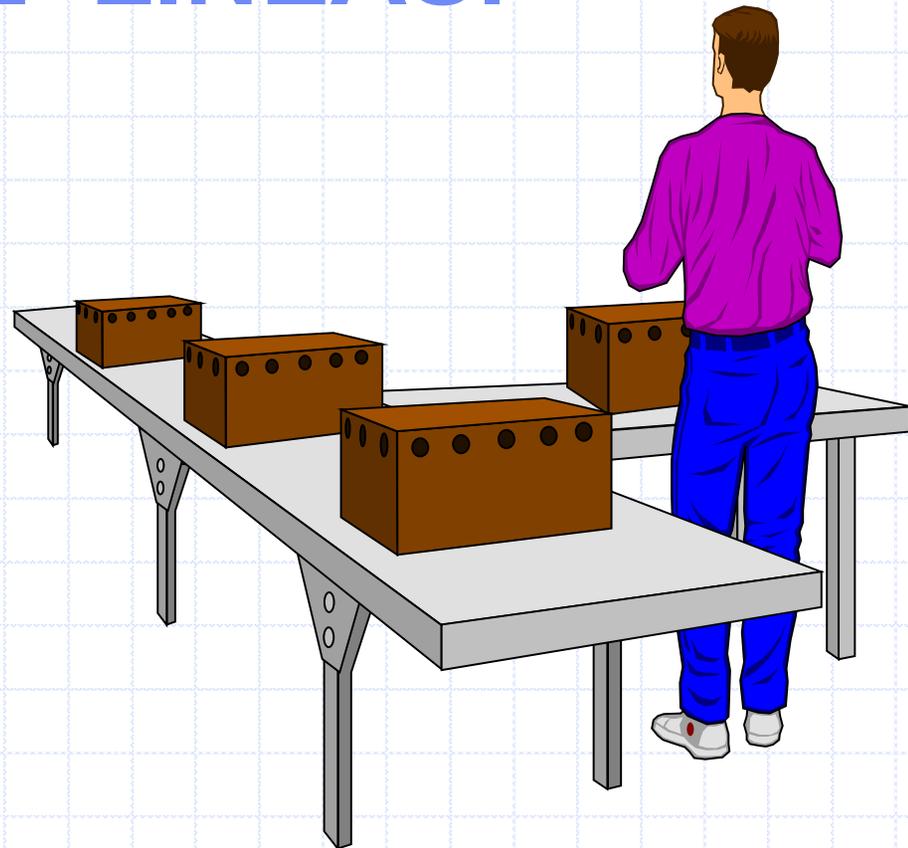


BALANCE DE LINEAS.





EMPRESA

SISTEMA

PRODUCCION CONTINUO.

(PRODUCTO)

SISTEMA

PRODUCCION INTERMITENTE.

(PROCESO)

SISTEMA PRODUCCION CONTINUO.

Se deben satisfacer las siguientes condiciones si se desea organizar las instalaciones como un sistema enfocado al PRODUCTO.

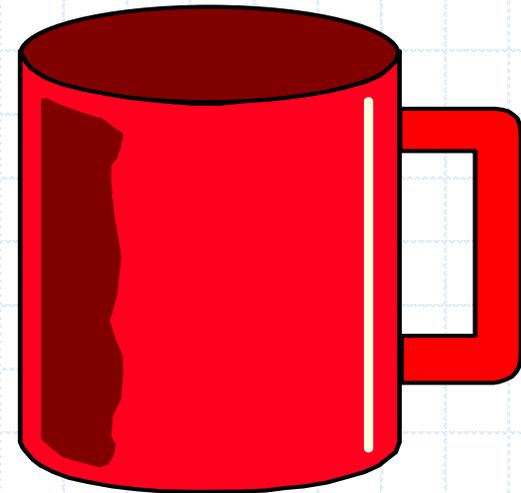
Un volumen adecuado para la utilización razonable del equipo.

Una demanda del producto razonablemente estable.

Estandarización del producto.

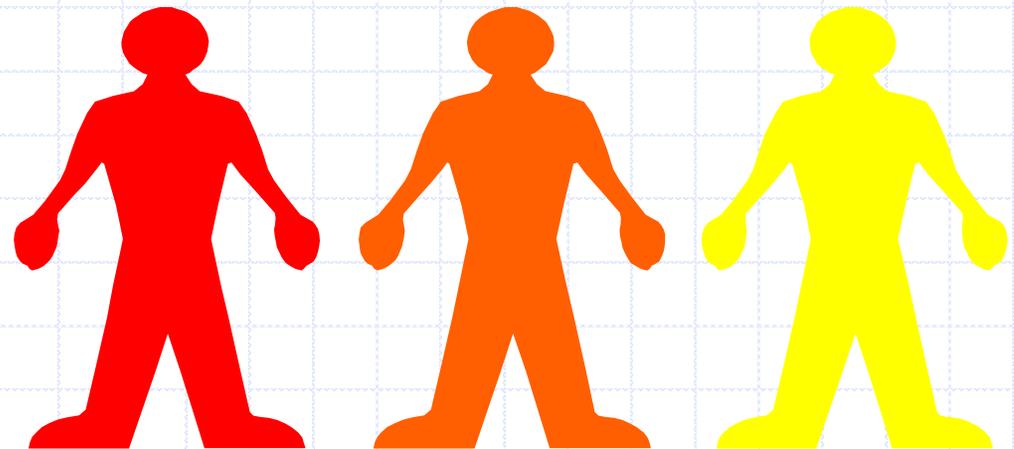
Intercambiabilidad de partes.

Suministro continuo de partes.



Las máquinas y el equipo se distribuyen conforme a la secuencia de operaciones que se requiere para fabricar y ensamblar un producto.

Las máquinas y operarios se especializan en la realización de operaciones específicas.

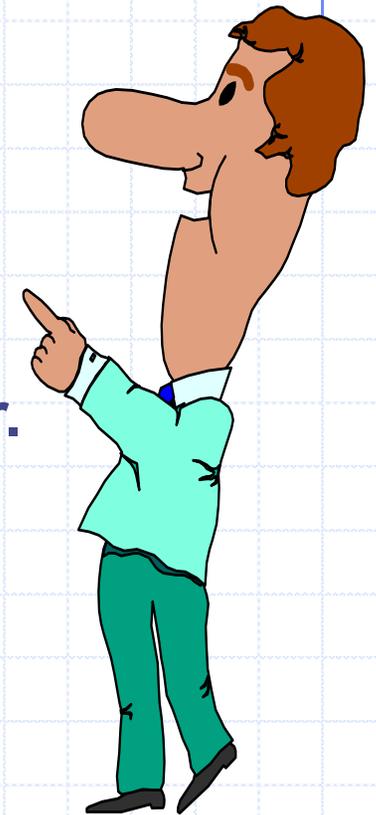


A manera de resumen se puede decir que:

Es una línea o cadena de medios y servicios auxiliares a través de los cuales se refina progresivamente el producto

Una secuencia lógica de operaciones reduce el manejo de materiales e inventarios, por lo general hace bajar el costo de producción por unidad y es más fácil de controlar y supervisar.

Estas ventajas se alcanzan a costa de la **FLEXIBILIDAD.**



SISTEMA PRODUCCION INTERMITENTE.

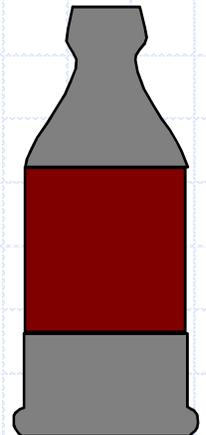
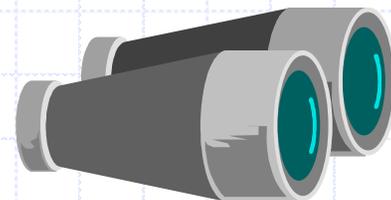
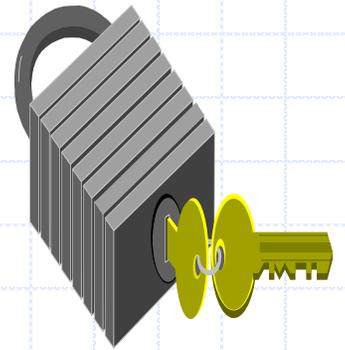
El equipo del mismo tipo funcional se coloca junto. Se utiliza cuando:

Las mismas instalaciones se deben emplear para fabricar y ensamblar diversos tipos de piezas.

Se utiliza el concepto de “ lotes “ de fabricación.

Se tiene un volumen bajo de producción.

Las piezas o productos siguen rutas diversas que determinan los requerimientos de su diseño.



Agrupamiento de máquinas y servicios de acuerdo con las funciones comunes para la ejecución de operaciones diversas como soldadura, pintura, etc.

Un arreglo funcional es característico de la producción de una fábrica por lotes.

Permite buena FLEXIBILIDAD y reduce la inversión en máquinas.

Aumenta la manipulación, los requerimientos de espacio, el tiempo de producción y la necesidad de una minuciosa supervisión y planeación.



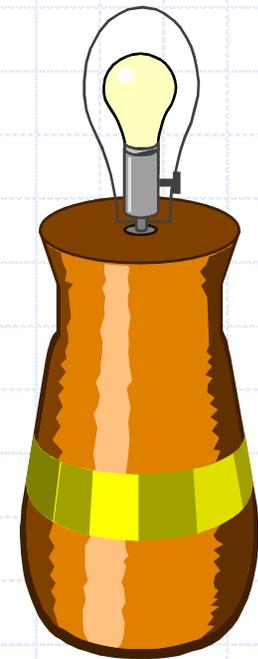
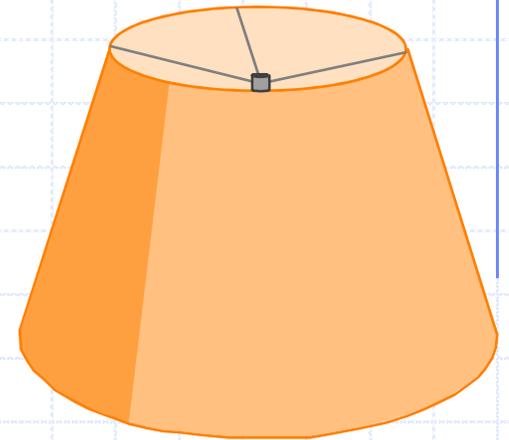
Línea de Producción.

La idea fundamental de una línea de ensamble o producción es que el producto se arma progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijas, por un dispositivo de manejo de materiales.



Los elementos de trabajo establecidos de acuerdo con la **división del trabajo** se asignan a las estaciones de manera que todas ellas tengan aproximadamente la misma cantidad de trabajo.

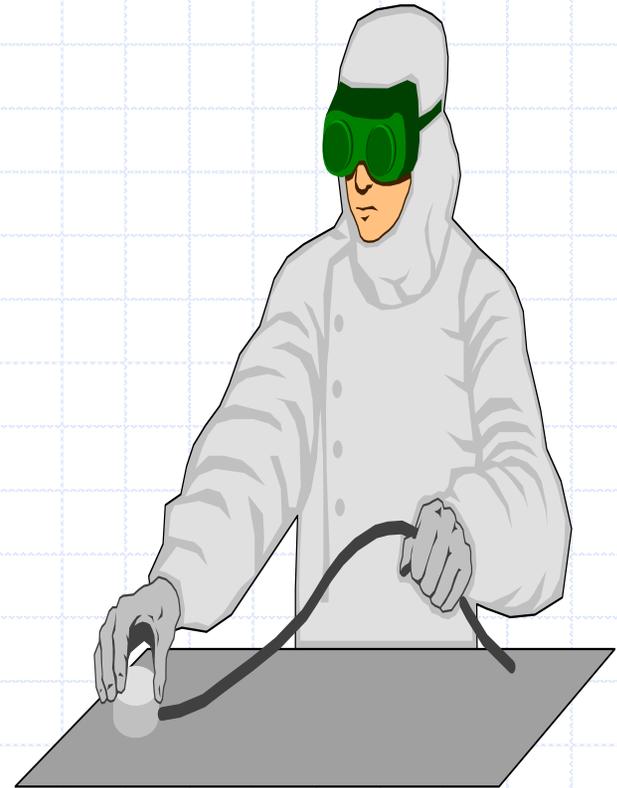
A cada persona en su estación se le asignan determinados elementos y los lleva a cabo una y otra vez en cada unidad de producción mientras pasa frente a su estación o puesto de trabajo.



Es decir para cada estación o puesto de trabajo, se tiene:

Un método de trabajo.

Un tiempo estándar

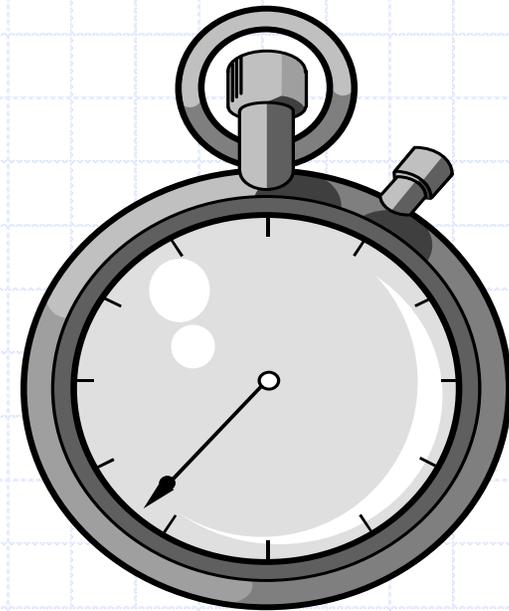


¿ CUAL ES EL PROBLEMA DE LAS LINEAS DE PRODUCCION ?

La problemática de las líneas de producción va ligada a los tiempos de producción de cada operación o puesto de trabajo.

Tiempos iguales.

Tiempos diferentes.

