



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE**  
**AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:**

---

“REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE  
PANTUFLAS DE LA EMPRESA CM ORIGINAL DE LA PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA”.

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Sistema de administración de la productividad y competitividad empresarial.

**AUTOR:** Zoila Ángela Freire Torres

**TUTOR:** Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Octubre 2016

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de (tutor) del Trabajo de Investigación sobre el tema: “Redistribución de instalaciones en el área de producción de pantuflas de la empresa CM Original de la provincia de Tungurahua”, realizado por la señorita Freire Torres Zoila Ángela, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Octubre 2016

TUTOR,

-----  
Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero, M. Sc.

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

El presente Proyecto de Investigación titulado: “Redistribución de instalaciones en el área de producción de pantuflas de la empresa CM Original de la provincia de Tungurahua”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Octubre 2016

AUTOR,

-----  
Freire Torres Zoila Ángela

CC: 180446374-1

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Octubre 2016

---

Freire Torres Zoila Ángela

CC: 180446374-1

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Franklin Tigre e Ing. Víctor Pérez, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Redistribución de instalaciones en el área de producción de pantuflas de la empresa CM Original de la provincia de Tungurahua”, presentado por la señorita Freire Torres Zoila Ángela de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

-----

Ing. José Vicente Morales Lozada

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

-----

Ing. Franklin Tigre

**DOCENTE CALIFICADOR**

Ing. Víctor Pérez

**DOCENTE CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto de investigación a:*

*Dios, por guiar mi vida, darme la sabiduría  
y fuerza para alcanzar esta meta.*

*Mis padres Ángel Freire y Yolanda Torres,  
por su apoyo incondicional, por lo valores  
que han inculcado en mí, por enseñarme  
que aun cuando el camino se torne difícil,  
no hay que darse por vencido, que hay que  
ser persistente para alcanzar las metas.*

*Toda mi familia, por ser el motor que me  
impulsa a ser mejor persona y alcanzar  
nuevos sueños.*

*Freire Torres Zoila Ángela*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, por darme valor para seguir adelante y permitirme alcanzar esta meta.*

*A mis padres, por su cariño, apoyo y comprensión, por ser el soporte que me ha ayudado a cumplir con esta meta.*

*A mis hermanas Alva, Mary y a mi novio Fernando, por su compañía, consejos y sobre todo por su ayuda, por compartir momentos felices y apoyarme en los momentos tristes.*

*Al personal docente de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por los conocimientos impartidos durante en toda la carrera universitaria.*

*Al Ing. Carlo Sánchez, por su colaboración en este proyecto de investigación.*

*A la empresa CM Original, por abrirme sus puertas. Al Ing. Danny Torres, por brindarme la información necesaria para desarrollar este proyecto.*

*Freire Torres Zoila Ángela*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	i
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	ii
DERECHOS DE AUTOR .....	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
GLOSARIO DE TERMINOS .....	xxiv
ACRÓNIMOS .....	xxv
INTRODUCCIÓN.....	xxvi

### CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Delimitación del problema.....	3
1.3.1. Delimitación de contenido.....	3
1.3.2. Delimitación espacial .....	3
1.3.3. Delimitación temporal .....	4
1.4. Justificación .....	4
1.5. Objetivos .....	5
1.5.1. Objetivo general .....	5
1.5.2. Objetivos específicos .....	5

### CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes investigativos.....	6
2.2. Fundamentación teórica .....	7
2.2.1. Estudio del trabajo .....	7

2.2.2. Estudio de tiempos.....	8
2.2.3. Técnicas de registro de información.....	9
2.2.4. Distribución de planta.....	10
2.2.5. Síntomas de la necesidad de una revisión de la distribución de instalaciones .....	11
2.2.6. Principios básicos de la distribución de instalaciones .....	11
2.2.7. Tipos de distribución de planta.....	12
2.2.8. Metodología de distribución de planta .....	13
2.2.9. Flujo de materiales y distribución de planta.....	15
2.2.10. Métodos empleados para la redistribución de planta .....	15
2.2.11. Análisis ABC.....	17
2.2.12. Matriz de selección o priorización.....	18
2.2.13. Requerimiento de superficie – método de Guerchet .....	19
2.2.14. Distribución de planta asistida por computadora.....	20
2.3. Propuesta de solución.....	22

### **CAPÍTULO III**

METODOLOGÍA.....	23
3.1. Modalidad de la investigación .....	23
3.2. Recolección de la información.....	23
3.3. Procesamiento y análisis de datos .....	24
3.4. Desarrollo del proyecto .....	25

### **CAPÍTULO IV**

DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	26
4.1. Descripción empresa de pantuflas CM Original.....	26
ETAPA 1. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES ANTERIOR DE LA EMPRESA .....	30
4.2. Descripción de la distribución de las instalaciones del área de producción y de su proceso productivo.....	30

4.2.1. Entrevista .....	30
4.2.2. Ficha de observación .....	31
4.2.3. Diagrama de flujo del proceso de producción en CM Original.....	31
4.2.4. Descripción de las instalaciones del área productiva de la empresa CM Original .....	31
4.2.5. Layout anterior de la empresa CM Original .....	40
4.2.6. Selección del producto para el enfoque de la investigación .....	41
4.3. Análisis del proceso productivo de pantuflas básicas con plantado premium (BD-PRM) (anterior).....	46
4.3.1. Estudio de tiempos (método anterior de trabajo).....	46
4.3.2. Cursograma sinóptico (anterior) .....	51
4.3.3. Cursograma analítico (anterior) .....	58
4.3.4. Ratio del valor agregado (anterior).....	61
4.3.5. Diagrama de Gantt (anterior).....	62
4.3.6. Análisis de la ruta crítica CPM (anterior).....	63
4.3.7. Diagrama de recorrido (anterior) .....	64
4.4. Análisis del diseño del sistema productivo .....	64
4.4.1. Tiempo de ciclo (anterior) .....	64
4.4.2. Capacidad de producción (anterior) .....	65
4.4.3. Productividad (anterior).....	67
4.4.4. Takt time (anterior).....	67
4.4.5. Análisis del equilibrio de la producción (anterior) .....	69
4.5. Diseño de un mejor sistema productivo .....	70
4.5.1. Análisis del equilibrio de la producción pre-modificada.....	82
4.6. Análisis de las condiciones de seguridad (anterior).....	84
<b>ETAPA 2: PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES .....</b>	<b>93</b>

4.7. Análisis de restricciones para la reubicación de los puestos de trabajo.....	93
4.8. Selección de los métodos a emplear para la redistribución de instalaciones .....	93
4.9. Alternativas de redistribución de instalaciones del área productiva tomando en cuenta los respectivos parámetros de seguridad. ....	96
4.9.1. Método SLP .....	96
4.9.2. Método CRAFT .....	105
4.10. Selección de una alternativa de redistribución de instalaciones .....	129
4.11. Implantación de la propuesta .....	148
ETAPA 4: EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	149
4.12. Análisis del proceso productivo actual .....	149
4.12.1. Estudio de tiempos (método actual de trabajo) .....	149
4.12.2. Cursograma sinóptico (actual), Tabla 89. ....	150
4.12.3. Cursograma analítico (actual), Tabla 90. ....	152
4.12.4. Ratio del valor agregado (actual) .....	155
4.12.5. Diagrama de Gantt (actual) .....	156
4.12.6. Análisis de la ruta crítica (actual).....	156
4.12.7. Diagrama de recorrido (actual) .....	157
4.13. Análisis del diseño del sistema productivo.....	157
4.13.1. Tiempo de ciclo (actual).....	157
4.13.2. Capacidad de producción (actual) .....	158
4.13.3. Productividad actual .....	160
4.13.4. Takt time (actual) .....	160
4.13.5. Análisis del equilibrio de la producción (actual).....	161
4.14. Resultados de las modificaciones para mejorar el sistema productivo.....	162
4.15. Análisis de las condiciones de seguridad (actual) .....	168
4.16. Análisis del costo de transporte en la distribución actual de las instalaciones .....	173

4.17. Análisis carga - distancia .....	177
4.18. Resumen de resultados.....	180
4.19. Análisis de económico .....	182

## **CAPÍTULO V**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	183
5.1. Conclusiones .....	183
5.2. Recomendaciones.....	185
 BIBLIOGRAFÍA .....	 187
ANEXOS .....	191

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio .....	10
Tabla 2. Métodos para la distribución de planta .....	17
Tabla 3. Desglose del personal .....	24
Tabla 4. Datos informativos de la empresa.....	27
Tabla 5. Productos .....	28
Tabla 6. Producción de pantuflas del año 2014 .....	41
Tabla 7. Codificación de productos .....	42
Tabla 8. Precio unitario de pantuflas .....	43
Tabla 9. Participación monetaria de cada artículo .....	44
Tabla 10. Análisis ABC pantuflas CM Original.....	45
Tabla 11. Descripción del producto (tabla de materiales) .....	46
Tabla 12. Número de ciclos a observar del Time Study Manual del Erie Works General Electric Company .....	48
Tabla 13. Escala de valoración del ritmo de trabajo (Adaptación de la Engineering and Allied Employed – Oeste de Inglaterra) .....	48
Tabla 14. Suplementos por descanso .....	50
Tabla 15. Estudio de tiempos anterior - corte de capelladas .....	50
Tabla 16. Tiempos estándar de producción (anterior) .....	51
Tabla 17. Cursograma sinóptico anterior de la producción de pantuflas.....	56
Tabla 18. Cursograma analítico anterior de la producción de pantuflas .....	58
Tabla 19. Precedencia de actividades (anterior) .....	63
Tabla 20. Tiempos de ciclo (anterior).....	64
Tabla 21. Jornada efectiva de trabajo .....	65
Tabla 22. Capacidad de producción (anterior).....	65
Tabla 23 . Takt time (anterior).....	68
Tabla 24. Equilibrio de la producción (anterior) .....	69
Tabla 25. Número teórico de operarios (anterior) .....	71
Tabla 26. Criterio de vida útil.....	74
Tabla 27. Criterio de nivel de ruido .....	74
Tabla 28. Criterio de velocidad de carrera.....	74
Tabla 30. Comparación de criterios por pares .....	75

Tabla 29. Criterios .....	75
Tabla 31. Comparación del criterio de nivel de ruido .....	75
Tabla 32. Comparación del criterio de vida útil .....	75
Tabla 33. Parámetro de velocidad de carrera.....	75
Tabla 34. Puntaje final de opciones .....	76
Tabla 35. Materiales de corte.....	77
Tabla 36. Precedencia de actividades (modificada).....	77
Tabla 37. Tiempos modificados del área de plantado .....	81
Tabla 38 . Tiempos de ciclo pre-modificados.....	82
Tabla 39 . Equilibrio de la producción pre-modificada .....	83
Tabla 40. Evaluación de las instalaciones - Decreto Ejecutivo 2393 .....	84
Tabla 41. Superficie y volumen anteriores de las estaciones de trabajo.....	90
Tabla 42. Colores de demarcación de pisos.....	92
Tabla 43. Características de los métodos para la distribución de instalaciones .....	94
Tabla 44. Matriz de selección de métodos para la distribución de instalaciones .....	95
Tabla 45. Cuantificación de proximidad entre actividades.....	97
Tabla 46. Relación de actividades (anterior) .....	98
Tabla 47. Relación de actividades (propuesto).....	100
Tabla 48. Área de corte (Troquel 3-T3).....	101
Tabla 49. Área total requerida para la planta de producción .....	102
Tabla 50. Espacio disponible en la planta de producción CM Original .....	102
Tabla 51. Matriz de flujo de la distribución (propuesta) .....	106
Tabla 52. Coordenadas de las áreas de trabajo – modelo 1 .....	108
Tabla 53. Centroides de las áreas de trabajo con figuras compuestas – modelo 1 .....	108
Tabla 54. Distancia entre departamentos – modelo 1 .....	108
Tabla 55. Costo de mover material - modelo 1.....	111
Tabla 56. Matriz de costo de movimiento de flujo de material – modelo1 .....	114
Tabla 57. Código de áreas de trabajo de los modelos de redistribución de instalaciones- WinQSB.....	116
Tabla 58. Matriz de flujo - distribución anterior .....	126
Tabla 59. Comparación de costos y distancias de transporte .....	128
Tabla 60. Criterio de integración .....	130

Tabla 61. Criterio de mínima distancia recorrida .....	130
Tabla 62. Criterio de recurso humano .....	131
Tabla 63. Requerimiento de espacio libre .....	131
Tabla 64. Criterio de flexibilidad.....	132
Tabla 65. Criterio de mínimo costo de cambio.....	132
Tabla 66. Escala de comparación de Saaty.....	133
Tabla 67. Matriz de comparación por pares: Criterios .....	134
Tabla 68. Matriz normalizada: criterios.....	136
Tabla 69. Vector de prioridad global .....	137
Tabla 70. Promedios de las filas de la matriz normalizada .....	137
Tabla 71. Calculo de $\lambda$ max. ....	138
Tabla 72. Índice de consistencia Aleatoria (IA) .....	138
Tabla 73. Resumen de cumplimiento de criterios.....	140
Tabla 74. Evaluación del criterio de Mínima distancia recorrida.....	141
Tabla 75. Evaluación del criterio de Integración.....	141
Tabla 76. Evaluación del criterio de Recurso humano .....	141
Tabla 77. Evaluación del criterio de Flexibilidad.....	141
Tabla 78. Evaluación del criterio de Mínimo costo de cambio .....	141
Tabla 79. Resumen de los vectores prioridad .....	141
Tabla 80. Valoración final .....	142
Tabla 81. Recomendaciones para una correcta estiba (acomodo) de la carga.....	145
Tabla 82. Material almacenado en la primera sección de la bodega de materia prima	146
Tabla 83. Material almacenado en la segunda sección de la bodega de materia prima	146
Tabla 84. Material almacenado en la tercera sección (lado izquierdo).....	147
Tabla 85. Material almacenado en la tercera sección (lado derecho).....	147
Tabla 86. Material almacenado en la zona de baja rotación.....	147
Tabla 87. Plan de acción .....	148
Tabla 88. Tiempos estándar actuales de producción .....	149
Tabla 89. Cursograma sinóptico actual de la producción de pantuflas .....	150
Tabla 90. Cursograma analítico actual de la producción de pantuflas .....	152
Tabla 91. Variación de derroches .....	155
Tabla 92. Precedencia de actividades (actual) .....	157

Tabla 93. Tiempos de ciclo (actual).....	158
Tabla 94. Capacidad de producción (actual) .....	159
Tabla 95. Takt time (actual).....	160
Tabla 96. Equilibrio de la producción actual .....	161
Tabla 97. Número teórico de operarios .....	163
Tabla 98. Modificación del método de trabajo en el área de plantado .....	166
Tabla 99. Evaluación de la redistribución de instalaciones - Decreto Ejecutivo 2393.	168
Tabla 100. Superficie y volumen actuales de las estaciones de trabajo .....	172
Tabla 101. Matriz de flujo - distribución actual .....	173
Tabla 102. Matriz de costo de movimiento de flujo de material – modelo actual.....	175
Tabla 103. Numeración de las áreas de trabajo (carga - distancia) .....	177
Tabla 104. Evaluación Carga – Distancia.....	178
Tabla 105. Simbología comparación Carga - Distancia .....	178
Tabla 106. Resultados Carga – Distancia .....	180
Tabla 107. Resumen de resultados .....	181
Tabla 108. Análisis económico.....	182

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Árbol jerárquico para la selección de la mejor distribución de instalaciones. ....	11
Fig. 2. Pasos para un estudio de diseño de planta.....	14
Fig. 3. Superficies de Guerchet.....	19
Fig. 4. Icono del módulo de Facility Location and Layout.....	21
Fig. 5. Ubicación de la empresa.....	27
Fig. 6. Organigrama CM Original .....	28
Fig. 7. Diagrama de flujo del proceso productivo de pantuflas .....	32
Fig. 8. Área corte (T1) .....	33
Fig. 9. Área de corte (T2) .....	33
Fig. 10. Área de corte (T3) .....	33
Fig. 11. Área de corte (T4) .....	34
Fig. 12. Área corte manual.....	34
Fig. 13. Área de bordado .....	34
Fig. 14. Área de serigrafía .....	35
Fig. 15. Área estampado .....	35
Fig. 16. Área de preparación de material.....	35
Fig. 17. Área de cosido .....	36
Fig. 18. Área de almacenamiento temporal de cosido.....	36
Fig. 19. Área de pulido .....	36
Fig. 20. Máquina engomadora .....	37
Fig. 21. Área de preparación de material.....	37
Fig. 22. Área de plantado.....	37
Fig. 23. Área de cosido de puntas .....	37
Fig. 24. Área de control de calidad .....	38
Fig. 25. Área de terminado .....	38
Fig. 26. Bodega 1: Uso diario .....	38
Fig. 27. Bodega 2: Telas e insumos .....	39
Fig. 28. Bodega 3: Esponjas e insumos .....	39
Fig. 29. Bodega 4: Material de relleno .....	40
Fig. 30. Sección 2 .....	40
Fig. 31. Sección 3 (derecha) .....	40

Fig. 32. Sección 3 (izquierda).....	40
Fig. 33. Sección 4 (derecha) .....	41
Fig. 34. Sección 4 (izquierda).....	41
Fig. 35. Layout anterior empresa CM Original .....	41
Fig. 36. Demanda mensual de pantuflas del año 2014 .....	42
Fig. 37. Gráfica ABC pantuflas CM Original.....	45
Fig. 38. Suplementos por descanso.....	49
Fig. 39 . Clasificación de derroches.....	62
Fig. 40. Diagrama de Gantt (proceso productivo anterior).....	62
Fig. 41. Diagrama de precedencias (anterior) – software WinQSB .....	63
Fig. 42. Diagrama de recorrido anterior de la empresa CM Original.....	64
Fig. 43. Flujo del proceso productivo de pantuflas.....	66
Fig. 44. Takt time y tiempo de ciclo (anterior).....	68
Fig. 45. Diagrama del equilibrio de la línea de producción (anterior).....	70
Fig. 46. Diagrama hombre - máquina (anterior).....	73
Fig. 47. Máquina troqueladora T2 .....	77
Fig. 48. Máquina troqueladora T3 .....	77
Fig. 49. Combinaciones de reasignación de actividades .....	78
Fig. 50. Distribución anterior del área de plantado.....	79
Fig. 51. Distribución modificada del área de plantado .....	80
Fig. 52. Diseño de la distribución del área de plantado (Por proceso – Por producto) ..	81
Fig. 53. Herramienta para introducir las plantillas de relleno en la pantufla.....	81
Fig. 54. Diagrama pre-modificado del equilibrio de la línea de producción.....	83
Fig. 55. Pasillo del área de corte (T4)- necesidad de ampliar los pasillos internos en los puestos de trabajo según la normativa .....	85
Fig. 56. Mal ubicación de la escalera fija - área productiva .....	85
Fig. 57. Almacenamiento de material para procesar – poco orden en el almacenamiento de materia prima para procesar .....	87
Fig. 58. Moldes de troquelar tiras – Falta de colocación de materiales y útiles cerca del área de trabajo.....	87
Fig. 59. Almacenamiento de sustancias usadas en el estampado-poco orden.....	87
Fig. 60. Troquel 3 (bandeja de presión)- necesidad de resguardo .....	88

Fig. 61. Área de corte T1-necesidad de lugar de almacenamiento de cajas .....	88
Fig. 62. Almacenamiento de producto terminado – falta de una zona adecuada. ....	89
Fig. 63. Área de preparación de material - necesidad de mascarillas especiales.....	89
Fig. 64. Áreas de corte (uso de troqueles) - necesidad de guantes de protección.....	90
Fig. 65. Metodología SLP (Systematic Layout Planning) .....	96
Fig. 66. Diagrama P-Q.....	97
Fig. 67. Gráfica relacional de actividades anterior .....	99
Fig. 68. Gráfica relacional de actividades modificada.....	100
Fig. 69. Diagrama de relaciones de espacio – alternativa 1 .....	103
Fig. 70. Diagrama de relaciones de espacio – alternativa 2.....	104
Fig. 71. Diagrama de relaciones de espacio – alternativa 3.....	104
Fig. 72. Tipos de distancias .....	107
Fig. 73. Ventana de inicio - Facility Location and Layout .....	114
Fig. 74. Icono de la barra de herramientas - WinQSB.....	114
Fig. 75. Ventana de especificaciones del problema - WinQSB .....	115
Fig. 76. Malla de la distribución de instalaciones - modelo .....	116
Fig. 77. Ventana de datos de transporte entre áreas de trabajo.....	116
Fig. 78. Ingreso de datos WinQSB - modelo 1 (Parte 1) .....	117
Fig. 79. Ingreso de datos WinQSB - modelo 1 (Parte 2).....	117
Fig. 80. Ventana de opciones de solución .....	118
Fig. 81. Layout inicial - modelo 1 .....	119
Fig. 82. Iteración 1 - alternativa 1 .....	119
Fig. 83. Iteración 2 - alternativa 1 .....	120
Fig. 84. Iteración 3 - alternativa 1 .....	120
Fig. 85. Análisis de distancias del modelo 1 - parte 1 .....	121
Fig. 86. Análisis de distancias del modelo 1 - parte 2 .....	121
Fig. 87. Análisis de costos modelo 1 (con áreas auxiliares).....	121
Fig. 88. Análisis de costos modelo 1 (sin áreas auxiliares) .....	121
Fig. 89. Ingreso de datos WinQSB - modelo 2 (Parte 1) .....	122
Fig. 90. Ingreso de datos WinQSB - modelo 2 (Parte 2).....	122
Fig. 91. Layout inicial - modelo 2 .....	123
Fig. 92. Layout final - modelo 2 .....	123

Fig. 93. Análisis de costos modelo 2 (con áreas auxiliares).....	123
Fig. 94. Análisis de costos modelo 2 (sin áreas auxiliares) .....	123
Fig. 95. Ingreso de datos WinQSB - modelo 3 (Parte 1).....	124
Fig. 96. Ingreso de datos WinQSB - modelo 3 (Parte 2).....	124
Fig. 97. Layout inicial - modelo 3 .....	125
Fig. 98. Layout final - modelo 3 .....	125
Fig. 99. Análisis de costos modelo 3 (con áreas auxiliares).....	125
Fig. 100. Análisis de costos modelo 3 (sin áreas auxiliares).....	125
Fig. 101. Ingreso de datos WinQSB - distribución anterior (Parte 1) .....	127
Fig. 102. Ingreso de datos WinQSB - distribución anterior (Parte 2) .....	127
Fig. 103. Ingreso de datos WinQSB - distribución anterior (Parte 3) .....	127
Fig. 104. Layout inicial – distribución anterior .....	128
Fig. 105. Análisis de costos - distribución anterior (con áreas auxiliares).....	128
Fig. 106. Análisis de costos - distribución anterior (sin áreas auxiliares) .....	128
Fig. 107. Layout final - modelo 1 .....	128
Fig. 108. Layout final - modelo 2 .....	128
Fig. 109. Layout final - modelo 3 .....	128
Fig. 110. Árbol jerárquico de selección del modelo de redistribución.....	133
Fig. 111. Vector de prioridad global.....	137
Fig. 112. Estructuración del problema - Expert Choice .....	139
Fig. 113. Matriz de comparación de criterios - Expert Choice.....	139
Fig. 114. Valoración de criterios - Expert Choice .....	140
Fig. 115. Definición de alternativas - Expert Choice .....	140
Fig. 116. Evaluación del criterio de Mínima distancia recorrida - Expert Choice .....	141
Fig. 117. Comparación de prioridades parciales.....	142
Fig. 118. Valoración final de alternativas - Expert Choice .....	142
Fig. 119. Análisis de sensibilidad del modelo de decisión- inicial.....	143
Fig. 120. Análisis de sensibilidad del modelo de decisión- modificado.....	144
Fig. 121. Distribución de la bodega.....	144
Fig. 122. Formas incorrectas de acomodar las cajas.....	145
Fig. 123. Tipos de apilamientos.....	146
Fig. 124. Distribución actual de instalaciones .....	149

Fig. 125 . Clasificación de derroches.....	156
Fig. 126. Diagrama de Gantt (proceso productivo actual).....	156
Fig. 127. Ruta crítica (proceso productivo actual) – software WINQSB.....	157
Fig. 128. Diagrama de recorrido actual .....	157
Fig. 129. Variación de los tiempos de ciclo de 120pares .....	158
Fig. 130. Variación de la capacidad de producción.....	159
Fig. 131. Takt time y tiempo de ciclo (actual).....	161
Fig. 132. Diagrama actual del equilibrio de la línea de producción .....	162
Fig. 133. Diagrama hombre - máquina actual de las áreas de corte 1 y 2 .....	164
Fig. 134. Porcentajes de utilización (Diagrama hombre - máquina actual).....	165
Fig. 135. Distribución interna del área de plantado (actual).....	165
Fig. 136. Acceso de la bodega de materia prima y producto terminado.....	166
Fig. 137. Almacenamiento de rollos de tela .....	167
Fig. 138. Almacenamiento de planchas de esponja (antes) .....	167
Fig. 139. Almacenamiento de planchas de esponja (ahora) .....	167
Fig. 140. Almacenamiento de insumos.....	168
Fig. 141. Escalera fija - área productiva (ubicación actual) .....	169
Fig. 142. Almacenamiento temporal de telas .....	170
Fig. 143. Troqueles ubicados junto al área de corte .....	170
Fig. 144. Almacenamiento ordenado de sustancias empleadas en el estampado .....	170
Fig. 145. Señalética área de estampado y serigrafía.....	170
Fig. 146. Área de corte T1- estante agregado .....	171
Fig. 147. Mapa de riesgos empresa CM Original.....	174
Fig. 148. Ingreso de datos WinQSB - modelo actual (Parte 1) .....	175
Fig. 149. Ingreso de datos WinQSB - modelo actual (Parte 2) .....	175
Fig. 150. Layout de la distribución actual .....	176
Fig. 151. Análisis de costos modelo actual (con áreas auxiliares) .....	176
Fig. 152. Análisis de costos modelo actual (sin áreas auxiliares).....	176
Fig. 153. Layout - distribución de instalaciones actual .....	177
Fig. 154. Pronóstico de la demanda año 2016 .....	181

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Entrevista .....	191
ANEXO 2. Ficha de observación empresa CM Original.....	192
ANEXO 3. Estudio de tiempos (anterior).....	195
ANEXO 4. Estudio de tiempos área de plantado (pre-modificado) .....	205
ANEXO 5. Señalética de seguridad.....	206
ANEXO 6. Espacio del requerimiento de espacio.....	207
ANEXO 7. Modelos iniciales de redistribución de instalaciones.....	214
ANEXO 8. Coordenadas de los centroides - Modelo 1 .....	215
ANEXO 9. Coordenadas de los centroides - Modelo 2.....	216
ANEXO 10. Coordenadas de los centroides - Modelo 3.....	217
ANEXO 11. Velocidad de desplazamiento – Transportes .....	218
ANEXO 12. Sueldos.....	220
ANEXO 13. Cálculos de la matriz de distancia y costo del modelo 2 .....	221
ANEXO 14. Malla de la distribución de instalaciones - modelo 2.....	227
ANEXO 15. Cálculos de la matriz de distancia y costo del modelo 3 .....	228
ANEXO 16. Malla de la distribución de instalaciones - modelo 3.....	234
ANEXO 17. Cálculos de la matriz de distancia y costo de la distribución de instalaciones anterior .....	235
ANEXO 18. Malla de la distribución de instalaciones –anterior .....	244
ANEXO 19. Distancias entre pasillos – actual .....	245
ANEXO 20. Cálculos empleados para la obtención de la matriz de distancia y costo de la distribución de instalaciones actual .....	246
ANEXO 21. Malla de la distribución de instalaciones –actual .....	252
ANEXO 22. Diferencia entre el tiempo de ciclo de la distribución por proceso y por producto .....	253
ANEXO 23. Estudio de tiempos modificado.....	254
ANEXO 24. Detalle análisis económicos.....	262

## RESUMEN EJECUTIVO

Los cambios variables en la demanda, la innovación tecnológica y el diseño de nuevos productos en las industrias provocan que la distribución de instalaciones que en un inicio eran óptimas, a lo largo del tiempo se vuelvan obsoletas afectando esto a su productividad y competitividad pues el diseño de las instalaciones y el manejo de materiales son aspectos muy importantes que se deben tratar en una empresa.

Los intentos por establecer una metodología que permitiera afrontar esta problemática comienzan en la década de los 50, y desde entonces se han planteado varios métodos como el Planeamiento Sistemático de la Distribución (SLP) hasta llegar a los algoritmos computarizados, pero la aplicación de estos métodos no es suficiente para realizar una eficiente redistribución de instalaciones, ya que no se requiere tan sólo reorganizar las instalaciones, sino que también, es necesario realizar un análisis profundo del sistema productivo para optimizarlo.

Es por ello que en el presente proyecto de investigación se establece una metodología para realizar una adecuada redistribución de instalaciones mediante el análisis y rediseño del sistema productivo. Esta metodología abarca el estudio de tiempos de la producción, la evaluación de la eficiencia de los recursos (mano de obra) y el equilibrio de las cargas de trabajo. Además, se estudia el dimensionamiento de los puestos de trabajo según las condiciones de seguridad y se desarrolla e implanta una alternativa que permita mejorar la organización de las instalaciones.

Al aplicar esta metodología en la empresa CM Original, se obtuvo una mejor organización de las instalaciones y con ello el flujo de material se tornó menos complejo, se obtuvo menores tiempos de producción, una mayor eficiencia en el uso de los recursos y además disminuyó el costo de transporte, lo que a su vez permite incrementar la capacidad de producción, productividad y competitividad.

**Palabras claves:** CRAFT, distribución de instalaciones, flujo de material, productividad, redistribución de instalaciones, SLP.

## ABSTRACT

Variable changes in demand, technological innovation and design of new products in industries cause the distribution of facilities initially were optimal, over time, become obsolete which affect their productivity and competitiveness because the facility design and material handling are very important aspects that must be addressed in a company.

Attempts to establish a methodology to confront these problems begin in the 50s, and since then have raised several methods such as the Systematic Planning Distribution (SLP) until the computer algorithms, but the application of these methods it is not enough for conducting an effective redistribution of facilities, since it is not required only reorganize the facilities, but also, it is necessary to conduct a thorough analysis of the production system to optimize it.

That is why in this research project establishes a methodology for proper redistribution of facilities by analyzing and redesigning the production system. This methodology involves the study of production times, assessing the efficiency of resources (manpower) and balancing workloads. In addition, the sizing of workstations is studied taking into account security conditions and finally develops and implements an alternative for improving the organization of facilities.

In applying this methodology in the company CM Original, better organization of the facility was obtained and thus the flow of material became less complex, lower production times, greater efficiency in the use of resources was obtained and decreased the transportation costs, which in turn allows for increased production capacity, productivity and competitiveness.

**Keywords:** CRAFT, distribution facilities, material flow, productivity, redistribution facilities, SLP

## GLOSARIO DE TERMINOS

- **Balanceo de líneas:** tiene como finalidad igualar los tiempos de trabajo de todas las estaciones de trabajo de una empresa.
- **Cuello de botella:** es una demora que se da cuando una parte del proceso se mueve más lento o tiene un mayor tiempo de producción con relación a los pasos previos.
- **Decisión multicriterio:** se enmarca en la metodología que evalúa características cuantitativas o cualitativas de las posibles soluciones de un problema.
- **Eficacia:** Grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares.
- **Eficiencia:** Forma en que se usan los recursos de la empresa.
- **Flujo de material:** indica cómo se mueven los elementos de una fábrica ya sea materiales, hombre, equipos y documentos en la determinación de bienes o servicios de inicio a fin.
- **Indicador:** es una relación entre variables cuantitativas o cualitativas que muestra la variación o tendencia de una situación con respecto a metas previstas.
- **Productividad:** mide la cantidad que un proceso puede producir en función de los recursos utilizados.
- **Redistribución de instalaciones:** Organizar de una forma diferente los elementos que constituyen una empresa industrial o de servicios, con el fin de tener costos más eficientes, mayor seguridad y satisfacción de los colaboradores.
- **Tiempo de ritmo - Takt time:** indica el ritmo al cual se debe producir para satisfacer la demanda usando solo los recursos necesarios sin generar stocks en curso.
- **Tiempo de flujo (Tf):** resultado de la suma del tiempo de proceso más el de esperas, es el tiempo total que tarda la materia prima en atravesar todo el proceso producto.
- **Tiempo de proceso (Tp):** este tiempo está ligado exclusivamente al producto puesto que no se toma en cuenta tiempos de demoras, es un indicador de los recursos humanos, maquinaria y espacio.
- **Tiempo improductivo:** son tiempos muertos que provocan inactividad de los operarios o maquinaria, es decir son tiempos que no agregan valor al producto.

## ACRÓNIMOS

- **CPM** (Critical Path Method) Método de la Ruta Crítica.
- **SLP** (Systematic Layout Problem): Planeación Sistemática de la Distribución en Planta.
- **CRAFT** (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique): Asignación Relativa de Instalaciones Computarizada Técnica.
- **CORELAP** (Computerized Relationship Layout Planning): Planificación de Relaciones de Distribución Computarizada.
- **ALDEP** (Automated Layout Design Program): Programa Automatizado del Diseño de La Distribución.
- **PLANET** (Plant Layout Analysis and Evaluation Technique): Técnica de Evaluación y Análisis de Distribución en Planta.
- **AHP** (Analytic Hierarchy Process): Proceso Analítico Jerárquico.

## INTRODUCCIÓN

La adecuada distribución de instalaciones es vital en toda industria, pues esta se enfoca en organizar las áreas que intervienen en la elaboración del producto o servicio con el fin de conseguir mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores además de una mayor remuneración económica, si a lo largo del tiempo este factor no se revisa con frecuencia puede generar pérdidas importantes que amenacen la rentabilidad y sostenibilidad de una empresa en el mercado.

Al estar la empresa CM Original en constante crecimiento y al no tener una expansión programada esta presenta problemas en la distribución de sus instalaciones por lo que es necesario organizar las instalaciones del área productiva de tal forma que se asegure un adecuado flujo de trabajo, materiales, personas e información y que junto con ello se disminuya los costos operacionales sobretodo del manejo de material.

En la presente investigación se establece y desarrolla una metodología para realizar una redistribución de instalaciones, la cual inicia con el análisis y rediseño del sistema productivo con el fin de reducir al mínimo los tiempos de operaciones de derroche, transporte y demoras, después evalúa la eficiencia de los recursos implicados en la producción como lo es la mano de obra, posteriormente analiza la readequación de cada puesto de trabajo según las condiciones de seguridad, se genera e implanta una alternativa que mejore la organización del área productiva y finalmente se evalúa el alcance de los cambios realizados.

Al aplicar dicha metodología en el área productiva de la empresa CM Original se lograron varias mejoras entre las que se tiene: una utilización más adecuada del espacio, se disminuyeron los costos de transporte, se incrementó la capacidad de producción y la productividad con relación a la mano de obra, se mejoró la eficiencia del equilibrio de la producción, además se cuenta con mejores condiciones de seguridad lo cual brinda más comodidad a los trabajadores al momento de desarrollar sus actividades.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Tema

“REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PANTUFLAS DE LA EMPRESA CM ORIGINAL DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

### 1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día, los cambios en la economía mundial y las condiciones actuales del mercado empresarial han llevado a que las empresas tengan como objetivo fundamental el crecimiento por medio de la búsqueda constante de nuevas alternativas que permitan subsanar los efectos de la competencia global, todo esto a través de herramientas que ayuden a evaluar y mejorar sus procesos productivos al punto de tener un costo menor y una mayor eficiencia [1]. Lo que conlleva a enfocarse en la optimización el diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales ya que estos factores afectan a la productividad y a la rentabilidad más que cualquiera otra decisión corporativa [2].

Además consigo se ven influenciados aspectos relevantes del proceso productivo como la calidad y el costo del producto, por lo que, se puede decir que la proporción de suministro/demanda se ve afectada directamente, en esto se demarca que en promedio, el manejo de materiales es responsable del 50 % de los costos totales de las operaciones [2], por ende el inadecuado diseño de la distribución de una planta provoca el incremento de dichos costos tornando a la empresa poco competitiva.

Según Dolores Correa directora de la compañía consultora mexicana ICAM, la productividad en América Latina sigue en los niveles de los años 80. La brecha productiva entre las grandes y las pequeñas empresas es altísima, casi dos veces mayor [3]. En las pymes la ideología de ganar dinero con poca inversión sigue prevaleciendo

ignorando varios métodos que permitan evaluar y mejorar su producción, esto sin tomar en cuenta que dichas empresas son las que existen en mayor porcentaje, según el Banco Mundial, el 80% del tejido empresarial de América Latina está formado por pymes [3].

En Ecuador en el año 2012 se registró que existen 704.556 empresas según datos del INEC, dentro de las cuales el 97,8% corresponde a las micro y pequeñas empresas y el 2,2% a las medianas y grandes empresas. Además, del total de las empresas 52.392 corresponden al sector manufacturero y este se encuentra en el segundo lugar de las actividades económicas que registraran mayores ventas en este mismo año [4]. También en dicha área se ha identificado que la industria del calzado es la que más se ha desarrollado entre el año 2007 y el 2012 ya que la producción de calzado ha aumentado en un 100% [5].

La demanda en constante crecimiento en una empresa trae consigo la necesidad de expandirse rápidamente para solventar los requerimientos de los clientes, por lo que la adquisición de más equipos, maquinaria y personal de manera poco planificada es inminente, lo que ocasiona en varios casos grandes inconvenientes sobre todo al momento de ubicarlos en la planta, ya que, si existe un espacio reducido se forman lugares inapropiados de trabajo disminuyendo la productividad de los empleados, por el contrario, si el espacio es sumamente excesivo se dan altos costos de producción por tiempos improductivos.

En la provincia de Tungurahua se genera la mayor producción de calzado en el país ya que más del 51% de empresas de la provincia pertenecen a este sector [5]. Dentro de esta industria se tiene empresas dedicadas a la producción de zapato casual, zapato industrial, zapato deportivo, botas, calzado especial u ortopédico y pantuflas, siendo la fabricación de esta última la que ha prosperado en la parroquia Benítez. Desde hace cinco años, este poblado rural del cantón Pelileo se ha convertido, sin que muchos lo sepan, en el bastión de la manufactura de pantuflas, sandalias, plataformas, suecos, y babuchas. Sus productos son muy apreciados a nivel nacional, especialmente en Guayaquil, Cuenca y Quito [6]. Sin embargo, algunas de las empresas que se dedican a este tipo de actividad económica no cuentan con estudios que les permita mejorar su productividad optimizando los tiempos de su proceso productivo, lo cual está íntegramente relacionado con la distribución de planta que tienen.

Dentro de las empresas manufactureras dedicadas a la elaboración de este producto se tiene a la empresa CM Original, la cual según el Ing. Danny Torres encargado del departamento de producción, desde su creación hasta la actualidad ha crecido en más del 100% no sólo en su producción sino que también en su infraestructura. La misma que ha ido expandiéndose de manera poco programada generando desperdicios de espacio y una inadecuada distribución de varios elementos como maquinaria, equipos y puestos de trabajo.

Además, se evidencia que en la fabricación de pantuflas existe un deficiente flujo de trabajo, personas y materiales ocasionando la acumulación de inventario en proceso favoreciendo a la creación de cuellos de botella. Al mismo tiempo, la constante variación en el diseño del producto y al no contar con una adecuada capacitación del personal para el correcto uso de máquinas y herramientas origina tiempos improductivos y movimientos innecesarios.

Igualmente existe un limitado conocimiento referente a una adecuada distribución de planta incrementándose con esto los costos de producción por tiempos prolongados de espera y tiempos de transporte. Por otra parte, la inadecuada planeación de la distribución de los puestos de trabajo provoca lugares inapropiados de trabajo afectando el desempeño de los empleados e incluso atentando en contra de su salud y seguridad. Actualmente las instalaciones del área productiva de CM Original no están acorde a la normativa actual vigente de seguridad y salud de los trabajadores y su medio ambiente de trabajo, creándose situaciones de riesgo.

### **1.3 Delimitación del problema**

#### **1.3.1 Delimitación de contenido**

**Área académica:** Industrial y Manufactura

**Línea de investigación:** Industrial

**Sublínea de investigación:** Sistema de administración de la productividad y competitividad empresarial.

#### **1.3.2 Delimitación espacial**

El presente proyecto de investigación se desarrollará en la empresa CM Original la que se encuentra ubicada en el cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua.

### **1.3.3 Delimitación temporal**

El proyecto de investigación se realizará en el periodo de seis meses a partir de la fecha de aprobación del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

### **1.4 Justificación**

Debido a que la empresa de pantuflas CM Original se encuentra en constante crecimiento y al no contar con un adecuado estudio que le ayude a tener una expansión programada, esta presenta un gran problema de distribución de las instalaciones la cual le está limitando a mejorar su proceso productivo.

De ahí la importancia de realizar la investigación, ya que al organizar adecuadamente los elementos de las instalaciones del área productiva de la empresa se asegura la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema de producción mejorando la productividad y ayudando con ello a que la empresa se vuelva más rentable y competitiva. Asimismo, el interés de la investigación radica en conocer cuál es la incidencia que tiene la manipulación de materiales en los costos de producción, los mismos que se relacionan directamente con los tiempos de transporte y el rendimiento de los trabajadores.

En cuanto a la utilidad teórica, se tiene fuentes de información bibliográfica actualizada y especializada sobre el tema como libros, normativas de seguridad y artículos científicos relacionados con las diversas metodologías empleadas para la distribución de instalaciones.

Entre los beneficiarios de la investigación se encuentra el dueño de la empresa, ya que podrá contar con una estrategia que le permite usar eficientemente los recursos que intervienen en el proceso productivo afrontando así la problemática existente, además los operarios tendrán un lugar de trabajo más adecuado y menos presión laboral. Por otra parte, los beneficios que obtendrán los clientes se relacionaran con los menores costos y de ser posible la entrega del producto serán en plazos más cortos. Igualmente, existe factibilidad para realizar la investigación, ya que se cuenta con el conocimiento suficiente del tema planteado y existe la apertura por parte del propietario de la empresa CM Original para acceder a la información requerida.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Diseñar la redistribución de instalaciones en el área de producción de pantuflas de la empresa CM Original de la provincia de Tungurahua.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de la distribución de las instalaciones en el área de producción de la empresa CM Original.
- Determinar métodos que permitan mejorar la forma de organización y movimiento de personas, maquinaria y materiales.
- Proponer una alternativa óptima que permita mejorar el flujo del proceso productivo a través de una distribución de las instalaciones tomando en cuenta los parámetros de seguridad correspondiente a la normativa vigente.
- Evaluar la distribución propuesta a través de la metodología más adecuada.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

La distribución de instalaciones es vital en toda organización que realice procesos de producción, debido a que está enfocada a la ordenación de las áreas que intervienen en la elaboración del producto y del equipo, en aras de conseguir la mayor economía en el trabajo, al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores, logrando con esto integrar todos los factores que intervienen en la distribución, la minimización del movimiento de los materiales, la disminución de las demoras, la utilización efectiva del espacio y la flexibilidad de la planta [7].

Además, se puede decir que la distribución de instalaciones es uno de los factores que más incidencia tiene sobre los costos de operación de una compañía y si no se revisa con frecuencia puede generar pérdidas importantes de tal forma que amenacen la rentabilidad y eficiencia de la empresa arriesgando su sostenibilidad y permanencia en el mercado [8].

Se estima que del 20 al 50% de los gastos totales de operación que se incurre dentro del área de fabricación en una industria se puede atribuir al incorrecto diseño e instalación de la planta al momento de su creación, y que una distribución eficiente reduce los costos de operación por lo menos del 10 al 30%. Entonces el diseño de la planta es una de las tareas más significativas y críticas para mejorar la productividad [9].

Para determinar una adecuada distribución es importante tener en cuenta la variedad de productos o servicios que se ofrecen, las operaciones que se requieren para su producción y las estaciones de trabajo, de tal manera que la configuración de estos factores permita asegurar un flujo continuo y óptimo que tenga en cuenta los espacios necesarios para los equipos de trabajo, operarios, el manejo de material y almacenamiento del mismo [10].

Los intentos por establecer una metodología que permitiera afrontar el problema de distribución de planta de manera ordenada comienzan en la década de los 50 del siglo pasado, y desde entonces se han planteado varios métodos comenzando desde el más importante el Planeamiento Sistemático de la Distribución (Systematic Layout Planning - SLP) y después con avanzados estudios hasta llegar a los algoritmos computarizados que básicamente se clasifican según la naturaleza de la función objetivo [11].

El primer grupo trata de minimizar la distancia recorrida por el flujo de materiales a través de las instalaciones, pertenecen a esta familia CRAFT, SPACECRAFT, MÚLTIPLE y WinQSB. Estas aplicaciones se orientan hacia los FLPs (Problemas de Distribución de Planta – Facility Layout Problems) del sector manufacturas y requieren un layout inicial para hacer la mejoría. El segundo grupo trata de maximizar la calificación total de cercanía (closeness value) para todos los departamentos, siempre cumpliendo con las características requeridas del edificio, pertenecen a este grupo CORELAP, BLOCPLAN y ALDEP. Estas aplicaciones básicamente se orientan hacia los FLPs del sector servicios y se inicia con un área de piso vacío y luego procede a ubicar los departamentos, empezando con la instalación que tiene la calificación de cercanía más alta [11].

El diseño empieza por una organización jerárquica de lo más grande a lo más pequeño, se empieza así determinando la ubicación de los departamentos, se sigue con grupos de trabajo en esos departamentos, estaciones de trabajo, las máquinas y los puntos de almacenamiento. Se puede tomar en cuenta los siguientes criterios: especificar objetivos y criterios que se han de utilizar para evaluar el diseño, el espacio requerido y la distancia requerida entre puntos de trabajo son básicos, la demanda estimada del producto, establecer requisitos de procesamiento en función del número de operaciones y del flujo entre los elementos de distribución y la disponibilidad de espacio en las instalaciones [12].

## **2.2 Fundamentación teórica**

### **2.2.1 Estudio del trabajo**

El estudio del trabajo se refiere a ciertas técnicas, y en particular estudio de métodos y medida del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en

la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla. La definición indica dos técnicas a utilizar, una referente al Estudio de Métodos y la otra de la Medida del Trabajo [13].

### **Estudio de métodos**

Definimos como el estudio de métodos al registro y al examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos [13].

### **Medida del trabajo**

La medida del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. La medida del trabajo sirve para investigar, reducir y eliminar, si es posible, el tiempo improductivo, que es aquel tiempo en el que no se realiza trabajo productivo alguno, sea cual sea la causa. Una vez conocido este tiempo improductivo, se toma medidas para eliminarlo o minimizarlo [13]. El propósito de la medición del trabajo es establecer tiempos que sirvan de modelo para una labor [14].

### **Técnicas de medición laboral**

Hay cuatro técnicas básicas para medir el trabajo y establecer así estándares en la empresa.

Son dos métodos de observación directa y dos de observación indirecta. Los métodos directos son el estudio de tiempos, en cuyo caso se utiliza un cronómetro para medir los tiempos del trabajo, y el muestreo del trabajo, los cuales implican llevar registro de observaciones aleatorias de una persona o de equipos mientras trabajan [14].

#### **2.2.2 Estudio de tiempos**

Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del contenido de trabajo, con la debida consideración de la fatiga y retardos inevitables del personal [15].

### **Tiempo estándar**

El tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más ciertas permisibilidades para necesidades personales (descansos para ir al baño o tomar café),

demoras inevitables (descomposturas del equipo o falta de materiales) y fatiga del trabajador (física o mental) [14]. A continuación, se muestra la ecuación (1) correspondiente al tiempo estándar de un producto.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} + (\text{Holgura} \times \text{Tiempo normal}) \quad (1)$$

En donde:

**Tiempo normal** = Tiempo del desempeño observado.

**Holgura** = Tolerancia para necesidades personales, retrasos o fatiga del trabajo.

### **Procedimiento del estudio de tiempos**

El procedimiento del estudio de tiempos se ha reducido a 8 pasos:

Paso 1. Seleccionar el trabajo a estudiar.

Paso 2. Recabar información acerca del trabajo.

Paso 3. Dividir el trabajo en elementos.

Paso 4. Hacer el estudio de tiempos reales.

Paso 5. Determinar el número de ciclos por cronometrar.

Paso 6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.

Paso 7. Determinar los suplementos que se deben añadir al tiempo básico.

Paso 8. Determinar el tiempo tipo propio de la operación.

El objetivo primordial del estudio de tiempos es eliminar las tolerancias por retrasos, además entre sus técnicas de edición más comunes está la del uso del cronómetro [2].

### **2.2.3 Técnicas de registro de información**

Las técnicas de registro de información que más se empleadas en un estudio de métodos se detallan a continuación en la Tabla 1.

### **Importancia de estándares de tiempo para el diseño de instalaciones de manufactura**

El tiempo estándar es el dato principal para determinar el número que se requiere de personas y de estaciones de manufactura para alcanzar la producción programada, y para calcular el número de máquinas, celdas de manufactura, balanceo de la línea de ensamble, y asignación de personal. En última instancia, esta información se usa para calcular los requerimientos de espacio de todos los centros de manufactura y los de las instalaciones comunes de la producción [2].

**Tabla 1. Gráficos y diagramas de uso más corriente en el estudio [16]**

HERRAMIENTAS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO	
<b>A. GRÁFICOS</b>	Que indican la <b>SUCESIÓN</b> de los hechos
	Cursograma sinóptico del proceso
	Cursograma analítico del operario
	Cursograma analítico del material
	Cursograma analítico del equipo o maquinaria
	Diagrama bimanual
<b>B. GRÁFICOS</b>	Cursograma administrativo
	Con <b>ESCALA DE TIEMPO</b>
	Diagrama de actividades múltiples
<b>C. DIAGRAMAS</b>	Simograma
	Que indican <b>MOVIMIENTO</b>
	Diagrama de recorrido o de circuito
	Diagrama de hilos
	Ciclograma
	Cronociclograma
	Gráfico de trayectoria

#### **2.2.4 Distribución de planta**

La distribución implica determinar la ubicación de departamentos, grupos de trabajo de los departamentos, estaciones de trabajo y puntos donde se guardan las existencias en una instalación productiva. Su finalidad es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo (en una fábrica) o un patrón de tránsito dado (en una organización de servicios).

Una buena distribución de la fábrica proporciona una verdadera ventaja competitiva porque facilita los procesos de flujo de materiales e información. También mejora la vida laboral de los empleados [14].

#### **Objetivo de la distribución de planta**

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo Fig. 1 que la más segura y satisfactoria para los empleados. La distribución en planta tiene dos intereses claros que son:

- **Interés económico:** Aumentar la producción, la reducir los costos, el satisfacer al cliente mejorando el servicio y el mejorar el funcionamiento de las empresas.

- **Interés social:** Dar seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

Tomando en cuenta los puntos mencionados anteriormente, en lo referente al diseño de la distribución en planta se plantea el árbol jerárquico que se muestra en la Fig. 1 [17].

### 2.2.5 Síntomas de la necesidad de una revisión de la distribución de instalaciones

La empresa pudiera enfrentarse en un momento dado, a la necesidad de un rediseño de su distribución actual, en lo que influyen varias de las siguientes situaciones:

- Cambios en el volumen de producción.
- Cambios en los procesos y en la tecnología que utiliza.
- Cambios en el diseño o en el tipo de producto.

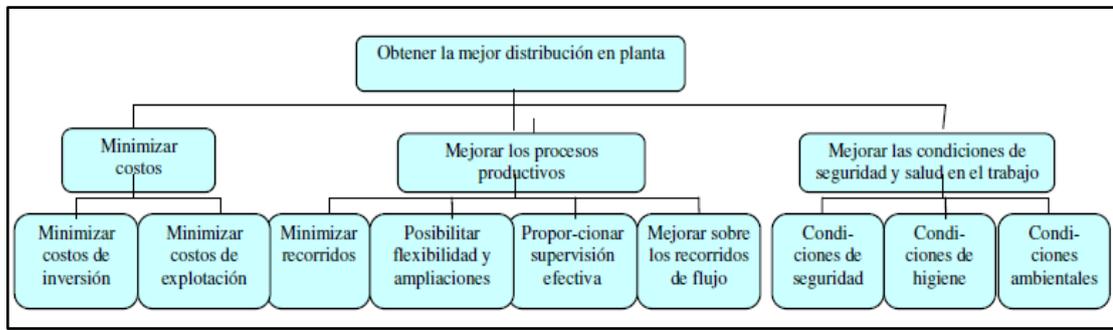


Fig. 1. Árbol jerárquico para la selección de la mejor distribución de instalaciones [17].

Observación de deficiencias tales como:

- Congestión de materiales, piezas y montajes.
- Cantidades excesivas de producto incluido en el proceso o sobrecarga.
- Utilización deficiente del espacio disponible y largos circuitos de transporte.
- Estancamiento de la producción en determinadas máquinas, mientras otras similares o idénticas permanecen inactivas.
- Excesiva manipulación a cargo de operarios cualificados.
- Largos ciclos de producción y retrasos en las fechas de entrega.
- Tensión física o mental de los operarios.
- Dificil mantenimiento de la verificación y el control efectivos.
- Subempleo de las instalaciones por debajo de la capacidad productiva [18].

### 2.2.6 Principios básicos de la distribución de instalaciones

Durante la planificación de una distribución de instalaciones, es importante que se tenga siempre la meta de la optimización y por esto se proponen los siguientes principios:

### **a) Integración**

La mano de obra directa, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y todos los demás factores que influyen en el proceso productivo deben quedar integrados de tal forma que funcione como una sola máquina (acercando el almacén intermedio al puesto de trabajo).

### **b) Mínima distancia recorrida**

El movimiento de personas y materiales no añade ningún valor al producto, de modo que la optimización se logra reduciendo al mínimo los movimientos realizados.

### **c) Flujo de materiales**

La organización física de los procesos según el orden en el que se deben realizar complementa al principio anterior, haciendo lo posible para eliminar los retrocesos o movimientos transversales.

### **d) Volumen ocupado**

El metro cuadrado de instalación también tiene un coste, así que puede ser optimizado utilizando todo el espacio vertical que la técnica permita.

### **e) Recursos humanos**

La salud y seguridad del personal debe ponerse siempre por encima del resto de consideraciones. A su vez, la mejora de condiciones de trabajo es un principio que facilita la optimización del coste total de instalación y explotación ya que si se reduce el esfuerzo necesario para realizar una tarea, es posible lograr una mayor producción por jornada.

### **f) Flexibilidad**

Las necesidades de una empresa rara vez serán constantes en el tiempo y se producirá una evolución continua para adaptarse a los mercados, la evolución de la tecnología, los nuevos clientes y productos, etc. [19].

## **2.2.7 Tipos de distribución de planta**

Dependiendo del tipo de producción de la empresa, la distribución adoptada podrá pertenecer a uno de los siguientes 5 tipos descritos a continuación: distribución de posición fija, por grupos autónomos de trabajo, basada en el producto y basada en el proceso. Dado que las dos primeras se utilizan en casos muy especiales y la tercera se sitúa en medio de las dos nombradas en último lugar, se describirán solo los siguientes tipos [18]:

### **Distribución basada en el producto o en línea recta.**

- Se utiliza en procesos de producción en que la maquinaria y los servicios auxiliares se disponen unos a continuación de otros de forma que los materiales fluyen directamente desde una estación de trabajo a la siguiente, según la secuencia de proceso del producto.
- Dicha distribución resulta adecuada para aquellos productos con niveles de producción elevados (economías de escala).
- La distribución minimiza la distancia entre operaciones y los plazos de producción son normalmente reducidos y los operarios no precisan de una elevada cualificación las actividades a desarrollar son repetitivas y simples [18].

### **Distribución basada en el proceso o por funciones.**

- En este tipo de producción la maquinaria y los servicios se agrupan según sus características funcionales. Esta distribución se emplea principalmente cuando existe un bajo volumen de producción de numerosos productos desiguales, así como cuando ocurren frecuentes cambios en la composición o volumen a producir, o cuando la de producto son factibles (producción flexible). Sus características: un pequeño volumen de producción y la necesidad de mano de obra cualificada [18].

### **2.2.8 Metodología de distribución de planta**

Como ya se mencionó, el diseño y la disposición de las instalaciones de una planta afectan significativamente su desempeño, por lo que debe tener el debido cuidado en planear este proceso.

En la Fig. 2, aparece una secuencia de los pasos necesarios para un estudio de diseño de planta, desde el punto de vista de la administración de las operaciones que en esta intervienen [20].

- **Localización y estrategia.** Deben tomarse en cuenta las estrategias de las áreas de marketing, manufactura, distribución, compras, manejo de materiales e informática, entre otras, considerando que un diseño de planta inadecuado puede imposibilitar la implantación de algunas de las estrategias de la empresa. En forma semejante, la localización y la disposición de la planta debe tomar en cuenta consideraciones estratégicas como tiempos de respuesta a los pedidos, tipo de tecnología de proceso, tamaño de los lotes de producción, entre otras.

- **Procesos y actividades.** Debe tomar en cuenta los diagramas de diseño y de ensamble de los productos, la maquinaria, equipo y tecnología de proceso y el nivel de flexibilidad requerido para renovar el diseño de los productos y variar los volúmenes de producción. Las unidades de planeación son los grupos de estaciones de trabajo.
- **Ligas departamentales.** Las modalidades de interacción (ligas departamentales) entre los diferentes departamentos. La información relevante para describir estas interacciones se encuentra en los diagramas de flujo y de ensamble para la manufactura de los productos, en los organigramas y planes de producción.

