

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL.

Uno de los objetivos del presente proyecto es el reducir el manejo de materiales y producto terminado, por lo que en este capítulo se analiza dicho manejo en la distribución actual, así como el costo de la misma. Lo anterior, para posteriormente comparar dicho costo con el de la nueva distribución.

4.1. Evaluación de la distribución actual.

La evaluación se llevará a cabo mediante el cálculo del costo de la distribución. Dicho costo está dado por la suma de los productos de los flujos de materiales y producto terminado de un periodo de tiempo por el costo de moverlos y por la distancia a transportarlos (Tompkins, 1996). Dicho argumento se respalda en la ecuación:

Figura 4.1 Ecuación del costo de una distribución.

$$Costo = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

donde:

f = flujo de materiales o producto del departamento i al j

c = Costo de mover una unidad de flujo del departamento i al j

d = Distancia del departamento i al j

Debido a que la fórmula arriba expuesta requiere de conocer el flujo a mover, el costo de mover una unidad de flujo y la distancia entre departamentos; cada una de estas variables se calcula a continuación.

4.1.1. Cálculo del flujo.

Se utilizará el procedimiento de medición de flujo de Tompkins (1996, Pág. 90-96), el cual es el siguiente:

- a) Establecer la secuencia o ruta de los productos.
- b) Calcular los flujos y convertirlos a unidades estándar.
- c) Realizar una matriz desde-hasta con los flujos estándares.

a) **Establecer la secuencia o ruta de los productos:** En este punto se recomienda elaborar un Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP); sin embargo, aunque se recomienda elaborar un DOP por cada producto, en este proyecto los DOP se trataron de estandarizar por tipo de material para facilitar los cálculos. Lo anterior también se debe a que los productos tienen estacionalidad y variantes de producción (variantes de materiales). Por lo anterior, no se elaboraron DOP por producto, por el contrario, se realizó un DOP por cada metal trabajado para estimar la cantidad de materiales requeridos para producir un kilogramo de metal completamente acabado, ya sea Hierro gris, Bronce o Aluminio. Dicha lista estándar sirvió para generar los requisitos de materiales en función de los pronósticos de venta en forma anual, los cuales fueron 120472.12 Kg. de Hierro gris , 11262.71 Kg. de Aluminio y 418.67 Kg. de Bronce. Las listas de materiales por unidad de producto y los cálculos de materiales requeridos para las ventas pronosticadas anuales, se encuentran en el anexo 8. En la siguiente tabla, tabla 4.1, se muestran los flujos en kilogramos de todos los materiales requeridos a mover de forma anual dados los pronósticos.

Tabla 4.1 Flujo de materiales para ventas pronosticadas.

Material	Flujo (Kg.)	Secuencia
Aluminio retorno	720	F-L-B
Aluminio aceptado	21367	L-H
Aluminio rechazado	900	L-B
Aluminio útil	70506	F-L
Aluminio vaciado	193178	B-F
Arena de careo	132294	C-F
Arena de retorno	229022	F-C
Arena shell	28066	K-I-N
Arena Sílica 80-90	507	K-I-C
Bentonita sódica	14415	K-I-C
Bronce retorno	35253	F-L-B
Bronce aceptado	96590	L-H
Bronce rechazado	12	L-B
Bronce útil	5421	F-L
Bronce vaciado	19669	B-F
Carbón marino	1120	K-I-C
Coke americano	4749	K-O-Ñ
Corazones de shell	28177	N-FyJ
Cromo	5269	K-O-Ñ
Chatarra de Al	17208	K-O-B
Chatarra de Bronce	87809	K-O-B
Chatarra de hierro	172068	K-O-Ñ
Diesel	464	K-O-B
Hierro aceptado	419	L-H
Hierro gris retorno	14508	F-G-L-O
Hierro gris útil	120474	F-G-L
Hierro rechazado	2459	L-O
Hierro vaciado	175616	Ñ-FyJ
Manganeso	11	K-O-Ñ
Piedra caliza	5150	K-O-Ñ
Silicio	19276	K-O-Ñ

La tabla anterior se ordena en función de la secuencia que seguirán los materiales para así generar la tabla 4.4 y la matriz de la figura 4.2.

Tabla 4.2 Flujo de materiales ordenados por secuencia.

