

# CAPÍTULO III



## CAPACIDAD DE PLANTA

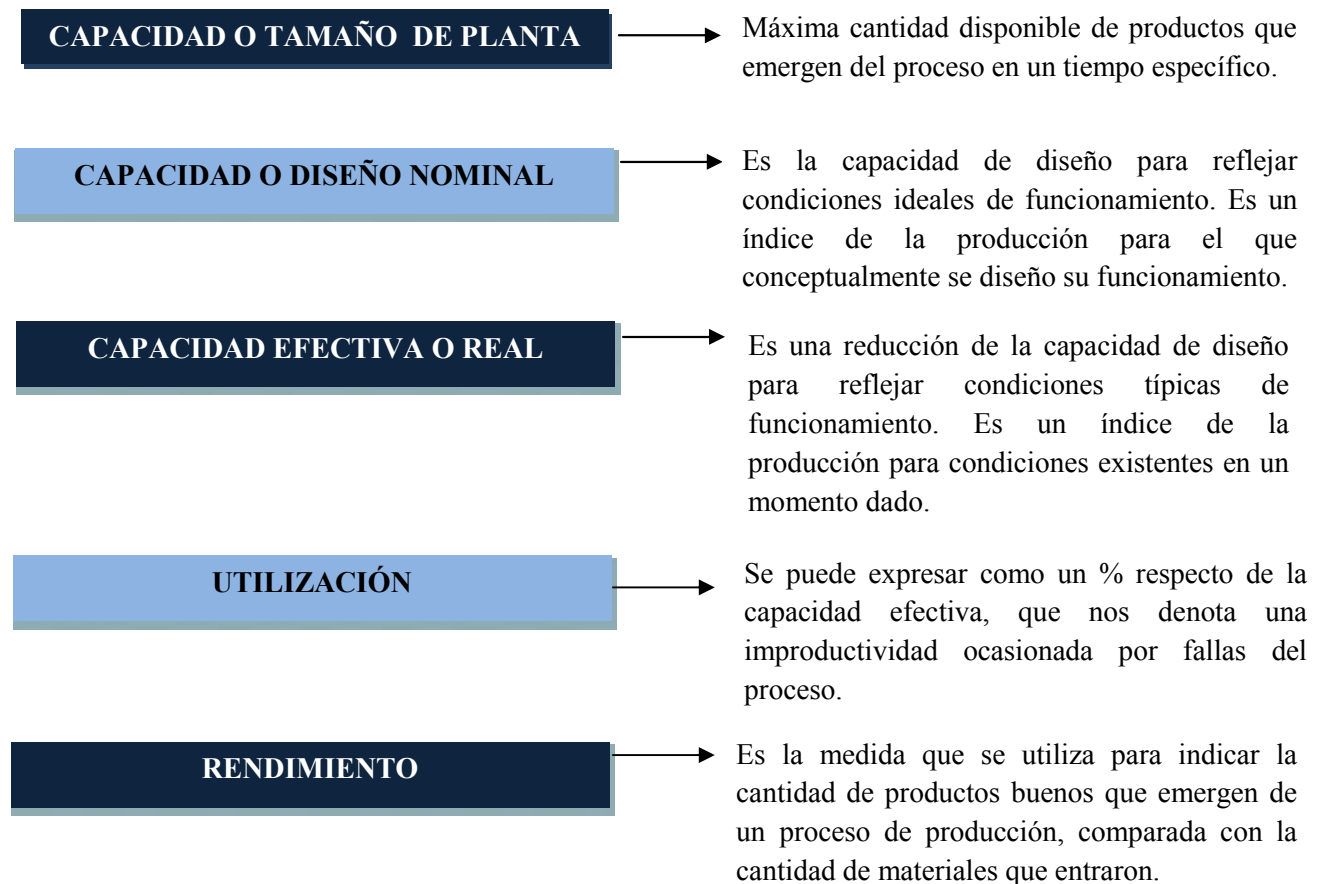
# III. CAPACIDAD DE PLANTA

## OBJETIVO GENERAL

*Comparar la producción en diferentes niveles del proceso con sus respectivos recursos consumidos. Cálculo de Capacidad de Planta.*

### MARCO TEÓRICO.

Estudiar la capacidad de planta es necesario para toda empresa, todo esto con el fin de poder abarcar la mayor cantidad de demanda, optimizando las utilidades y a largo plazo contemplar la posibilidad de crecer o expandirse para poder aumentar su mercado y brindar un mejor servicio de calidad y satisfacción de necesidades a la mayor parte de la población consumidora del producto. En este caso y para fines de este proyecto tenemos un cliente interno en el **Área de producción de Tintas** de “Fábrica de Billetes” que es Sala de Impresión pues sus procesos dependen de que nuestros productos sean elaborados en el menor tiempo posible y con alta calidad. La capacidad de planta se ve afectada generalmente por cuellos de botella los cuales se analizaron anteriormente en el diagnóstico de productividad.



