

#### IV.- J . I . T .

**"Producir el tipo y cantidad de unidades en el tiempo requerido"**

Como puede observarse en el esquema del sistema de producción Toyota en la página anterior (Fig. 1), uno de sus aspectos principales, es el concepto J.I.T. cuyos elementos esenciales son:

- \* La estandarización de operaciones.
- \* La producción por pieza individual.
- \* La reducción del tiempo guía de producción.
- \* La producción uniforme.
- \* El sistema Kanban.

A continuación se describen cada uno de ellos.

##### 4.1.- Estandarización de operaciones.

Una condición importante para que pueda darse el sistema J.I.T. ó Justo A Tiempo, es tener una buena estandarización de operaciones. Esto es que aquel conjunto de actividades manufactureras que conforman las operaciones deben ser controladas, en términos de cantidad, calidad y tiempo de duración. Para lo anterior se establecen como objetivos los siguientes puntos :

- 1) Lograr una alta productividad mediante el trabajo eficiente, eliminando movimientos y acciones innecesarias.
- 2) Alcanzar el balanceo de línea entre todos los procesos en términos de tiempo de producción.
- 3) Considerar como la cantidad estándar de trabajo en proceso la cantidad mínima

Los tres elementos de la estandarización de operaciones buscan obtener el siguiente objetivo:

Producción balanceada entre todos los procesos minimizando la cantidad de trabajadores y trabajo en proceso.

Elementos de la estandarización de operaciones :

A	B	C
Tiempo de ciclo	Rutina de operaciones estándar	Cantidad estándar de trabajo en proceso

**A.- Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo, es el tiempo en que una unidad es producida. Es determinado por la cantidad diaria requerida y el tiempo de operación efectivo diario, de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} \text{Tiempo} \\ \text{de} \\ \text{ciclo} \end{array} = \frac{\text{Tiempo de operación efectivo diario}}{\text{Cantidad diaria requerida}}$$

El tiempo de operación efectivo diario no debe ser reducido por cualquier razón atribuible a fallo en máquinas, pérdida de tiempo por esperas del material, reproceso, fatiga y/o tiempo de descanso, puesto que todas las situaciones anteriores ya han sido estudiadas y controladas mediante la planeación para que no se den. En algunas empresas el tiempo de ciclo se alarga debido a la fatiga, pero esto es claro toda vez que se sobrelimita la carga del trabajador. Es necesario determinar el número de operaciones y de trabajadores necesarios para producir una unidad dentro del tiempo de ciclo.

#### B.- Rutina de operaciones estándar.

Después de determinarse el tiempo de ciclo y el tiempo de operación manual por unidad, para cada operación, debe calcularse el número de operaciones distintas que deben ser asignadas a cada trabajador, es decir, determinarse la rutina de operaciones estándar para cada trabajador. La rutina de operaciones estándar es un conjunto de actividades ordenadas y/o secuenciadas que cada trabajador debe desarrollar dentro de un tiempo de ciclo determinado. Esta rutina tiene dos propósitos: Primero establecer qué se debe hacer en forma exacta, y segundo la secuencia en que lo debe hacer el trabajador multifunciones.

### C.- La cantidad estándar de trabajo en proceso.

La cantidad estándar en proceso es la mínima cantidad necesaria de trabajo en proceso dentro de una línea de producción. Esta se determina principalmente por el trabajo que entra y sale de las máquinas y también el trabajo asignado a cada máquina inicialmente. El inventario almacenado como producto terminado al final de la línea no puede ser considerado como cantidad manipulable en espera.

Sin estas cantidades de trabajo, las operaciones rítmicas predeterminadas de varias máquinas en esta línea, no podrían lograrse. Luego la cantidad manipulable estándar actual varía de acuerdo a las siguientes diferencias en distribuciones de máquinas y rutinas de operación :

\* Si la rutina de operación está de acuerdo con el orden del flujo del proceso, solo se requiere el trabajo que es asignado a cada máquina, por lo que no se maneja trabajo entre máquinas.

\* Si la rutina de operaciones esta en contradicción al orden del proceso, es necesario considerar cuando menos una pieza de trabajo entre máquinas.