Material	Flujo (Kg.)	Secuencia
Aluminio vaciado	193178	B-F
Bronce vaciado	19669	B-F
Arena de careo	132294	C-F
Arena de retorno	229022	F-C
Hierro gris útil	120474	F-G-L
Hierro gris retorno	14508	F-G-L-O
Aluminio útil	70506	F-L
Bronce útil	5421	F-L
Aluminio retorno	720	F-L-B
Bronce retorno	35253	F-L-B
Arena Sílica 80-90	507	K-I-C
Bentonita sódica	14415	K-I-C
Carbon marino	1120	K-I-C
Arena shell	28066	K-I-N
Chatarra de Al	17208	K-O-B
Chatarra de Bronce	87809	K-O-B
Diesel	464	K-O-B
Coke americano	4749	K-O-Ñ
Cromo	5269	K-O-Ñ
Chatarra de hierro	172068	K-O-Ñ
Manganeso	11	K-O-Ñ
Piedra caliza	5150	K-O-Ñ
Silicio	19276	K-O-Ñ
Aluminio rechazado	900	L-B
Bronce rechazado	12	L-B
Aluminio aceptado	21367	L-H
Bronce aceptado	96590	L-H
Hierro aceptado	419	L-H
Hierro rechazado	2459	L-O
Corazones de shell	28177	N-F y J
Hierro vaciado	175616	Ñ-F y J
Modelos o patrones	503.00	N- F y J - N
Productos ornamentales	67118	H-E-H
Barretas y adoberas	250.00	D - F y J - D

El flujo corresponde a los Kg. netos de material que se espera se muevan en la planta considerando una producción anual en base a los pronósticos estimados en el capítulo 2. En el caso del hierro vaciado, este sale del horno de cubilote (área Ñ) y el 75%

se envía al área F y el resto al área J; además, un flujo unitario de modelos o patrones y barretas y adoberas corresponderán a un lote estándar. Por otro lado, la secuencia es la ruta que siguen los materiales desde su origen hasta su destino final, atendiendo al siguiente orden de departamentos.

Tabla 4.3 Departamentos en la planta

Letra	Departamento
A	Baños y regaderas
B	Hornos de crisol
C	Preparación de arenas
D	Bodega de barretas y adoberas
E	Área de pintura
F	Moldeo 1
G	Granallado
H	Área de andén
I	Almacén de insumos básicos
J	Moldeo 2
K	Patio de maniobras
L	Corte y Esmerilado (Acabado)
M	Oficinas
N	Corazones y modelos
Ñ	Horno de cubilote
O	Recepción de Coke y chatarra

b) **Calcular flujos y convertirlos a unidades estándar:** De acuerdo a Tompkins (1996), es necesario convertir los flujos a unidades estándar para así tener los flujos en las mismas condiciones de importancia y comience a resaltar la cantidad del flujo. Dicha estandarización se lleva a cabo seleccionando un material o unidad de medición que sea común a todos y se ponen equivalencias de los otros con este. Por ejemplo, en los flujos calculados, todos se encuentran en kilogramos pues no hay un material que sea de medida distinta (lt, yarda, pulgada, metro, etc.) a los presentados. Por otro lado, debido a que en la empresa se mueven en carretillas con 100 Kg. de carga en promedio, dichos 100 Kg. se establecieron como tamaño de lotes para facilitar los cálculos por lo cual todos los flujos se convirtieron a lotes de 100 Kg. Finalmente, se eliminó el concepto del material a mover pues ya se ha estandarizado; también se agruparon los flujos en torno a la secuencia o ruta a seguir para así reducir el espectro de elementos a trabajar. La tabla que a continuación se presenta muestra los flujos estándar.

Tabla 4.4 Flujos estandarizados y secuenciados.

Flujo estándar	Secuencia
220.87	B-F
2645.84	C-F
1322.94	F-C
1756.34	F-G-L
526.91	F-G-L-O
220.87	F-L
66.99	F-L-B
1467.65	K-I-C
251.02	K-I-N
293.05	K-O-B
2867.91	K-O-Ñ
4.64	L-B
1354.01	L-H
24.60	L-O
2000.65	N-F y J

Tabla 4.4 (continuación).