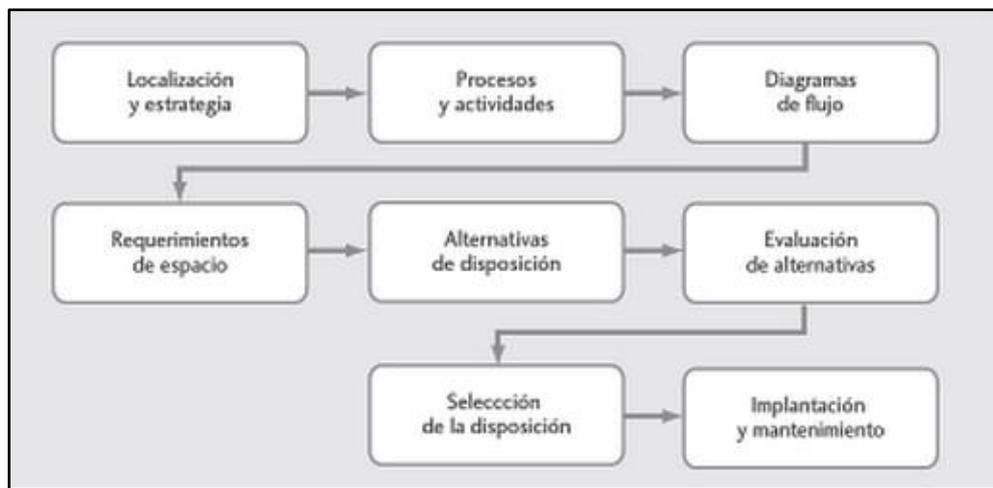


Fig. 2. Pasos para un estudio de diseño de planta [20].

- **Requerimientos de espacio.** Uno de los pasos en los que debe tenerse especial cuidado, ya que los requerimientos de espacio se planean para un horizonte de 5 a 10 años. El espacio de una estación de trabajo lo determina el espacio para el equipo, para el manejo de materiales, y para el personal.
- **Alternativas de disposición.** Las alternativas surgen al considerar diferentes maneras tanto para la disposición física de los departamentos de planeación, como para el manejo de materiales y la disposición de las estaciones de trabajo dentro de los departamentos.
- **Evaluación de alternativas.** Las alternativas de disposición y diseño de planta se evalúan con la ayuda de diferentes modelos (simulación). Existe también una gama de software disponible para este propósito, en los que el criterio de costos de operación es el más difundido para comparar las alternativas de disposición y diseño de planta.

- **Selección de la disposición.** Deben establecerse los criterios de selección y, en la medida de lo posible, efectuar una evaluación cuantitativa de los mismos. Debe tener en cuenta que el costo de operación e instalación no es el único criterio y que la evaluación de los criterios depende de los diferentes escenarios en cuanto a los volúmenes de producción, flexibilidad y cambios a corto plazo en el programa maestro de producción.
- **Implantación y mantenimiento.** Por último, una vez decidido el diseño de planta más conveniente, éste debe implantarse y supervisarse con el objetivo de corregir las deficiencias que puedan encontrarse en la práctica. Asimismo, deben establecerse los planes apropiados para el mantenimiento de la planta, considere que los cambios administrativos que puedan introducirse implicarán cambios tanto en los sistemas de manejo de materiales como en la disposición de la planta [20].

### **2.2.9 Flujo de materiales y distribución de planta**

El manejo de materiales también es parte integral de la distribución de la planta; no es posible separarlos. Un cambio en el sistema de manejo de materiales modificará la distribución, y si ésta cambia, el sistema de manejo se transformará. El principio del flujo de materiales se basa en disponer de una secuencia de operaciones y distribución del equipo que optimice el flujo del material [2].

### **2.2.10 Métodos empleados para la redistribución de planta**

**Método SLP (Systematic Layout Problem)**, es un procedimiento sistemático multicriterio y relativamente simple para la resolución de problemas de distribución de planta. Abarca la información referente al proceso industrial y espacios auxiliares, en sí identifica, valora y visualiza todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones entre ellos [21] .

Además de este método debido a la complejidad que tienen algunos problemas de diseño de instalaciones se desarrolló metodologías heurísticas los cuales son utilizados mediante programas informáticos tornando a estos problemas más ágiles y sencillos, entre dichos paquetes informáticos se tiene [21] :

**Algoritmos de generación de layouts**, durante el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial, se produce en muchos países la necesidad de adaptar sus estructuras

productivas a la fabricación de nuevos productos, generalmente de armamento y transporte, en un margen de tiempo muy corto. Las enormes exigencias de tiempo y la limitación de recursos generaron en los ingenieros de diseño la inquietud por organizar al máximo la producción de tal manera que se consiguieran ahorros importantes mejorando solamente la implantación. Surge así el desarrollo de los estudios analíticos de la distribución en planta que más tarde llevaría al uso del ordenador. Sin embargo la automatización del diseño de la distribución en planta todavía no está lograda por completo aunque sí existen algunas aproximaciones: los algoritmos de mejora y los constructivos [22].

- **Algoritmos de mejora.**

Los algoritmos de mejora parten de una solución previa, que puede ser un diseño real existente o uno generado expresamente para ser utilizado como inicio del cálculo, y realizan sucesivos intercambios entre los centros de actividad en busca de la reducción del coste de transporte y manutención. Entre este tipo de algoritmos destaca el de CRAFT y COPAD [22].

- **CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique).** - Este parte de una solución previa y tratan de mejorarla en iteraciones sucesivas. Comprueba las posibles ubicaciones de las actividades susceptibles de ser desplazadas y calcula el coste de transporte para la nueva situación, si éste es menor que el anterior, el programa realiza otra iteración y si no, finaliza aceptando la última solución considerada. Este algoritmo tiene el inconveniente de generar soluciones poco realistas, con líneas de separación entre actividades irregulares y difíciles de llevar a la práctica [22].

- **Algoritmos constructivos.**

Los algoritmos constructivos más conocidos son CORELAP y ALDEP.

- **CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)** analiza la tabla de relación de actividades para ordenar los centros de actividad en función de la suma de valores asociada a cada uno y coloca en primer lugar aquella actividad cuya suma de necesidades de proximidad al resto de áreas es máxima, disponiendo las demás actividades a su alrededor en el orden establecido inicialmente y maximizando la longitud de contacto entre las actividades con mayor necesidad de proximidad

recíproca. Así como CRAFT. CORE-LAP genera una solución que cumple con las relaciones expresadas en la TRA (Tabla de relaciones de actividades). pero necesita de correcciones manuales posteriores para afinar el diseño, ya que también produce áreas irregulares [22]. Las entradas para este programa son las especificaciones de tamaño de los departamentos o áreas [23].

- **ALDEP (Automated Layout Design Program)**. parte de un perímetro prefijado y dividido en n franjas o bandas iguales, coloca una actividad elegida al azar en el margen superior izquierdo y va situando las demás secuencialmente en función de las necesidades de proximidad a las ya colocadas. Este algoritmo, aunque presenta un control de la forma muy superior al conseguido con los anteriores, tiene un inconveniente: la solución obtenida depende de la actividad que se coloca en primer lugar y del ancho de banda elegido, por lo que será necesario ejecutarlo varias veces para lograr una solución que resulte aceptable [22].
- **PLANET (Plant Layout Analysis and Evaluation Technique)**. Desarrollada por Deisenroth y Apple en 1972. Se utiliza para evaluar y generar distribuciones de planta que sirven como base para otras técnicas de distribución. Evalúa en coste de flujo de materiales entre las actividades y se le asigna un índice de prioridad para ubicarlo en el layout [21].

Estos métodos se pueden clasificar de la siguiente forma, Tabla 2:

Tabla 2. Métodos para la distribución de planta [22]

	Métodos de construcción	Métodos de mejora	
Datos de entrada CUALITATIVOS	- PLANET	- CRAFT	- SLP
Datos de entrada CUANTITATIVOS	- CORELAP - ALDEP - PLANET		

### 2.2.11 Análisis ABC

Este es un método empleado para la optimización del inventario en la cadena de suministro, es un método empleado para la categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C: Los artículos pertenecientes a la categoría A son más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. En sí este método es una derivación de la gráfica de Pareto desarrollado

por Wilfrido Pareto en 1987. Este método ayuda a enfocar la atención hacia los pocos artículos de importancia crucial (artículos A) en lugar de hacia los muchos artículos triviales (artículo C).

- Los artículos A, son bienes cuyo valor de consumo anual es “el más elevado”.
- Los artículos C, son al contrario artículos con el menor valor de consumo.
- Los artículos B, son artículos de una clase intermedia que poseen un valor de consumo medio [24].

El método de análisis ABC puede emplearse a:

- Las ventas de la empresa y los clientes con los que se efectúan las mismas (optimización de pedidos).
- El valor de los stocks y el número de ítems de los almacenes.
- Los costos y sus componentes.

Los beneficios de la empresa y los artículos que los producen es el de determinar aquellos productos que poseen una alta penetración en el mercado y su facturación, disponen de baja rentabilidad, detectar por prioridades aquellos productos que poseen una baja penetración y comercialización, disponen de alta rentabilidad [25].

### **2.2.12 Matriz de selección o priorización**

Se puede plantear como una herramienta de calidad para tomar decisiones en equipo, utilizando criterios ponderados y acordados. Esta herramienta se emplea para asignar prioridades a problemas, tareas, soluciones u otras opciones posibles. Se utiliza para seleccionar y ubicar las opciones en forma prioritaria, en sí, ayuda a reducir el número de opciones, de modo que sea posible tomar decisiones con mayor facilidad [26].

#### **Pasos:**

1. Establecer el **objetivo principal** a alcanzar y las **opciones** que ayuden a lograrlo.
2. **Generar los criterios** por los que se juzgarán las opciones. Es posible obtener los criterios empleando una Tormenta de Ideas.
3. **Juzgar cada criterio contra todos los demás.** Crear una matriz de pares, es decir hacer una tabla en la que se nombren las filas y columnas con cada uno de los criterios. Comparar la importancia de cada uno de ellos contra los demás por medio de la siguiente escala:

10 = Mucho más importante

1/5 = Menos importante

5 = Más importante

1/10 = Mucho menos importante

1 = Igual

Sumar las filas de cada criterio (a). Sumar los valores de cada criterio para llegar a un total. Para cada criterio obtener en factor (Fp) dividiendo la suma entre el total. Si el factor de ponderación de un criterio es pequeño, es posible eliminarlo.

**4. Comparar cada opción** contra todas las demás. Crear una matriz de pares para cada criterio que se tiene; nombrar las filas y columnas de cada matriz con las opciones a evaluar. Hacer la comparación y evaluación según la siguiente escala:

10 = Mucho mejor

1/5=Peor

5 = Mejor

1/10=Mucho peor

1 = Igual

Calcular los totales y porcentajes del mismo modo que en el paso 3 para cada criterio.

**5. Por último, construir la matriz final.** Etiquetar las filas con las opciones y las columnas con los criterios. Multiplicar el Factor de Ponderación (FP) por el Peso de la Opción (PO) respectivo. Luego sumar cada fila para obtener el puntaje final para cada opción. Finalmente seleccionar la opción de mayor puntaje [27].

### 2.2.13 Requerimiento de superficie – método de Guerchet

Una vez determinada la cantidad de equipos productivos necesarios para cada puesto de trabajo, vamos a evaluar la superficie que se precisa para los mismos y la planta de producción completa. Según el método de Guerchet, la superficie total vendrá dada por la suma de tres superficies parciales tal como se muestra en la Fig. 3 [28]:

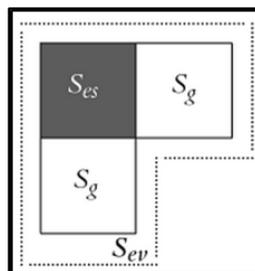


Fig. 3. Superficies de Guerchet [28]

**Superficie estática:  $S_{es}$ .** Ésta es la superficie productiva, es decir, la que ocupa físicamente la maquinaria, el mobiliario y las demás instalaciones.

**Superficie de gravitación:  $S_g$ .** Se trata de la superficie utilizada por los operarios que están trabajando y por la materia que está procesándose en un puesto de trabajo. Esta se obtiene multiplicando la superficie estática por el número de lados ( $n$ ) de ésta que deban estar operativos, es decir, por los que utilizará el equipamiento productivo:

$$S_g = S_{es} \times n \quad (2)$$

**Superficie de evolución:  $S_{ev}$ .** Contempla la superficie necesaria a reservar entre diferentes puestos de trabajo para el movimiento del personal y del material y sus medios de transporte. Se obtiene como suma de la superficie estática más la de gravitación afectada por un coeficiente  $k$ , ecuación (3). El cual varía en función de la proporción entre el volumen del material, personal y equipos de manutención que se mueven entre los puestos de trabajo y el tamaño de las máquinas y equipos e instalaciones productivas de dichos puestos, lo que se traduce en un «pasillo» de anchura relacionada con el coeficiente  $k$  alrededor del conjunto de las superficies  $S_g$  y  $S_{es}$  [28]. Con lo que la superficie de evolución vendrá dada por la ecuación (4):

$$k = \frac{hm}{2x hf} \quad (3)$$

**Dónde:**

$hm$  = altura promedio de los elementos que se mueven dentro de la planta.

$hf$  = altura promedio de los elementos que permanecen fijos dentro del área de trabajo.

$$S_{ev} = (S_{es} + S_g) k \quad (4)$$

La superficie total viene dada de la siguiente forma, ecuación (5):

$$S_T = S_{es} + S_g + S_{ev} \quad (5)$$

#### **2.2.14. Distribución de planta asistida por computadora**

La necesidad de tornar más fácil la creación de una adecuada distribución de planta ha hecho que se desarrollen varios softwares basados en algoritmos empleados para la adecuada distribución de áreas de trabajo.

Entre los programas de este tipo se tiene: ALDEP (algoritmo de barrido), CORELAP (diagrama y tabla de relaciones) y el más utilizado WINQSB (algoritmo de CRAFT), entre otros [10], [29].

## **WINQSB**

Este software es una aplicación versátil que ayuda a solucionar una gran cantidad de problemas: administrativos, de producción, dirección, proyección, etc. Este programa consta de los módulos enunciados continuación [30]:

1. Análisis de muestreo de aceptación (Acceptance Sampling Analysis)
2. Planeación agregada (Aggregate Planning)
3. Análisis de decisiones (Decision Analysis)
4. Programación dinámica (Dynamic Programming)
5. Diseño y localización de plantas (Facility Location and Layout)
6. Pronósticos (Forecasting)
7. Programación por objetivos (Goal Programming)
8. Teoría y sistemas de inventarios (Inventory Theory and System)
9. Programación de jornadas de trabajo (Job Scheduling)
10. Programación lineal y entera (Linear and integer programming)
11. Procesos de Markov
12. Planeación de Requerimiento de Materiales
13. Modelación de redes (Network Modeling)
14. Programación no lineal (Nonlinear Programming)
15. PERT y CPM (PERT\_CPM)
16. Programación cuadrática (Quadratic Programming)
17. Gráficas de control de calidad (Quality Control Chart)
18. Sistemas de cola (Queuing Analysis)
19. Simulación de sistemas de cola (Queuing Analysis Simulation)

De estos módulos el que va a emplear para este estudio es el de Diseño y localización de plantas (Facility Location and Layout) Fig. 4, en este módulo existe una aplicación empleada para resolver problemas de distribución de planta la cual utiliza el método heurístico de algoritmo de CRAFT, además, también se incluyen aplicaciones para solucionar problemas de localización y de balanceo de líneas de montaje.



**Fig. 4. Icono del módulo de Facility Location and Layout**

En este programa es necesario ingresar un modelo de distribución de planta y después de habilitar la opción de iteraciones entre departamentos para que este busque disminuir al mínimo el costo de transporte del flujo de material. En sí este programa trabaja con una matriz o tabla de doble entrada en la cual se evalúa el flujo de material y el costo que representa el movimiento del mismo.

Los softwares ALDEP y CORELAP a diferencia de WinQSB son los que imponen la ubicación de los departamentos por lo que al momento de obtener una solución y querer aplicarla al layout es necesario realizar grandes modificaciones para que se acomoden a la estructura de la empresa [10], [30].

### **2.3 Propuesta de solución**

El trabajo de investigación propone la redistribución de instalaciones en el área de producción de pantuflas de la empresa CM Original de la provincia de Tungurahua enfocada en la disminución de tiempos improductivos y por medio de ello mejorar la productividad.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Modalidad de la investigación**

El presente proyecto se clasifica como de investigación y desarrollo, ya que se buscará aprovechar y aplicarlos conocimientos adquiridos durante el ciclo académico, para buscar la mejor solución teórica con respecto a la distribución de las instalaciones de la empresa de pantuflas CM Original y posteriormente proceder a su implementación. En cuanto a las modalidades de investigación, se procederá a emplear las siguientes:

##### **- Investigación bibliográfica-documental**

Se utilizará la investigación bibliográfica-documental basada en la información recopilada de libros, manuales, proyectos, investigaciones ya realizadas y páginas web, para fortalecer y ampliar los conocimientos referentes a las teorías y métodos que se pueden emplear para el desarrollo de la investigación.

##### **- Investigación de campo**

También se recurrirá a una investigación de campo, ya que se necesita recolectar datos y realizar observaciones relacionados con la problemática planteada en la empresa y así conocer a detalle las dificultades y demás información valiosa que sustentará el proyecto, tratando con esto de interactuar de la manera más oportuna con las diferentes partes involucradas.

#### **3.2 Recolección de la información**

Como la población a estudiar es menor a 100 se trabaja con el mismo número para la muestra como se indica en la Tabla 3.

Las técnicas empleadas para la recolección de datos para la presente investigación serán: la observación directa y la entrevista. Los instrumentos a utilizar son: cuaderno de notas.

**Tabla 3. Desglose del personal**

<b>Nómina del personal</b>	
<b>Cargo / Área de trabajo</b>	<b>N° personas</b>
Gerente general	1
Auxiliar de producción	1
Área de corte	3
Área de bordado	3
Área de aparado	13
Área de plantado	3
Área de cosido de punta	1
Área de control de calidad y empaçado	2
Bodega	1
	<b>28</b>

- **Observación directa.**-Mediante la visualización del entorno, se puede constatar cuales son las deficiencias que se puedan presentar en la empresa y dar un juicio crítico para encontrar posibles soluciones mediante el uso de la ficha de observación relacionada con la correcta distribución de planta y las normativas de seguridad vigentes.
- **Entrevista.**- Permite obtener información de la fuentes primarias en forma sistemática, mediante la entrevista con el encargado del área productiva en este caso el mismo gerente se podrá conocer un poco más acerca de la situación actual del proceso de fabricación de pantuflas y su problemática de distribución de instalaciones.

### **3.3 Procesamiento y análisis de datos**

- Se realizará la revisión crítica de la información recogida; es decir, limpieza de la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Se realizará el manejo de información mediante un estudio estadístico de datos para presentación de resultados.
- Una vez aplicados los instrumentos y analizada la validez, se procederá a la tabulación de datos cualitativos y cuantitativos y de ser necesario se los presentarán gráficamente para facilitar la interpretación.
- Seguidamente se realizará el análisis y la interpretación de los resultados referentes al flujo del proceso de producción relacionado con el diseño de instalaciones y a las normativas de seguridad que se debe cumplir

- Finalmente se elaborarán las conclusiones y recomendaciones que organizadas en una propuesta lógica y factible, permitirán participar proactivamente en la solución de la problemática planteada.

### **3.4 Desarrollo del proyecto**

El desarrollo de la investigación se llevará a cabo de forma sistemática, como se describe a continuación:

- Identificación y descripción del proceso productivo de pantuflas.
- Análisis del proceso y sistema productivo anterior.
- Diseño del proceso y sistema productivo mejorado.
- Evaluación de las condiciones de seguridad de la distribución de instalaciones anterior.
- Análisis y selección de métodos que permitan mejorar la forma de organización y movimiento de personas, maquinaria y materiales.
- Aplicación de los métodos seleccionados y creación de alternativas de redistribución de instalaciones.
- Evaluación y determinación de la alternativa que ofrece mejores beneficios.
- Implementación de la alternativa propuesta.
- Evaluación de la nueva distribución de instalaciones.
- Elaboración del informe final.

## CAPÍTULO IV

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 4.1. Descripción empresa de pantuflas CM Original

La empresa “CM Original” está ubicada en la provincia de Tungurahua - cantón Pelileo en la parroquia Benítez, se dedica a la producción de pantuflas para damas, caballeros y niños. Se formó a comienzos de los años setenta como un pequeño taller artesanal llamado Calzado Marcelito en la ciudad de Quito, hasta posteriormente ubicarse en la ciudad de Pelileo en donde adquiere su actual nombre comercial.

En la actualidad son líderes en el mercado de las pantuflas a nivel nacional como resultado de una ardua búsqueda de alternativas que le permita marcar diferencia vendiendo un producto de la mejor calidad con una extensa gama de estilos y modelos. El diseño de sus pantuflas guarda el mismo principio del calzado que se utiliza cuando se está fuera de casa, con la única diferencia en la suavidad de los materiales que caracterizan a una pantufla, las mismas que deben ayudar a mantener una adecuada postura, adaptándose anatómicamente a la forma del pie asegurando su comodidad y relax [31].

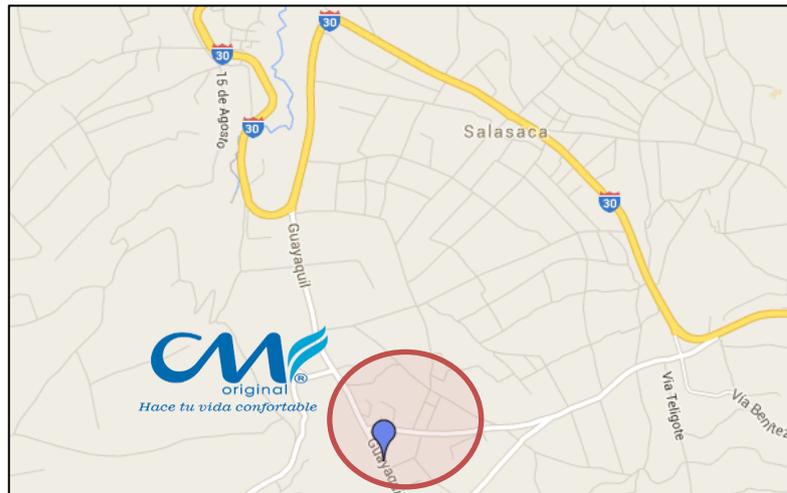
Según el encargado del departamento de producción el Ing. Danny Torres, no solo se ofrece productos cómodos sino también bienestar y salud ya que se elabora calzado de descanso tomando en cuenta las normas de diseño que ayudan a conseguir un producto con características ergonómicas y anatómicas que garantizan la salud y la comodidad de los clientes [31].

Entre sus principales clientes están las cadenas de almacenes comerciales como DePrati, Etafashion, Megamaxi, Tia, Mi Comisariato, entre otros. En la actualidad cuenta con cerca de veintiocho operarios distribuidos en las distintas áreas de la planta. Algunos datos informativos de la empresa se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4. Datos informativos de la empresa**

Empresa de pantuflas “CM Original”	
<b>Dirección:</b>	Cantón Pelileo, parroquia Benítez, barrio “Los Laureles”
<b>Teléfono/ Celular:</b>	(593-3) 2 765036 / 0998921756
<b>Mail:</b>	calzado_marcelito@andinatet.net
<b>Web:</b>	www.cmoriginal.com.ec

El mapa de la ubicación de la empresa se muestra en la Fig. 5.



**Fig. 5. Ubicación de la empresa**

### **Misión**

Producir calzado para salida de cama de la más alta calidad, con precios accesibles, satisfaciendo las expectativas y necesidades de los consumidores dentro de los valores que rigen a la organización, buscando permanentemente el desarrollo integral y equitativo de su talento humano, además niveles de rentabilidad y productividad que permitan una justa retribución a sus propietarios, colaboradores y para la sociedad en general [31].

### **Visión**

Ser la mejor empresa ecuatoriana fabricante y comercializadora de calzado para salida de cama, líder e innovadora, con proyección internacional, brindando estabilidad y bienestar a su personal, y satisfaciendo al máximo las expectativas del cliente [31].

### **Productos**

Entre los diferentes productos que ofrece la empresa CM Original, se tiene: pantuflas básicas o sencillas, pantuflas básicas de niña, pantuflas con talón, pantuflas suecas y babuchas. Dichos productos se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5. Productos

Productos CM Original		
Pantuflas básicas o sencillas (B)		
Pantuflas con talón (T)		
Pantuflas suecas (S)		
Babuchas (BAB)		

En la Fig. 6, se presenta el organigrama estructural de la empresa en el cual se describe los distintos departamentos junto con sus áreas de trabajo.

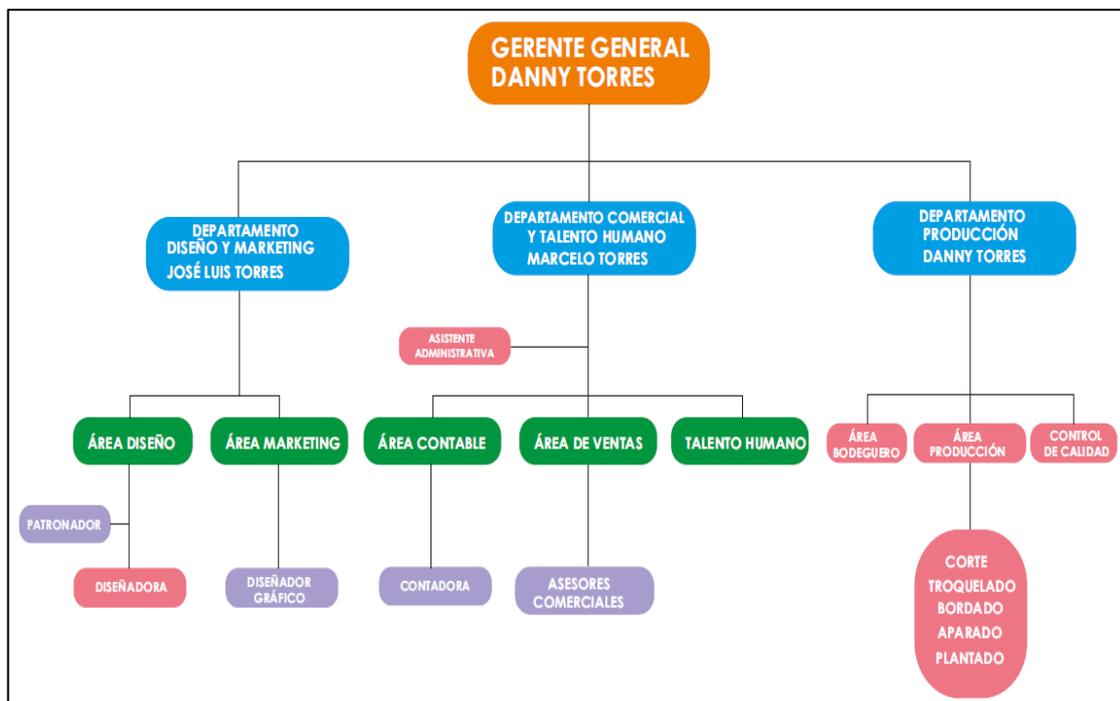
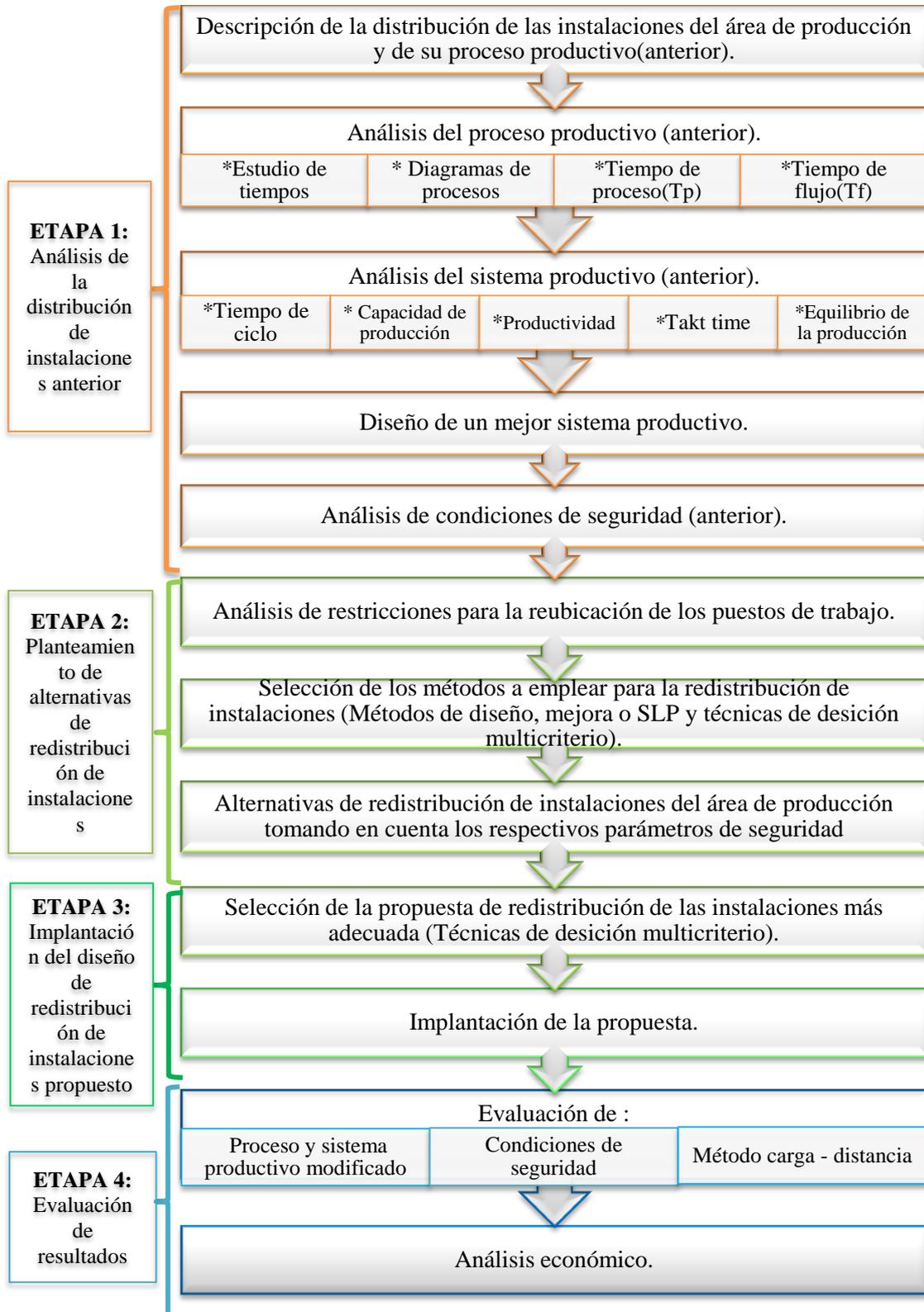


Fig. 6. Organigrama CM Original

## Metodología de la redistribución de instalaciones

Los pasos a seguir para la redistribución de instalaciones son los siguientes:



## ETAPA 1. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES ANTERIOR DE LA EMPRESA

### 4.2. Descripción de la distribución de las instalaciones del área de producción y de su proceso productivo.

#### 4.2.1. Entrevista

La entrevista fue dirigida al encargado del departamento de producción de la empresa CM Original el Ing. Danny Torres con el objetivo de conocer algunos detalles de la empresa, su sistema productivo y la distribución de las instalaciones.

#### Desarrollo de la entrevista (ANEXO 1)

1. ¿La empresa trabaja con una producción continua o variable?
2. ¿Cuál es el plazo de entrega de los pedidos de su producto?
3. ¿Existen problemas de retraso en los plazos de entrega?
4. ¿Qué modelo de pantufla es la más comercial?
5. ¿En base a que parámetros se distribuyó las distintas áreas de la empresa? ¿Se desarrolló algún estudio previo para la actual distribución de planta?
6. ¿Qué problemas existen actualmente con la distribución del área productiva de la empresa?
7. ¿Se han dado quejas por parte de los empleados acerca del espacio o herramientas de trabajo que se les ha sido designado?
8. ¿Piensa usted que sería necesario la redistribución de las instalaciones de la empresa?  
¿Por qué?
9. ¿Las instalaciones de la empresa cumplen los requerimientos de seguridad del Ministerio de Trabajo y del IESS (Decreto 2393)?

#### Interpretación de la entrevista

Con la entrevista se ha recabado la siguiente información: la empresa tiene una **producción variable** pues esta se programa en base a los pedidos de los clientes. El **plazo de entrega** de los pedidos es de **30 días calendario** y solo en temporadas altas como Día de la madre, Día del padre y Navidad es cuando existen problemas de retraso en la fecha de entrega. El producto más comercial corresponde a las **pantuflas de modelo básico** ya sea de hombre, mujer o niño.

La distribución de las instalaciones de la empresa no se realizó en base a algún tipo de estudio, sino que más bien, diversas áreas fueron creadas para cubrir las necesidades que se generaron por un **incremento progresivo de la producción**, la cual ha tenido un gran repunte en los últimos cinco años.

Debido al **crecimiento poco programado** existen ciertos inconvenientes en el área productiva, entre lo que más se resalta son los **movimientos o traslados demasiado extensos** entre algunos puestos de trabajo, el **aislamiento innecesario entre bodegas** dificultándose el control de inventario de la materia prima y en sí, dicha distribución no presta facilidades para un buen control del personal y la producción.

También, existen quejas por parte del personal alegando que **no disponen del espacio necesario** para desempeñar cómodamente sus labores instigando esto al desorden y el caos.

Ya que se requiere tomar acciones sobre dichos inconvenientes, además de mejorar la fluidez del proceso, distribuir proporcionalmente el espacio de los puestos de trabajo y que estos cumplan con los parámetros de requerimiento de seguridad, se cree **pertinente realizar la redistribución de las instalaciones** lo cual también permitirá mejorar la producción.

#### **4.2.2. Ficha de observación**

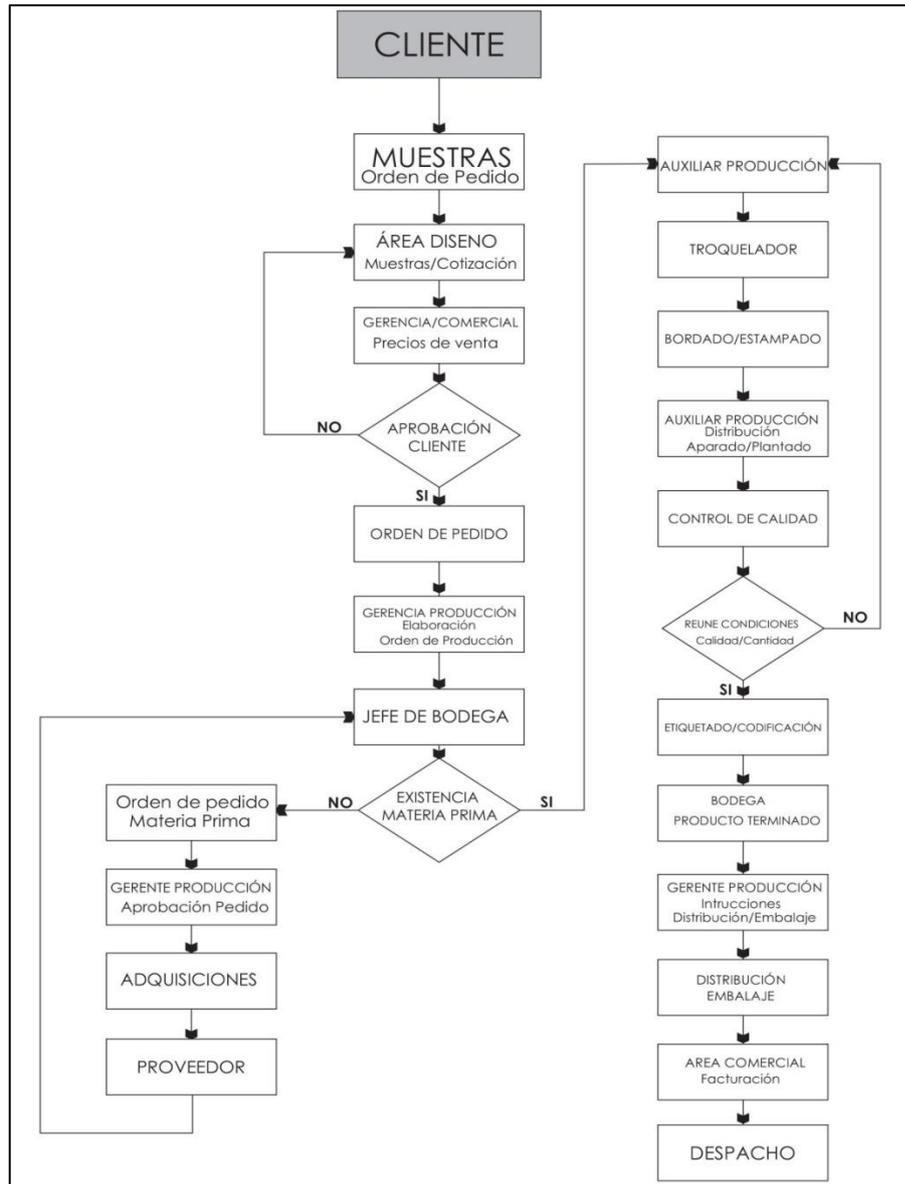
En el ANEXO 2, se encuentra desarrollada la ficha de observación en la cual se tratan temas referentes a los factores que afectan la distribución actual de las instalaciones, tales como: material, maquinaria, mano de obra, movimiento de materiales, espera y almacenamiento, servicio, edificios y naves y finalmente cambios o flexibilidad.

#### **4.2.3. Diagrama de flujo del proceso de producción en CM Original**

En la Fig. 7, se observa cual es la secuencia del proceso productivo de pantuflas, desde la creación de muestras y generación de pedidos, hasta el despacho del producto terminado.

#### **4.2.4. Descripción de las instalaciones del área productiva de la empresa CM Original**

Entre las áreas productivas con las que cuenta la empresa se tiene:



**Fig. 7. Diagrama de flujo del proceso productivo de pantuflas**

- Área de corte
- Área de bordado
- Área de serigrafía
- Área de estampado
- Área de preparación de material
- Área de cosido
- Área de pulido
- Área de empastado
- Área de plantado
- Área de cosido de puntas
- Área de control de calidad
- Área de producto terminado
- Área de Información
- Bodega 1: Uso diario
- Bodega 2: Telas e insumos
- Bodega 3: Esponjas e insumos
- Bodega 4: Material de relleno

## Área corte

Esta área cuenta con 4 secciones:

- **Área corte (T1)**, cuenta con una máquina cortadora láser de modelo (CFL - CMA1610T) que se emplea para realizar cortes simétricos y asimétricos de modelos de pantuflas para bebés, niños y adultos tipo suecas o babuchas, además en esta área se cuenta con un computador para cargar los programas de los moldes que se va a cortar, dicha área se muestra en la Fig. 8.



Fig. 8. Área corte (T1)

- **Área corte (T2)**, cuenta con un troquel de modelo (Ares K) el cual se emplea para cortar capelladas y plantillas de tela, así como también para cortar plantillas para zapatillas, en la Fig. 9 se puede observar esta área.



Fig. 9. Área de corte (T2)

- **Área corte (T3)**, en esta sección se trabaja con un troquel similar a una máquina prensadora, su modelo es (CF- 52 BE) consta de una bandeja de base móvil para el apoyo del molde, en esta máquina se cortan las tiras que cubren la planta de relleno de las pantuflas, dicha área se muestra en la Fig. 10.



Fig. 10. Área de corte (T3)

- **Área corte (T4)**, esta sección cuenta con un troquel ATOMG-888 que se emplea para cortar plantas de cartón (1 paquete de 10 láminas), plantas de esponja (3 a 4 planchas de esponja de 1.5 a 2 cm), forros que van unidos a las capelladas, tacos y plantas de eva (4 a 6 planchas de 6 mm), en la Fig. 11 se muestra esta área.



**Fig. 11. Área de corte (T4)**

- **Área corte manual**, en esta sección el corte se lo realiza manualmente en una mesa rectangular, usualmente se da cuando existen pocos pares por cortar y no hay disponibilidad de troqueles o moldes, dicha área se muestra en la Fig. 12.



**Fig. 12. Área corte manual**

- **Área de bordado** Fig. 13, cuenta con tres máquinas para bordar cada una de cuatro cabezas, el modelo es SWFIE – UK 1204-45, además, existe una mesa para cortar el pelón que se adhiere a los tambores para pegar las piezas que se va a bordar. En el proceso de bordado se trabaja con 4, 8 o 12 tambores, para los diseños del bordado se emplea el programa Wilcom.



**Fig. 13. Área de bordado**

- **Área de serigrafía**, esta área cuenta con un horno eléctrico, trabaja a temperaturas extremas de secado, además cuenta con una mesa para colocar las piezas que se emplearan en este proceso, Fig. 14.



**Fig. 14. Área de serigrafía**

- **Área estampado**, en esta área existe un horno de secado que trabaja con temperaturas medianamente altas a bajas y se emplea en ciertas ocasiones para pegar detalles de pedrería en las pantuflas, esta área se muestra en la Fig. 15.



**Fig. 15. Área estampado**

- **Área de empastado**, a la tela se le adhiere una fina plancha de esponja en el caso para cortar forros, capelladas y plantillas de tela, ocasionalmente en este puesto de trabajo se realiza parte del trabajo del área de corte manual. Esta área se muestra en la Fig. 16.



**Fig. 16. Área de preparación de material**

- **Área de cosido**, Fig. 17 esta sección cuenta con aproximadamente con catorce máquinas de coser modelo DDL -8700 marca Juki, aquí se arma el corte de las pantuflas. También cuenta con cinco máquinas adicionales para otro tipo de tareas entre las que se tiene: una máquina recubridora, overlock, ribteadora, entre otras.



**Fig. 17. Área de cosido**

También, en esta área se tiene otra sección destinada al almacenamiento temporal de las cajas de cortes de las pantuflas, esta es una zona de espera para dichas cajas y posteriormente se traslada al área de plantado, esta área se observa en la Fig. 18.



**Fig. 18. Área de almacenamiento temporal de cosido**

- **Área de pulido**, Fig. 19 en esta área existe una máquina pulidora para limpiar los tacos y plantas de eva. Las plantas y tacos son colocados en gavetas y según sea el caso se traslada al área de preparación de material o plantado.



**Fig. 19. Área de pulido**

- **Área de preparación de material**, cuenta con una máquina engomadora Fig. 20 y una mesa que en la parte inferior se emplea como estante de las plantas de cartón y eva. Esta área se muestra en la Fig. 21, aquí se forma una planta de relleno para las pantuflas, en la cual los tacos pulidos se pasan por la máquina dispensadora de pegamento y posteriormente son adheridos a las plantas de eva y esponja. Las plantas de relleno se almacenan en cartones que posteriormente serán trasladados al área de plantado.



Fig. 20. Máquina engomadora



Fig. 21. Área de preparación de material

- **Área de plantado**, esta área se muestra en la Fig. 22, cuenta con tres puestos de trabajo, aquí se revira los cortes traídos desde el área de cosido y se les introduce las plantas de relleno en el caso de las pantuflas de plantado premium o sintético, las cuales se trasladan al área de cosido de puntas para sellar por completo el corte y otra vez regresan al área de plantado y aquí finalmente se inspeccionan las pantuflas y colocan en cartones según las listas de producción para trasladarlas al área de control de calidad.



Fig. 22. Área de plantado

- **Área de cosido de puntas**, En esta área se cosen las puntas de los cortes o pantuflas semi- armadas, en esta sección se cuenta con una máquina de aparar Strobel, esta área se muestra en la Fig. 23.



Fig. 23. Área de cosido de puntas

- **Área de control de calidad**, Fig. 24 cuenta con tres puestos de trabajo, aquí se coloca las pantuflas en unas mesas largas para proceder a ser inspeccionadas por completo (revisión de hilos, manchas, pantuflas mal cosidas o plantadas) además se emplea un compresor para quitar las pelusas de las pantuflas. También en esta

sección se coloca tallas, etiquetas y demás detalles según los requerimientos del consumidor para posteriormente enfundarlas, colocarlas en cajas y llevarlas al área de terminado.



**Fig. 24. Área de control de calidad**

- **Área de producto terminado**, aquí se colocan los cartones de pantuflas terminadas para posteriormente ser empacadas de acuerdo a los requerimientos del consumidor, esta área se muestra en la Fig. 25.



**Fig. 25. Área de terminado**

- **Área de Información**, en esta área se cuenta con un computador que es empleado por los trabajadores de la sección de bordado, cosido, plantado y control de calidad para ingresar su producción diaria.

### **Bodegas**

- **Bodega 1: Uso diario**, aquí se almacena la tela empleada para cortar las capelladas y plantas según las respectivas listas de producción, la persona encargada de llevar dicha tela hasta esta sección es el bodeguero, la Fig. 26 muestra dicha bodega.



**Fig. 26. Bodega 1: Uso diario**

- **Bodega 2: Telas e insumos**, aquí es donde se almacena los rollos sellados de tela y demás insumos, desde aquí se lleva la tela hacia la bodega de uso diario, además aquí también se almacena los conos de hilo (área de cosido y bordado), en la Fig. 27 se muestra esta bodega.



Fig. 27. Bodega 2: Telas e insumos

- **Bodega 3: Esponjas e insumos**

Esta bodega se muestra en la Fig. 28, aquí se almacenan:

- **Material de relleno**, que corresponde a rollos de tela DacronL (forros de capelladas), planchas de cartón (plantas de cartón), planchas de esponjas (plantas de esponja) en una extensión de esta se tiene las planchas de eva en colores blanco, negro y café (tacos y plantas).
- **Cajas de plantas de caucho** (pantuflas de plantado premiun).
- **Material de etiquetado y embalaje**, aquí se tiene las cajas de cartones en las que se envía el producto terminado, etiquetas, fundas, rollos de material sintético (plantado sintético), entre otros.



Fig. 28. Bodega 3: Esponjas e insumos

- **Bodega 4: Material de relleno**, aquí se almacenan rollos de tela, esta bodega se encuentra en la parte alta del cuarto de pulido, esta bodega se muestra en la Fig. 29.

#### 4.2.5. Layout anterior de la empresa CM Original

La empresa CM Original se dividía en las siguientes secciones:

- En la primera sección, se tiene el área administrativa y la bodega (1).
- En la segunda sección, se tiene el área de corte (T1), (T2) y el área de bordado tal como se muestra en la Fig. 30.



**Fig. 29. Bodega 4: Material de relleno**



**Fig. 30. Sección 2**

- En la sección tres se tiene que a la derecha se ubica el área de corte (T3), área de corte manual, área de preparación de material y el área de cosido (distribuida a los dos lados), a la izquierda se encuentra el área de serigrafía, el área de preparación de material y por último el área de almacenamiento temporal de cosido, esta sección se muestra en la Fig. 31 y Fig. 32, además al fondo de esta se encuentra la bodega 2.



**Fig. 31. Sección 3 (derecha)**



**Fig. 32. Sección 3 (izquierda)**

En la sección cuatro a la izquierda se tiene el área de información, el área de corte (T4), el área de empastado, el área de plantado y al fondo el área de cosido de puntas, mientras que a la derecha se tiene el área de control de calidad, área de producto

terminado, área de planchas de eva, área de pulido, a un costado de las áreas mencionadas se tiene la bodega (3), además al subir las escaleras junto al área de planchas de eva se tiene la bodega (4). Esta sección se muestra en la Fig. 33 y Fig. 34.



Fig. 33. Sección 4 (derecha)



Fig. 34. Sección 4 (izquierda)

El layout de la empresa se muestra en la Fig. 35, en la cual se detalla las distintas áreas y como están distribuidas.

#### 4.2.6. Selección del producto para el enfoque de la investigación

Debido a la existencia de una gran variedad de productos que se derivan de cada modelo de pantufla, se procede a seleccionar el producto con mayor demanda en el cual se enfocará la investigación. En la Tabla 6 y Fig. 36, se presenta la producción mensual de pantuflas del año 2014 según el modelo básico (B), talón (T), sueco (S) y babucha (BAB).

Tabla 6. Producción de pantuflas del año 2014

MES	PRODUCCION (PARES)	MODELO													
		B				T				S				BAB	
		DAMA	CAB	NIÑ	TT	DAMA	CAB	NIÑ	TT	DAMA	CAB	NIÑ	TT	TT	
ENERO	8245	1908	1956	1497	5361	106	708	620	1434	384	246	400	1030	420	
FEBRERO	13536	4735	1907	1332	7974	1410	806	837	3053	1047	369	317	1733	776	
MARZO	10057	5579	182	633	6394	180	152	182	514	2592	264	151	3007	142	
ABRIL	18932	11655	1093	800	13548	1467	88	26	1581	3422	264	117	3803	0	
MAYO	10915	1815	5911	-	7726	-	960	-	960	216	1176	-	1392	837	
JUNIO	9527	4296	1980	1584	7860	-	-	284	284	1298	-	-	1298	85	
JULIO	15194	8788	3899	240	12927	432	78	576	1086	981	164	36	1181	0	
AGOSTO	10212	5367	1522	922	7811	-	-	833	833	1104	110	36	1250	318	
SEPTIEMBRE	17066	9963	2942	1522	14427	25	160	414	599	1787	176	36	1999	41	
OCTUBRE	13842	4810	4917	2624	12351	-	-	343	343	908	240	-	1148	-	
NOVIEMBRE	17862	7730	3030	2431	13191	960	960	693	2613	834	288	936	2058	-	
DICIEMBRE	9523	2951	2976	1290	7217	-	-	1044	1044	610	258	264	1132	130	
TOTAL	154911	69597	32315	14875	116787	4580	3912	5852	14344	15183	3555	2293	21031	2749	

En dicha figura se puede ver que las pantuflas de modelo básico es el más vendido, pero al estar clasificado en modelos para damas (D), caballeros (C) y niños (N) y estos a su vez tienen distintos plantados como sintético (SNT), eva (EVA) y premium (PRM) se



establece una codificación Tabla 7 para diferenciarlos y posteriormente aplicar el análisis ABC para seleccionar el producto estrella.

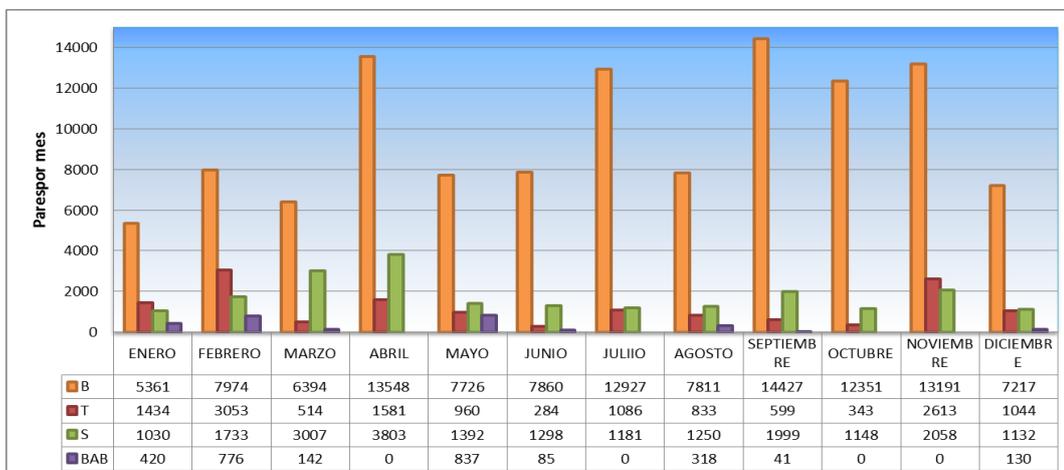


Fig. 36. Demanda mensual de pantuflas del año 2014

Tabla 7. Codificación de productos

AÑO 2014						
Modelo	Descripción	Plantado	Código	Consumo anual según código (Pares)	Consumo según descripción (Pares)	Consumo según modelo (Pares)
B	DAMA	SINTETICO	BD-SNT	1596	69597	116787
		EVA	BD-EVA	24449		
		PREMIUN	BD-PRM	43552		
	CABALLERO	EVA	BC-EVA	12822	32315	
		PREMIUN	BC-PRM	19493		
	NIÑA/O	SINTETICO	BN-SNT	14014	14875	
		EVA	BN-EVA	861		
BAB	-	B-BAB	0	0		
T	DAMA	EVA	TD-EVA	1552	4580	14344
		PREMIUN	TD-PRM	3028		
	CABALLERO	SINTETICO	TC-SNT	64	3912	
		EVA	TC-EVA	1226		
	NIÑA/O	PREMIUN	TC-PRM	2622	5852	
		SINTETICO	TN-SNT	5852		
S	DAMA	SINTETICO	SD-SNT	6478	15183	21031
		EVA	SD-EVA	2468		
		PREMIUN	SD-PRM	6237		
	CABALLERO	EVA	SC-EVA	756	3555	
		PREMIUN	SC-PRM	2799		
	NIÑA/O	SINTETICO	SN-SNT	2293	2293	
BAB	BAB	-	BAB	2749	2749	2749
<b>TOTAL</b>						<b>154911</b>

### Análisis ABC

En la Tabla 8, se detalla los productos fabricados en el años 2014 con su respectivo precio unitario, dichos datos están ordenado de manera descendente en base al consumo anual.

**Tabla 8. Precio unitario de pantuflas**

N°	Código	Consumo (pares anuales)	Precio unitario (USD)
1	BD-PRM	43552	6.88

A continuación, en la Tabla 9 se establece la participación monetaria de cada artículo con respecto al valor total de productos vendidos.

**Columna (1):**

El porcentaje de participación de cada artículo en el total de estos, se lo obtiene con la siguiente ecuación (6):

$$\% \text{ participación} = \frac{100 \%}{\text{Total de artículos}} \quad (6)$$

$$\% \text{ participación} = \frac{100 \%}{20} = 5$$

**Columna (2):**

El consumo o valoración de cada artículo se obtiene multiplicando el precio unitario por el consumo como se muestra en la ecuación (7).

$$\text{Consumo o valoración (\$)} =$$

$$\text{Consumo artículo } i \text{ (pares anuales)} \times \text{Precio unitario artículo } i \text{ (\$)} \quad (7)$$

**Columna (3):**

El porcentaje de consumo o valoración muestra el porcentaje que representa cada una de las valorizaciones de cada artículo con respecto al valor total del inventario y se lo obtiene con la ecuación (8).

$$\% \text{ Consumo o valoración} = \frac{\text{Valoración artículo}_i \times 100 \%}{\text{Valoración total de los artículos}} \quad (8)$$

**Columna (4):**

Se emplea la ecuación (9) para obtener el porcentaje de participación acumulada.

$$\begin{aligned} \% \text{ participación acumulada} = \\ \% \text{ participación acumulada}_{i-1} + \% \text{ participación acumulada}_i \end{aligned} \quad (9)$$

**Columna (5):**

Con la ecuación (10) se obtiene el porcentaje de consumo acumulado.

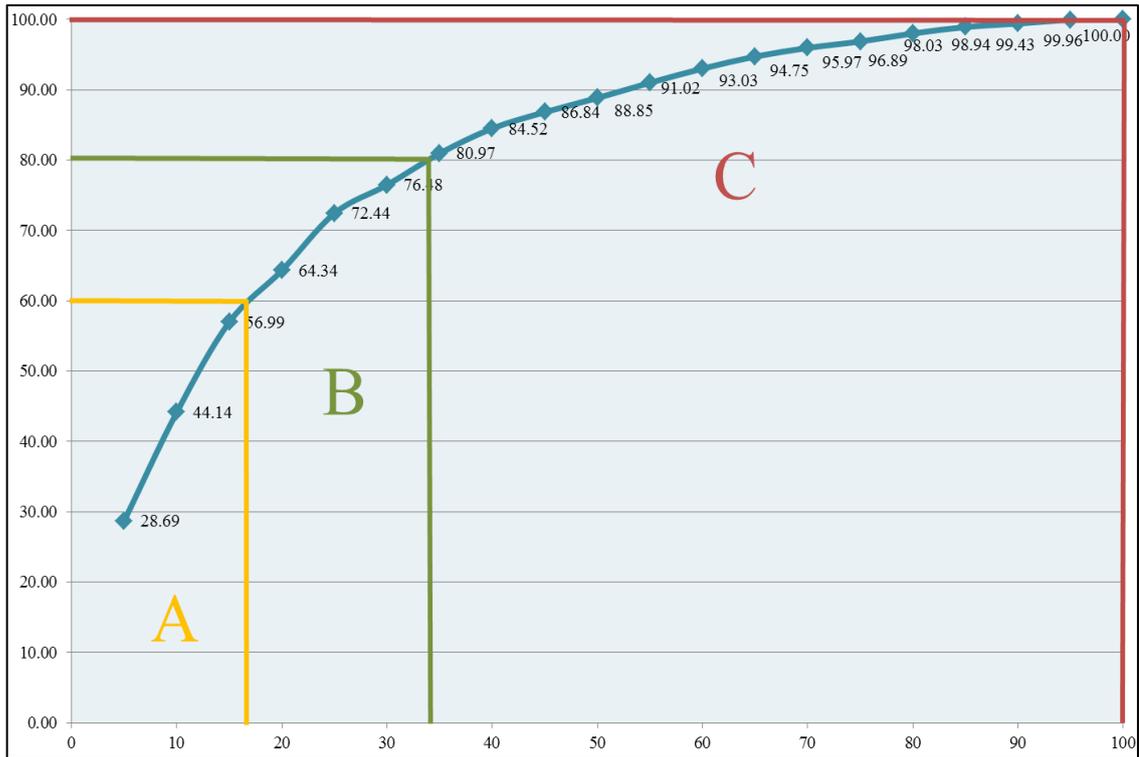
$$\begin{aligned} \% \text{ consumo acumulada} = \\ \% \text{ consumo acumulada}_{i-1} + \% \text{ consumo acumulada}_i \end{aligned} \quad (10)$$

**Tabla 9. Participación monetaria de cada artículo**

Nº	% Participación (1)	Consumo o Valoración (\$) (2)	% Consumo o Valoración (3)	% Participación acumulada (4)	% Consumo acumulado (5)
1	5	299637.76	28.69	5	28.69
2	5	161363.40	15.45	10	44.14
3	5	134111.84	12.84	15	56.99
4	5	76796.72	7.35	20	64.34
5	5	84625.20	8.10	25	72.44
6	5	42107.00	4.03	30	76.48
7	5	46964.61	4.50	35	80.97
8	5	36984.64	3.54	40	84.52
9	5	24224.00	2.32	45	86.84
10	5	21076.47	2.02	50	88.85
11	5	22644.00	2.17	55	91.02
12	5	20976.00	2.01	60	93.03
13	5	17917.68	1.72	65	94.75
14	5	12794.94	1.23	70	95.97
15	5	9576.00	0.92	75	96.89
16	5	11950.40	1.14	80	98.03
17	5	9440.20	0.90	85	98.94
18	5	5166.00	0.49	90	99.43
19	5	5488.56	0.53	95	99.96
20	5	448.00	0.04	100	100.00
<b>Total</b>		1044293.42			

Una vez obtenidos los porcentajes de participación y consumo acumulado se traza la gráfica ABC correspondiente a la Fig. 37, se establece que de 0 a 60% del consumo acumulado corresponde a los productos tipo A, para los productos B van desde 60 al 80% y para los productos C van de 80 hasta 100%.