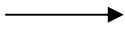
Para poder visualizar ciertos parámetros que se necesitan para determinar la capacidad nominal o instalada de planta realicé el siguiente diagrama donde se muestran cada una de las máquinas involucradas en el proceso, así como sus respectivas especificaciones de diseño.

## ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.



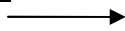
Se cuenta con una fuerza productora de 3 operadores en planta

### MOLINO 1 y MOLINO 2



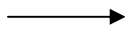
- **Capacidad máxima:** 300 kg
- **% Utilización máximo:** 93.3% de su capacidad porque se vuelve más lenta la molienda, hasta 280 kg.
- **Velocidad Máx.:** 150 RPM
- **Velocidad Promedio:** 109 RPM
- **Tiempo Óptimo de Molienda:** 10 min

### MOLINO 3



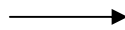
- **Capacidad máxima:** 40 kg
- **% Utilización máximo:** 50% de su capacidad porque puede haber pérdida excesiva del producto (Tinta Offset)
- **Velocidad Máx.:** 150 RPM
- **Velocidad Promedio:** 109 RPM
- **Tiempo Óptimo de Molienda:** 10 min

### MEZCLADORA 1 Y 2



- **Capacidad máxima:** Depende de las tinas
- **% Utilización máximo:** Depende de tinas
- **Velocidad Máx.:** 60 RPM
- **Tiempo Óptimo de Mezclado:** 20 – 30 MIN

### TORRE DE ALIMENTACIÓN



- **Capacidad máxima de carga:** 1 [Ton]
- **% Utilización máximo:** 50% de su capacidad.
- **Velocidad:** Depende de densidad de fluido.
- **Tiempo Óptimo de Llenado:** 220 kg/8 min = 27.5 kg/min

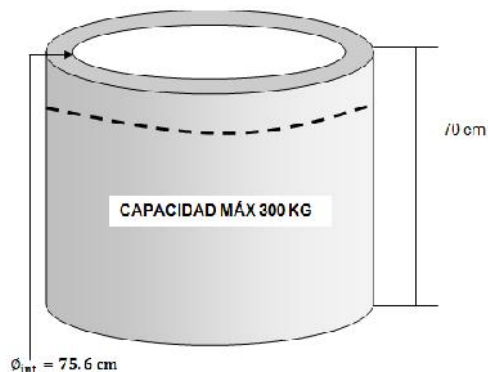
Se cuenta además con equipos alternos que nos permiten llevar a cabo el proceso y que es importante tomarlos en cuenta:

-2 Traspaletas

CAPACIDAD DE CARGA= 2 [Ton]

