

## **capitulo5**

### **DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS DEL LAYOUT**

Se proponen tres alternativas del layout, que de aquí en adelante se llamarán: Alternativa 1, Alternativa 2 y Alternativa 3. Las tres alternativas son desarrolladas a partir de la elaboración de la metodología SLP descrita en el Capítulo 3, Marco Teórico, en la que se toman en cuenta para la reubicación de los departamentos, el flujo del material y la experiencia de los directivos.

Debido a la extensión de la planta y su distribución, los departamentos que no son factibles de reubicar se identifican de color amarillo en las figuras de las tres Alternativas. Los departamentos que si son factibles de reubicar se identifican: en la Alternativa 1 de color rosa (ver figura 5.1), en la Alternativa 2 de color verde (ver figura 5.2) y en la Alternativa 3 de color azul (ver figura 5.3). Además, se muestra la distribución actual para hacer comparaciones, con todos los procesos marcados en color rojo (ver figura 5.4).

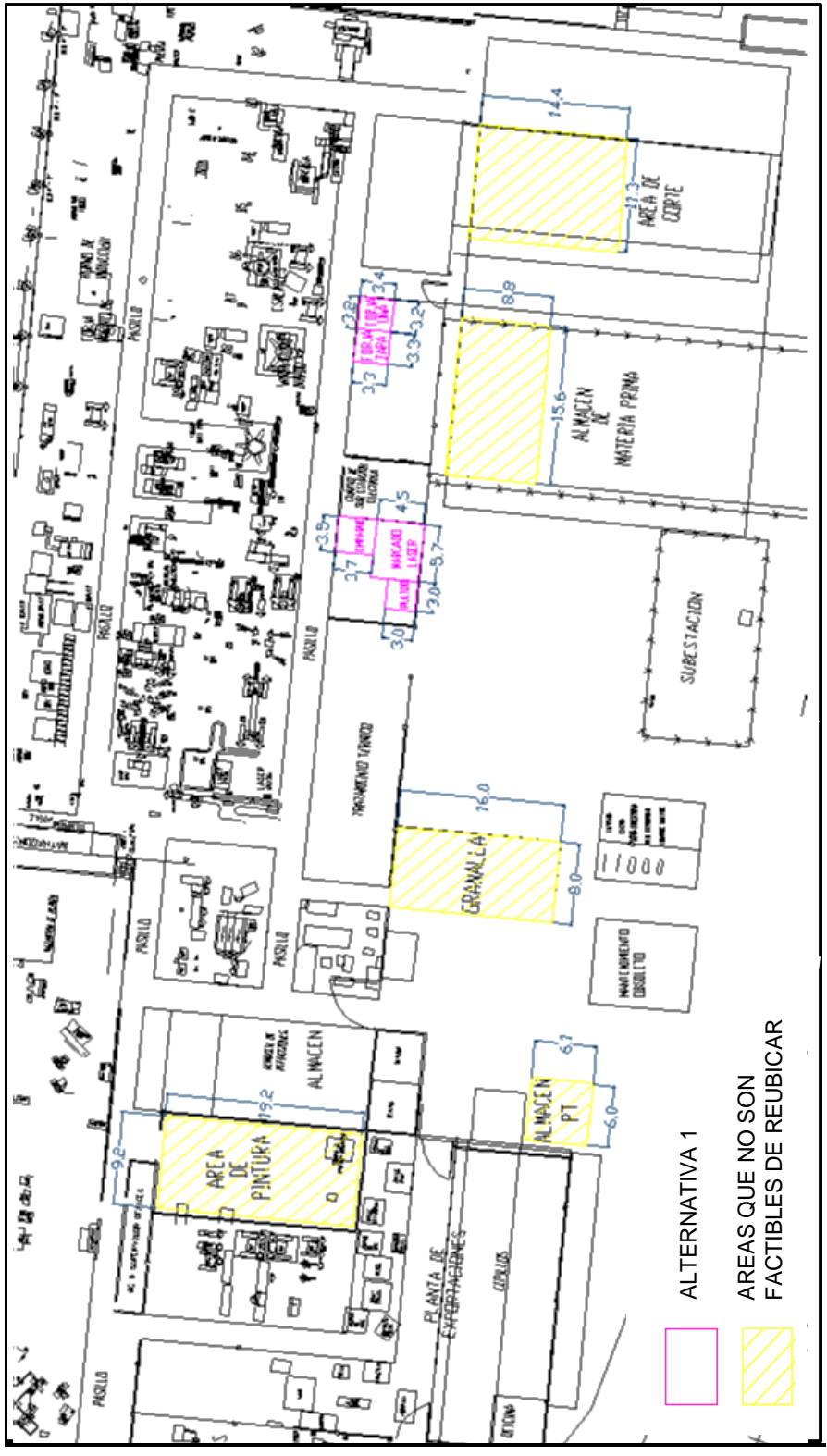


Figura 5.1 Layout de la Alternativa 1 (Fuente: Elaboración Propia)