503.00	N- F y J - N
671.18	H-E-H
250.00	D - F y J - D
16448.47	Flujo total

c) **Realizar una matriz desde hasta con los flujos estándares.** La matriz desde-hasta, según Tompkins, es una matriz en la que se enlistan en la primera columna y en el primer renglón todos los departamentos; así, los renglones indican los orígenes de los flujos, mientras que las columnas señalan los departamentos de destino del flujo. Esta matriz registra los flujos estandarizados. Por ejemplo, para el flujo de H-E-H en la tabla 4.4 se indican un flujo de 671.18 unidades por lo que dicha cantidad sale del departamento H, llega al E y regresa al H. Lo anterior se representa en la matriz de la figura 4.2 de la siguiente forma: el renglón representa el origen y la columna el departamento de destino.

En caso de haber varios flujos de distintos departamentos que entran a un departamento distinto, los flujos se suman. Como ejemplo de lo anterior se tienen los flujos de F-G-L y el de F-G-L-O, el primero de 1756.34 y el segundo de 525.91, en este caso se suman los flujos que salen del departamento F y se coloca dicha suma, 2283.3 unidades estándar, entrando al departamento G.

Figura 4.2 Matriz Desde-Hasta de flujos estándar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O
A	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	-				220.87										
C	0		-			2645.8										
D	0			-		377.25				62.5						
E	0				-			671.18								
F	0		1322.9	187.5		-	2283.3					287.86		377.25		
G	0						-					2722.32				
H	0				671.18			-								
I	0		1467.65						-					251.02		
J	0			62.5			439.07			-				125.75		
K	0								1718.67		-					3160.96
L	0	71.63						1661.36				-				683.23
M	0												-			
N	0					1694.5				564.82				-		
Ñ	0					1317.2				439.07					-	
O	0	293.05													2867.91	-

En la matriz arriba expuesta, se han colocado a escala a fin de acomodarla de forma completa en esta página.

4.1.2. Cálculo del costo de mover un lote estándar.

El costo de mover un lote, de acuerdo a Tompkins, es el costo por mover una unidad estándar de flujo por unidad de desplazamiento como metro, yarda, pie, etc. Sin embargo, el autor aclara que cuando el medio de transporte es el mismo, nos implica el mismo costo para mover todos nuestros materiales, Por lo anterior, lo recomendable es considerar el costo $c = I$. De esta forma, no se incurre en la tarea de cálculos adicionales.

En Funpimet, la forma de mover todos los materiales es mediante operarios con carretilla. Cada operario transporta 100 kilogramos de material. Por lo anterior, se tomará el costo de mover materiales por unidad de distancia como $c = I$.

4.1.3. Cálculo de las distancias entre departamentos.

Las distancias se calcularon con ayuda del layout de la empresa. Dichas distancias se almacenaron en una matriz Desde-Hasta para facilitar su manejo y análisis. La forma del cálculo de las distancias fue mediante longitud entre centroides de los departamentos de forma rectangular (suma de la distancia en eje x y en eje y) con la ayuda de Auto-Cad. Estas dimensiones se determinaron de forma rectangular debido a que los procedimientos y algoritmos de diseño de instalaciones al igual que los de mejora requieren que así se determine la distancia (Tompkins, 1996). La matriz de distancias se encuentra en el anexo 8. Dicha matriz se convirtió a tiempos estándares de transporte que la empresa ya tenía y que también se encuentran en el mismo anexo.

Figura 4.3 Matriz Desde-Hasta de tiempos de transporte.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O
A	-	0.16	0.43	0.27	0.34	0.69	0.49	0.69	1.01	1.18	1.10	1.38	1.44	1.69	0.68	0.85
B	0.16	-	0.24	0.43	0.29	0.53	0.65	0.85	0.85	1.02	1.07	1.28	1.28	1.53	0.52	0.69
C	0.43	0.24	-	0.70	0.56	0.34	0.92	1.12	0.79	0.82	1.34	1.09	1.56	1.34	0.79	0.96
D	0.27	0.43	0.70	-	0.24	0.52	0.31	0.51	0.55	1.01	0.93	1.27	1.27	1.06	0.50	0.68
E	0.34	0.29	0.56	0.24	-	0.36	0.36	0.56	0.68	0.85	0.78	0.82	1.10	1.36	0.34	0.51
F	0.69	0.53	0.34	0.52	0.36	-	0.58	0.78	0.45	0.49	1.00	0.75	1.22	1.00	0.45	0.62
G	0.49	0.65	0.92	0.31	0.36	0.58	-	0.20	0.53	0.70	0.63	0.96	0.96	1.21	0.19	0.37
H	0.69	0.85	1.12	0.51	0.56	0.78	0.20	-	0.33	0.50	0.42	0.76	0.75	1.01	0.34	0.16
I	1.01	0.85	0.79	0.55	0.68	0.45	0.53	0.33	-	0.17	0.55	0.43	0.77	0.68	0.34	0.34
J	1.18	1.02	0.82	1.01	0.85	0.49	0.70	0.50	0.17	-	0.63	0.36	0.85	0.59	0.51	0.34
K	1.10	1.07	1.34	0.93	0.78	1.00	0.63	0.42	0.55	0.63	-	0.33	0.33	0.59	0.55	0.38
L	1.38	1.28	1.09	1.27	0.82	0.75	0.96	0.76	0.43	0.36	0.33	-	0.49	0.25	0.77	0.59
M	1.44	1.28	1.56	1.27	1.10	1.22	0.96	0.75	0.77	0.85	0.33	0.49	-	0.26	0.76	0.60
N	1.69	1.53	1.34	1.06	1.36	1.00	1.21	1.01	0.68	0.59	0.59	0.25	0.26	-	1.02	0.85
Ñ	0.68	0.52	0.79	0.50	0.34	0.45	0.19	0.34	0.34	0.51	0.55	0.77	0.76	1.02	-	0.17
O	0.85	0.69	0.96	0.68	0.51	0.62	0.37	0.16	0.34	0.34	0.38	0.59	0.60	0.85	0.17	-