-Peso de tarimas= 10 -15 kg

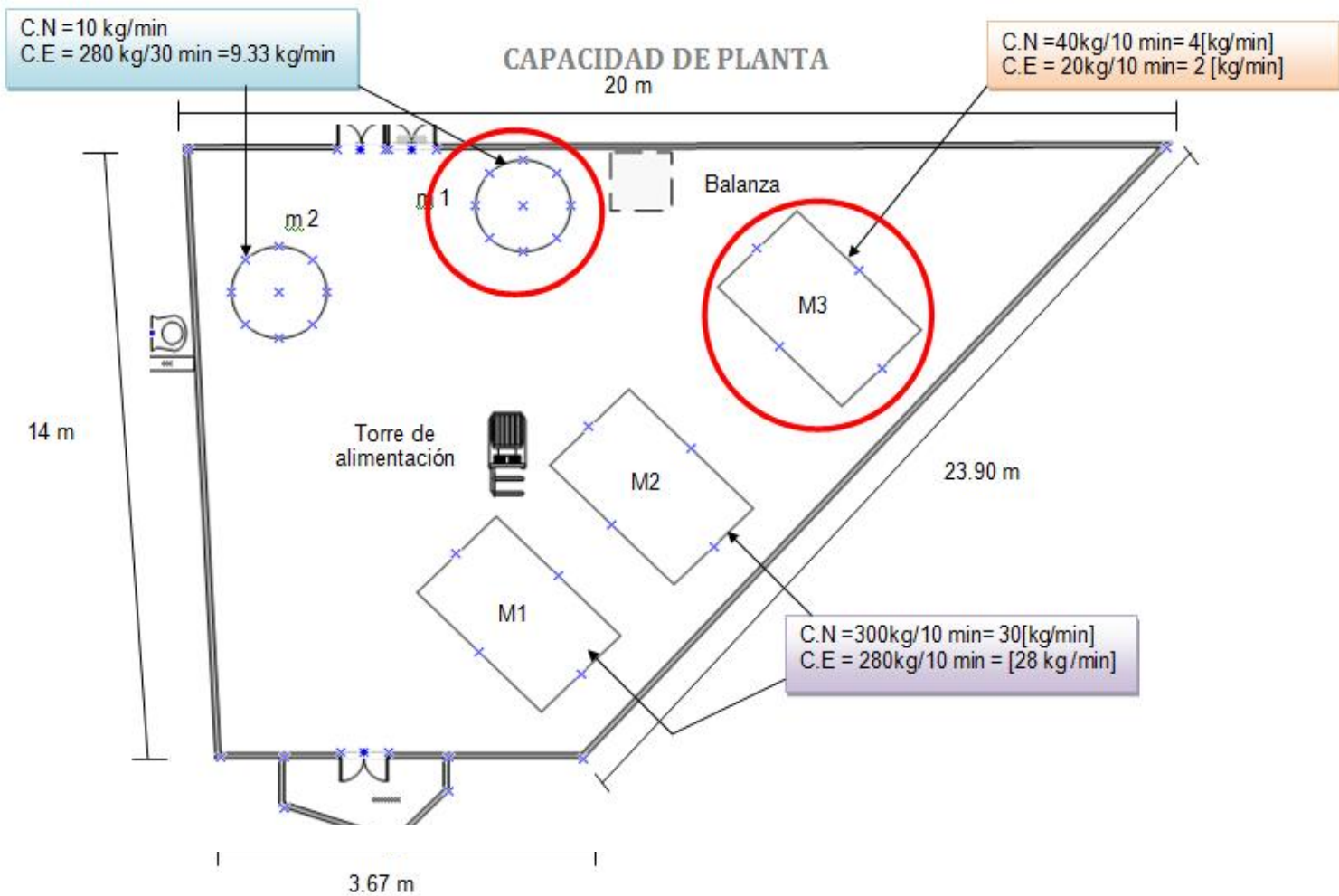
Debido a que las mezcladoras dependen de las tinas, que es donde se deposita la tinta durante la mayor parte del proceso analicé su capacidad de la manera siguiente:



La tina solo se debe llenar hasta el 93.3% de su capacidad que son realmente 280 kg, ya que, como lo mencioné anteriormente las mezcladoras dependen de su capacidad porque si se llena al máximo la tinta puede derramarse y dado que las mezcladoras trabajan bajo factores de presión y temperatura, debemos tomar en cuenta que al aumentar la velocidad y al generarse la presión de vacío aumenta la temperatura, lo cual, representa un riesgo potencial para el trabajador.

Después de éste análisis podemos observar en el diagrama qué parte o maquinaria dentro del proceso de PRODUCCIÓN DE TINTAS nos limita y así obtener la capacidad nominal o instalada.

*Como primera observación una limitante de la capacidad de producción son las tinas donde se depositan las tintas, ya que, su capacidad máxima está limitada a 300 kg y esto a su vez nos limita en las mezcladoras, donde no se pueden mezclar más que esa cantidad de kg. (300 kg)*



Como se puede observar en el diagrama las máquinas que nos definen la CAPACIDAD INSTALADA son dos, las mezcladoras que a su vez dependen de la capacidad de las tinas y el molino offset que es el que puede procesar sólo 4 kg en un minuto.

### III.1 CAPACIDAD INSTALADA O DISEÑO NOMINAL

Realmente para fines teóricos debido a que el molino (M3) nos limita la producción porque es la máquina que menos kg de tinta puede procesar en un minuto 4 [kg/min] sería nuestra capacidad instalada o nominal. Pero para fines prácticos me gustaría hacer un análisis más enfocado a la práctica dentro del área.