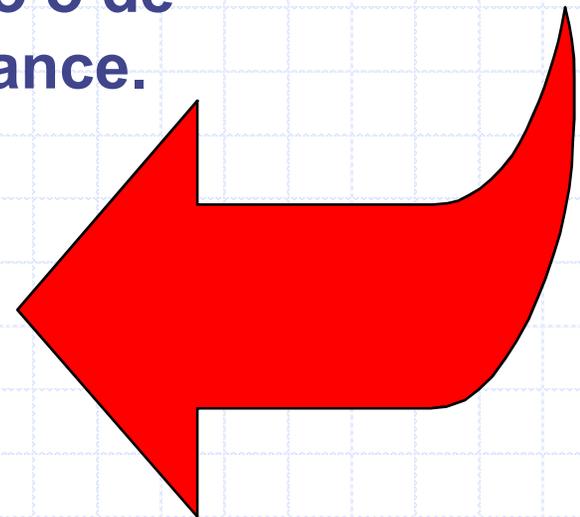


TIEMPOS IGUALES.

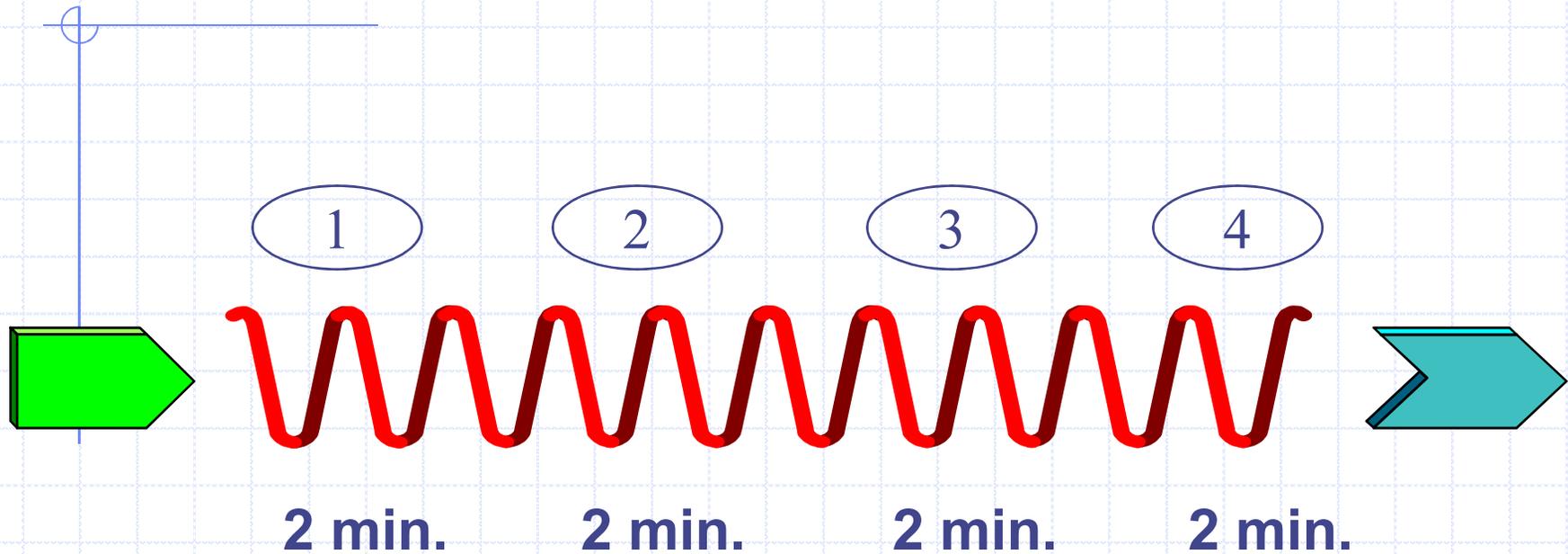
En este caso todas las estaciones o puestos de trabajo tienen el mismo tiempo

Es una situación ideal, pero que en la realidad por ser operaciones y trabajadores diferentes “ nunca “ se puede dar.

Esta situación se conoce como Balance Perfecto y no se tendrá tiempo ocioso o de otra manera, no hay retraso en el balance.



LINEA DE PRODUCCION.



- Cada 2 minutos se fabrica una pieza, no hay tiempo ocioso.

BALANCE PERFECTO

DIFERENTES TIEMPOS.

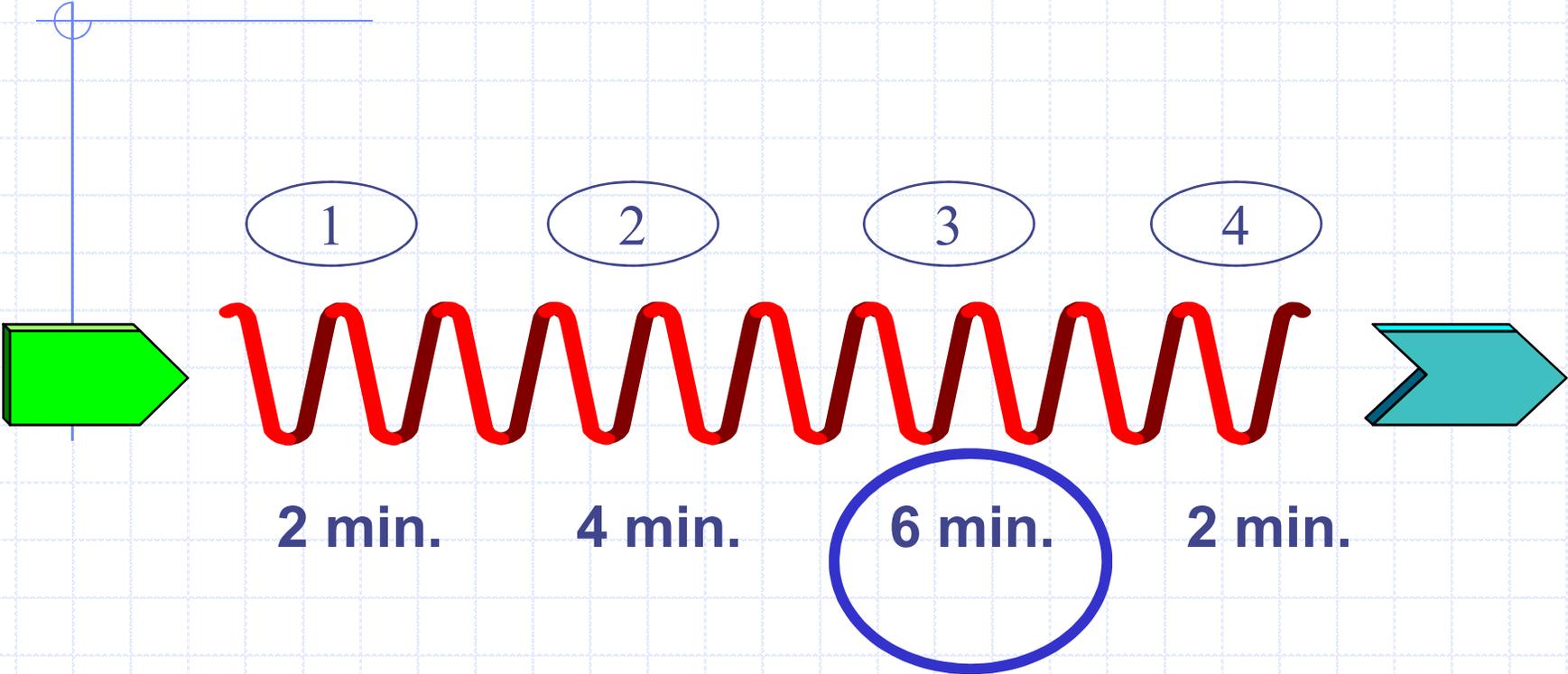
En este caso los tiempos son diferentes, se presenta retraso del balance, el cual se define como:

La cantidad de tiempo ocioso que resulta en toda la línea de ensamble debido a los tiempos totales desiguales de trabajo asignados a las diferentes estaciones.

Cuando una línea está desbalanceada se tendrá capacidad ociosa en todas las operaciones, a excepción de la operación **CUELLO DE BOTELLA.**

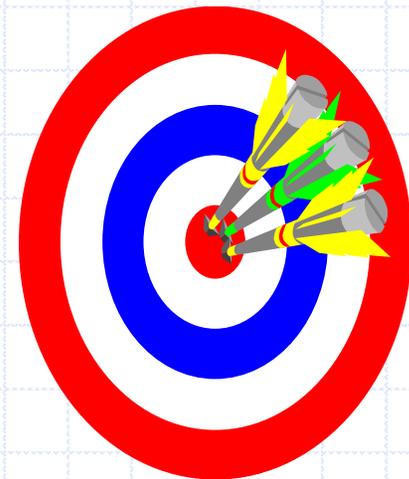


LINEA DE PRODUCCION.

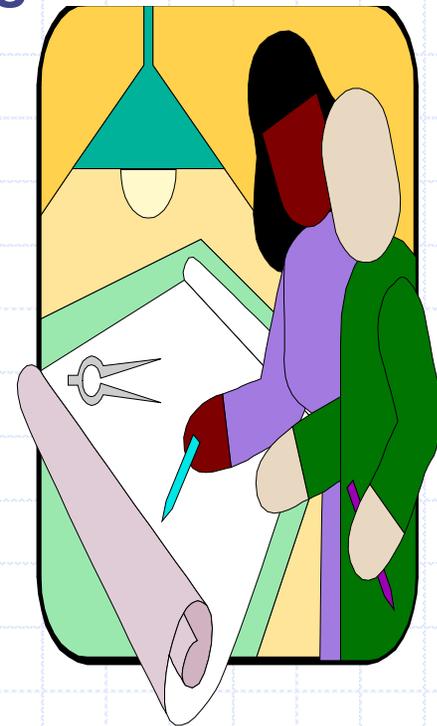


CUELLO DE BOTELLA O RESTRICCIÓN

Se tienen tiempos diferentes, lo que ocasiona cuellos de botella que son los causantes de retrasos en las operaciones subsecuentes, ello a la vez produce un desbalance en la línea, causando un aumento en el tiempo de ocio del proceso estudiado.



A manera de resumen se puede decir que el problema de balancear una línea de producción surge cuando los tiempos de las operaciones NO SON IGUALES.



FACTORES PARA EL DISEÑO DE UNA LINEA DE PRODUCCION.

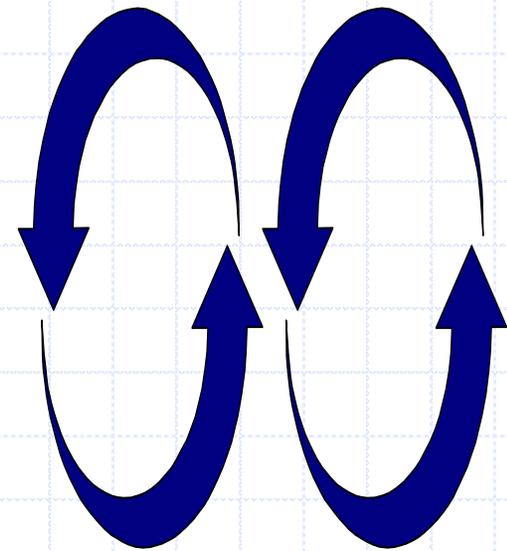
FACTORES INTERNOS.

Lista de Operaciones.

Tiempos de Operación.

FACTORES EXTERNOS.

Demanda.



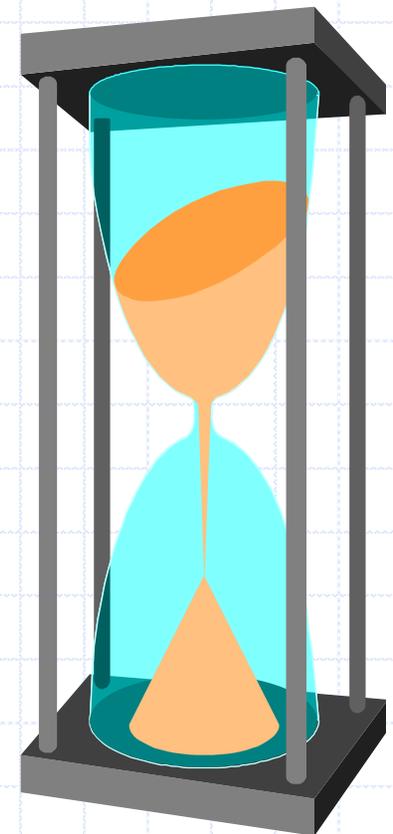
FACTORES INTERNOS.

Lista de Operaciones.

Es necesario establecer las operaciones que se necesitan para elaborar el producto. Un diagrama de explosión de materiales y de proceso de operación son de gran ayuda.

Tiempos de Operación.

Se deben tener tiempos estándar actualizados.



FACTORES EXTERNOS.

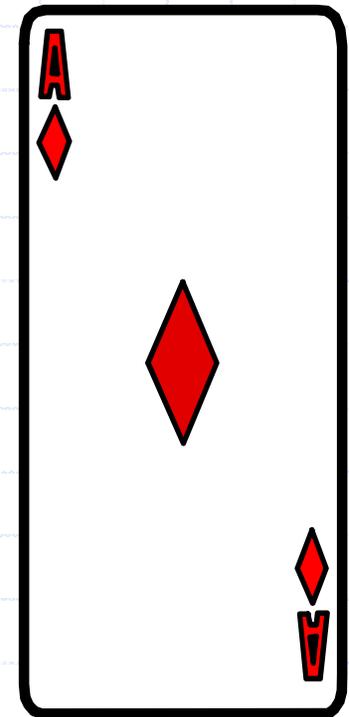
Demanda.

Es un aspecto muy importante, que va a definir el tamaño de la línea de producción.

¿Cuál es la demanda a satisfacer ?

- Una pieza por día.
- Cien mil piezas por día.

Son implicaciones muy diferentes si se toma una u otra alternativa.