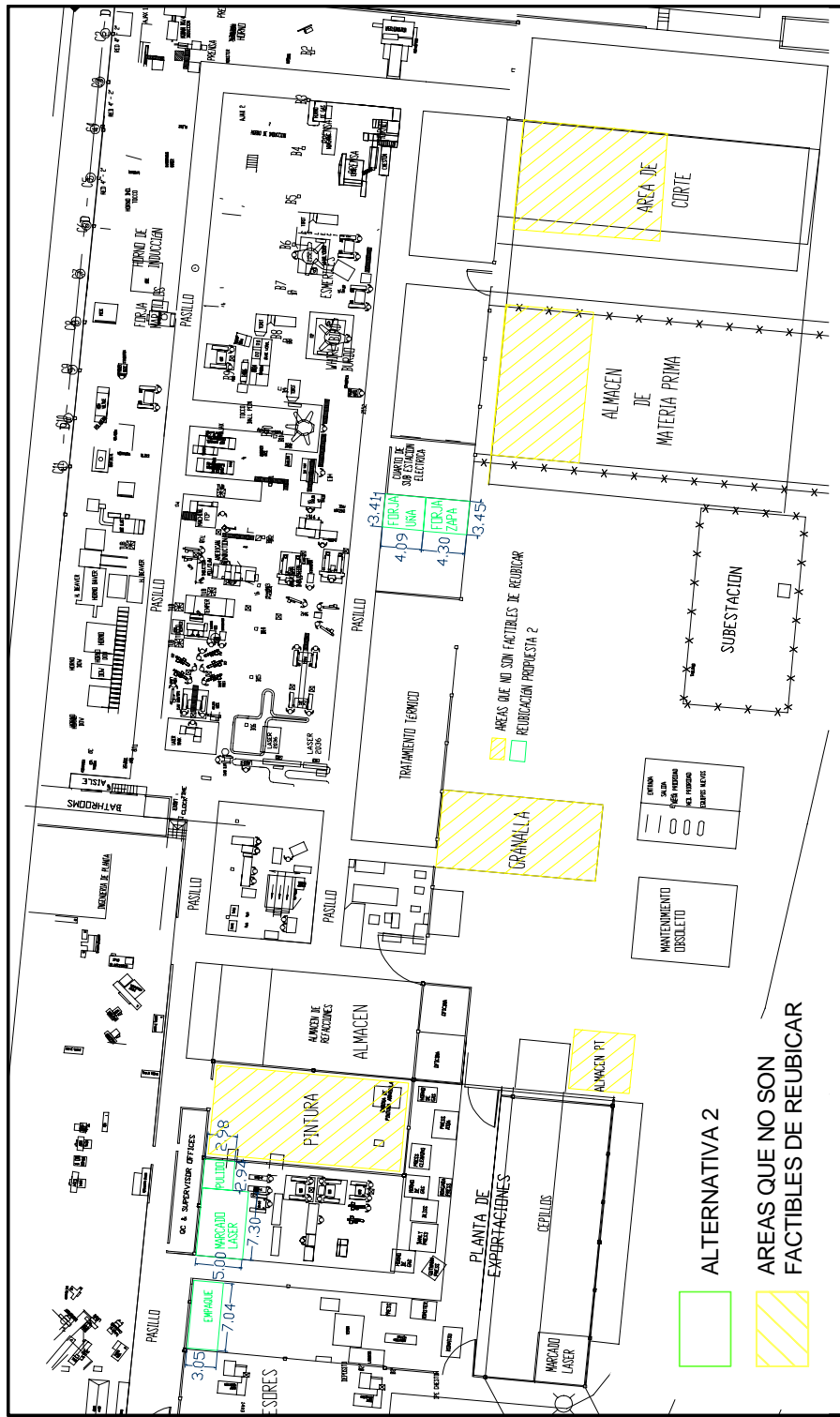


Figura 5.2 Layout de la Alternativa 2 (Fuente: Elaboración Propia)