Finalmente, para evaluar la distribución actual, dada la fórmula expuesta al inicio de este capítulo, se utilizaron las matrices Desde-Hasta tanto de flujos estándares como de tiempos de transporte. Lo anterior con la finalidad de evaluar la distribución en términos financieros, puesto que así la empresa verá mejor los costos. El costo de la distribución actual es el siguiente:

Tabla 4.5 Costo financiero de la distribución actual.

TIEMPO ANALIZADO: ANUAL	
Lotes de material a mover (100 kg/lote)	28648.30 lotes
Kg. de material bruto a mover	2864829.74 Kg.
Costo de la distribución actual:	543.86 horas
Sueldo de un ayudante general	\$ 850.00 semanales
Dias laborables/semana	6
Horas del obrero en planta	48 hr/semana
Tiempo de comida	0.5 hr/día
hrs. laborables del trabajador	45
Sueldo/hora	\$ 18.89
Horas para manejo de material y prod. terminado	543.86 Hrs.
Costo por manejo de material y prod. terminado	\$10,272.95 anual

4.2. Manejo de materiales.

El manejo de materiales es definido por Tompkins (1996, Pág. 139) como la “ciencia de mover, almacenar, proteger y controlar el material”. El mismo autor argumenta que en una empresa típica el manejo de materiales implica el 25% de los empleados, el 55% del espacio de la empresa y el 87% del tiempo de producción.

Por lo anterior, es indispensable analizar y mejorar dichos manejo para tener una empresa más competitiva. Por otro lado, en este capítulo se analiza el manejo de materiales para que posteriormente este se mejore aunado a la redistribución de planta.

En la empresa se manejan los materiales, tanto insumos como productos terminados, mediante carretillas y en volúmenes de 100 Kg. en promedio por cada lote transportado.

4.2.1. Determinación del manejo de materiales.

Dada la ecuación de evaluación de instalaciones planteada al inicio de este capítulo, la cual es:

Figura 4.4 Ecuación del costo de una distribución.

$$Costo = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

Los flujos se conocen y están estandarizados; además, el costo de mover material es $c = I$. Por otro lado, el manejo de materiales se explicó como ciencia de mover el material y dado que un lote estándar corresponde a un viaje de transporte, se analiza ahora la fórmula empleando las distancias entre departamentos, pues la fórmula indica el manejo de materiales. Dicha ecuación nos dará en este caso el número de metros recorridos por los

materiales que se movieron en la empresa durante el periodo analizado y con los flujos planteados.

Tabla 4.6 Manejo de materiales de la distribución actual.

TIEMPO ANALIZADO: ANUAL		
Lotes de material a mover (100 kg/lote)	28648.2974	lotes=viajes
Costo de la distribución actual:	567788.65	Metros/año
Tiempo del manejo de materiales	543.86	Horas/año

Finalmente, en este capítulo se analizó el costo de la distribución en función del manejo de materiales en metros recorridos por los mismos, en tiempo del manejo de materiales y en términos financieros. En el capítulo 5 se compararán estos aspectos con los de la nueva distribución de planta propuesta a fin de seleccionar la mejor para la empresa.