Existen métodos para determinar la demanda, se llaman PRONOSTICOS, los cuales pueden ser:

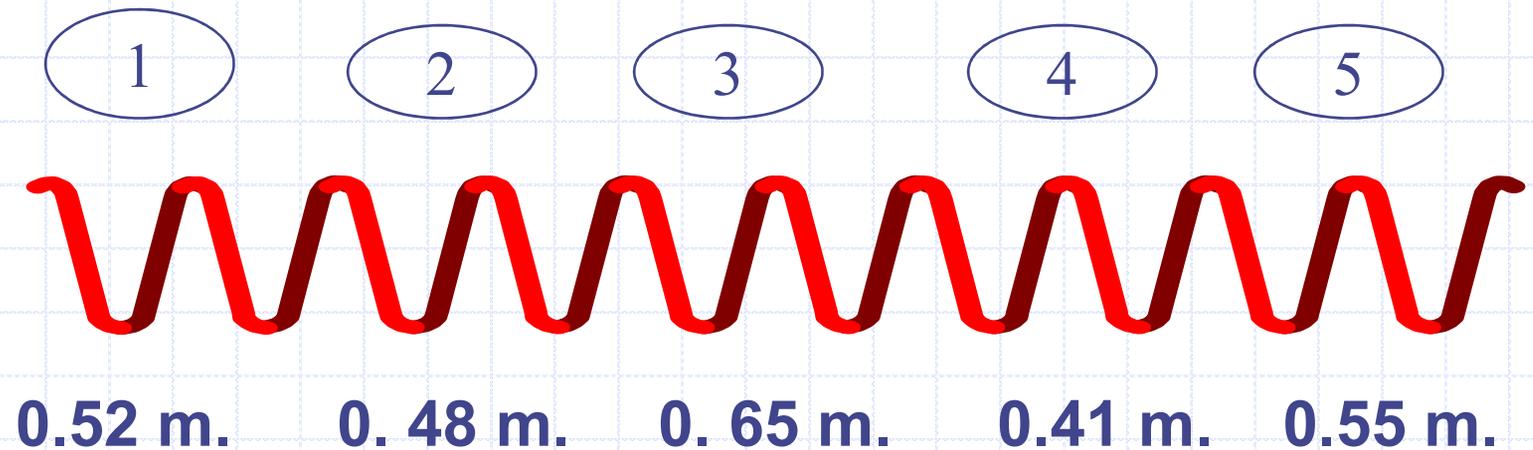
- **Subjetivos**
- **Estadísticos.**

No importa el método a utilizar, esta demanda se debe convertir a una:

RAZON DE PRODUCCION.



EJEMPLO DE BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION.



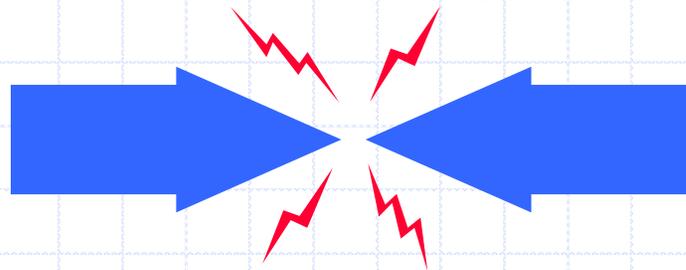
Cuello de Botella. 

OPERARIO	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO ESPERA	MIN. ESTANDAR PERMITIDO.
-----------------	------------------------	----------------------	---------------------------------

1	0. 52 min.	0.13 min	0. 65 min
2	0. 48 min.	0.17 min	0. 65 min
3	0. 65 min.	0.00 min	0. 65 min
4	0. 41 min.	0.24 min	0. 65 min
5	0. 55 min.	0.10 min	0. 65 min

2.61 min

3.25 min

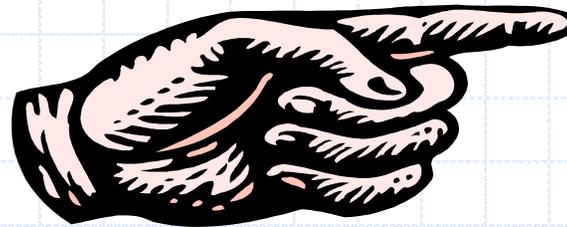


EFICIENCIA

$$E = \frac{\sum ME}{\sum MEP} \times 100$$

$$E = \frac{2.61}{3.25} \times 100$$

80 %



INEFICIENCIA

$$INE = \frac{\sum MEP - \sum ME}{\sum MEP} \times 100$$

$$INE = \frac{3.25 - 2.61}{3.25} \times 100$$

20 %





EJEMPLO

BALANCE DE LINEAS.

Operación.

Tiempo estándar.

1

1. 25 min / pieza.

2

1. 38 min / pieza

3

2. 58 min / pieza

4

3. 84 min / pieza

5

1. 27 min / pieza

6

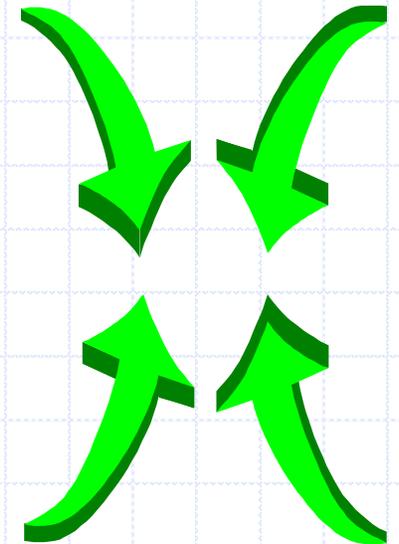
1. 29 min / pieza

7

2. 48 min / pieza

8

1. 28 min / pieza



OPERARIO	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO ESPERA	MIN. ESTANDAR PERMITIDO.
-----------------	------------------------	----------------------	---------------------------------

1	1. 25 min.	2. 59 min.	3. 84 min.
2	1. 38 min.	2. 46 min.	3. 84 min.
3	2. 58 min.	1. 26 min	3. 84 min. .
4	3. 84 min.	3. 84 min.
5	1. 27 min.	2. 57 min.	3. 84 min.
6	1. 29 min.	2. 55 min.	3. 84 min.
7	2. 48 min.	1. 36 min.	3. 84 min.
8	1. 28 min.	2. 56 min.	3. 84 min.

15. 37

30. 72

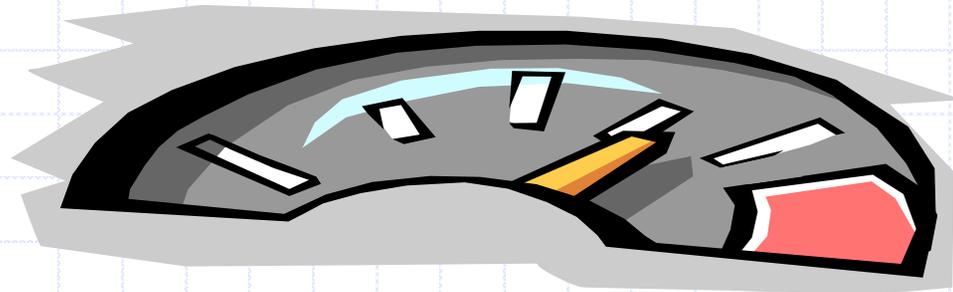


EFICIENCIA

$$E = \frac{\sum ME}{\sum MEP} \times 100$$

$$E = \frac{15.37}{30.72} \times 100$$

50 %



INEFICIENCIA

$$INE = \frac{\sum MEP - \sum ME}{\sum MEP} \times 100$$

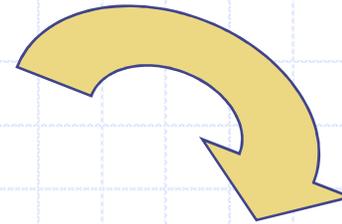
$$INE = \frac{33.72 - 15.37}{30.72} \times 100$$

50 %

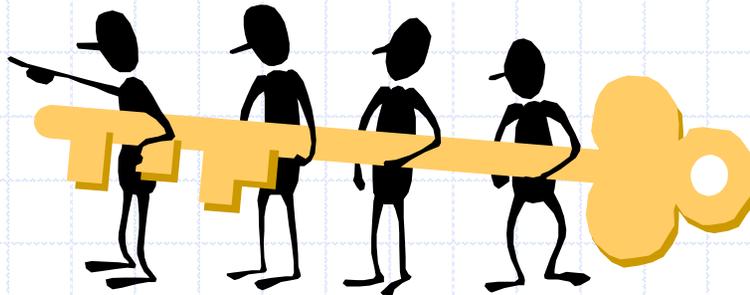


En este ejemplo se incorpora la **DEMANDA** como una variable importante a ser considerada.

DEMANDA.



700 piezas por día



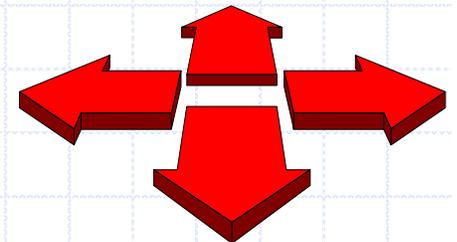
¿ Cuántos operarios se necesitan ?

Si se supone **un solo operario** por operación, la actividad número cuatro (3.84 minutos) es el **cuello de botella**, de tal manera que la producción de la línea es :

$$\frac{480 \text{ minutos / día}}{3.84 \text{ minutos / pieza.}} = 125 \text{ piezas/día}$$

La línea tendría **8 operarios** y solo se puede producir **125 piezas** por día.

La razón de producción será **1 / 3.84 minutos** o sea **0.2604 piezas / minuto.**



¿Cuántos operarios ?.

Primera Operación.

□ OFERTA.

Tiempo de operación = 1.25 min/pieza

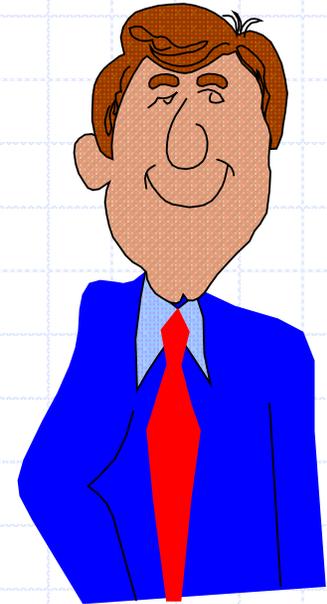
Razón de producción = 0.80 piezas / min.

□ DEMANDA.

Se requieren fabricar 700 piezas por día, eso implica:

Tiempo de operación = $480 / 700 = 0.6857$ min/pieza.

Razón de producción = $700 / 480 = 1.458$ piez./ min.



RESUMEN.

SITUACION	TIEMPO ESTANDAR	RAZON DE PRODUCCION	NUMERO DE OPERARIOS.
-----------	-----------------	---------------------	----------------------

OFERTA	1.25	0.80	
--------	------	------	--

2

DEMANDA	0.6857	1.458	
---------	--------	-------	--

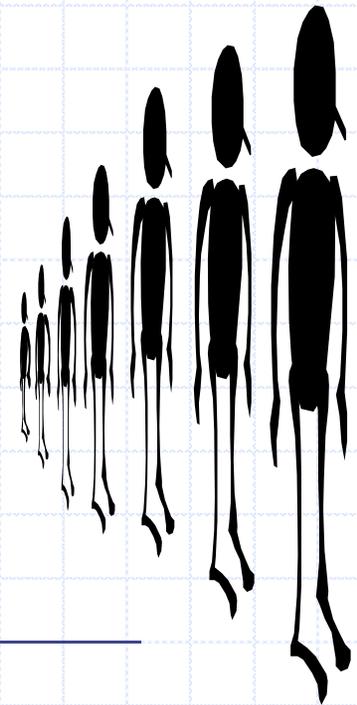
1.83

1.83

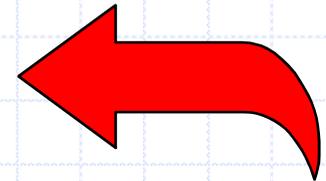
OPERACION	TIEMPO ESTANDAR	NUMERO DE OPERARIOS.
------------------	------------------------	-----------------------------

1	1. 25 min.	1.83	2
2	1. 38 min.	2.02	2
3	2. 58 min.	3.77	4
4	3. 84 min.	5.62	6
5	1. 27 min.	1.86	2
6	1. 29 min.	1.88	2
7	2. 48 min.	3.62	4
8	1. 28 min.	1.87	2

24



OPERACION	TIEMPO ESTANDAR	NUMERO DE OPERARIOS.	NUEVO TIEMPO
1	1. 25 min.	2	0.625
2	1. 38 min.	2	0.699
3	2. 58 min.	4	0.645
4	3. 84 min.	6	0.640
5	1. 27 min.	2	0.635
6	1. 29 min.	2	0.645
7	2. 48 min.	4	0.620
8	1. 28 min.	2	0.640



•Al tener nuevos tiempos, la operación más lenta se constituye ahora en la operación número dos, con un tiempo de :

0. 699 minutos / pieza.

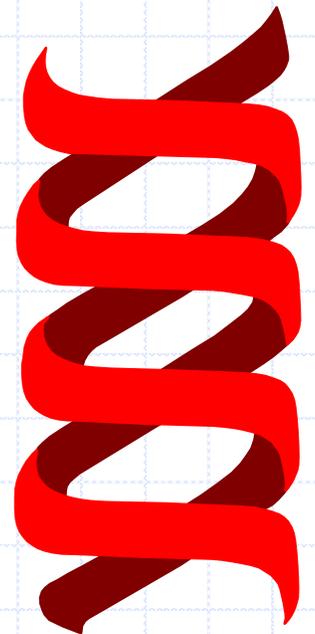
•Por lo tanto el número de piezas que se puede obtener en un día son:

$$\frac{2 \text{ personas} \times 60 \text{ minutos / hora}}{}$$

1. 38 minutos / pieza.

O sea:

696 piezas por día.



Otra manera de calcular el número de operarios.

En la operación número 1.

$$1.45 \frac{\text{piezas}}{\text{minutos}} \times 1.25 \frac{\text{minutos} - \text{operario}}{\text{pieza}} = 1.81 \text{ operarios}$$

Se puede establecer como fórmula:

$$\text{Nº operarios} = \frac{\text{Razón Producción} \times \text{Tiempo}}{\text{Estándar.}}$$



Pero se asume una eficiencia del 100 %, entonces el tiempo estándar es equivalente a la suma de los Minutos Estándar

Permitidos.