En la Tabla 10, se detalla de mejor manera los resultados de este análisis.



**Fig. 37. Gráfica ABC pantuflas CM Original**

**Tabla 10. Análisis ABC pantuflas CM Original**

N°	Código	Consumo (pares anuales)	Precio unitario (\$)	% Participación	Consumo o Valoración (\$)	% Consumo o Valoración	% Participación acumulada	% Consumo acumulado	Clase
1	BD-PRM	43552	6.88	5	299637.76	28.69	5	28.69	A
2	BD-EVA	24449	6.60	5	161363.40	15.45	10	44.14	
3	BC-PRM	19493	6.88	5	134111.84	12.84	15	56.99	
4	BN-SNT	14014	5.48	5	76796.72	7.35	20	64.34	B
5	BC-EVA	12822	6.60	5	84625.20	8.10	25	72.44	

Como resultado de la aplicación de análisis ABC, se obtiene que el producto que se empleará en la investigación corresponde a las pantuflas básicas de dama con plantado

premiun, un modelo de este tipo de pantufla se muestra en la Tabla 11, en la cual se detalla los materiales empleados en su fabricación.

**Tabla 11. Descripción del producto (tabla de materiales)**

#### **4.3. Análisis del proceso productivo de pantuflas básicas con plantado premiun (BD-PRM) (anterior)**

##### **4.3.1. Estudio de tiempos (método anterior de trabajo)**

Para desarrollar una adecuada distribución de instalaciones es necesario conocer y analizar el método de trabajo de la producción de pantuflas de la empresa CM Original,

por lo que se desarrolla un estudio de tiempos para obtener información detallada y organizada de las actividades que se llevan a cabo en cada área de trabajo. Los pasos para realizar este estudio ya se detallan anteriormente en el capítulo II (sección 2.2.1) y se los aplica como se muestra a continuación:

### **Desarrollo del estudio de tiempos:**

#### **Paso 1. Seleccionar el trabajo a estudiar.**

Entre las áreas que se va tomar en cuenta para el estudio de tiempos se tiene:

- Área de corte - sección (T2 y T3) (piezas exteriores de la pantufla)
- Área de bordado
- Área de corte – sección (T4) (piezas de relleno de la pantufla)
- Área de aparado
- Área de preparación de material
- Área de plantado
- Área de control de calidad

A continuación, se detalla a modo de ejemplo el estudio de tiempos en el área de corte (T2) específicamente para el corte de capelladas Tabla 15, en el ANEXO 3 se observa las tablas de las demás actividades que implica la producción de este tipo de pantuflas.

#### **Paso 2. Recopilar la información general de cada una de las áreas.**

**Paso 3. Dividir el trabajo en elementos.** Se procederá a dividir la actividad principal en sub-actividades.

**Paso 4. Hacer el estudio de tiempos preliminar.** Se debe medir el tiempo de ciclo de toda la actividad (una muestra de tiempos), tomando en cuenta que los operarios que colaboran con este estudio deben tener una habilidad promedio en el trabajo que desempeña.

#### **Paso 5. Determinar el número de ciclos por cronometrar.**

Una vez establecido el tiempo de ciclo de toda la actividad, se procede a seleccionar un método para calcular el número de los ciclos a ser medidos. Para este caso se emplea la tabla General Electric (Tabla 12), con la cual se puede determinar el número de observaciones tomando en cuenta la duración del tiempo observado del ciclo en minutos.

**Tabla 12. Número de ciclos a observar del Time Study Manual del Erie Works General Electric Company [32]**

Tiempo de ciclo (min)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

Para este caso el tiempo observado es alrededor de 10 minutos por lo que es necesario tomar 10 observaciones.

**Paso 6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.**

Para obtener el tiempo que tardará un operario que trabaja a un ritmo tipo (tiempo básico) en realizar una actividad, es necesario aplicar la ecuación (11):

$$\text{Tiempo básico o normal (min)} = \text{Tiempo observado (min)} \times \text{Valoración (\%)} \quad (11)$$

El ritmo de trabajo (valoración) se puede calificar según la siguiente escala, Tabla 13 :

**Tabla 13. Escala de valoración del ritmo de trabajo (Adaptación de la Engineering and Allied Employed – Oeste de Inglaterra) [32]**

Escala	Descripción
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguro, parece dormido, sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido, parece lento pero no pierde el tiempo.
100	Activo, capaz, como de operario calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del anterior.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por varios períodos.

La valoración con la que se califica al operario de corte de capelladas es del 100%.

**Paso 7. Determinar los suplementos que se deben añadir al tiempo básico.** Los suplementos que se toma en cuenta para este estudio de tiempos se referencian al libro de la OIT y corresponden a los suplementos por descanso (porcentaje del tiempo básico

que corresponde al tiempo destinado a reponerse de la fatiga) los mismos que se dividen en fijos o constantes y variables Fig. 38.

SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombre	Mujer			
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
A. Suplemento por trabajo de pie	2	4	F. Concentración Intensa		
			Trabajo de cierta precisión	0	0
B. Suplemento por postura anormal			Trabajo preciso o fatigoso	2	2
Ligeramente incómoda	0	1	Trabajo de gran precisión o muy fatigoso	5	5
Incómoda (inclinado)	2	3			
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	G. Ruido		
C. Uso de fuerza/energía muscular (levantar, tirar, empujar)			Continuo	0	0
Peso levantado [Kg]			Intermitente y fuerte	2	2
2,5	0	1	Intermitente y muy fuerte	5	5
5	1	2	Estridente y fuerte		
10	3	4	H. Tensión mental		
25	9	20 max	Proceso bastante complejo	1	1
35,5	22	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
			Muy complejo	8	8
C. Mala iluminación			I. Monotonía		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
E. Condiciones atmosféricas			J. Tedio		
Indice de enfriamiento Kata			Trabajo algo aburrido	0	0
16		0	Trabajo bastante aburrido	2	1
8		10	Trabajo muy aburrido	5	2
4		45			
2		100			

1 Introducción al Estudio del trabajo - segunda edición, OIT.

Fig. 38. Suplementos por descanso [16]

Los suplementos de descanso son la única parte esencial que se debe añadir al tiempo básico, los demás suplementos por contingencia por ejemplo solo se añaden bajo ciertas condiciones, en ciertos casos pueden darse por políticas de la empresa. En la Tabla 14 se detalla los suplementos para todas las áreas que intervienen en el estudio:

### Paso 8. Determinar el tiempo tipo de las operaciones.

Para la actividad de troquelado de capelladas el tiempo estándar o tipo de los 120 pares de pantuflas es de 29.25 minutos. Este tiempo se obtiene empleando la ecuación (12) enunciada en el Capítulo II (sección 2.2.2) de la presente investigación, la cual dice que:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal o básico} + (\text{Holgura} \times \text{Tiempo normal}) \quad (12)$$

En la Tabla 15, se resume todos los pasos que se enuncio anteriormente para llevar a cabo el estudio de tiempos (corte de capelladas).

**Tabla 14. Suplementos por descanso**

SUPLEMENTOS POR DESCANSO														
Trabajador encargado de :	1) Corte capellada (T2), plantas de tela (T2), tiras (T3) y corte manual	6) Plantado												
	2) Bordador / Serigrafía y estampado	7) Cosido de puntas												
	3) Corte de forros (T4), tacos (T4), plantas de esponja (T4) y plantas de eva (T4)/ Pulido	8) Control de calidad												
	4) Aparado	9) Empastado												
	5) Preparación de material	10) Corte (T1)												
		11) Auxiliar de producción												
		12) Bodegas												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1</b>	<b>CONSTANTES</b>		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
A	Por necesidades personales		5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	5	5
B	Por fatiga		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>2</b>	<b>VARIABLES</b>													
A	Trabajo de pie		2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2
B	Postura		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C	Uso de fuerza		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
D	Mala iluminación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	Condiciones atmosféricas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	Concentración intensiva		0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	2	0
G	Ruido		2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	0	0
H	Tensión mental		1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
I	Monotonía		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	Tedio		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

**Tabla 15. Estudio de tiempos anterior - corte de capelladas**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN												Pantufas <b>CMoriginal</b> ECUADOR								
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CORTE (T2)						ESTUDIO #: 02														
1	OPERACIÓN: Troquelado de capelladas		MÁQUINA: Troquel sogorbmac k5				FECHA DE TERMINO: 09/11/2015													
	HERRAMIENTAS: Tijera, troquel		OBRERO: Hombre				FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015													
PRODUCTO: Capelladas		MATERIAL: Tela		PARES: 48		TIEMPO : 4 días														
						ELABORADO POR: Freire Ángela														
						COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres														
ACTIVIDADES																				
1	Traslado desde área de corte T2 a bodega (B1)										Tiempo manual									
2	Transportar tela para capelladas desde B1 al área de corte T2										Tiempo manual									
3	Inspeccionar, acomodar la tela (4 capas) y seleccionar troqueles según lista de producción										Tiempo manual									
4	Cortar capelladas e inspeccionar piezas troqueladas (3moldes -6pares)										Tiempo manual y de máquina									
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P. [MIN]	T.E. [MIN]	
1	1	48	0.24	0.21	0.23	0.24	0.23	0.26	0.26	0.27	0.25	0.26	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28	
2	1	48	0.25	0.26	0.24	0.23	0.26	0.24	0.21	0.23	0.26	0.27	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28	
3	1	48	1.53	1.76	1.38	1.52	1.63	1.54	1.53	1.59	1.27	1.54	1.53	100%	1.53	15%	1.76	0.037	4.40	
4	8	6	1.12	1.08	1.04	1.03	1.08	1.02	1.05	1.07	1.04	1.03	1.06	8.45	100%	8.45	15%	9.72	0.202	24.29
<b>Total del tiempo básico de ciclo:</b>												<b>10</b>		<b>Total:</b>		<b>0.244</b>	<b>29.25</b>			
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

Como se menciona anteriormente en el ANEXO 3 se detalla el estudio de tiempos de todas las actividades que intervienen en el proceso productivo de pantuflas y en la Tabla 16 se resume los tiempos resultantes de dichas actividades. Al sumar las actividades con (\*), se eliminan las actividades que se realizan en paralelo y se obtiene el tiempo de fabricación de un par de pantuflas que es de 13.59 minutos.

La información recabada se presenta empleando las siguientes herramientas: cursograma sinóptico del proceso, cursograma analítico y diagrama de recorrido. Cada una de estas herramientas permite conocer las características principales que describe el proceso, como:

\*Tiempo de proceso

\* Tiempo de flujo

Estos parámetros son fundamentales para evaluar el actual proceso de producción y así poder mejorar el sistema productivo y junto con ello diseñar la redistribución de instalaciones.

**Tabla 16. Tiempos de producción (anterior)**

Nº	Actividades	Nº Elementos	Par es / mol de [E]	T. de producción (min/120par es) [A]	Nº Ope rari os [B]	T.de producción según num.operarios (min/120pares) [C= A/B]	T. de producción (min/par) [D=A/120]
1	Corte de capelladas	4 capas de tela	2	29.25	1	29.25	0.244 *
	C. plantas de tela	4 capas de tela	2	57.93		57.93	0.483 *
	C. de tiras	2 capas de tela	1	31.75		31.75	0.265 *
2	Bordado	4 moldes	2	281.70	4	70.43	2.348
3	C. de forros	4 capas de tela	2	26.01	1	26.01	0.217
	C. de tacos	4 planchas de eva	4	9.67		9.67	0.081
	Pulido de tacos	-	-	20.49		20.49	0.171
	C. de plantas de eva	4 planchas de eva	2	17.02		17.02	0.142
	C. de plantas de esponja	4 planchas de espnj.	2	15.34		15.34	0.128
4	Cosido o aparado	-	-	898.55	12	74.88	7.488*
5	Preparación de material	-	-	75.83	1	75.83	0.632
6	Plantado	-	-	309.67	3	103.22	2.581 *
	Cosido de puntas	-	-	88.20	1	88.20	0.735*
7	Control de calidad	-	-	215.28	2	107.64	1.794 *
<b>Total:</b>					<b>25</b>		<b>13.59</b>

#### 4.3.2. Cursograma sinóptico (anterior)

En la Tabla 17, se muestra este cursograma en el que se detalla las principales operaciones, inspecciones y transportes del proceso productivo mostrándolo de forma resumida. Detalle de las actividades:

**Almacenamiento 1:** Se receipta y almacena en las distintas bodegas los insumos empleados en la producción de pantuflas, entre lo que se tiene: rollos de telas, planchas de esponja, planchas de cartones, planchas de eva, hilos, pegamento, plantas de caucho, fundas, cintas adhesivas, cajas de cartón, entre otros

**Transporte bodegas (TB):** La materia prima almacenada en la bodega 2,3 y 4 es trasladada a la bodega 1 ya que en esta última se almacena la tela según los requerimientos de las lista de producción diariamente.

### ***Corte de capelladas***

**Transporte 1:** La tela que se va a emplear para cortar las capelladas de la pantufla es llevada desde la bodega 1 que es la bodega de uso diario hacia el área de corte (T2).

**Operación e inspección 1:** Se revisa que la tela no esté manchada o tengan algún desperfecto, posterior a esto se doblado y acomodado en la mesa de la troqueladora y se cortar las capelladas empleando moldes según lo indicado en la lista de producción, a la par se van revisando las piezas cortadas y finalmente se numeran según las tallas.

### ***Bordado***

**Transporte 2:** Las capelladas que están en los estantes del área de corte (T2) son trasladadas a las máquinas bordadoras.

**Operación 1:** El pelón que se emplea como base para colocar las piezas a bordar es cortado según el respectivo molde y de acuerdo al número de cabezas que se vaya a entamborar.

**Operación 2:** El pelón se coloca en los tambores, se lo ajusta y el sobrante se corta.

**Operación 3:** Se pasan las señales, colocan los tambores en la máquina, carga la señal y pone los hilos en cabezales de la máquina.

**Operación e inspección 2:** Las capelladas a bordar se pegan con masqui al pelon y una vez bordada se inspeccionan para evitar algún desperfecto.

**Operación 4:** Un bordado sencillo tarda alrededor de 2 a 3 minutos.

### ***Corte de plantillas de tela***

**Transporte 3:** La tela es trasladada desde la bodega (1) hasta el área de corte (T2).

**Operación e inspección 3:** Al igual que en el corte de las capelladas, se revisa que la tela no esté manchada o tengan algún desperfecto, posterior mente se la dobla y acomoda en la mesa de la troqueladora y se corta según lo indicado. Al mismo tiempo de cortar las piezas se revisan y enumeran según sus tallas.

### *Corte de tiras*

**Transporte 4:** La tela es llevada desde la bodega (1) hacia el área de corte (T3).

**Operación e inspección 4:** Se revisa la tela, se dobla y acomoda en la mesa de la troqueladora, posteriormente se corta las tiras según la lista de producción y se inspeccionan las piezas. Finalmente se las amarra y enumera de acuerdo a las tallas.

**Transporte 5:** Las tiras amarradas son llevadas hasta el área de corte (T1).

**Espera 1:** Una vez bordadas las capelladas son colocadas en el estante de la misma área, así como también las plantillas cortadas son colocadas provisionalmente en los estantes cerca de la máquina troqueladora (T2). Por último las tiras son transportadas al área de corte (T1) y se almacenan en cartones. Todas estas piezas quedan en espera hasta ser trasladadas al área de cosido

### *Corte de forros*

**Transporte 6:** La tela es trasladada desde la bodega 3 hasta el área de corte (4).

**Operación e inspección 5:** Se revisa la tela, dobla y acomoda en la mesa de la troqueladora. Los forros son cortados según lo indicado en la lista de producción, al mismo tiempo del corte se los inspecciona cuidadosamente y enumera según las tallas.

### *Aparado o cosido*

**Transporte 7:** Las capelladas bordadas son trasladadas al área de cosido.

**Transporte 8:** Los forros que están en el estante del a corte (T4) son llevados al a. cosido.

**Transporte 9:** Las tiras almacenadas en el a. corte(T1) son transportadas al área de cosido.

**Transporte 10:** Las plantillas de tela a. corte (T2) son llevadas al área de cosido.

**Transporte 11:** Una vez seleccionadas las plantas de caucho, estas son trasladadas desde el área de bodega (3) al área de cosido. Dependiendo de la cantidad son trasladadas mediante unos carritos.

**Operación 5:** Las capelladas y los forros son cosidos solamente por la parte superior de los mismos, al final se recogen y cortan los hilos por los que quedaron unidos.

**Operación 6:** Se revira las piezas cosidas anteriormente y se vuelve a coser por todo el borde de la capellada (redondeo de capellada), se recogen las piezas y se cortan los hilos.

**Operación 7:** Se separa las piezas según el peinado de la tela y se parean.

**Operación 8:** Las tiras son unidas por las puntas, después se las recoge y corta los hilos.

**Operación 9:** Se cose las tiras alrededor de las capelladas, después se recogen y cortan los hilos por los que quedaron unidos (tireado).

**Operación 10:** Las plantillas son cosidas a las capelladas tireadas (emplantillado).

**Operación e inspección 6:** A los cortes semi-armados se les cose las plantas de caucho y a la vez se inspecciona el armado de todas las piezas.

**Transporte 12:** Los cortes se colocan en cajas y se llevan al almacenamiento temporal.

**Espera 2:** Las cajas quedan almacenadas hasta que sean trasladadas al área de plantado.

#### ***Corte de tacos***

**Transporte 13:** Las planchas de eva que están ubicadas cerca de la bodega (3) son llevadas al área de corte (T4).

**Operación e inspección 7:** Las planchas de eva se acomodan en la mesa de la troqueladora y se sujetan con pinzas a los lados. Los tacos se cortan por pares ya que los moldes están diseñados de esa forma. Se verifica que las piezas cortadas estén completas ya que las planchas de eva suelen moverse mientras se corta.

**Transporte 14:** Las gavetas de tacos son llevadas al área de pulido.

**Operación 11:** Los tacos son pulidos, con ello se quita las impurezas que impiden que el pegamento se adhiera correctamente al taco (se pule a ambos lados).

**Transporte 15:** Las gavetas de tacos son trasladadas al área de preparación de material.

#### ***Corte de plantas de eva***

**Transporte 16:** Las planchas de eva ubicadas cerca de la bodega 3 se llevan al a.corte T4.

**Operación e inspeccionar 8:** Las planchas de eva se acomodan en la mesa de la troqueladora y se sujetan con pinzas a los lados y se procede a cortar. Se verifica que las piezas estén completas.

**Transporte 17:** Las plantas de eva son trasladadas al área de preparación de material.

#### ***Corte de plantas de esponja***

**Transporte 18:** Las esponjas que están cerca de la bodega 3 se llevan al a.de corte (T4).

**Operación e inspección 9:** Se colocan las planchas de las esponjas en la mesa de la troqueladora y se las sujeta con pinzas para evitar que se muevan al momento de cortarlas. A la vez que se cortan las plantas de esponja se revisa que las piezas estén completas.

**Espera 3:** Las gavetas de tacos quedan almacenadas temporalmente en el área de preparación de material, igualmente, las plantas de eva son almacenadas en la mesa del área de preparación de material y las plantas de esponjas se almacenan en cajas junto al área de corte (T4) hasta empezar la producción de las plantas de relleno.

### ***Preparación de material***

**Transporte 19:** Las cajas de esponjas son transportadas a esta área.

**Operación 12:** Se coloca pegamento a los tacos y después se los pega a la planta de eva.

**Operación 13:** Se pone pegamento al reverso del taco y punta de plantas de eva para adherirlos a la planta de esponja, al final las plantas de relleno se colocan en cartones.

**Transporte 20:** Las cajas de plantas de relleno son llevadas al área de plantado.

**Espera 4:** Las cajas (plantas de relleno) se almacenan en el área de plantado.

### ***Plantado***

**Transporte 21:** Las cajas de cortes que están almacenadas en el área de almacenamiento temporal son llevadas al área de plantado.

**Operación 14:** Los cortes cosidos son revirados.

**Operación 15:** Se introduce las plantas de relleno y se coloca las pantuflas en cajas.

**Transporte 22:** Las cajas de pantuflas son transportadas al área de cosido de puntas.

**Operación 16:** Se cose las puntas de los corte.

**Transporte 23:** Las cajas son trasladadas otra vez al área de plantado.

**Operación e inspección 10:** Los cortes son revirados e inspeccionados.

**Operación 17:** Las pantuflas son pareadas según los peinados de la tela.

**Operación 18:** Se cuenta y acomoda las pantuflas en cajas (según la lista de producción).

### ***Control de calidad***

**Transporte 24:** Las cajas de pantuflas son llevadas al área de control de calidad.

**Espera 12:** Las cajas de pantuflas permanecen almacenadas temporalmente.

### ***Codificación y limpieza:***

**Operación 19:** Se acomoda ordenadamente las pantuflas en las mesas de esta área.

**Inspección 1:** Se hace la revisión de las pantuflas y se corta los hilos sobrantes.

**Operación 20:** Las pantuflas son limpiadas con aire a presión (compresor de aire).

**Operación 21:** Se coloca las tallas en las dos chullas.

**Operación 22:** Coloca etiqueta para código con plastifecha.

**Operación 23:** Coloca gancho armador angelito.

**Operación 24:** Se enfunda la pantufla y se sella con cinta.

**Operación 25:** En las tarjetas de cartón se coloca el código de barras y las pantuflas se almacenan en cajas.

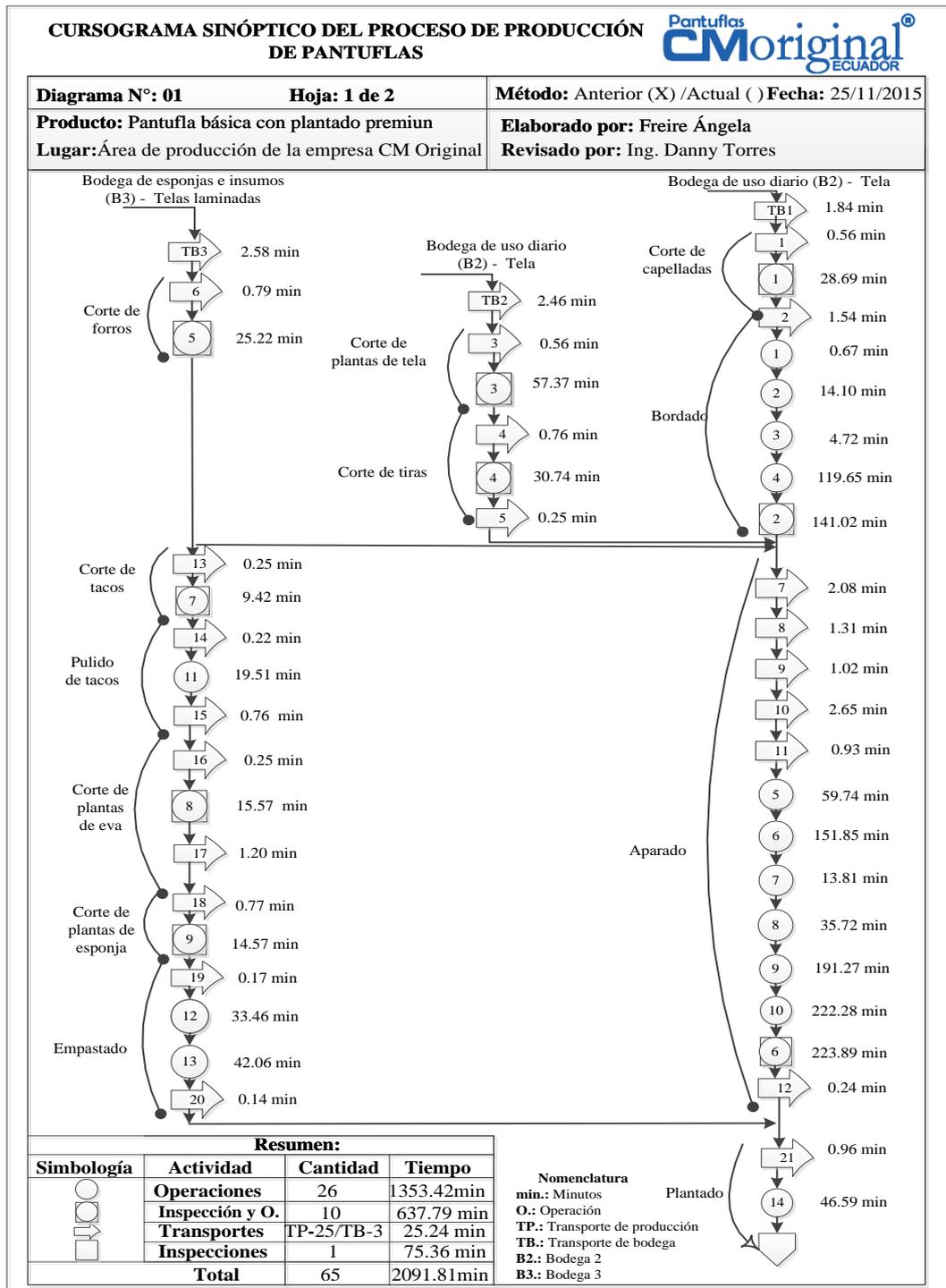
**Transporte 25:** Las pantuflas se almacenan en cajas en el área de producto terminado.

**Embodegado:**

**Operación 26:** Las pantuflas se acomodan y embalan según la lista de producción y de acuerdo a los requerimientos del comprador.

**Almacenamiento 2:** Las cajas son almacenadas hasta ser enviadas al consumidor.

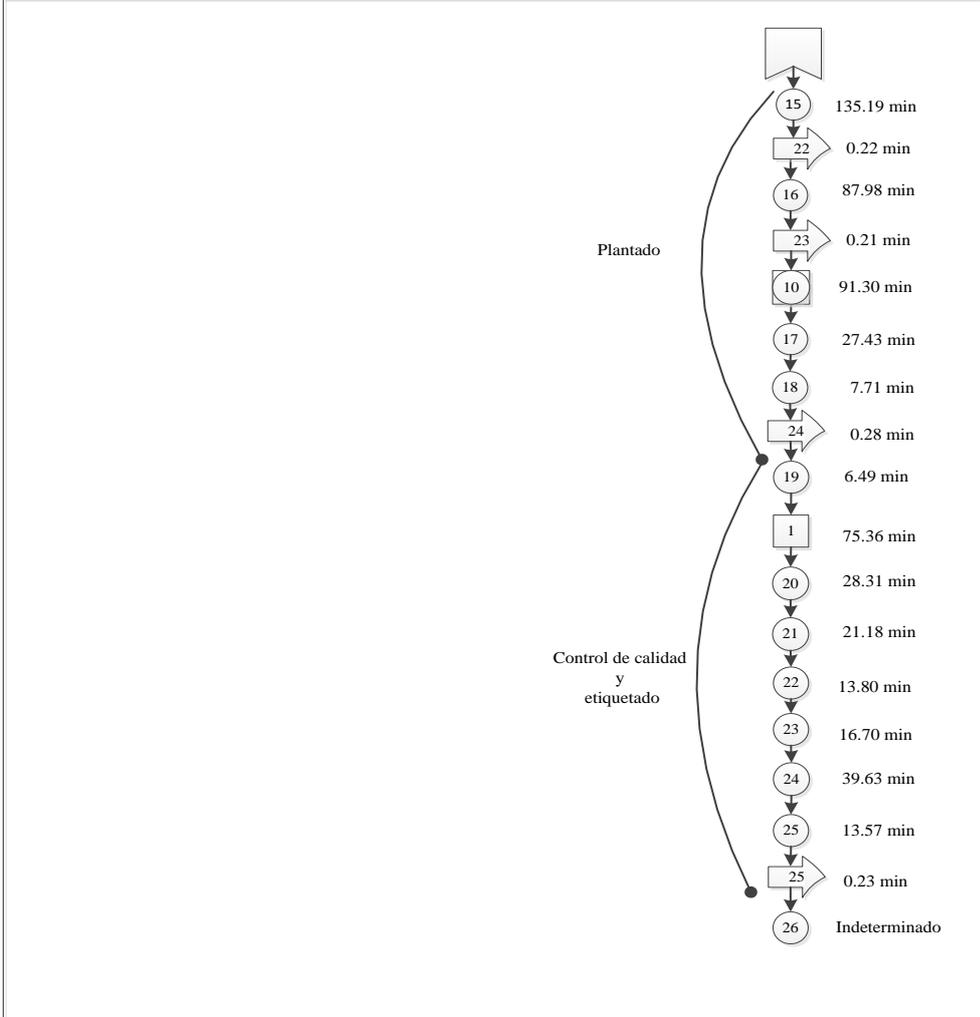
**Tabla 17. Cursograma sinóptico anterior de la producción de pantuflas**



**CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PANTUFLAS**



<b>Diagrama N°: 01</b>	<b>Hoja: 2 de 2</b>	<b>Método:</b> Anterior (X)/Actual ( ) <b>Fecha:</b> 25/11/2015
<b>Producto:</b> Pantufla básica con plantado premiun		<b>Elaborado por:</b> Freire Ángela
<b>Lugar:</b> Área de producción de la empresa CM Original		<b>Revisado por:</b> Ing. Danny Torres



Resumen:			
Simbología	Actividad	Cantidad	Tiempo
○	Operaciones	26	1353.42min
□	Inspección y O.	10	637.79 min
→	Transportes	TP-25/TB-3	25.24 min
□	Inspecciones	1	75.36 min
<b>Total</b>		<b>65</b>	<b>2091.81min</b>

**Nomenclatura**  
 min.: Minutos  
 O.: Operación  
 TP.: Transporte de producción  
 TB.: Transporte de bodega  
 B2.: Bodega 2  
 B3.: Bodega 3

Con este cursograma se puede conocer el proceso de fabricación de pantuflas básicas de plantado premiun con sólo echar un vistazo, para elaborar este producto son necesarias: 26 operaciones, 10 actividades mixtas entre operación e inspección, 25 transportes de producción, 3 transportes de bodegas y solamente una netamente de inspección.

**Tiempo de proceso anterior (Tp)**, el cursograma sinóptico permite conocer el tiempo de proceso de los 120 pares de pantuflas el cual es 2091.81min, este tiempo está ligado

exclusivamente al producto puesto que no se toma en cuenta tiempos de demoras. Este tiempo se puede usar como indicador de los recursos (humanos, maquinaria y espacio), por ende a mayor tiempo de proceso mayores recursos necesarios, en si este tiempo sería el resultado de la suma de los tiempos de ciclo parciales.

### 4.3.3. Cursograma analítico (anterior)

En este cursograma se detalla las actividades de todo el proceso productivo de 120 pares de pantuflas básicas plantado premium incluyendo los tiempos de espera y almacenamiento, tal como se puede observar en la Tabla 18.

Tabla 18. Cursograma analítico anterior de la producción de pantuflas

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PANTUFLAS										
Diagrama Núm. 01 Hoja 1 de 1		RESUMEN								
Producto: Pantuflas básicas con plantado premium		ACTIVIDAD				MÉTODO ANTERIOR		MÉTODO ACTUAL		
Estudiado por: Freire Ángela.		Operación Transporte Espera Inspección				[Icono]		[Icono]		
Revisado por: Ing. Danny Torres		Operación / Inspección Almacenamiento				Lugar: Área de producción de la empresa CMOriginal				
A.V.P: Tiempo de actividades que Agregan Valor al Producto / N.A.V.P: Tiempo de actividades que No Agregan Valor al Producto		Distancia total recorrida (metros):		1260.45		Fecha: 26/11/2015				
		Tiempo (horas):		35.79						
DESCRIPCIÓN	Maquinaria	Cantidad (pares)	Distancia entre puntos (m)	Distancia Total recorrida (m)	Tiempo (min)	Símbolos				OBSERVACIONES
						[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	
Almacenar materia prima en bodegas		120				[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
TB1 Traslado desde bodega 1 a bodega 2			38.81	38.81	0.92	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1			38.81	38.81	0.92	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
TB2 Traslado desde bodega 1 a bodega 3			51.16	51.16	1.23	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
Transporte de materia prima desde bodega 3 a bodega 1			51.16	51.16	1.23	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
TB3 Traslado desde bodega 1 a bodega 4			54.41	54.41	1.29	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
Transporte de materia prima desde bodega 4 a bodega 1			54.41	54.41	1.29	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
T1 Traslado desde el área de corte (T2) a la bodega (B1)			15.47	15.47	0.28	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
Transportar tela para capelladas desde la (B1) al área de corte (T2)			15.47	15.47	0.28	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
O11 Cortar capelladas e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2				28.69	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	AVP
T2 Traslado de área de bordado al área de corte (T2)			11.93	35.79	0.77	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	*Los 120 pares se trasladan en tres viajes (40 pares por viaje) * Un viaje 11.93m en 0.25 min. NAVP
Transportar capelladas desde estantería del área de corte (T2) al área de bordado			11.93	35.79	0.77	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	*Tres viajes (40 pares por viaje) * Un viaje 11.93m en 0.25 min. NAVP
O1 Cortar pelón para entamborar	-				0.67	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	AVP
O2 Entamborar y pasar señal colocar tambores y cargar señal.	Bordadora				14.10	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP
O3 Preparación de máquina bordadora (Poner hilos en 4 cabezales de máquina) (8 tambres)	Bordadora				4.72	[Icono]	[Icono]	[Icono]	[Icono]	NAVP

C. PLANTILLAS TEJA	O12	Colocar masqui en pelon, pegar capellada	Bordadora						119.65									NAVP
	O4	Bordado e inspección	Bordadora						141.03									AVP
T3		Traslado desde área de corte (T2) a la (B1)				15.47	15.47	0.28										NAVP
		Transportar tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T2)				15.47	15.47	0.28										NAVP
O13	Cortar plantillas de tela e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2							57.37									AVP
T4		Traslado de área de corte de tiras en la prensadora (T3) a la (B1)				20.88	20.88	0.38										NAVP
		Transportar tela para tiras desde B1 al área de corte de tiras en la prensadora (T3)				20.88	20.88	0.38										NAVP
O14	Cortar tiras de tela e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 3							30.74									AVP
T5	Transportar tiras desde el área de corte (T3) al área de almacenamiento de tiras					13.77	13.77	0.25										NAVP
E1	Depósito provisional de piezas parte exterior de pantufla (capelladas bordadas, plantas de tela y tiras)	-							Ind.									NAVP
C. FORROS	T6	Traslado de área de corte (T4) a B3				21.88	21.88	0.39										NAVP
		Transportar tela para forros desde B3 al área de corte (T4)				21.88	21.88	0.40										NAVP
O15	Cortar forros e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 4							25.23									AVP
T7		Transportar capelladas bordadas desde estantería de bordado al área de aparado				21.01	63.03	1.26										NAVP
		Traslado de área de aparado al área de bordado				21.01	63.03	0.82										NAVP
T8		Traslado desde el área de aparado al área de corte (T4)				10.58	31.74	0.64										NAVP
		Transportar forros desde la estantería del área de corte (T4) al área de aparado				10.58	31.74	0.67										NAVP
T9		Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)				25.68	25.68	0.51										NAVP
		Transportar tiras de almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado				25.68	25.68	0.51										NAVP
T10		Traslado desde el área de cosido al área de corte (T2)				23.92	71.76	1.33										NAVP
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T2) al área de cosido				23.92	71.76	1.32										NAVP
T11		Traslado desde el área de cosido a la B3				23.87	23.87	0.45										NAVP
		Transportar plantas premium desde B3 al área de cosido				23.87	23.87	0.48										NAVP
O5	Coser la capellada y el forro y recoger las piezas	M.coser							59.74									AVP
O6	Coser el redondeo de capellada	M.coser							151.85									AVP
O7	Parear las capelladas según el peinado de la tela	-							13.81									NAVP
O8	Unir puntas en tiras y recoger tiras	M.coser							35.72									AVP
O9	Tirar y recoger las capelladas tireadas	M.coser							191.27									AVP
O10	Emplantillar	M.coser							222.28									AVP
O16	Coser plantas premium y verificar el cosido	M.coser							223.89									AVP
T12		Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal				12.81	12.81	0.24										NAVP
	E2	Deposito provisional de cortes en área de almacenamiento temporal de cosido	-						Ind.									NAVP
C. TAOO	T13	Traslado desde el área de corte (T4) al área de planchas de eva				6.69	6.69	0.12										NAVP
		Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)				6.69	6.69	0.13										NAVP

SC	OI7	Cortar tacos e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 4				9.41												AVP
	T14	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T4) al área de pulido				12.25	12.25	0.22											NAV P
PULIDO DE TACOS	O11	Pulir los tacos y colocarlos en gavetas de tacos pulido	-					19.51											AVP
	T15	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de preparación de material				14.45	14.45	0.28											NAV P
C. PLANTAS DE EVA	T15	Traslado desde el área de preparación de material al área de pulido				14.45	14.45	0.26											NAV P
	T16	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T4)				12.25	12.25	0.22											NAV P
	T16	Transportar planchas de eva desde B3 al área de corte (T4)				6.69	6.69	0.12											NAV P
C. PLANTA ESPONJA	OI8	Cortar plantas de eva e inspeccionar piezas troqueladas	-					15.57											AVP
	T17	Transporta plantas de eva desde el área de corte (T4) al área de preparación de material				10.97	32.91	0.60											NAV P
	T17	Traslado desde el área de preparación de material al área de corte (T4)				10.97	32.91	0.60											NAV P
PREPARACIÓN DE MATERIAL	T18	Traslado de área de corte (T4) a (B3)				20.87	20.87	0.38											NAV P
	T18	Transportar planchas de esponja desde la bodega (B3) al área de corte (T4)				20.87	20.87	0.39											NAV P
PLANTADO	OI9	Cortar plantas de esponja e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 4					14.56											AVP
	E3	Deposito provisional de piezas de planta de relleno	-					55.46											NAV P
CONTROL DE CA	T19	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T4) al área de preparación de material				8.85	7.55	0.17											NAV P
	O12	Poner pegamento en taco y pegar en plantilla de eva	Empastadora					33.46											AVP
CONTROL DE CA	O13	Poner pegamento en taco y punta de plantilla de eva y pegar plantilla de esponja	Empastadora					42.06											AVP
	T20	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de preparación de material al área de plantado				6.80	6.80	0.14											NAV P
CONTROL DE CA	E4	Deposito provisional de cajas de plantas de relleno en área de plantado	-					Ind.											NAV P
	T21	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.				25.06	25.06	0.40											NAV P
CONTROL DE CA	T21	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado				25.06	25.06	0.56											NAV P
	O14	Revirar corte cosido	-					46.59											AVP
CONTROL DE CA	O15	Introducir superlon	-					135.19											AVP
	T22	Transportar cajas de cortes desde el área de plantado al área de cosido de puntas				7.95	9.35	0.22											NAV P
CONTROL DE CA	O16	Coser puntas	M.coser					87.98											AVP
	T23	Transportar cajas de cortes desde el área de cosido de puntas al área de plantado				7.95	9.35	0.21											NAV P
CONTROL DE CA	O10	Revirado e inspección del producto	-					91.30											AVP
	O17	Parear según peinados de tela de las pantuflas	-					27.43											NAV P
CONTROL DE CA	O18	Conteo y acomodo en caja según lista de producción	-					7.71											NAV P
	T24	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad				12.57	12.57	0.28											NAV P
CONTROL DE CA	E5	Deposito provisional de cajas de pantuflas en área de control de calidad	-					Ind.											NAV P
	O19	Acomodar pares de pantuflas en mesa	-					6.49											NAV P
CONTROL DE CA	NSP 1	Revisar de pantufla (hilos, defectos y etiqueta cosida)	-					75.36											NAV P
	O20	Limpiar pantuflas	Compresor de aire					28.31											AVP
CONTROL DE CA	O21	Colocar tallas en 2 chullas	-					21.18											AVP

E CALIDAD Y ETIQUETADO	O21	Colocar tallas en 2 chullas	-			21.18														AVP	
	O22	Colocar etiqueta para código con plastifecha	-			13.80														AVP	
	O23	Colocar gancho armador angelito	-			16.70														AVP	
	O24	Enfundar y sellar con cinta	-			39.63														AVP	
	O25	Colocar código de barras en cartón tarjeta	-			13.57														AVP	
	T25	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado			10.54	10.54	0.23													*El transporte sólo se toma en cuenta desde el á.de control de calidad al á.de p. terminado.	NAVP
	O26	Acomodar y embalar el producto según requerimiento del consumidor y según lista de producción	-				Indeterminado													AVP	
		Almacenar producto en área de producto listo para envío																		NAVP	
	<b>Total</b>						945.31	1260.45	2147.26	26	28	5	1	10	2						

**Nomenclatura**

**TB:** Transporte de bodega    **INSP.:** Inspección    **O.:** Operación    **IO.:** Inspección y operación    **E.:** Espera  
**C.:** Corte    **A.:** Área    **Ind.:** Indeterminado    **min.:** Minutos    **m.:** Metros    **M.:** Máquina  
**(T2):** Troquel 2 / **(T3):** Troquel 3 / **(T4):** Troquel 4    **(B1):** Bodega 1 / **(B2):** Bodega 2 / **(B3):** Bodega 3 / **(B4):** Bodega 4

**Tiempo de flujo anterior (Tf, lead time)**, el tiempo obtenido en el cursograma analítico anterior se traduce como el tiempo de flujo de la producción de pantuflas que es de 2147.26 minutos, el cual es el resultado de la suma del tiempo de proceso más el de esperas, es decir, es el tiempo total que tarda la materia prima en atravesar todo el proceso producto.

#### 4.3.4. Ratio del valor agregado (anterior)

Tomando en cuenta que el objetivo es que exista el menor tiempo posible de desperdicios, se establece un indicador que analiza que porcentaje del tiempo total del flujo de producción de 120 pantuflas básicas premium corresponde a las actividades que netamente agregan valor al producto. Para esto se emplea la ecuación (13):

$$\text{Ratio del valor agregado (\%)} = \frac{\text{Tiempo de actividades AVP}}{\text{Tiempo del flujo de producción}} \times 100\% \quad (13)$$

**Datos:**

**Tiempo de actividades AVP:** 1797.30 (min)

**Tiempo del flujo de producción:** 2147.26 (min)

$$\text{Ratio del valor agregado (\%)} = \frac{1797.30 \text{ min}}{2147.26 \text{ min}} \times 100\% = 83.70\%$$

$$\text{Ratio del valor agregado (\%)} = 83.70\%$$

Este proceso productivo presenta un ratio de valor agregado del 83.70%, es decir, que este porcentaje corresponde a las actividades que netamente agregan valor y por ende el 16.30% o 349.96 minutos restantes corresponden a desperdicios los cuales deben ser eliminados o al menos minimizados. En la Fig. 39, se desglosa los desperdicios:

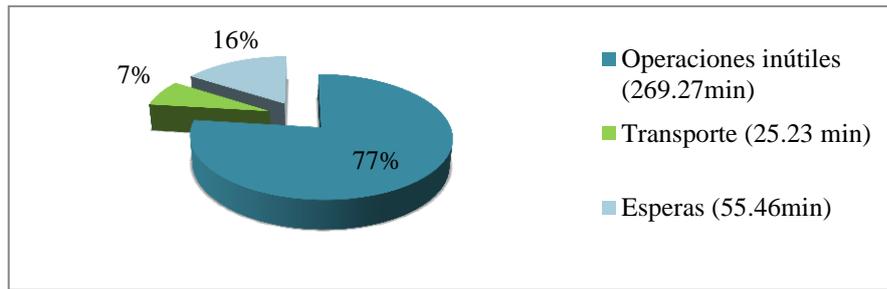


Fig. 39 . Clasificación de derroches

Una forma de minimizar este porcentaje de derroches es a través del análisis y rediseño del sistema productivo y por ende la redistribución de instalaciones.

#### 4.3.5. Diagrama de Gantt (anterior)

Esta herramienta permite simular las distintas fases del proceso productivo de pantuflas, de manera ordenada en una escala común de tiempo para conocer la correlación entre ellas, esta es una metodología de gestión y control de la producción. En la Fig. 40, se muestra el diagrama de Gantt en donde tomando en cuenta el número de operarios que labora en cada área y descartando las actividades que se realizan en paralelo el tiempo total de procesamiento de un lote de 120 pares de pantuflas es de 492.87 minutos y se puede decir que un par se procesa en 4.11 minutos.

Además, se observa que existe una variación de 55.46 minutos entre las líneas paralelas de producción, de las cuales una finaliza con el aparado en 193.81 minutos y la otra en la preparación de material con 138.35 minutos, ambas se unifican en la actividad de plantado.

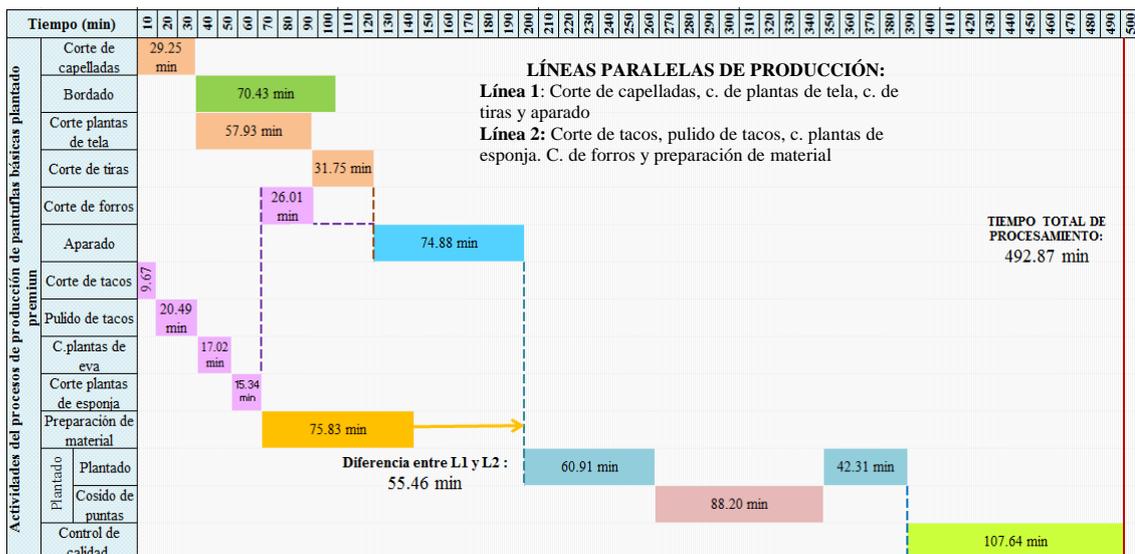


Fig. 40. Diagrama de Gantt (proceso productivo anterior)

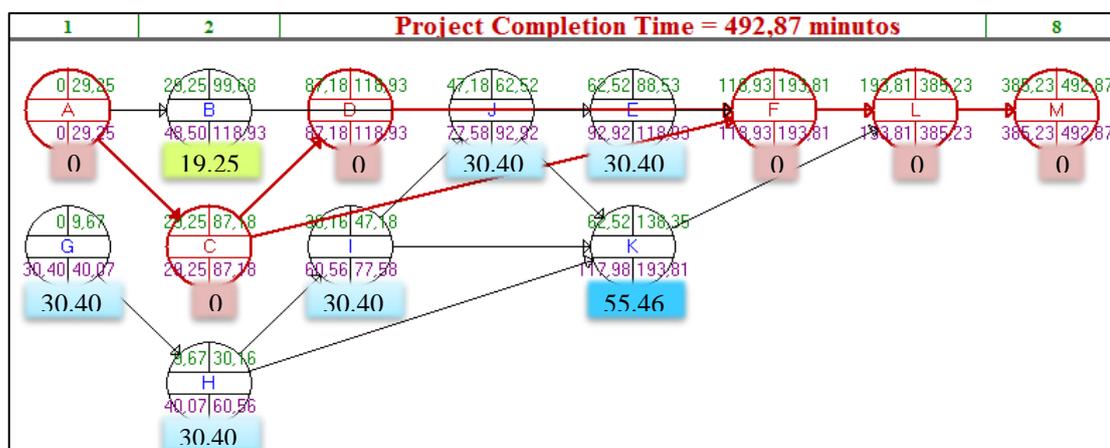
Dicha variación de tiempo se la considera como un tiempo muerto, ya que las piezas que se fabrican en la segunda línea de producción deben permanecer en espera hasta que las piezas de la primera línea de producción se terminen de fabricar, una opción para minimizar dicha variación es tratar de equilibrar las cargas de trabajo. Además, como ya se dijo el diagrama de Gantt es la base para establecer otras herramientas de gestión y control de procesos, a continuación se procede a aplicar el análisis de la ruta crítica.

#### 4.3.6. Análisis de la ruta crítica CPM (anterior)

Con este análisis se conoce cuál es la secuencia de actividades que no deben retrasarse para que el lote de pantuflas se entregue según el tiempo planificado. En la Tabla 19, se muestra la precedencia de actividades y en la Fig. 41 se presenta el diagrama de precedencia en el cual las actividades que abarcan la ruta crítica son: A (corte de capelladas), C (c. plantas de tela), D (c. tiras), F (aparado), L (plantado) y M (control de calidad), es decir, todas estas tienen una holgura de cero minutos no se pueden retrasar.

**Tabla 19. Precedencia de actividades (anterior)**

Actividades	Tiempo estándar de producción según el num. operarios (min/ 120 pares)	PRECEDENCIA
A Corte de capelladas	29.25	-
B Bordado	70.43	A
C Corte plantas de tela	57.93	A
D Corte de tiras	31.75	C
E Corte de forros	26.01	J
F Cosido o Aparado	74.88	B,C,D,E
G Corte de tacos	9.67	-
H Pulido de tacos	20.49	G
I Corte de plantas de eva	17.07	H
J Corte de plantas de esponja	15.34	I
K Preparación de material	75.83	H,I,J
L Plantado	191.42	F,K
M Control de calidad	107.64	L



**Fig. 41. Diagrama de precedencias (anterior) – software WinQSB**

En cuanto a las demás actividades: G (corte de tacos), H (pulido de tacos), I (corte de plantas de eva), J (corte de plantas de esponja) y E (corte de forros) tienen un tiempo de holgura de 30.40 minutos, la actividad B (bordado) tiene una holgura de 19.25 minutos y finalmente la actividad K (preparación de material) tienen una holgura de 55.46 minutos para realizar su trabajo sin que dicha holgura influya en el plazo de entrega.

#### 4.3.7. Diagrama de recorrido (anterior)

En este diagrama Fig. 42, se observa el recorrido del flujo del material en la producción de pantuflas, desde que el material está en las bodegas de materia prima hasta finalmente obtener el producto terminado. La simbología se relaciona con el cursograma sinóptico.

#### 4.4. Análisis del diseño del sistema productivo

##### 4.4.1. Tiempo de ciclo (anterior)

Permite conocer cuál es el tiempo que transcurre entre la producción de dos lotes consecutivos, se lo puede considerar como un indicador de rapidez.

Cada operación tiene su propio tiempo de ciclo tal como se muestra en la Tabla 20 cada una completa la preparación y procesado del lote de pantuflas.

**Tabla 20. Tiempos de ciclo (anterior)**

N°	Áreas de trabajo	Operarios ANEXO 12	Actividades	Tiempo de ciclo por lote			T. ciclo por par	
				T. de producción (min/120 pares) [A]	N° Operarios [B]	T. de producción según num.operarios (min/120 pares) [C= A/B]	T. de producción (min/par) [D=A/120]	T. de producción según área (min/par) [D=A/120]
1	Corte 1 (piezas exteriores)	OP.1	Corte de capelladas	29.25	1	29.25	0.244	0.99
			C. plantas de tela	57.93		57.93	0.483	
			C. de tiras	31.75		31.75	0.265	
2	Bordado	OP.2,3,4,5	Bordado	281.70	4	70.43	2.348	2.35
3	Corte 2 (piezas de relleno)	OP. 6	C. de forros	26.01	1	26.01	0.217	0.74
			C. de tacos	9.67		9.67	0.081	
			Pulido de tacos	20.49		20.49	0.171	
			C. de plantas de eva	17.02		17.02	0.142	
			C. de plantas de esponja	15.34		15.34	0.128	
4	Aparado	OP. 7-18	Cosido o aparado	898.55	12	74.88	7.488	7.49
5	Preparación de material	OP.19	Preparación de material	75.83	1	75.83	0.632	0.63
6	Plantado	OP. 20-22	Plantado	309.67	3	103.22	2.581	2.58
		OP. 23	Cosido de puntas	88.20	1	88.20	0.735	0.74
7	Control de calidad	OP.24-25	Control de calidad	215.28	2	107.64	1.794	1.79
<b>Total:</b>					<b>25</b>			



#### 4.4.2. Capacidad de producción (anterior)

La capacidad de producción se relaciona con la cantidad máxima de productos que cada una de las áreas de trabajo son capaces de producir en un periodo determinado de tiempo, para esto es necesario conocer cuál es el tiempo de la jornada laboral diaria. Tabla 21. La *jornada discontinua* es de 8 horas diarias de trabajo (4 horas en la mañana, 1 para el almuerzo y 4 en la tarde) , en la *jornada continua* se asigna solo 15 minutos de descanso en 8 horas seguidas de trabajo, con esta última laboran las áreas de bordado y de corte T1.

Tabla 21. Jornada efectiva de trabajo

Jornada	Horario	Tiempo por jornada	Descanso	Jornada efectiva de trabajo	
				horas/jornada	minutos/jornada
Discontinua	7:30 a 12:00 am – 13:30 – 5:00 pm	8 horas	-	8	480
Continua	6:00am – 14:00pm	8 horas	15 min	7.75	465
	14:00pm – 22:00pm				

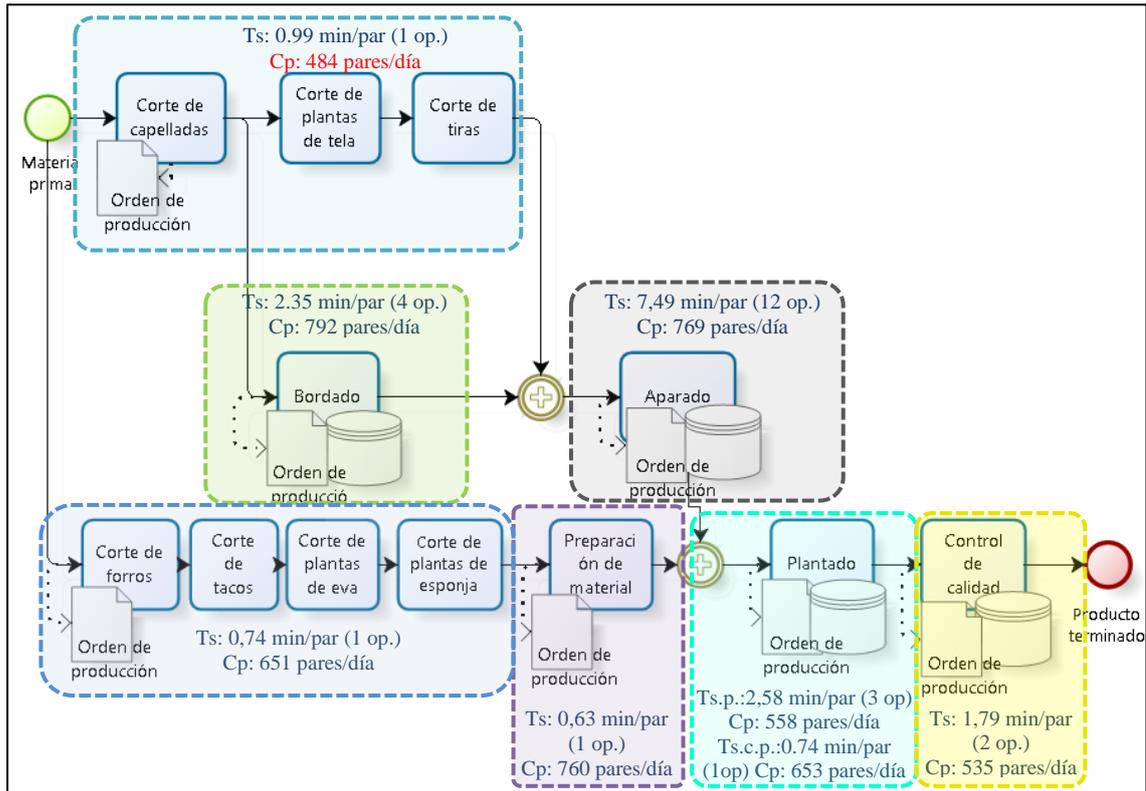
En la Tabla 22, se detalla la capacidad de producción (14) de cada área de trabajo:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{1}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (14)$$

Tabla 22. Capacidad de producción (anterior)

N°	Áreas de trabajo	Actividades	Tiempo de ciclo por par (min/par) A1	Capacidad de producción local o por operario				N° Operarios B	Capacidad de producción global o por área de trabajo			
				[C= 60/A1] (pares / hora)	[D= C*horas día] (pares / día)				[C2= C*B] (pares / hora)	[D2= D*B] (pares / día)		
1	Corte 1 (piezas exteriores)	Corte de capelladas, c. plantas de tela y c. tiras	0.99	60.54	61	484.32	484	1	60.54	61	484.32	484
2	Bordado	Bordado	2.35	25.56	26	198.08	198	4	102.23	102	792.30	792
3	Corte 2 (piezas de relleno)	Corte de forros, c.tacos, pulido de tacos, c.plantas de eva y c. plantas de esponja	0.74	81.33	81	650.63	651	1	81.33	81	650.63	651
4	Aparado	Aparado	7.49	8.01	8	64.10	64	12	96.15	96	769.24	769
5	Preparación dematerial	Preparación de material	0.63	94.95	95	759.59	760	1	94.95	95	759.59	760
6	Plantado	Plantado	2.58	23.25	23	186.00	186	3	69.75	70	558.01	558
		Cosido de puntas	0.74	81.63	82	653.06	653	1	81.63	82	653.06	653
7	Control de calidad	Control de calidad	1.79	33.44	33	267.56	268	2	66.89	67	535.12	535
<b>TOTAL</b>								<b>25</b>				

En la Fig. 43, se presenta gráficamente el flujo del proceso productivo de pantuflas con la respectiva capacidad de producción.