#### 4.2.- Producción por pieza individual

En el sistema FORD se utiliza un transportador a lo largo de la línea de ensamble pasando por las áreas en que se dividió el proceso. El tiempo que dura la operación en una estación determinada y el tiempo que dura pasando el transportador deben

ser iguales. Para ésto la línea de ensamble debió ser dividida de tal forma que en todos los procesos y en base a una estandarización de operaciones, se consiga comenzar y terminar el trabajo asignado casi al mismo tiempo.

El sistema de producción Toyota está basado en una idea similar a la de FORD. De acuerdo a un sistema de transportador un automóvil terminado puede ser producido en cada tiempo de ciclo y simultáneamente cada unidad de cada proceso en esta línea puede mandarla al siguiente proceso. El tiempo de ciclo es el tiempo total consistente de la igualación de tiempo de operación y de transportación. En Toyota este flujo de producción es considerado como producción y traslado por pieza individual.

Esta idea es manejada por la mayoría de las empresas manufactureras pero usando un lote de producción muy grande y Toyota maneja esta idea utilizando lotes de producción pequeños. De esta manera las plantas Toyota utilizan la producción por pieza individual integrando y conectando los procesos a la línea de ensamble final. En este sentido el sistema de producción Toyota es considerado como una derivación del sistema FORD.

#### 4.3.- Reducción del tiempo guía de producción

La adaptación diaria a la demanda actualizada para varios tipos de automóviles, es uno de los propósitos de la producción J.I.T la cual requiere de la reducción del tiempo guía de producción. El tiempo guía de producción está conformado por los

tiempos de entrega del proveedor, de colocación para proceso, de traslado entre procesos, y de traslado a almacén de producto terminado.

Así como Toyota comenzó a controlar la cantidad, calidad, eficiencia y eficacia de sus procesos, se necesitaba que los proveedores también cumplieran con estos atributos, es decir que se involucraran con la idea. Los proveedores de Toyota tuvieron que producir de acuerdo a especificaciones de tipo, cantidad, calidad y tiempo de entrega, lo que ayudó a reducir el tiempo de entrega ya que las compras se realizan justo a tiempo, es decir comprar las unidades necesarias en las cantidades necesarias y en los tiempos necesarios, éste se entenderá mejor en el siguiente punto, el de producción uniforme.

La disposición de materiales para el proceso y la manufactura se realiza más eficientemente debido a la estandarización de las operaciones, y al sistema de producción por pieza individual.

El traslado entre procesos también es controlado por el sistema de producción por pieza individual, lo que reduce cuando es necesario, el tiempo de colocación en proceso.

El tiempo guía de preparación es manejado mediante el concepto de preparación individual. Cada trabajador multifunciones puede preparar su equipo y maquinaria rápidamente ya que las actividades de adaptación son estandarizadas y conocidas por él mismo, esto es factible debido a los equipos y maquinaria de propósito general y a la capacitación continua de

los trabajadores multifunciones.

Finalmente, el tiempo de espera está conformado en forma importante por los tiempos de espera en cada proceso o etapa del sistema de producción en general. De los dos tipos de tiempo de espera, uno es causado por un desbalance en el tiempo de producción entre procesos y el otro se relaciona con el tamaño del lote en los procesos. Para reducir el primero, se debe balancear la línea. La producción entre todos los procesos debe ser la misma en cantidad y tiempo. Así entonces, el tiempo de ciclo debe ser el mismo en todos los procesos. Para ésto, la estandarización de operaciones es fundamental.

La reducción del segundo tipo de tiempo de espera implica el tamaño del lote. Tradicionalmente se producía lote por lote a través de las máquinas de un proceso y esto implicaba mucho tiempo de ocio a máquinas y procesos. En Toyota se utilizan dos políticas para evitar lo anterior. Una es que el lote de producción debe variar de acuerdo a la demanda y la otra es que la producción se haga por pieza individual.

