verifica su tarea en comparación con la forma en que debe realizarse según las especificaciones del diseño del proceso. En desempeño continuo a razón de una eficiencia del 10 % requiere que todos los movimientos del operador y la colocación de todas las herramientas fueran exactamente continuos, según lo planeado originalmente por la unidad de ingeniería de métodos. Esto es virtualmente imposible de lograr en relación con operaciones de manufactura continúa.

EJEMPLO:

Se cuenta con una estación de trabajo de soldadura semiautomática, que utiliza un proceso de soldadura de alimentación continua de arco sumergido y un dispositivo para hacer girar las partes que se soldarán. Se realizan cordones de soldadura circunferenciales, donde cada uno de ellos se aplica en la posición descendente vertical.

Los parámetros conocidos de la estación de trabajo son:

- 1) La velocidad y dirección de rotación del dispositivo
- 2) La intensidad de aplicación del proceso de soldadura.

Por consiguiente, es posible calcular la intensidad o índice de aplicación en la pieza de trabajo. Conociendo así mismo la sección transversal volumétrica de la soldadura, es posible determinar el tiempo que tardará en obtener aplicar la soldadura circunferencial completa. Esta es la capacidad teórica de la estación de trabajo de la maquina soldadora. Por desgracia no se puede emplear en el desarrollo de la capacidad de la estación de trabajo.



La máquina puede trabajar por tiempo indefinido, pero necesita la inteligencia del ser humano para controlarla y guiarla. Por consiguiente el problema de la capacidad de la estación de trabajo se reduce finalmente a la parte del tiempo fuera de las 24 horas del día en que un operador guiará la máquina.

Supóngase que este proceso de arco sumergido en particular puede aplicar 30 libras de soldadura por hora, o bien 720 libras por día. Esta es la capacidad teórica de la estación de trabajo. A continuación se determina la capacidad práctica, de acuerdo a los factores ya mencionado.

1. **Tiempo de preparación.** Esto es el equivalente a una reducción de 3 libras por hora en el índice de aplicación.
2. **Necesidades personales.** Esto corresponde a una reducción de 12.5% de la capacidad teórica o a 3.75 libras por hora.
3. **Ausentismo.** El factor de ausentismo del 2% es igual a una reducción de 0.6 libras por hora.
4. **Tiempos de interferencia.** Esto equivale a una reducción de 3 libras por hora.
5. **Errores.** En este ejemplo equivale a una reducción de 0.90 libras por hora.
6. **Eficiencia.** Esto quiere decir que el 20% del tiempo improductivo equivale a una reducción de 6 libras por hora.

Al utilizar la capacidad de esta estación de trabajo tendríamos que utilizar el valor de 12.75 libras por hora para el índice de aplicación de soldadura en vez de 30 libras por hora, posibles en teoría. Esta es la cifra que se utilizará siempre que se calcule la cantidad de trabajo que realiza en esta operación de trabajo particular y siempre que se determine el tiempo que tomará realizarlo.

La eficiencia es el mayor de los factores de deducción. Para los fines de análisis de la capacidad, la unidad de ingeniería de manufactura deberá conocer el nivel de eficiencia al que trabajan los segmentos de la fábrica. Esta información se obtiene de las mediciones normales de eficiencia, que se evalúan en forma continua. No importa cual sea la base de la medición, en tanto que sea consistente. Si es así, las mediciones de la eficiencia se podrán utilizar como factores de deducción para obtener valores de capacidad prácticos para cada estación de trabajo. Conforme mejora la productividad de la planta, mejora así mismo su capacidad final. Por lo tanto, el ejercicio de determinación de la capacidad es dinámico y las evaluaciones de la capacidad de la planta deben ser una actividad progresiva.

Una vez que se tiene un archivo de evaluaciones de la capacidad practica de las estaciones de trabajo, se puede comenzar a construir una matriz de valores de capacidad de la planta.

Antes de poder determinar la capacidad de la planta, es necesario determinar si tiene los recursos necesarios para elaborar el producto. Por lo tanto, la verificación de los recursos se vuelve un asunto de investigación se puede o no producirse el producto.



Cuando la planta sabe con exactitud que es lo que va a producir, la verificación de los recursos es una revisión del equipo adecuado para el producto. A menudo, una planta se constituye para elaborar una diversidad de productos similares.