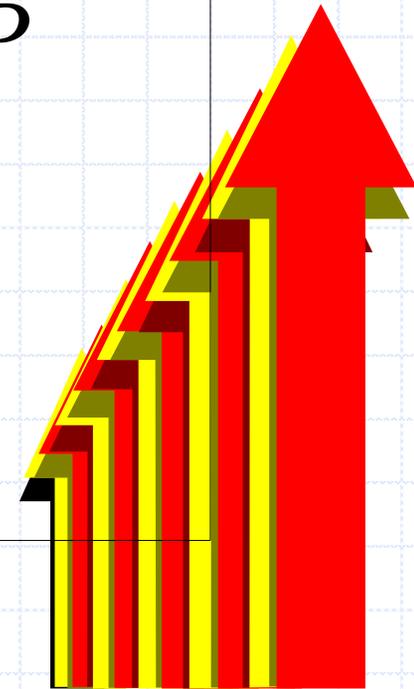
La fórmula sería:

$$\text{Nº operarios} = R \times \sum MEP$$

Pero tambien :

$$\sum MEP = \frac{\sum ME}{E}$$

E



La fórmula general es:

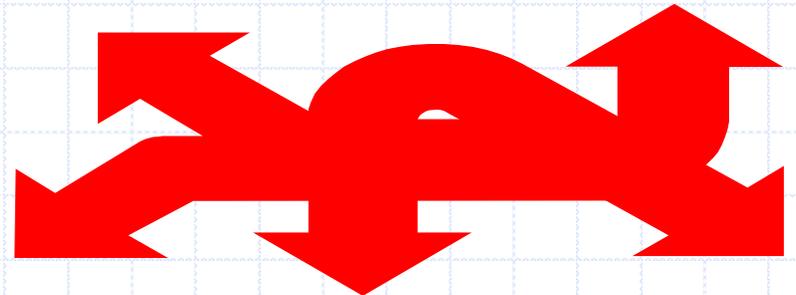
$$\text{Nº Operarios} = R \times \frac{\sum ME}{E}$$

Donde:

R = Razón de Producción.

ME = Sumatoria minutos estándar.

E = Eficiencia con que se quiere balancear la línea.



A manera de resumen:

EFICIENCIA

N° OPERARIOS.

100 %

2

50 %

4

A nivel general:

$$\text{N° operarios} = 1.45 \times 15.37$$

22, 28

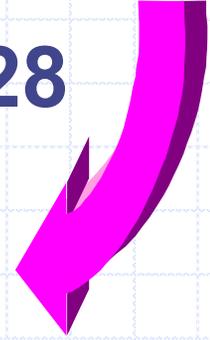
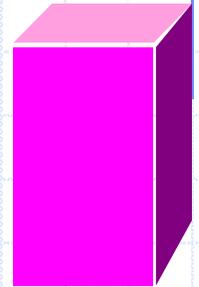
1

Si se quiere un 50 % de eficiencia.

$$\text{N° operarios} = 1.45 \times 15.37$$

44. 57

0.5

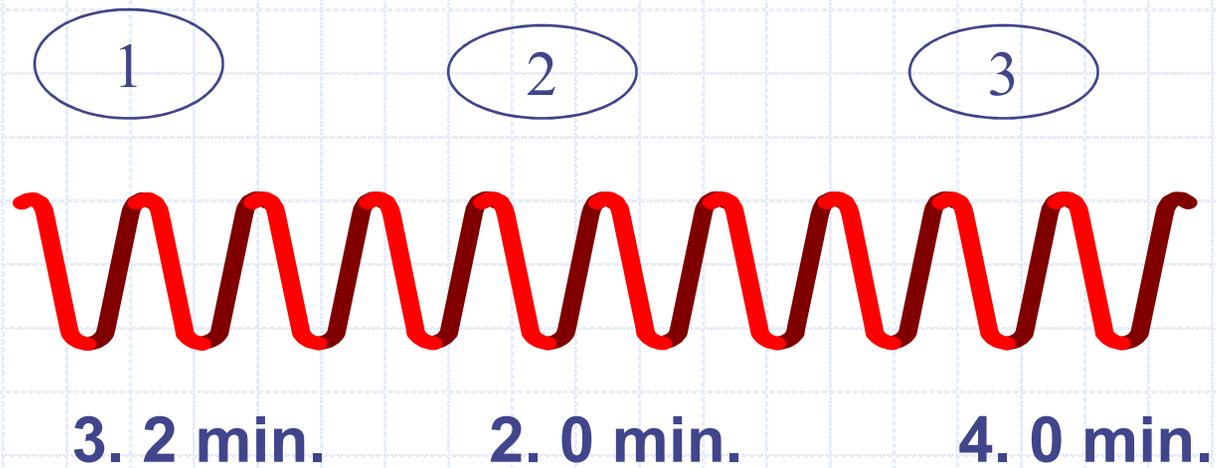


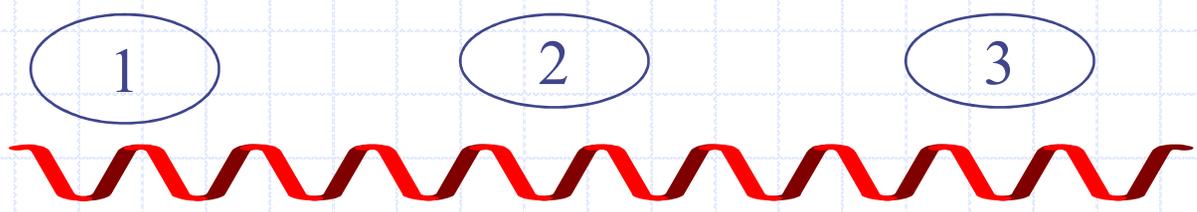


EJEMPLO

BALANCE DE LINEAS.

OTRO EJEMPLO DE BALANCE DE UNA LINEA DE PRODUCCION.





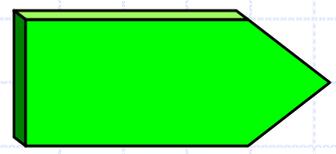
3. 2 min.

2. 0 min.

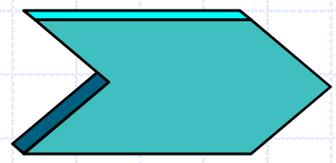
4. 0 min.

Se puede balancear:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

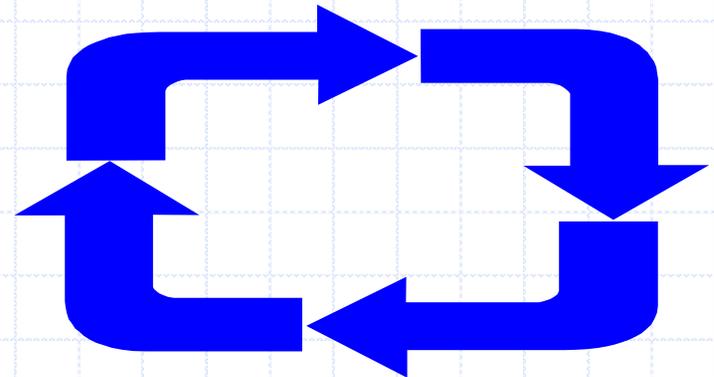


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

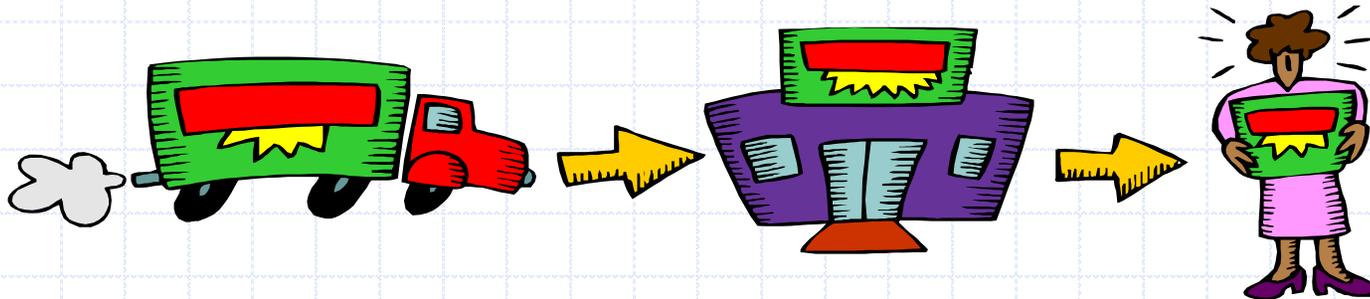
El tiempo de ciclo es de 0.4 minutos por pieza y la capacidad de la línea sería 150 unidades por hora.

La capacidad es más por balance que por condiciones de mercado.

El criterio utilizado es el Mínimo Común Múltiplo

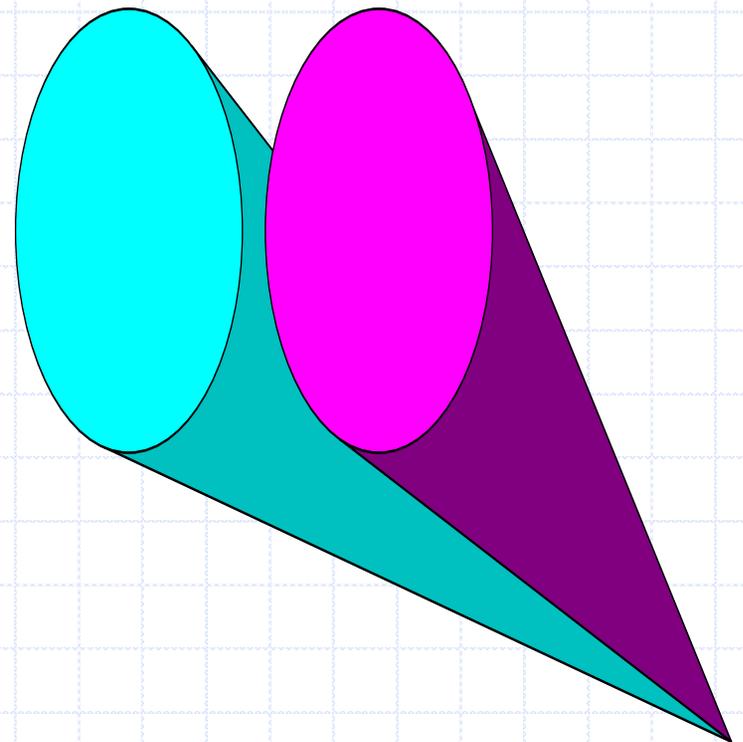


TIPOS DE LINEA DE PRODUCCION



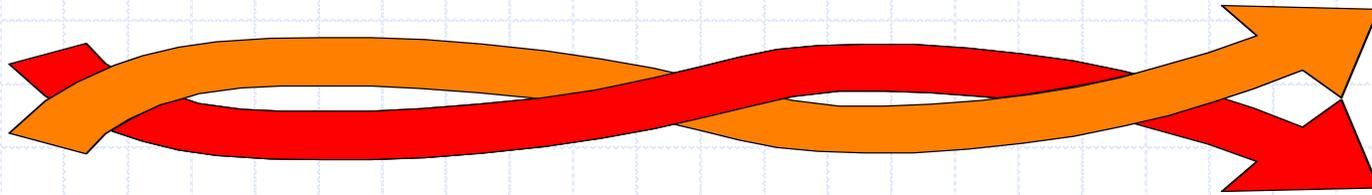
Se tienen tres tipos de líneas de producción.

- **Línea de Operación.**
- **Línea de Ensamble.**
- **Recolección de Pedidos.**



LINEA DE OPERACION.

Un solo componente atraviesa por varias operaciones, (el artículo es procesado o cambia en las estaciones) no se agregan componentes adicionales.



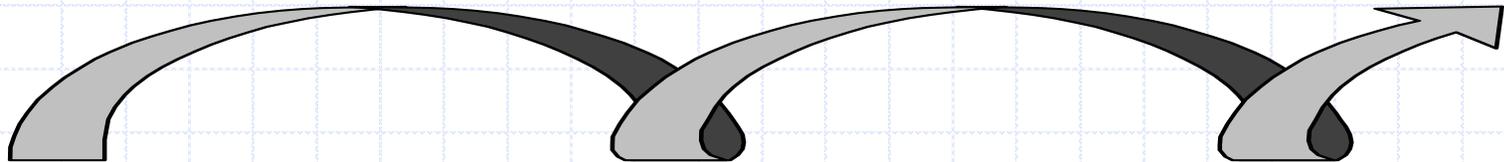
LINEA DE ENSAMBLE.

Tiene tanto ejecución de operaciones como artículos que se agregan en la estación. Hay tanto operaciones como transportes.

Puede ser:

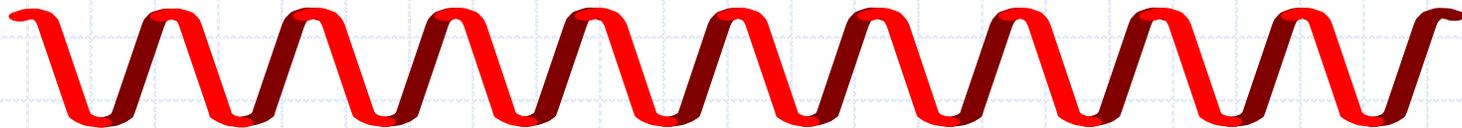
Ensamble.

Desensamble.

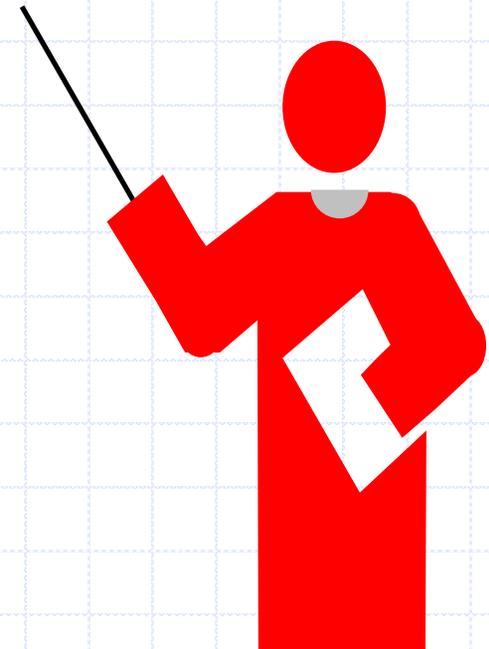


LINEA DE RECOLECCION DE PEDIDOS.

Los artículos se acumulan sin operación alguna en la estación. Hay transportes pero no operaciones.