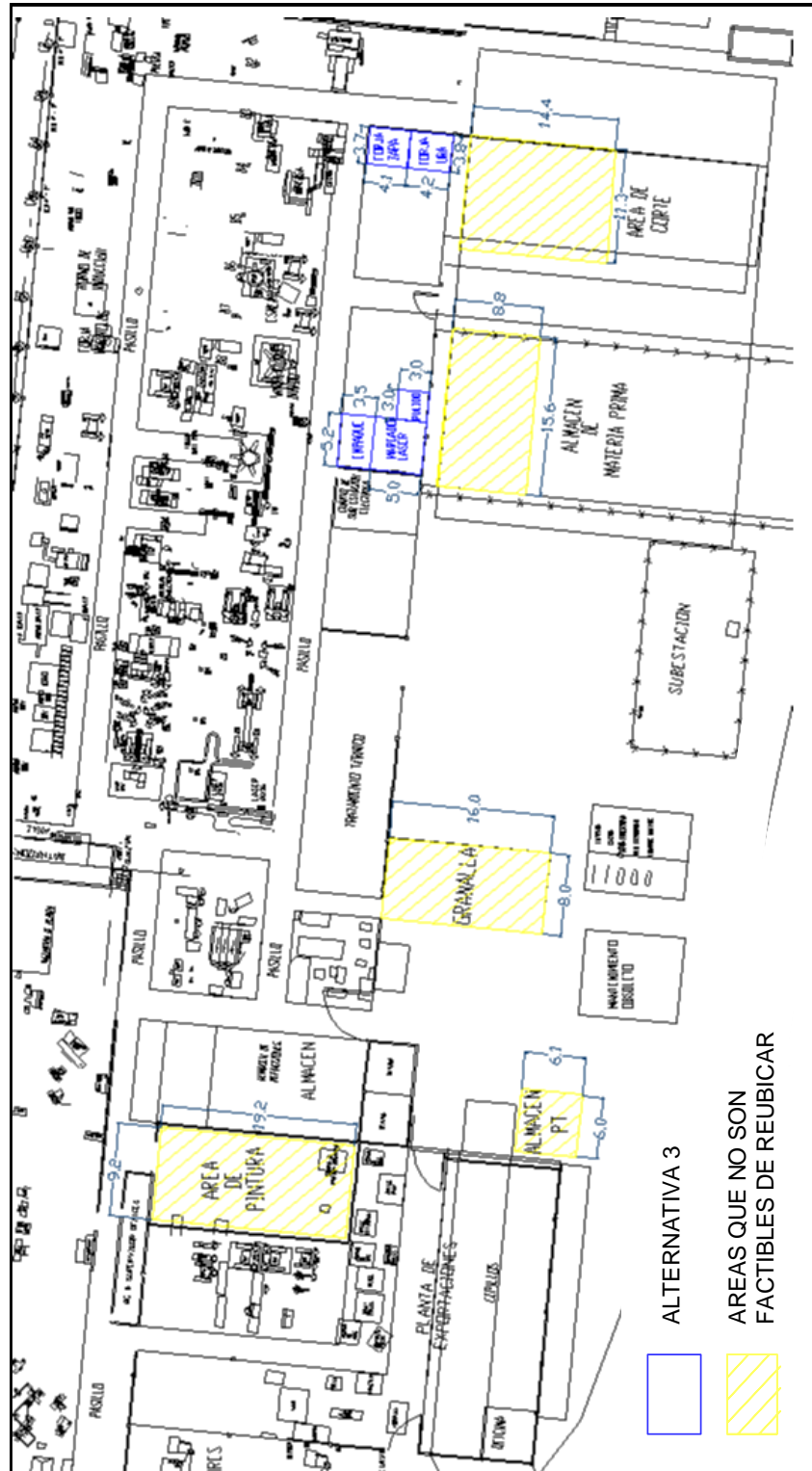


Figura 5.3 Layout de la Alternativa 3 (Fuente: Elaboración Propia)



 DISTRIBUCION ACTUAL

Figura 5.4 Layout de la Distribución Actual (Fuente: Elaboración Propia)

### 5.1 Evaluación por Adyacencia entre Departamentos

De acuerdo a lo explicado en el Capítulo 3, Marco Teórico, la Evaluación por Adyacencia entre Departamentos califica si las relaciones de cercanía establecidas en el Diagrama de Relación de Actividades (ver figura 4.1) se cumplen.