En cuanto al tiempo de preparación, se ha logrado reducirlo mediante una serie de políticas resultado de un estudio especializado sobre las operaciones de preparación, las cuales se describen a continuación:

- \* Se definió preparación interna como aquélla que para realizarla tiene que parar la operación de la máquina o equipo. La preparación externa es aquella que puede realizarse aun estando en operación la máquina o equipo a que

se haga referencia. Se deben reconocer las actividades de preparación según el criterio antes mencionado.

- \* Modificar maquinaria y equipo para cambiar lo mas posible la preparación interna a externa.
- \* Reducir el proceso de ajuste mediante la implementación de elementos facilitadores de ajuste sobre maquinaria y equipo.
- \* Desaparecer sistemáticamente el paso de preparación mediante el diseño y estandarización de los elementos de maquinaria y equipo para distintas partes o piezas a procesar.

#### 4.4.- Producción uniforme.

El propósito del sistema de producción Toyota es elevar la productividad a través de la reducción de costos, lo cual puede lograrse eliminando el desperdicio, principalmente el inventario innecesario. Esto se consigue con el sistema de producción J.I.T. En las ventas, el concepto justo a tiempo se realiza proveyendo productos vendibles en cantidades vendibles. Esta situación es caracterizada por la producción de adaptación rápida a los cambios en la demanda. Como resultado los inventarios excesivos son eliminados.

La Producción uniforme es un término que en J.I.T. significa adaptar la producción a la demanda. En ésto se manejan dos fases de uniformidad de producción. La primera fase busca la adaptación de la producción a los cambios en la demanda mensual

al año (adaptación mensual). La segunda fase es la adaptación a los cambios diarios de la demanda en un mes (adaptación diaria) y esta adaptación diaria, es lograda mediante la planeación de la producción mensual cuyo resultado formal se conoce como plan maestro de producción, el cual indica un nivel de producción promedio diario de cada proceso en la planta.

La adaptación diaria se consigue sacando producción diaria variada y es cuando el sistema Kanban, también conocido como sistema de jalar, ayuda a uniformizar la producción.

La Toyota tiene un plan de producción anual, donde se define cuantos carros deben hacerse y venderse en el año presente. También se tiene un plan de producción mensual que consta de dos pasos. Primero, el tipo y cantidad de carros se sugiere dos meses antes, luego se determina un plan detallado un mes antes del determinado. La información definida que se sugiere es comunicada a las compañías subcontratadas al mismo tiempo. De este plan de producción mensual se prepara el plan de producción diario.

Para el sistema de producción Toyota, este plan de producción diario es particularmente importante por que el concepto de producción uniforme es incorporado en este plan.

La uniformidad de la producción debe extenderse en dos áreas las cuales son : La producción total promedio de un producto por día y la cantidad promedio de cada variedad de producto dentro del gran total. Por ejemplo :

La fábrica Toyota tiene varias líneas de ensamble final

tales como las líneas Corona, Célica, Crown, etc. Supóngase que la línea Corona tiene que producir 20,000 unidades en un mes con 20 días laborables. Esto significa que 1000 Coronas deben ser producidos por día, esta uniformidad de producción en términos de cantidad de producción diaria, la realiza el departamento de ingeniería industrial de la planta, promediando la cantidad total a ser producida por día. Al mismo tiempo la línea Corona tiene que ser promediada en términos de varios tipos de Coronas existentes.

La línea Corona ensambla alrededor de 3,000 a 4,000 tipos de Coronas los cuales son diferenciados por combinaciones de varios distintos motores, aceleradores, transmisiones, número de puertas, colores interiores y exteriores, tipo de llanta, y otras varias opciones. Cada uno de estos tipos distintos de Coronas deben ser también promediados para la producción diaria.

Supóngase que hay cuatro tipos principales de Coronas y el número de días operables al mes son 20. La cantidad diaria promedio de cada tipo es como sigue :

Tipos	Demanda de mes	Salida promedio diaria	Tiempo de ciclo	Unidades por cada 9.6 min.
A	8,000	400	480 min. x 2 turnos	4
B	6,000	300	1,000 unidades	3
C	4,000	200	= 0.96 min/unidad	2
D	2,000	100		1
20,000 unid. 1,000 uni/día.				10 unid.