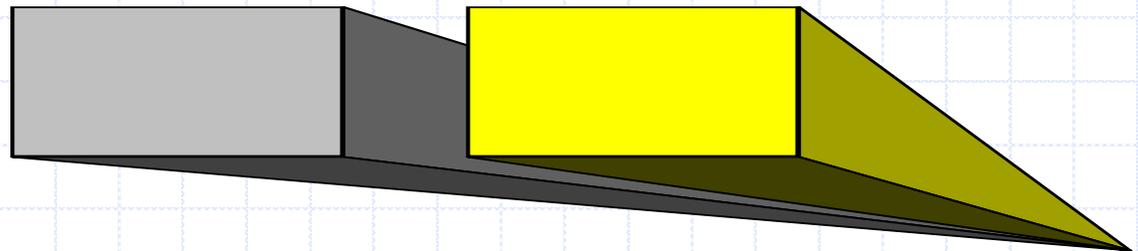
A manera de resumen se puede decir que el problema de balancear una línea de producción surge cuando los tiempos de las operaciones NO SON IGUALES.



**Las líneas de producción en una línea
pueden estar diseñadas:**

Sin amortiguadores.

Con amortiguadores.



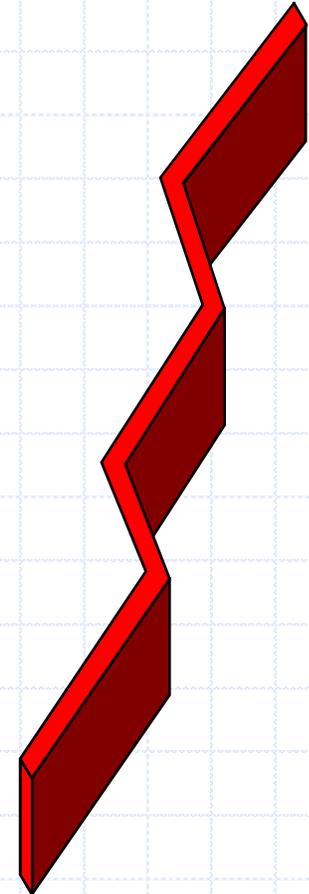
LINEA SIN AMORTIGUADORES.

La velocidad de la línea se debe fijar considerando:

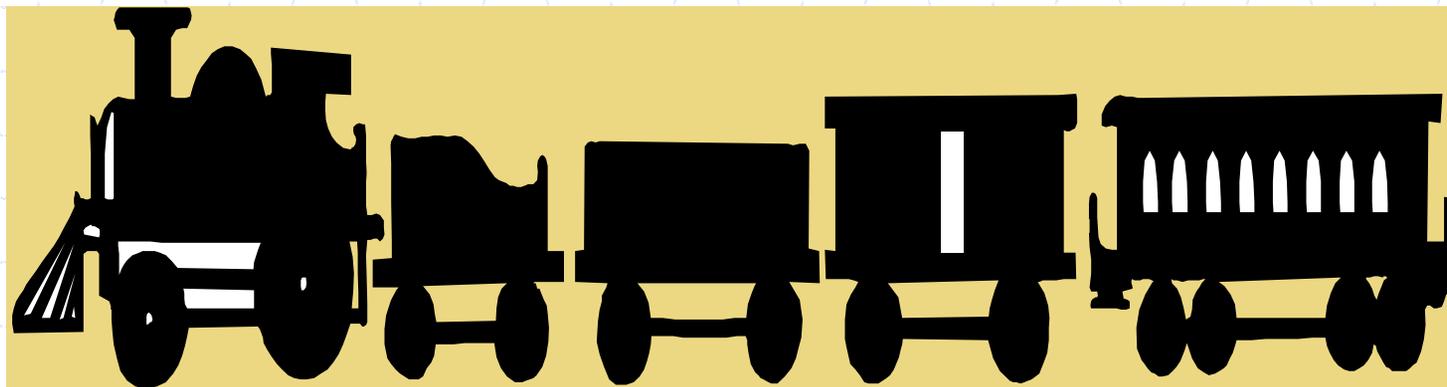
La velocidad de la estación más lenta.

La velocidad media del operario más lento en la estación más lenta.

El tiempo de ciclo más lento del operario más lento en la estación más lenta.



Una línea de producción sin amortiguadores es un sistema muy rígido, similar a un tren, en el cual cada coche o carro debe ir a la misma velocidad que los otros, si un coche o carro se descompone, todo el tren se detiene.



LINEAS CON AMORTIGUADORES

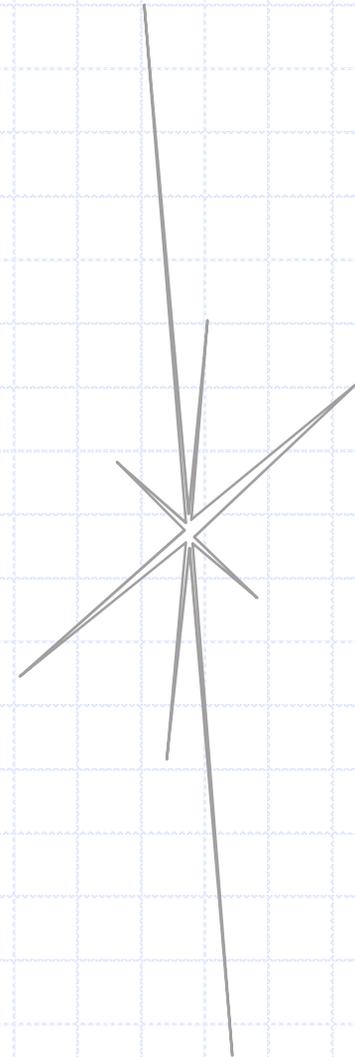
Los amortiguadores dan flexibilidad o tolerancia a la línea de producción.

Sirven para amortiguar o equilibrar una línea de producción.

Hay dos técnicas para el diseño:

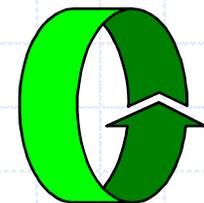
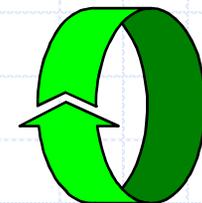
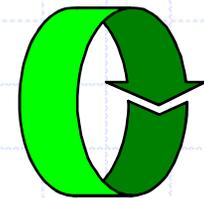
Desacoplamiento por cambio de flujo de producto.

Desacoplamiento por desplazamiento del operario.



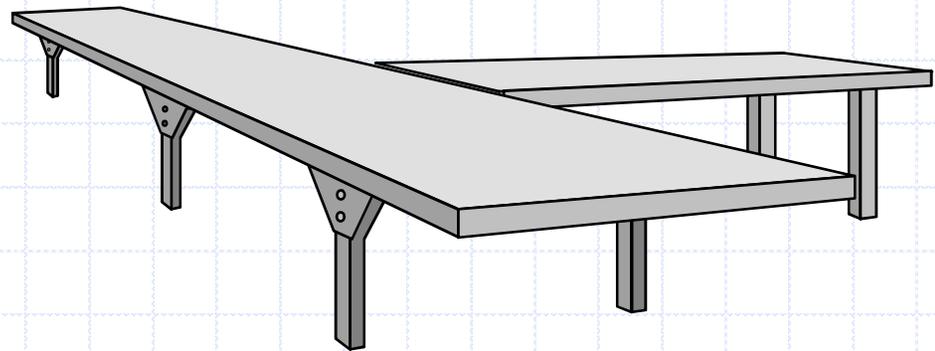
DESACOPLAMIENTO POR CAMBIO DEL FLUJO DE PRODUCTO.

- Amortiguadores en o entre estaciones.
- Amortiguadores debidos al diseño del portador.
- Amortiguadores fuera de la línea.



AMORTIGUADORES EN O ENTRE ESTACIONES.

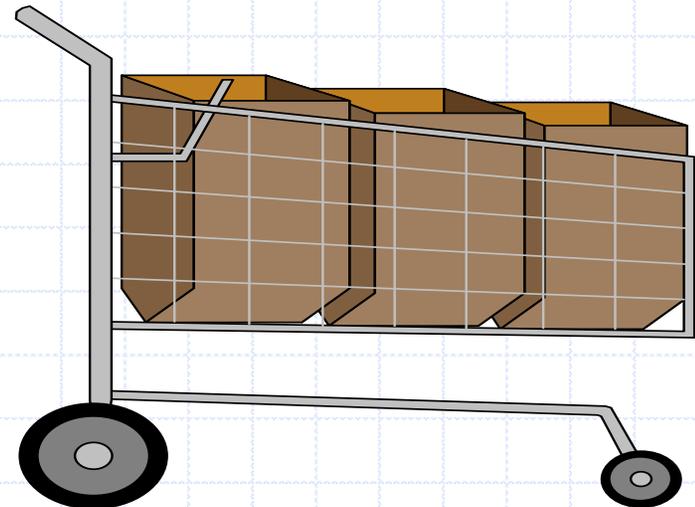
Una posibilidad para este tipo de amortiguador es una barrera física en el transportador.



AMORTIGUADORES DEBIDOS AL DISEÑO DEL PORTADOR.

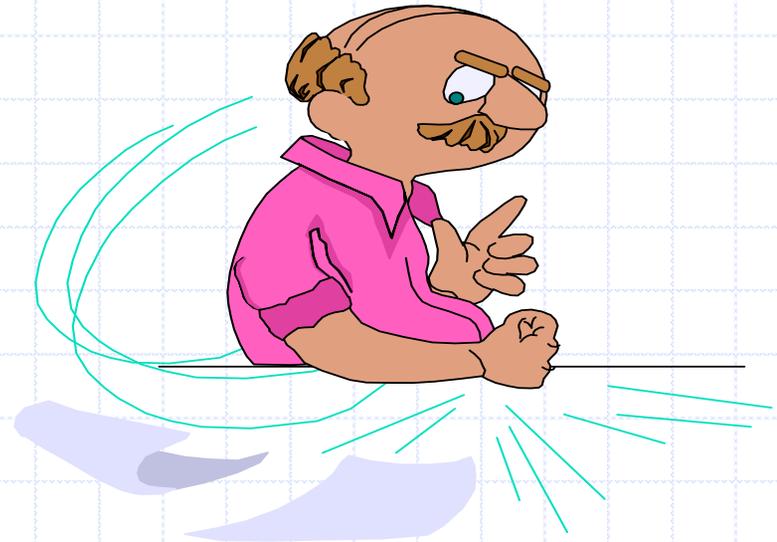
A menudo los artículos se desplazan entre estaciones de trabajo mediante “ portadores “, el portador puede ser una caja, bandeja, plataforma, carretilla.

Si el portador se saca de la línea, el efecto puede ser el de un amortiguador.



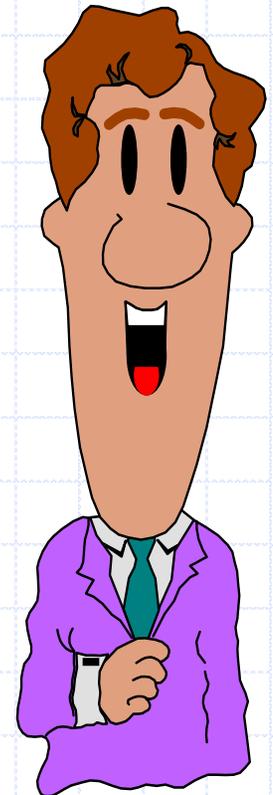
AMORTIGUADORES FUERA DE LINEA.

El tiempo adicional para compensar una perturbación se puede obtener mediante tiempo extra de trabajo, turnos parciales o trabajo en días feriados, con el equipo existente.



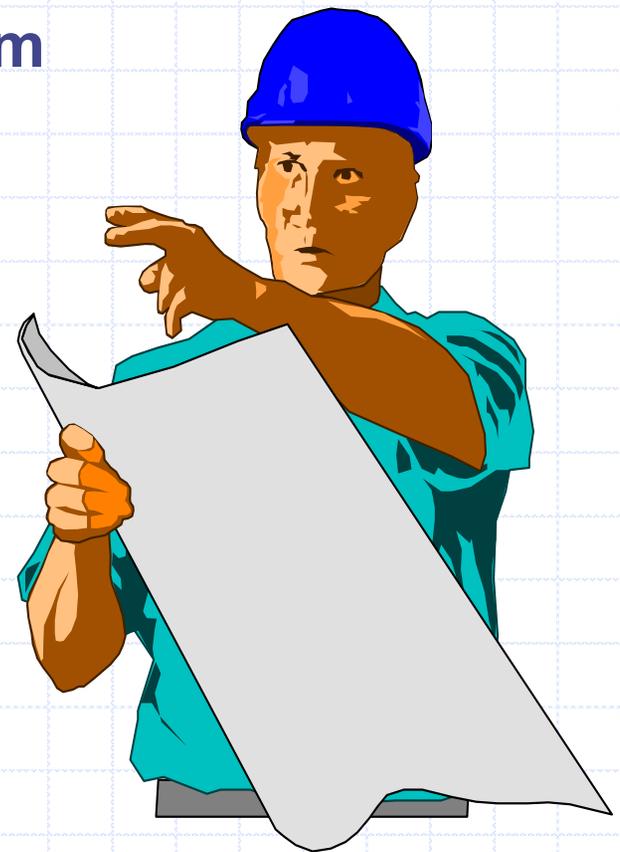
DESACOPLAMIENTO POR DESPLAZAMIENTO DE OPERARIO.

- **Trabajador de servicio general.**
- **“ Ayudar al vecino. “**
- **Tecnica grupal, n trabajadores atienden n estaciones de trabajo.**
- **Más lugares que personas.**



TRABAJADOR DE SERVICIO GENERAL.

La mayoría de los operarios trabajan en estaciones de trabajo específicas, sin embargo, un operario puede ser de servicio general o bien de relevo.



AYUDAR AL VECINO.