**Fig. 43. Flujo del proceso productivo de pantuflas**

Si se desea saber la capacidad de producción de la empresa, no se debe utilizar la inversa de la suma de los tiempos de ciclo de todas las áreas de trabajo, ya que no se estaría incluyendo los tiempos de espera que se generan durante el proceso productivo debido al tipo de distribución de sus instalaciones (por producto - tiempos prolongados de espera) y al trabajar bajo pedidos (producción variable- los tiempos de producción tienden a cambiar de pedido a pedido) y por ende el resultado sería muy alejado de la realidad pues se obtendría una cantidad mayor a la producción real.

Por otra parte, si se agregara los tiempos de espera al tiempo de ciclo total, se estaría sobre calculando los recursos como mano de obra, maquinaria y espacio que se requiere para un adecuado diseño del sistema productivo, pues este tiempo sería más bien un tiempo de flujo el cual no se emplea para calcular la capacidad productiva.

Por lo ya explicado, la capacidad productiva de la empresa hará referencia al área de trabajo con menor capacidad de producción, como se observa en la Tabla 22 y Fig. 43 el área de trabajo que determina el ritmo del proceso (operación condicionante) es el área de corte 1 (piezas exteriores de las pantuflas) la cual es capaz de producir 484 pares de piezas por día.

#### 4.4.3. Productividad (anterior)

A diferencia de la capacidad de producción la cual mide solo el número de productos que un proceso puede producir, la productividad ecuación (20) mide la cantidad que un proceso puede producir en función de los recursos utilizados. Para este caso se analiza una productividad parcial en base al número de productos obtenidos y el recurso humano empleado la ecuación (21):

$$Productividad = \frac{Output(Salidas)}{Input(Entradas)} = \frac{Resultados\ obtenidos}{Recursos\ empleados} \quad (20)$$

$$Productividad = \frac{Cantidad\ de\ productos\ fabricados\ por\ hora}{Número\ de\ operarios} \quad (21)$$

Se tiene que:

**Rendimiento o capacidad de producción:** 61 pares/ hora

**Número real de operarios:** 25

$$Productividad = \frac{61\ pares/hora}{25\ operarios} = 2.44 \frac{pares}{hora.\ operario}$$

La productividad parcial indica que por cada hora hombre disponible se es capaz de producir 2.44 pares, en este caso se puede aumentar la productividad ya sea incrementando la capacidad con los mismos recursos o mantener la capacidad disminuyendo los recurso.

Es importante no confundir la producción con la productividad, ya que el hecho de fabricar grandes cantidades de productos no significa que la empresa obtendrá mayores beneficios pues se podría estar desperdiciando recursos, por ende para relacionar los productos fabricados y los recursos empleados se establece como parámetro de medición esencial la productividad.

#### 4.4.4. Takt time (anterior)

El takt time (15) indica el ritmo al cual se debe producir para satisfacer la demanda usando solo los recursos necesarios sin generar stocks en curso. Este es un parámetro para diseñar el sistema productivo que relaciona la demanda de los clientes y el tiempo disponible para fabricar los productos [33].

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ demandadas} \quad (15)$$

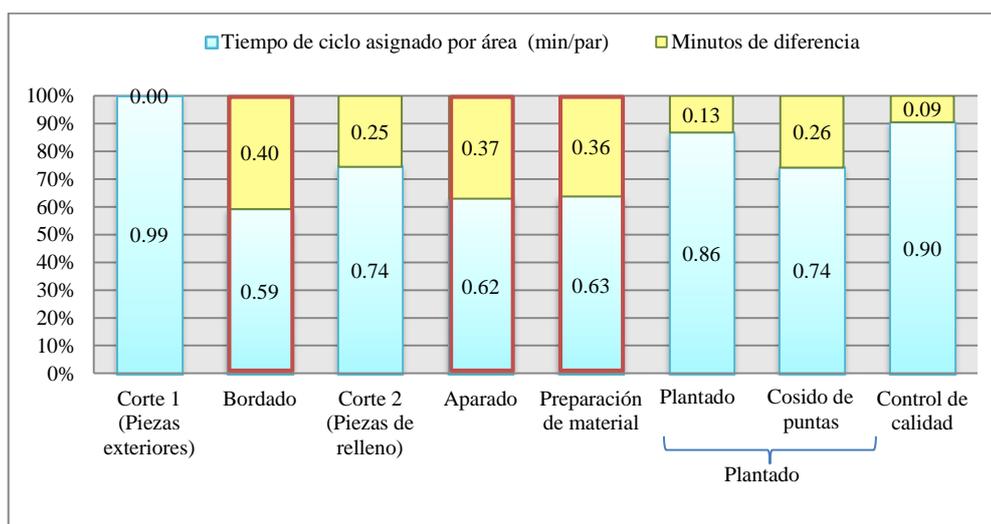
En este caso el takt time se emplea para analizar el estado del sistema productivo, por lo que primero se obtiene el tiempo asignado de cada área (16) Tabla 23, y el mayor tiempo de estos se selecciona como el takt time, el cual más adelante se utiliza para analizar el equilibrio de la producción, en donde el éxito es que los tiempos asignados en su mayoría se acerquen al valor del takt time.

$$Tiempo\ asignado = \frac{Tiempo\ de\ ciclo\ de\ un\ par}{Número\ de\ operarios\ por\ área} \quad (16)$$

**Tabla 23 . Takt time (anterior)**

N°	Áreas de trabajo	Actividades	Tiempo de ciclo por par (min/par) A	N° Operarios B	Tiempo de ciclo asignado por área (min/par) [C= A/B]	TAKT TIME
1	Corte 1 (Piezas exteriores)	Corte de capelladas, c. plantas de tela y c. tiras	0.99	1	0.99	0.99
2	Bordado	Bordado	2.35	4	0.59	0.99
3	Corte 2 (Piezas de relleno)	Corte de forros, c.tacos, pulido de tacos, c.plantas de eva y c. plantas de esponja	0.74	1	0.74	0.99
4	Aparado	Aparado	7.49	12	0.62	0.99
5	Preparación de material	Preparación de material	0.63	1	0.63	0.99
6	Plantado	Plantado	2.58	3	0.86	0.99
		Cosido de puntas	0.74	1	0.74	0.99
7	Control de calidad	Control de calidad	1.79	2	0.90	0.99

El takt time de la producción de pantuflas corresponde al tiempo asignado del área de corte 1 con 0.99 min y con respecto a este se analizará el desempeño de las demás áreas.



**Fig. 44. Takt time y tiempo de ciclo (anterior)**

En la Fig. 44, se muestra gráficamente dicha relación de tiempos, en donde el área de bordado, aparado y preparación de material tiene una mayor diferencia con respecto al takt time (tiempo de ciclo asignado < takt time) siendo estas de 0.40, 0.37 y 0.36

(min/par) respectivamente, lo que significa que estas áreas tienen una capacidad mayor a la demandada lo que indica que las piezas se están produciendo más rápido que el tiempo de ritmo, y por ende ahí se está generando desperdicios de recursos, ya sea por tiempos de espera prolongados o por exceso de mano de obra.

#### 4.4.5. Análisis del equilibrio de la producción (anterior)

Para realizar el análisis del equilibrio de la producción se toma en cuenta la siguiente información:

- La línea de producción tiene 8 áreas de trabajo.
- El tiempo de ciclo de la producción será el tiempo asignado del área más lenta, es decir: 0.99 min/par (takt time).
- El tiempo de proceso es de 6.06 min/par.

Utilizando el indicador de producción (22) se conoce la cantidad de productos que se puede obtener en un área de trabajo en una relación de pares por minuto. Estos datos se resumen en la Tabla 24 y en la Fig. 45 se muestra el diagrama del equilibrio de la línea de producción de pantuflas básicas de plantado premium.

$$\text{Indicador de producción} = \left( \frac{1}{\text{Tiempo de ciclo por par}} \right) \times N^{\circ} \text{ de operarios} \quad (22)$$

Tabla 24. Equilibrio de la producción (anterior)

Estaciones de trabajo	Áreas de trabajo	Tiempo de ciclo por par (min/par)	N° de operarios	Tiempo asignado por área (min/par)	TAKT TIME	Eficiencia %	Indicador de producción (pares/min)
E 1	Corte 1 (piezas exteriores)	0.99	1	<b>0.99</b>	0.99	100%	1
E 2	Bordado	2.35	4	<b>0.59</b>	0.99	59%	2
E 3	Corte 2 (piezas de relleno)	0.74	1	<b>0.74</b>	0.99	74%	1
E 4	Aparado	7.49	12	<b>0.62</b>	0.99	63%	2
E 5	Preparación de material	0.63	1	<b>0.63</b>	0.99	64%	2
E 6	Plantado	2.58	3	<b>0.86</b>	0.99	87%	1
E 7	Cosido de puntas	0.74	1	<b>0.74</b>	0.99	74%	1
E 8	Control de calidad	1.79	2	<b>0.90</b>	0.99	91%	1
<b>Tiempo total de proceso</b>				<b>6.06</b>			

Como se observa en la Tabla 24, el área de bordado, aparado y preparación de material son las menos eficientes con respecto al takt time y con el indicador de producción se asevera que dichos porcentajes se relacionan con una sobre producción con una razón de 1 a 2, pues mientras que en dichas áreas se produce dos pares en las demás se fabrica tan sólo uno.

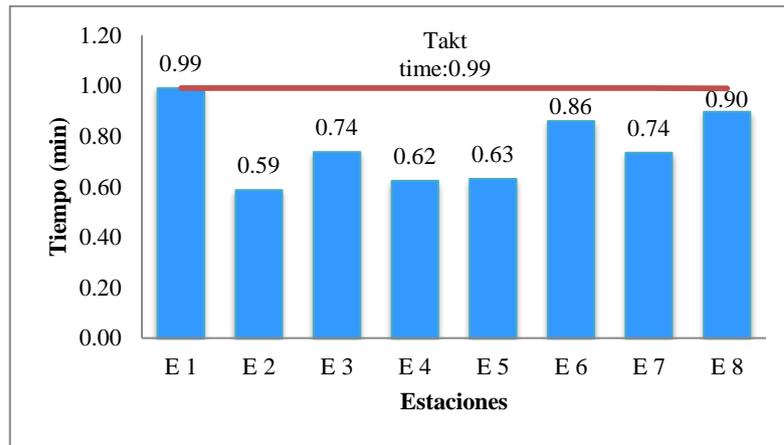


Fig. 45. Diagrama del equilibrio de la línea de producción (anterior)

Además, se calcula la eficiencia total de la línea de producción (23):

$$Eficiencia (\%) = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas}}{\text{Número de estaciones de trabajo} \times \text{Tiempo de ciclo de un par}} \times 100\% \quad (23)$$

$$Eficiencia total = \frac{6.06 \text{ min}}{8 \times 0.99 \text{ min}} \times 100\% = 76.52 \%$$

Al analizar en conjunto la relación del tiempo de producción, el número de estaciones y el tiempo de ciclo se tiene que la eficiencia de la línea de producción es de 76.52%, en el siguiente punto se plantea algunas mejoras para incrementar dicho porcentaje.

#### 4.5. Diseño de un mejor sistema productivo

Con el fin de tratar de equilibrar las cargas de trabajo en las estaciones y con ello aumentar la productividad se realiza los siguientes análisis y sugerencias:

1. *Ya que las áreas de bordado, aparado y preparación de material son las menos eficientes con respecto al takt time, es decir, existe una sobre producción es necesario analizar los recursos que en estas se está empleando.*

Puesto que el tiempo de ritmo (takt time) está en función del número de puestos de trabajo de cada área, se procede a analizar cuál es la eficiencia actual de este recurso. Primero se calcula el número teórico de operarios con los que se debería haber estado trabajando y se aplica las ecuaciones (17) y (18):

**En donde:**

**Pares a fabricar:** 484 pares de pantuflas/día

**Tiempo disponible de un operario:** 480 minutos/día

**Tiempo ciclo por par:** Independiente de cada área (minutos/par)

**Eficiencia deseada: 90%**

$$\text{Número de operarios (N.O.)} = \frac{\text{Tiempo ciclo por par} \times \text{Índice de producción}}{\text{Eficiencia}} \quad (17)$$

$$\text{Índice de producción (I.P.)} = \frac{\text{Pares a fabricar por día}}{\text{Tiempo disponible de un operario por día}} = \frac{1}{\text{takt time}} \quad (18)$$

$$\text{I.P.} = \frac{484 \text{ pares/día}}{480 \text{ minutos/día}} = \frac{1}{0.99 \text{ minutos/par}} = 1.01 \frac{\text{pares}}{\text{minuto}}$$

Para obtener el número teórico de operarios se aplica la ecuación (18), el resultado de dicha ecuación es un número adimensional que se asimila como el número teórico de operarios requeridos en cada área de trabajo, Tabla 25:

$$\text{Área 1(N.O.)} = \frac{0.99 \frac{\text{minutos}}{\text{par}} \times 1.01 \frac{\text{pares}}{\text{minuto}}}{0.90} = 1.11 \cong 1 \text{ operario}$$

**Tabla 25. Número teórico de operarios (anterior)**

Nº	Áreas de trabajo	Tiempo de ciclo por par (min/par)	N.O. teórico		N.O. Real	
1	Corte 1 (piezas exteriores)	0.99	1.11	1	1	
2	Bordado	2.35	2.63	3	4	
3	Corte 2 (piezas de relleno)	0.74	0.83	1	1	
4	Aparado	7.49	8.39	8	12	
5	Preparación de material	0.63	0.71	1	1	
6	Plantado	Plantado	2.58	2.89	3	3
		Cosido de puntas	0.74	0.82	1	1
7	Control de calidad	1.79	2.01	2	2	
<b>Total:</b>			<b>20</b>	<b>25</b>		

Una vez conocido el número teórico de los operarios que deberían haber estado trabajando se calcula el indicador de eficiencia de la mano de obra empleando la ecuación (19):

$$\text{Eficiencia de la mano de obra (\%)} = \frac{\text{Número ideal de operarios}}{\text{Número real de operarios}} \times 100\% \quad (19)$$

**Datos:**

**Número ideal de operarios: 20**

**Número real de operarios: 25**

$$\text{Eficiencia de la mano de obra(\%)} = \frac{20 \text{ operarios}}{25 \text{ operarios}} \times 100\% = 80\%$$

Se tiene una eficiencia de la mano de obra del 80% puesto que en algunas áreas de trabajo hay un exceso del recurso humano como es el caso del área de bordado y aparado con 1 y 4 operarios respectivamente.

### **Sugerencia:**

- ❖ En el caso del área de bordado no se plantea la eliminación del operario, pues esta es una operación de tiempo muy variable que dependerá sobretodo del diseño del bordado, el cual en ciertos casos puede llegar a ser muy complejo y por ende llevar más tiempo del planificado ya que se puede llegar a bordar figuras complejas.
- ❖ A diferencia del área de bordado, el área de aparado tienen un tiempo de producción más estable el cual no se modificaría aun cuando se haga la redistribución de instalaciones ya que los transportes de esta área son realizados explícitamente por otro operario y por ende es viable que se plantee suprimir al menos 2 puestos.

2. *Al analizar el cuello de botella, se observa que este recae en el área de corte 1 (T2 y T3), y ya que las actividades que ahí se realiza son similares a las que se hacen en el área de corte 2 (T4), se plantea reasignar las actividades entre estas estaciones de tal forma que se equilibre el trabajo.*

Mediante la ficha de observación se constató que, en el caso del área de corte 1 de las dos máquinas que se ocupaban (T2 y T3), una de ellas pasa la mayor parte de la jornada laboral sin ser ocupada por lo que es necesario que antes de reasignar las actividades analizar la utilización de estas y así saber si es necesario eliminar alguna de ellas.

Para desarrollar este análisis se aplica el diagrama hombre-máquina a los operarios que laboran en las dos estaciones de corte, con el fin de conocer de forma más detallada su forma de trabajo y el porcentaje de utilización de los tres troqueles. En la Fig. 46, se observa que la máquina 2(T2) tiene un porcentaje de utilización de 66.20%, la máquina 3 (T3) un 23.61% y la máquina 4 (T4) un 48.59%. Además, se evidencia que el operario 1 tiene un mayor ciclo de trabajo que el operario 6 existiendo una diferencia de 25.89%.

Al comparar el porcentaje de utilización de las tres máquinas troqueladoras, se puede observar que la máquina 3(T3) tiene una utilización muy bajo con relación a las otras dos, y ya que la actividad que en esta se realiza (corte de tiras) se puede hacer en cualquiera de las otras dos máquinas sin influir en el tiempo de producción, se plantea la necesidad de su eliminación, con lo que se ahorra los recursos que implica el funcionamiento de esta, entre ellos incluido el espacio que ocupa. Pero debido a que el troquel (T3) tiene similares características que el troquel (T2) y el troquel (T4) se

emplea una herramienta de decisión para seleccionar cuál de las tres máquinas sería factible eliminar.

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA								
Diagrama núm.: 01				Hoja núm.: 1 de 1				
Áreas: Área de corte 1(T2), corte 2(T3), corte 3(T4) y pulido								
Lugar: Área productiva de la empresa CM original								
Operario 1				Operario 6				
Tiempo (min)	Detalle	Operario	Máquina 2 (T2)	Máquina 3 (T3)	Detalle	Operario	Máquina 4 (T4)	Máquina pulidora
10	Corte capellada 29.25 min	Transporte tela 0.56 min	C. capelladas 24.29min		Corte de forros 26.01 min	T. Tela 0.79 min	C. de forros 22,48 min	
20		Inspección y tendido de tela (4.40 min)				Inspección y tendido de tela (2.74 min)		
30		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
40	Corte plantas de tela 57.93 min	T. Tela 0.56 min	C. plantas de tela 54.44 min		Corte de tacos 9.66 min	T. planchas eva 0.25min	C. tacos 8.72 min	
50		Inspección y tendido de tela (2.93 min)				Inspección y tendido de tela (0.69 min)		
60		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
70		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
80		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
90		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
100	Corte plantas de esponja 15.34 min	T. g. tacos 0.28 min		Corte tiras 28.08 min	Corte plantas de eva 17.02 min	T. gaveta 0.22min	C. plantas de eva 14.24 min	Pulido de tacos 19.51 min
110		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
		T. p. plantas eva 1.20 min				T. regreso 0.48 min		
		T. p. esponja 0.77 min				T. planchas de eva 0.25 min		
120	Corte tiras 31.75 min	Preparación planchas de eva 0.78 min			Corte plantas de esponja 15.34 min	T. p. plantas eva 1.20 min	C. plantas de esponja 13.86 min	
		Trabajo H-M				Trabajo H-M		
		Inspección y tendido de esponja (0.70 min)				Trabajo H-M		
		Amarrado de tiras y puesta de tallas 0.35 min				T. p. plantas eva 1.20 min		
		T. Tiras 0.25 min				T. p. esponja 0.77 min		

Nomenclatura: min.: Minutos ,T.: Transporte, H-M.: Hombre-Máquina, C.: Corte, p.: Plantas de eva

Análisis de utilización						
Detalle de tiempos	Operario 1	Máquina 2 (T2)	Máquina 3 (T3)	Operario 6	Máquina 4 (T4)	Máquina pulidora
Inactivo (min)	0	40.2	90.50	30.41	59.63	99.39
Trabajo (min)	118.93	78.73	28.08	88.52	59.30	19.51
Ciclo (min)	118.93	118.93	118.93	118.93	118.93	118.93
Utilización (%)	= $\frac{118,93}{118,93}$ = 100%	= $\frac{78,73}{118,93}$ = 66.20%	= $\frac{28,08}{118,93}$ = 23.61%	= $\frac{88,52}{118,93}$ = 74.43%	= $\frac{59,30}{118,93}$ = 49.86%	= $\frac{19,51}{118,93}$ = 16.40%

Fig. 46. Diagrama hombre - máquina (anterior)

### Matriz de selección o prioridades

Con la matriz de prioridades se tiene un enfoque lógico para evaluar y seleccionar las mejores opciones en cuanto a las máquinas troqueladoras que deben seguir utilizándose, dicho análisis se basa en el establecimiento de criterios de ponderación que se califican de acuerdo a cada máquina.

**Paso 1: Plantear el objetivo,** seleccionar que máquinas poseen las mejores características para continuar siendo utilizadas en el proceso productivo.

**Paso 2: Generar los criterios,** estos son: la vida útil, nivel de ruido y velocidad de carrera, para evaluarlos se toma en cuenta la opinión de los trabajadores que operan en estas máquinas debido al tiempo y experiencia que tienen trabajando con estas.

- **Vida útil,** para este criterio se toma en cuenta el año de fabricación de cada máquina y su estado actual, Tabla 26:

Tabla 26. Criterio de vida útil

Máquinas	Año de fabricación	Estado actual
Máquina (T2)	1997	buen estado
Máquina (T3)	2015	excelente estado
Máquina (T4)	1993	buen estado

- **Nivel de ruido,** en los tres casos el ruido es de impacto y se clasifica cualitativamente, Tabla 27:

Tabla 27. Criterio de nivel de ruido

Máquinas	Decibeles (dB)
Máquina (T2)	(+ +)
Máquina (T3)	(- -)
Máquina (T4)	(+ -)

- **Velocidad de carrera,** al momento de realizar cortes en las máquinas T2 y T3, estas son fáciles de operar y en sí trabajan con mayor velocidad que la máquina T4 puesto que en esta última el proceso de descendimiento de la plancha de presión es más lento que en la máquina T2 y T3, Tabla 28:

Tabla 28. Criterio de velocidad de carrera

Máquinas	Distancia de carrera		Tiempo		Velocidad de carrera	
	mm	cm	seg		mm/seg	cm/seg
Máquina (T2)	200	20	00:03.1	3.1	64.52	6.45
Máquina (T3)	100	10	00:01.4	1.4	71.43	7.14
Máquina (T4)	150	15	00:04.6	4.6	32.61	3.26

**Paso 3: Comparación de los criterios**, para comparar la importancia de cada criterio se emplea la siguiente escala de valores [27]:

- 10 = Mucho más importante o mucho mejor
- 1/5 = Menos importante o peor
- 5 = Más importante o mejor
- 1/10 = Mucho menos importante o mucho peor
- 1 = Igual

Los criterios (Tabla 29) se comparan en la matriz de pares (Tabla 30):

**Tabla 29. Criterios**

C1	Vida útil
C2	Nivel de ruido
C3	Rapidéz de trabajo

**Tabla 30. Comparación de criterios por pares**

	C1	C2	C3	SUMA	Factor de ponderación (F.P.)
C1		10	5	15	0.732
C2	0.1		0.2	0.3	0.015
C3	0.2	5		5.2	0.254
<b>Total:</b>				20.5	

**Paso 4: Comparación de las máquinas**, esta se hace con respecto a cada criterio: nivel de ruido Tabla 31, vida útil Tabla 32 y velocidad de carrera Tabla 33.

**Tabla 31. Comparación del criterio de nivel de ruido**

Nivel de ruido					Peso de la opción (P.O.)
	T2	T3	T4	SUMA	
T2		0.1	0.2	0.3	0.015
T3	10		5	15	0.732
T4	5	0.2		5.2	0.254
<b>Total:</b>				20.5	

**Tabla 32. Comparación del criterio de vida útil**

Vida útil					Peso de la opción (P.O.)
	T2	T3	T4	SUMA	
T2		0.2	5	5.2	0.254
T3	5		10	15	0.732
T4	0.2	0.1		0.3	0.015
<b>Total:</b>				20.5	

**Tabla 33. Parámetro de velocidad de carrera**

Velocidad de carrera					Peso de la opción (P.O.)
	T2	T3	T4	SUMA	
T2		1	5	6	0.293
T3	1		5	6	0.293
T4	0.2	0.2		0.4	0.020
<b>Total:</b>				12.4	

**Paso 5: Puntaje final**, es el resultado de la multiplicación del factor de ponderación con el respectivo peso de cada criterio y finalmente la suma de los mismos, Tabla 34. Tomando en cuenta los parámetros anteriormente señalados se obtiene que las mejores opciones son las máquinas T3 y T2, con un puntaje final de 0.620 (T3) y 0.260 (T2), por

ende la máquina T4 que obtuvo un puntaje de 0.019 se eliminará del proceso productivo, ya que presenta falencias en su velocidad de carrera y vida útil.

**Tabla 34 Puntaje final de opciones**

	Vida útil		Nivel de ruido		Velocidadde carrera		Puntaje final
	F.P.	P.O.	F.P.	P.O.	F.P.	P.O.	
T2	0.732	x 0.254	0.015	x 0.015	0.254	x 0.293	0.260
	0.18560		0.00021		0.07424		
T3	0.732	x 0.732	0.015	x 0.732	0.254	x 0.293	0.620
	0.53540		0.01071		0.07424		
T4	0.732	x 0.015	0.015	x 0.254	0.254	x 0.020	0.019
	0.01071		0.00371		0.00495		

### Reasignación de actividades

Una vez seleccionadas las máquinas con las que se va a trabajar, se procede a reasignar las actividades buscando la combinación que ayude a equilibrar la carga de trabajo.

Al analizar las actividades que realizan los dos operarios de corte según el diagrama hombre-máquina Fig. 46, se observa que entre las actividades que desempeña el operario 6 existe una que corresponde al pulido de tacos, la cual puede ser asignada a otro operario que no tenga tanta carga de trabajo. Se tiene que las áreas con menor tiempo de ciclo asignado son la de bordado, aparado y preparación de material por ende la actividad de pulido puede ser asignada a cualquiera de estas áreas, pero tomando en cuenta que el tiempo del bordado es variable y en el aparado se eliminaría 2 puestos de trabajo sólo quedaría como opciones la preparación de material.

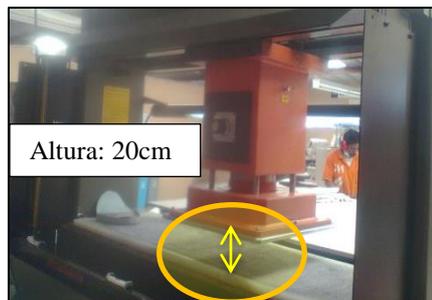
Ahora sólo queda reasignar las actividades que estrictamente se relacionan con el uso de troqueles, por lo que se procede a estudiar los siguientes parámetros:

- **Materiales**, se tiene que el operario 1 corta telas, mientras que el operario 6 trabaja con planchas de esponja, eva, cartón y metros de tela para forros. Para saber con qué materiales se puede trabajar en cada máquina se compara las alturas totales de la Tabla 35, con la altura máxima de ascenso de la bandeja de presión de cada máquina.
- **Maquinaria**, con relación a la maquinaria se puede decir que en la máquina (T2) la plancha de presión puede ascender hasta 20 cm Fig. 47, por lo que en ésta se puede cortar todos los materiales enunciados anteriormente, lo que no ocurre en el caso de la máquina (T3) cuya plancha de presión asciende un máximo de 10cm Fig. 48 que

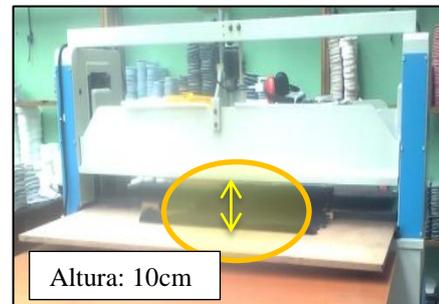
al ser comparada con la altura total requerida para cortar las esponjas existe tan sólo un centímetro y medio de diferencia para poder manipular este material, por esta razón es recomendable que en esta no se corte las plantas de esponja.

**Tabla 35. Materiales de corte**

Material	Descripción	Altura máxima	Altura Total (+ 2.5cm)
<b>Puesto de trabajo - Operario 1</b>			
Tela para capelladas, plantillas y tiras	4 (5 mm)	2 cm	4.5 cm
<b>Puesto de trabajo - Operario 6</b>			
Planchas de esponja	4 capas (15mm) o 3 capas (20mm)	6 cm	8.5 cm
Planchas eva (Tacos y plantas de eva)	4 - 6 capas (6 mm)	3.6 cm	6.1 cm
Planchas de cartón (Paquetes de cartón)	1 paquete de 8 planchas	2 cm	4.5 cm
Tela de forros (Forro capelladas)	4 - 6 capas (5 mm)	3 cm	5.5 cm



**Fig. 47. Máquina troqueladora T2**



**Fig. 48. Máquina troqueladora T3**

Según lo analizado anteriormente, junto con las modificaciones del personal de área de aparado se procede a reasignar las tareas tomando en cuenta la Tabla 36 en la cual se detalla la precedencia de las actividades.

**Tabla 36. Precedencia de actividades (modificada)**

Nº	Actividades	Tiempo de producción (min/120pares) [A]	Nº Operarios [B]	Tiempo de producción según el num. operarios (min/120 pares) [C= A/B]	PRECEDENCIA
1	A Corte de capelladas	29.25	1	29.25	-
2	B Bordado	281.71	4	70.43	A
3	C Corte plantas de tela	57.93	1	57.93	A
4	D Corte de tiras	31.75	1	31.75	C
5	E Corte de forros	26.01	1	26.01	-
6	F Cosido o Aparado	898.55	10	89.86	B,C,D,E
7	G Corte de tacos	9.67	1	9.67	E
8	H Pulido de tacos	20.49	1	20.49	G
9	I C. de plantas de eva	17.02	1	17.02	G
10	J C. de plantas de esponja	15.34	1	15.34	I
11	K Preparación de material	75.83	1	75.83	H,I,J
12	L Plantado	309.67	3	103.22	F,K
13	M Cosido de puntas	88.2	1	88.20	L
14	N Control de calidad	215.28	2	107.64	L

Las combinaciones de actividades se muestran en la Fig. 49:

COMBINACION 1				COMBINACION 2				COMBINACION 3				COMBINACION 4			
C. capelladas 29.25min		C. forros 26.01 min		C. capelladas 29.25 min	C. tacos 9.67 15.34	C. forros 26.01 min		C. capelladas 29.25 min		C. forros 26.01 min		C. capelladas 29.25 min	C. forros 26.01 min		
Boradado 70.43 min	C. tacos 9.67 min	C. tiras 31.75 min		Boradado 70.43 min	C.p. eva 17.02 min	C. tiras 31.75 min	Pulido de tacos 20.49 min	Boradado 70.43 min	C. plantas de tela 57.93 min	C. tiras 31.75 min		Boradado 70.43 min	C. plantas de tela 57.93 min	C.p. esponja 15.34 min	Pulido de tacos 20.49 min
Aparado 89.86 min	C. plantas de tela 57.93 min	C.p. esponja 15.34min	Pulido de tacos 20.49 min	Aparado 89.86 min	C. plantas de tela 57.93 min	Preparación de material 75.83 min		Aparado 89.86 min	C.p. eva 17.02 min	C.p. esponja 15.34 min	C.p. eva 17.02 min	Aparado 89.86 min	C. tiras 31.75 min	Preparación de material 75.83 min	
		Preparación de material 75.83 min								Preparación de material 75.83 min					
Tiempos asignados (min)				Tiempos asignados (min)				Tiempos asignados (min)				Tiempos asignados (min)			
Bordado: 70.43 - 0.59	Corte 1: 96.85 - 0.81	Corte 2: 90.12 - 0.75	Prp. Mat. y puld.:96.3 2-0.80	Bordado: 70.43 - 0.59	Corte 1: 104.20 - 0.87	Corte 2: 82.77 - 0.69		Bordado: 70.43 - 0.59	Corte 1: 103.82 - 0.87	Corte 2: 99.79 - 0.83	Prp. mat y puld.: 96.32-0.80	Bordado: 70.43 - 0.59	Corte 1: 118.93 - 0.99	Corte 2: 68.04 - 0.57	Prp.mat- Puld.: 96.32-0.80
Aparado: 89.86 - 0.75				Aparado: 89.86 - 0.75		Prp. Mat y Pul.:96.32 -0.80		Aparado: 89.86 - 0.75				Aparado: 89.86 - 0.75			
DIFERENCIA: 23.59 min				DIFERENCIA: 35.46 min				DIFERENCIA: 13.92 min				DIFERENCIA: 64.92 min			
takt time: 0.99 min															

Fig. 49. Combinaciones de reasignación de actividades

Al analizar las cuatro combinaciones se establece que la mejor alternativa es la tercera, ya que se logra mayor equilibrio de tiempos asignados y además se genera menor tiempo de esperas, teniéndose así una diferencia aproximada de 13.92 (min) con relación a las líneas paralelas de producción mencionadas en la Fig. 40 referente al diagrama de Gantt.

- **Área de corte 1:** corte de capelladas y corte de plantas de tela.
  - **Área de corte 2:** corte de forros, corte de tiras, corte de plantas de eva, corte de tacos y corte de plantas de esponja.
3. *El segundo parámetro a mejorar es cambiar la distribución interna del área de plantado, haciendo que esta se modifique de una distribución por procesos (o por lotes) a una distribución por producto.*

En el caso del área de plantado se tiene una distribución interna por proceso, ya que existen dos sub-áreas de trabajo: una para los plantadores (3 operarios) y otra para el

cosido de puntas (1 operario), las dos se ubican secuencialmente; como se observa en la Fig. 50, las actividades del grupo 1 y 3 son realizadas por los plantadores y las del grupo 2 por el operario de cosido de puntas.

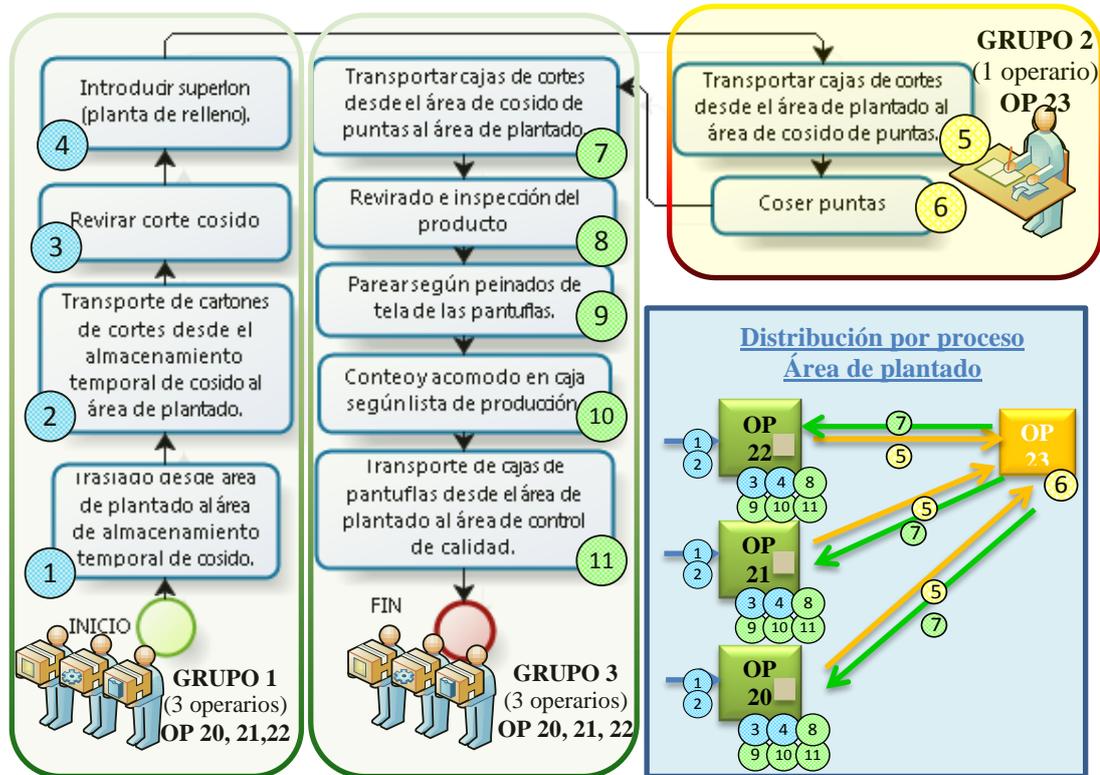


Fig. 50. Distribución anterior del área de plantado

Este proceso se modifica de tal forma que se tiene una producción en línea (distribución por producto, serie o cadena), es decir, los puestos de esta área de trabajo se ordenan alineadamente según la secuencia que debe seguirse en la fabricación.

En la Fig. 51, se presenta el flujograma de producción de la nueva distribución, además, al implantar este tipo de distribución se obtiene las siguientes ventajas:

- **Menor tiempo de ciclo del plantado de un par**, en una prueba desarrollada se obtiene que el tiempo desde que entra el producto a ser procesado hasta que sale disminuye en cerca de un 17% ( tiempo de plantar un par - anterior: 3.32min / modificado: 2.73min - ANEXO 4), esto se da como el resultado de tener un flujo continuo de material de puesto a puesto de trabajo, eliminándose con ello los tiempos de espera que se da cuando las cajas de pantuflas semi-armadas salen de la sección de plantado a la sección de cosido de puntas.

- **Disminuye el costo de acarreo**, se elimina el transporte de las cajas de pantuflas semi-armadas entre la sección de plantado a la sección de cosido de puntas.
- **Menor superficie requerida**, en el caso de la distribución en línea la superficie de trabajo es menor a diferencia de la distribución por proceso equivalente, esto debido a que se minimiza el espacio de almacenamiento de productos en proceso como es en el caso de la sección de cosido de puntas que existía un área para las cajas de pantuflas en espera de ser cosidas y se plantea su eliminación por el tipo de distribución (por producto) ; pero en este caso la reducción de la superficie del área se contrarresta con el espacio requerido por la normativa de seguridad en cada puesto de trabajo y pasillos.

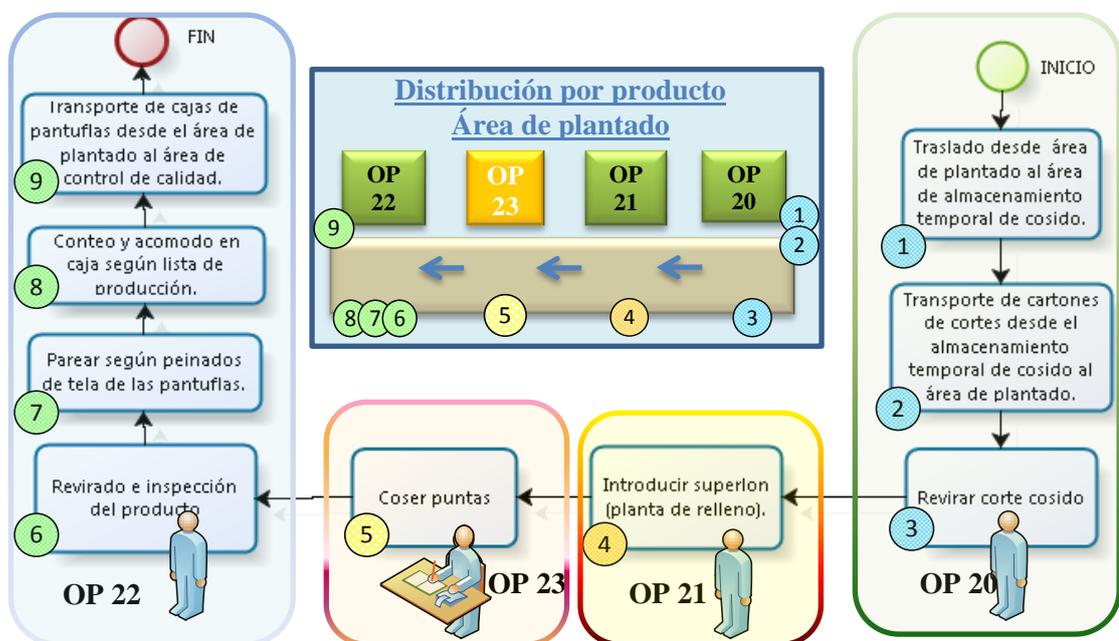
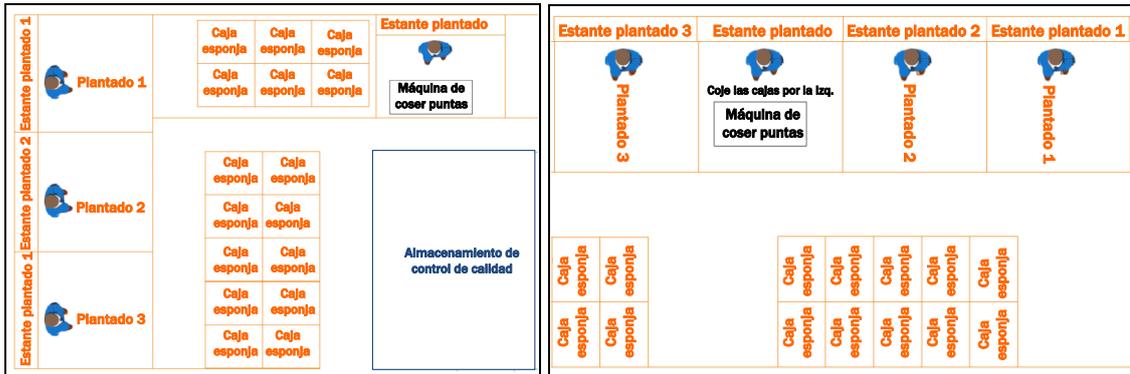


Fig. 51. Distribución modificada del área de plantado

Para tener un correcto funcionamiento de este tipo de distribución se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Las **actividades** de cada puesto de trabajo deben estar **equilibradas**, es decir, sus tiempos de operación deben ser similares (flujo continuo - sin cuellos de botella).
- En el **caso de la ausencia** de algún **operario** de la línea de producción es necesario su inmediato reemplazo, ya que afectaría la producción. Por último, se debe tener mucho cuidado con los **cambios de diseño del producto** puesto que esta línea de producción es poco flexible y puede no acoplarse adecuadamente los cambios en el ritmo de producción o a su vez en las actividades.

En la Fig. 52, se muestra el diseño original y modificado de esta área de trabajo.



**Fig. 52. Diseño de la distribución del área de plantado (Por proceso – Por producto)**

Los tiempos de producción modificados en esta área se muestran en la Tabla 37, en dichos tiempos aún no se modifica los tiempos de transporte ya que estos tiempos se cambiara cuando ya se tenga el nuevo diseño de las instalaciones.

**Tabla 37. Tiempos modificados del área de plantado**

Áreas de trabajo	Operarios	Actividades	Tiempo de ciclo por lote			Tiempo de ciclo por par	
			T. de producción (min/120 pares) [A]	Nº Operarios [B]	T.de producción según num.operarios (min/120pares)	T. de producción (min/par)	T. de producción según área (min/par)
A. plantado	OP. 20-23	Revirado	74.37	1	<b>74.37</b>	0.62	2.74
		I. plantilla de relleno	79.58	1	<b>79.58</b>	0.66	
		Cosido de puntas	85.68	1	<b>85.68</b>	0.71	
		Terminado	88.59	1	<b>88.59</b>	0.74	

La actividad de terminado es la que más se demora con 0.74 min/par, por lo que se toma como tiempo de ciclo de toda el área para realizar posteriormente en el análisis del balanceo de la línea. Se debe acotar que, para facilitar el trabajo de introducir las plantillas de relleno en la pantufla se emplea una nueva herramienta Fig. 53.



**Fig. 53. Herramienta para introducir las plantillas de relleno en la pantufla**

4. Ubicar las bodegas en un solo sector, resolviendo con esto los problemas que acarrea y el aislamiento entre estas.

Al unir las bodegas en una sola sección se facilita el trabajo del bodeguero, pues no tendrá que recorrer largas distancias de una bodega a otra, además de brindar mayor seguridad, ya que dos de estas tienen libre acceso de los trabajadores. Asimismo, se sugiere la utilización de un software que ayude a mantener actualizado y controlado el inventario.

#### 4.5.1. Análisis del equilibrio de la producción pre-modificada

Para este análisis se organiza la información en la Tabla 38, en la cual ya se toma en cuenta las modificaciones planteadas anteriormente para equilibrar la producción.

**Tabla 38 . Tiempos de ciclo pre-modificados**

N°	Áreas de trabajo	Actividades	Tiempo de ciclo por lote		Tiempo de ciclo por		Tiempo asignado (min/par) [E=D/B]	Capacidad (pares/día) [G=(60*8)/E]	
			T. de producción (min/120pares) [A]	N° Operarios [B]	T. de producción según num.operarios (min/120pares) [C= A/B]	T. de producción (min/par) [D=A/120]			T. de producción según área (min/par) [D=A/120]
1	Corte 1	Corte de capelladas	29.25	1	29.25	0.24	0.73	0.73	661
		Corte plantas de tela	57.93		57.93	0.48			
2	Bordado	Bordado	281.70	4	70.43	2.35	2.35	0.59	792
3	Corte 2	Corte de tiras	31.75	1	31.75	0.26	0.83	0.83	577
		Corte de forros	26.01		26.01	0.22			
		Corte de tacos	9.67		9.67	0.08			
		Corte de plantas de eva	17.02		17.02	0.14			
		Corte de plantas de esponja	15.34		15.34	0.13			
4	Aparado	Cosido o aparado	898.55	10	89.86	7.49	7.49	0.75	577
5	Preparación de material	Pulido de tacos	20.49	1	20.49	0.17	0.80	0.80	598
		Preparación de material	75.83		75.83	0.63			
6	Plantado	Plantado	88.59	1	88.59	0.74	0.74	0.74	649
7	Control de calidad	Control de calidad	215.28	2	107.64	1.79	1.79	0.90	535
<b>Total:</b>				<b>20</b>					

Además, como ya se enunció anteriormente a estos tiempos aún les hace falta modificar los tiempos de transporte, por lo que hasta el momento este análisis sirve para saber los beneficios que se obtiene tan solo con modificar el sistema productivo.

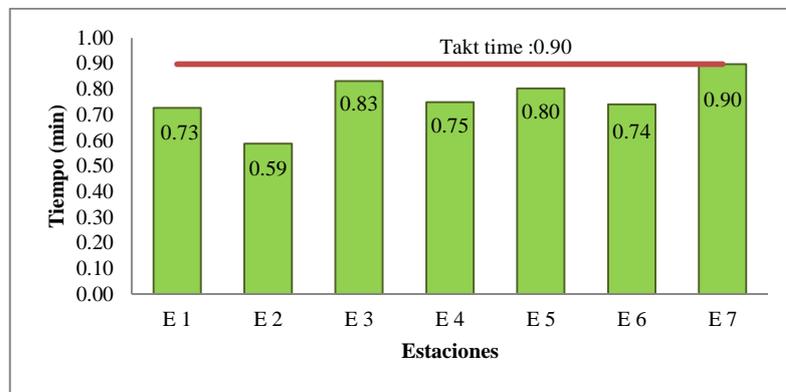
A continuación se muestra la información requerida para el balanceo de la línea de producción de pantuflas básicas plantado premium:

- La línea de producción tiene 7 puestos de trabajo.
- El tiempo de ciclo de la producción será el tiempo asignado del área más lenta, que ahora es: 0.90 min el cual también corresponde al takt time.
- El tiempo de proceso es de 5.33 (min).

Todos estos datos se resumen en la Tabla 39, además en la Fig. 54 se muestra el diagrama del equilibrio de la línea de producción pre-modificado.

**Tabla 39 . Equilibrio de la producción pre-modificada**

Estaciones de trabajo	Áreas de trabajo	Tiempo de ciclo por par (min/par)	N° de operarios	Tiempo asignado por área (min/par)	TAKT TIME	Eficiencia %	Indicador de producción (pares/min)
E 1	Corte 1	0.73	1	0.73	0.90	81%	1
E 2	Bordado	2.35	4	0.59	0.90	65%	2
E 3	Corte 2	0.83	1	0.83	0.90	93%	1
E 4	Aparado	7.49	10	0.75	0.90	83%	1
E 5	Preparación de material y pulido	0.80	1	0.80	0.90	89%	1
E 6	Plantado	0.74	1	0.74	0.90	82%	1
E 7	Control de calidad	1.79	2	0.90	0.90	100%	1
<b>Tiempo total de proceso</b>				<b>5.33</b>			



**Fig. 54 . Diagrama pre-modificado del equilibrio de la línea de producción**

En base a la información modificada se tiene una eficiencia de 84.60%

$$\text{Eficiencia} = \frac{5.33 \text{ min}}{7 \times 0.90 \text{ min}} \times 100 = 84.60 \%$$

Cuando se evaluó la línea de producción original se obtuvo una eficiencia del 76.52% y con los cambios planteados esta se modificó a un 84.60%, es decir, aumento en alrededor de un 8.08%, lo que quiere decir que se logra un mayor equilibrio de trabajo.

También se tiene que el takt time se reduce de 0.99 min a 0.90 min, lo que indica que se acelera el ritmo de la producción y por ende se tiene una mayor capacidad de producción. Como se observa en la Tabla 38, se da con un incremento de 51 pares por día resultando en un total de 535 pares por turno, así mismo, en la Tabla 39 la eficiencia de cada estación con respecto al takt time también mejora siendo ahora solo el área de bordado la que más se aleja, pero como este tiene un tiempo variable igualmente puede llegar a mejorar.

#### 4.6. Análisis de las condiciones de seguridad (anterior)

Una vez analizado el proceso y sistema productivo es necesario también analizar las condiciones anteriores de seguridad ya que este es aspecto se relaciona con el desempeño de los operarios. En esta fase, se toma como referencia algunas normativas vigentes en el Ecuador concernientes al diseño que debe tener las instalaciones de los centros de trabajo bajo los criterios de seguridad y salud en el trabajo.

#### Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo – 2393

Este reglamento tiene como objetivo la prevención disminución o eliminación de riesgos del trabajo y el mejoramiento del ambiente de trabajo [34], la evaluación de su cumplimiento se detalla en la Tabla 40.

**Tabla 40 . Evaluación de las instalaciones - Decreto Ejecutivo 2393**

Artículo	Detalle	Cumple o no cumple
<b>Título I – Disposiciones generales</b> <b>Capítulo II, Edificios y Locales</b>		
<b>Art.22.- Superficie y ubicación en los locales y puestos de trabajo</b>	Los locales de trabajo reunirán las siguientes condiciones mínimas: Los locales de trabajo tendrán 3 metros de altura del piso al techo como mínimo (Reforma-Altura (min) 2,30m con garantía de renovación constante de aire).	Si(x) No( )
	Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán: a) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador b) Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador	Tabla 41
<b>Art.23.- Suelos, techos y paredes</b>	El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, liso y continuo. Será de material consistente, no deslizante o susceptible de serlo por el uso.	Si(x) No( )
	Los techos y tumbados deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.	Si(x) No( )
	Las paredes serán lisas, pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y desinfectadas.	Si(x) No( )
	Los tumbados y paredes deben tener un inlucido firme adherido a fin de evitar los desprendimientos de materiales de estos.	Si(x) No( )
<b>Art.24.- Pasillos</b>	Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado a su utilización. La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo.	Si( ) No(x)
	No será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.  Cuando existan aparatos con partes móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacio libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse.	