---

A finales del mes previo las líneas de producción son informadas sobre la cantidad y tipo de unidades que promediarán para la producción en el siguiente mes. Esta información la maneja el sistema de planeación central. Una vez que un proceso de producción recibe su regla mensual para promediar producción diaria, adaptándose a la nueva información, ejemplo :

La carga para una máquina se prepara a un 90 % de su capacidad y cada trabajador opera como un trabajador multifunciones manejando 10 máquinas a un ritmo considerado lento o un tiempo de ciclo considerado grande (ésto de acuerdo a la estandarización de operaciones). Pero cuando la demanda se incrementa, los obreros temporales son contratados y entonces cada trabajador deberá manejar menos de 10 máquinas cada uno utilizando las máquinas a un 100 % de su capacidad y con un ritmo considerado rápido o un tiempo de ciclo considerado pequeño.

En las líneas de ensamble si un trabajador maneja el trabajo con un tiempo de ciclo de 1 min. de una operación , entonces (se estima) entre dos trabajadores podrá hacerse la misma operación en un tiempo de ciclo de 30 seg. y como resultado la cantidad de producción se duplica utilizando mayor capacidad de las máquinas y elevando la contratación temporal. Esto se recomienda para planes de producción no ordinarios.

Ahora, un punto fundamental dentro de la producción uniforme es la relación entre los vendedores y las plantas. Un vendedor estima las necesidades por ventas ya iniciadas, pronósticos, etc. Y el proceso para llevar esta información a las plantas de

producción para planear su desarrollo, específicamente la regla de secuencia de la línea de ensamble de una planta en particular es el siguiente:

1.- Una orden de 10 días es mandada por el vendedor a la compañía de ventas Toyota. Para esto, un mes es dividido en tres períodos de 10 días. Siete días antes de iniciar un período llega una orden de diez días, en la cual él mismo anticipa sus necesidades de inventario de automoviles con especificaciones estándar. Esta orden de diez días es utilizada por la Toyota para elaborar su plan de producción uniforme, revizando las cantidades promedio para definir la regla de secuencia diaria en forma preliminar.

2.- Una orden diaria es mandada por el vendedor a la compañía de ventas Toyota. Las ordenes diarias son recibidas cuatro días antes de implementarse las mismas en la línea de ensamble. El vendedor basa la orden diaria en la demanda del consumidor. A diferencia de la orden de diez días, en la diaria se definen preferencias específicas y opciones que por su naturaleza no pueden tenerse en inventario. La orden de diez días se reviza y redondea la información con la orden diaria.

3.- Una orden diaria (oficial), es mandada de la compañía de ventas toyota a la planta de producción Toyota. Esta orden define colores, modelo, motor, llantas, etc. de la producción requerida.

4.- La regla de secuencia diaria es preparada por la planta Toyota. Cuando recibe la orden diaria de sus asociados en ventas la prepara para su línea de ensamble de modelos mezclados. Esta

regla de secuencia se prepara al día y dos días después se produce. Esta información la conoce cada proveedor solo en cuanto a su especialidad se refiere.

#### 4.5.- Sistema Kanban.

El sistema Kanban es un sistema de información práctico, que mantiene y coordina la producción J.I.T., en cada proceso de la fábrica y entre los proveedores. En Toyota, el sistema Kanban es un subsistema de todo el sistema de producción Toyota, y no debe considerarse como equivalente.

La producción justo a tiempo en Toyota es un método para adaptarse a los cambios de la demanda. El primer requerimiento para esto es que todos los procesos sepan con exactitud qué se requiere. En el sistema de control de producción ordinario este requerimiento es conocido mediante varias reglas de producción en todos los procesos: Procesos de manufactura de partes así como en la línea final de ensamble. Estos procesos de manufactura producen partes de acuerdo a sus reglas de producción, empleando el método de entrega de partes al proceso subsecuente, esto es el método PUSH, o empujar (ver fig. 2).