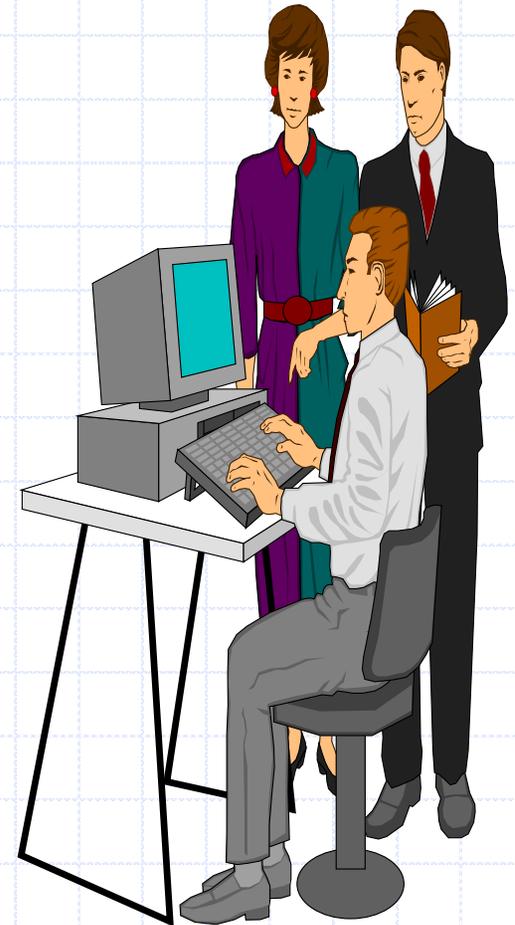
Cada operario por orden administrativo es “guardián de su hermano”, es decir un trabajador puede ayudar a su vecino, no porque sea muy buena gente, sino porque es parte de su responsabilidad.



TECNICA GRUPAL, N TRABAJADORES ATIENDEN N ESTACIONES DE TRABAJO.

A las estaciones no se les dan tiempo por unidad específica, a los operarios sólo se les indica el tiempo total para toda la unidad.

Es decisión de la persona cual trabajo hace y a qué ritmo, los operarios se desplazan hacia arriba o hacia abajo de la línea según lo deseen, los operarios deciden cuando cambian las tareas.



Este tipo de administración de línea tiende a ser eficiente, ya que se reducen al mínimo los problemas de amortiguamiento.

La línea avanza a la velocidad promedio del grupo, en vez de la velocidad del miembro más lento.

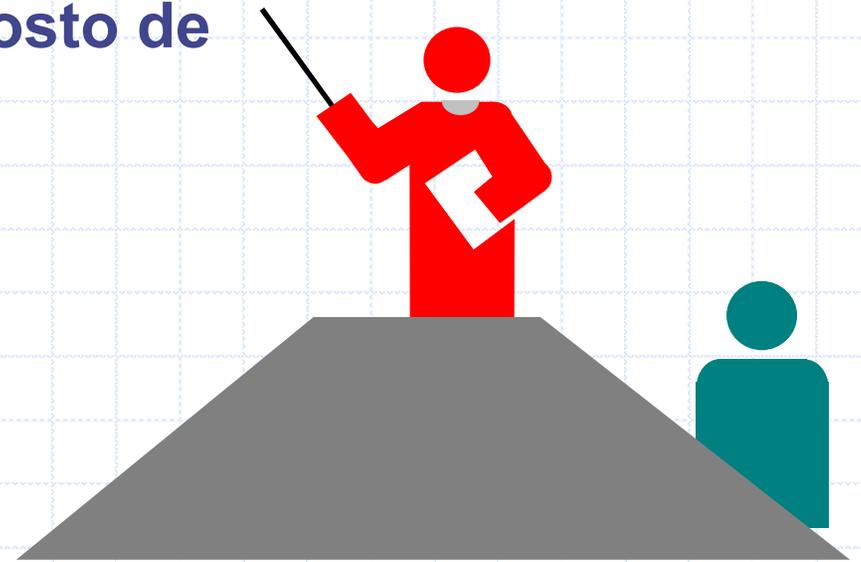
Es trabajo en equipo.



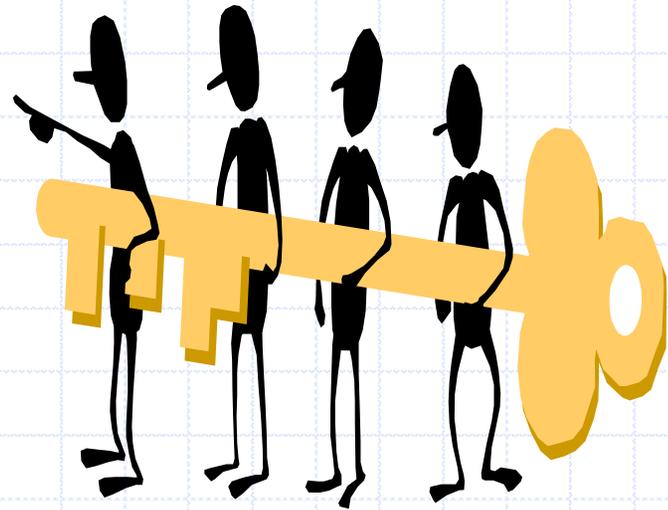
MAS LUGARES QUE PERSONAS.

Se trata de mantener ocupado al operario y no preocuparse por el aprovechamiento de la máquina.

Esta situación es ideal, cuando el costo de mano de obra es superior al costo de máquina.



**METODO
BALANCE PERFECTO.**



**El Balance Perfecto en una línea,
significa combinar los elementos de
tal manera que en cada estación la
suma de los tiempos elementales
sea igual al tiempo de ciclo.**

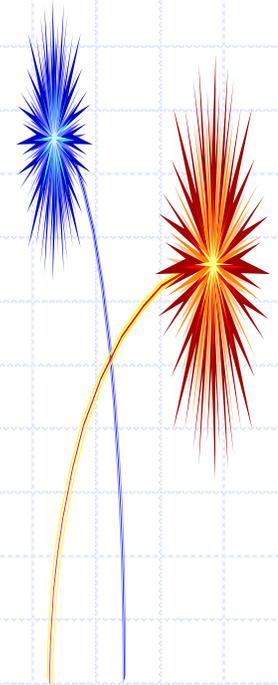


METODOLOGIA.

Este método establece que los tiempos de ocio deben ser igual a cero.

Ahora, si se tiene un balance de tiempos, se puede observar que:

$$n \times t_{sa} = \sum t_{si} + T_o$$



Como $T_0 = 0$, la fórmula anterior se convierte en:

$$n \times tsa = \sum tsi$$

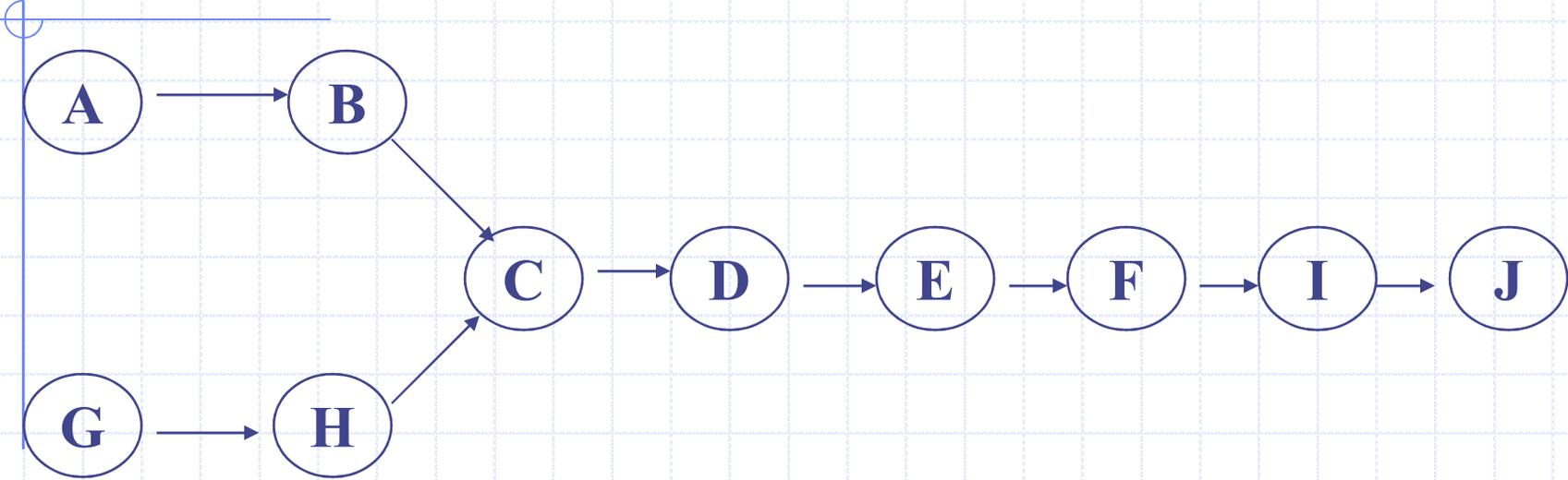
Se está ahora ante el **BALANCE
PERFECTO**



EJEMPLO

OPERACIÓN	SECUENCIA	TIEMPO MIN
A	B	6
B	C	4
C	D	5
D	E	4
E	F	1
F	I	8
G	H	3
H	C	5
I	J	9
J	-	9

CONSTRUIR LA RED DE SECUENCIA.



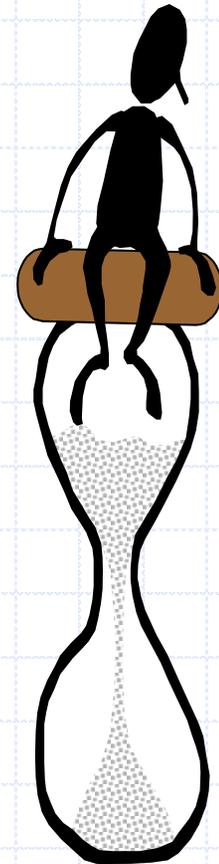
PROCEDIMIENTO.

PASO 1. *Suma de los tiempos de las operaciones.*

Se debe obtener una suma total de los tiempos individuales o de cada operación.

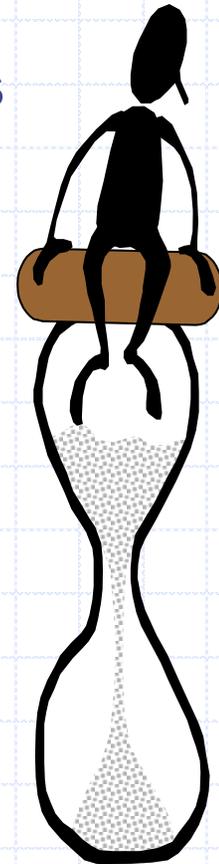
$$6 + 4 + 5 + 4 + 1 + 8 + 3 + 5 + 9 + 9$$

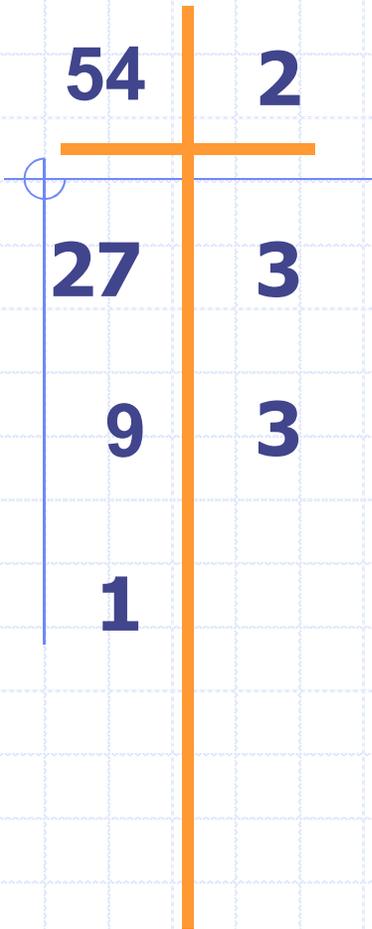
$$\mathbf{tsi = 54 \text{ minutos}}$$



PASO 2. Buscar los divisores de $\sum tsi$

Se deben determinar todas las combinaciones posibles de n y t_{sa} que den la $\sum tsi$ (números exactos), para ello se realiza una simplificación de la siguiente manera:





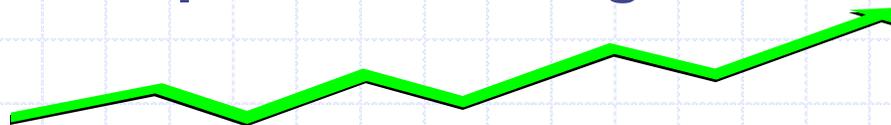
Los posibles números son:

1,2,3,6 y 9.

Debe notarse que el 6 y el 9, no aparecen en el paso , es un posible divisor, por lo que se debe tomar en cuenta.

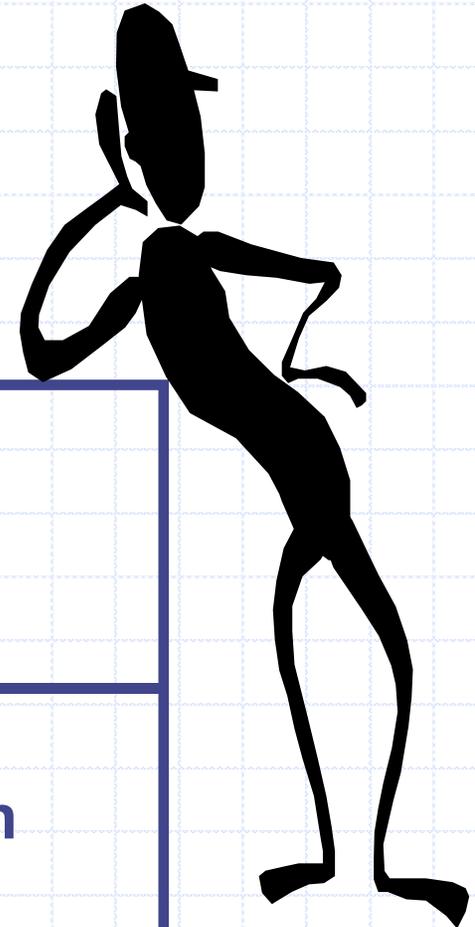
El paso 2, se completa con lo siguiente:

El tiempo a asignar por estación (ta) debe ser menor o igual a la suma de los tsi y además debe ser mayor o igual a la operación más grande.