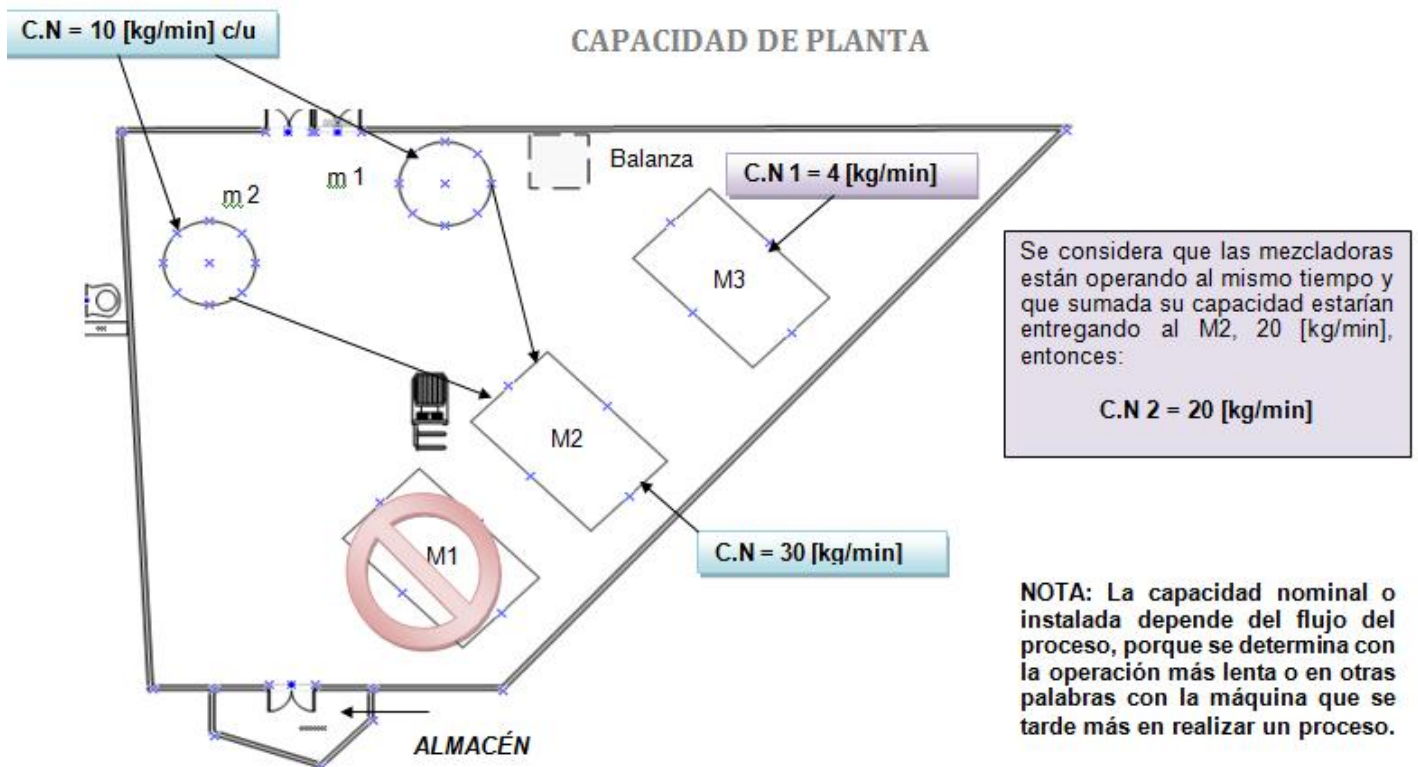
**C. Instalada = 4 [kg/min]**

Pero estaríamos hablando que:

**C. Instalada = 240 [kg/h]**

Al analizar la capacidad instalada encontré que debido a la diversidad de productos no sólo se tiene una capacidad si no dos diferentes. Me parece importante mencionar que para producir un lote de tinta offset o intaglioset sólo se utiliza el molino 3 (M3) y se omite el proceso de mezclado, entonces se hablaría de una primera capacidad nominal (CN1). La segunda (CN2) sería para realizar lotes de volúmenes mayores los cuáles son los de tinta calcográfica para los cuáles se utilizan ambas mezcladoras (m1 y m2) y el molino M2, es importante resaltar que el molino M3 no se utiliza por lo cual se descarta su capacidad de producción, así como se debe resaltar que dado que no se puede reparar nos está generando costos indirectos como pueden ser el de mantener.

A continuación se muestran en el diagrama ambas capacidades:



CN 1 = 4 [kg/min] está enfocada a la producción de tinta offset e intaglioset donde teóricamente 1 lote = 40 kg máx.  
CN 2 = 20 [kg/min] está enfocada a la producción de tinta calcográfica donde teóricamente 1 lote = 300 kg máx.

Se determina ésta capacidad nominal por las razones expuestas anteriormente, pero **NO** es un dato óptimo, ya que, como hemos venido analizando a lo largo de todo éste proyecto la capacidad no sólo depende de la **cantidad de kg y el tiempo** en que las máquinas puedan producir un lote, sino, que también depende de la fuerza laboral humana con la que se cuenta.

En esta sección analizaré la capacidad de planta de una manera ideal, sin involucrar a la fuerza humana (operarios), lo que nos aportará información valiosa, ya que, al descartar éste factor como ya lo había mencionado anteriormente, una de las consideraciones tomadas por el concepto de productividad es el **tiempo mínimo irreducible**, es decir, el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o en llevar a cabo una operación si el diseño, especificación, el proceso y el método de fabricación fuesen perfectos (con excepción de las pausas normales de descanso), es un enfoque ideal y trataré de apegarme a ello, aunque es una situación que nunca se logrará el objetivo es aproximarnos lo mas que sea posible.

Basándonos en la capacidad nominal podremos analizar qué tanto somos capaces de producir en un tiempo determinado, la capacidad o tamaño de planta la definimos como el # de productos disponibles (en este caso lotes de tinta) que emergen del proceso en un tiempo específico.

