

# MÉTODOS Y ESTÁNDARES EN LA FABRICACIÓN DE PLATINAS

## *METHODS AND STANDARDS IN THE MANUFACTURE OF PLATINS*

**Óscar Sotelo Quito\***

RECEPCIÓN: JUNIO DE 2017

ACEPTACIÓN: JULIO DE 2017

### **RESUMEN**

Dextre es una empresa metalmeccánica con 25 años de experiencia en el mercado. Recientemente, ha mejorado su equipamiento con la adquisición de máquinas y herramientas como tornos, taladros y equipos de corte y pintura. Cuenta con 45 trabajadores debidamente capacitados en el manejo de máquinas. Su gerente de operaciones, en su visita al estado de Sao Paulo en Brasil, ha contactado con una empresa ensambladora de automóviles, cuyo representante ha mostrado interés en la fabricación de platinas que, de acuerdo con sus cálculos de requerimiento, alcanzarían un total 500 000 ejemplares anuales. Por este motivo, la unidad de planeamiento de Dextre ha realizado los cálculos necesarios para determinar la factibilidad técnica de esta propuesta y concluyó que podrá cumplir con estos trabajos en jornadas regulares de 40 horas semanales y 52 semanas por año, contando con 15 operarios entre habilitadores, operadores de máquina, operadores de equipo y personal de despacho.

**Palabras clave:** tiempo estándar, operación, diagramas de operaciones del proceso, suplemento, cantidad de trabajo

### **ABSTRACT**

Dextre Company is Metalworking Company with 25 years of experience in the market; it has recently improved its equipment with the acquisition of machine tools such as lathes, drills, cutting and painting equipment. Dextre has 45 workers properly trained and trained in the management of machines.

His operations manager during his visit to Brazil, state of Sao Paulo, has contacted an automobile assembly company, which has shown an interest in the production of platins that according to their calculations of requirements it would reach a total of 500,000 pieces per year So that its planning unit has developed the necessary calculations to determine the technical feasibility of this proposal, finding that it will be able to comply with these works in regular workday of 40 hours per week and 52 weeks per year, counting on 15 operators between enablers, machine operators , Equipment operators and dispatch personnel.

**Keywords:** standard time, operation, Diagrams of process operations, supplement, amount of work

---

\* Ingeniero industrial, doctor en Ingeniería, profesor principal en la Universidad Ricardo Palma, docente de los cursos de Ingeniería de Métodos y Planeamiento y Control de Operaciones en la Escuela de Ingeniería Industrial. <osoteloq@urp.pe>

## 1. Introducción

La empresa Dextre S.A. es una compañía metalmecánica que se dedica a la fabricación de diferentes piezas y partes en el campo automotriz. Estos repuestos se fabrican con calidad y están ajustados a las normas técnicas necesarias, lo que le ha servido a la empresa para ser reconocida en el mercado. Actualmente, desarrolla trabajos de planeamiento para ampliar su cartera de clientes. Con ese motivo, su gerente viaja permanentemente a diversas partes del mundo para tomar contacto con nuevas tecnologías y experiencias en el campo metalmecánico. Precisamente, en uno de sus últimos viajes ha tomado contacto con la empresa Volkswagen do Brasil, fabricante de Gol, localizada en Sao Paulo, cuyos representantes, de acuerdo con sus planes de desarrollo, requerirán un total de 500 mil platinas en el año 2018. Por ello, Dextre deberá realizar los estudios de método y de tiempo respectivos a fin de completar los trabajos y lograr una viabilidad administrativa óptima para gestionar con éxito la producción y los recursos en los plazos establecidos.