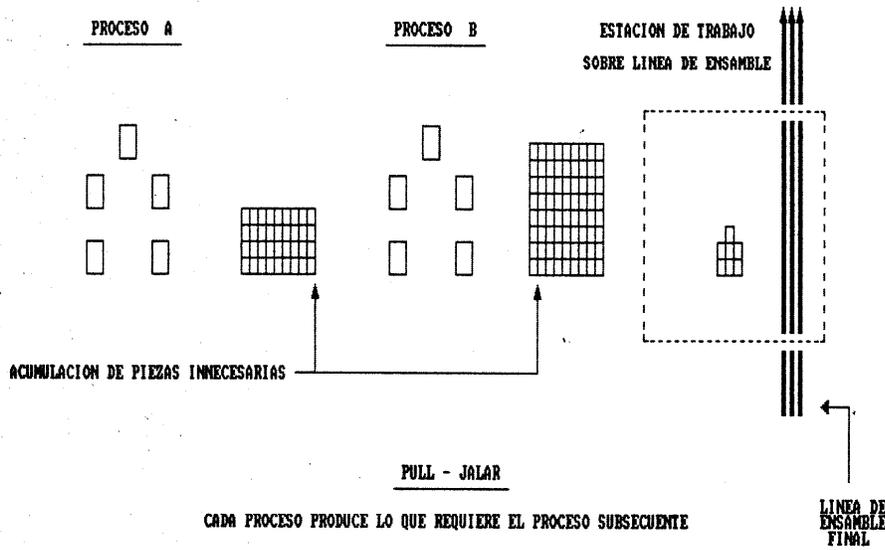
Si se tiene que hacer una adaptación a cambios en la demanda se tiene que cambiar todas las reglas de producción de todos los procesos, es decir hay que reprogramar todo el proceso general lo que se vuelve muy costoso si existe una gran variabilidad en la demanda del mercado.

**SISTEMAS PUSH Y PULL CONSIDERANDO PRODUCCION POR PIEZA INDIVIDUAL**

(figura 2)

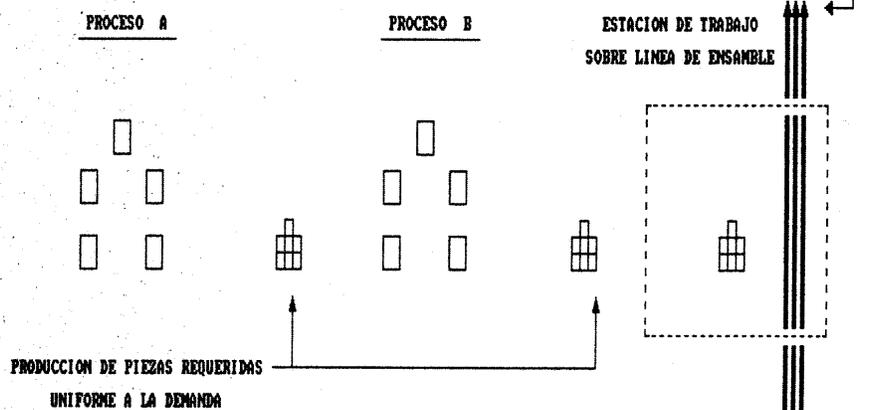
**PUSH - EMPUJAR**

CADA PROCESO PRODUCE A UN RITMO CONSTANTE PASANDO SUS PIEZAS PROCESADAS AL SIGUIENTE PROCESO SIN IMPORTAR SI VAN A UTILIZARSE O NO.



**PULL - JALAR**

CADA PROCESO PRODUCE LO QUE REQUIERE EL PROCESO SUBSECUENTE



En contraste el sistema de producción Toyota es revolucionario en el sentido de que produce solo lo que requiere el proceso subsecuente. El proceso subsecuente debe requerir al proceso precedente el tipo y cantidad de piezas necesarias y el tiempo en el cual deberán ser producidas. A esto, se le conoce como método PULL o de jalar (ver fig. 2). Así, solo la línea final de ensamble sabe que se requiere en el mercado, y todos los requerimientos a los procesos precedentes, se les hace saber a través de Kanbans.

Un Kanban, es una herramienta para alcanzar el J.I.T. En términos prácticos, es un tarjetón o carta de forma rectangular envuelta en plástico. Principalmente se utilizan (ver fig. 3) dos tipos de Kanban: El de requerimiento y el de orden de producción.