**Donde:**

1 lote = 40 kg

$$C_1 = \left( \frac{4 \text{ kg}}{1 \text{ min}} \right) \left( \frac{1 \text{ lote}}{40 \text{ kg}} \right) \left( \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 6 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{h}} \right] \approx 240 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

$$C_1 = 6 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{h}} \right]$$

Este resultado es ideal si no existieran actividades y operaciones alternas y sólo se procesara tinta con un flujo continuo, dado que es un supuesto no es un dato óptimo pero en un futuro nos puede ayudar mucho a realizar mejoras y provocar que el proceso tienda a ser *en línea o flujo continuo* eliminando ciertos transportes y operaciones, así como también, tiempo de preparación de máquinas y lavado de la misma, cambio de herramientas, etc

$$C_2 = \left( \frac{20 \text{ kg}}{1 \text{ min}} \right) \left( \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1,200 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right] \left( \frac{1 \text{ lote}}{300 \text{ kg}} \right) = 4 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{h}} \right]$$

$$C_2 = 4 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{h}} \right]$$

Aunque estas cantidades de la C1 y C2 son extremadamente altas es un ideal al que una vez realizadas mejoras al proceso podemos intentar lograr mediante metodologías y técnicas aumentar la capacidad de producción del área. En este caso solamente se quedan como cantidades ideales si las máquinas operaran independientemente las 8h de la jornada laboral y con un flujo continuo.

Este tamaño de planta en la realidad es mucho mayor, ya que, en el proceso de Fabricación de Tintas para impresión de billetes están involucrados diversos factores y n variables que eliminamos para acercarnos al óptimo, pero que después se fusionarán todos para poder realizar mejoras.

### III.2 CAPACIDAD EFECTIVA O REAL.

La Capacidad efectiva o real es una reducción como ya lo habíamos mencionado de la Capacidad de Diseño, ya que, refleja condiciones típicas de funcionamiento. También es un índice de producción para condiciones existentes.

Se obtuvo mediante la observación de todas las variables, operaciones, transportes, demoras, fuerza laboral involucradas en la producción. A continuación se enlistan algunas operaciones y actividades que disminuyen la Capacidad Nominal:

- FORMULACIÓN
- SELECCIÓN DE MATERIALES
- PESADO
- VACIADO DE MATERIALES
- QUE SÓLO SE CUENTA CON 3 OPERADORES
- ENVASADO DE TINTA
- LAVADO DE MEZCLADORA Y MOLINO. (LAVADO DE MAQUINARIA)

Después de haber observado que todos estos factores disminuyen el tiempo de producción, aunque algunos son necesarios obtuvimos la CAPACIDAD REAL O EFECTIVA COMO SIGUE:

Dado que estamos analizando por proceso las capacidades, el primer proceso analizado es el de la producción de una tinta offset, donde el molino M3 nos limita la capacidad de producción entonces obtuvimos la primera capacidad real que:

$$C_{R1} = 2 \left[ \frac{kg}{min} \right]$$

**Donde:**

1 lote de tinta offset = 40 kg<sub>max</sub>

Idealmente esto representaría:

$$C_{R1} = \left( \frac{2 kg}{1 min} \right) \left( \frac{1 lote}{40 kg} \right) \left( \frac{60 min}{1 h} \right) = 3 \left[ \frac{lotes}{h} \right]$$

Se puede representar igualmente como

$$C_{R1} = \left( \frac{1 lote}{20 min} \right) = \left[ \frac{1 lote}{0.3333h} \right] = 40 \left[ \frac{kg}{min} \right]$$

La cantidad anterior representa la cantidad real de lotes o de kg que realmente puede procesar la máquina, en éste caso el molino M3, pero no considera como lo he mencionado los factores o variables que intervienen.

Realicé un análisis con tiempos tomados del cursograma analítico descartando los tiempos de operación del molino para agregar a esta capacidad el tiempo invertido en las demás actividades y aproximarme más a las condiciones reales de producción.