	<p><b>Sugerencia:</b>  <i>*Es necesario analizar esta distancia en todas las áreas de trabajo ya que algunos trabajadores se han quejado de tener espacio reducido en dichos pasillos. En la Fig. 55, se observa que en el área de corte (T4) existe un pasillo de 500milímetros de ancho.</i></p>  <p><b>Fig. 55. Pasillo del área de corte (T4)- necesidad de ampliar los pasillos internos en los puestos de trabajo según la normativa</b></p>	
	<p>Los pasillos, galerías y corredores se mantendrán en todo momento libre de obstáculos y objetos almacenados.</p> <p><b>Sugerencia:</b>  <i>*Es recomendable cumplir con este ítem ya que con ello se estará resguardando la integridad de los trabajadores, evitando riesgos de accidentes.</i></p>	Si ( ) No(x)
<p><b>Art.26.- Escaleras fijas y de servicio</b></p>	<p>Las escaleras, excepto las de servicio, tendrán al menos 900 milímetros de ancho y estarán libres de todo obstáculo.</p>	Si(x) No( )
	<p>Las escaleras entre paredes estarán provistas de al menos un pasamano, preferentemente situado al lado derecho en sentido descendente.</p> <p><b>Sugerencia:</b>  <i>Es recomendable que la escalera se cambie de lado colocando el pasamano al lado derecho en sentido descendente, además con ello se gana más espacio al final de la escalera de tal forma que se podría colocar un puesto de trabajo allí, Fig. 56 .</i></p>  <p><b>Fig. 56. Mal ubicación de la escalera fija - área productiva</b></p>	Si( ) No(x)
<p><b>Art.33.- Puertas y salidas</b></p>	<p>Las salidas y puertas exteriores de los centros de trabajo, cuyo acceso será visible o debidamente señalizado, serán suficientes en número y anchura, para que todos los trabajadores ocupados en los mismos puedan abandonarlos con rapidez y seguridad.</p>	Si (x) No()
	<p>En los accesos a las puertas, no se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.</p>	Si (x) No()
	<p>El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200.</p>	<b>OBS.:</b> De las 3 puertas existentes solo la principal cumple.
	<p>Se procurará que las puertas abran hacia el exterior.</p>	Si( ) No(x) <b>OBS.:</b> Solo la puerta principal se abre hacia

		el exterior.
	Las puertas de acceso deben permanecer abiertas durante los períodos de trabajo, y en todo caso serán de fácil y rápida apertura. <b>Sugerencia:</b> <i>*Mantener habilitadas todas las salidas de emergencia, sobretodo verificar el correcto funcionamiento de las mismas y que se tenga un fácil acceso y rápida apertura de las mismas.</i>	Si(x) No( )
<b>Capítulo III, servicios permanentes</b>		
<b>Art.41.- Servicios higiénicos</b>	El número necesario de elementos para el aseo personal, debidamente separados por sexo, se ajustará a: un excusado por cada 25 varones y uno por cada 15 mujeres. Además, un lavabo por cada 10 trabajadores. <b>Sugerencia:</b> <i>Incrementar un lavabo.</i>	Si ( ) No(x)
<b>Art.42.- Excusados y urinarios</b>	Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1 metro de ancho por 1,20m de largo y 2,30m de altura. Además tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.	Si (x) No( )
<b>Capítulo V, Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos</b>		
<b>Art.53.- Condiciones generales ambientales: ventilación y temperatura y humedad</b>	En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en: * Primer lugar, su generación * Segundo lugar, su emisión * Tercer lugar, acción sobre su transmisión  Sólo cuando resulten técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.	Si (x) No( ) <b>OBS.:</b> En su mayor parte.
<b>Art.55. Ruidos y vibraciones</b>	Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y será objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.	Si (x) No( ) <b>OBS.:</b> En su gran mayoría.
	Se prohíbe instalar máquinas que produzcan ruido o vibración adosadas a las paredes o columnas.	Si (x) No( )
	<i>Reforma Art.33 del Decreto ejecutivo 4217</i> El límite máximo de presión sonora es de 85 decibeles escala A del sonómetro, para el caso de ruido continuo de 8 horas de trabajo. En caso de que el trabajo requiera actividad intelectual no excederá de 70 decibeles.	(Redistribución)
<b>Título III – Aparatos, máquinas y herramientas</b> <b>Capítulo I, Instalaciones de máquinas fijas</b>		
<b>Art.74. Separación de las máquinas</b>	La separación entre las máquinas deberá ser suficiente para que los operarios trabajen holgadamente y sin riesgos.  Para las necesidades de mantenimiento la distancia mínima entre partes fijas o móviles más salientes de máquinas independientes, no debe ser inferior a 800 milímetros. Se establece una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto de trabajo, o en su caso la parte más saliente de la máquina de mínimo 400 milímetros.  <b>Sugerencia:</b> <i>Es necesario analizar este punto en todas las áreas de trabajo, pero sobretodo en el área de corte T1 como se enuncia en el Art. 129. Y se describe visualmente en la Fig. 61.</i>	Si ( ) No(x)

<p><b>Art.75. Colocaci3n de materiales y 3tiles</b></p>	<p>Se establecer3 en las proximidades de las m3quinas zonas de almacenamiento de material de alimentaci3n y de productos elaborados, de modo que estos no sean obst3culo para los operarios.</p> <p><b>Sugerencia:</b> *Es necesario mantener un 3rea de almacenamiento temporal pr3ximo a las 3reas de corte para que no exista desorden cuando las telas son trasladadas hasta las 3reas de trabajo y permanecen en espera de ser utilizadas, Fig. 57.</p> 	
	<p><b>Fig. 57. Almacenamiento de material para procesar – poco orden en el almacenamiento de materia prima para procesar</b></p> <p>Los 3tiles de las m3quinas se deben guardar junto a estas, estar3n debidamente colocadas y ordenadas en armarios, mesa o estantes adecuados.</p> <p><b>Sugerencia:</b> *Es necesario colocar un estante con los moldes empleados en el corte de tiras que se realiza en el 3rea de corte de la m3quina T3, ya que en este caso dichos moldes son almacenados en otra 3rea de trabajo (3rea de corte de la m3quina T2),Fig. 58.</p> 	<p>Si (x) No()</p> <p><b>OBS.:</b> En algunos casos existe desorden y lo materiales o 3tiles son almacenados en lugares alejados del 3rea de trabajo.</p>
	<p><b>Fig. 58 . Moldes de troquelar tiras – Falta de colocaci3n de materiales y 3tiles cerca del 3rea de trabajo.</b></p> <p>*Se recomienda tener mayor orden en cuanto al almacenamiento de los productos empleados en el 3rea de estampado, lo cual ayudar3 igualmente a desarrollar una mejor labor, Fig. 59 .</p>  <p><b>Fig. 59. Almacenamiento de sustancias usadas en el estampado-poco orden.</b></p>	
<p><b>Cap3tulo II, Protecci3n de m3quinas fijas</b></p>		
<p><b>Art.76.- Instalaci3n</b></p>	<p>Todas las partes m3viles de motores, 3rganos de transmisi3n y m3quinas, agresivos por acci3n atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante,</p>	<p>Si ( ) No(x)</p>

<p><b>n de resguardos y dispositivos de seguridad</b></p>	<p>abrasiva y proyectiva en que resulte técnica y funcionalmente posible, serán eficazmente protegidos mediante resguardos u otros dispositivos de seguridad.</p> <p><b>Sugerencia:</b>  <i>*Se recomienda instalar resguardos en la máquina troqueladora T3 ya que en esta existe riesgos de atrapamiento en la parte posterior de la bandeja de presión (No existe un dispositivo que impida el descenso de dicha bandeja cuando allí existe la presencia de algún objeto),Fig. 60.</i></p> 	
<p><b>Art. 77. Características de los resguardos de máquinas</b></p>	<p>Los resguardos deberán cumplir con las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Suministren una protección eficaz.</li> <li>*Prevengan todo acceso a la zona de peligro durante las operaciones.</li> <li>*No ocasionen inconvenientes ni molestias al operario.</li> <li>*No interfieran innecesariamente la producción.</li> <li>*Constituyan preferentemente parte integrante de la máquina.</li> <li>*Esté construido de material metálico o resistente a impactos.</li> <li>*No constituyan un riesgo en sí.</li> <li>*Estén fuertemente fijados a la máquina.</li> </ul>	
<p><b>Título IV – Manipulación y transporte</b>  <b>Capítulo V. Manipulación y almacenamiento</b></p>		
<p><b>Art.128, Manipulación de materiales</b></p>	<p>El transporte o manejo de materiales deberá ser mecanizado, utilizándose carretillas, vagones, grúas, etc. El peso máximo de la carga que soportan los trabajadores es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Varones hasta 16 años (35 libras)</li> <li>- Mujeres hasta 18 años (20 libras)</li> <li>- Varones de 16 a 18 años (50 libras)</li> <li>- Mujeres entre 18 a 21años (25 libras)</li> <li>- Mujeres de 21 años o más (50 libras)</li> <li>- Varones de más de 18 años (hasta 175 libras)</li> </ul>	<p>Si(X) No( )  <b>OBS.:</b>          Existe un carrito metálico para transportar las plantas de caucho.</p>
<p><b>Art. 129.- Almacenamiento de materiales</b></p>	<p>Los materiales serán almacenados de forma que no se interfiera con el funcionamiento adecuado de las máquinas u otros equipos, el paso libre en los pasillos y lugares de tránsito.</p> <p><b>Sugerencias:</b>  <i>*En el área del troquel T1, Es necesario asignar un estante o a su vez asignar un lugar específico para almacenar las cajas de material preparado ya que al momento de realiza el manteniendo se debe mover dichas cajas que están ubicadas alrededor de la máquina hacia los pasillos aledaños Fig. 61 .</i></p>  <p><b>Fig. 61.Área de corte T1-necesidad de lugar de almacenamiento de cajas</b></p> <p><i>*Es necesario establecer un lugar específico y adecuado para el almacenamiento de producto terminado, ya que muchas veces el lugar</i></p>	<p>Si( ) No(x)</p>

	<p><i>designado actualmente no es suficiente y por ende se coloca en cualquier área que exista espacio, Fig. 62.</i></p>  <p><b>Fig. 62. Almacenamiento de producto terminado – falta de una zona adecuada.</b></p> <p>El apilado debe estar en debidas condiciones de seguridad, tomando en cuenta que debe existir estabilidad de la ruma.</p>	
<b>Capítulo III, Instalación de extinción de incendios</b>		
<p><b>Art.155. Art. 159, Extintores móviles</b></p>	<p>Se considera como instalaciones de extinción: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción, más de talles en el Reglamento de Seguridad 2393.</p> <p>Según la clasificación de los extintores según su agente extintor se tiene: extintor de agua, de espuma, de polvo, anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), de hidrocarburos halogenados y específicos para fuegos de metales.</p> <p>Los extintores se ubicarán en lugar donde exista mayor probabilidad de generarse un incendio, próximos a las salidas de los locales, en lugares de visibilidad y acceso y altura no superior a 1.70metros contados desde la base del extintor. Cubrirán un área entre 50 y 150 metros cuadrados según el riesgo de incendio y la capacidad del extintor.</p>	<p>Si(x) No( ) (Tomar en cuenta para la investigación)</p>
<b>Título VI – Protección personal</b>		
<p><b>Art.175. Disposiciones generales</b></p>	<p>Los medios de protección personal permiten, en lo posible, la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento. Además, se debe renovar oportunamente los medios de protección personal, o sus componentes, de acuerdo con sus necesidades y características.</p>	<p>Si(x) No() <b>OBS.:</b> mejorar</p>
<p><b>Art. 180. Protección de vías respiratorias</b></p>	<p>Para un ambiente contaminado pero con suficiente oxígeno se debe adoptar normas preventivas, para este caso se aplica lo siguiente: De haber contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación no inmediata, se usará equipos con filtros de retención física o química.</p> <p><b>Sugerencia:</b> <i>* En el caso de los operarios que trabajan con pegamentos de los cuales se desprenden gases medianamente fuerte, como es en el caso del área de preparación de material y empastado es necesario proveerles de mascarillas con las especificaciones mencionadas anteriormente, Fig. 63.</i></p>  <p><b>Fig. 63. Área de preparación de material - necesidad de mascarillas especiales</b></p>	<p>Si( ) No(x)</p>
<p><b>Art. 181. Protección</b></p>	<p>Se usa equipos de protección de las extremidades superiores cuando se den los siguientes riesgos:</p>	<p>Si( ) No(x)</p>

<p><b>de las extremidades superiores .</b></p>	<p>a) Contacto con agresivos químicos o biológicos.  b) Impactos o salpicaduras peligrosas.  c) Contactos de tipo eléctrico.  d) Corte, pinchazos o quemaduras.  e) Exposición a altas o bajas temperaturas.  f) Exposición a radiaciones</p> <p>Además, dichos equipos deben cumplir las siguientes características:  a) Ser flexibles, permitiendo el libre movimiento  b) En el caso de costuras, no debe causar molestias  c) Dentro de lo posible, permitirán la transpiración.</p> <p><b>Sugerencia:</b>  <i>*Se recomienda que a los trabajadores encargados de emplear moldes o troqueles se les provea de guantes que tengan la resistencia adecuada para que eviten cortaduras por la manipulación de los mismos, Fig. 64.</i></p>	
--	--	--



**Fig. 64. Áreas de corte (uso de troqueles) - necesidad de guantes de protección**

### Análisis de superficie de los puestos de trabajo

En la Tabla 41, se presenta el análisis de cada uno de los puestos de trabajo del área productiva de la empresa CM Original en cuanto a la superficie y volumen mínimos que deben tener. Como se enuncia en el Capítulo I, Art 21, inciso 4 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo – 2393, para el cálculo de superficie y volumen, se debe deducir del total, el ocupado por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.

**Tabla 41. Superficie y volumen anteriores de las estaciones de trabajo**

Puesto de trabajo	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Elementos deducibles	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie deducible total (m <sup>2</sup> )	Volumen deducible total (m <sup>3</sup> )	Mínimo 2(m <sup>2</sup> ) de superficie	Mínimo 6(m <sup>3</sup> ) de volumen
Bordado	3.83	2.26	2.30	8.66	19.91	Mesa (hilo)	1.05	0.73	0.94	0.77	0.72	4.05	10.86
						Gaveta	0.60	0.40	8.00	0.24	1.92		
						Máquina	1.20	3.00	1.78	3.60	6.41		
						<b>Total</b>				4.61	9.05		
Corte de pelón	3.83	1.67	2.30	6.40	14.71	Mesa (pelón)	1.40	0.90	0.87	1.26	1.10	4.51	12.37
						Estante	2.40	0.26	2.00	0.62	1.25		
						<b>Total</b>				1.88	2.34		
Corte troquel 2	4.33	3.72	2.30	16.11	37.05	Mesa (tela T2)	1.70	1.97	1.14	3.35	3.82	8.48	27.58
						Máquina T2	2.20	0.92	0.90	2.02	1.82		
						Mesa(moldes)	0.55	0.30	0.80	0.17	0.13		
						Estante 1	2.33	0.30	2.00	0.70	1.40		
						Estante 2	1.50	0.33	2.00	0.50	0.99		
						Estante 3	1.50	0.33	2.00	0.50	0.99		
						Mesa(moldes)	0.70	0.57	0.80	0.40	0.32		
<b>Total</b>					7.63	9.47							

Corte troquel 3	4.83	3.08	3.38	14.88	50.28	Estante 1	1.70	0.32	2.00	0.54	1.09	9.07	41.48
						Estante 2	1.70	0.32	2.00	0.54	1.09		
						Mesa(tela)	1.60	1.07	0.90	1.71	1.54		
						Máquina T3	1.85	1.25	1.60	2.31	3.70		
						Estante 3	3.30	0.21	2.00	0.69	1.39		
Total									5.81	8.80			
Corte troquel 1	4.33	4.07	2.30	17.62	40.53	Máquina T1	2.52	1.64	1.80	4.13	7.44	9.63	29.52
						Escritorio	1.40	0.70	1.30	0.98	1.27		
						Cajas	2.40	1.20	0.80	2.88	2.30		
						Total							
Corte troquel 4	4.09	3.63	3.38	14.85	50.18	Mesa(Moldes)	0.75	0.35	0.80	0.26	0.21	8.16	41.36
						Estante 1	2.40	0.35	1.80	0.84	1.51		
						Máquina T4	2.45	0.60	2.10	1.47	3.09		
						Mesa(tela)	2.17	1.65	1.00	3.58	3.58		
						Mesa aux.	0.81	0.66	0.80	0.53	0.43		
Total									6.69	8.82			
P. aparado (d. mínimas)	1.22	1.62	3.38	1.98	6.68	Máquina	1.15	0.54	1.10	0.62	0.68	0.88	5.61
						Gaveta1	0.60	0.40	0.80	0.24	0.19		
						Gaveta2	0.60	0.40	0.80	0.24	0.19		
						Total							
P. aparado (d. máximas)	1.90	1.52	3.38	2.89	9.76	Máquina	1.15	0.54	1.10	0.62	0.68	1.79	8.69
						Gaveta3	0.60	0.40	0.80	0.24	0.19		
						Gaveta4	0.60	0.40	0.80	0.24	0.19		
						Total							
Pulido	2.75	1.65	2.30	4.54	10.44	Máquina	1.20	0.50	1.00	0.60	0.60	2.92	8.53
						Pulidora	0.81	0.66	1.00	0.53	0.53		
						Gaveta1	0.60	0.40	1.60	0.24	0.38		
						Gaveta2	0.60	0.40	1.60	0.24	0.38		
						Total							
Preparación de material	5.17	4.09	3.38	21.15	71.47	Mesa(empst)	2.39	1.05	0.87	2.51	2.18	16.59	66.39
						Engomadora	0.65	0.30	1.00	0.20	0.20		
						Estante	3.77	0.30	1.80	1.13	2.04		
						Gavetas	0.60	0.40	1.20	0.24	0.29		
						Cajas espj.	0.60	0.80	0.80	0.48	0.38		
						Cjs. relleno.	1.77	1.63	1.60	2.89	4.62		
Total									4.56	5.09			
Plantado	1.96	1.78	3.38	3.49	11.79	Estante	1.78	0.40	2.00	0.71	1.42	1.82	9.60
						Caja 1	0.80	0.60	0.80	0.48	0.38		
						Caja 2	0.80	0.60	0.80	0.48	0.38		
						Total							
Cosido de puntas	4.46	1.24	3.38	5.53	18.69	Máquina	1.20	0.50	1.00	0.60	0.60	1.09	15.02
						Fila de caja 1	0.80	2.40	0.80	1.92	1.54		
						Fila de caja 2	0.80	2.40	0.80	1.92	1.54		
						Total							
Control de calidad	2.44	1.93	3.38	4.71	15.92	Mesa (c.c)	2.44	0.85	0.85	2.07	1.76	2.16	13.77
						Caja 1	0.80	0.60	0.80	0.48	0.38		
						Total							
Empastado	3.19	2.88	3.38	9.19	31.05	Mesa (p.m.)	1.47	1.05	0.87	1.54	1.34	6.09	27.60
						Engomadora	0.79	0.30	1.00	0.24	0.24		
						Estante 1 (p.m.)	2.00	0.30	2.00	0.60	1.20		
						Gaveta	0.60	0.40	1.20	0.24	0.29		
						Cajas espj.	0.60	0.80	0.80	0.48	0.38		
						Caja relleno	1.77	1.63	1.60	2.89	4.62		
Total									3.10	3.45			
Corte anual	1.95	1.86	3.38	3.63	12.26	Mesa (corte m.)	1.40	0.91	0.80	1.27	1.02	2.35	11.24
						Total							
Serigrafía	3.80	2.68	3.38	10.18	34.42	Mesa	2.45	1.22	1.00	2.99	2.99	6.07	29.47
						Estante	2.00	0.21	1.80	0.42	0.76		
						Mesa horno	1.77	0.40	1.70	0.71	1.20		
						Total							
Estampado	1.71	2.02	3.38	3.45	11.68	Mesa horno	0.92	0.92	1.60	0.85	1.35	1.65	9.55
						Cajas espj.	0.60	1.60	0.80	0.96	0.77		
						Total							
Información y casilleros	3.02	2.44	3.38	7.37	24.91	Casilleros	2.44	0.45	2.50	1.10	2.75	5.49	21.15
						Escritorio	1.10	0.71	1.30	0.78	1.02		
						Total							

Se demarca con rosado los puestos de trabajo en los que no se llega al mínimo requerido en cuanto a superficie o volumen, y con color verde los puestos de trabajo en los que existe espacio en demasía con respecto al mínimo requerido.

En ambos casos se debe realizar reajustes en las dimensiones pues se debe analizar una apropiada reubicación de los elementos que conforma cada puesto, de tal forma que no exista una sobre utilización del espacio como es el caso del puesto de preparación de material o a su vez que el espacio sea muy pequeño para realizar el trabajo como es el caso de los puestos de aparado, plantado, cosido de puntas y estampado.

### **Norma estándar para la aplicación de colores de control de riesgos (Necc2:2006)**

Con esta normativa se especifica y uniforma los colores de control de riesgos y su aplicación práctica en la demarcación de pisos, muros y señalización del sistema vial o de tránsito de recintos industriales con el fin de prevenir y controlar riesgos de incidentes operacionales que pueden suscitarse [35].

*Señalética de la delimitación del piso*, en cuanto a las dimensiones y colores de las líneas que deben limitar un espacio de almacenamiento, trabajo, etc. dentro de la empresa se explica en la Tabla 42:

**Tabla 42. Colores de demarcación de pisos**

<b>Color de líneas</b>	<b>Características</b>
<b>Amarilla</b>	Demarcan las áreas de trabajo (5 a 12 cm de ancho).
<b>Verde puro</b>	Demarcan las áreas de almacenamiento (5 a 12 cm de ancho).
<b>Blanca</b>	Demarcan las áreas interiores de tránsito o circulación de personas y de equipos (5 a 12 cm de ancho).
<b>Amarilla y negro</b>	Franjas de cruce peatonal.

### **NTE INEN 439:1984 – Colores, señales y símbolos de seguridad**

Establece la señalética que debe existir en la empresa, estas son medidas complementarias y de existencia obligatoria, que permiten prevenir, minimizar o eliminar riesgos de accidentes y demás peligros que puedan afectar la integridad física y la salud del personal.

Transmite un mensaje en un caso particular combinando una forma geométrica, color y símbolo de seguridad, puede incluir palabras, letras o números [36]. El detalle de las principales señales de seguridad a incluir en una fábrica se detalla en el ANEXO 5.

## **ETAPA 2: PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES**

### **4.7. Análisis de restricciones para la reubicación de los puestos de trabajo**

- **Área de bordado y corte**, las máquinas de bordado y corte (T2-T3) deben estar aisladas o plantear alguna forma de contrarrestar su nivel de ruido. Debido a la tubería de la ventilación de la máquina de corte laser T1, esta debe ubicarse junto a una pared que colinde con el exterior.
- **Área de plantado, empastado y preparación de material**, estas áreas se deben ubicar en un lugar ventilado, ya que ahí se trabaja con pegamentos que expiden fuertes olores, que a lo largo del tiempo son perjudiciales para la salud.
- **Área de serigrafía**, ahí se trabaja con un horno eléctrico que debe estar plegado a la pared.
- **Área de producto terminado y materia prima**, deben estar aisladas de la visibilidad de los operarios, además debe ser un lugar cerrado que tenga la respectiva seguridad.
- **Área de aparado**, dicha área debe tener de 18 a 20 puestos de trabajo, 13 puestos netamente de aparado y 5 a 7 de otras máquinas relacionadas (posible expansión).

### **4.8. Selección de los métodos a emplear para la redistribución de instalaciones**

Según autores de libros referentes a la distribución de instalaciones, existen varios métodos para resolver problemas de distribución de instalaciones de los cuales en la Tabla 43 se explica los más importantes. Para seleccionar el método a utilizar se procede a valorar cada uno en base a tres criterios como se muestra a continuación:

**Paso 1:** Selección de criterios a evaluar con su respectivo peso o porcentaje:

- **Criterio A:** Accesibilidad al programa e información del método = 25%
- **Criterio B:** Facilidad de aplicación = 25%
- **Criterio C:** Confiabilidad de la solución obtenida = 50%

**Paso 2:** Definición de la escala de evaluación,

- **Bajo** entre (0-3)
- **Medio** entre (4-7)
- **Alto** entre (8-10)

**Tabla 43. Características de los métodos para la distribución de instalaciones**

Método	Datos de entrada	Ventajas / Desventajas	Observación
<b>SPL (Systematic Layout Planning)</b>	-Número de áreas y sus dimensiones. -Tabla relacional entre actividades. -Tabla de prioridades de cercanía [22].	<b>Ventaja:</b> Se puede incluir criterios subjetivos en el análisis de cercanía entre áreas (evaluación de la importancia de proximidad). Además se acopla a la configuración de la planta. En el análisis se puede incluir áreas auxiliares [37]. Se puede tomar en cuenta restricciones de ubicación.	Se puede ajustar las áreas a las dimensiones reales, aunque se altere el diagrama de relaciones los criterios iniciales se mantienen.
		<b>Desventaja:</b> Los criterios subjetivos pueden variar según la persona que los evalúa.	
<b>CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique)</b>	-Número de áreas y sus dimensiones. -Número de viajes entre zonas. -Coste de unidad de distancia recorrida. -Distribución inicial [22].	<b>Ventaja:</b> Permite obtener varios resultados en función de distintos layouts de entrada y con el análisis de costos de transporte. Se puede ajustar a la forma de la planta [22]. Se puede tomar en cuenta restricciones de ubicación, trabaja con 40 departamentos.	Los resultados pueden variar según el diagrama inicial. Además, presenta mejores soluciones según las iteraciones con respecto a su costo, trabaja con los límites de la superficie de la planta.
		<b>Desventaja:</b> Puede proporcionar una solución muy buena pero puede que no sea la más óptima, ya que puede presentar áreas de trabajo con formas muy irregulares [22].	
<b>ALDEP (Automated Layout Design Program)</b>	- Número de áreas y sus dimensiones. -Tabla relacional entre actividades [22].	<b>Ventaja:</b> Permite obtener gran número de distribuciones [22].	Da varias soluciones pero muy pocas se aproximan a la distribución óptima, esta dependerá de la actividad que se coloque en primero y del ancho de la banda de la planta [22].
		<b>Desventaja:</b> Sólo produce soluciones óptimas por accidente, es necesario ejecutarlo varias veces para lograr una solución que resulte aceptable. No se puede especificar si la forma de la planta es irregular [22]. El software trabaja con 12 departamentos.	
<b>CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)</b>	-Número de áreas y sus dimensiones. -Tabla relacional entre actividades [22].	<b>Ventaja:</b> Considera las dimensiones reales de las áreas [23].	Al ajustar las formas de las áreas se modifica la solución debido a las formas irregulares de las áreas [22].
		<b>Desventaja:</b> Presenta una sola solución en base a los parámetros iniciales. No se acopla a la forma de la planta por lo que podría dar soluciones irreales [22]. El Software trabaja con 15 departamentos.	
<b>PLANET (Plant Layout Analysis and Evaluation Technique)</b>	-Número de áreas y sus dimensiones. -Tabla relacional entre actividades. -Costo de transporte [22].	<b>Ventaja:</b> Analiza a modo de ponderación los costos de transporte entre áreas [21].	Se emplea solo como herramienta de apoyo para obtener la distribución de instalaciones [21].
		<b>Desventaja:</b> Puede desarrollar formas muy irregulares de las áreas [23]. Existe poca información detallada del cómo aplicar este método.	

**Paso 3:** Calcular la valoración total de los métodos, Tabla 44:

*Valoración total de cada método = (Escala de evaluación x % criterio A) + (Escala de evaluación x % criterio B) + (Escala de evaluación x % criterio C)*

Según los criterios analizados, se obtuvo que los métodos con mejores características para desarrollar la distribución de instalaciones son:

- SLP con una valoración de 8.25, este método se caracteriza por la flexibilidad que tiene para ubicar las distintas áreas según la prioridad de su cercanía y sus dimensiones se pueden acoplar a la forma real de la planta de producción. Además, las áreas se ubican según un orden lógico de acuerdo a la tabla de relaciones de áreas y sobretodo de acuerdo a las restricciones de ubicación de las mismas.
- CRAFT con una valoración de 7.50, este método tiene la misma característica de flexibilidad que el SLP, y trata de reducir al mínimo el costo total de transporte de material intercambiando la ubicación de las áreas de trabajo en pares.

**Tabla 44. Matriz de selección de métodos para la distribución de instalaciones**

Método	Matriz de selección			Valoración
	A - Accesibilidad al programa e información del método 25%	B - Facilidad de aplicación 25%	C - Confiabilidad de la solución obtenida 50%	
SLP	Alto – Gran variedad de información.	Alto – Complejidad de diseño por número de departamentos pero se acopla a la forma de la planta.	Alto – La solución se obtiene manualmente según un orden lógico tomando en cuenta la superficie y restricciones de ubicación de cada puesto de trabajo.	8.25
	9	8	8	
CRAFT	Alto – Gran variedad de información y disponibilidad de software.	Medio – Se acopla a la forma de la planta pero hay que analizar más factores como costos de transporte y flujo de material	Medio – Irregularidad de las formas de las áreas. Toma en cuenta solo parte de las restricciones según el diagrama inicial.	7.5
	10	6	7	
ALDEP	Medio – Existe información pero hay poca accesibilidad al software que aplica este algoritmo.	Medio – Se emplea una tabla de relaciones y una de áreas con sus dimensiones pero no se acopla a la forma de la planta y no toma en cuenta restricciones de ubicación.	Medio – Existe una secuencia lógica de la distribución de las áreas.	6
	6	4	7	
CORELAP	Medio – Existe información pero hay poca accesibilidad al software que aplica este algoritmo.	Medio – Se emplea una tabla de relaciones y una de áreas con sus dimensiones pero no se acopla a la forma de la planta y no toma en cuenta restricciones de ubicación.	Bajo - La solución se puede modificar de forma drástica al readecuar las formas resultantes de las áreas.	4
	6	4	3	
PLANET	Bajo – no existe información detallada y hay poca accesibilidad a algún software.	Medio – No se acopla a la forma de la planta.	Medio – Existe una secuencia lógica de la distribución de las áreas.	3.75
	3	4	4	

## 4.9. Alternativas de redistribución de instalaciones del área productiva tomando en cuenta los respectivos parámetros de seguridad.

### 4.9.1. Método SLP

Para el desarrollo de este método se toma en cuenta las fases Fig. 65:

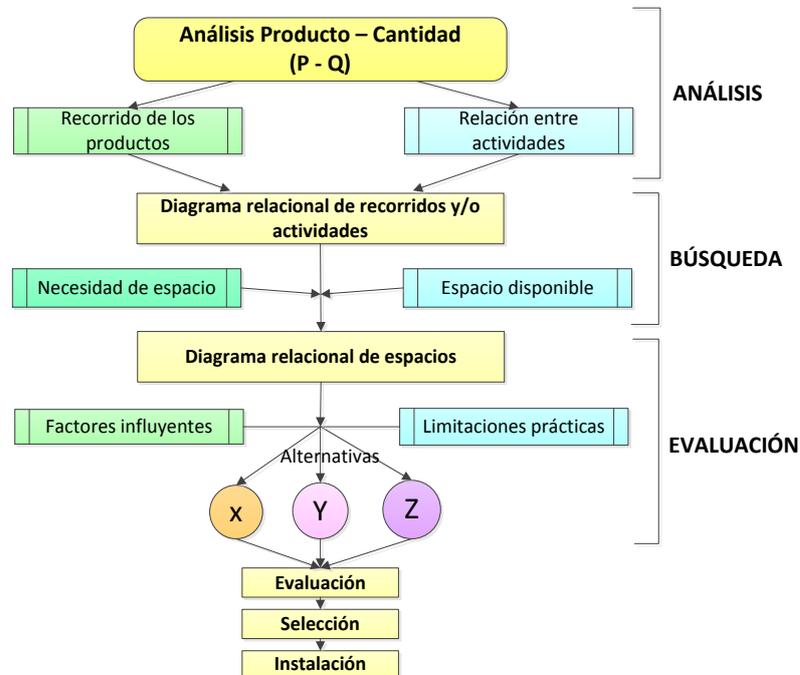


Fig. 65. Metodología SLP (Systematic Layout Planning) [38]

#### Análisis producto – cantidad (P-Q):

##### A. Recorrido de los productos

Se elabora una gráfica en forma de histograma de frecuencias, en la abscisa se representa los productos que se fabrica y en la ordenada la demanda de cada uno, los datos para el diagrama P-Q corresponden a la Tabla 10 del análisis ABC, la columna del consumo de cada producto y su porcentaje de consumo acumulado. La importancia de la gráfica de la Fig. 66 es que ayuda a determinar el tipo de distribución para las instalaciones según la demanda.

Según L. Cuatrecasas autor del libro "Procesos y plantas de producción flexible" [28], de acuerdo a las características de la gráfica obtenida, se establece que la distribución de instalaciones se debe enfocar al proceso con una distribución mixta.

En el área **M** hay cantidades importantes de unos pocos productos, representando técnicas de producción en masa que se relacionan con la distribución por proceso, mientras los del área **J** aparecen con un gran número de productos fabricados en

cantidades pequeñas, por lo que en este caso la fábrica se tiene que enfocar hacia un sistema manual de producción.

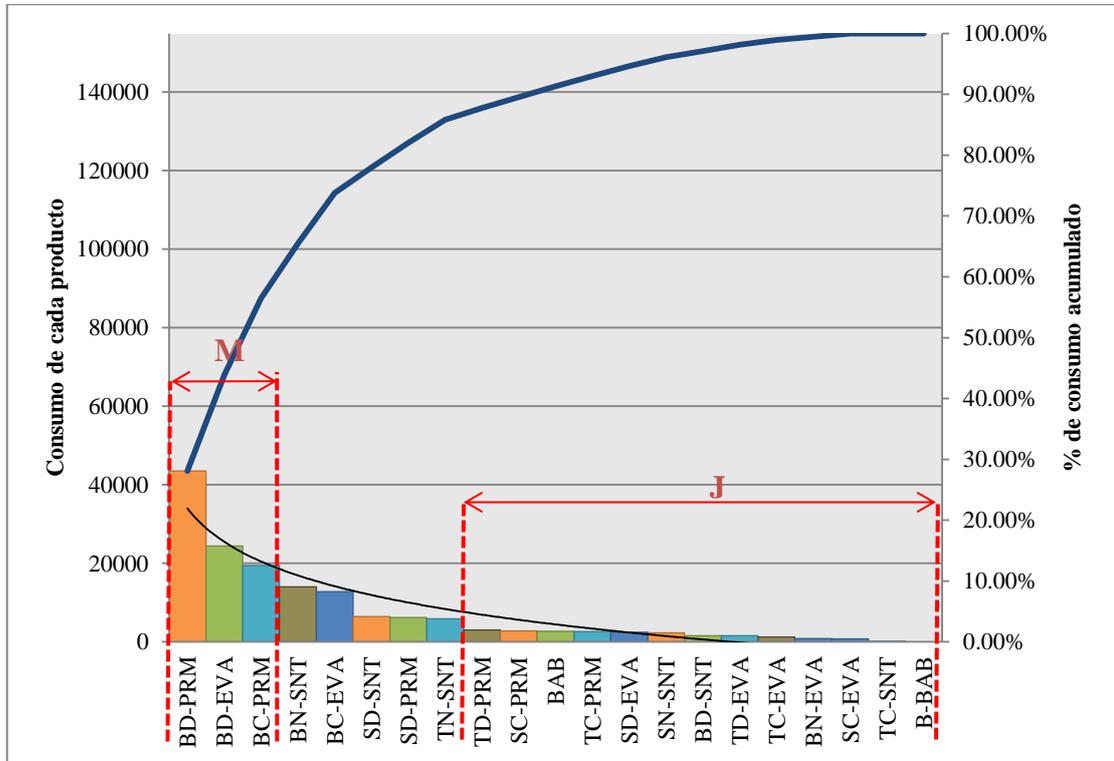


Fig. 66. Diagrama P-Q

**B. Relación entre actividades**

En esta fase, se evalúa la importancia de la proximidad entre las áreas, para lo cual se utiliza letras Tabla 45 y motivos de prioridad como se muestra a continuación [39]:

1. Comparten mismo personal
2. Comparten el mismo espacio
3. Necesidad de comunicación personal
4. Necesidad de comunicación a través de documentos o utilizan la misma información
5. Secuencia del flujo de trabajo
6. Realizan un trabajo similar
7. Molestias y/o peligros.

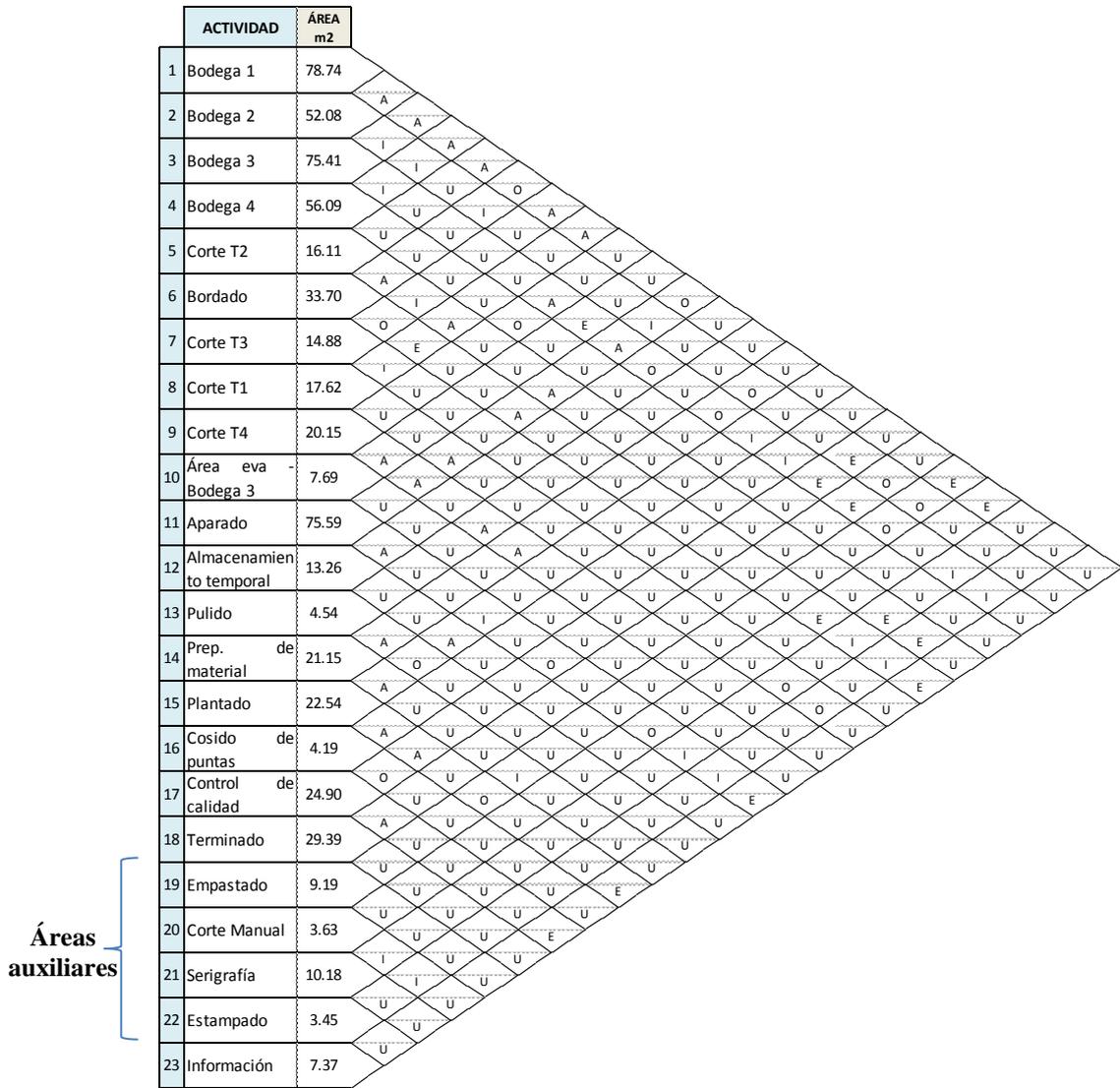
Tabla 45. Cuantificación de proximidad entre actividades [39]

Relación	Representación	Líneas de diagrama	Color
Absolutamente necesarios	A		Rojo
Especialmente importante	E		Amarillo
Importante	I		Verde
Ordinarios	O		Azul
Sin importancia	U		
No deseable	X		Naranja

*Análisis de la distribución de instalaciones anterior*

Relación entre actividades de la distribución anterior, Tabla 46.

**Tabla 46. Relación de actividades (anterior)**



**Gráfica relacional de recorrido, actividades y espacios de la distribución (anterior):**

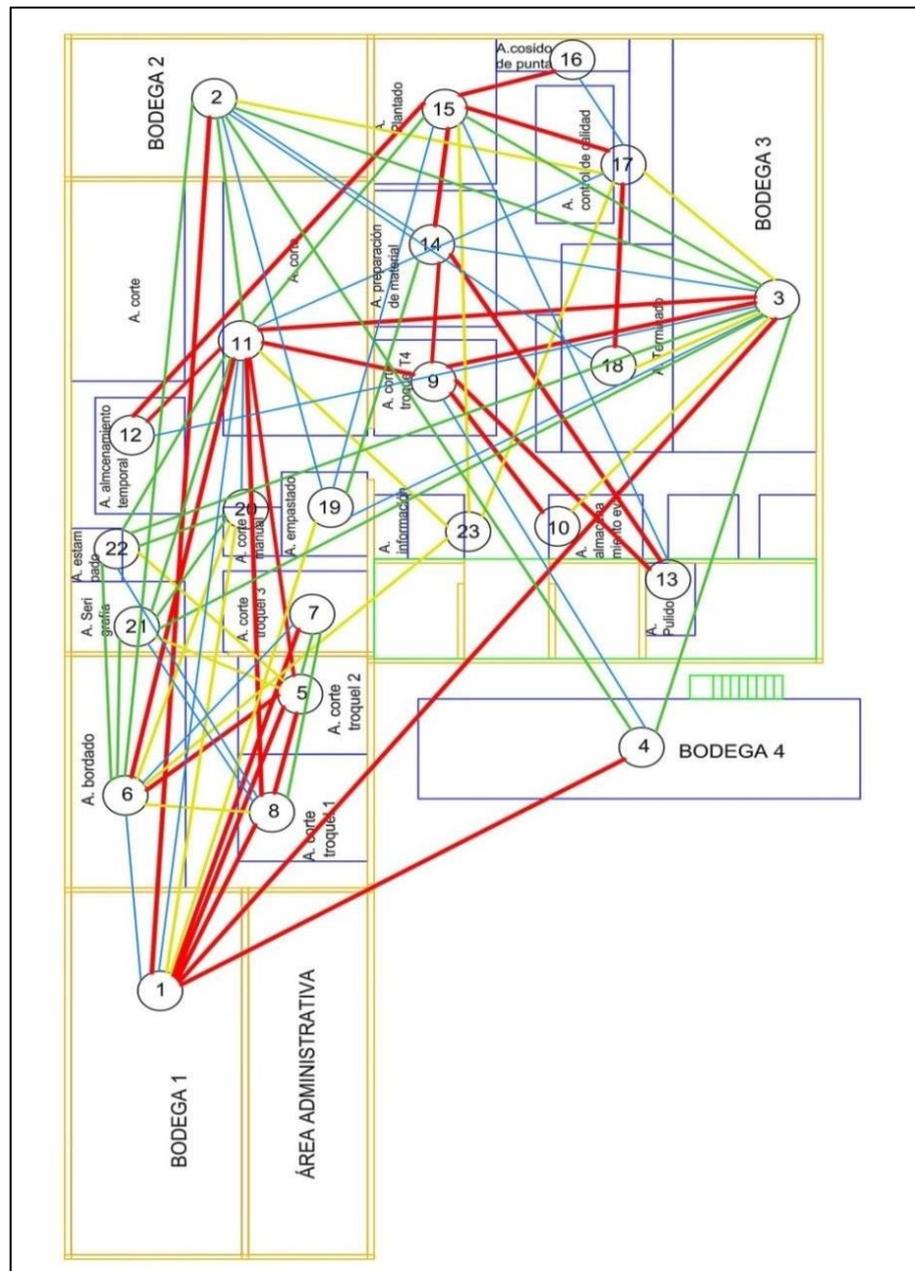
En la Fig. 67, se detalla cómo está distribuida actualmente la planta y la relación que existe entre las áreas y la superficie que ocupan.

*Análisis de alternativas de redistribución de instalaciones*

**Relación entre actividades de la distribución (propuesta):**

En la Tabla 47, se muestra la relación de actividades modificada en la cual constan los cambios establecidos anteriormente en el proceso productivo: unión de la bodega 2, 3 y

4 en una sola área, la elimina del espacio que ocupa el troquel T3 y el área que ocupan las planchas de eva ya que estas serán almacenadas bajo la mesa de troquelar T2, asimismo existen modificaciones en las actividades asignadas a los troqueles y también se une el área de corte manual con el área de preparación de material resultado con ello la eliminación de la mesa de corte manual.



**Fig. 67. Gráfica relacional de actividades anterior**

Además, para disminuir la complejidad de la tabla y gráfica de relaciones se unieron algunas áreas tomando en cuenta que presentan un grado de relación similar como es el caso del área de serigrafía y estampado, todos estos cambios se muestran en la Tabla 47:

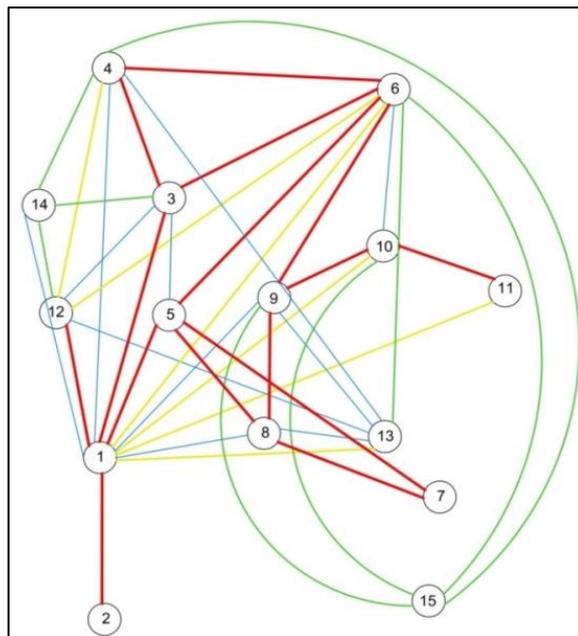
**Tabla 47. Relación de actividades (propuesto)**

NÚMERO		ÁREAS																
Modificado	Actual																	
1	1	Bodega 1																
2	2,3,4	Bodega 2	A 1,5,4															
3	5	Corte 1- T3-T2	U -	A 3,4,5	O 3,4													
4	6	Bordado	A 4,5	U -	A 3,4,5	I 4,5												
5	9	Corte 2- T2-T4	U -	O 6	U -	U -	O 3											
6	11,12	Área aparado y almacenamiento	A 4,5	U -	A 4,5	U -	U -	U -	O 3	E 3,4								
7	13	Pulido	U -	A 4,5	U -	U -	U -	U -	U -	U -	E 3,4	A 3,4,5						
8	14	Preparación de material	A 4,5	U -	A 4,5	U -	U -	U -	O 6	U -	U -	E 3,4	O 3	U -				
9	15,16	Plantado	A 4,5	U -	U -	O 3,4	U -	U -	E 4,5	U -	O 4,5	I 4,5	U -	U -				
10	17	Control de calidad	A 4,5	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	I 4	U -	U -				
11	18	Producto terminado	A 4,5	U -	U -	O 6	U -	U -	U -	U -	I 4	U -	U -	U -				
12	8	Corte T1	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -				
13	19,20	Empastado y corte manual	O 6	U -	U -	I 4	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -				
14	21,22	Serigrafía y estampado	U -	I 4,5	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -				
15	23	Información	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -	U -				

Áreas auxiliares

**Gráfica relacional de recorrido y actividades modificada:**

En la Fig. 68, se muestra como queda la gráfica relacional de actividades propuesta.



**Fig. 68. Gráfica relacional de actividades modificada**

## Determinación de los requerimientos de espacio

Al momento de diseñar una nueva distribución de instalaciones se puede estimar la necesidad de superficie por varios procedimientos, uno de ellos se basa en dibujar un croquis a escala o emplear plantillas que se pondrán en varias posiciones hasta que se encuentre la disposición más eficiente.

Otro método muy efectivo es el de Guerchet, para cada área la superficie total será la suma de tres superficies parciales, estas son: la superficie estática, gravitacional y de evolución. En este caso se aplica este último, el cual se explica en el Capítulo II - sección 2.2.13 y se desarrolla a continuación:

**Paso 1:** Se selecciona el área a analizar y con la colaboración del encargado del departamento de producción y de los operarios se enumera todos los elementos es necesario eliminar o agregar.

**Paso 2:** Una vez establecidos los elementos necesarios, se anota sus medidas (largo, ancho y altura) y los que permanecen fijos y móviles, dichos datos se emplearán para calcular el valor de K (3) de la superficie de evolución (4).

**Paso 3:** Se procede a calcular las superficies: estática, de gravitación ecuación (2), de evolución ecuación (4) y finalmente obtener la superficie total ecuación (5).

Este proceso se resume en la Tabla 48 donde se muestra el cálculo requerido de espacio para el área de corte (T3). El cálculo del requerimiento de espacio de las demás áreas se muestra en el ANEXO 6 y en la Tabla 49 se detalla el espacio requerido total del área productiva.

**Tabla 48. Área de corte (Troquel 3-T3)**

OBS: Eliminar estante 1 y 2 y se reemplaza por estante 1 y 2 (T2)														
Área de corte (Troquel 3 - T3 en reemplazo de T2)														
Características								Superficie de Guertchet						
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>		
1	Mesa (tendido de tela)	1.67	1.95	1		1		1	3.26	3.26	3.26	9.77		
2	Maq. Troquel (T3)	1.90	0.78	1		1.7		1	1.48	1.48	1.48	4.45		
3	Estante 1 (T2)	1.50	0.26	1		2		1	0.39	0.39	0.39	1.17		
4	Estante 2 (T2)	1.50	0.26	1		2		1	0.39	0.39	0.39	1.17		
5	Estante moldes	0.55	0.30	1		0.8		1	0.17	0.17	0.17	0.50		
	Trabajador(s)				1.67			1						
					<b>Promedio:</b>	1.67	1.5	0.5						
									<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>		17.00			
									<b>Seguridad (5%) m<sup>2</sup></b>		0.80			
									<b>Área total m<sup>2</sup></b>		17.80			

**Tabla 49. Área total requerida para la planta de producción**

Número		Áreas	Dimensiones (m <sup>2</sup> )
Modif.	Actual		
1	1	Bodega 1	71.45
2	2,3,4	Bodega 2	156.08
3	5	Á. de corte 1- T3 en reemplazo de T2	17.80
4	6	Área bordado	37.10
5	9	Á. de corte 2- T2 en reemplazo de T4	26.75
6	11,12	Área aparado y almacenamiento	81.84
7	13	Área de pulido	4.54
8	14	Área de preparación de material	9.90
9	15,16	Área de plantado	41.67
10	17	Á. control de calidad	43.47
11	18	Á. prod. terminado	32.76
12	8	Área de corte T1	16.43
13	19,20	Área de empastado y corte manual	7.49
14	21,22	Área de serigrafía y estampado	21.05
15	23	Área de información	5.94
<b>TOTAL:</b>			<b>574.27</b>

### Verificación del espacio disponible

Una vez determinado el espacio total requerido para la nueva distribución de instalaciones es necesario verificar que el espacio con que se cuenta en el área productiva es suficiente. A continuación, en la Tabla 50 se detalla el área total disponible de la empresa.

**Tabla 50. Espacio disponible en la planta de producción CM Original**

Cuarto N°	Largo (m)	Ancho (m)	Dimensiones (m <sup>2</sup> )
Cuarto 1 - Bodega 1	13.79	5.71	78.74
Cuarto 2 - Bordado y corte (T1 -T2)	8.8	9.92	87.30
Cuarto 3 - Aparado - corte (T3- manual)-serigrafía -estampado	17.9	9.92	177.57
Cuarto 4 - Bodega 2	5.25	9.92	52.08
Cuarto 5 - corte -plantado - c.calidad - p.terminado - bodega 3	19.77	14.8	292.60
Cuarto 6 - Bodega 4 Segunda planta	14.8	3.79	56.09
Cuarto 7 - Pulido	2.75	1.65	4.54
<b>TOTAL:</b>			<b>748.91</b>

El área total requerida para el rediseño del área productiva es de 574.27 m<sup>2</sup> tal como se detalla en la Tabla 49, que al restar del área total disponible que es de 748.91 m<sup>2</sup> existe una diferencia de 174.64 m<sup>2</sup> que servirá para la disposición de pasillo o a su vez de holgura para la reubicación de cada área.

### Diagrama de relaciones de espacio (alternativas)

En este diagrama se muestra las relaciones entre áreas de trabajo y se las ubica en el plano de la empresa cada una con su respectivo requerimiento de espacio y así verificar que la distribución se puede acomodar dentro del espacio disponible de la empresa.

A continuación, se muestra tres alternativas de disposición de instalaciones Fig. 69, Fig. 70 y Fig. 71, cada una está creada tomando en cuenta las restricciones establecidas en la sección (4.6) para la ubicación de cada área de trabajo.

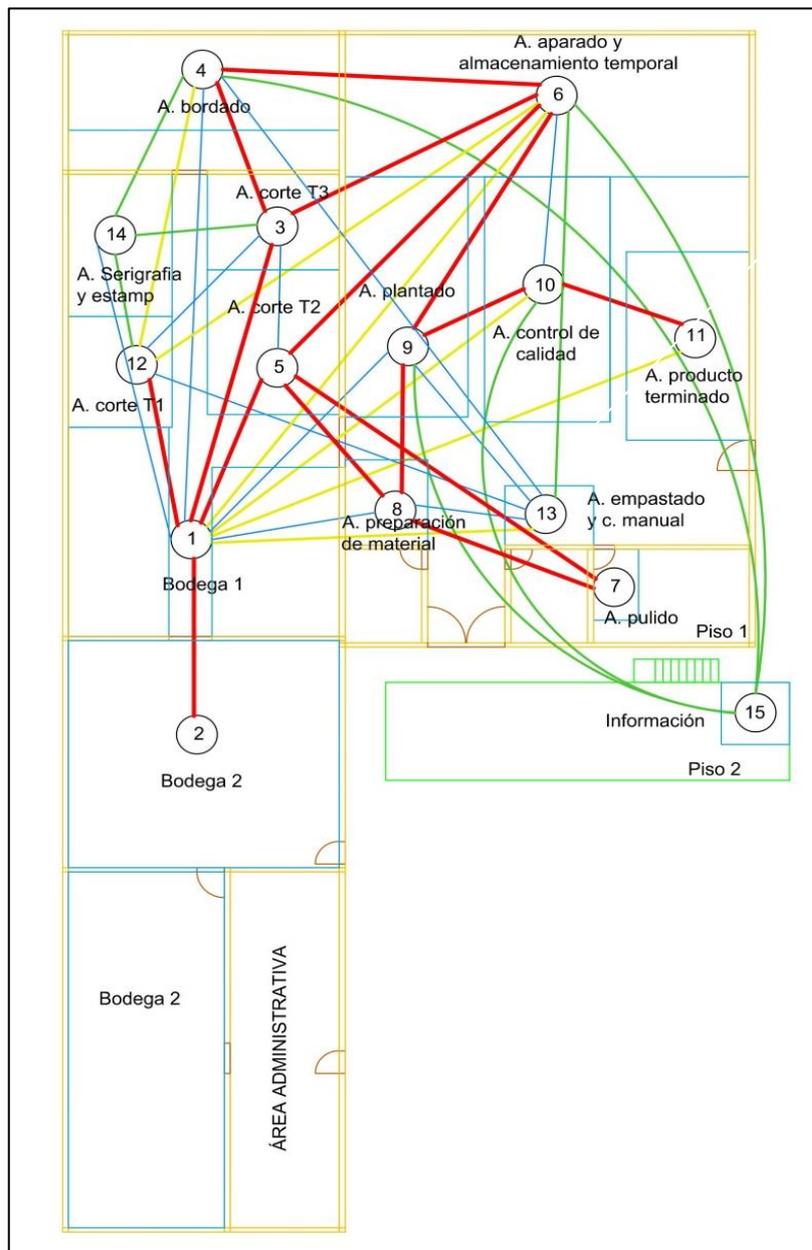


Fig. 69. Diagrama de relaciones de espacio – alternativa 1

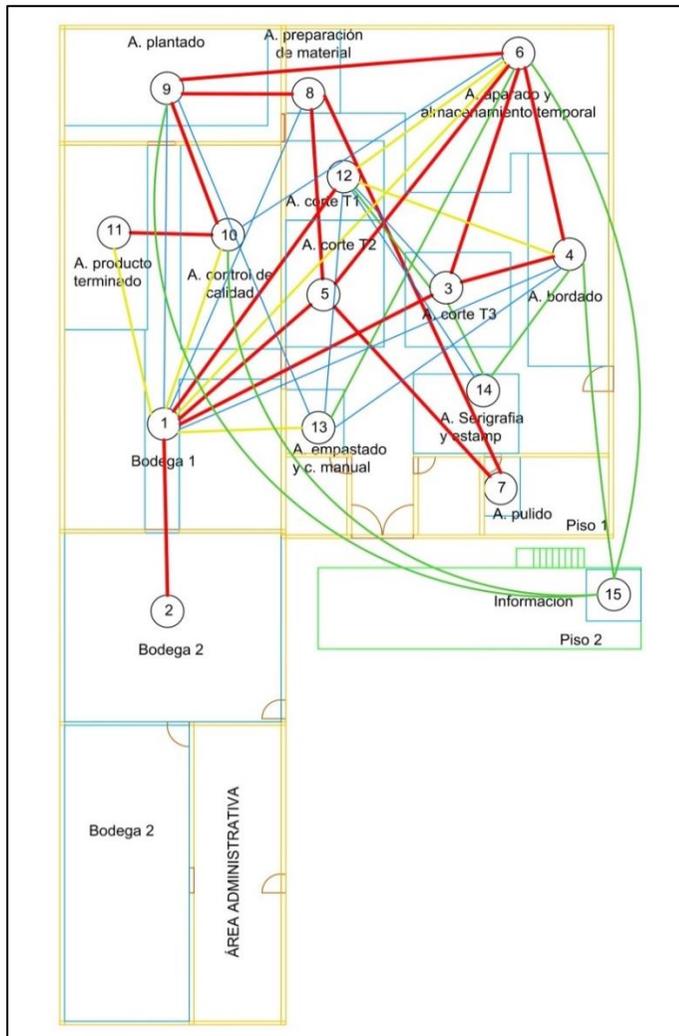


Fig. 70. Diagrama de relaciones de espacio – alternativa 2

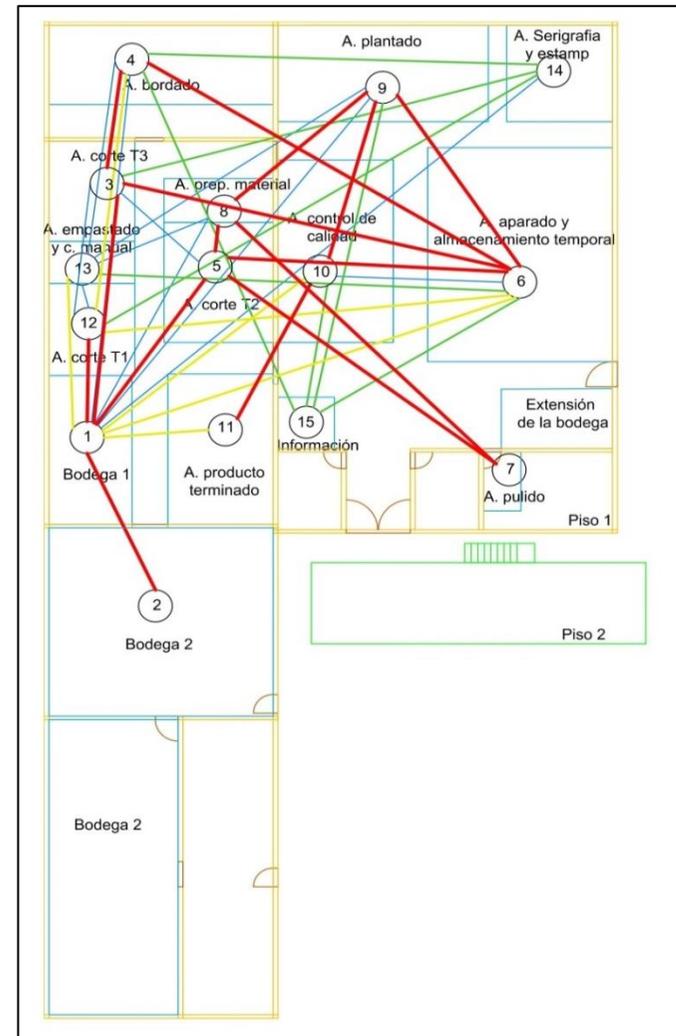


Fig. 71. Diagrama de relaciones de espacio – alternativa 3

Las tres alternativas están diseñadas con el fin de generar la menor distancia de recorrido del flujo de material tomando en cuenta el grado de relación absolutamente necesario (A - línea roja) entre las áreas de trabajo.

- **Alternativa 1**, se diseña para que el flujo de material correspondiente a corte empiece el lado izquierdo de las instalaciones junto a la bodega 1, la bodega de producto terminado está aislada de las bodegas de materia prima.
- **Alternativa 2**, se diseña con el fin de integrar la mayor parte de los puestos de trabajo por el lado derecho de las instalaciones, en este caso la bodega de producto terminado se ubica cerca de las bodegas de materia prima.
- **Alternativa 3**, esta opción es una combinación de las dos anteriores con ciertas modificaciones adicionales.