Se toma como punto de referencia el Puntaje Posible, que se calcula para cada tipo de adyacencia de la siguiente manera: se multiplica el valor de cada tipo de adyacencia por el número de adyacencias deseadas. La suma del puntaje de cada tipo de adyacencia es el Puntaje Total Posible. Se calcula también el Puntaje Alcanzado para cada tipo de adyacencia, que es la suma de los puntos obtenidos por cada relación cumplida para cada tipo de adyacencia. Por último se calcula la eficiencia para cada alternativa y el layout actual, que se calcula como sigue:

$$E = \left( \frac{\sum PuntajeAlcanzado}{\sum PuntajePosible} \right) \quad (5.1)$$

En la tabla 5.1 se observa que de acuerdo a la evaluación por adyacencias, la Alternativa 2 es la mejor en comparación con las otras Alternativas y con la Distribución Actual, debido a que tiene una eficiencia del 85.29%.

Tabla 5.1 Evaluación por Adyacencia (Fuente: Elaboración Propia)

| Alternativa                   | Relación | Puntaje por relación | Número de relaciones | Número de relaciones cumplidas | Total de relaciones | Total de relaciones cumplidas | Eficiencia |
|-------------------------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------|
| 1                             | A        | 20                   | 0                    | 0                              | 0                   | 0                             | 67.65%     |
|                               | E        | 15                   | 3                    | 2                              | 45                  | 30                            |            |
|                               | I        | 10                   | 6                    | 2                              | 60                  | 20                            |            |
|                               | O        | 5                    | 1                    | 1                              | 5                   | 5                             |            |
|                               | U        | 0                    | 31                   | 31                             | 0                   | 0                             |            |
|                               | X        | 15                   | 4                    | 4                              | 60                  | 60                            |            |
| <b>Calificaciones totales</b> |          |                      |                      |                                | <b>170</b>          | <b>115</b>                    |            |
| 2                             | A        | 20                   | 0                    | 0                              | 0                   | 0                             | 85.29%     |
|                               | E        | 15                   | 3                    | 2                              | 45                  | 30                            |            |
|                               | I        | 10                   | 6                    | 5                              | 60                  | 50                            |            |
|                               | O        | 5                    | 1                    | 1                              | 5                   | 5                             |            |
|                               | U        | 0                    | 31                   | 31                             | 0                   | 0                             |            |
|                               | X        | 15                   | 4                    | 4                              | 60                  | 60                            |            |
| <b>Calificaciones totales</b> |          |                      |                      |                                | <b>170</b>          | <b>145</b>                    |            |
| 3                             | A        | 20                   | 0                    | 0                              | 0                   | 0                             | 73.53%     |
|                               | E        | 15                   | 3                    | 2                              | 45                  | 30                            |            |
|                               | I        | 10                   | 6                    | 3                              | 60                  | 30                            |            |
|                               | O        | 5                    | 1                    | 1                              | 5                   | 5                             |            |
|                               | U        | 0                    | 31                   | 31                             | 0                   | 0                             |            |
|                               | X        | 15                   | 4                    | 4                              | 60                  | 60                            |            |
| <b>Calificaciones totales</b> |          |                      |                      |                                | <b>170</b>          | <b>125</b>                    |            |
| Actual                        | A        | 20                   | 0                    | 0                              | 0                   | 0                             | 44.12%     |
|                               | E        | 15                   | 3                    | 0                              | 45                  | 0                             |            |
|                               | I        | 10                   | 6                    | 1                              | 60                  | 10                            |            |
|                               | O        | 5                    | 1                    | 1                              | 5                   | 5                             |            |
|                               | U        | 0                    | 31                   | 31                             | 0                   | 0                             |            |
|                               | X        | 15                   | 4                    | 4                              | 60                  | 60                            |            |
| <b>Calificaciones totales</b> |          |                      |                      |                                | <b>170</b>          | <b>75</b>                     |            |

## 5.2 Evaluación de la Forma de los Departamentos

La Evaluación de la Forma de los Departamentos se realiza para elegir la alternativa que tenga el mayor número de departamentos con la forma adecuada para una mejor funcionalidad, según lo explicado en el Capítulo 3, Marco Teórico.

En la tabla 5.2 se muestra que en las Alternativas 2 y 3 todos los departamentos cumplen con la forma adecuada.