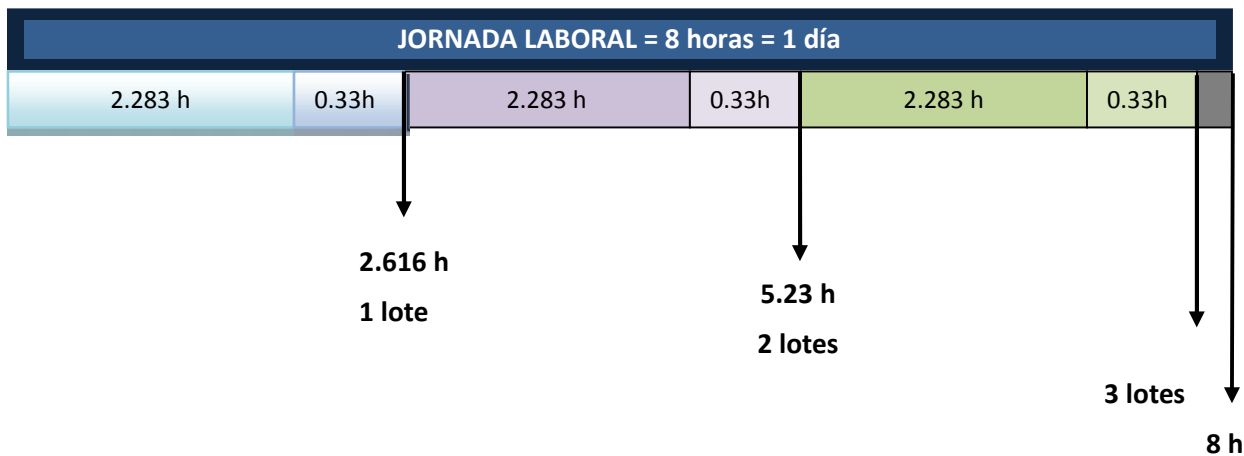
ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
Formulación	15
Verificar existencia	10
Preparación	5
Pesado	30
Vaciado	5
Verificar Reología	30
Envasado	20
Lavado de molino	22
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>

Todas estas actividades que se realizan alternadamente con la molienda toman un tiempo aproximado de:

$$\text{TOTAL TIEMPO} = 137 \text{ min} = 2 \text{ horas } 17 \text{ minutos}$$

$$T_{\text{tiempo}} = 2.283333 \text{ h}$$

Representando en una línea de tiempo el proceso de elaboración incluyendo el tiempo de actividades alternas y tiempo de proceso de molino, lo cual es la Capacidad Real 1:



Como se puede observar en una jornada laboral que consta de 8 h se pueden realizar 3 lotes de Tinta Offset involucrando ya las actividades alternas que representa nuestro primer proceso, entonces tenemos que:

$$C_{R1} = \left[ \frac{3 \text{ lotes}}{8 \text{ horas}} \right] = \left[ \frac{3 \text{ lotes}}{1 \text{ día}} \right] = \left[ \frac{15 \text{ lotes}}{1 \text{ semana}} \right]$$

Esto se interpreta, si se realizaran 3 lotes diarios, porque aunque si se ha realizado esa cantidad de lotes por día también depende de la demanda y de si el lote requiere un ajuste de color, por lo que se vuelve más tardado aún el proceso, que es muy variable, entonces no siempre se realizan.



Pasamos al análisis del segundo proceso que se enfoca a la realización de tinta calcográfica que es donde se utilizan ambas mezcladoras (**m2 y m1**) las cuales considerando que operan al mismo tiempo y la capacidad nominal se reduce porque realmente sólo procesan lo siguiente cada una:

$$C_{RM1} = 9.33 \left[ \frac{kg}{min} \right]$$

$$C_{RM2} = 9.33 \left[ \frac{kg}{min} \right]$$

Se muestran las capacidades a las que trabajan realmente las mezcladoras que son las que nos limitan nuestro segundo proceso que es la producción de tintas calcográficas, pero suponemos que están operando al mismo tiempo lo cual representa que en realidad tendríamos una segunda capacidad total real de:

$$C_{RT2} = 18.66 \left[ \frac{kg}{min} \right]$$

La cantidad anterior representa la cantidad real de lotes o de kg que realmente pueden procesar las mezcladoras (m1 y m2), pero no considera como lo he mencionado los factores o variables que intervienen. Rápidamente realizaré un análisis con tiempos tomados del cursograma analítico descartando los tiempos de operación del molino y mezcladoras para agregar a esta capacidad el tiempo invertido en las demás actividades y aproximarme más a las condiciones reales de producción.

En el ajuste de color se consideran 30 min porque es una actividad en la que el tiempo es muy variable dependiendo la tinta y se tomó como una media.