En el ANEXO 7, se muestra un layout detallado de las tres alternativas.

#### 4.9.2. Método CRAFT

*Dando que la metodología SLP puede ser complementada con el algoritmo de CRAFT (método de mejora), se procede a analizar este último método con las tres alternativas de distribución presentados anteriormente.*

El algoritmo de CRAFT comienza con una disposición inicial para este caso son las tres alternativas presentadas y se procede a mejorar el diseño intercambiando las áreas de trabajo en pares, tratando así de reducir el costo total de transporte de material. El costo de transporte es el resultado de la suma de los elementos de una matriz de flujo de material la cual se multiplica por la distancia y el costo por unidad de distancia recorrida de un área a otra, esta operación se resume en la ecuación (24).

$$\text{Costo de transporte} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij} * u_{ij} * d_{ij} \quad (24)$$

#### **Dónde:**

$n$  = Cantidad de áreas de trabajo o departamento.

$v_{ij}$  = Cantidad unitaria de cargas que se mueven en el departamento  $i$  al  $j$ .

$u_{ij}$  = Costo de mover una carga unitaria del departamento  $i$  al  $j$ .

$d_{ij}$  = Distancia que separa los departamentos  $i$  y  $j$ .

$(v_{ij} * u_{ij})$  = Costo del flujo de  $i$  a  $j$ .

Para aplicar este método se toma el flujo de material de la producción de 120 pantuflas básicas premiun con sus respectivas áreas de trabajo las cuales ya se enunciaron en la Tabla 47, posteriormente se crea la matriz de flujo (v) y la matriz de distancia (u) y costo (d).

### Matriz de flujo

En esta se representa el flujo de materiales que se traslada desde un área de trabajo hacia otra (comparación por pares). Esta matriz Tabla 51 es la misma para los 3 modelos de distribución de instalaciones, ya que se cambiaría la ubicación de las áreas de trabajo más no el método de trabajo.

Tabla 51. Matriz de flujo de la distribución (propuesta)

		HACIA																
Nº	Áreas	1	2	3	4	5	6.1	6.2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
DESDE	1 Bodega 1		120	240		600	120							120	120			
	2 Bodega 2	120																
	3 Á. de corte 1- T3	240			120		120								120	120		
	4 Á. bordado			120			120							120		120	120	
	5 Á. de corte 2- T2	480					120		120	240				120				
	6.1 Á. de aparado	120		120	120	120		120							120 / 120			120
	6.2 Á. almacenamiento temporal										120							
	7 Á. de pulido					120				120								
	8 Á. de preparación de material					120			120		120							
	9 Á. de plantado							120				120						120
	10 Á. control de calidad												120					120
	11 Á. producto terminado													120				
	12 Á. de corte T1	120			120		120 / 120											
	13 Á. empastado y corte manual	120		120														
	14 Á. de serigrafía y estampado			120	120													
15 Á. de información																		

Las cantidades que están con **color negro** pertenecen al flujo de material entre las áreas de trabajo que netamente corresponden al proceso productivo y las cantidades que están en **color verde** pertenecen a las áreas auxiliares.

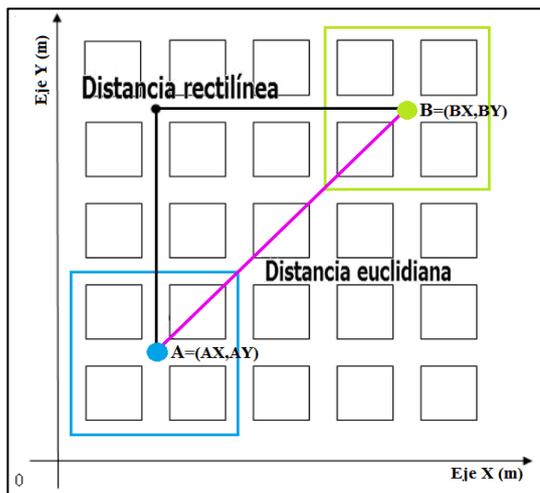
Las áreas auxiliares se incluyen para que la superficie de estas se tomen en cuenta en el análisis al momento de intercambiar los puestos de trabajo. Además, en algunos casos las áreas auxiliares reemplazan a las actividades de las áreas principales o comparten herramientas, he de ahí la importancia de que estas se ubiquen no necesariamente juntas a las áreas principales pero si cerca una de otra. Uno de estos casos es el área de bordado, ya que según el diseño del producto puede ser reemplazado por el área de

serigrafía o estampado, además, las tres áreas comparten los mismos estantes. Con esto también se cumple uno de los principios de la adecuada distribución de instalaciones referente a la integración y flexibilidad en el cambio del proceso.

### Modelo 1

#### Matriz de distancia y costo

Para saber las distancias entre cada departamento se puede emplear dos métodos, el método euclidiano (25) o el método rectilíneo (26) ambos se ilustran en la Fig. 72 , para ambos es necesario primero conocer los centroides de cada área de trabajo.



*Distancia Euclidiana:*

$$d_{AB} = \sqrt{(xa - xb)^2 + (ya - yb)^2} \quad (25)$$

*Distancia Rectilínea:*

$$d_{AB} = (xa - xb) \pm (ya - yb) \quad (26)$$

**Fig. 72. Tipos de distancias**

Para este caso se emplea el **método rectilíneo**, pues este representa de forma más real la distancia que tomaría el transportar material entre dos áreas de trabajo al desplazarse por los pasillos; no se emplea el **método euclidiano** ya que este representa la distancia más corta entre las dos áreas de trabajo.

En la Tabla 52, se presenta las coordenadas de cada área de trabajo tomadas en base al plano mostrado en el ANEXO 8 , cada una corresponde al centroide. En el caso de las áreas de trabajo con formas geométricas combinadas se emplea la ecuación (27) y (28) para encontrar la coordenada en  $x$  y  $y$ , Tabla 53.

$$c_x = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * c_{x_n}}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (27)$$

$$c_y = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * c_{y_n}}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (28)$$

**Tabla 52. Coordenadas de las áreas de trabajo – modelo 1**

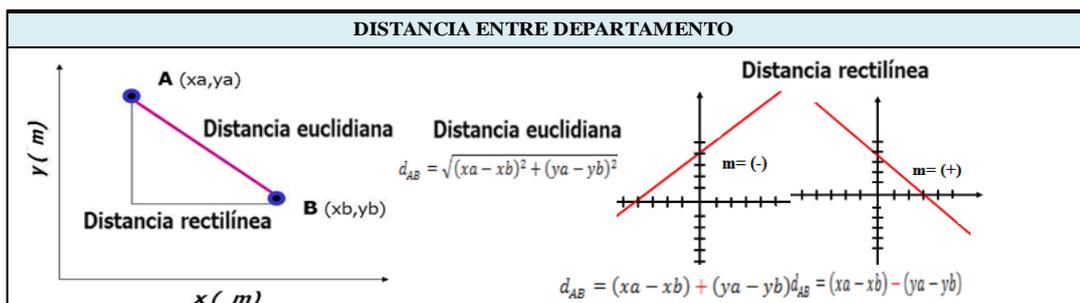
N°	Áreas	X (cm)	Y (cm)	X (m)	Y (m)
1	Bodega 1	469.42	2682.05	4.69	26.82
2	Bodega 2	418.17	1303.96	4.18	13.04
3	Á. de corte 1- T3 en reemplazo T2	774.65	3791.18	7.75	37.91
4	Á. bordado	518.00	4375.68	5.18	43.76
5	Á. de corte 2- T2 en reemplazo de T4	775.64	3384.53	7.76	33.85
6.1	Á. de aparado	1825.02	4266.79	18.25	42.67
6.2	Á. almacenamiento	1820.16	3841.40	18.20	38.41
7	Á. de pulido	2028.50	2507.68	20.29	25.08
8	Á. de preparación de material	1188.76	2811.50	11.89	28.12
9	Á. de plantado	1252.54	3517.00	12.53	35.17
10	Á. control de calidad	1819.52	3367.04	18.20	33.67
11	Á. producto terminado	2282.93	3366.86	22.83	33.67
12	Á. de corte T1	210.00	3439.66	2.10	34.40
13	Á. empastado y corte manual	1783.50	2804.66	17.84	28.05
14	Á. de serigrafía y estampado	210.00	3880.98	2.10	38.81
15	Á. de información	2365.00	2539.00	23.65	25.39

**Tabla 53. Centroides de las áreas de trabajo con figuras compuestas – modelo 1**

APARADO				BODEGA 2				BODEGA 1			
ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		IZQUIERDA		DERECHA	
LARGO	1480.00	LARGO	466.00	LARGO	880.00	LARGO	571.00	LARGO	376.00	LARGO	616.06
ANCHO	611.94	ANCHO	369.92	ANCHO	992.00	ANCHO	1379.00	ANCHO	907.00	ANCHO	607.00
CENTRO X	1737.85	CENTRO X	2283.00	CENTRO X	518.00	CENTRO X	307.50	CENTRO X	210.00	CENTRO X	706.00
CENTRO Y	4347.77	CENTRO Y	3841.33	CENTRO Y	1843.00	CENTRO Y	706.36	CENTRO Y	2760.50	CENTRO Y	2610.50
<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>			
<b>X</b>		<b>Y</b>		<b>X</b>		<b>Y</b>		<b>X</b>		<b>Y</b>	
1825.02		4266.79		418.17		1303.96		469.42		2682.05	

Una vez establecidas las coordenadas de cada área de trabajo se calcula las distancias de los transportes que se generan en la fabricación de las pantuflas básicas con plantado premium, Tabla 54. En la columna de *distancia adicional* se agrega una distancia que se genera por inconvenientes del transporte rectilíneo, ya sea porque en está interfiere una pared o un área de trabajo, en el ANEXO 8 - Fig. B se muestra en qué casos se agrega dicha medida.

**Tabla 54. Distancia entre departamentos – modelo 1**



		TRANSPORTE	DESDE	X (m)	Y (m)	HACIA	X (m)	Y (m)	PEN DIE NTE (m=±)	DISTAN CIA RECTI LÍNEA (m)	DISTAN CIA EUCLID EADA (m)	D.ADI CION AL (m)	DIST ANCI A TOTA L (m)	
		Traslado desde bodega 1 a bodega 2	B1	4.69	26.82	B2	4.18	13.04	26.9	14.29	13.79		14.29	
		Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	B2	4.18	13.04	B1	4.69	26.82	26.9	14.29	13.79		14.29	
		Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	4.69	26.82	CT2	7.76	33.85	2.3	10.09	7.66		10.09	
		Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	CT2	7.76	33.85	B1	4.69	26.82	2.3	10.09	7.66		10.09	
		Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	4.69	26.82	CT2	7.76	33.85	2.3	10.09	7.66		10.09	
Corte de capelladas		Traslado desde el área de corte (T3) a bodega (B1)	CT3	7.75	37.91	B1	4.69	26.82	3.6	14.14	11.50		14.14	
		Transporte de tela para capelladas desde (B1) al área de corte (T3)	B1	4.69	26.82	CT3	7.75	37.91	3.6	14.14	11.50		14.14	
		Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	BORDADO	5.18	43.76	CT3	7.75	37.91	-2.3	8.41	6.38		8.41	
Bordado de capelladas		Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	CT3	7.75	37.91	BORDADO	5.18	43.76	-2.3	8.41	6.38		8.41	
		Traslado desde área de corte (T3) a (B1)	CT3	7.75	37.91	B1	4.69	26.82	3.6	14.14	11.50		14.14	
C. plantillas de tela		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T3)	B1	4.69	26.82	CT3	7.75	37.91	3.6	14.14	11.50		14.14	
		Traslado desde el área de corte de tiras (T2) a la (B1)	CT2	7.76	33.85	B1	4.69	26.82	2.3	10.09	7.66		10.09	
Corte de tiras		Transporte de tela para tiras desde (B1) al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	B1	4.69	26.82	CT2	7.76	33.85	2.3	10.09	7.66		10.09	
		Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	CT2	7.76	33.85	CT1	2.10	34.40	-0.1	6.21	5.68		6.21	
APARADO	Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	BORDADO	5.18	43.76	APARADO	18.25	42.67	-0.1	14.16	13.12	4.74	18.90	
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	APARADO	18.25	42.668	BORDADO	5.18	43.76	-0.1	14.16	13.12	4.74	18.90	
	Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	APARADO	18.25	42.668	CT2	7.76	33.85	0.8	19.32	13.71	6.22	25.54	
		Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	CT2	7.7564	33.845	APARADO	18.25	42.67	0.8	19.32	13.71		19.32	
	Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APARADO	18.25	42.668	CT1	2.10	34.40	0.5	24.42	18.15		24.42	
		Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	CT1	2.1	34.397	APARADO	18.25	42.67	0.5	24.42	18.15		24.42	
	Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	APARADO	18.25	42.668	CT3	7.75	37.91	0.5	15.26	11.53		15.26	
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	CT3	7.75	37.91	APARADO	18.25	42.67	0.5	15.26	11.53		15.26	
	Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	APARADO	18.25	42.668	B1	4.69	26.82	1.2	29.40	20.85		29.40	
		Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	B1	4.6942	26.82	APARADO	18.25	42.67	1.2	29.40	20.85		29.40	
	Almacenamiento	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	APARADO	18.25	42.668	ALM.TEMP	18.20	38.41	87.5	4.30	4.25		4.30	
	Pulido de tacos		Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	CT2	7.7564	33.845	PULIDO	20.29	25.08	-0.7	21.30	15.29		21.30
			Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	PULIDO	20.285	25.077	P.MATERIAL	11.89	28.12	-0.4	11.44	8.93	4.03	15.47
		Traslado desde área de p. material al área de pulido	P.MATERIAL	11.888	28.115	PULIDO	20.29	25.08	-0.4	11.44	8.93	4.03	15.47	
		Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	PULIDO	20.285	25.077	CT2	7.76	33.85	-0.7	21.30	15.29		21.30	
e eva		Traslado desde el área de corte (T2) a B1	CT2	7.7564	33.845	B1	4.69	26.82	2.3	10.09	7.66		10.09	

Corte de plantas de	Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	B1	4.6942	26.82	CT2	7.76	33.85	2.3	10.09	7.66		10.09
	Transporta plantas de eva desde (T2) al área de p. material (por tallas 36-37-38)	CT2	7.7564	33.845	P. MATE RIAL	11.89	28.12	-1.4	9.86	7.06		9.86
	Traslado de p. material al área de corte (T2)	P. MATE	11.888	28.115	CT2	7.76	33.85	-1.4	9.86	7.06		9.86
Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	CT2	7.7564	33.845	P. MATE RIAL	11.89	28.12	-1.4	9.86	7.06		9.86
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	P. MATE RIAL	11.888	28.115	PLANT ADO	12.53	35.17	11.1	7.69	7.08		7.69
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	PLANT ADO	12.525	35.17	ALM.T EMPO RAL	18.20	38.41	0.6	8.92	6.54		8.92
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	ALM.T EMPO RAL	18.202	38.414	PLANT ADO	12.53	35.17	0.6	8.92	6.54		8.92
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	PLANT ADO	12.525	35.17	C.CALI DAD	18.20	33.67	-0.3	7.17	5.86		7.17
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	C.CALI DAD	18.195	33.67	PROD. TERM.	22.83	33.67	0.0	4.64	4.63	7.08	11.71
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	CT1	2.1	34.397	B1	4.69	26.82	-2.9	10.17	8.01		10.17
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	B1	4.69	26.82	CT1	2.10	34.40	-2.9	10.17	8.01		10.17
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	BORD ADO	5.18	43.76	CT1	2.10	34.40	3.0	12.44	9.85		12.44
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	CT1	2.10	34.40	BORD ADO	5.18	43.76	3.0	12.44	9.85		12.44
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APAR ADO	18.25	42.67	CT1	2.10	34.40	0.5	24.42	18.15		24.42
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	CT1	2.10	34.40	APAR ADO	18.25	42.67	0.5	24.42	18.15		24.42
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado material y c. manual a la bodega 1	EMPAS Y C.MAN.	17.835	28.047	B1	4.69	26.82	0.1	14.37	13.20	5.10	19.46
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	B1	4.69	26.82	EMPAS Y C.MAN.	17.84	28.05	0.1	14.37	13.20	5.10	19.46
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	EMPAS Y C.MAN.	17.835	28.047	CT3	7.75	37.91	-1.0	19.95	14.11	6.21	26.16
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	CT3	7.75	37.91	EMPAS Y C.MAN.	17.84	28.05	-1.0	19.95	14.11	6.21	26.16
Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	SERIGR F. Y ESTAMP.	2.1	38.81	CT3	7.75	37.91	-0.2	6.54	5.72		6.54
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	CT3	7.75	37.91	SERIGR F. Y ESTAMP.	2.1	38.81	-0.2	6.54	5.72		6.54
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	SERIGR F. Y ESTAMP.	2.1	38.81	BORD ADO	5.18	43.76	1.6	8.03	5.83		8.03
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	BORD ADO	5.18	43.76	SERIGR F. Y ESTAMP.	2.1	38.81	1.6	8.03	5.83		8.03
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	BORD ADO	5.18	43.76	A.INF ORMA	23.65	25.39	-1.0	36.84	26.05	7.31	44.15
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	APAR ADO	18.25	42.668	A.INF ORMA	23.65	25.39	-3.2	22.68	18.10	13.23	35.91
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	PLANT ADO	12.525	35.17	A.INF ORMA	23.65	25.39	-0.9	20.90	14.81	7.31	28.21
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	C.CALI DAD	18.195	33.67	A.INF ORMA	23.65	25.39	-1.5	13.74	9.92	7.31	21.05

Establecidas las distancias de transporte, se calcula el tiempo que se requiere para recorrerlas, esto a través de una relación velocidad – distancia y después se calcula el costo de movimiento del flujo de material, estos cálculos se detallan a continuación, Tabla 55 :

- **Columna 1 (velocidad de transporte)**, dicha velocidad se obtuvo al dividir la distancia y el tiempo empleado en los transportes detallados en el diagrama analítico del proceso productivo y se detallan en el ANEXO 11.
- **Columna 2,3 y 4 (flujo de material que se transporta)**, en la columna 2 se describe el número de movimientos o vueltas que se requieren para mover el material requerido para la producción de 120 pares de pantuflas que al ser multiplicada por la columna 3 la cual especifica la cantidad que se traslada en cada movimiento da como resultado la columna 4 que representa el flujo total de material a transportar.
- **Columna 5, 6, 7, y 8 (distancia y tiempo de transporte)**, en la columna 5 se muestra la distancias de transporte anteriormente calculadas en la Tabla 54, la cual se multiplica por el número de movimientos que son necesarios (columna 2) y el resultado se presenta en la columna 6. Para calcular el tiempo de transporte (columna 7), se divide la distancia recorrida (columna 5) para la velocidad (columna 1); El tiempo total de transporte (columna 8) es el resultado de la multiplicación de la columna 7 por el número de movimientos (columna 2).
- **Columna 9, 10, 11 y 12 (costo de movimiento de flujo de material)**, la columna 8 es el tiempo total de transporte en minutos y la columna 9 es este tiempo transformado a horas y se multiplica por el sueldo/hora que recibe cada trabajador (ANEXO 12) obteniéndose así el costo de movimiento del flujo de material por lote en la columna 11 y la columna 12 el costo por par, esta última se utiliza para elaborar la matriz de costo de movimiento de flujo de material, Tabla 56.

**Tabla 55. Costo de mover material - modelo 1**

DESCRIPCIÓN	Velocidad de transporte (m/min) (1)	Movimientos (2)	Cantidad (pares) (3)	FLUJO (4)	Distancia entre puntos (m) (5)	DISTANCIA TOTAL (m) (6)	Tiempo de transporte (min) (7)	TIEMPO TOTAL (min) (8)	TIEMPO TOTAL (horas) (9)	Sueldo (\$/hora) (10)	Costo de movimiento (\$/lote) (11)	Costo de movimiento de flujo (\$/par) (12)
Traslado desde bodega 1 a bodega 2	42.22	1	120	120	14.29	14.29	0.34	0.34	0.0056	3.10	0.0175	0.00015
Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	42.22	1	120	120	14.29	14.29	0.34	0.34	0.0056	3.10	0.0175	0.00015
Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	10.09	10.09	0.24	0.24	0.0040	3.10	0.0123	0.00010
Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	42.22	1	120	120	10.09	10.09	0.24	0.24	0.0040	3.10	0.0123	0.00010
Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	10.09	10.09	0.24	0.24	0.0040	3.10	0.0123	0.00010
Traslado desde el área de corte (T3) a bodega (B1)	55.25	1	120	120	14.14	14.14	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011
Transporte de tela para capelladas desde (B1) al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	14.14	14.14	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011

APARADO	Bordado de capelladas	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	46.78	3	40	120	8.41	25.23	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0268	0.00022	
		Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	46.78	3	40	120	8.41	25.23	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0268	0.00022	
	C. plantillas de tela	Traslado desde área de corte (T3) a (B1)	55.25	1	120	120	14.14	14.14	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011	
		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	14.14	14.14	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011	
	Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) a la (B1)	54.95	1	120	120	10.09	10.09	0.18	0.18	0.0031	2.98	0.0091	0.00008	
		Transporte de tela para tiras desde (B1) al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	54.95	1	120	120	10.09	10.09	0.18	0.18	0.0031	2.98	0.0091	0.00008	
		Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	55.08	1	120	120	6.21	6.21	0.11	0.11	0.0019	2.98	0.0056	0.00005	
	Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T2) a (B1)	56.10	1	120	120	10.09	10.09	0.18	0.18	0.0030	2.98	0.0089	0.00007	
		Transporte de tela para forros desde (B1) al área de corte (T2)	54.70	1	120	120	10.09	10.09	0.18	0.18	0.0031	2.98	0.0092	0.00008	
	Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	50.02	3	40	120	18.90	56.69	0.38	1.13	0.0189	4.21	0.0795	0.00066	
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	51.24	2	40	120	18.90	37.79	0.37	0.74	0.0123	4.21	0.0518	0.00043	
	Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	49.44	3	40	120	25.54	76.61	0.52	1.55	0.0258	4.21	0.1087	0.00091	
		Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	47.23	3	40	120	19.32	57.95	0.41	1.23	0.0204	4.21	0.0861	0.00072	
	Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	50.35	1	120	120	24.42	24.42	0.49	0.49	0.0081	4.21	0.0340	0.00028	
		Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	50.35	1	120	120	24.42	24.42	0.49	0.49	0.0081	4.21	0.0340	0.00028	
	Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	53.87	3	40	120	15.26	45.78	0.28	0.85	0.0142	4.21	0.0596	0.00050	
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	54.36	3	40	120	15.26	45.78	0.28	0.84	0.0140	4.21	0.0591	0.00049	
	Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	53.04	1	120	120	29.40	29.40	0.55	0.55	0.0092	4.21	0.0389	0.00032	
		Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	49.73	1	120	120	29.40	29.40	0.59	0.59	0.0099	4.21	0.0415	0.00035	
	Almacenamiento	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	53.38	1	120	120	4.30	4.30	0.08	0.08	0.0013	4.21	0.0057	0.00005	
		Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	52.06	1	120	120	21.30	21.30	0.41	0.41	0.0068	2.98	0.0203	0.00017
			Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	52.06	1	120	120	15.47	15.47	0.30	0.30	0.0050	2.98	0.0148	0.00012
			Traslado desde área de p. material al área de pulido	48.57	1	120	120	15.47	15.47	0.32	0.32	0.0053	2.98	0.0158	0.00013
	Corte de plantas de eva	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	48.57	1	120	120	21.30	21.30	0.44	0.44	0.0073	2.98	0.0218	0.00018	
		Traslado desde el área de corte (T2) a B1	55.91	1	120	120	10.09	10.09	0.18	0.18	0.0030	2.98	0.0090	0.00007	
		Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	54.36	1	120	120	10.09	10.09	0.19	0.19	0.0031	2.98	0.0092	0.00008	
		Transporta plantas de eva desde (T2) al área de p. material (por tallas 36-37-38)	54.85	3	40	120	9.86	29.58	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0268	0.00022	
	Preparación de material	Traslado de p. material al área de corte (T2)	54.85	3	40	120	9.86	29.58	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0268	0.00022	
		Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	52.06	1	120	120	9.86	9.86	0.19	0.19	0.0032	2.98	0.0094	0.00008	
		Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	48.57	1	120	120	7.69	7.69	0.16	0.16	0.0026	2.98	0.0079	0.00007	
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	62.65	1	120	120	8.92	8.92	0.14	0.14	0.0024	2.98	0.0071	0.00006		
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	44.75	1	120	120	8.92	8.92	0.20	0.20	0.0033	2.98	0.0099	0.00008		

Cntrl. calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	44.89	1	120	120	7.17	7.17	0.16	0.16	0.0027	2.98	0.0079	0.00007
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	44.93	1	120	120	11.71	11.71	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0129	0.00011
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	55.61	1	120	120	10.17	10.17	0.18	0.18	0.0030	2.98	0.0091	0.00008
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	55.61	1	120	120	10.17	10.17	0.18	0.18	0.0030	2.98	0.0091	0.00008
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	46.78	3	40	120	12.44	37.32	0.27	0.80	0.0133	2.98	0.0396	0.00033
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	46.78	3	40	120	12.44	37.32	0.27	0.80	0.0133	2.98	0.0396	0.00033
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	53.87	3	40	120	24.42	73.26	0.45	1.36	0.0227	4.21	0.0954	0.00080
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	53.87	3	40	120	24.42	73.26	0.45	1.36	0.0227	4.21	0.0954	0.00080
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado material y c. manual a la bodega 1	55.82	1	120	120	19.46	19.46	0.35	0.35	0.0058	2.98	0.0173	0.00014
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	55.82	1	120	120	19.46	19.46	0.35	0.35	0.0058	2.98	0.0173	0.00014
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	55.00	3	40	120	26.16	78.49	0.48	1.43	0.0238	2.98	0.0709	0.00059
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	55.00	3	40	120	26.16	78.49	0.48	1.43	0.0238	2.98	0.0709	0.00059
Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	55.37	3	40	120	6.54	19.63	0.12	0.35	0.0059	2.98	0.0176	0.00015
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	55.37	3	40	120	6.54	19.63	0.12	0.35	0.0059	2.98	0.0176	0.00015
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado	55.01	3	40	120	8.03	24.08	0.15	0.44	0.0073	2.98	0.0217	0.00018
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	55.01	3	40	120	8.03	24.08	0.15	0.44	0.0073	2.98	0.0217	0.00018
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	51.53	1	120	120	44.15	44.15	0.86	0.86	0.0143	2.98	0.0425	0.00035
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	54.81	1	120	120	35.91	35.91	0.66	0.66	0.0109	2.98	0.0325	0.00027
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	51.71	1	120	120	28.21	28.21	0.55	0.55	0.0091	2.98	0.0271	0.00023
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	51.85	1	120	120	21.05	21.05	0.41	0.41	0.0068	2.98	0.0202	0.00017
Nomenclatura: m: metros ; d: distancia													
<b>Distancia Total (m):</b>						1506.33	<b>Distancia proceso principal (m):</b>						981.47
<b>Tiempo Total (min):</b>						29.17	<b>Tiempo proceso principal (min) :</b>						19.36

Una vez obtenidas las matrices necesarias en el algoritmo de CRAFT, se aplica el módulo de Facility Location and Layout del software WIN QSB.

### Software WINQSB – Modulo de Facility Location and Layout

Para utilizar este módulo es necesario seguir los siguientes pasos:

**Paso 1)** Seleccionar el icono de WinQSB y elegir el módulo de Facility Location and Layout para ingresar a la ventana principal Fig. 73.

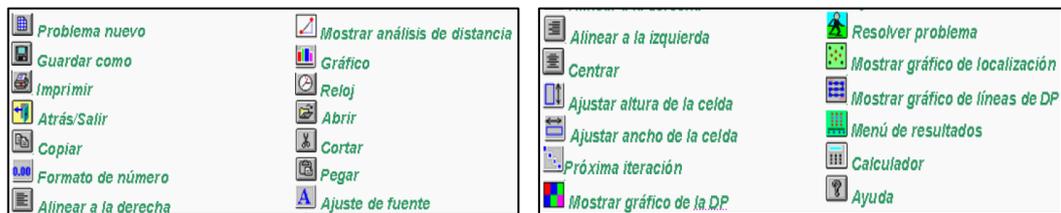
**Tabla 56. Matriz de costo de movimiento de flujo de material – modelo1**

Nº	Áreas	HACIA															
		1	2	3	4	5	6.1	6.2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Bodega 1		0.00015	0.00021		0.00043	0.00035							0.00008	0.00014		
2	Bodega 2	0.00015															
3	A.corte T3	0.00021			0.00022		0.00049								0.00059	0.00015	
4	A.bordado			0.00022			0.00066							0.00033		0.00018	0.00035
5	A.corte T2	0.00033					0.00072		0.00017	0.00030				0.00005			
6.1	A.aparado	0.00032		0.00050	0.00043	0.00091		0.00005						0.00028			0.00027
6.2	A.almacén t.													0.00080			
7	A.pulido					0.00018											
8	A.prep. material					0.00022			0.00013								
9	A.plantado							0.00006									0.00023
10	A.cntnl. de calidad														0.00011		0.00017
11	A.producto terminado																
12	A.corte T1	0.00008			0.00033		0.00028										
13	A.empastado y c.manual	0.00014		0.00059													
14	A. de serigrafía y estampado			0.00015	0.00018												
15	A.información																



**Fig. 73. Ventana de inicio - Facility Location and Layout**

En la Fig. 74, se observa la función de cada icono de la barra de herramientas:



**Fig. 74. Icono de la barra de herramientas - WinQSB**

**Paso 2)** Al seleccionar Abrir - Nuevo (New) se despliega una ventana en la que pide guardar el archivo que se va a crear y a continuación se muestra otra ventana en la cual se ingresa los siguientes datos, Fig. 75:

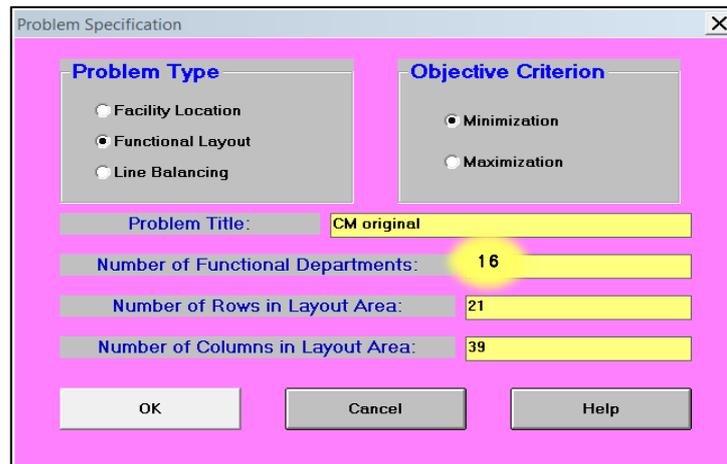


Fig. 75. Ventana de especificaciones del problema - WinQSB

- Tipo de problema (Problem Type):**

Este módulo contiene 3 aplicaciones una correspondiente a Facility locación (Localización de planta), Functional Layout (diseño o disposición funcional) y Line Balancing (Balanceo de líneas), de las cuales se selecciona la segunda opción para resolver problemas de distribución de instalaciones.
- Criterio de la función objetivo (Objective Criterion):**

Para este caso se selecciona minimizar, ya que se desea que el costo de transporte sea el menor posible según las interacciones entre departamentos.
- Título del problema (Problem Title):** es el nombre con el cual se va a identificar el problema en este caso es *CM Original*.
- Número de departamentos funcionales (Number of functional department):**

Es el número de departamentos con los que se va trabajar, en este caso son 16.
- Número de filas en el área del layout (Number of Rows in Layout Area) y Número de columnas en el área del layout (Number of Columns in Layout Area):**

Las filas y columnas se establecen en base a una cuadrícula que se dibuja sobre el layout de las instalaciones de la fábrica, que además sirve para ubicar las coordenadas de cada áreas de trabajo. El layout con la cuadrícula del modelo 1 se muestra en la Fig. 76 en la cual se observa que el número de filas es 21 y el de columnas es 39.

**Paso 3)** En la ventana mostrada en la Fig. 77 se procede a ingresar la lista de las áreas de trabajo, así como también el flujo y costo de mover el material entre dichas áreas.

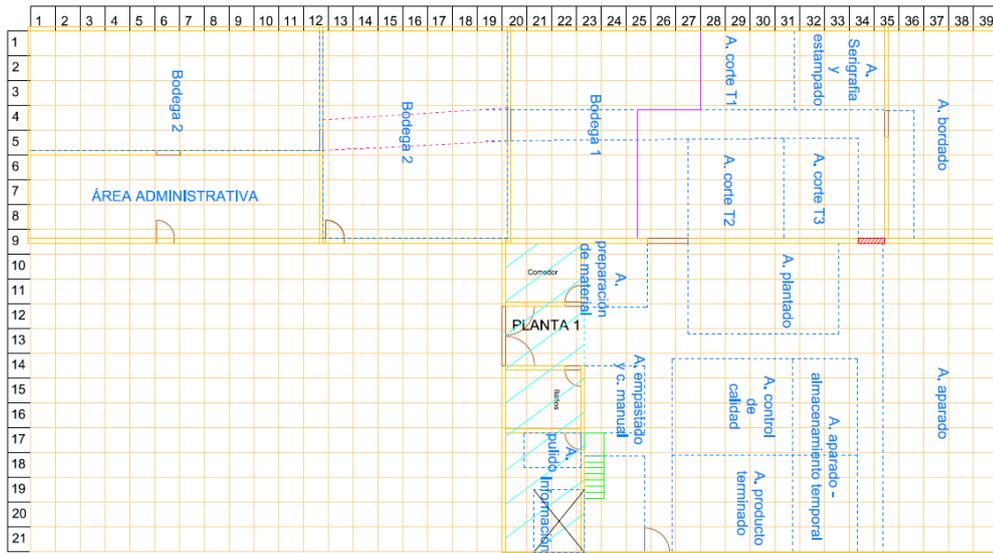


Fig. 76. Malla de la distribución de instalaciones - modelo

Functional Layout Information for CM original												
1 : Department Name			1									
Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost
1		No										
2		No										
3												
4												
5		No										
6		No										
7		No										
8		No										
9		No										
10	A	No										
11	B	No										
12	C	No										
13	D	No										

Flujo / Costo Unitario

Áreas fijas / móviles

Lista de áreas de trabajo

Fig. 77. Ventana de datos de transporte entre áreas de trabajo

Lista de áreas de trabajo, en esta lista se enuncia las 16 áreas de trabajo. La codificación se muestra en la Tabla 57.

Tabla 57. Código de áreas de trabajo de los modelos de redistribución de instalaciones- WinQSB

Número	Código	Áreas de trabajo	Número	Código	Áreas de trabajo
1	1	Bodega 1	14	G	Área empastado y corte manual
2	2	Bodega 2	15	H	Área de serigrafía y estampado
3	5	Área de corte 1- T3 en reemplazo de T2	16	N	Área de información
4	6	Área bordado	17	Ñ	Paredes
5	7	Área de corte 2- T2 en reemplazo de T4	18	O	Área administrativa
6	8	Área aparado	19	P	Espacios libres
7	9	Área de almacenamiento temporal			
8	A	Área de pulido			
9	B	Área de preparación de material			
10	C	Área de plantado			
11	D	Área control de calidad			
12	E	Área producto terminado			
13	F	Área de corte T1			

- **Fijación de la localización (Location fixed)**, en esta columna se establece si la ubicación del área de trabajo es fija (Yes) o móvil (No), dicha opción indica que áreas se pueden mover o no al momento de realizar las interacciones del algoritmo, para este caso la localización del área de pulido es la única que se designa como fija (Yes) pues se ubica en un cuarto específico, en cuanto a las demás áreas esta opción se establecerá según los requerimientos del diseño.
- **Al departamento x – flujo de material / costo unitario (To Dep.x – Flow/Unit Cost)**, en estas columnas se establece el flujo de material y el costo de mover dicho flujo obtenidos en las matrices de la Tabla 51 y Tabla 56. En la Fig. 78 y Fig. 79 se muestra los datos ya ingresados :

Functional Layout Information for CMORIGINAL1												
1 : Location Fixed		Yes										
Item	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost
1	1-BODEGA 1	Yes	0	120/0.00015	240/0.00021		600/0.00043	120/0.00035				
2	2-BODEGA 2	Yes	120/0.00015	0								
3	5-CORTE T3	No	240/0.00021		0	120/0.00022		120/0.00049				
4	6-BORDADO	No			120/0.00022	0		120/0.00066				
5	7-CORTE T2	No	480/0.00033				0	120/0.00072		120/0.00017	240/0.00030	
6	8-APARADO	No	120/0.00032		120/0.00050	120/0.00043	120/0.00091	0	120/0.00005			
7	9-ALMC.TEMP	No							0			
8	A-PULIDO	Yes					120/0.00018				0	120/0.00012
9	B-P.MTRL	No					120/0.00022			120/0.00013	0	120/0.00012
10	C-PLANTADO	No							120/0.00006			
11	H-CTRL.CALD	No										
12	E-P.TERMINADO	No										
13	F-CORTE T1	No	120/0.00008			120/0.00033		240/0.00108				
14	GEMPASTY CRT	No	120/0.00014		120/0.00059							
15	H-SERIGF Y	No			120/0.00015	120/0.00018						
16	N-INFORMACN	Yes										

Fig. 78. Ingreso de datos WinQSB - modelo 1 (Parte 1)

Functional Layout Information for CMORIGINAL1										
1 : Location Fixed		Yes								
Department Number	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3.5), (1.1)-(2.4)]	
1					120/0.00008	120/0.00014				(1.21)-(3.27),(5.21)-(8.25)
2										(1.2)-(4.11),(1.13)-(3.19),(5.14)-(8.19)
3						120/0.00059	120/0.00015			(6.31)-(8.33)
4					120/0.00033		120/0.00018	120/0.00035		(1.37)-(8.39)
5	240/0.00030				120/0.00005					(6.27)-(8.30)
6					240/0.00108			120/0.00027		(14.32)-(21.33),(10.35)-(21.39)
7		120/0.00008								(19.37)-(21.39)
8	120/0.00012									(17.21)-(18.22)
9	0	120/0.00007								(10.23)-(12.24)
10		0	120/0.00007					120/0.00023		(10.27)-(12.33)
11				120/0.00011				120/0.00017		(14.27)-(17.31)
12				0						(18.27)-(21.31)
13					0					(14.23)-(16.25)
14							0			(1.29)-(3.31)
15								0		(1.32)-(3.34)
16								0		(19.21)-(21.22)

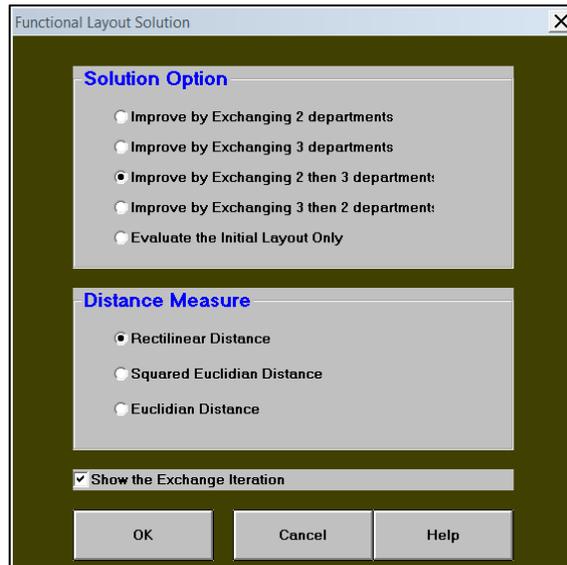
Fig. 79. Ingreso de datos WinQSB - modelo 1 (Parte 2)

- **Ubicaciones de las celdas en el diseño inicial (Initial layout cell locations)**, en esta columna se establece las coordenadas de cada área de trabajo las cuales están definidas de la siguiente manera:

(Fila inicial, columna inicial)-(fila final, columna final) estas coordenadas deben enmarcar el área rectangular puesto que la primera coordenada corresponde al punto superior izquierdo del área y la segunda corresponde al punto inferior derecho de

esta. Por ejemplo, el área de bordado (código: 6) está entre las coordenadas (1,37)-(8,39), la ilustración de todas las áreas se visualizan en la Fig. 81.

**Paso 4)** Una vez ingresados todos los datos se procese a resolver el problema y para ello se da clic en el icono  (botón de análisis y solución) y se despliega una ventana en la que se selecciona la opción de solución y el tipo de medida de la distancia, Fig. 80.



**Fig. 80. Ventana de opciones de solución**

- **Opciones de solución (Solution Option), en esta se detallan 5 opciones enunciadas a continuación:**

- 1) Mejorar intercambiando 2 departamentos (Improve by exchanging 2 departments).
- 2) Mejorar intercambiando 3 departamentos (Improve by exchanging 3 departments).
- 3) Mejorar intercambiando 2 y luego 3 departamentos (Improve by exchanging 2 then 3 departments).
- 4) Mejorar intercambiando 3 y luego 2 departamentos (Improve by exchanging 3 then 2 departments).
- 5) Evaluar solo el diseño inicial (Evaluate the initial layout only)

*Se elige la tercera opción (mejorar intercambiando 2 y luego 3 departamentos).*

- **Medida de la distancia (Distance measure), en esta sección se presentan tres formas de medición entre las que se tiene:**

- 1) Distancia rectilínea (Rectilinear distance)
- 2) Distancia euclidiana al cuadrado (Squared euclidian distance)
- 3) Distancia euclidiana (Euclidian distance)

De dichas opciones se selecciona la primera (Distancia rectilínea).

- La última opción que se presenta es la de presentar o no las interacciones de los intercambios entre áreas de trabajo.

Una vez establecidos los parámetros de solución se presenta la ventana de la Fig. 81, en la que se observa la distribución inicial de las áreas de trabajo y su costo total de transporte.

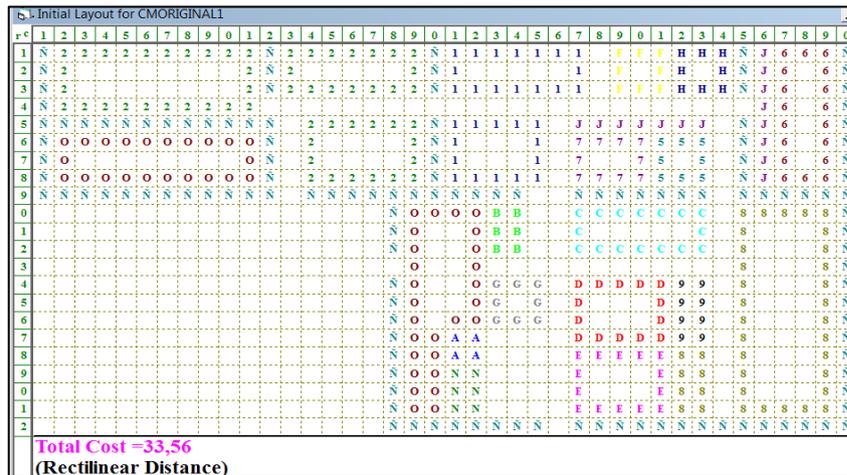


Fig. 81. Layout inicial - modelo 1

**Paso 5)** Para mejorar el layout propuesto en el modelo 1 se procede a realizar las iteraciones, para lo cual se da clics consecutivos en el icono  (botón de las iteraciones del layout) hasta que el programa indique que ya no se puede realizar ningún intercambio más entre departamentos. En la Fig. 82, Fig. 83 y Fig. 84 se presentan las interacciones del modelo 1.

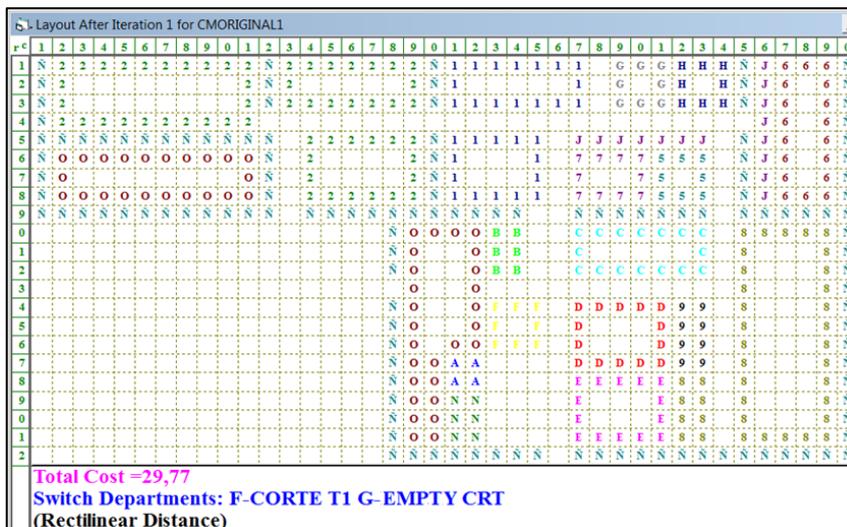


Fig. 82. Iteración 1 - alternativa 1

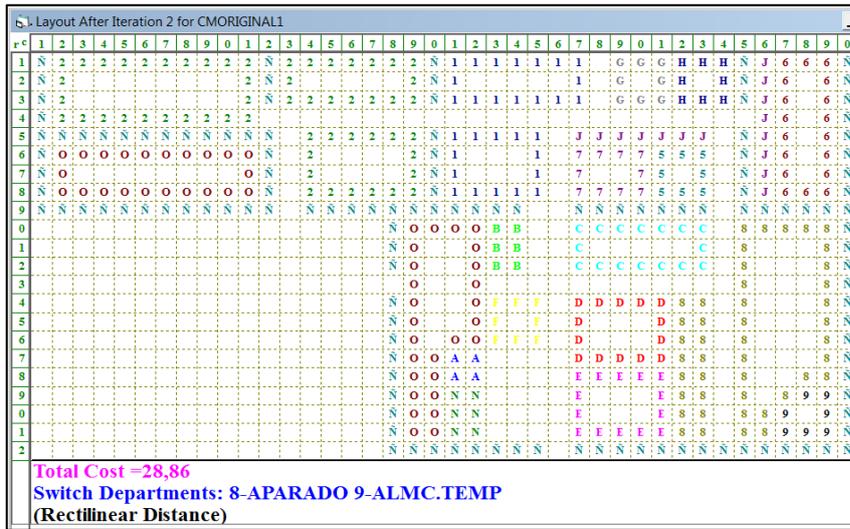


Fig. 83. Iteración 2 - alternativa 1

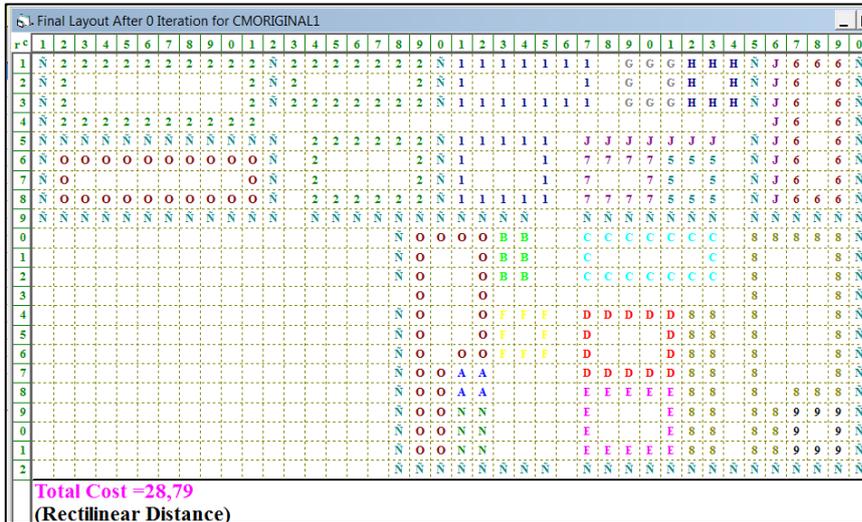


Fig. 84. Iteración 3 - alternativa 1

Una vez realizadas todas las iteraciones posibles se tiene que el costo de transporte se reduce de \$33.56 a \$ 28.79 estos costos incluyen el movimiento entre las áreas auxiliares, por lo que más adelante se calcula el costo netamente del proceso estudiado.

**Análisis de distancias:** Una vez finalizadas las iteraciones se procede a visualizar el análisis de distancias para lo cual se da clic en el icono  (botón de análisis de distancias) que muestra la Fig. 85 y Fig. 86 en donde se detalla la relación de distancias entre los departamentos con respecto a la iteración final.

**Análisis de costos:** Para observar dicho análisis es necesario dar clic en el icono , (botón de menú de resultados) y se despliega una lista de opciones de las cuales se selecciona la de análisis de costos y se presenta la ventana de la Fig. 87 y Fig. 88.

03-22-2016 09:22:21	To 1-BODEGA 1	To 2-BODEGA 2	To 5-CORTE T3	To 6-BORDADO	To 7-CORTE T2	To 8-APARADO	To 9-ALMC.TEMP	To A-PULIDO	To B-EMPASTADO	To C-PLANTADO	To D-CTRLC
From 1-BODEGA 1	0	12,53	11,29	14,79	7,79	23,46	30,29	15,32	6,82	13,29	16,79
From 2-BODEGA 2	12,53	0	23,82	27,32	20,32	35,99	42,82	23,82	19,32	25,82	29,32
From 5-CORTE T3	11,29	23,82	0	8,50	3,50	12,16	19	21	12,50	6	11,50
From 6-BORDADO	14,79	27,32	8,50	0	12	13,08	15,50	29,50	21	14,50	20
From 7-CORTE T2	7,79	20,32	3,50	12	0	15,66	22,50	17,50	9	5,50	9
From 8-APARADO	23,46	35,99	12,16	13,08	15,66	0	6,84	16,42	16,66	10,16	6,92
From 9-ALMC.TEMP	30,29	42,82	19	15,50	22,50	6,84	0	19	23,50	17	13,50
From A-PULIDO	15,32	23,82	21	29,50	17,50	16,42	19	0	8,50	15	9,50
From B-P.MTRL	6,82	19,32	12,50	21	9	16,66	23,50	8,50	0	6,50	10
From C-PLANTADO	13,29	25,82	6	14,50	5,50	10,16	17	15	6,50	0	5,50
From D-CTRL CALD	16,79	29,32	11,50	20	9	6,92	13,50	9,50	10	5,50	0
From E-P.TERMINADO	20,79	33,32	15,50	24	13	10,92	9,50	9,50	14	9,50	4
From F-CORTE T1	11,29	23,82	16	24,50	12,50	12,16	19	5	4,50	10	5,50
From GEMPASTY CRT	8,68	19,84	7	10,50	6,50	19,16	26	24	15,50	9	14,50
From H-SERIGF Y ESTMP	11,68	22,84	6	7,50	9,50	16,16	23	27	18,50	12	17,50
From N-INFORMACN	17,82	26,32	23,50	32	20	18,92	16,50	2,50	11	17,50	12
From N-PAREDES	7,46	18,32	13,14	21,64	9,64	17,66	24,50	7,86	1	7,50	11
From O-SIN ACCESO	16,38	10,24	22,06	30,56	18,56	25,75	32,59	13,59	9,56	16,06	19,09
From J-BACANTE	10,23	22,76	3,47	5,03	6,97	13,23	20,07	24,47	15,97	9,47	14,97
Sub-Total	256,71	438,56	235,95	331,93	219,45	291,33	381,11	289,47	223,83	210,31	230,55

Fig. 85. Análisis de distancias del modelo 1 - parte 1

03-22-2016 09:22:21	To B-EMPASTADO	To C-PLANTADO	To D-CTRL.CALD	To E-P.TERMINADO	To F-CORTE T1	To G-P.MTRL Y CRT	To H-SERIGF Y ESTMP	To N-INFORMACN	Sub Total
From 1-BODEGA 1	6,82	13,29	16,79	20,79	11,29	8,68	11,68	17,82	256,71
From 2-BODEGA 2	19,32	25,82	29,32	33,32	23,82	19,84	22,84	26,32	438,56
From 5-CORTE T3	12,50	6	11,50	15,50	16	7	6	23,50	235,95
From 6-BORDADO	21	14,50	20	24	24,50	10,50	7,50	32	331,93
From 7-CORTE T2	9	5,50	9	13	12,50	6,50	9,50	20	219,45
From 8-APARADO	16,66	10,16	6,92	10,92	12,16	19,16	16,16	18,92	291,33
From 9-ALMC.TEMP	23,50	17	13,50	9,50	19	26	23	16,50	381,11
From A-PULIDO	8,50	15	9,50	9,50	5	24	27	2,50	289,47
From B-P.MTRL	0	6,50	10	14	4,50	15,50	18,50	11	223,83
From C-PLANTADO	6,50	0	5,50	9,50	10	9	12	17,50	210,31
From D-CTRL.CALD	10	5,50	0	4	5,50	14,50	17,50	12	230,59
From E-P.TERMINADO	14	9,50	4	0	9,50	18,50	21,50	8	278,59
From F-CORTE T1	4,50	10	5,50	9,50	0	19	22	7,50	240,84
From G-EMPASTY CRT	15,50	9	14,50	18,50	19	0	3	26,50	274,82
From H-SERIGF Y ESTMP	18,50	12	17,50	21,50	22	3	0	29,50	297,82
From N-INFORMACN	11	17,50	12	8	7,50	26,50	29,50	0	322,97
From N-PAREDES	1	7,50	11	15	5,50	16,14	19,14	10,36	231,39
From O-SIN ACCESO	9,56	16,06	19,09	23,09	13,59	25,06	28,06	16,09	354,75
From J-BACANTE	15,97	9,47	14,97	18,97	19,47	5,93	2,93	26,97	263,01
Sub-Total	223,83	210,31	230,59	278,59	240,84	274,82	297,82	322,97	5.373,41

Fig. 86. Análisis de distancias del modelo 1 - parte 2

03-22-2016 09:23:10	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	4,20	23,51	1320	4,04
2	2-BODEGA 2	3,51	11,67	120	0,23
3	5-CORTE T3	7	32	720	2,11
4	6-BORDADO	4,50	38	600	3,74
5	7-CORTE T2	7	28,50	1080	3,67
6	8-APARADO	15,37	35,79	960	7,82
7	9-ALMC.TEMP	20	38	120	0,16
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	0,50
9	B-P.MTRL	11	23,50	360	0,42
10	C-PLANTADO	11	30	360	0,65
11	D-CTRL.CALD	15,50	29	240	0,30
12	E-P.TERMINADO	19,50	29	0	0
13	F-CORTE T1	15	24	480	4,23
14	G-EMPAST.Y CRT	2	30	240	0,64
15	H-SERIGF Y ESTMP	2	33	240	0,27
16	N-INFORMACN	20	21,50	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,24	14,18	0	0
19	J-BACANTE	4,73	33,20	0	0
Total				7080	28,79
Distance	Measure:	Rectilinear			

Fig. 87. Análisis de costos modelo 1 (con áreas auxiliares)

03-22-2016 09:32:49	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	4,20	23,51	1080	3,79
2	2-BODEGA 2	3,51	11,67	120	0,23
3	5-CORTE T3	7	32	480	1,51
4	6-BORDADO	4,50	38	360	2,60
5	7-CORTE T2	7	28,50	1080	3,67
6	8-APARADO	15,37	35,79	840	5,08
7	9-ALMC.TEMP	20	38	120	0,16
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	0,50
9	B-P.MTRL	11	23,50	360	0,42
10	C-PLANTADO	11	30	360	0,65
11	H-CTRL.CALD	15,50	29	240	0,30
12	E-P.TERMINADO	19,50	29	0	0
13	F-CORTE T1	15	24	120	0,41
14	G-EMPAST.Y CRT	2	30	0	0
15	H-SERIGF Y ESTMP	2	33	0	0
16	N-INFORMACN	20	21,50	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,24	14,18	0	0
19	J-BACANTE	4,73	33,20	0	0
Total				5400	19,32
Distance	Measure:	Rectilinear			

Fig. 88. Análisis de costos modelo 1 (sin áreas auxiliares)

En la Fig. 88, se tiene que el costo de transportar el material sin tomar en cuenta las áreas de trabajo auxiliares, es de \$19.32 para el modelo1, con más costo en el área de aparato.

## Modelo 2

El proceso desarrollado en el modelo 1 para analizar el costo de transporte del flujo de material se los aplica a los dos modelos restantes, en lo que se tiene lo siguiente:

### Matriz de distancia y costo – modelo 2

Las coordenadas de las áreas de trabajo del modelo de distribución 2, las distancias entre áreas, los costos de mover material y la tabla de costo del movimiento del material de dicha alternativa se detallan en el ANEXO 13.