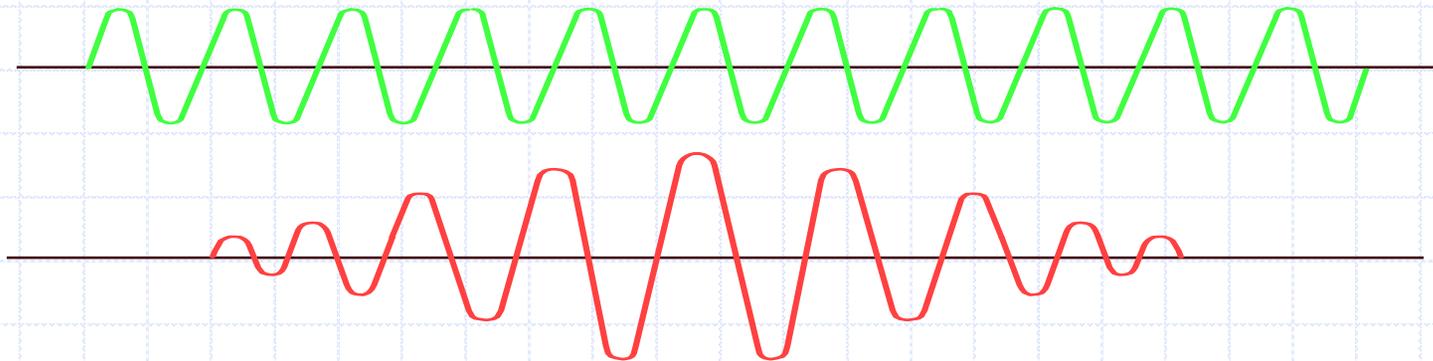
Lo anteriormente planteado es una restricción, la cual se puede resumir de la siguiente manera:

tsa	ta	tsi
8 min.	ta	54 min



PASO 3. *Determinación de las alternativas de balance.*

Para establecer el número de estaciones se dividirá el tiempo total del ciclo entre cada uno de los números obtenidos en el paso anterior y teniendo en cuenta la restricción.



CUADRO DE ALTERNATIVAS.

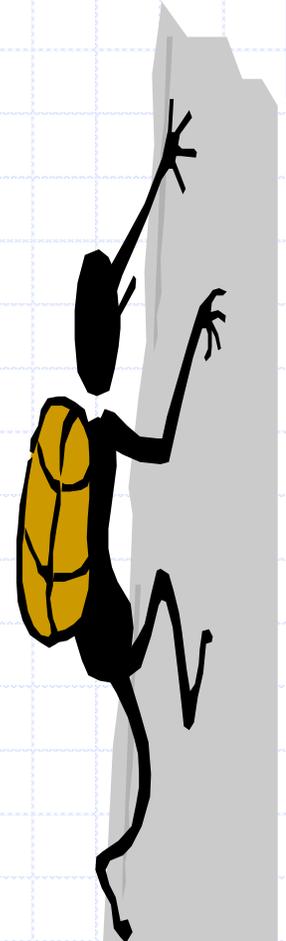
ESTACIONES POSIBLES.

TIEMPO POSIBLE.

1	54
2	27
3	18
6	9
9	6 [*]

(*) Como este valor no cumple con la restricción, por ser menor que tsa, se considera alternativa **NO FACTIBLE**.

Se tienen **CUATRO** posibles alternativas.



PASO 4. *Análisis de las alternativas de balance.*

- **Caso A. $n = 1$ $t_a = 54$**

Esto implica hacer una sola estación en la línea, lo que resulta ser impráctico debido a que se estaría en el caso de una estación formada por toda la línea.

EFICIENCIA:

$$EL = (t_{si} / n \times t_{sa}) \times 100 \quad (54 / 1 \times 54) \times 100$$

$$EL = 100 \%$$

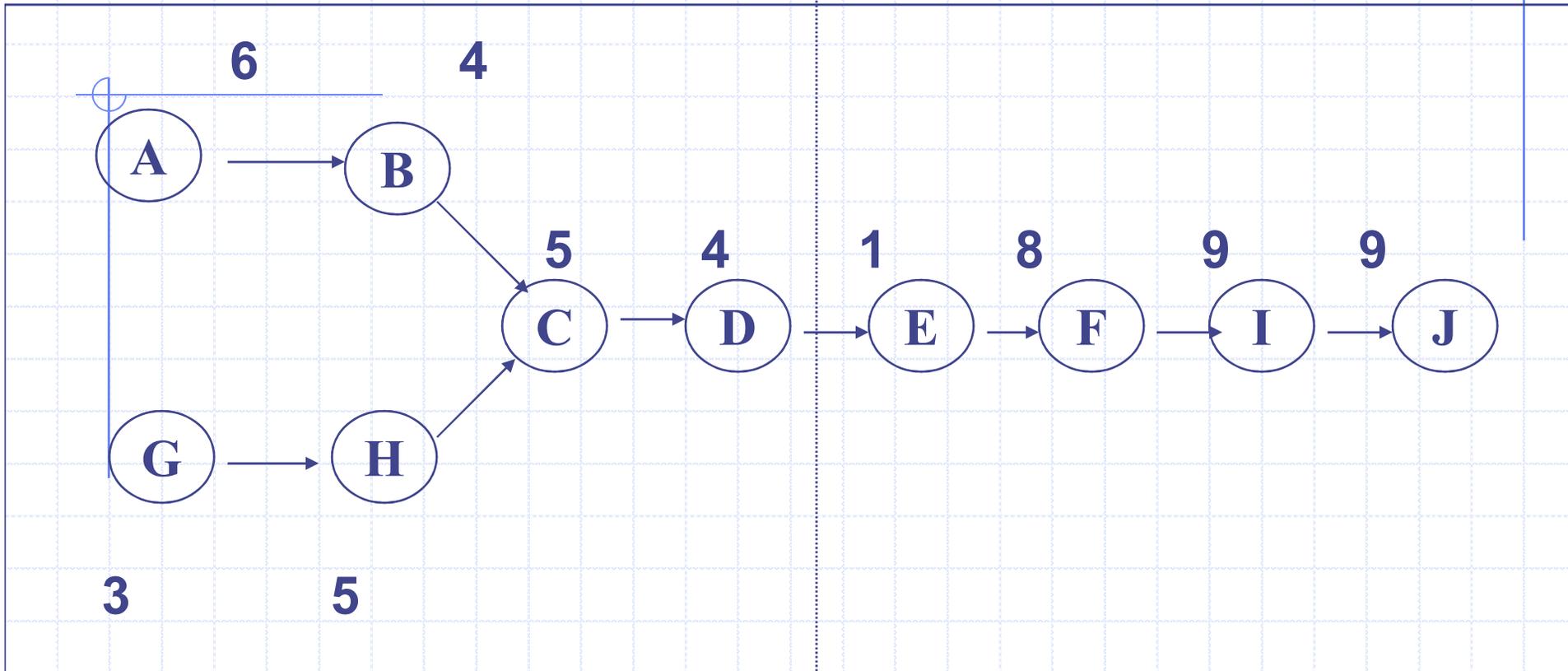
• **Caso B** $n = 2$ $t_a = 27$

Esto implica hacer dos estaciones en la línea.

EFICIENCIA:

$$EL = (t_{si} / n \times t_{sa}) \times 100 \quad (54 / 2 \times 27) \times 100$$

$$EL = 100 \%$$



Estación I

Estación II

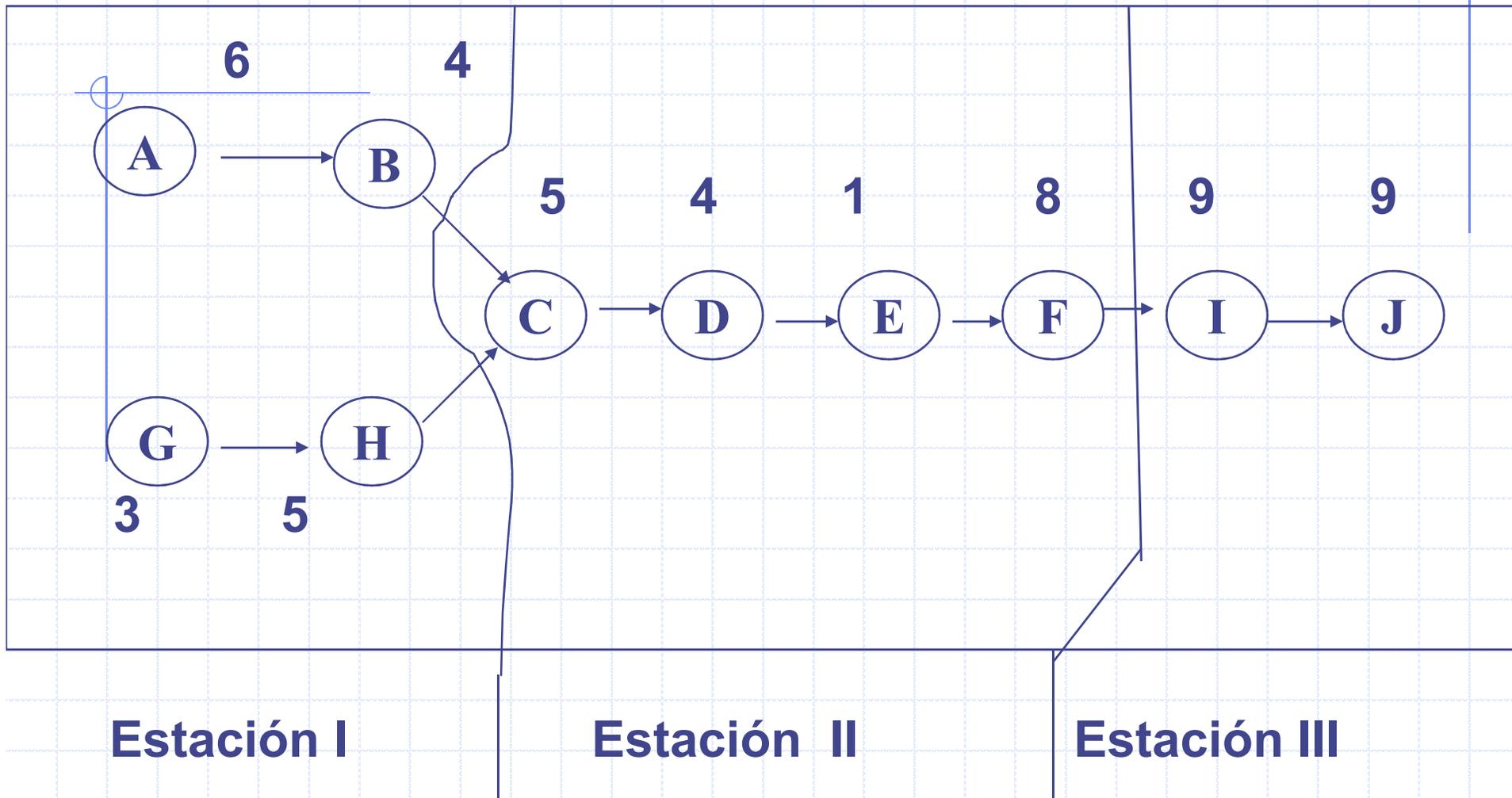
• **Caso C** $n = 3$ $t_a = 18$

Esto implica hacer tres estaciones en la línea.

EFICIENCIA:

$$EL = (t_{si} / n \times t_{sa}) \times 100 = (54 / 3 \times 18) \times 100$$

$$EL = 100 \%$$



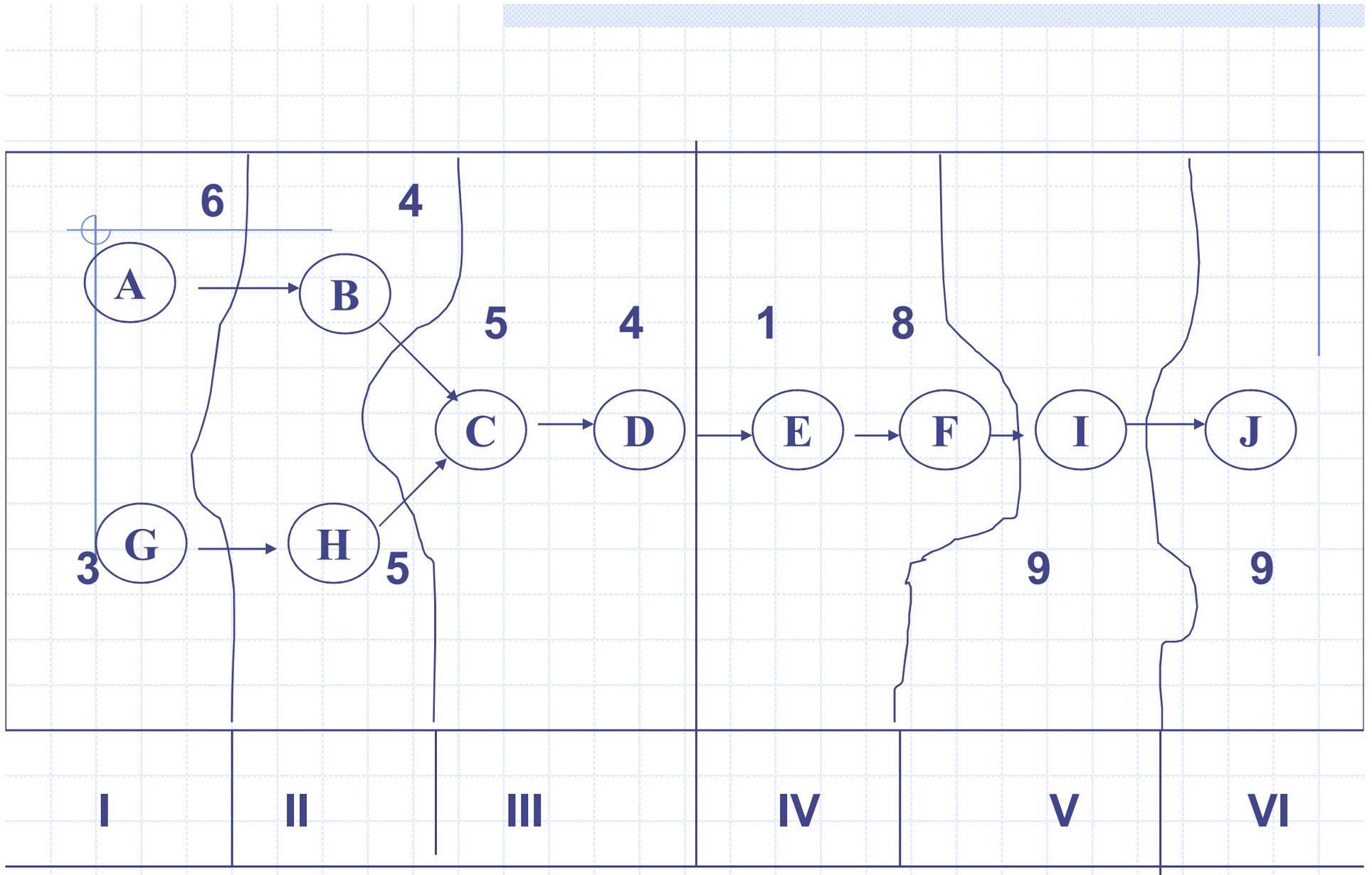
• **Caso D** $n = 6$ $t_a = 9$

Esto implica hacer cuatro estaciones en la línea.