Kanban de requerimiento: Este es el que manda el proceso subsecuente con sus requerimientos al proceso precedente.

Kanban de orden de producción: Este es el que fluye junto con la materia prima a través de un proceso, indicando lo que se requiere y coincide con lo especificado por el kanban de requerimiento que dio origen a éste.

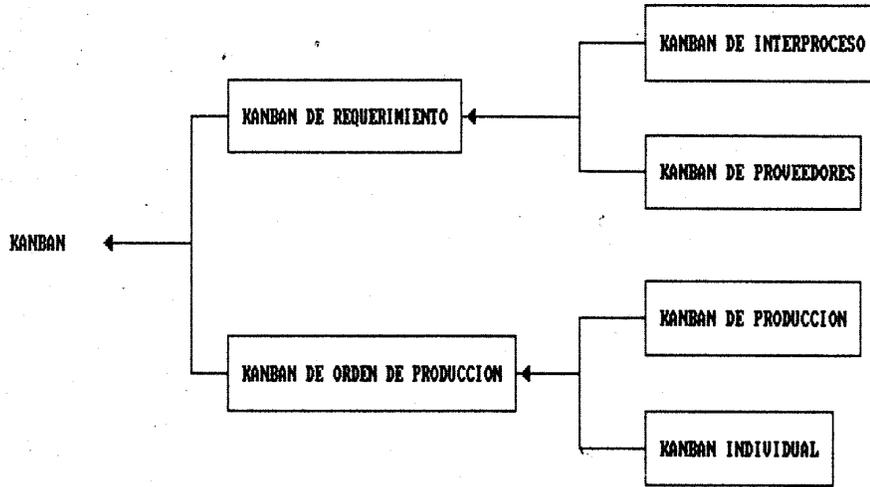
Se manejan, también, otros cuatro tipos de Kanbans, los cuales se derivan de los dos anteriores:

Kanban de requerimiento interprocesos: Se utiliza cuando hay en un proceso mucha complejidad, o hay más de un proceso interconectado a una misma área de trabajo sobre la línea de ensamble final.

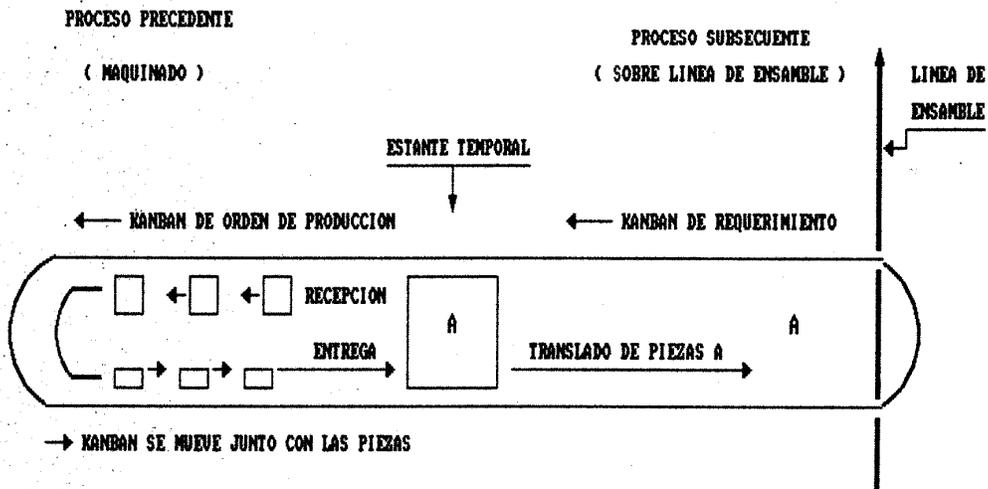
# ESTRUCTURA Y FLUJO DE KANBANS

(Fig. 3)

## ESTRUCTURA GENERAL DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE KANBANS



## FLUJO DE DOS KANBANS



Kanban de requerimiento a proveedores: Se utiliza para hacer saber a los proveedores los requerimientos de la planta.

Kanban de producción: Cuando se requiere producir más de un lote de producción.