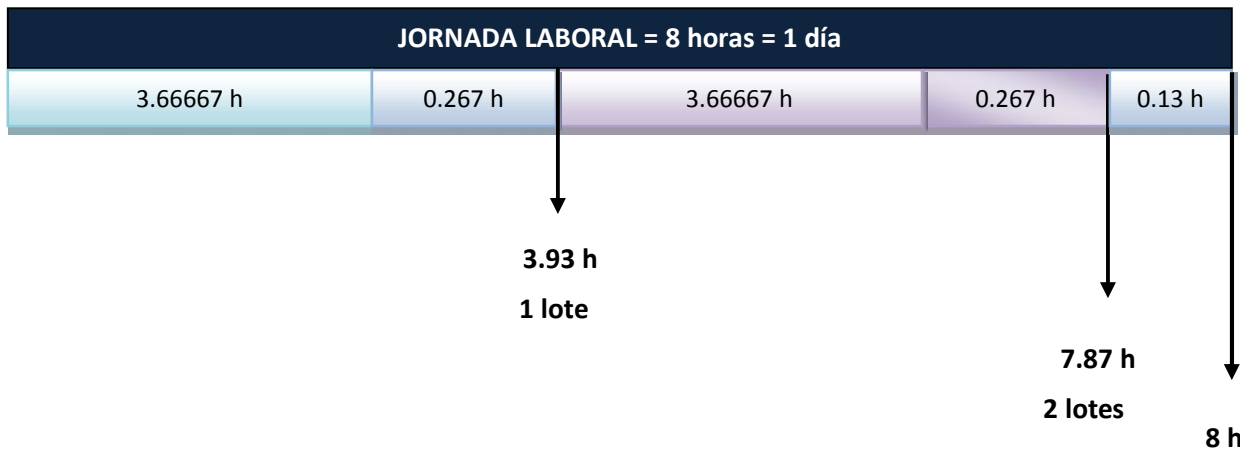
ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
Formulación	15
Verificar existencia	10
Preparación	10
Pesado	30
Vaciado	20
Ajuste de color	30
Verificar reología	30
Pesado	10
Modificación	5
Envasado	20
Lavado de maquinaria	40
<b>TIEMPO</b>	<b>220</b>

Todas estas actividades que se realizan alternadamente con el mezclado y la molienda toman un tiempo aproximado de:

$$\text{TOTAL TIEMPO} = 220 \text{ min} = 3 \text{ h } 40 \text{ min}$$

$$T_{\text{tiempo}} = 3.66667 \text{ h}$$

Representando en una línea de tiempo el proceso de elaboración incluyendo el tiempo de actividades alternas y tiempo de proceso de mezclado, lo cual, es la Capacidad Real.



Como se puede observar en una jornada laboral que consta de 8 h se pueden realizar 2 lotes de Tinta Calcográfica involucrando ya las actividades alternas que representan nuestro segundo proceso, entonces tenemos que:

$$C_{R2} = \left[ \frac{2 \text{ lotes}}{8 \text{ horas}} \right] = \left[ \frac{2 \text{ lotes}}{1 \text{ día}} \right] = \left[ \frac{10 \text{ lotes}}{1 \text{ semana}} \right]$$

Esto se interpreta si se realizaran 2 lotes diarios, porque aunque si se han realizado esa cantidad de lotes por día también depende de la demanda y de si el lote requiere un ajuste de color, por lo que se vuelve más tardado aun el proceso, que es muy variable, entonces no siempre se realizan.

Pero en conclusión consideramos nuestras **Capacidades Reales o Efectivas** como:

$$C_{R1} = 750 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{año}} \right]$$

$$C_{R2} = 500 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{año}} \right]$$

**NOTA:** Aunque estas cantidades son elevadas porque en la práctica realmente no se alcanzan estos números de producción debido a que no se mantiene un ritmo constante como tal podemos hacer una comparación del ritmo de producción en el año 2009.

## TASA DE PRODUCCIÓN EN 2009

En este caso analizaremos la producción del año 2009, definimos tasa de producción como la cantidad de lotes por año que se produjeron como sigue:

**Donde:**

$\psi$  – Tasa de Producción

$$\psi_1 = 151 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{año}} \right]$$

La tasa de producción 1 representa los lotes de tinta offset e intaglio que son los que pasan por el proceso 1.

$$\psi_2 = 120 \left[ \frac{\text{lotes}}{\text{año}} \right]$$

La tasa de producción 2 representa los lotes de tinta calcográfica que son los que pasan por el proceso 2.

## TACKT TIME

Es el ritmo de producción, de acuerdo con lo que el cliente (Sala de Impresión) está demandando, esto quiere decir que el Tackt Time marca el ritmo de producción, de acuerdo con lo que el cliente en este caso interno está demandando o pidiendo, se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo por turno) entre la cantidad total requerida (o la demanda del cliente por turno). Se calcula en unidades de tiempo, siendo los segundos los más utilizados.

$$\text{Tackt Time} = \frac{\text{Tiempo de Trabajo por Turno}}{\text{Demanda del cliente por Turno}}$$

1. En el proceso se tienen 8 horas disponibles en el día, de ese tiempo eliminamos el tiempo en que normalmente se detiene el proceso (desayunos, comidas, descansos, etc.) entonces se tiene que el tiempo de producción disponible es:

**TIEMPO DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE =**

8 h x 60 min = 480 min

Descanso 30 min = -30 min

1 comida de 60 min = -60 min

Junta de 10 min = -10 min

**TIEMPO PERDIDO = -100 min**

$$480 - 100 = 380 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo} = 380 \text{ min} \times 60 \text{ s} = 22,800 \text{ s}$$