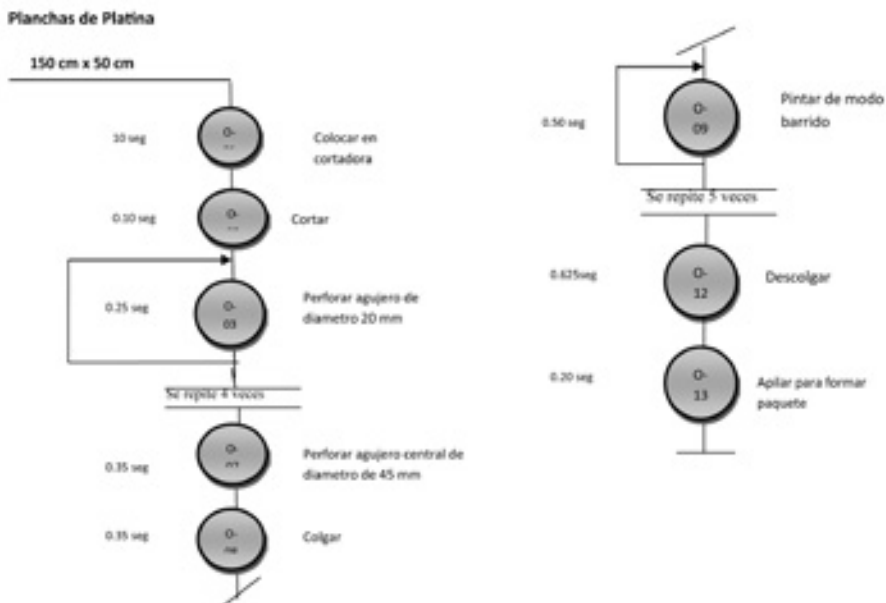
## 2. Metodología

El desarrollo de los procesos se establece diseñando, en primer lugar, el diagrama de operaciones del proceso a fin de conocer la secuencia que seguirán las operaciones a lo largo del proceso tomando en cuenta los diferentes requerimientos técnicos tanto en maquinaria como en equipos [1]. Estos diagramas deben contener el registro de los tiempos estándares que aparecen en el lado izquierdo de cada operación [2].

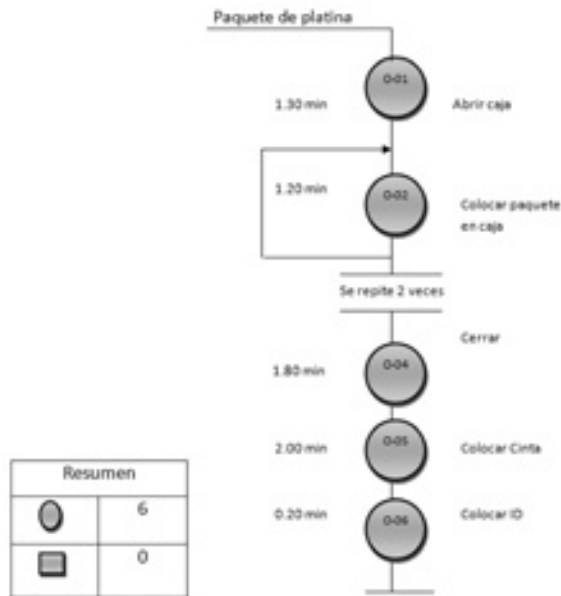
### 2.1. Diagrama de operaciones del proceso

Estos diagramas se elaboran tanto para la fabricación de platinas como para su embalaje.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PLATINAS



## DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE EMBALAJE DE PLATINAS

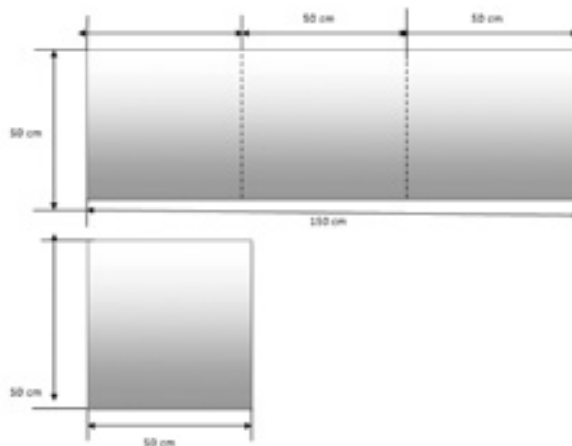


## 2.2. Maquinarias y equipamiento

La empresa dispone de una serie de máquinas como cortadora Waterjet de Maxiém 1530, pistola aerográfica Acoe 15, compresor Thomas de aire 118 SERIES –con una capacidad máxima de presión de 30 psi/2.07 bar– y torno agujeador tpx619 marca Smac. Este equipamiento sirve para realizar los diferentes trabajos que se requieren en la fabricación de las platinas. Todas estas herramientas fueron adquiridas recientemente y serán utilizadas tomando en cuenta la demanda existente y la capacidad disponible.