2.3.7 Evaluación de la capacidad total de la planta

Ahora que se han descrito las técnicas de evaluación de las capacidades de las estaciones de trabajo y productos individuales, es posible considerar las técnicas de evaluación total de la planta. Cabe señalar que la única variable independiente es la capacidad que tiene la planta de producir, es decir, las limitaciones físicas y de proceso. Por consiguiente, es muy importante tener la certeza de que una combinación contemplada de productos no constituirá una velación de las fronteras de capacidad de la planta. Si lo fuera, sería necesario hacer inversiones en equipo nuevo y en capacitación del personal o subcontratar fases de manufactura con otras compañías.

La evaluación de la capacidad total en una planta, que elabora múltiples productos requiere la predicción de la cantidad de recursos que se destinarán a cada producto. El área de mercadotecnia es el único segmento de la compañía que cuenta con los recursos adecuados para hacer una estimación del mercado. Por esta razón, ingeniería de manufactura no intenta determinar las características y tendencias del mercado, si no que elabora datos básicos que muestran una combinación específica de productos con cantidades porcentuales que pueden producirse.

Con frecuencia esto no es aceptable para todas las funciones de la empresa por que especifica un porcentaje fijo para cada producto. Evidentemente, cuando cambian las oportunidades del mercado, el porcentaje fijo no se mantiene útil. Ingeniería de manufactura desarrolla capacidades por producto como si no existiera otro y después traza diagramas de capacidad para permitir al personal de mercadotecnia o de programación de la producción, determinar cuanta capacidad sigue estando disponible después de que se asiente en el programa de producción un número de productos específicos.

El análisis de cada producto se hace independiente en la forma que se describió en el ejemplo anterior descrito. Se evalúa la capacidad de cada estación de trabajo para elaborar cada producto específico como si no existiera otro. Cada estación de trabajo constará de ella misma o de un conjunto de estaciones con las mismas características. Nótese que la capacidad anual total es siempre igual a la de la estación de trabajo con la capacidad más baja. Esto quiere decir que la estación de trabajo con la capacidad más baja, está 100% asentada en relación con ese producto, en tanto que las otras estaciones de trabajo, teniendo una mayor capacidad para fabricar el producto, están asentadas en menos del 100%.



Una manera práctica de evaluar la capacidad de una corrida propuesta de múltiples productos será la de centrar la atención exclusivamente en las estaciones de trabajo más importantes. Por consiguiente, considerando en las estaciones de trabajo más importantes, es probable reducir en forma significativa los ejercicios de evaluación de capacidad. En este caso, el término estación de trabajo crítica es sinónimo de estación de trabajo con la producción más baja.

Algunos de los datos muy importantes, pero quizás incalculables que deben evaluarse en forma subjetiva por parte de los planificadores de áreas con el objeto de determinar capacidades, se mencionan a continuación.

1. **Retiro del operador más importante.** Suponiendo que el operario clave es el factor más importante al determinar la eficacia de la estación de trabajo, su retiro tendrá un efecto perjudicial en la capacidad. Generalmente ocurre una disminución del 5 al 10 % en la eficiencia cuando sucede esto.
2. **Vencimiento del contrato con el sindicato.** Si el ambiente de trabajo es favorable, este no tendrá efecto.
3. **Instalación de equipo nuevo.** Deberá anticiparse una curva de aprendizaje que vaya de la producción menor a la mayor (diseñada). La longitud de la curva de aprendizaje deberá determinarse con base en experiencias anteriores y en la complejidad del equipo nuevo en comparación con el anterior.
4. **Cambios en la tolerancia.** Cualquier cambio en la tolerancia afectará la capacidad.
5. **Factores climatológicos.** Cuanto mayor sea la incomodidad en la planta para trabajar, tanto mayores serán las pérdidas en manufactura.
6. **Mantenimiento de las estaciones de trabajo.** La falta de mantenimiento no solo da origen a un mayor número de descomposturas en las máquinas, sino que afecta así mismo las operaciones cotidianas. Esto provoca que los operarios hagan correcciones que puedan ser o no estar correctas. Esto conduce a pérdidas mayores de manufactura y a una menor productividad.
7. **Tiempo extra planeado en exceso.** En raras ocasiones un programa continuo de 6 días es igual a una producción de los mismos 6 días. Por lo general, debido a la fatiga se termina quizá con la producción de 5.5 días. Las causas son el ausentismo excesivo y la reducción en la eficiencia.
8. **Cambios de diseño en las especificaciones de los materiales.** Este es uno de los tipos de cambio de mayor alcance que pueden afectar la capacidad. Si el cambio resulta de una petición de manufactura, generalmente se realiza para mejorar la susceptibilidad de manufactura del producto, de aquí que aumente la capacidad. Si resulta de nuevos requisitos de ingeniería de diseño, el resultado será que los materiales sean más difíciles de procesar en la maquinaria, por lo tanto, disminuye la capacidad.