Tabla 5.2 Evaluación por Forma de los Departamentos (Fuente: Elaboración Propia)

| <b>Alternativa 1</b>       |             |                  |                          |                                       |
|----------------------------|-------------|------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| <b>Departamento</b>        | <b>Área</b> | <b>Perímetro</b> | <b>Cociente de Forma</b> | <b><math>1 \leq F \leq 1.4</math></b> |
| Forja Uña                  | 11.20       | 13.2             | 0.99                     | No                                    |
| Forja Zapa                 | 11.05       | 13.3             | 1.00                     | Si                                    |
| Pulido                     | 6.89        | 10.6             | 1.01                     | Si                                    |
| Marcado Láser              | 25.45       | 20.32            | 1.01                     | Si                                    |
| Empaque                    | 13.02       | 14.44            | 1.00                     | Si                                    |
| <b>Alternativa 2</b>       |             |                  |                          |                                       |
| <b>Departamento</b>        | <b>Área</b> | <b>Perímetro</b> | <b>Cociente de Forma</b> | <b><math>1 \leq F \leq 1.4</math></b> |
| Forja Uña                  | 13.95       | 15               | 1.00                     | Si                                    |
| Forja Zapa                 | 14.84       | 15.5             | 1.01                     | Si                                    |
| Pulido                     | 8.94        | 11.96            | 1.00                     | Si                                    |
| Marcado Láser              | 36.50       | 24.6             | 1.02                     | Si                                    |
| Empaque                    | 21.47       | 20.18            | 1.09                     | Si                                    |
| <b>Alternativa 3</b>       |             |                  |                          |                                       |
| <b>Departamento</b>        | <b>Área</b> | <b>Perímetro</b> | <b>Cociente de Forma</b> | <b><math>1 \leq F \leq 1.4</math></b> |
| Forja Uña                  | 15.79       | 15.92            | 1.00                     | Si                                    |
| Forja Zapa                 | 15.21       | 15.62            | 1.00                     | Si                                    |
| Pulido                     | 8.97        | 11.98            | 1.00                     | Si                                    |
| Marcado Láser              | 26.00       | 20.4             | 1.00                     | Si                                    |
| Empaque                    | 18.23       | 17.4             | 1.02                     | Si                                    |
| <b>Distribución Actual</b> |             |                  |                          |                                       |
| <b>Departamento</b>        | <b>Área</b> | <b>Perímetro</b> | <b>Cociente de Forma</b> | <b><math>1 \leq F \leq 1.4</math></b> |
| Forja Uña                  | 10.25       | 13.2             | 1.03                     | Si                                    |
| Forja Zapa                 | 10.00       | 13               | 1.03                     | Si                                    |
| Pulido                     | 9.32        | 12               | 0.98                     | No                                    |
| Marcado Láser              | 26.61       | 20.89            | 1.01                     | Si                                    |
| Empaque                    | 13.27       | 18.26            | 1.25                     | Si                                    |

### 5.3 Evaluación por Costo de Manejo de Materiales

Para la presente tesis la evaluación por costo de manejo de materiales se calcula tomando en cuenta el costo total unitario de manejo de materiales para cada una de las



tres alternativas y para la distribución actual. Se emplea la fórmula 3.2 del Capítulo 3, Marco Teórico.

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m C_{ij} f_{ij} d_{ij}$$

Donde:

C = Costo total unitario por manejo de materiales

$c_{ij}$  = costo de manejo de materiales entre departamentos i y j (\$ / metro)

$f_{ij}$  = flujo de materiales entre los departamentos i y j. (1/ las piezas por lote)

$d_{ij}$  = distancia entre los departamentos i y j. (metros)

m = número de departamentos

Para cumplir con la fórmula se necesitan los diagramas desde – hasta de distancia entre departamentos en metros (actual ver tabla 4.1), el diagrama desde – hasta de flujo de materiales entre departamentos (actual ver tabla 5.3) que esta dado por el tamaño de lote que mueve el montacargas del departamento i a la j. Por último, se necesita el costo unitario de mover el material una unidad de distancia.

En las tres alternativas los departamentos de pulido, marcado láser y empaque quedan adyacentes, por lo que se decide manejar entre éstos departamentos el mismo lote que llega a pintura, que es de 140 piezas. Esto debido a que se desea que el lote completo pase de un proceso a otro para eliminar inventario en proceso a causa de lotes incompletos que tienen que esperar a que se procese parte del lote anterior para ser liberados al siguiente proceso. Por otra parte, el movimiento de lotes entre los procesos adyacentes no requiere el uso de montacargas. Las tablas 5.3 y 5.4 muestran los diagrama

desde-hasta de flujo de materiales para la distribución actual y para las 3 alternativas respectivamente, con los nuevos tamaños de lote.