## 2.3. Análisis de las operaciones

## Operación 1: cortar las planchas de platina

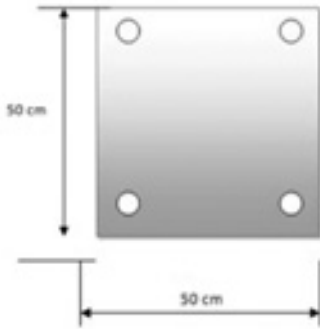


### Operación 2: perforaciones



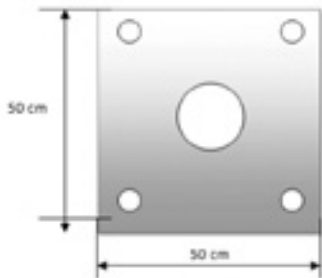
Para realizar estas tareas, las planchas de platina de 50 cm x 50 cm son apiladas de 2 en 2 para después ser perforadas.

#### Operación 2.1: Perforar agujero de radio menor



La operación se repite 4 veces en las 2 planchas que están apiladas. En total, se obtendrán 8 agujeros.

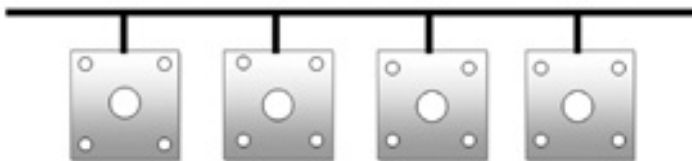
#### Operación 2.2: perforar agujero de radio mayor



La operación se repite 1 vez en las 2 planchas que están apiladas. En total, se obtendrán 2 agujeros.

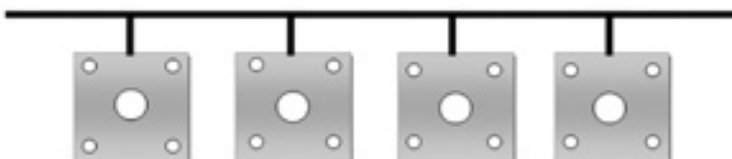
### Operación 3: colgar

Esta operación consiste en colgar 4 planchas, como se muestra en el gráfico, para después realizar el trabajo de pintado y facilitar el secado al medio ambiente.



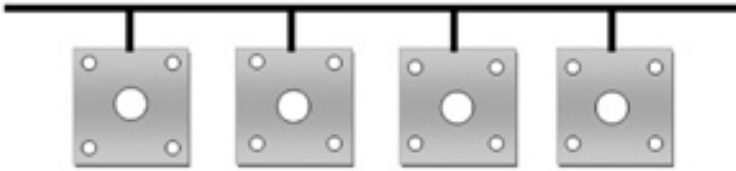
### Operación 4: pintar

Esta operación se ejecutará de modo de barrido, moviendo la pistola aerográfica de izquierda a derecha para cubrir toda la superficie.



**Operación 5: secar**

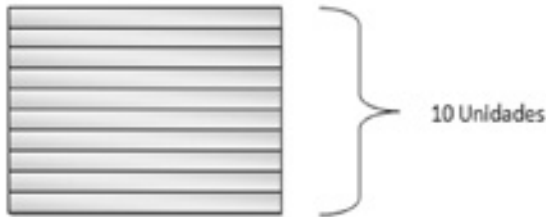
Esta operación, por ahora, se realizará al medio ambiente con todas las planchas colgadas. El tiempo requerido para que seque la pintura es de, aproximadamente, 5 minutos.

**Operación 6: descolgar**

El siguiente paso consiste en descolgar las planchas una por una. El Tse es de 2.5 min para las 4 planchas.

**Operación 7: formar paquete**

En esta etapa del proceso, se apilan las planchas hasta colocar 10 una encima de la otra.

**Operación 8: encajonar**

Esta tarea comprende dos etapas.

**Operación 8.1: abrir caja**

Esta operación tiene un Tse de 1.30 min.

**Operación 8.2: colocar paquete en caja**

Esta operación consiste en colocar los paquetes dentro de la caja. Se debe tener en cuenta que en la caja pueden ingresar 2 paquetes de 10 unidades (planchas de platina).

Tse = 1.20 min por paquete



### Operación 9: embalaje

Comprende las tareas de cierre y precintado.

#### Operación 9.1: cerrar

Para esta operación, los 2 paquetes deben estar dentro de la caja.

$T_{se} = 1.80 \text{ min}$



#### Operación 9.2: precintar

Luego de cerrar la caja, se le coloca un precinto de seguridad alrededor para sellarla.