Existen sin número de factores relacionados con la gente, equipo y materiales que afectan la capacidad. El aspecto importante aquí es que los aspectos pertinentes deberán ser identificados por la unidad de ingeniería de manufactura, de manera que se puedan asignar factores empíricos para hacer un ajuste subjetivo de las capacidades.

2.4 Procesos de soldadura por arco

De todos los procesos de soldadura, el de soldadura con arco es el que se aplica con más frecuencia. En esta soldadura, el calor necesario para fundir el electrodo y el metal de la pieza de trabajo se genera por la resistencia eléctrica (fricción) de ambos al paso de la electricidad (corriente).

Cuando pasa electricidad por un alambre, el movimiento de la energía eléctrica en el alambre origina fricción, y dicha fricción calienta el alambre. Como el alambre se calienta como resultado de su resistencia al paso de la electricidad, es lógico deducir que cuando mayor sea el flujo (corriente) de electricidad que pasa por un alambre de diámetro dado, mayor será la fricción que resulte. El incremento de fricción dará así lugar a un incremento en calor.

Podría servir de ayuda comparar el paso de la electricidad a lo largo de un alambre con el paso del agua por una tubería. El caudal de agua que pasa por el tubo se expresa en litros por minuto. La corriente de electricidad que pasa por un alambre se expresa en amperes. Como el paso de electricidad determina la cantidad de calor que produce, cuanto mayor se el amperaje, mayor será el calor generado por el arco.

2.4.1 Circuito de la soldadura por arco

Para establecer un circuito de soldadura debe contarse con una fuente de energía eléctrica. En la mayoría de los procesos de soldadura de arco, dicha fuente es la máquina de soldar. Se utilizan cables, uno sirve para conectar el porta electrodo a una de las terminales de la máquina y por ello se llama cable del electrodo o Terminal del electrodo. El otro cable conecta la pinza de trabajo a la otra Terminal, y se conoce como cable de tierra o cable de la pieza de trabajo. Ambos cables deben ser del tamaño, longitud y el material adecuados para conducir la corriente requerida ofreciendo poca resistencia; de lo contrario, la energía se dispara, desperdiándose en forma de calor en el cable.

Una parte del circuito de soldadura es la conexión del cable del electrodo y del cable de tierra o de la pieza de trabajo. En la soldadura con corriente directa, los cables del electrodo y de tierra pueden conectarse en dos formas diferentes. Una se conoce como conexión en polaridad directa (PD), y la otra como conexión en polaridad invertida (PI). En la conexión de PI, el cable de tierra o de la pieza de trabajo debe conectarse a la terminal negativa (-), y el cable del electrodo a la terminal positiva (+). En la conexión de PD, el cable de tierra, o de la pieza de trabajo, debe conectarse a la terminal positiva (+), y el cable del electrodo a la terminal negativa (+).



2.4.2 El arco eléctrico

El aire seco es un mal conductor de la electricidad, casi puede clasificarse como no conductor. La electricidad no se transmite en realidad a través del aire. Pero bajo ciertas condiciones salta en un entrehierro, formando un arco. La corriente de soldadura que pasa a través del de este entrehierro de aire de alta resistencia genera un calor muy intenso en el arco, el cual puede ser de 6,000 a 10,000 °F. Como resultado, el metal base se funde en el punto en el que toca el arco, y el electrodo se funde (se convierte en metal de aporte) en el punto en que el arco toca la punta del electrodo.

Para mantener el arco estable y consistente, se incorporan ciertas sustancias químicas en los recubrimientos de los electrodos, las que ayudan a contener y dirigir el arco, sirviendo también para proteger el metal de aporte fundido del contacto con el aire mientras aquel pasa a través del arco.

2.4.3 Soldadura con arco metálico y gas (GMAW: Gas Metal Arc Welding)

El proceso de soldadura GMAW también conocido como MIG se ha convertido en uno de los principales métodos de soldeo en el mundo, se encuentra altamente posicionado en la industria metalmeccánica gracias a que incrementa la productividad, mejora la presentación de los cordones de soldadura, produce menos escoria y cumple con las medidas para la protección ambiental

La soldadura GMAW, es el proceso más popular y difundido en la industria, puede utilizarse con todos los metales comerciales importantes, como los aceros al carbono y de aleación, inoxidable, aluminio, magnesio, cobre, hierro, titanio y zirconio.