Kanban individual de producción : Cuando se requiere producir solo un lote de producción.

Todos los Kanbans siguen una metodología para su uso que se conforma de la siguiente manera (y que se explica en la figura 3 sección inferior):

1.- El carrier de un proceso subsecuente va al almacén de producto terminado del proceso precedente con el número necesario de Kanbans de requerimiento y los contenedores vacíos sobre un montacargas.

2.- Cuando el carrier del proceso subsecuente, requiere las partes de el almacén de producto terminado del proceso precedente, en el almacén se colocan los Kanbans de orden de producción en los contenedores (cada contenedor lleva una hoja de Kanban) luego se llevan estos contenedores (vacíos) al lugar designado por la gente del proceso precedente.

3.- Cada Kanban de orden de producción corresponde a un Kanban de requerimiento, cuando se intercambian se comparan y se verifica la consistencia entre los dos.

4.- Cuando se empieza a procesar la orden de producción el Kanban de requerimiento debe ser puesto en el poste de Kanban de

requerimiento.

5.- En el proceso precedente, el Kanban de orden de producción se toma del poste cuando un cierto número de unidades han sido procesadas y deben ser ubicadas en el poste de Kanban de producción, en la misma secuencia en que han sido acomodadas en el almacén.

6.- Se producen las partes de acuerdo a una secuencia ordinal.

7.- Las unidades físicas y el Kanban correspondiente deben moverse como un par cuando son procesadas.

8.- Cuando las unidades físicas son completadas en este proceso se colocan junto con el Kanban de orden de producción en el almacén, del cual el proceso subsecuente puede disponer para obtener lo que esta requiriendo, a partir de ese momento.

Además para realizar el proposito de J.I.T. con el sistema Kanban deben seguirse las siguientes reglas:

1.- El proceso subsecuente debe requerir los productos necesarios del proceso precedente, en las cantidades necesarias y el tiempo en que se necesitarán.

Para que se cumpla esta regla deben cumplirse a su vez las siguientes subreglas :

- \* Cualquier requerimiento sin Kanban debe ser prohibido.
- \* Cualquier requerimiento que sea más grande que el número

de Kanbans debe ser prohibido.

\* Un Kanban debe estar siempre unido a un producto físico.

Estos prerequisites del sistema de Kanban junto con las condiciones de uniformidad de producción, distribución de procesos, y estandarización de operaciones, determinan en gran medida el éxito del sistema Kanban.

2.- El proceso precedente debe producir solo el tipo y cantidad que le requiere el proceso subsecuente.

Si hay algún problema se para todo el proceso general como si se congelara manteniéndose el balance entre los procesos. El sistema de producción Toyota se realiza como una línea de ensamble ideal, donde el Kanban es el medio de información, orden de ejecución y control de producción.

Para esta regla se requiere cumplir las siguientes subreglas :

\* Producción tan grande como el número de hojas de Kanbans que no sean prohibidas .

\* Cuando hay varios tipos de piezas requeridas en Kanbans esperando a ser producidos se procesan de acuerdo a la orden en que fueron producidas.

3.- Los productos defectuosos nunca deberán pasarse al proceso siguiente.

El no cumplir esta regla puede generar los siguientes inconvenientes:

- \* Producir artículos defectuosos.
- \* Pérdida de tiempo buscando donde se produjo el defecto.
- \* Desperdicio de materia prima por defectos en serie.

4.- El número de Kanbans debe ser minimizado.

Toyota reconoce el incremento en el inventario como origen de todo tipo de desperdicio. La autoridad final para determinar el número de Kanbans es delegada al supervisor de cada proceso. Si mejora el proceso, reduciendo el tamaño del lote de producción y acortando el tiempo guía de producción entonces, el número necesario de Kanbans puede ser reducido.

5.- El sistema Kanban debe ser usado para adaptarse a las fluctuaciones en la demanda.

La utilización del sistema Kanban establece a diferencia del sistema tradicional , que no debe darse una reglamentación detallada para los procesos precedentes durante un mes, sino solo a la línea de ensamble final, la cual debe de conocer la secuencia de producción diaria.