Esta operación tiene un tiempo estándar elemental de  $T_{se} = 2.00 \text{ min}$ .



### Operación 10: colocar identificación

La última operación del proceso consiste en colocar la ID a la caja cerrada y sellada para que se la pueda identificar fácilmente. El tiempo estándar elemental de esta operación es de  $T_{se} = 0.20 \text{ min}$ .

## 3. Análisis

El desarrollo de todos estos procesos, operación por operación, revela que la empresa cuenta no solo con la tecnología necesaria para realizarlos, sino también con el conocimiento óptimo para ejecutarlos en los diferentes tiempos estándares que se han establecido. Cabe indicar que la técnica que se utilizó para determinar estos tiempos fue la de *Estudio de tiempos* –con cronometraje sobre la marcha y cronometro centesimal de precisión de una centésima de minuto–. Igualmente, se utilizaron escalas de calificación Base 100 y se cargaron los suplementos necesarios para garantizar un trabajo sostenido sin fatiga a lo largo de la jornada [3].

De esa forma, los cálculos que tienen que ver con el estándar de producción, producción estándar, cantidad de trabajo y saturación [4] señalan que la empresa podrá cumplir con los trabajos de fabricación en los tiempos establecidos garantizando una entrega oportuna que podría, ocasionalmente, mejorar –en caso hubiera necesidad de hacer una mayor producción por la preparación y capacitación del personal de planta, quienes podrían elevar su rendimiento hasta en un 40% por encima de lo normal [5].

### 3.1. Presentación de los cálculos

Los cálculos necesarios para determinar el tiempo estándar se hacen siguiendo la técnica de estudio de tiempos que están bastante explicados en [6].

#### Operación 1: análisis

Si de una plancha original se obtienen 3 platinas de 50 cm x 50 cm, y el tiempo estándar elemental es de  $T_{se} = 0.10 \text{ min}$ , la frecuencia será:

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

$n$  = Numero de veces que se repite la operacion

$P$  = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 2 veces y se obtienen 3 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{2}{3} = 0.66$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde  $T_{se}$  de la  $Ope_1 = 0.10$ . Por lo tanto:

$$T_{sc} = 0.10 \text{ min} \times 0.66 = 0.066 \text{ min}$$

### Operación 2-2.1: análisis

Al agrupar de 2 en 2 las planchas para perforar los agujeros de diámetro menor, la operación obtiene la siguiente frecuencia:

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

$n$  = Numero de veces que se repite la operacion

$P$  = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 4 veces y se obtienen 2 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{4}{2} = 2$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde  $T_{se}$  de la  $Ope_{2,1} = 0.25$

$$T_{sc} = 0.25 \text{ min} \times 2 = 0.5 \text{ min}$$

### Operación 2-2.2: análisis

Del mismo modo que los agujeros de diámetro menor, la operación de perforar el agujero de diámetro mayor también se realizó colocando 2 planchas de platina.

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

$n$  = Numero de veces que se repite la operacion

$P$  = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 1 vez y se obtienen 2 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{1}{2} = 0.5$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>2,2</sub> = 0.35 min

$$T_{sc} = 0.05 \text{ min} \times 0.5 = 0.025 \text{ min}$$

**Operación 3: análisis**

La operación de colgado se hace con 4 planchas de platina. Colgadas, cada una tiene un Tse de 0.35 min. La operación se repite 4 veces y resultan 4 productos. La frecuencia será:

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n = Numero de veces que se repite la operacion*  
*P = Numero piezas o productos que resultan de la operacion*

La operación se repite 4 veces y se obtienen 4 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{4}{4} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>3</sub> = 0.35

$$T_{sc} = 1 \text{ min} \times 0.35 = 0.35 \text{ min}$$

**Operación 4: análisis**

La operación de pintado se realiza en forma de barrido sobre las 4 planchas que están colgadas. Cada barrido tiene un Tse de 0.50 min. El barrido se repite 5 veces.

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n = Numero de veces que se repite la operacion*  
*P = Numero piezas o productos que resultan de la operacion*

La operación se repite 5 veces y se obtienen 4 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{5}{4} = 1.25$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>4</sub> = 0.50

$$T_{sc} = 1.25 \text{ min} \times 0.50 = 0.625 \text{ min}$$

**Operación 5: análisis**

La operación de secado al medio ambiente requiere un tiempo estándar de Tse = 5min por 4 piezas.