Casi todos los tipos de hierro y acero pueden unirse con MIG, incluso el hierro libre de carbono y los aceros al bajo carbono y baja aleación, los aceros de alta resistencia enfriados por inmersión y templados, los hierros y aceros cromados o niquelados, y algunos de los aceros llamados de superaleación. Esta técnica tiene enormes ventajas, ya que es de fácil aplicación, no salpica en exceso y produce soldaduras de calidad, además los consumibles se pueden encontrar en casi todas las ferreterías o distribuidores especializados.

El proceso GMAW, es en esencia , un proceso de cd con polaridad invertida PI, en el cual el electrodo consumible, sólido y desnudo, es protegido de la atmósfera por medio de una atmósfera protectora proporcionada en forma externa, en general de bióxido de carbono, de mezclas de argón y bióxido de carbono, o de gases con base de helio.



2.5 Distribución de planta

Una buena distribución de la planta es un factor importante en la gestión económica de la empresa. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función, para el recorrido de los materiales, puede considerarse la espina dorsal de los procesos productivos, y por lo tanto, debe ponerse atención para evitar que los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas que no aseguren la eficiencia esperada de un sistema industrial.

Existen dos situaciones a considerar para la distribución de la planta; la primera es la disposición de una fábrica nueva y la mejora de una ya existente, esta última se presenta como resultado a que las disposiciones no van cambiando de acuerdo a una metodología, si no que se van agregando máquinas en donde se encuentre espacio.

Es conveniente aclarar que esta función dentro de la Ingeniería Industrial recibe varios nombres en el uso diario, entre ellos se pueden mencionar:

1. Disposición o distribución de equipos.
2. Plant Lay Out.
3. Lay Out.
4. Distribución de planta.
5. Planeación de talleres.

2.5.1 Objetivos de la distribución de planta

Como todo proyecto o actividad humana, debe definirse el objetivo de la distribución de planta.

1. Facilitar el proceso de manufactura.
2. Minimizar los movimientos de materiales.
3. Mantener una flexibilidad adecuada. Al hablar de flexibilidad, se refiere a la capacidad de respuesta ante los cambios o variaciones, en los planes de producción. Por lo tanto existen dos tipos de flexibilidad:
 - En la cantidad (por expansiones o aumentos de volumen)
 - Calidad (por cambios de diseño o productos fabricados)
4. Asegurar una alta rotación de materiales en proceso. Esto traerá como consecuencia una disminución de los inventarios, lo que significa menores activos.
5. Minimizar la inversión en equipos
6. Utilizar lo más racional posible del espacio disponible.
7. Utilización más eficiente de la mano de obra.
8. Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo. Este punto da origen a lo que conocemos como ergonomía.



2.5.2 Planeación de la distribución de planta

El tamaño y las actividades de planta varían mucho con el tipo de organización. Si se trata de una empresa pequeña que no tiene un Ingeniero Industrial, la responsabilidad debe asignarse al departamento de Ingeniería o al encargado de producción. Como referencia pueden indicarse las siguientes tareas que se producen en el orden siguiente:

1. Obtención de datos históricos. Análisis de productos y volúmenes de producción, cambios de diseño, sub-montajes, montaje final, estándares de producción etc.
2. Planear el recorrido de los materiales.
3. Planear centros de trabajo. Ayudándose con las técnicas de estudio de métodos y medición del trabajo.
4. Requisitos de inventarios. Volúmenes de almacenaje y áreas requeridas.
5. Servicios auxiliares. Aire comprimido, calderas, energía, agua, etc.

2.5.3 Principales tipos de distribución

Principalmente existen tres formas para distribuir las máquinas:

1. **Posición fija:** en el lay out por posición fija el componente principal permanece fijo y los elementos de la producción, esto quiere decir que la mano de obra, materiales y equipo concurren a él. Como ejemplo se puede mencionar la fabricación de barcos y locomotoras.
2. **Por proceso:** Todas las operaciones de un mismo proceso se agrupan en un área. Por ejemplo todas las operaciones de torneado o de soldadura, se hacen en un departamento donde únicamente se hace ese tipo de operación.
3. **Por producto:** Es aquel en el cual el producto se produce en un área. Si el producto es normalizado y fabricado en grandes cantidades esta distribución es la más conveniente. Es el utilizado para la fabricación de automóviles, artículo y empresas manufactureras similares, que se caracterizan por la producción en masa.