Aunque la demanda es variable y tendríamos que observarla para determinar su comportamiento (se recomienda realizar un análisis de demanda) en base a lo observado suponemos que se demandan aproximadamente 3 lotes por turno o 3 lotes cada 8 h, lo cual:

$$\text{Tackt Time} = \frac{22,800 \text{ s}}{3 \text{ lotes}} = 7,600 \left[ \frac{\text{s}}{\text{lote}} \right]$$

$$\text{Tackt Time} = 7,600 \left[ \frac{\text{s}}{\text{lote}} \right] = 2.11 \left[ \frac{\text{h}}{\text{lote}} \right] = 2 \text{ h } 7 \text{ min por lote}$$

Actualmente en realidad para realizar un lote aproximadamente se invierten 4 horas máximo, lo cual es 47.25 % adicional del tiempo que se debería invertir realmente por lote.




47.25%

- Este cálculo podría realizarse diariamente como un programa de producción dependiendo la demanda para saber el tiempo que se podrá invertir en cada lote y así comenzar a reducir el tiempo por actividades realizando a su vez mejoras.

### III.3 UTILIZACIÓN.

Como ya lo he mencionado se puede expresar como un % respecto de la “*Capacidad efectiva*” que nos denota una improductividad ocasionada por fallas en el proceso. Realizando el análisis del proceso 1 que se enfoca a la producción de Tintas Offset e Intaglio, tenemos que:

En el año 2009 se realizaron  130 lotes offset  
21 lotes intaglio  

---

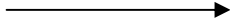
151 lotes TOTAL

De la  $C_{R1}$  podemos deducir lo siguiente:

**Donde:**

U = Utilización

$C_{R1} \approx 750 \text{ lotes}$  ——— 100%

$U = 151 \text{ lotes}$  ——— X%  **X = 20.13 %**

**El % de Utilización fue de 20.13% de la Capacidad Real 1 de Planta en 2009.**

Para el proceso 2 que representa la producción de Tinta Calcográfica:

En el año 2009 se realizaron  121 lotes

De la  $C_{R2}$  podemos deducir lo siguiente:

**Donde:**

U = Utilización

$C_{R2} \approx 500 \text{ lotes}$  ——— 100%

$U = 120 \text{ lotes}$  ——— X%  **X = 24 %**

**El % de Utilización fue de 24% de la Capacidad Real 2 de Planta en 2009.**

En cuanto a la Utilización de las máquinas el molino M3, las mezcladoras m1 y m2 se utilizan al 50 % de su capacidad.

**% UTILIZACIÓN MAQUINARIA = 50 %**

## **III.4 CONCLUSIÓN**

**CON TODO ESTE ANÁLISIS Y MEJORAS QUE SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN, SE PODRÍA AUMENTAR UN 20% LA PRODUCCIÓN, LO CUAL, REPRESENTARÍA:**

**PRODUCCIÓN 2009 = 151 LOTES, los cuales, representan el 20.13% de la Capacidad Real de Planta**

**PROCESO 1 = 150 LOTES ADICIONALES, representan un 20% adicional de la Capacidad Real de Planta**

**TOTAL 1 = 300 [LOTES/AÑO] (T.Offset y T. Intaglio)**

**REPRESENTA UN AUMENTO DEL 20% EN LA CAPACIDAD REAL DE PLANTA ACTUAL.**

**PRODUCCIÓN 2009 = 120 LOTES, los cuales, representan el 24% de la Capacidad Real de Planta**

**PROCESO 2 = 100 LOTES ADICIONALES, representan, un 20% adicional de la Capacidad Real de Planta.**

**TOTAL 2 = 240 [LOTES/AÑO]**

**REPRESENTA UN AUMENTO DEL 20% EN LA CAPACIDAD REAL DE PLANTA ACTUAL.**

### **RECOMENDACIONES.**

1. Se debe tener en cuenta que el jefe del Área de Producción de Tintas será el responsable de desarrollar y mantener un ambiente laboral agradable y favorable para cumplir las metas de manera más eficiente.
2. El jefe o responsable a cargo del “Área de Producción de Tintas” debe reconocer y asumir el concepto de productividad.
3. Favorecer los adelantos tecnológicos y utilizar las técnicas señaladas en éste texto.
4. Desarrollar buenas relaciones obrero –patronales.
5. Trabajar en equipo con Sala de Impresión teniendo un monitoreo a través de software o con display de la producción, para poder crear un lenguaje unificado donde todas las áreas proveedoras de materias primas para impresión de billetes estén pendientes de los requerimientos de producción, se recomienda Planeación Estratégica a largo plazo.
6. Tener mente abierta al cambio, pues es un requisito para el progreso.