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n = Numero de veces que se repite la operacion*  
*P = Numero piezas o productos que resultan de la operacion*



Esta operación se repite 1 vez por 4 productos (ya que los 4 están colgados) y se obtienen 4 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{1}{1} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde  $T_{se}$  de la  $Ope_5 = 5 \text{ min}$

$$T_{sc} = 5 \text{ min} \times 1 = 5 \text{ min}$$

### Operación 6: análisis

La operación de descolgado se tiene que hacer 1x1 en las 4 planchas de platina que se encuentran colgadas. El tiempo total para descolgar las 4 planchas es 2.5 min. Para cada una, será:

$$\frac{2.5 \text{ min}}{4} = 0.625 \text{ min}$$

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

$n = \text{Numero de veces que se repite la operacion}$   
 $P = \text{Numero piezas o productos que resultan de la operacion}$

La operación se repite 4 veces y se obtienen 4 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{4}{4} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde  $T_{se}$  de la  $Ope_6 = 0.625 \text{ min}$

$$T_{sc} = 0.625 \text{ min} \times 1 = 0.625 \text{ min}$$

### Operación 7: análisis

La operación de formar paquetes de 10 platinas cada una, requiere un tiempo estándar de  $T_{se} = 2 \text{ min}$  por 10 piezas, es decir:

$$\frac{2 \text{ min}}{10} = 0.2 \text{ min}$$

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

$n = \text{Numero de veces que se repite la operacion}$   
 $P = \text{Numero piezas o productos que resultan de la operacion}$

La operación se repite 10 veces y se obtienen 10 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{10}{10} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$Tsc = Tse \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>7</sub> = 0.2 min

$$Tsc = 0.2 \text{ min} \times 1 = 0.2 \text{ min}$$

**A continuación, se muestran las operaciones cuando ya se tiene 20 platinas:**

**Operación 8-8.1: análisis**

La operación consiste en abrir la caja y tiene un Tse = 1.30 min

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n* = Numero de veces que se repite la operacion  
*P* = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 1 vez y se obtiene 1 producto. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{1}{1} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$Tsc = Tse \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>8,1</sub> = 1.30 min

$$Tsc = 1.30 \text{ min} \times 1 = 1.30 \text{ min}$$

**Operación 8.2: análisis**

La operación consiste en colocar 2 paquetes en la caja y tiene un Tse de 1.20 min.

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n* = Numero de veces que se repite la operacion  
*P* = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 2 veces y se obtienen 2 productos. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{2}{2} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$Tsc = Tse \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>8,2</sub> = 1.20 min

$$Tsc = 1.20 \text{ min} \times 1 = 1.20 \text{ min}$$

**Operación 9-9.1: análisis**

La operación consiste en cerrar la caja y tiene un Tse de 1.80 min.

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n* = Numero de veces que se repite la operacion  
*P* = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 1 vez y se obtiene 1 producto. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{1}{1} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>9,1</sub> = 1.80 min

$$T_{sc} = 1.80 \text{ min} \times 1 = 1.80 \text{ min}$$

### Operación 9- 9.2: análisis

La operación consiste en colocar el precinto en la caja y tiene un Tse de 2 min.

$$F = \frac{n}{P}$$

Donde:

*n* = Numero de veces que se repite la operacion

*P* = Numero piezas o productos que resultan de la operacion

La operación se repite 1 vez y se obtiene 1 producto. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{1}{1} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>9,2</sub> = 2 min

$$T_{sc} = 2 \text{ min} \times 1 = 2 \text{ min}$$

### Operación 10: análisis

La operación consiste en colocar una ID en la caja y tiene un Tse de 0.20 min.

La operación se repite 1 vez y se obtiene 1 producto. Es decir, la frecuencia es:

$$F = \frac{1}{1} = 1$$

Se sabe por teoría que el *Tiempo estándar elemental a ser considerado en el ciclo* es:

$$T_{sc} = T_{se} \times F$$

Donde Tse de la Ope<sub>10</sub> = 0.2 min

$$T_{sc} = 0.2 \text{ min} \times 1 = 0.2 \text{ min}$$

Al analizar el proceso, y ahora que se tiene el Tse de cada uno de los elementos del trabajo, se puede calcular el tiempo estándar (Ts) que se requiere para producir cualquier cantidad de unidades de producción. Este resultará de la sumatoria de todos los Tse de las operaciones multiplicada por la cantidad de repeticiones necesarias.