En la Fig. 89 y Fig. 90, se muestra los datos ingresados de la Matriz de flujo y costo de movimiento del material – modelo 2, las celdas de ubicación de las áreas de este modelo se hacen en base al ANEXO 14.

partm	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Flow
1	1-BODEGA 1	Yes	0									
2	2-BODEGA 2	Yes	120/0.00015	0								
3	5-CORTE T3	No	240/0.00029		0	120/0.00021						
4	6-BORDADO	No			120/0.00021	0						
5	7-CORTE T2	No	480/0.00046				0					
6	8-APARADO	No	120/0.00032		120/0.00046	120/0.00025	120/0.00051	0	120/0.00026			
7	9-ALMC TEMP	No							0			
8	A-PULIDO	Yes					120/0.00014					
9	B-EMPASTADO	No					120/0.00027					
10	C-PLANTADO	No							120/0.00004			
11	H-CTRL CALD	No										
12	E-P. TERMINADO	No										
13	F-CORTE T1	No	120/0.00018			120/0.00049		240/0.00045				
14	G-P. MTR L Y CRT	No	120/0.00010		120/0.00025							
15	H-SERIGFY	No			120/0.00011	120/0.00029						
16	N-INFORMACN	Yes										
17	N-PAREDES	Yes										
18	O-SIN ACCESO	Yes										
19	J-BACANTE	Yes										

**Fig. 89. Ingreso de datos WinQSB - modelo 2 (Parte 1)**

partm	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1					120/0.00018	120/0.00010			(1,21)-(3,27), (5,21)-(8,25)
2									(1,2)-(4,11), (1,13)-(3,19), (5,14)-(8,19)
3						120/0.00025	120/0.00011		(15,27)-(17,29)
4					120/0.00049		120/0.00029	120/0.00014	(19,27)-(21,34)
5	240/0.00036				120/0.00003				(10,27)-(12,30)
6					240/0.00045				(14,30)-(17,33), (12,35)-(21,39)
7		120/0.00005						120/0.00022	(7,36)-(8,39)
8	120/0.00009								(17,21)-(18,22)
9	0	120/0.00026							(10,36)-(11,39)
10		0	120/0.00012					120/0.00037	(1,36)-(6,39)
11			0	120/0.00006				120/0.00027	(6,27)-(8,33)
12				0					(1,29)-(3,34)
13					0				(10,31)-(12,33)
14						0			(10,23)-(12,25)
15							0		(14,23)-(16,25)
16								0	(19,21)-(21,22)
17									22,18)-(22,25), (22,27)-(22,40), (1,40)-(21,40)
18									(6,2)-(8,11), (10,19)-(16,22), (17,19)-(21,20)
19									(5,28)-(5,31), (1,36)-(8,36), (5,27)-(5,33)

**Fig. 90. Ingreso de datos WinQSB - modelo 2 (Parte 2)**

En la Fig. 91, se muestra el layout inicial del modelo 2 en donde el costo de transportar del flujo de material es de \$26.51 y al realizar todas las iteraciones posibles se muestra el layout final en la Fig. 92 en el cual este costo se reduce a \$25.33 Fig. 93.

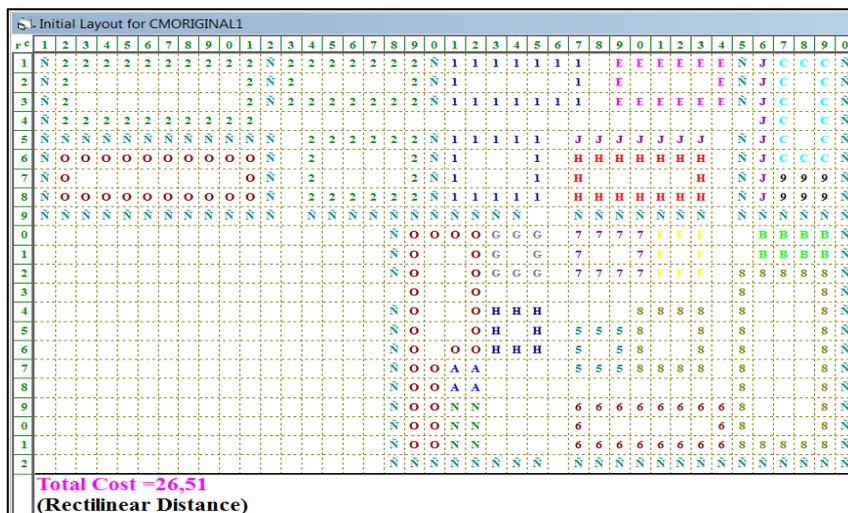


Fig. 91. Layout inicial - modelo 2

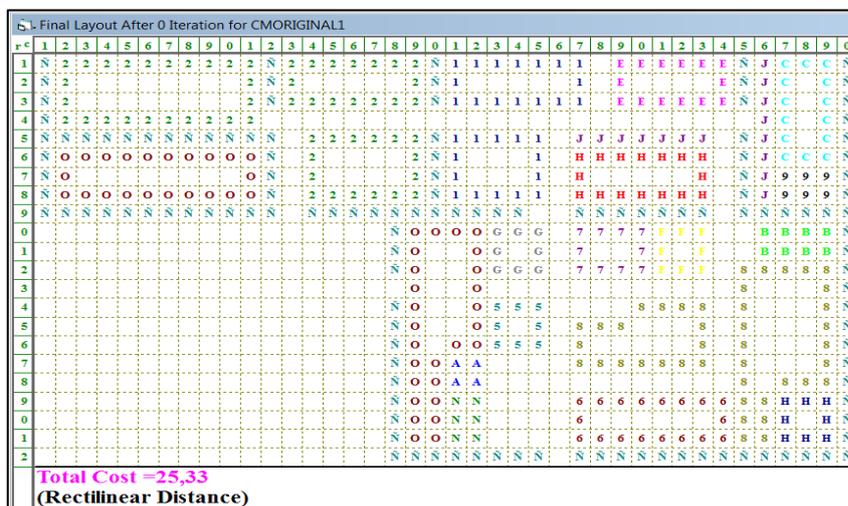


Fig. 92. Layout final - modelo 2

03-22-2016 09:56:27	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	4,20	23,51	1320	6,87
2	2-BODEGA 2	3,51	11,67	120	0,23
3	5-CORTE T3	15	24	720	2,04
4	6-BORDADO	20	30,50	600	1,70
5	7-CORTE T2	11	28,50	1080	4,43
6	8-APARADO	15,71	34,30	960	3,93
7	9-ALMC.TEMP	7,50	38	120	0,02
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	0,48
9	B-P.MTRL	10,50	37,50	360	0,82
10	C-PLANTADO	3,50	38	360	1,65
11	H-CTRL.CALD	7	30	240	0,74
12	E-P.TERMINADO	2	31,50	0	0
13	F-CORTE T1	11	32	480	1,71
14	G-EMPAST. Y CRT	11	24	240	0,21
15	H-SERIGF Y ESTMP	20	38	240	0,51
16	N-INFORMACN	20	21,50	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,24	14,18	0	0
19	J-BACANTE	4,73	33,20	0	0
Total				7080	25,33
Distance Measure: Rectilinear					

Fig. 93. Análisis de costos modelo 2 (con áreas auxiliares)

03-22-2016 10:03:56	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	4,20	23,51	1080	6,45
2	2-BODEGA 2	3,51	11,67	120	0,23
3	5-CORTE T3	15	24	480	1,67
4	6-BORDADO	20	30,50	360	0,82
5	7-CORTE T2	11	28,50	1080	4,43
6	8-APARADO	15,71	34,30	840	3,27
7	9-ALMC.TEMP	7,50	38	120	0,02
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	0,48
9	B-P.MTRL	10,50	37,50	360	0,82
10	C-PLANTADO	3,50	38	360	1,65
11	H-CTRL.CALD	7	30	240	0,74
12	E-P.TERMINADO	2	31,50	0	0
13	F-CORTE T1	11	32	120	0,10
14	G-EMPAST. Y CRT	11	24	0	0
15	H-SERIGF Y ESTMP	20	38	0	0
16	N-INFORMACN	20	21,50	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,24	14,18	0	0
19	J-BACANTE	4,73	33,20	0	0
Total				5400	20,68
Distance Measure: Rectilinear					

Fig. 94. Análisis de costos modelo 2 (sin áreas auxiliares)

En la Fig. 94, se tiene que el costo de transporte que abarca solo los movimientos entre las áreas principales de producción es de \$20.68, el mayor costo se relaciona a la bodega 1.

### Modelo 3

#### Matriz de distancia y costo – modelo 3

Las coordenadas de las áreas de trabajo del modelo de distribución 3, las distancias entre áreas, los costos de mover material y la tabla de costo del movimiento del material de dicha alternativa se detallan en el ANEXO 15. En la Fig. 95 y Fig. 96 se muestra los datos ingresados de la Matriz de flujo y costo de movimiento del material – modelo 3, las celdas de ubicación de las áreas de este modelo se hacen en base al ANEXO 16.

Partn	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost
1	1-BODEGA 1	Yes	0	120/0.00015	240/0.00019			600/0.00060	120/0.00032		
2	2-BODEGA 2	Yes	120/0.00015	0							
3	5-CORTE T3	No	240/0.00019		0	120/0.00022			120/0.00071		
4	6-BORDADO	Yes			120/0.00022	0			120/0.00085		
5	7-CORTE T2	No	480/0.00046				0	120/0.00081		120/0.00018	240/0.00011
6	8-APARADO	No	120/0.00030		120/0.00072	120/0.00055	120/0.00077	0	120/0.00008		
7	9-ALMC TEMP	No							0		
8	A-PULIDO	Yes					120/0.00019				120/0.00024
9	B-P.MTRL	No					120/0.00008			120/0.00025	0
10	C-PLANTADO	No							120/0.00006		
11	H-CTRL.CALD	No									
12	E-P.TERMINADO	Yes									
13	F-CORTE T1	No	120/0.00004			120/0.00042		240/0.00100			
14	G-EMPASTY CRT	No	120/0.00007		120/0.00009						
15	H-SERIGF Y	No			120/0.00059	120/0.00056					
16	N-INFORMACN	Yes									
17	N-PAREDES	Yes									
18	O-SIN ACCESO	Yes									
19	J-BACANTE	YES									

Fig. 95. Ingreso de datos WinQSB - modelo 3 (Parte 1)

Partn	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1					120/0.00004	120/0.00007			(1,21)-(3,25)
2									(1,2)-(4,11),(1,13)-(3,19),(5,14)-(8,19),(19,23)-(21,25)
3						120/0.00009	120/0.00059		(1,32)-(3,34)
4					120/0.00042		120/0.00056	120/0.00018	(1,37)-(8,39)
5	240/0.00011				120/0.00007				(5,27)-(8,31)
6					240/0.00100			120/0.00012	(14,27)-(21,34)
7		120/0.00008							(16,36)-(17,39)
8	120/0.00024								(17,21)-(18,22)
9	0	120/0.00010							(5,32)-(8,33)
10		0	120/0.00010					120/0.00015	(10,36)-(15,39)
11			0	120/0.00013				120/0.00006	(10,27)-(12,33)
12				0					(5,21)-(8,25)
13						0			(1,26)-(3,28)
14							0		(1,29)-(3,31)
15								0	(18,36)-(20,39)
16									(10,23)-(11,25)
17									3)-(21,18),(22,18)-(22,25),(22,27)-(22,40),(1,40)-(21,40)
18									2)-(8,11),(10,19)-(16,22),(17,19)-(21,20),(19,21)-(21,22)
19									3)-(8,36),(14,23)-(18,25),(12,23)-(12,25),(21,36)-(21,39)

Fig. 96. Ingreso de datos WinQSB - modelo 3 (Parte 2)

El layout inicial se observa en la Fig. 97 y el final en la Fig. 98, el análisis de costos en la Fig. 99 y Fig. 100.

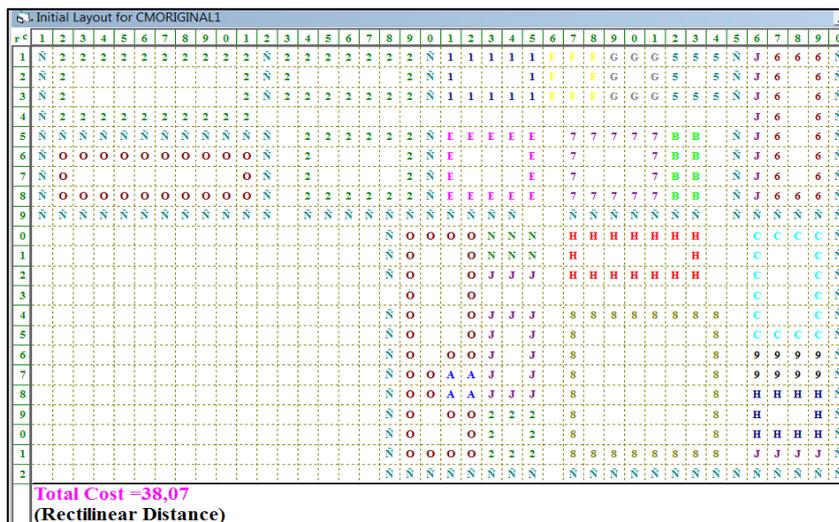


Fig. 97. Layout inicial - modelo 3

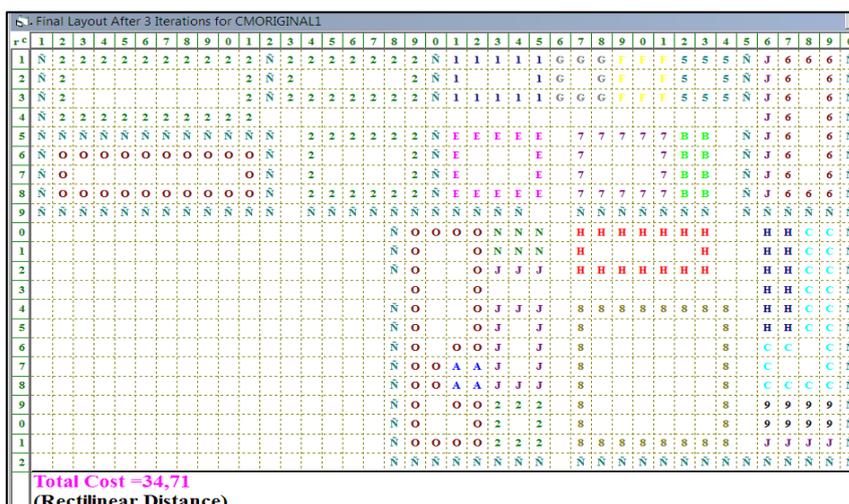


Fig. 98. Layout final - modelo 3

03-22-2016 10:14:17	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	2	23	1320	5,42
2	2-BODEGA 2	5,09	12,85	120	0,24
3	5-CORTE T3	2	33	720	3,24
4	6-BORDADO	4,50	38	600	3,89
5	7-CORTE T2	6,50	29	1080	4,07
6	8-APARADO	17,50	30,50	960	9,01
7	9-ALMC.TEMP	19,50	37,50	120	0,05
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	1,06
9	B-P.MTRL	6,50	32,50	360	0,86
10	C-PLANTADO	14,75	38	360	0,51
11	H-CTRL.CALD	11	30	240	0,23
12	E-P.TERMINADO	6,50	23	0	0
13	F-CORTE T1	2	30	480	4,40
14	G-EMPAST.Y CRT	2	27	240	0,10
15	H-SERIGF.Y ESTMP	12,50	36,50	240	1,63
16	N-INFORMACN	10,50	24	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,95	14,77	0	0
19	J-BACANTE	13,20	29	0	0
	<b>Total</b>			<b>7080</b>	<b>34,71</b>
	Distance	Measure: Rectilinear			

Fig. 99. Análisis de costos modelo 3 (con áreas auxiliares)

03-22-2016 10:26:28	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	2	23	1080	5,36
2	2-BODEGA 2	5,09	12,85	120	0,24
3	5-CORTE T3	2	33	480	2,19
4	6-BORDADO	4,50	38	360	2,72
5	7-CORTE T2	6,50	29	1080	4,07
6	8-APARADO	17,50	30,50	840	5,67
7	9-ALMC.TEMP	19,50	37,50	120	0,04
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	1,06
9	B-P.MTRL	6,50	32,50	360	0,86
10	C-PLANTADO	15,50	37,50	360	0,51
11	D-CTRL.CALD	11	30	240	0,23
12	E-P.TERMINADO	6,50	23	0	0
13	F-CORTE T1	2	30	120	0,50
14	G-EMPAST.Y CRT	2	27	0	0
15	H-SERIGF.Y ESTMP	11	37,50	0	0
16	N-INFORMACN	10,50	24	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,95	14,77	0	0
19	J-BACANTE	13,20	29	0	0
	<b>Total</b>			<b>5400</b>	<b>23,43</b>
	Distance	Measure: Rectilinear			

Fig. 100. Análisis de costos modelo 3 (sin áreas auxiliares)

En la Fig. 100, se tiene que el costo de transporte que abarca sólo los movimientos entre las áreas principales es de \$23.43, el mayor costo se relaciona a la bodega 1 y al aparato.

**Situación anterior**

También se analiza la situación que se tiene anteriormente en la empresa:

**Matriz de flujo (anterior)**

Esta matriz se detalla en la Tabla 58, al igual de la matriz de flujo modificada las cantidades en color negro corresponden netamente al proceso productivo, mientras las que se encuentran de otros colores corresponden a las áreas de trabajo auxiliares.

**Tabla 58. Matriz de flujo - distribución anterior**

N°	Win QSB	Áreas	HACIA																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
DESDE	1	1	Bodega 1	120	120	120	240		120	120											120	120				
	2	2	Bodega 2	120																						
	3	3	Bodega 3	120							360	120														
	4	4	Bodega 4	120																						
	5	5	Área de corte T2	240				240	120		240										120	120	120	120		
	6	6	Área bordado					240				120											120	120	120	
	7	7	Área de corte T3	120								120														
	8	8	Área de corte T1	120				120					120													
	9	9	Área de corte T4		360								120	120		120	240									
	10	A	Área eva - Bodega 3									120														
	11	B	Área aparato		120		120	240		120	120			120												120
	12	C	Álmacenamiento temporal															120								
	13	D	Área de pulido									120						120								
	14	E	Área de empastado									120						120	120							
	15	F	Área de plantado												120				120	120						120
	16	G	Á.cosido de puntas															120								
	17	H	Á. control de calidad																		120					120
	18	I	Área de terminado																							
	19	J	Á.prep. de material	120				120																		
	20	K	Área de corte manual	120				120																		
	21	L	Área de serigrafía					120	120																	
	22	M	Área de estampado					120	120																	
	23	N	Área de información																							

**Matriz de distancia y costo (anterior)**

Las coordenadas de las áreas de trabajo de la distribución de instalaciones anterior, las distancias entre áreas, los costos de mover material y la tabla de costo del movimiento del material se detallan en el ANEXO 17. En la Fig. 101, Fig. 102 y Fig. 103 se muestra los datos ingresados de la Matriz de flujo y costo de movimiento del material, las celdas de ubicación de las áreas de este modelo se hacen en base al ANEXO 18.

artr	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost
1	1-BODEGA 1	Yes	0	120/0.0004	120/0.00053	120/0.00056	240/0.00028		120/0.00017	120/0.00011		
2	2-BODEGA 2	Yes	120/0.00040	0								
3	3-BODEGA 3	Yes	120/0.00053		0						360/0.00046	
4	4-BODEGA 4	Yes	120/0.00056			0						
5	5-CORTE T2	No	240/0.00028				0	240/0.00037		120/0.00009		
6	6-BORDADO	No					240/0.00044	0				
7	7-CORTE T3	No	120/0.00017						0	120/0.00010		
8	8-CORTE T1	No	120/0.00011				120/0.00009			0		
9	9-CORTE T4	No			360/0.00045						0	120/0.
10	A-A.EVA B3	No									120/0.00008	
11	B-APARADO	No			120/0.00034		120/0.00059	240/0.00068		120/0.00025	120/0.00059	
12	C-ALMC.TMP	No										
13	D-PULIDO	Yes									120/0.00011	
14	E-PREP.MATRL	No									120/0.00021	
15	F-PLANTADO	No										
16	G-CSD.PNTS	No										
17	H-CTRL.CALD	No										
18	I-A.TERMINADO	No										
19	J-EMPASTADO	No	120/0.00020				120/0.00033					
20	K-CORT.MANL	No	120/0.00018				120/0.00026					
21	L-SERIGRAFIA	No					120/0.00021	120/0.00025				
22	M-ESTAMPADO	No					120/0.00029	120/0.00033				
23	N-INFORMACN	No										

Fig. 101. Ingreso de datos WinQSB - distribución anterior (Parte 1)

artr	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	To Dep. 17 Flow/Unit Cost	To Dep. 18 Flow/Unit Cost	To Dep. 19 Flow/Unit Cost	To D Flow/Unit Cost
1											120/0.00020	120
2												
3	360/0.00046		120/0.00037									
4												
5			240/0.00077								120/0.00033	120
6			120/0.00075									
7												
8			120/0.00025									
9	0	120/0.00007	120/0.00062		120/0.00011	240/0.00028						
10	120/0.00008	0										
11	120/0.00059		0	120/0.00013								
12				0			120/0.00026					
13	120/0.00011				0	120/0.00017						
14	120/0.00021				120/0.00016	0	120/0.00005					
15				120/0.00019			0	120/0.00006	120/0.00009			
16							120/0.00006	0				
17									0	120/0.00007		
18										0		
19											0	
20												
21												
22												
23												

Fig. 102. Ingreso de datos WinQSB - distribución anterior (Parte 2)

artr	To Dep. 17 Flow/Unit Cost	To Dep. 18 Flow/Unit Cost	To Dep. 19 Flow/Unit Cost	To Dep. 20 Flow/Unit Cost	To Dep. 21 Flow/Unit Cost	To Dep. 22 Flow/Unit Cost	To Dep. 23 Flow/Unit Cost	To Dep. 24 Flow/Unit Cost	To Dep. 25 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (1,1)-(2,4)]
1			120/0.00020	120/0.00018						(1,1)-(4,11)
2										(1,36)-(8,39)
3										(18,26)-(21,39)
4										(10,19)-(21,22)
5			120/0.00033	120/0.00026	120/0.00021	120/0.00029				(5,17)-(8,19)
6					120/0.00025	120/0.00033	120/0.00020			(1,13)-(3,19)
7										(5,21)-(8,22)
8										(5,14)-(8,16)
9										(10,27)-(12,30),(14,26)-(14,30)
10										(14,23)-(16,24)
11							120/0.00011			(5,27)-(8,34),(1,29)-(3,34)
12										(2,25)-(3,28)
13										(17,21)-(18,22)
14										(10,31)-(12,34)
15	120/0.00009						120/0.00017			(10,35)-(12,39)
16										(13,39)-(16,39)
17	0	120/0.00007					120/0.00017			(17,34)-(17,39),(14,34)-(15,37)
18		0								(15,26)-(17,32)
19			0							(7,23)-(8,25)
20				0						(5,23)-(6,24)
21					0					(1,21)-(3,22)
22						0				(1,23)-(2,24)
23							0			(10,23)-(11,25)

Fig. 103. Ingreso de datos WinQSB - distribución anterior (Parte 3)

En la Fig. 104, se muestra el layout inicial de la distribución anterior el costo de transportar el flujo de material es de \$ 42.19. Al calcular dicho costo sin tomar en cuenta las áreas auxiliares Fig. 106 es \$34.69, con mayor costo en la bodega 1, 3 y el área de aparato.

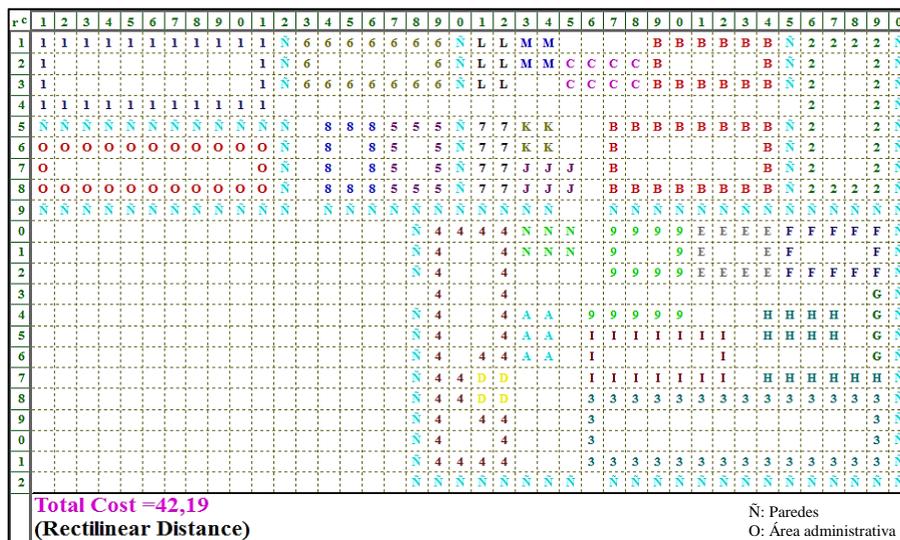


Fig. 104. Layout inicial – distribución anterior

03-21-2016 11:05:01	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	2,50	6	1080	8,84
2	2-BODEGA 2	4,50	37,50	120	1,61
3	3-BODEGA 3	19,50	32,50	600	5,44
4	4-BODEGA 4	15,32	20,41	120	1,83
5	5-CORTE T2	6,50	18	1320	5,41
6	6-BORDADO	2	16	720	3,16
7	7-CORTE T3	6,50	21,50	240	0,48
8	8-CORTE T1	6,50	15	360	0,73
9	9-CORTE T4	11,88	28,35	960	3,18
10	A-A.EVA B3	15	23,50	120	0,08
11	B-APARADO	4,88	30,86	960	6,05
12	C-ALMC.TMP	2,50	26,50	120	0,59
13	D-PULIDO	17,50	21,50	240	0,52
14	E-CORT.MANL	11	32,50	360	0,49
15	F-PLANTADO	11	37	480	0,81
16	G-CSD.PNTS	14,50	39	120	0,04
17	H-CTRL.CALD	15,57	35,93	240	0,41
18	I-A.TERMINADO	16	29	0	0
19	J-PREP.MATRL	7,50	24	240	0,83
20	K-EMPASTADO	5,50	23,50	240	0,65
21	L-SERIGRAFIA	2	21,50	240	0,37
22	M-ESTAMPADO	1,50	23,50	240	0,68
23	N-INFORMACN	10,50	24	0	0
24	Ñ-PAREDES	11,17	24,02	0	0
25	O-SIN ACCESO	7	6	0	0
	Total			9120	42,19
	Distance	Measure: Rectilinear			

Fig. 105. Análisis de costos - distribución anterior (con áreas auxiliares)

03-21-2016 11:52:15	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	2,50	6	720	7,68
2	2-BODEGA 2	4,50	37,50	120	1,61
3	3-BODEGA 3	19,50	32,50	600	5,44
4	4-BODEGA 4	15,32	20,41	120	1,83
5	5-CORTE T2	6,50	18	720	3,43
6	6-BORDADO	2	16	480	2,34
7	7-CORTE T3	6,50	21,50	240	0,48
8	8-CORTE T1	6,50	15	120	0,52
9	9-CORTE T4	11,88	28,35	960	3,18
10	A-A.EVA B3	15	23,50	120	0,08
11	B-APARADO	4,88	30,86	960	5,24
12	C-ALMC.TMP	2,50	26,50	120	0,59
13	D-PULIDO	17,50	21,50	240	0,52
14	E-PREP.MATRL	11	32,50	360	0,49
15	F-PLANTADO	11	37	480	0,81
16	G-CSD.PNTS	14,50	39	120	0,04
17	H-CTRL.CALD	15,57	35,93	240	0,41
18	I-A.TERMINADO	16	29	0	0
19	J-EMPASTADO	7,50	24	0	0
20	K-CORT.MANL	5,50	23,50	0	0
21	L-SERIGRAFIA	2	21,50	0	0
22	M-ESTAMPADO	1,50	23,50	0	0
23	N-INFORMACN	10,50	24	0	0
24	Ñ-PAREDES	11,17	24,02	0	0
25	O-SIN ACCESO	7	6	0	0
	Total			6720	34,69
	Distance	Measure: Rectilinear			

Fig. 106. Análisis de costos - distribución anterior (sin áreas auxiliares)

En la Tabla 59, se presenta una tabla de comparación de los costos de transporte.

Tabla 59. Comparación de costos y distancias de transporte

	Distribución anterior	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Costo de transporte (\$)	34.69	19.32	20.68	23.43
% Reducción	-	44.31%	40.38%	32.46%
Distancia recorrida (m)	1355.60	964.20	934.97	1003.88

El modelo 1 el menor costo de transporte, pero esto no significa que sea la más factible de implementar por ende se requiere realizar una comparación sistemática para saber cual se debe implementar. En las Fig. 107, Fig. 108 y Fig. 109 el layout de los 3 modelos.







### **ESTAPA 3: IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES**

#### **4.10. Selección de una alternativa de redistribución de instalaciones**

De las tres alternativas, la tercera resalta como uno de los modelos con más posibilidades de ser implantado, pero aun así, se requiere un criterio más estudiado para conocer cual es la opción más conveniente a implantar por lo que se procede a desarrollar un análisis comparativo de las tres alternativas mediante el proceso analítico jerárquico (AHP), el cual se complementa con el software Expert Choice.

#### **Proceso Analítico Jerárquico(AHP)**

**Paso 1) Identificación del problema.**

**Paso 2) Definción del objetivo,** seleccionar la alternativa de redistribución de instalaciones más conviniente a implantar en la empresa CM Original.

**Paso 3) Identificación de los criterios,** los criterios a tomarse en cuenta se relacionan a los principios de una adecuada distribución de instalaciones los cuales se enuncian en la sección 2.2.6. de la presente investigación. Cada criterio se evalua en base a un porcentaje de cumplimiento lo cual facilita la posterior comparación de los tres modelos:

- a) **Integración** Tabla 60, para evaluar este aspecto se toma como referencia la integración de las bodegas de materia prima y producto terminado ya que se tendría mayor facilidad en el control de inventario y en si en el trabajo del bodeguero. También, se evalúa la facilidad de cambio en el proceso, es decir, la cercanía de las áreas auxiliares a las áreas principales.
- b) **Mínima distancia recorrida** Tabla 61, se toma como medida de comparación la alternativa en donde mayor distancia se ha reducido que es este caso corresponde a la distancia de la alternativa 2 (934.07 metros y con un 31.09% de reducción con respecto a la distancia de la distribución anterior) y se la compara con las otras dos opciones.
- c) **Recurso humano,** este criterio se relaciona con la seguridad y confort de las personas que trabajan en el área de producción. Este criterio abarca 8 aspectos: ruido, temperaturas extremas, ventilación, iluminación, presión, radiación y vibración.

**Tabla 60. Criterio de integración**

Integración de áreas	A1	A2	A3
Bodegas de materia prima y producto terminado en una sola sección.	75% La bodega de producto terminado está aislada	100%	95% Una parte de la materia prima está aislada.
Integración del área de corte T2, T3, T1 (auxiliar) y corte manual y empastado (auxiliar)	75% (3 de 4, Área de corte T1)	100% (4 de 4)	100% (4 de 4)
<b>(25%) Valoración</b>	75%	100%	97.50%
Replanteamiento de proceso (procesos auxiliares cercano a las áreas principales)	A1	A2	A3
Serigrafía y estampado (Cercana a bordado).	SI -100%	SI - 100 %	SI – 100%
Área de empastado y corte manual (Cercana a las área corte T3 y T2).	SI – 100%	SI – 100%	SI – 95%
Corte T1 (Cercana a las A. de bordado y serigrafía )	NO – 0 % (no se da un flujo directo y su ubicación es muy lejana)	SI – 50 % (no se da un flujo directo y su ubicación es poco lejana)	SI - 75% (se da un flujo directo, pero su ubicación es un poco lejana)
<b>(75%) Valoración</b>	67%	83%	90%
<b>Resultados (100%)</b>	$(75*0.25) + (67*0.75)$	$(100*0.25) + (83*0.75)$	$(97.50*0.25) + (90*0.75)$
	69.00%	87.25%	91.88%

**Tabla 61. Criterio de mínima distancia recorrida**

Reducción de distancia recorrida en el transporte del flujo de material	A1	A2	A3
Distancia de recorrido propuesta y su porcentaje de reducción con respecto a la distribución anterior (1355.60 m)	964.20 (m) Se reduce un 28.87%	934.97 (m) Se reduce un 31.09%	1003.88 (m) Se reduce un 25.95%
<b>(100%) Valoración</b>	$28.87 / 31.09 = 93\%$ con respecto a A2	$31.09 / 31.09 = 100\%$	$25.95 / 31.09 = 83\%$ con respecto a A2

- No se analiza la **presión** y la **radiación** ya que no se aplica a la empresa.
- **Iluminación**, durante el día el techo de la fábrica proporciona iluminación natural, y en la noche existe luminaria de tubos fluorescentes, las cuales por sus características de construcción son capaces de iluminar al máximo el espacio disponible y tienen un bajo consumo eléctrico. Además, los operarios no se han quejado de este aspecto.
- **Ruido**, en este aspecto se analiza que las áreas de trabajo en donde se genera un nivel considerable de ruido estén aisladas de tal forma que no se contamine a las demás áreas, esto tomando en cuenta lo enunciado en el Decreto 2393 (Capítulo V,

Art.55. Ruidos y vibraciones), las máquinas que producen ruidos y vibraciones deberán estar en recintos aislados.

- **Vibración**, se trabaja con maquinaria que subjetivamente genera bajos niveles de vibración como es el caso de las máquinas de coser o a su vez se utiliza con poca frecuencia en la jornada de trabajo como es el caso de la máquina cardadora.
- **Ventilación**, existen áreas de trabajo que emplean pegamentos que expiden un fuerte olor como es el caso del área de preparación de material, empastado y plantado, por lo que es necesario que dichas áreas se ubiquen cerca de un medio de ventilación natural o forzada para que exista renovación continua del aire, además a los operarios se les debe proveer de marcarillas especiales .

En la Tabla 62, se muestra la evaluación de ruido y ventilación.

**Tabla 62. Criterio de recurso humano**

<b>Evitar la contaminación de ruido</b> Aislamiento de máquinas ruidosas del área de aparado, plantado y control de calidad.	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
Corte T2 (Ruido Impacto)	SI	NO	SI
Corte T3 (Ruido Impacto)	SI	NO	SI
Bordadoras (Ruido Intermitente)	SI	NO	SI
(50%) Valoración	100%	0%	100%
<b>Evitar la contaminación del aire</b> Ubicación de las áreas de corte T1, preparación de material, empastado y plantado cerca de un medio de ventilación (natural)	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
Corte T1	SI	NO	SI
Preparación de material	NO	SI	NO
Empastado	SI	NO	SI
Plantado	NO	SI	SI
(50%) Valoración	50%	50%	75%
<b>RESULTADOS</b>	$(100*0.50) + (50*0.50)$	$(0*0.50) + (50*0.50)$	$(100*0.50) + (75*0.50)$
	75%	25%	88%

d) **Flexibilidad** Tabla 64, se evalúa el espacio requerido para un eventual crecimiento, se toma como referencia la superficie total necesaria si se desearía aumentar los puestos de trabajo detallados en la Tabla 63 que se requiere un total de 87.72 (m<sup>2</sup>).

**Tabla 63. Requerimiento de espacio libre**

	<b>N° de puestos</b>	<b>Superficie por puesto de trabajo (m2)</b>	<b>Superficie Total(m2)</b>
<b>Bordado</b>	1	9.53	9.53
<b>Corte T2</b>	1	48.45	48.45
<b>Aparado</b>	2	9.66	19.32
<b>Plantado</b>	1	10.42	10.42
<b>Total (m2):</b>			<b>87.72</b>

**Tabla 64. Criterio de flexibilidad**

Espacio disponible para establecer nuevos puestos de trabajo en un eventual crecimiento	A1	A2	A3
Superficie disponible para una posible expansión (medida de referencia 87.72m)	78.67 m2	65.32m2	76.13m2
(100%) Valoración	90%	74%	87%

e) **Mínimo costo de cambios**, es importante conocer cual seria el costo que implica la implementación de los modelos de distribución, pero ya que esto es un poco complejo analizar se procede a evaluar un costo aproximado acorde a los cambios más representativos y en forma porcentual, tal como se muestra en la Tabla 65.

**Tabla 65. Criterio de mínimo costo de cambio**

Acondicionamiento de los puesto de trabajo para mitigar el ruido	A1	A2	A3
Área de corte T2	SI	SI	NO
Área de corte T3	SI	SI	NO
Área de bordado	NO	SI	NO
(75%) Valoración	66.67%	100%	0%
Otros acondicionamientos	A1	A2	A3
Cambio de lado de descendimiento de la grada	SI	NO	SI
Corte T1 (Tubería para desvío de vapor)	NO	SI	NO
(25%) Valoración	50%	50%	50%
<b>Resultados (100%)</b>	$(66.67*0.75) + (50*0.25)$	$(100*0.75) + (50*0.25)$	$(0*0.75) + (50*0.25)$
	62.50% Costo medianamente alto con un 37.50% de beneficio.	87.5% Costo alto con un 12.50% de beneficio.	12.5% Costo bajo con un 87.50% de beneficio.

- **Mitigación del ruido**, los puestos de trabajo que poseen máquinas que queneran un nivel considerable de ruido y no están aisladas, debe tener un medio de mitigación ya sea la colocación de paneles acústicos para aislar el sonido o a su vez a todos los operarios que laboran alrededor se les debe proveer protectores auditivo especales. En el caso de los paneles acústicos que tienen como base fibra de vidrio o espuma una plancha de 50 x 50(cm) tiene un costo de \$7.50, se tendría que construir cubículos de dicho material para determinados puestos de trabajo lo que resultaría más demoroso y a la vez costoso.

**Paso 4) Árbol de jerarquías** Fig. 110,el problema se muestra en términos de meta global, criterios y alternativas.

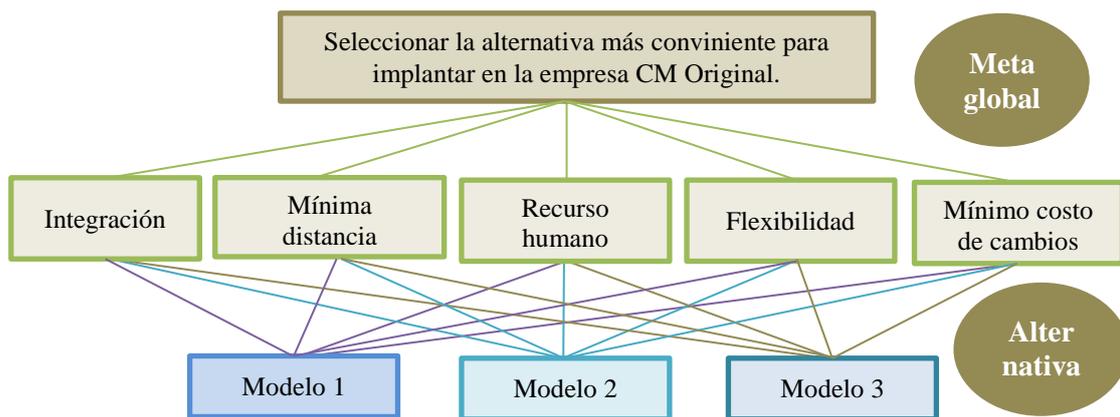


Fig. 110. Árbol jerárquico de selección de un modelo de redistribución de instalaciones

**Paso 5) Establecimiento de prioridades,** una vez establecida la estructura jerárquica del problema se procede a elaborar una matriz de comparación por pares de los criterios, el rating de valoración se establece con la escala mostrada en la Tabla 66.

Tabla 66. Escala de comparación de Saaty [40]

Intensidad	Definición	Explicación
1	Importancia igual	Las dos actividades constituyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
5	Importancia esencial o fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra
7	Importancia muy fuerte	Una actividad es fuertemente favorecida y su dominancia es demostrada en la práctica
9	Importancia extrema	La evidencia en favor de una actividad sobre otra presenta el mayor orden posible de afirmación
2,4,6,8	Valores intermedios entre los dos juicios adyacentes	Cuando el compromiso es necesario

Al comparar los criterios se obtiene una matriz  $(n \times n)$ , en donde  $a_{ij}$  es el resultado de la comparación de dos criterios uno de la fila  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) y otro de la columna  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), la matriz se presenta tal como se muestra en la ecuación (29)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (29)$$

La diagonal principal de la matriz es 1, ya que se está comparando el criterio consigo mismo, también es necesario tomar en cuenta los siguientes axiomas [40] :

- **Axioma recíprocal,** si frente a un criterio una alternativa A es x veces mejor que B. entonces B es 1/x veces mejor que A. Garantiza que el análisis se haga de manera bidireccional. Este axioma se muestra en la ecuación (30).

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (30)$$

- **Axioma de homogeneidad**, los elementos que son comparados no deben diferir, deben ser de la misma magnitud o nivel jerárquico.
- **Axioma de la síntesis**, los juicios acerca de las prioridades de los elementos en una jerarquía no dependen de los elementos del nivel más bajo. Este axioma es rebatible y en algunos análisis no se aplica puesto que puede ser posible que exista dependencia de la importancia de un objetivo con el nivel más bajo.

En la Tabla 67, se muestra la matriz de comparación de criterios:

**Tabla 67. Matriz de comparación por pares: Criterios**

$(a_{ij})$	Integración	Mínima distancia recorrida	Recurso humano	Flexibilidad	Mínimo costo de cambios
Integración	1	1/3	1/4	2	1/5
Mínima distancia recorrida	3	1	1	3	1/2
Recurso humano	4	1	1	3	1
Flexibilidad	1/2	1/3	1/3	1	1/3
Mínimo costo de cambios	5	2	1	3	1
SUMA $\left(\sum_{i=1}^n a_{ij}\right)$	13.50	4.67	3.58	12.00	3.03

**Mínima distancia recorrida Vs. Integración**, en este caso se compara la importancia de la optimización de la distancia recorrida en el transporte del flujo de material frente a la integración existente entre las bodegas y algunas áreas de trabajo, como resultado de ello se tiene una calificación 3, es decir, la mínima distancia recorrida tiene una importancia moderada sobre la integración pues aun cuando no estén integradas todas las áreas con que exista una mínima distancia recorrida se tiene más beneficios de ahorro en transporte.

**Recurso humano Vs. Integración**, en este caso se tiene una calificación de 4, ya que el criterio de recurso humano tiene una importancia entre moderada y esencial o fuerte sobre el criterio de integración. Se tendrá siempre una distribución más efectiva cuando los operarios se encuentren satisfechos con su lugar de trabajo y que sobretodo ahí se den adecuadas condiciones de seguridad aun cuando no exista un nivel alto de integración entre todas las áreas de trabajo.

***Mínimo costo de cambio Vs. Integración***, el criterio de mínimo costo de cambio tiene una importancia esencial o fuerte sobre el criterio de integración por lo que se tiene una calificación de 5. El nivel de costo de cambio influye marcadamente en la selección de una alternativa puesto que si este es alto con el fin de tener un buen nivel de integración, no resultaría rentable sobre todo si es que existen otras alternativas que permitan reducir dicho costo, por ende, el costo se evalúa en cuanto al equipamiento que se debería hacer a algunos puestos de trabajo con respecto al resguardo del bienestar recurso humano.

***Recursos humanos Vs. Mínima distancia recorrida***, en este caso se tiene una calificación de 1 ya que el criterio de recurso humano tiene una importancia igual al criterio de mínima distancia recorrida. La satisfacción y seguridad de los operarios permiten mejorar la velocidad de transporte del material lo que permite disminuir los efectos de tener una distancia mayor de transporte.

***Integración Vs. Flexibilidad***, se tiene una calificación de 2 puesto que el criterio de integración tiene una importancia igual o moderada sobre la flexibilidad. La integración ayuda a tener una distribución efectiva ya que se puede reajustar o reordenar los procesos con menos costos de transporte aun cuando no exista mayor flexibilidad.

***Mínima distancia recorrida Vs. Flexibilidad***, en esta comparación se tiene que el criterio de mínima distancia recorrida tiene una importancia moderada con respecto a la flexibilidad, la calificación es de 3, esto ya que, es un tanto más importante que exista una mínima distancia recorrida la permite tener menos costos de transporte, que el hecho de tener flexibilidad ya que es un parámetro se utiliza solo en el caso de presentarse grandes expansiones y así tener menos inconvenientes de reordenamiento.

***Mínimo costo de cambios Vs. Mínima distancia recorrida***, en este caso se tiene una calificación de 2 ya que el mínimo costo de cambio tiene una importancia igual o moderada frente al criterio de mínima distancia recorrida. El costo de readecuar los puestos de trabajo es una inversión que puede tardar mucho tiempo en recuperarse si esta es representativa, pero si se relaciona con una mínima distancia de recorrido puede resultar más rentable.

***Recurso humano Vs. Flexibilidad***, en este caso se tiene que la calificación es de 3, es decir el criterio de recurso humano tiene una importancia moderada con respecto a la

flexibilidad. En sí, se analiza el valor de la seguridad y el de hacer sentirse al operario satisfecho en su lugar de trabajo logrando con ello un mejor desempeño frente a la facilidad de reajustar o reordenar un proceso en el que es necesario tomar en cuenta primero la seguridad misma del operario.

**Recurso humano Vs. Mínimo costo de cambio**, en este se tiene una calificación de 1 puesto que el primer criterio tiene igual importancia al segundo criterio, ya que el criterio de recurso humano se analiza en base a similares factores del costo de cambio estos se relacionan directamente, sobretodo en cuanto a la adecuaciones de mitigación del ruido.

**Mínimo costo de cambios Vs. Flexibilidad**, en este caso se tiene una calificación de 3 ya que el costo de cambio tiene una importancia moderada con respecto al criterio de flexibilidad, puesto que no es tan importante que exista espacio para expandir la empresa a largo tiempo si el costo de la redistribución de instalaciones es alto.

#### **Paso 6) Matriz normalizada,**

Cada uno de los factores de esta matriz ( $w_{ij}$ ) se obtiene dividiendo los valores de una columna de la matriz de comparaciones ( $a_{ij}$ ) para la suma total de su correspondiente columna ( $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ ) Tabla 67, dicha matriz ( $w_{ij}$ ) se observa en la Tabla 68.

**Tabla 68. Matriz normalizada: criterios**

$(w_{ij})$	Integración	Mínima distancia recorrida	Recurso humano	Flexibilidad	Mínimo costo de cambios
<b>Integración</b>	1/13.50= <b>0.07</b>	(1/3)/8.33= <b>0.07</b>	(1/4)/3.25= <b>0.07</b>	2 /5.83= <b>0.17</b>	(1/5)/3.03= <b>0.07</b>
<b>Mínima distancia recorrida</b>	3/13.50= <b>0.22</b>	1/8.33= <b>0.21</b>	1 /3.25= <b>0.28</b>	3 /5.83= <b>0.25</b>	(1/2) /3.03= <b>0.16</b>
<b>Recurso humano</b>	4/13.50= <b>0.30</b>	1/8.33= <b>0.21</b>	1/3.25= <b>0.28</b>	3/5.83= <b>0.25</b>	1/3.03= <b>0.33</b>
<b>Flexibilidad</b>	(1/2)/13.50= <b>0.04</b>	(1/3)/8.33= <b>0.07</b>	(1/3) /3.25= <b>0.09</b>	1/5.83= <b>0.08</b>	(1/3) /3.03= <b>0.11</b>
<b>Mínimo costo de cambios</b>	5/13.50= <b>0.37</b>	2/8.33= <b>0.43</b>	1/3.25= <b>0.28</b>	3/5.83= <b>0.25</b>	1/3.03= <b>0.33</b>

**Paso 7) Vector de prioridad**, una vez obtenida la matriz normalizada se procede a calcular este vector, el cual es el promedio de cada fila de la matriz normalizada, este cálculo se muestra en la Tabla 70 y Tabla 69, los cuales serán utilizados en los siguientes cálculos.

**Tabla 70. Promedios de las filas de la matriz normalizada**

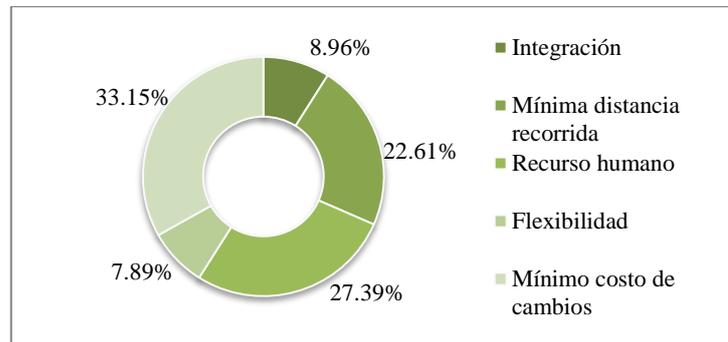
	Promedio de filas	
<b>Integración</b>	$(0.07+0.07+0.07+0.17+0.07) / 5$	0.09
<b>Mínima distancia recorrida</b>	$(0.22+0.21+0.28+0.25+0.16) / 5$	0.23
<b>Recurso humano</b>	$(0.30+0.21+0.28+0.25+0.33) / 5$	0.27
<b>Flexibilidad</b>	$(0.04+0.07+0.09+0.08+0.11) / 5$	0.08
<b>Mínimo costo de cambios</b>	$(0.37+0.43+0.28+0.25+0.33) / 5$	0.33

**Tabla 69. Vector de prioridad global**

Prioridad %
8.96%
22.61%
27.39%
7.89%
33.15%



En la Fig. 111 se muestra gráficamente los porcentajes del vector prioridad.



**Fig. 111. Vector de prioridad global**

**Paso 8) Consistencia**, la consistencia de las calificaciones dadas en la comparación de criterios puede determinarse calculando el coeficiente o relación de consistencia (CR).

→  $CR < 0.10$ , la matriz de comparación por pares tiene una inconsistencia admisible.

→  $CR = 0$ , la matriz es consistente.

→  $CR > 0.10$ , significa que se debe reconsiderar las calificaciones de comparación.

Para calcular el CR se emplea la ecuación (31) para lo cual se debe saber el valor del Índice de Consistencia Real (IC) y el Índice de Consistencia Aleatoria (IA).

$$CR = \frac{IC}{IA} \quad (31)$$

El **Índice de Consistencia Real (IC)** de una matriz  $n$  se obtiene empleando la ecuación (32), el valor de  $\lambda_{max}$  es el resultado de la raíz de Perrón, este escalar recibe el nombre de valor propio, auto valor, valor característico. En el álgebra lineal  $\lambda$ , representa a los vectores no nulos (al ser graficados inician y comienzan en un mismo punto, carece de dirección y sentido) que al ser multiplicados por un operador, da lugar a un múltiplo escalar de sí mismo. Estos escalares siempre son positivos y además, siempre existirá un auto valor ( $\lambda > 0$ ) dominante [41].  $\lambda_{max}$  es un promedio de los vectores nulos de la matriz y se lo calcula como se muestra en la ecuación (33) [40].

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (32)$$

$$\lambda = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n a_{ij} \times w_{ij} \right) / w_{ij} \quad (33)$$

Al aplicar la ecuación (33) se obtiene que  $\lambda_{max}$  es 5.1664, el proceso de cálculo se muestra en la Tabla 71.

**Tabla 71. Cálculo de  $\lambda_{max}$ .**

	$\left( \sum_{i=1}^n a_{ij} \times w_{ij} \right)$	$w_{ij}$	$\lambda$
<b>Integración</b>	0.4576	0.09	5.1085
<b>Mínima distancia recorrida</b>	1.1713	0.23	5.1807
<b>Recurso humano</b>	1.4266	0.27	5.2092
<b>Flexibilidad</b>	0.4009	0.08	5.0783
<b>Mínimo costo de cambios</b>	1.7423	0.33	5.2551
		$\lambda_{max}$ (Promedio) :	<b>5.1664</b>

Una vez conocido el valor de  $\lambda_{max}$  se calcula IC aplicando la ecuación (32).

$$IC = \frac{5.1664 - 5}{5 - 1} = 0.0416$$

**Índice de Consistencia Aleatoria (IA)**, en la Tabla 72, se muestra el índice de consistencia aleatoria según el orden de las matrices.

**Tabla 72. Índice de consistencia Aleatoria (IA) [40]**

Total de alternativas (n)	Índice de consistencia Aleatoria (IA)
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

Al aplicar la ecuación (31) se obtiene el valor de la relación de consistencia el cual es de 0.0416 este valor se aproxima mucho a cero ( $CR < 0.10$ ) por lo que significa que la matriz de comparación por pares tiene una inconsistencia admisible.

$$CR = \frac{0.0416}{1.12} = 0.037$$

### Expert Choice (Software)

Este software se basa en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, Analytic Hierachy Process), fue desarrollado por el Doctor Thomas Saaty, utiliza una comparación por

pares para evaluar la importancia de criterios, alternativas y las probabilidades de los escenarios para llegar a la mejor solución.

**Objetivo y criterios**, una vez creado un nuevo proyecto se ingresa el objetivo del problema y los criterios bajo los cuales se va a evaluar cada alternativa, con la opción de *Model View* se visualiza como queda estructurado el problema.

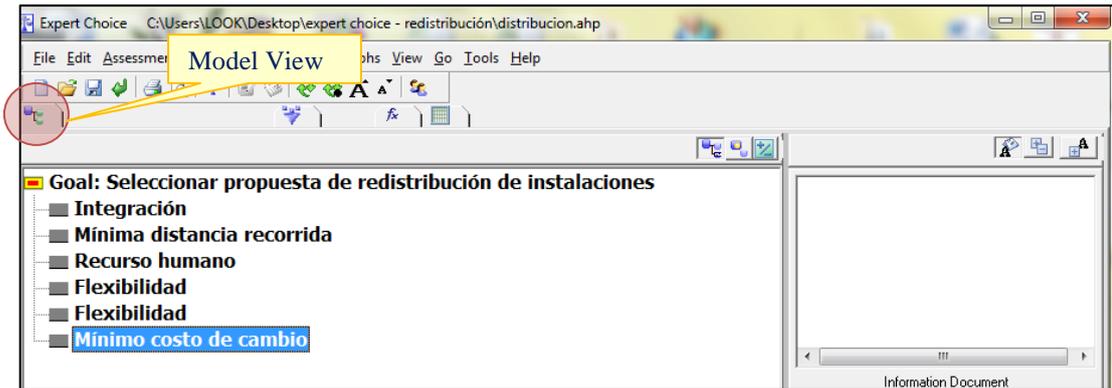


Fig. 112. Estructuración del problema - Expert Choice

**Matriz de comparación de criterios** Fig. 113, dicha matriz se crea para obtener la valoración de cada criterio y se emplea la escala de valoración de Saaty. Al ingresar las valoraciones en el software, este automáticamente da el *Índice de consistencia* que para este caso es de 0.04, el cual coincide con el valor calculado manualmente 0.037.

→  $CR < 0.10$ , inconsistencia admisible.

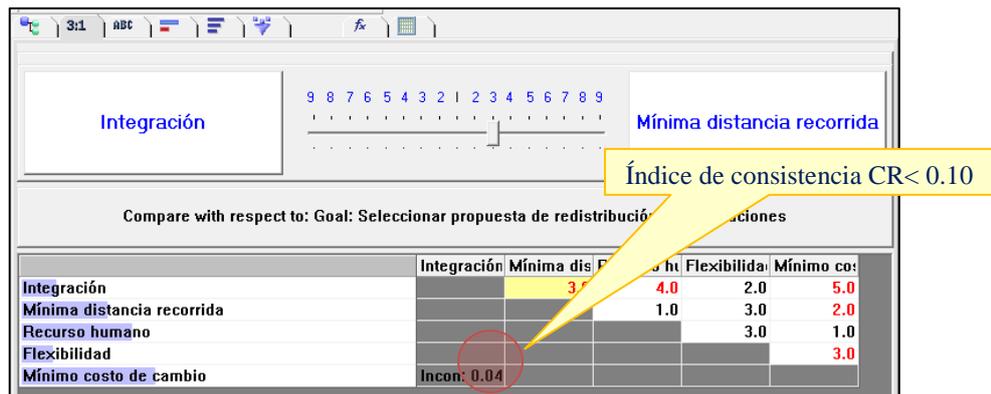


Fig. 113. Matriz de comparación de criterios - Expert Choice

Al regresar a la opción *Model view* se observa cómo queda dicha valoración, las cantidades junto a cada criterio corresponde a la *valoración de prioridad global*, el criterio de *Mínimo costo de cambio* es el que tiene mayor valoración con 0.335 puntos, Fig. 114.

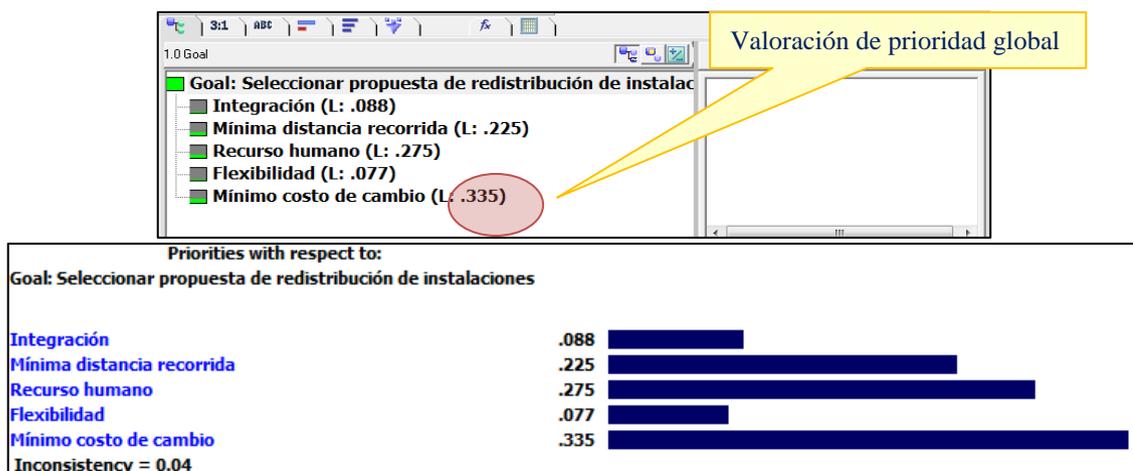


Fig. 114. Valoración de criterios - Expert Choice

**Definición de alternativas** Fig. 115, en la ventana de *Alternatives: Ideal mode* con la opción *Add Alternative* se establece el número de alternativas con su respectivo nombre, para este caso son tres modelos a comparar.