Tabla 5.3 Diagrama Desde-Hasta de Flujo de Materiales de la Distribución Actual  
(unidad Tamaño de Lote) (Fuente: Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 180   | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Corte                      | 180                   |       | 600       | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Uña                  | 0                     | 600   |           | 300        | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Zapa                 | 0                     | 0     | 300       |            | 300      | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Granalla                   | 0                     | 0     | 0         | 300        |          | 140             | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Área de pintura            | 0                     | 0     | 0         | 0          | 140      |                 | 180    | 0             | 0        | 0                          |
| Pulido                     | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 180             |        | 250           | 0        | 0                          |
| Marcado Láser              | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 250    |               | 300      | 0                          |
| Empacado                   | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 300           |          | 180                        |
| Almacén producto terminado | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 180      |                            |

Tabla 5.4 Diagrama Desde-Hasta de Flujo de Materiales de las Alternativas  
(unidad Tamaño de Lote) (Fuente: Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 180   | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Corte                      | 180                   |       | 600       | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Uña                  | 0                     | 600   |           | 300        | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Zapa                 | 0                     | 0     | 300       |            | 300      | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Granalla                   | 0                     | 0     | 0         | 300        |          | 140             | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Área de pintura            | 0                     | 0     | 0         | 0          | 140      |                 | 140    | 0             | 0        | 0                          |
| Pulido                     | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 140             |        | 140           | 0        | 0                          |
| Marcado Láser              | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 140    |               | 140      | 0                          |
| Empacado                   | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 140           |          | 180                        |
| Almacén producto terminado | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 180      |                            |

En las tablas 5.5, 5.6 y 5.7 se muestran los diagramas desde-hasta de distancia entre departamentos, en metros, para las tres alternativas

Tabla 5.5 Diagrama Desde-Hasta Distancia entre Departamentos Alternativa 1 (metros)

(Fuente: Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 5     | 16        | 16         | 143      | 162             | 58     | 58            | 58       | 180                        |
| Corte                      | 5                     |       | 23        | 23         | 169      | 197             | 63     | 63            | 63       | 132                        |
| Forja Uña                  | 16                    | 23    |           | 0          | 67       | 100             | 30     | 30            | 30       | 97                         |
| Forja Zapa                 | 16                    | 23    | 0         |            | 67       | 100             | 30     | 30            | 30       | 97                         |
| Granalla                   | 143                   | 169   | 67        | 67         |          | 75              | 45     | 45            | 45       | 58                         |
| Área de pintura            | 162                   | 197   | 100       | 100        | 75       |                 | 77     | 77            | 77       | 75                         |
| Pulido                     | 58                    | 63    | 30        | 30         | 45       | 77              |        | 0             | 0        | 76                         |
| Marcado Láser              | 58                    | 63    | 30        | 30         | 45       | 77              | 0      |               | 0        | 76                         |
| Empacado                   | 58                    | 63    | 30        | 30         | 45       | 77              | 0      | 0             |          | 76                         |
| Almacén producto terminado | 180                   | 132   | 97        | 97         | 58       | 75              | 76     | 76            | 76       |                            |

Tabla 5.6 Diagrama Desde-Hasta Distancia entre Departamentos Alternativa 2 (metros)

(Fuente: Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 5     | 45        | 45         | 143      | 162             | 137    | 113           | 138      | 180                        |
| Corte                      | 5                     |       | 47        | 47         | 169      | 197             | 143    | 119           | 143      | 132                        |
| Forja Uña                  | 45                    | 47    |           | 0          | 45       | 78              | 96     | 100           | 92       | 74                         |
| Forja Zapa                 | 45                    | 47    | 0         |            | 45       | 78              | 96     | 100           | 92       | 74                         |
| Granalla                   | 143                   | 169   | 45        | 45         |          | 75              | 72     | 76            | 67       | 58                         |
| Área de pintura            | 162                   | 197   | 78        | 78         | 75       |                 | 0      | 0             | 0        | 75                         |
| Pulido                     | 137                   | 143   | 96        | 96         | 72       | 0               |        | 0             | 0        | 62                         |
| Marcado Láser              | 113                   | 119   | 100       | 100        | 76       | 0               | 0      |               | 0        | 64                         |
| Empacado                   | 138                   | 143   | 92        | 92         | 67       | 0               | 0      | 0             |          | 62                         |
| Almacén producto terminado | 180                   | 132   | 74        | 74         | 58       | 75              | 62     | 64            | 62       |                            |

Tabla 5.7 Diagrama Desde-Hasta Distancia entre Departamentos Alternativa 3 (metros)