#### 4. Resultados

Los tiempos estándares necesarios para cada operación, ajustados por sus respectivas frecuencias y el cálculo del tiempo total tomando en cuenta el número de repeticiones para fabricar una caja de 20 platinas, se muestran en el cuadro siguiente:

Operación	Frecuencia	Tse (min)	Tsc (min)	Cantidad de Repeticiones para fabricar 20 unidades	Tsc Total (min)
1	0.66	0.10	0.066	14	0.924
2.1	2	0.25	0.50	40	20
2.2	0.5	0.05	0.025	10	0.25
3	1	0.35	0.35	20	7
4	1.25	0.50	0.625	25	15.625
5	1	5.00	5.00	5	25
6	1	0.625	0.625	20	12.5
7	1	0.20	0.20	20	4
Sub Total					86.799
8.1	1	1.30	1.30	1	1.30
8.2	1	1.20	1.20	2	1.20
9.1	1	1.80	1.80	1	1.80
9.2	1	2.00	2.00	1	2.00
10	1	0.20	0.20	1	0.20
Sub Total					6.5
Total					91.799

#### Observaciones:

- En la operación 4, se debe tomar en cuenta que se pinta solo 1 cara de las planchas. En total, serán 25 barridos en las 20 planchas que serán colgadas de 4 en 4 (5 grupos).
- La operación 5 requiere de 5 min por cada grupo. En total, son 5 grupos de 4 platinas cada uno, por lo que el tiempo total será de  $5 \times 5 = 25$  min.
- A partir de la operación 8.1, los Tsc se cuentan cuando ya se tiene 20 platinas de producción.

El tiempo estándar que se requiere para producir una caja de 20 platinas será de 91799 minutos y el tiempo requerido en minutos para fabricar 25 000 cajas, así como el número de trabajadores son:

$$Ts = 91.799 \text{ min} - st$$

$$\frac{T}{P} = \frac{91.799 \text{ min} - st}{1 \text{ caja}}$$

$$\frac{91.799 \text{ min} - st}{1 \text{ caja}} \times 25000 \text{ cajas} = 2295000 \text{ min} - st$$

$$2295000 \text{ min} \times \frac{1H}{60 \text{ min}} = 38250 \text{ Horas}$$

Si cada operario trabaja 48 horas por semana y 52 semanas por año, se necesitará 2496 horas de trabajo por año, por lo que la cantidad de operarios que se requerirá para cumplir con la demanda de producción de platinas será:

$$(38250 \text{ horas}) / (\text{Hombre} / 2496 \text{ horas-año}) = 15 \text{ hombres}$$

Los operarios deberán trabajar durante un año para cumplir con estos requerimientos. Si los trabajos se quieren culminar antes de un año, será necesario disponer de un mayor número de operarios. El jefe de producción podrá hacer las combinaciones necesarias para los cálculos derivados de tiempo y horas hombre.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

- La empresa cuenta con la tecnología necesaria para la fabricación de las platinas ajustada al diseño solicitado y, de este modo, poder producir 500 000 platinas en el plazo establecido.
- La empresa podrá hacer uso de sus maquinarias con alguna exclusividad para realizar estos trabajos por la demanda existente.
- Los tiempos estándares utilizados para hacer los cálculos de producción fueron obtenidos con la aplicación de la técnica de estudio de tiempos que garantiza que los operarios puedan alcanzar las tasas de producción que se han establecido.
- La producción y los tiempos requeridos en función de los plazos de entrega se pueden optimizar para atender un mayor número de platinas [7].

## Referencias

- [1] O. Sotelo, *Estudio de tiempos*. Lima: Facultad de Ingeniería, 2008.
- [2] F. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos*. México: Pearson, 2000.
- [3] O. Sotelo, *Medición del Trabajo*. Lima: Escuela de Ingeniería Industrial, 2008.
- [4] J. Velasco, *Organización de la producción*. Madrid: Pirámide, 2013.
- [5] Oficina Internacional del Trabajo, *Introducción al estudio del Trabajo*. México: Limusa, 2011.
- [6] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial. Métodos-Estándares-Diseño del Trabajo*. México: Alfaomega, 2004.
- [7] S. Konz, *Diseño de Sistemas de Trabajo*. México: Grupo Noriega Editores, 2004.