Independientemente del tipo de distribución que se establezca, existen tres requisitos que deben cumplirse para obtener mayores beneficios a la distribución de planta.

- **Cantidad económica justificable:** Las series de producción deben ser grandes para compensar los mayores gastos iniciales.
- **Posibilidad de balancear la línea:** El desarrollo de balanceo de línea se realiza a través de técnicas de investigación de operaciones y en caso más complejos, mediante el uso de computadoras, para realizar el balanceo se necesita información como son: volúmenes de producción, lista de operaciones, su secuencia y porcentaje de defectos, tiempos requeridos por cada operación.



- **Continuidad de la producción:** La fluidez de la producción en línea supone que cada operación continua funcionando individualmente, ya que si el movimiento de materiales se detiene en cualquier operación, en la línea no se producirá nada a partir de ese punto. Esto es importante de considerar ya que dificultades menores que pudieran causar una parada de la producción, provocaría dificultades mayores al final.

2.6 Análisis productos - volumen de producción

En casi todas las industrias hay una relación desproporcionada entre la variedad de productos fabricados y sus ventas, es decir que por ejemplo; el 20% de la variedad de los productos fabricados representan el 80% de las ventas.

Esta disposición es bien conocida por los analistas del mercado y tiene impacto en control de producción, en especial en control de inventarios, y por ello se han desarrollado técnicas como la regla 20 / 80, el método ABC, etc., que tienen en cuenta las relaciones volumen-variedad. Para el encargado del lay out este análisis tiene también un significado, que constituye la base para decidir el tipo de lay out que se instalará, ya sea en línea, por proceso o un sistema mixto.

2.7 Selección de maquinaria

La compra de maquinaria, ya sea para reemplazar a otra usada o que se trate de una nueva instalación, interesa a varios departamentos de la fábrica, entre los cuales se pueden citar:

1. Producción.
2. Control de producción.
3. Mantenimiento.
4. Ingeniería.
5. Compras.
6. Finanzas.

Dichos departamentos deben ser consultados antes de tomar una decisión.

2.7.1 Maquinaria para una planta nueva

Es un problema diferente al de la sustitución de maquinaria. Los pasos seguir son:

1. Obtener las especificaciones del producto y hacer una lista de los materiales, piezas, etc., que se necesitan.
2. Determinar el volumen a fabricar.
3. Hacer un diagrama de las operaciones para las piezas.
4. Realizar lista de operaciones por clase de maquinaria en la que se realizará.



5. Obtener estimación de tiempos estándar de las operaciones. Calcular capacidad diaria de las maquinas se instalarán y determinar el número de ellas.
6. Escoger los tipos de maquinas que son apropiadas, tratando de mantener la plataforma de las ya existentes.
7. Estudio de las especificaciones de la maquinaria. Tener en cuenta aspectos de nivelación, resistencia de pisos, etc.

2.7.2 Factores para el reemplazo de maquinaria

La maquinas se pueden reemplazar de acuerdo a un programa establecido o cuando surge algún problema relacionado con la fabricación (calidad, cantidad, nuevos productos, etc.), es necesario realizar algún plan de investigación. Este plan consistirá en realizar una lista de puntos que sirvan para evaluar la maquinaria ya existente, y la propuesta desde el punto de vista técnico y costo.

A. Factores técnicos:

- ¿Esta desgastada o es obsoleta?
- ¿Es inadecuada por la velocidad, calidad, resistencia?
- ¿Carece de los controles, accesorios especiales y dispositivos de seguridad?
- ¿La maquinaria propuesta realizará además de los trabajos actuales, algunos extras?
- ¿Se aumentará la automatización?
- ¿La maquinaria nueva tendrá ventajas de preparación del trabajo, comodidad, seguridad, mantenimiento?

B. Factores de costo:

- Costo actual de mantenimiento relacionado con el costo de mantenimiento de la maquinaria propuesta.
- Costo de modificación de la maquinaria vieja.
- Posibilidad de disminuir el desperdicio (Productividad de los materiales).
- Calidad de la mano de obra requerida.
- ¿Podrá reducirse el número de operarios para igual producción?
- Vida útil estimada
- Periodo de recuperación de capital invertido
- En caso de cambios de diseño ¿la maquinaria nueva servirá?
- ¿Ahorrara espacios?
- ¿Se dispone de fondos? ¿Puede financiarse?

Todos estos puntos tienen una adaptación especial a la industria que se trate, pero en forma general son comunes a muchas.