(Fuente: Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 5     | 36        | 36         | 143      | 162             | 19     | 19            | 19       | 180                        |
| Corte                      | 5                     |       | 18        | 18         | 169      | 197             | 22     | 22            | 22       | 132                        |
| Forja Uña                  | 36                    | 18    |           | 0          | 83       | 116             | 31     | 31            | 31       | 118                        |
| Forja Zapa                 | 36                    | 18    | 0         |            | 83       | 116             | 31     | 31            | 31       | 118                        |
| Granalla                   | 143                   | 169   | 83        | 83         |          | 75              | 61     | 61            | 61       | 58                         |
| Área de pintura            | 162                   | 197   | 116       | 116        | 75       |                 | 102    | 102           | 102      | 75                         |
| Pulido                     | 19                    | 22    | 31        | 31         | 61       | 102             |        | 0             | 0        | 89                         |
| Marcado Láser              | 19                    | 22    | 31        | 31         | 61       | 102             | 0      |               | 0        | 89                         |
| Empacado                   | 19                    | 22    | 31        | 31         | 61       | 102             | 0      | 0             |          | 89                         |
| Almacén producto terminado | 180                   | 132   | 118       | 118        | 58       | 75              | 89     | 89            | 89       |                            |

Para la evaluación se toman en cuenta solo los datos en donde se requiere montacargas, debido a que el costo de manejo de materiales sin montacargas es despreciable. La distancia entre departamentos se calculan en Autocad tomando la ruta real que el montacargas tiene desde el departamento i al j.

En la línea de producción “Ripping Bar” el flujo de materiales en montacargas se realiza en diferentes tamaños de lotes dependiendo de los departamentos. Como se menciona previamente, se requiere el costo unitario por manejo de materiales, por lo que se debe dividir un lote entre el número de piezas que contiene ese lote ( $1/\text{ las piezas por lote}$ ), para tener la proporción del costo por cada pieza que se mueve en cada lote. Por ejemplo, de forja zapa a granalla se transporta en montacargas un lote de 300 piezas. El costo de mover el lote es igual a la distancia que recorre, multiplicado por el costo por metro de combustible del montacargas. Así obtenemos el costo de mover el lote, pero como se requiere el costo por unidad se debe dividir entre el número de piezas que contiene el lote, o sea entre 300.

El costo de manejo de materiales es el costo de combustible por metro recorrido. Por lo tanto, este costo es de 18¢ / metro en promedio, según el departamento de mantenimiento de Herramientas Stanley. Este costo es constante para todos los desplazamientos del departamento i al j.

A continuación se muestra el cálculo del costo unitario de manejo de materiales actual del ejemplo entre la forja zapa y la granalla, siguiendo la fórmula 3.2, usando los diagramas desde – hasta y el costo de manejo de materiales.

i = forja zapa

j = granalla

$c_{ij}$  = costo de manejo de materiales entre departamentos zapa y granalla = \$0.18/mt.

$f_{ij}$  = flujo de materiales entre los departamentos forja y granalla = 1/300 pza

$d_{ij}$  = distancia entre los departamentos forja y granalla = 59.3 mts

Por lo tanto:

$C(\text{forja-granalla}) = (\$0.18/\text{mt}) \times (1/300 \text{ pzas}) \times (59.3 \text{ mts}) = \$0.0355 = 3.55 \text{ ¢} / \text{pza}$

Los costos unitarios de manejo de materiales para la distribución actual y las 3 alternativas, se muestran en las tablas 5.8, 5.9, 5.10 y 5.11.

Tabla 5.8 Costo Unitario de Manejo de Materiales Distribución Actual en Centavos

(Fuente: Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 1     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Corte                      | 1                     |       | 12        | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Uña                  | 0                     | 12    |           | 5          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Zapa                 | 0                     | 0     | 5         |            | 7        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Granalla                   | 0                     | 0     | 0         | 7          |          | 19              | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Área de pintura            | 0                     | 0     | 0         | 0          | 19       |                 | 16     | 0             | 0        | 0                          |
| Pulido                     | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 16              |        | 31            | 0        | 0                          |
| Marcado Láser              | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 31     |               | 35       | 0                          |
| Empacado                   | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 35            |          | 49                         |
| Almacén producto terminado | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 49       | 0                          |

Tabla 5.9 Costo Unitario de Manejo de Materiales Alternativa 1 en Centavos (Fuente:

Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 1     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Corte                      | 1                     |       | 1         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Uña                  | 0                     | 1     |           | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Zapa                 | 0                     | 0     | 0         |            | 8        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Granalla                   | 0                     | 0     | 0         | 8          |          | 19              | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Área de pintura            | 0                     | 0     | 0         | 0          | 19       |                 | 20     | 0             | 0        | 0                          |
| Pulido                     | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 20              |        | 0             | 0        | 0                          |
| Marcado Láser              | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      |               | 0        | 0                          |
| Empacado                   | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             |          | 15                         |
| Almacén producto terminado | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 15       | 0                          |