EFICIENCIA:

$$EL = (t_{si} / n \times t_{sa}) \times 100 \quad (54 / 6 \times 9) \times 100$$

$$EL = 100 \%$$



Para garantizar que se tiene un balance perfecto se puede comprobar de la siguiente manera:

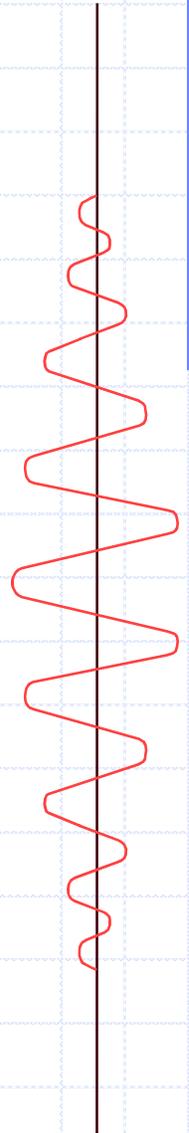
- $n \times t_{sa} = t_{si}$.

$$6 \times 9 = 54 \text{ minutos}$$

- **El tiempo ocioso (TO) debe ser igual a cero e igual a la diferencia del tiempo de operación de la estación más lenta (t_a) menos el tiempo de cada estación (t_i)**

- $TO = t_a - t_i = 0$

- $TO = 9 - 9 = 0$



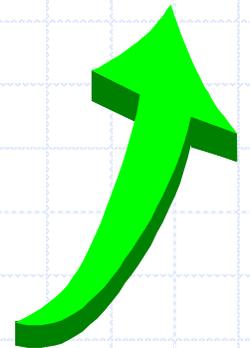
Como complemento a los resultados obtenidos, se puede realizar otros cálculos adicionales.

Número de operarios.

Partiendo de una razón de producción (R) dada por el fabricante (demanda), se puede calcular el número de operarios por estación.

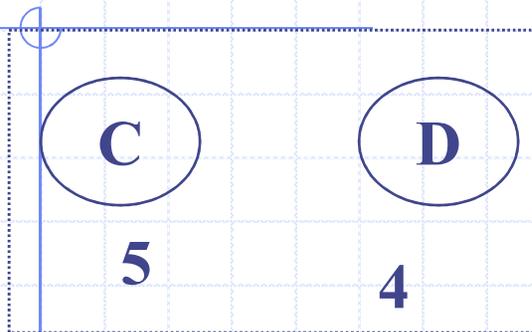
Para este ejemplo, se supone una demanda de 760 unidades por día, es decir se requiere:

- Tiempo de ciclo: 0.63 minutos por pieza.
- Razón de producción: 1.583 piezas por minuto.



Se analizará la estación III.

•OFERTA.



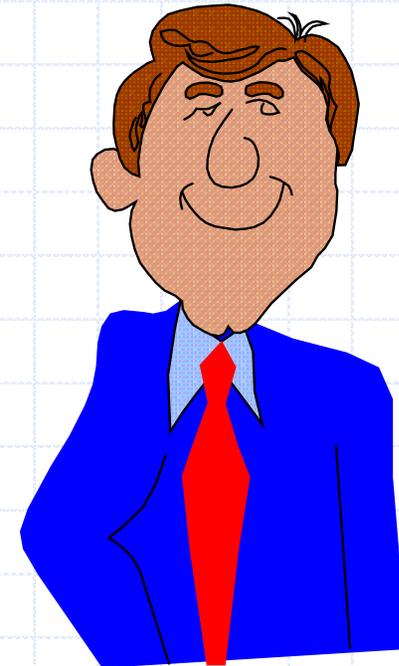
Tiempo 9 minutos / pieza

Razón 0,111 piezas / min.

•DEMANDA.

Tiempo: 0.6315 minutos por pieza

Razón: 1. 583 piezas por minuto.



A manera de resumen:

OFERTA.

DEMANDA.

**NUMERO DE
OPERARIOS**

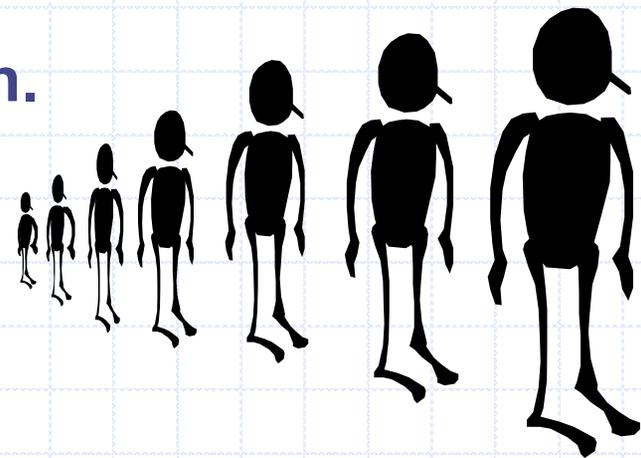
9,0 min / pieza.

0, 6315 min / pieza.

14,26

1 , 583 pie/ min.

0, 111 pie / min.

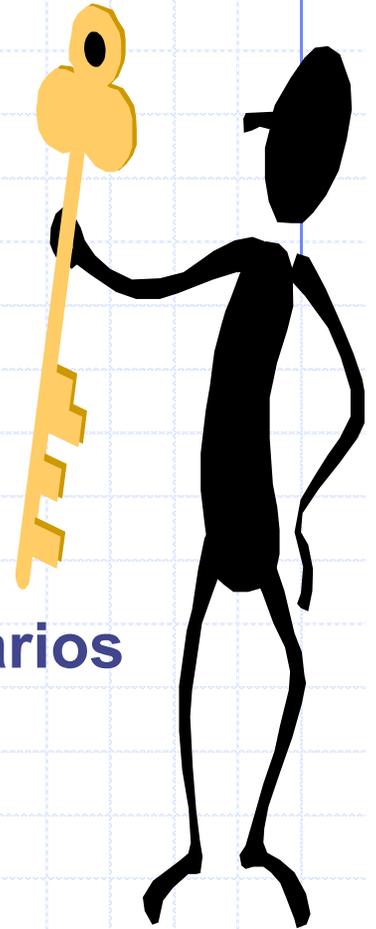


Otra forma de calcular el número de operarios es utilizando la siguiente fórmula.

$$N = R \times ME \times \frac{1}{E}$$

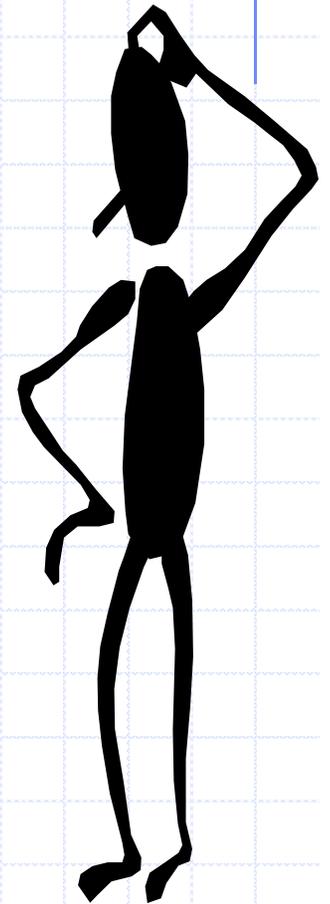
En nuestro caso:

$$N = \frac{1,583 \times 9}{1,0} = 14,27 \text{ operarios}$$



Como el valor no es exacto, el redondeo en el número de empleados puede hacerse hacia arriba (15) o hacia abajo (14) ; para ello debe considerarse las políticas empresariales, ante:

- la posibilidad de contratación de nuevos empleados
- o pago de horas extra.



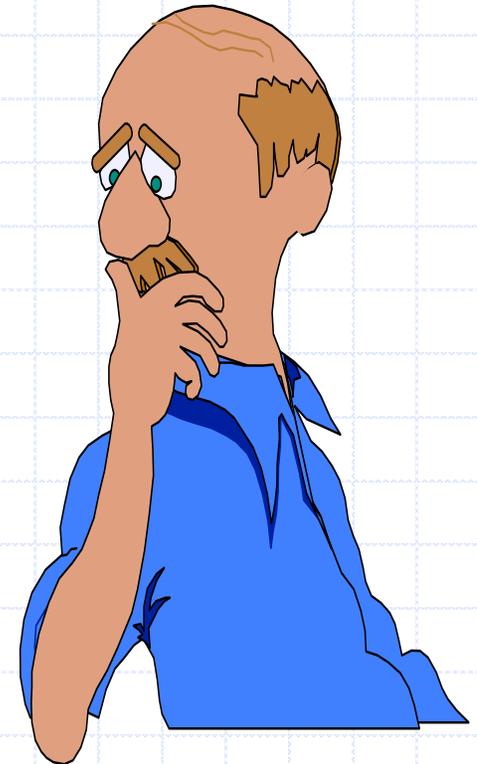
El número de operarios de toda la línea se obtiene de la suma del número de operarios de cada estación.

$$NT = \sum Ni$$

En nuestro caso:

Estación I	14
Estación II	14
Estación III	14
Estación IV	14
Estación V	14
Estación VI	14

84

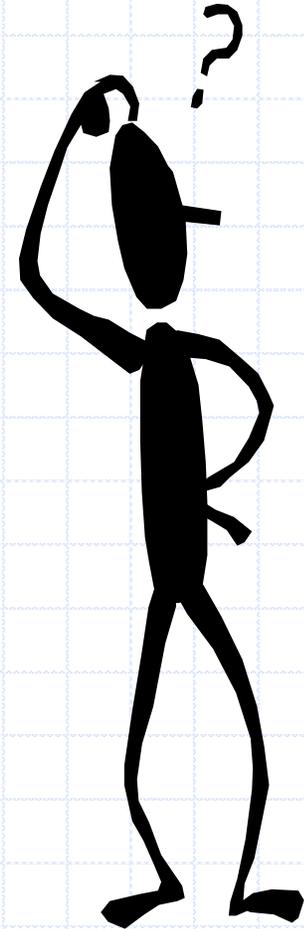


OTRA FORMA SERIA:

$$NT = tsi \times R$$

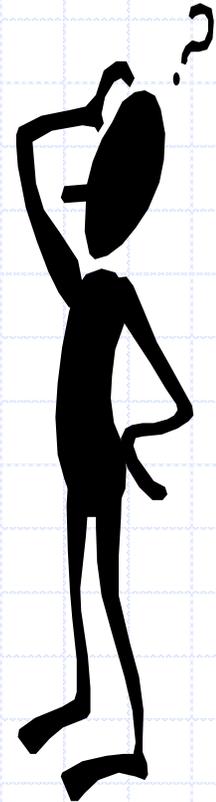
$$NT = 54 \text{ minutos} \times 1,583$$

$$\text{Número Total} = 85,48 \text{ operarios}$$



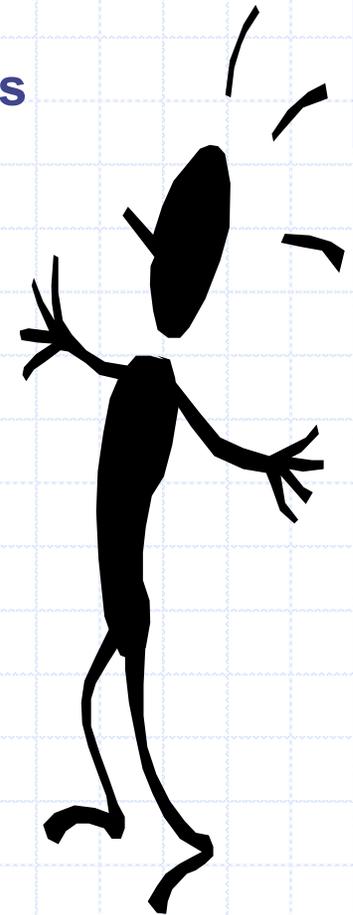
RESUMEN GENERAL.

ESTACION	I	II	III	IV	V	VI
Ti	9	9	9	9	9	9
Ta	9	9	9	9	9	9
To	0	0	0	0	0	0
R	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
Ni	14	14	14	14	14	14
E	100	100	100	100	100	100



VENTAJAS.

- **Se establecen tiempos de trabajo iguales para todas las estaciones, eliminando cuellos de botella.**
- **Se elimina por completo la ociosidad en las estaciones de la línea.**
- **Permite dividir la línea en diferentes número de estaciones, las cuales pueden ser escogidas convenientemente.**
- **Se obtiene una eficiencia de línea de 100 %**
- **Por tener las estaciones tiempos iguales de ejecución, se logra una fluidez en la producción.**
- **Se establece un ordenamiento en las cargas de trabajo.**



DESVENTAJAS.

Como en un proceso las operaciones no siempre pueden realizarse antes o después que otras, sino que tienen un orden de ejecución, muchas veces no se logran establecer estaciones con tiempos iguales, por lo que el método ya no brinda una eficiencia del 100 %.

En algunas situaciones se puede aplicar (tratando de buscar el 100 %), sino se puede, se calcula la eficiencia que se logra con el número de estaciones establecidas.