Tabla 5.10 Costo Unitario de Manejo de Materiales Alternativa 2 en Centavos (Fuente:

Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 1     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Corte                      | 1                     |       | 3         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Uña                  | 0                     | 3     |           | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Zapa                 | 0                     | 0     | 0         |            | 5        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Granalla                   | 0                     | 0     | 0         | 5          |          | 19              | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Área de pintura            | 0                     | 0     | 0         | 0          | 19       |                 | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Pulido                     | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               |        | 0             | 0        | 0                          |
| Marcado Láser              | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      |               | 0        | 0                          |
| Empacado                   | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             |          | 12                         |
| Almacén producto terminado | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 12       | 0                          |

Tabla 5.11 Costo Unitario de Manejo de Materiales Alternativa 3 en Centavos (Fuente:

Elaboración Propia)

| Desde \ Hasta              | Almacén materia prima | Corte | Forja Uña | Forja Zapa | Granalla | Área de pintura | Pulido | Marcado Láser | Empacado | Almacén producto terminado |
|----------------------------|-----------------------|-------|-----------|------------|----------|-----------------|--------|---------------|----------|----------------------------|
| Almacén materia prima      |                       | 1     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Corte                      | 1                     |       | 1         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Uña                  | 0                     | 1     |           | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Forja Zapa                 | 0                     | 0     | 0         |            | 10       | 0               | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Granalla                   | 0                     | 0     | 0         | 10         |          | 19              | 0      | 0             | 0        | 0                          |
| Área de pintura            | 0                     | 0     | 0         | 0          | 19       |                 | 26     | 0             | 0        | 0                          |
| Pulido                     | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 26              |        | 0             | 0        | 0                          |
| Marcado Láser              | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      |               | 0        | 0                          |
| Empacado                   | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             |          | 18                         |
| Almacén producto terminado | 0                     | 0     | 0         | 0          | 0        | 0               | 0      | 0             | 18       | 0                          |

El costo unitario total para la distribución actual y para cada alternativa es la suma de los costos unitarios entre cada departamento y se muestra en la tabla 5.12. Se calcula también el ahorro que se obtiene para cada alternativa, tomando como base el costo unitario de manejo de materiales de la distribución actual. A continuación se explica el procedimiento para obtener el ahorro, el costo anual y el ahorro anual.

$$Ahorro = 1 - \frac{CostoUnitarioAlternativa}{CostoUnitarioActual} \quad (5.2)$$

$$CostoAnual = CostoUnitario \times DemandaAnual \quad (5.3)$$

$$AhorroAnual = CostoAnualDistribuciónActual - CostoAnualAlternativa \quad (5.4)$$

Tabla 5.12 Costos y ahorro del Manejo de Materiales (Fuente: Elaboración Propia)

|                            | Costo unitario (pesos) | Ahorro (%) | Demanda anual (unidades) | Costo anual (pesos) | Ahorro anual (pesos) | Ahorro anual (dls) |
|----------------------------|------------------------|------------|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Distribución Actual</b> | \$ 1.76                | N/A        | 171381                   | \$ 301,088.67       | N/A                  | N/A                |
| <b>Alternativa 1</b>       | \$ 0.65                | 63%        | 171381                   | \$ 110,584.28       | \$ 190,504           | 17,318.58          |
| <b>Alternativa 2</b>       | \$ 0.41                | 77%        | 171381                   | \$ 69,881.88        | \$ 231,207           | 21,018.80          |
| <b>Alternativa 3</b>       | \$ 0.75                | 57%        | 171381                   | \$ 128,800.71       | \$ 172,288           | 15,662.54          |

tipo de cambio \$11/dl  
N/A No Aplica

Se observa en la tabla 5.12 que la alternativa 2 muestra el mayor ahorro siendo de 77% lo que representa 21,018.80 dls anuales. Se debe aclarar que el costo unitario representa solamente el movimiento del montacargas siguiendo la secuencia del flujo de materiales entre los departamentos y no se toma en cuenta las diferentes rutas que puede tomar el montacargas durante la operación diaria. Es por eso que en el siguiente capítulo se simula la distribución actual y las tres alternativas para evaluarlas tomando en cuenta el tiempo de transferencia que realiza el montacargas en todas las rutas posibles que puede realizar durante la operación diaria.