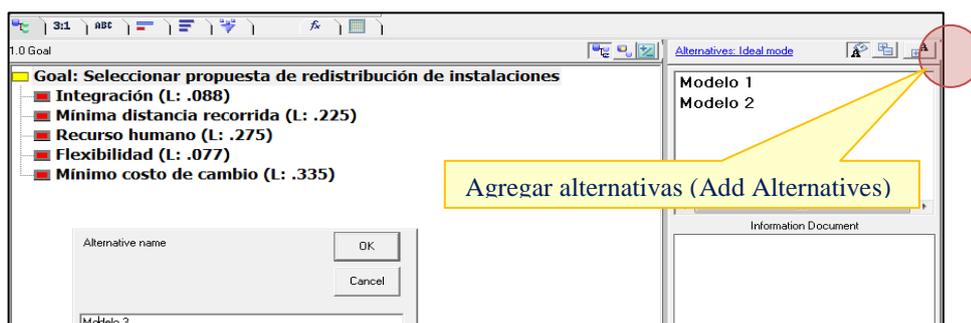


Fig. 115. Definición de alternativas - Expert Choice

**Paso 9) Comparación por pares de cada criterio con respecto a las alternativas**, en este paso se emplean los porcentajes de cumplimiento de cada criterio, Tabla 73.

Tabla 73. Resumen de cumplimiento de criterios

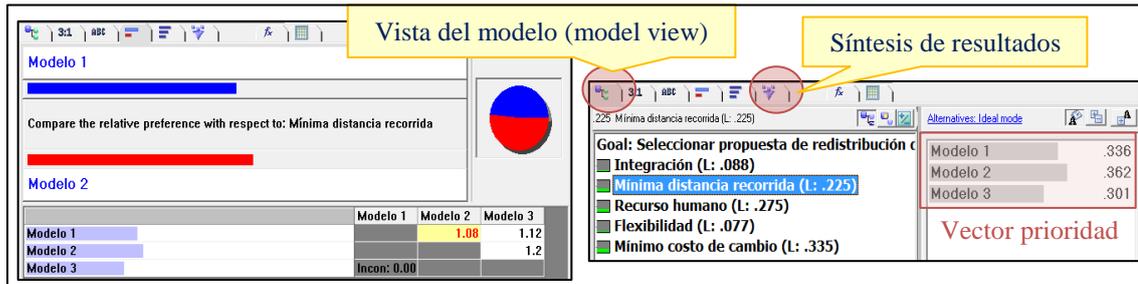
	Integración	Mínima distancia recorrida	Recurso humano	Flexibilidad	Mínimo costo de cambios
<b>MODELO 1</b>	69.00%	93.00%	75.00%	90.00%	37.50%
<b>MODELO 2</b>	87.25%	100.00%	25.00%	74.00%	12.50%
<b>MODELO 3</b>	91.88%	83.00%	88.00%	87.00%	87.50%

A continuación, se muestran las matrices de comparación: mínima distancia recorrida (Tabla 74-manual, Fig. 116-software), integración (Tabla 75) recurso humano (Tabla 76), flexibilidad (Tabla 77) y la de mínimo costo de cambio (Tabla 78). De cada matriz se obtiene el vector promedio o prioridad que se empleará para calcular la valoración final.

**Tabla 74. Evaluación del criterio de Mínima distancia recorrida**

De: A:	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MATRIZ NORMALIZADA			PROMEDIO O PRIORIDAD
MODELO 1	1	1/1.08=0.93	93/100=1.12	1/2.97=0.34	0.34	0.34	<b>0.34</b>
MODELO 2	100/93=1.08	1	100/83=1.20	0.30	0.36	0.36	<b>0.34</b>
MODELO 3	1/1.12=0.89	1/1.20=0.83	1	0.25	0.30	0.30	<b>0.28</b>
SUMA	2.97	2.76	3.33				

Al comparar los modelos y dar clic en la opción *Model view* se muestra dicho vector.



**Fig. 116. Evaluación del criterio de Mínima distancia recorrida - Expert Choice**

**Tabla 75. Evaluación del criterio de Integración**

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1		1.26	1.33
Modelo 2			1.05
Modelo 3			
Incon:	0.00		

**Tabla 77. Evaluación del criterio de Flexibilidad**

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1		1.22	1.03
Modelo 2			1.18
Modelo 3			
Incon:	0.02		

**Tabla 76. Evaluación del criterio de Recurso humano**

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1		3.0	1.17
Modelo 2			3.52
Modelo 3			
Incon:	0.00		

**Tabla 78. Evaluación del criterio de Mínimo costo de cambio**

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1		3.0	2.03
Modelo 2			7.0
Modelo 3			
Incon:	0.00		

En la Tabla 79, se muestra el resumen de los valores del vector prioridad de cada criterio, gráficamente dichos valores se presentan en la Fig. 117.

**Tabla 79. Resumen de los vectores prioridad**

	Integración	Mín.distancia recorrida	Recurso humano	Flexibilidad	Mínimo costo de cambios
<b>Modelo 1</b>	0.279	0.336	0.399	0.315	0.290
<b>Modelo 2</b>	0.352	0.362	0.133	0.337	0.092
<b>Modelo 3</b>	0.370	0.301	0.468	0.348	0.617
<b>Vector de prioridad global</b>	0.088	0.225	0.275	0.077	0.335

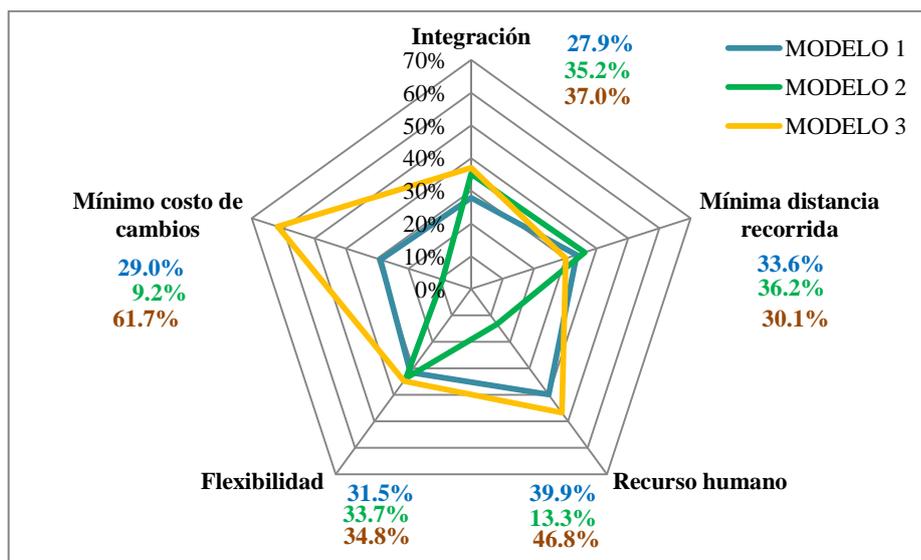


Fig. 117. Comparación de prioridades parciales

**Paso 10) Valoración final de los modelos**, se multiplica el vector de prioridad global (Tabla 69 o Fig. 114) con respecto a los vectores prioridad de cada criterio, posteriormente se suma los valores obtenidos en cada fila y así se obtiene la valoración final de cada modelo. En la Tabla 80, se muestra la valoración final de los modelos obtenido de forma manual y en la Fig. 118, se muestra la valoración final empleando el software que se presenta al dar clic en la opción de *Síntesis de resultados*.

Tabla 80. Valoración final

	Integración	Mín.distancia recorrida	Recurso humano	Flexibilidad	Mín. costo de cambios	VALORACIÓN FINAL (Suma)	
<b>Modelo 1</b>	$0.2781*0.09=0.025$	$0.3370*0.23=0.076$	$0.3989*0.27=0.109$	$0.3586*0.08=0.028$	$0.2727*0.33=0.090$	0.329	32.91%
<b>Modelo 2</b>	$0.3516*0.09=0.031$	$0.3412*0.23=0.077$	$0.1330*0.27=0.036$	$0.2948*0.08=0.023$	$0.0909*0.33=0.030$	0.198	19.85%
<b>Modelo 3</b>	$0.3703*0.09=0.033$	$0.2832*0.23=0.064$	$0.4681*0.27=0.128$	$0.3466*0.08=0.027$	$0.6364*0.33=0.211$	0.464	46.37%

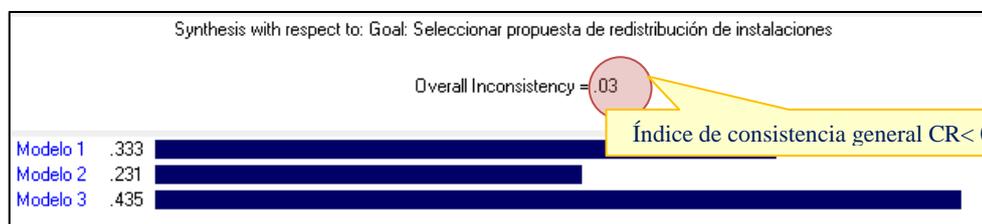


Fig. 118. Valoración final de alternativas - Expert Choice

El modelo 3 es el que más puntaje tiene con 0.435 (43.50%), después le sigue el modelo 1 con 0.333 puntos y finalmente el modelo 2 con 0.2319 puntos. Además, el índice de consistencia general es de 0.03, es decir, menor que 0.10 y por ende tiene una inconsistencia admisible. Entre los criterios que más se destacan en el modelo 3 están:

- *Mínimo costo de cambios* con una valoración de 0.211, puesto que tiene un bajo costo de implantación ya que no se requiere mayor adecuación para mitigar los riesgos del ruido pues se optó por aislar las máquinas en cuartos separados.
- *Recurso humano* con una valoración de 0.128, pues se evita la contaminación de ruido en las otras áreas de trabajo con el aislamiento de la máquinas ruidosas, así como también se evita la contaminación del aire por el olor de pegamentos que se utiliza en ciertas áreas, las cuales a su vez se han ubicado cerca de fuentes de ventilación natural.

La ventaja en ambos criterios permite mejorar la distribución de sus instalación sin un costo económico alto y apuesta por un mejor desempeño de los empleados.

### Análisis de sensibilidad

El software Expert Choice permite realizar un análisis de sensibilidad con el fin de saber los resultados que se obtendría en la selección de alternativas si se modifica la prioridad de los criterios. La altura de las barras sobre cada criterio indica la importancia de los mismos.

En la Fig. 119, se observa que el criterio con mayor prioridad corresponde al *Mínimo costo de cambio* con 33.5%.

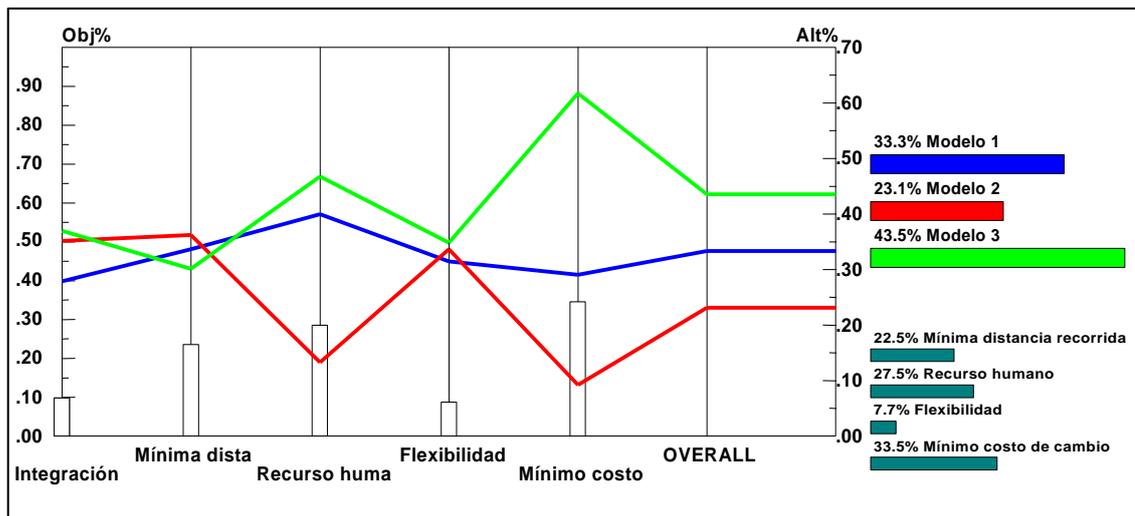


Fig. 119. Análisis de sensibilidad del modelo de decisión- inicial

En la Fig. 120, se observa que aun cuando el criterio de mínima distancia recorrida tenga mayor peso sobre los demás criterio, siendo esta de 40.8% la alternativa 3 seguirá siendo la mayor puntuada para ser implantada.

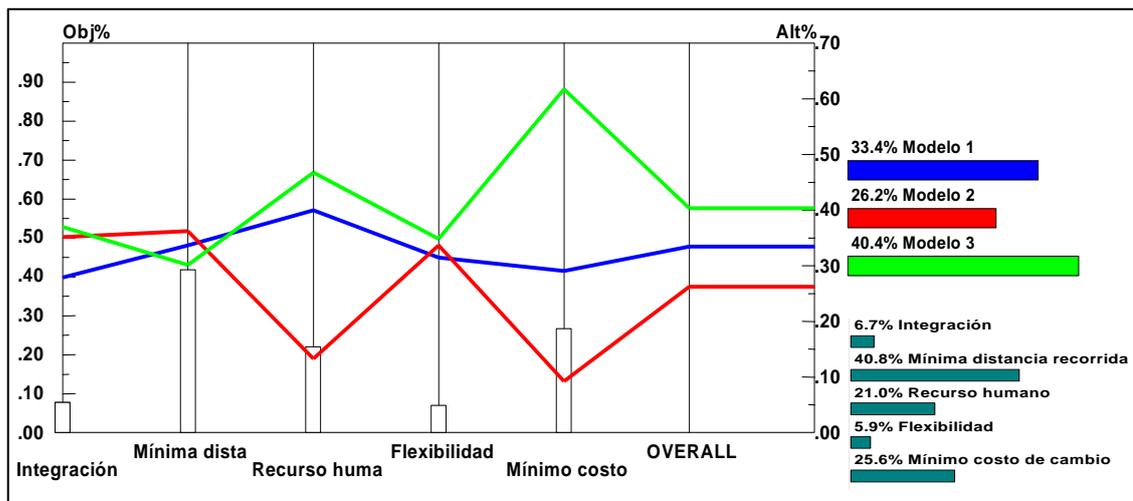


Fig. 120. Análisis de sensibilidad del modelo de decisión- modificado

### Distribución de las bodegas

Una vez establecido que el modelo más adecuado a implantar es la opción 3, se analiza la distribución de bodega que esta posee, Fig. 121. Las bodegas de materia prima y producto terminado están ubicadas en una sola sección de tal manera que se eliminen los problemas de control de inventario y vigilancia. Los productos se ordenan de forma subjetiva con la ayuda del encargado del departamento de producción y sobretodo del bodeguero, ya que este último estará a cargo de la misma, no se aplica algún método específico como el ABC ya que se requiere el listado exacto de la existencia de materiales, cantidades y su histórico de consumo pero la empresa no dispone de dicha información.

El almacenamiento de la materia prima se divide en una zona de baja y alta rotación tomando en cuenta los siguientes principios [42]:

- 1) Los artículos de más movimiento deben ubicarse cerca de la salida para acortar el tiempo de desplazamiento dentro de las instalaciones.
- 2) Los artículos pesados y difíciles de transportar deben localizarse igualmente cerca de la salida de tal manera que minimicen el trabajo de desplazamiento del mismo.
- 3) Los materiales inflamables y peligrosos o sensibles al agua y al sol pueden almacenarse en lugares adecuados a las especificaciones de cada producto.
- 4) Se debe dotar de protecciones especiales a los artículos que lo requieran.
- 5) Todos los elementos de seguridad y contra incendios deben estar situados adecuadamente en relación a los materiales almacenados.

	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
E				

			TOLERANCIA + -	PESO	FIG.121. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE LA BODEGA	
				FECHA	NOMBRE	<b>REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES</b> 
			DIB		Ángela Freire	
			REV		Carlos Sánchez	
			APROB		Danny Torres	
			UTA - FISEI INDUSTRIAL		001-2016	
					Escala 1:100	
						

Además, para lo materiales que se deben apilar se analiza lo siguiente:

- Las cajas pueden almacenarse contra la pared o en forma piramidal no debiendo superarse los siete niveles de escalonamiento y una altura de 5 metros, esto contribuye a dar estabilidad y facilita el acceso de personal para el apilado y desapilado [43].
- En el caso de almacenar el material en cajas sobre pallets la altura no debe superar el 1.20 metros y un peso de 1000kg [44].

Según el Comité Costarricense de Logística “CCL”, es recomendable evitar apilar las cajas en las posiciones que se muestran en la Fig. 122, ya que causan algunos inconvenientes como el inadecuado aprovechamiento de las superficies, además, la disposición irregular de las cargas favorece el escoramiento, la dislocación y el hundimiento de la carga, lo mismo sucede con cargas muy adentradas que a su vez pueden generar riesgos de accidentes [44]

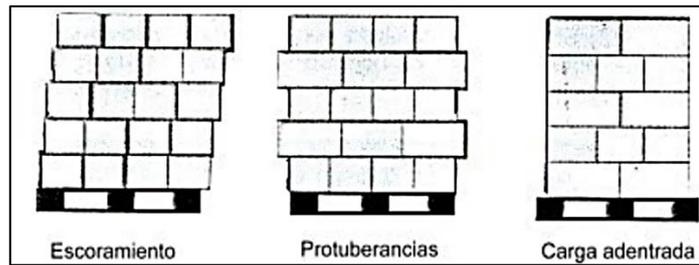
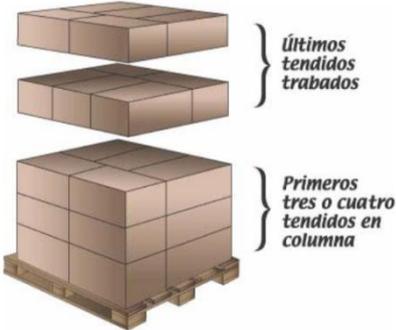
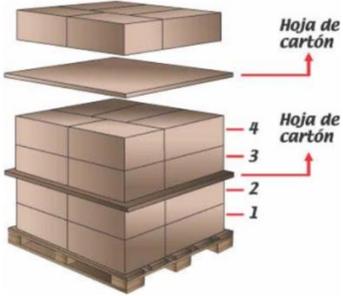


Fig. 122. Formas incorrectas de acomodar las cajas [44]

Entre las combinaciones recomendadas para acomodar correctamente las cajas sobre pallets se muestran en la Tabla 81.

Tabla 81. Recomendaciones para una correcta estiba (acomodo) de la carga [44]

Método 1	Método 2
	
<p>Los primeros tres o cuatro tendidos de cajas se deben acomodar en columnas haciendo coincidir verticalmente las esquinas de las cajas y para finalizar la carga, se debe trabar el último o los dos últimos tendidos de cajas.</p>	<p>Acomodar las cajas en columnas haciendo coincidir las esquinas y se intercala cada dos tendidos (filas) una hoja de cartón corrugado y así sucesivamente cada dos filas.</p>

Entre otras formas de apilar el material se tiene: apilación por bloque (columnas de material unidas entre sí y se apilan sobre elementos portantes), por adosado (se apilan en bloques pero con una distancia de seguridad reducida entre columnas para evitar arrastres o enganches) y en islas (una columna unitaria que permite la circulación de elementos mecánicos de movimiento en todo su entorno), Fig. 123 [45].

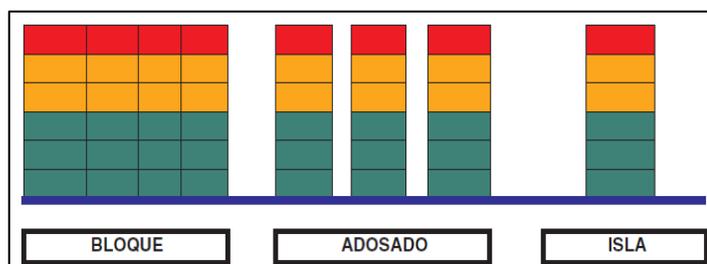


Fig. 123. Tipos de apilamientos [38]

Una vez establecidos los principios y parámetros de almacenamiento en bodegas se establece la organización de los materiales de la siguiente forma:

#### Zona de alta rotación:

- **En la primera sección**, están los productos que son un poco difíciles o pesados de transportar, en la Tabla 82 se detalla algunos de ellos:

Tabla 82. Material almacenado en la primera sección de la bodega de materia prima

Material	Dimensiones por unidad (ancho x largo x altura) m	Capa base de material	Capas a apilar
Planchas de eva blanca, café y negra	2.20 x 1.20 x 0.6	2	---
Planchas de esponja	1.35x1.90x0.15 o 0.20	1	---
Lonas de plantas premiun	0.58x0.42x0.25	9	2
Cajas de plantas premiun	0.58x0.42x0.25	12	2
Cajas de ganchos	0.70x0.40x0.40	6	4

- **En la segunda sección**, dicha sección provisionalmente se encuentra en la bodega de producto terminado, estos productos permanecerán ahí hasta que se despache la materia prima que ha estado acumulada desde hace mucho tiempo atrás y que por desconocimiento de su existencia en inventario no se ha ocupado Tabla 83.

Tabla 83. Material almacenado en la segunda sección de la bodega de materia prima

Material	Dimensiones por unidad (ancho x largo x altura) m	Capa base de material	Capas a apilar
Planchas de cartón	1.70x0.80x0.50	1	-
Cajas de cartón abiertas	1.24x1.26 x1.00	1	-
Cajas de cartón abiertas	1.10x0.85x0.80	2	-
Cajas de cintas	0.80x0.70x0.40	3	6

- **En la tercera sección**, están productos que tienen una rotación medianamente alta pero que son menos pesados y poco complicados de transportar, a continuación se detalla los productos que aquí se ubican:

Lado izquierdo, Tabla 84:

- Estante 1(B1) - Almacenamiento de trozos de tela (5.00mx1.50m - h: 2.60m)
- Mesa 3 (B1) - Mesa para diseño y corte (2.13m x 0.70m)
- Estante 2 (B2) – Almacenamiento de cintas y otros insumos (0.7mx0.32m – h:1.4m)
- Estantes 1 y 2 (B2) - Almacenamiento de hilos y otros insumos (2.40mx0.40m – h: 2.50m)
- Estantería fundas plásticas (B3) (1.70mx0.30m - h:2m)
- Estantería etiquetas (B3) (2.00mx0.50m - h:2 m)
- Gaveta – Insumos bodega 2 (0.60mx0.40m – h:40m - apilar: 5 - base:2)

**Tabla 84. Material almacenado en la tercera sección (lado izquierdo)**

Material	Dimensiones por unidad (ancho x largo x altura) m	Capa base de material	Capas a apilar
Cajas de fundas plásticas1	0.43x0.36x0.30	6	3
Lonas de fundas plásticas 2	0.73x0.35x0.20	2	7

Lado derecho, Tabla 85:

- Estante 3 (B1) - Almacenamiento de trozos de tela ( 3.00mx0.80m - h: 2.3m)
- Estante 5 y 6 (B1) – Almacenamiento de trozos de tela (1.80mx0.67m-h: 2m)
- Estante 2 (B1) – Almacenamiento de trozos de tela (0.70mx1.50m - h: 2.6m)

**Tabla 85. Material almacenado en la tercera sección (lado derecho)**

Material	Dimensiones por unidad (ancho x largo x altura) m	Capa base de material	Capas a apilar
Cajas de pastiflechas	0.40x0.70x0.40	2	4

**Zona de baja rotación**, en esta zona se encuentran rollos de tela empaquetados, Tabla 86.

**Tabla 86. Material almacenado en la zona de baja rotación**

Material	Dimensiones por unidad (ancho x largo x altura) m	Capa base de material	Capas a apilar
Planchas de esponja	135x190x0.15 o 0.20	1	---

- Rollos de sintético(50cm de diámetro - base:6 - h:1.50m)
- Rollos de tela (5 rollos apilados y 50 de diámetro-base:27 rollos)
- Rollos de tela (5 rollos apilados y 50 de diámetro-base:5 rollos)

- Rollos de tela (5 rollos apilados y 50 de diámetro-base:11 rollos)

#### 4.11. Implantación de la propuesta

En la Tabla 87, se muestra el plan de acción para la implantación de la nueva redistribución de instalaciones.

**Tabla 87. Plan de acción**

Objetivo	Cronograma	Actividades	Responsable.
Hacer inventario de los rollos de tela	14/12/2015 24/12/2015	Contabilizar los rollos de tela y colocar las etiquetas de reconocimiento de cada rollo.	Bodeguero
Concientización de la redistribución de instalaciones a ser implantada.	20/12/2015 20/12/2015	Poner al tanto a los empleados acerca de los cambios propuestos y el requerimiento de su colaboración.	Encargado del departamento de producción
Apertura de puerta para la comunicación de las dos secciones de producción.	04/01/2016 05/01/2016	Revisión de las dimensiones especificadas en el Decreto 2393 y contratación de albañiles	Encargado del departamento de producción
Reubicación de los puestos de trabajo.	21/12/2015 05/01/2016	Movimiento de maquinaria, estantes y demás herramientas.	Auxiliar de producción Personal
Pintado de las instalaciones del área productiva.	06/01/2016 08/01/2016	Pintar todas las paredes del área productiva.	Auxiliar de producción Personal
Acomodar los elementos del puesto de trabajo.	04/01/2016 14/01/2016	Organizar la maquinaria de acuerdo a las normas de seguridad – Decreto 2393.	Auxiliar de producción Personal
Reubicación de grada.	07/01/2016 07/01/2016	Cambiar de lado a la grada para que se ascienda por la grada con el pasamano ubicado a la izquierda, esto según el Decreto 2393	Auxiliar de producción Personal
Reorganizar las instalaciones eléctricas.	07/01/2016 18/01/2016	Contratación de personal para adecuar las instalaciones eléctricas.	Auxiliar de producción Personal
Pintado de líneas de limitación de puestos de trabajo.	18/01/2016 22/01/2016	Dar las indicaciones para que el personal pinte correctamente la delimitación de los puestos de trabajo.	Auxiliar de producción Personal
Organización de la materia prima en la sección de bodegas	21/01/2016 28/02/2016	Organización de la materia prima en toda la sección de bodegas.	Auxiliar de producción Bodeguero
Ubicación de señalética de seguridad.	25/01/2016 26/02/2016	Ubicar la señalética requerida en los lugares adecuados, según el mapa de riesgos.	Auxiliar de producción Personal

Al momento de implantar la propuesta de redistribución de instalaciones se realiza algunas modificaciones, las cuales se detallan a continuación:

- El área de corte T1 recorre a donde según el plano propuesto estaba ubicada el área de preparación de material y corte manual, en el área que estaba designada para corte T1 se ubicó el área de almacenamiento para la tela cortada según las órdenes de producción.

- El área de preparación de material y corte manual se unifica con la de empastado.
- Una vez reubicada el área de bordado en un solo cuarto, se constató que el espacio que ahí estaba disponible era suficiente para ubicar el área de serigrafía y estampado por lo que en ese mismo lugar se ubicó las tres áreas de trabajo.
- El área de plantado recorre al espacio que estaba disponible para el área de estampado y serigrafía.

En la Fig. 124, se muestra como queda actualmente distribuidas las instalaciones del área productiva de la empresa CM Original.

## ETAPA 4: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

### 4.12. Análisis del proceso productivo actual de las pantuflas básicas con plantado premium.

#### 4.12.1. Estudio de tiempos (método actual de trabajo)

Puesto que existe una nueva distribución de instalaciones es necesario readecuar el estudio de tiempos, ya que los cambios en su mayoría se relacionan al transporte los parámetros del estudio tiempos inicial como el cálculo de número de ciclos a observar y los suplementos se mantienen. En el ANEXO 23, se presenta el estudio de tiempos modificado y en la Tabla 88 de muestra un resumen de este, ahora el tiempo de fabricar un par de este tipo de pantuflas es 12.60 (min).

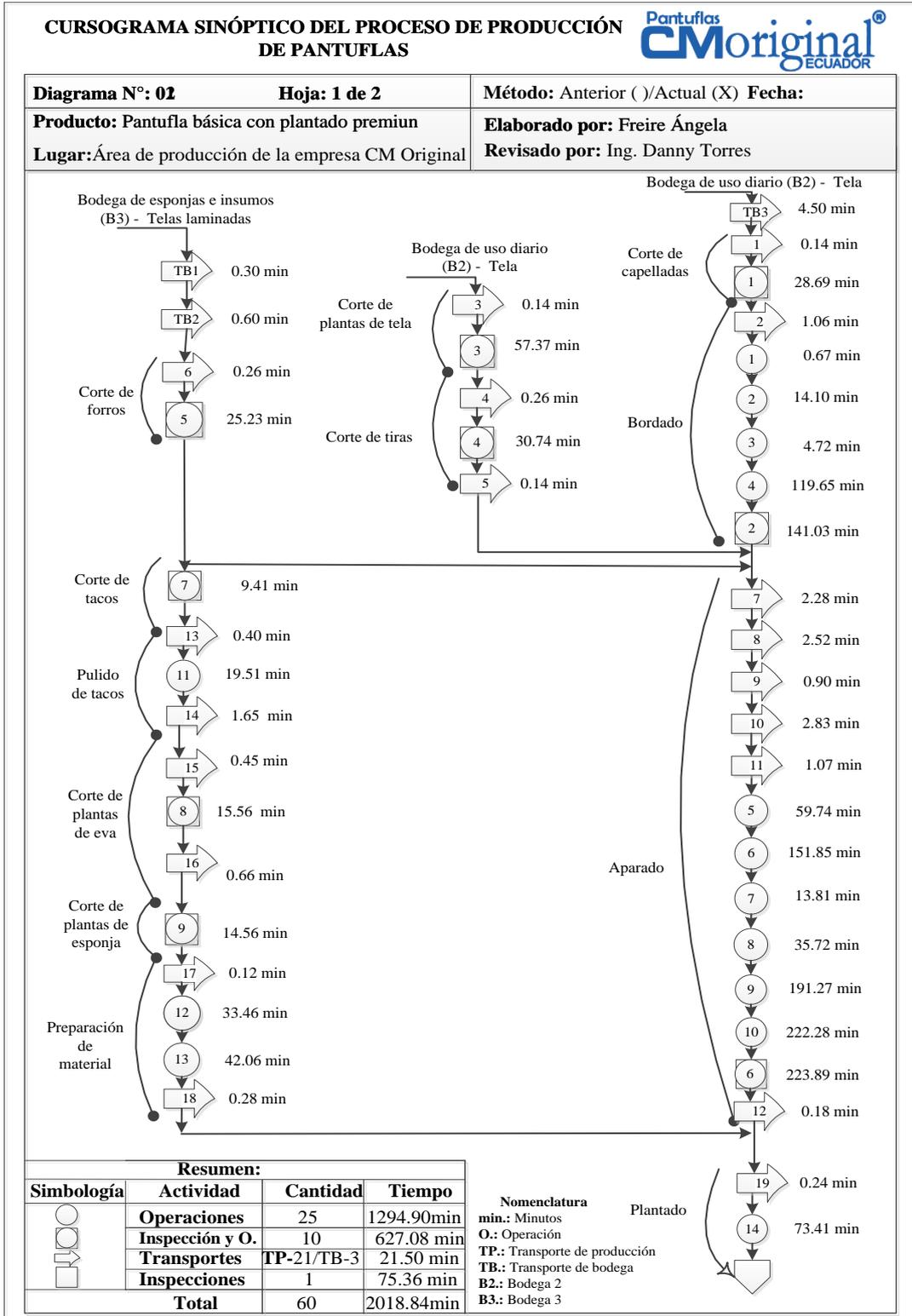
**Tabla 88. Tiempos actuales de producción**

N°	Actividades	N° Elementos	pares / molde [E]	T. de producción (min/120pares) [A]	N° Operarios [B]	T.de producción según num.operarios (min/120pares) [C= A/B]	T. de producción (min/par) [D=A/120]
1	Corte de capelladas	4 capas de tela	2	28.82	1	28.82	0.24 *
	Corte plantas de tela	4 capas de tela	2	57.51		57.51	0.48
2	Bordado	4 moldes	2	281.24	4	70.31	2.34 *
3	Corte de tiras	2 capas de tela	1	31.14	1	31.14	0.26
	Corte de forros	4 capas de tela	2	25.49		25.49	0.21
	Corte de tacos	4 planchas de eva	4	9.42		9.42	0.08
	C. de plantas de eva	4 planchas de eva	2	16.67		16.67	0.14
	C. de plantas de esponja	4 planchas de esponja	2	14.57		14.57	0.12
4	Cosido o aparado	-	-	898.55	9	99.84	7.49 *
5	Pulido de tacos	-	-	21.56	1	21.56	0.18
	Preparación de material	-	-	75.92		75.92	0.63
6	Revirado	-	-	73.65	4	73.65	0.61
	I. plantilla de relleno	-	-	79.58		79.58	0.66
	Cosido de puntas	-	-	85.68		85.68	0.71
	Terminado	-	-	88.54		88.54	0.74 *
7	Control de calidad	-	-	215.36	2	107.68	1.79 *
				<b>Total:</b>	<b>22</b>		12.60



4.12.2. Cursograma sinóptico (actual), Tabla 89.

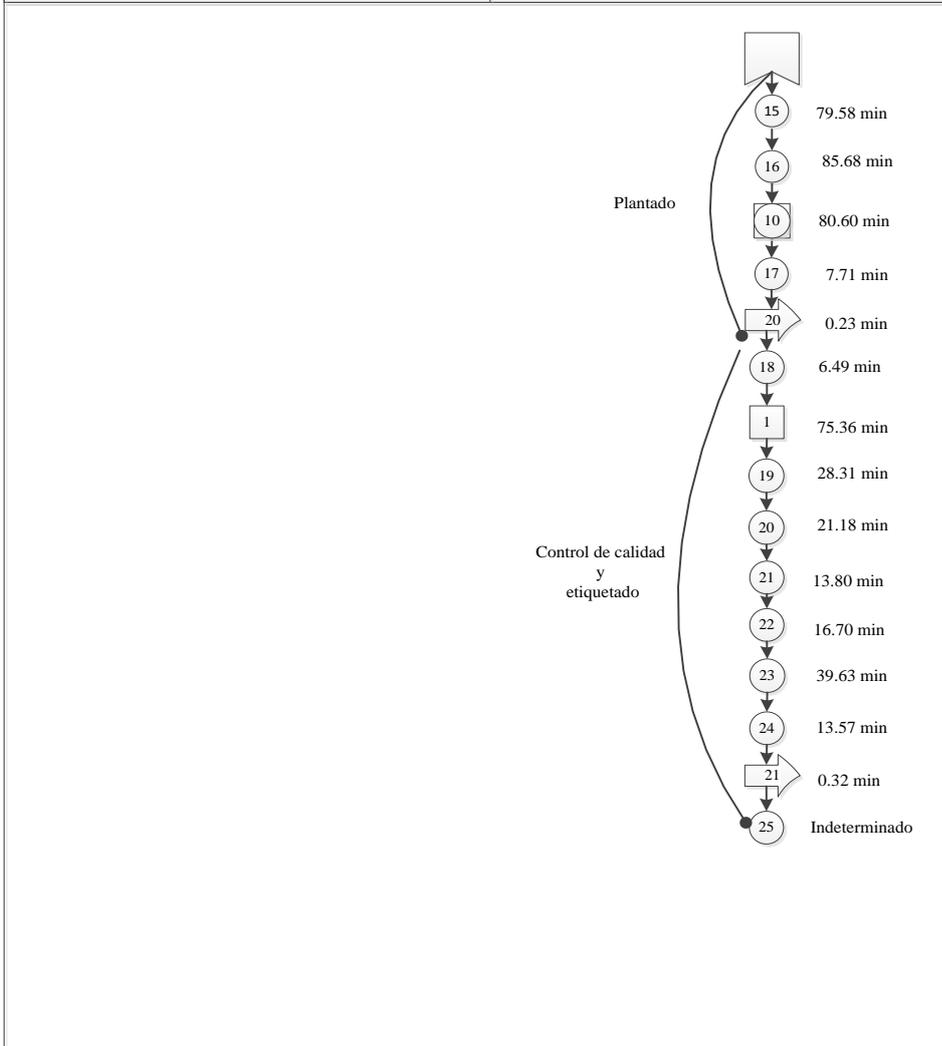
Tabla 89. Cursograma sinóptico actual de la producción de pantuflas



**CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PANTUFLAS**



<b>Diagrama N°: 02</b>	<b>Hoja: 2 de 2</b>	<b>Método:</b> Anterior ( )/Actual (X) <b>Fecha:</b>
<b>Producto:</b> Pantufla básica con plantado premium		<b>Elaborado por:</b> Freire Ángela
<b>Lugar:</b> Área de producción de la empresa CM Original		<b>Revisado por:</b> Ing. Danny Torres



Resumen:			
Simbología	Actividad	Cantidad	Tiempo
○	Operaciones	25	1294.90min
○	Inspección y O.	10	627.08 min
→	Transportes	TP-21/TB-3	21.50 min
□	Inspecciones	1	75.36 min
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>2018.84min</b>

**Nomenclatura**  
 min.: Minutos  
 O.: Operación  
 TP.: Transporte de producción  
 TB.: Transporte de bodega  
 B2.: Bodega 2  
 B3.: Bodega 3

A diferencia del cursograma sinóptico del proceso productivo anterior Tabla 17, los transportes que correspondían al acarreo de planchas de eva y esponjas desde su correspondiente área de almacenamiento al anteriormente área de corte T4 (transporte 13 y 18) en el cursograma sinóptico actual Tabla 89 se convierte en transporte de bodega (transporte de bodega 1 y 2) ya que ahora las planchas de eva y esponja se almacenan en la misma área de trabajo (área de corte T2).

También, como se cambió el método de trabajo del área de plantado se eliminan los transportes de las cajas de pantuflas desde el área de plantado al cosido de puntas y viceversa (transporte 22 y 23), además, la operación e inspección 9 (OI9 - revirado e inspección del producto) y la operación 19 (O19 – pareado de pantuflas según peinados de tela) se unifican quedando solo como la operación e inspección 9 (OI9).

Finalmente, ahora existen 25 operaciones, 24 transportes (21 netamente de producción y 3 de almacenamiento en bodega) y las actividades combinadas se mantienen en 9 al igual que la inspección.

### Tiempo de proceso actual (Tp)

El tiempo de proceso de 120 pares de pantuflas básicas de plantado premium según el cursograma sinóptico actual es de 2018.84min y anteriormente fue de 2091.43 min, por lo que se puede decir que dicho tiempo se ha reducido en 73.41min.

#### 4.12.3. Cursograma analítico (actual), Tabla 90.

Tabla 90. Cursograma analítico actual de la producción de pantuflas

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PANTUFLAS						Pantuflas <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> ECUADOR			
Diagrama Núm. 02 Hoja 1 de 1		RESUMEN							
<b>Producto:</b> Pantuflas básicas con plantado premium <b>Estudiado por:</b> Freire Ángela. <b>Revisado por:</b> Ing. Danny Torres		<b>ACTIVIDAD</b> Operación Transporte Espera Inspección Operación / Inspección Almacenamiento				<b>MÉTODO ANTERIOR</b> <input type="checkbox"/>			
						<b>MÉTODO ACTUAL</b> <input checked="" type="checkbox"/>			
<b>A.V.P.:</b> Tiempo de actividades que Agregan Valor al Producto / <b>N.A.V.P.:</b> Tiempo de actividades que No Agregan Valor al Producto		<b>Distancia total recorrida (metros):</b> 1049.29		<b>Fecha:</b>					
		<b>Tiempo (horas):</b> 34.08							
DESCRIPCIÓN	Maquinaria	Cantidad (pares)	Distancia entre puntos (m)	Distancia Total recorrida (m)	Tiempo (min)	Símbolos		OBSERVACIONES	
						→	↓		
<b>Almacenar materia prima en bodegas</b>									
TB1		120						NAVP	
	Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)								
			12.55	12.55	0.30			NAVP	
			12.55	12.55	0.30			NAVP	
TB2	Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)								
			23.70	94.81	2.25			NAVP	
TB3	Transporte de tela desde bodega2 al a. de almacenamiento								
			23.70	94.81	2.25			NAVP	
E1	Depósito provisional de tela								
					ind.				
T1	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento								
			3.85	3.85	0.07			NAVP	
OI1	Transporte de tela para capelladas desde el a. almacenamiento al área de corte (T3)								
			3.85	3.85	0.07			NAVP	
T2	Cortar capelladas e inspeccionar piezas troqueladas								
	Troquel 3				28.69			AVP	
Traslado de área de bordado al área de corte (T3)									
			8.19	24.56	0.53			*Los 120 pares se trasladan en tres viajes (40 pares por viaje) *Un viaje 8.19m en 0.18 min.	
Transportar capelladas desde estantería del área de corte (T3) al área de bordado									
			8.19	24.56	0.53			*Tres viajes (40 pares por viaje) *Un viaje 8.19m en 0.18 min.	

ORDADO	O1	Cortar pelón para entamborar	-				0.67													AVP
	O2	Entamborar y pasar señal colocar tambores y cargar señal.	Bordadora				14.10													NAVVP
	O3	Preparación de máquina bordadora (Poner hilos en 4 cabezales de máquina) (8 tambres)	Bordadora				4.72													NAVVP
C. PLANTILLAS TELA	O12	Colocar masqui en pelon, pegar capellada	Bordadora				119.65													NAVVP
	O4	Bordado e inspección	Bordadora				141.03													AVP
	T3	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento				3.85	3.85	0.07												NAVVP
C. TIRAS	T3	Transporte de tela para plantillas desde el a. almac.al área de corte (T3)				3.85	3.85	0.07												NAVVP
	O13	Cortar plantillas de tela e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 3				57.37													AVP
	E2	Depósito provisional de piezas parte exterior de pantufla (capelladas bordadas y plantas de tela )	-					ind.												NAVVP
C. FORROS	T4	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) al a. almacenamiento				7.06	7.06	0.13												NAVVP
	T4	Transporte de tela para tiras desde el a. almacenamiento al área de corte de tiras en la				7.06	7.06	0.13												NAVVP
	O14	Cortar tiras de tela e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2				30.74													AVP
C. FORROS	T5	Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras				7.81	7.81	0.14												NAVVP
	T6	Traslado desde el área de corte (T2) al a. almacenamiento				7.06	7.06	0.13												NAVVP
	T6	Transporte de tela para forros desde el a. almac. al á. de corte (T2)				7.06	7.06	0.13												NAVVP
C. FORROS	O15	Cortar forros e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2				25.23													AVP
	T7	Transportar capelladas bordadas desde estantería de bordado al área de cosido				23.04	69.13	1.38												NAVVP
	T7	Traslado desde el área de aparado al área de bordado				23.04	46.09	0.90												NAVVP
C. FORROS	T8	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)				20.28	60.84	1.23												NAVVP
	T8	Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado				20.28	60.84	1.29												NAVVP
	T9	Traslado desde área de cosido al área de almacenamiento				22.75	22.75	0.45												NAVVP
C. FORROS	T9	Transportar tiras de almacenamiento de tiras desde el área de almacenamiento al área de cosido				22.75	22.75	0.45												NAVVP
	T10	Traslado desde el área de cosido al área de corte (T3)				25.58	76.74	1.42												NAVVP
	T10	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de cosido				25.58	76.74	1.41												NAVVP
C. FORROS	T11	Traslado desde el área de cosido a la B1				27.49	27.49	0.52												NAVVP
	T11	Transportar plantas premiun desde B1 al área de cosido				27.49	27.49	0.55												NAVVP
	O5	Coser la capellada y el forro y recoger las piezas	M.coser				59.74													AVP
C. TACOS	O6	Coser el redondeo de capellada	M.coser				151.85													AVP
	O7	Parear las capelladas según el peinado de la tela	-				13.81													NAVVP
	O8	Unir puntas en tiras y recoger tiras	M.coser				35.72													AVP
C. TACOS	O9	Tirar y recoger las capelladas tireadas	M.coser				191.27													AVP
	O10	Emplantillar	M.coser				222.28													AVP
	O16	Coser plantas premiun y verificar el cosido	M.coser				223.89													AVP
C. TACOS	T12	Transporte de cartones de cortes desde el área de aparado al área de almacenamiento temporal				9.55	9.55	0.18												NAVVP
	E3	Deposito provisional de cortes en área de almacenamiento temporal de cosido	-					ind.												NAVVP
	O17	Cortar tacos e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2				9.41													AVP
C. TACOS	T13	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido				20.71	20.71	0.40												NAVVP

PULIDO DE TACOS	O11	Pulir los tacos y colocarlos en gavetas de tacos pulido	-			19.51														AVP		
	T14	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de prep. de material			30.55	30.55	0.59														NAVP	
		Traslado desde área de preparación de material al área de pulido			30.55	30.55	0.63															NAVP
		Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)			20.71	20.71	0.43															NAVP
C. PLANTAS EVA	T15	Traslado de área de corte (T2) a B1			12.55	12.55	0.22														NAVP	
	O18	Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)			12.55	12.55	0.23														NAVP	
C. PLANTAS ESPONJA	O18	Cortar plantas de eva e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2				15.56														AVP	
	T16	Transporta plantas de cartón desde T2 al área de prep. material (por tallas 36-37-38)			6.08	18.24	0.33														NAVP	
PREP. MATERIAL	T16	Traslado de prep. material al área de corte (T2)			6.08	18.24	0.33														NAVP	
	O19	Cortar plantas de esponja e inspeccionar piezas troqueladas	Troquel 2				14.56														AVP	
	E4	Deposito provisional de piezas de planta de relleno	-				25.76														NAVP	
	T17	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de preparación de material			6.08	6.08	0.12														NAVP	
PLANTADO	O12	Poner pegamento en taco y pegar en plantilla de eva	Empastadora				33.46														AVP	
	O13	Poner pegamento en taco y punta de plantilla de eva y pegar plantilla de esponja	Empastadora				42.06														AVP	
	T18	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de prep. de material al área de plantado			13.53	13.53	0.28														NAVP	
	E5	Deposito provisional de cajas de plantas de relleno en área de plantado	-				ind.														NAVP	
	T19	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.			6.30	6.30	0.10															NAVP
		Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado			6.30	6.30	0.14															NAVP
		O14	Revirar corte cosido	-				73.41														AVP
O15	Introducir superlon (lantilla de relleno)	-				79.58														AVP		
O16	Coser puntas	M.coser				85.68														AVP		
CONTROL DE CALIDAD Y ETIQUETADO	O110	Revirado e inspección del producto (pareado según peinado)	-				80.60														AVP	
	O17	Conteo y acomodo en caja según lista de producción	-				7.71														NAVP	
	T20	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad			10.54	10.54	0.23														NAVP	
	E6	Deposito provisional de cajas de pantuflas en área de control de calidad	-				Ind.														NAVP	
O18	Acomodar pares de pantuflas en mesa	-				6.49														NAVP		
NSP1	Revisar de pantufla (hilos, defectos y etiqueta cosida)	-				75.36															NAVP	
O19	Limpiar pantuflas	Compresor de aire				28.31															AVP	
O20	Colocar tallas en 2 chullas	-				21.18															AVP	
O21	Colocar etiqueta para código con plastifecha	-				13.80															AVP	
O22	Colocar gancho armador angelito	-				16.70															AVP	
O23	Enfundar y sellar con cinta	-				39.63															AVP	
O24	Colocar código de barras en cartón tarjeta	-				13.57															AVP	
T21	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado			14.17	14.17	0.32															NAVP	
O25	Acomodar y embalar el producto según requerimiento del consumidor y según lista de producción	-				Indeterminado															AVP	
		<b>Almacenar producto en área de producto listo para envío</b>																			NAVP	
<b>Total</b>					597.43	1049.29	2044.61	25	24	6	1	10	2									
<b>Nomenclatura</b>																						
TB: Transporte de bodega			INSP.: Inspección			O.: Operación			IO.: Inspección y operación			E.: Espera										
C.: Corte			A.: Área			Ind.: Indeterminado			min.: Minutos			m.: Metros										
M.: Máquina																						
(T2): Troquel 2 / (T3): Troquel 3 / (T4): Troquel 4											(B1): Bodega 1 / (B2): Bodega 2 / (B3): Bodega 3 / (B4): Bodega 4											

### Tiempo de flujo actual (Tf - Lead time)

El tiempo de flujo total de la producción de pantuflas actual obtenido con el cursograma analítico es de 2044.61 minutos que con respecto al tiempo anterior este se ha reducido en cerca de 102.65 minutos Como ya se conoce este tiempo es el resultado de la suma del tiempo de proceso más el tiempo de esperas.

#### 4.12.4. Ratio del valor agregado (actual)

Para recalcular este ratio (13) se toma como referencia los datos obtenidos en el cursograma analítico actual:

**Datos:**

**Tiempo de actividades AVP:** 1755.50 minutos (min)

**Tiempo del flujo de producción:** 2044.61 minutos

$$\text{Ratio del valor agregado (\%)} = \frac{1755.50 \text{ min}}{2044.61 \text{ min}} \times 100\% = 85.86\%$$

El proceso productivo de pantuflas básicas de plantado premiun actualmente tiene un ratio de valor agregado de 85.86%, que con respecto al valor anterior de 83.70% existe una diferencia de 2.16% evidenciándose con ello la reducción del tiempo de las actividades que no agregan valor al producto ya que al transformar este porcentaje a minutos este pasa de ser 349.96 minutos a 289.10 minutos

En la Tabla 91, se constata que el tiempo de los derroches se ha reducido en un 17%, lo que representa beneficios para la empresa sobretodo en el ahorro de costos de transporte.

**Tabla 91. Variación de derroches**

Derroches	Operaciones inútiles (min)	Transporte (min)	Esperas (min)	Total (min)
Tiempo (min) Anterior	269.27	25.23	55.46	349.96
Tiempo (min) Actual	241.84	21.50	25.76	289.10
Variación	27.43	3.73	29.70	60.86
	10%	15%	54%	17%

En la Fig. 125, se presenta de forma gráfica la variación de dichos derroches en donde se muestra que las operaciones inútiles se han disminuido en un 10%, el transporte se reduce en un 15% y las esperas también disminuyen en un 54%.

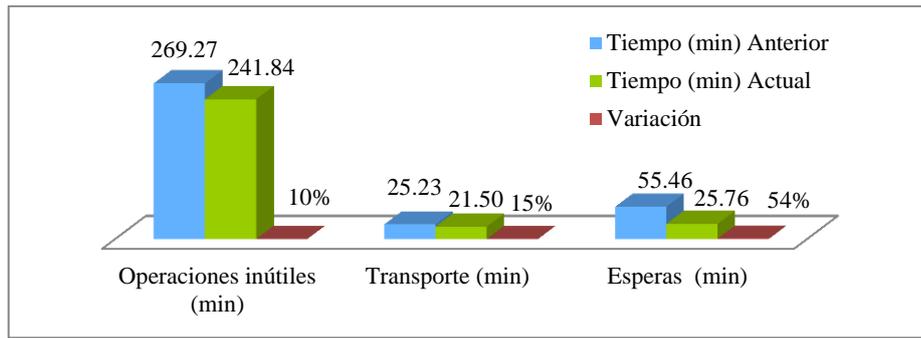


Fig. 125 . Clasificación de derroches

#### 4.12.5. Diagrama de Gantt (actual)

En la Fig. 126, se muestra el diagrama de Gantt actual en donde se observa como se ha reestructurado el orden del desarrollo de las actividades del proceso productivo.

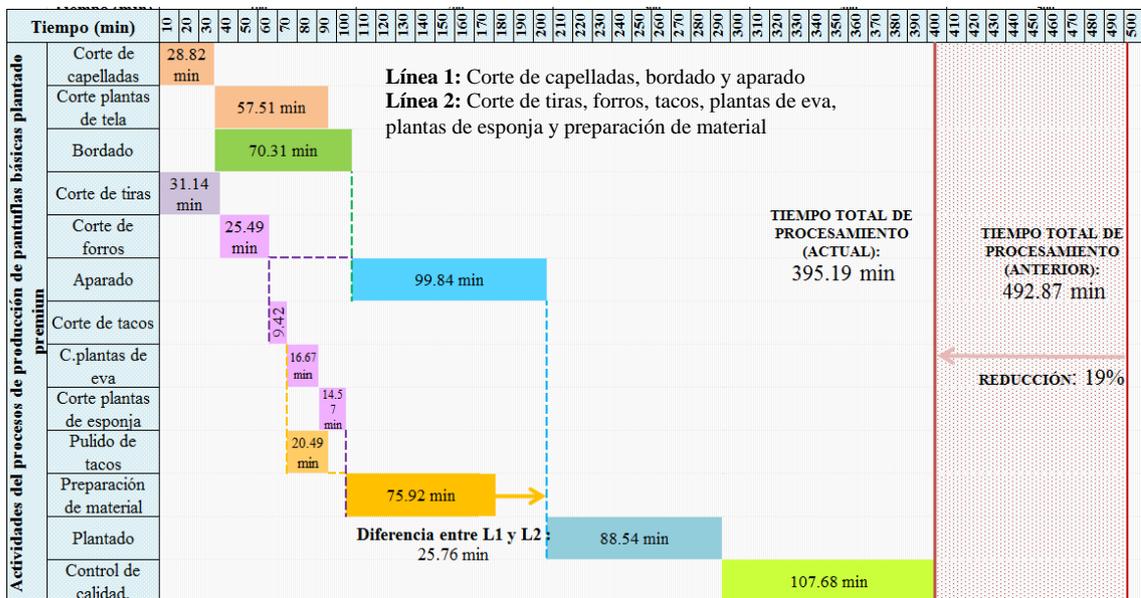


Fig. 126. Diagrama de Gantt (proceso productivo actual)

Según este diagrama, el tiempo total de procesamiento se reduce en un 19% con respecto al valor anterior 492.87 (min) siendo ahora este de 395.19 (min), también, la variación que existe entre las líneas paralelas de producción se ha reducido de 55.84 (min) a 25.76 (min).

#### 4.12.6. Análisis de la ruta crítica (actual)

En la Tabla 92, se muestra como queda la precedencia de las actividades y en Fig. 127 se establece la gráfica de la ruta crítica.

Actualmente, la ruta crítica abarca las siguientes actividades: A (corte de capelladas), B (bordado), F (aparado), L (plantado) y M (control de calidad). En cuanto a las holguras de tiempo: las actividades D (corte de tiras), E (c. forros), H (c. tacos), I (c. plantas de

eva), J (c. plantas de esponja) y K (preparación de material) tienen una flexibilidad de 25.76 min, mientras que para la actividad C (c. plantas de tela) es de 12.80 min y para H (pulido de tacos) es de 35.44 min.

Tabla 92. Precedencia de actividades (actual)

Actividades	T.de producción según num.operarios (min/120pares)	PRECEDENCIA
A Corte de capelladas	28.82	
B Corte plantas de tela	57.51	A
C Bordado	70.31	A
D Corte de tiras	31.14	
E Corte de forros	25.49	D
F Corte de tacos	9.42	E
G Corte de plantas de eva	16.67	F
H Corte de plantas de esponja	14.57	G
I Cosido o aparado	99.84	B,C,D,E
J Pulido de tacos	21.56	F
K Preparación de material	75.92	G,H,J
L Plantado	88.54	I,K
M Control de calidad	107.68	L

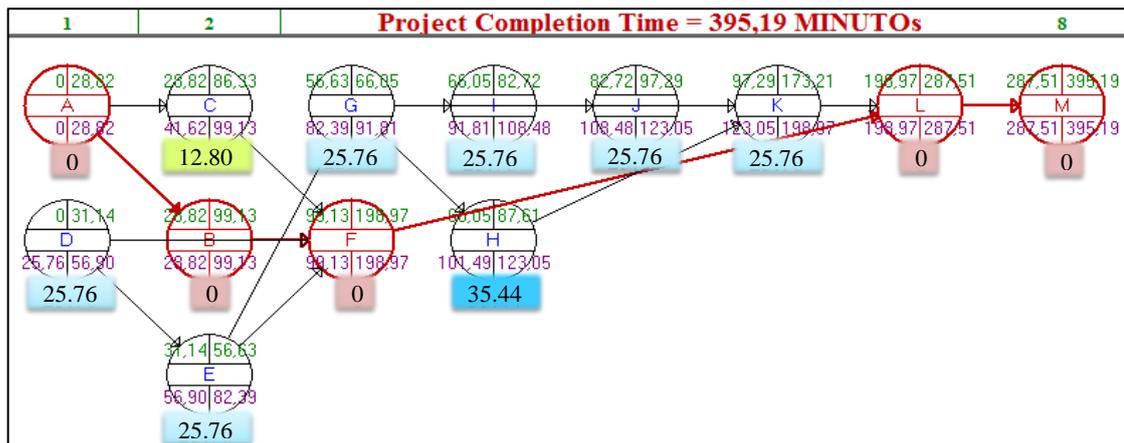


Fig. 127. Ruta crítica (proceso productivo actual) – software WINQSB

#### 4.12.7. Diagrama de recorrido (actual)

En el diagrama de recorrido actual Fig. 128 se puede observar que el flujo del material es menos complejo en comparación con la distribución de las instalaciones anteriores Fig. 42, ya que existe menos cruces sobretodo en el traslado de la materia prima de las distintas bodegas pues éstas ahora se ubican en una sola sección.

#### 4.13. Análisis del diseño del sistema productivo

##### 4.13.1. Tiempo de ciclo (actual)

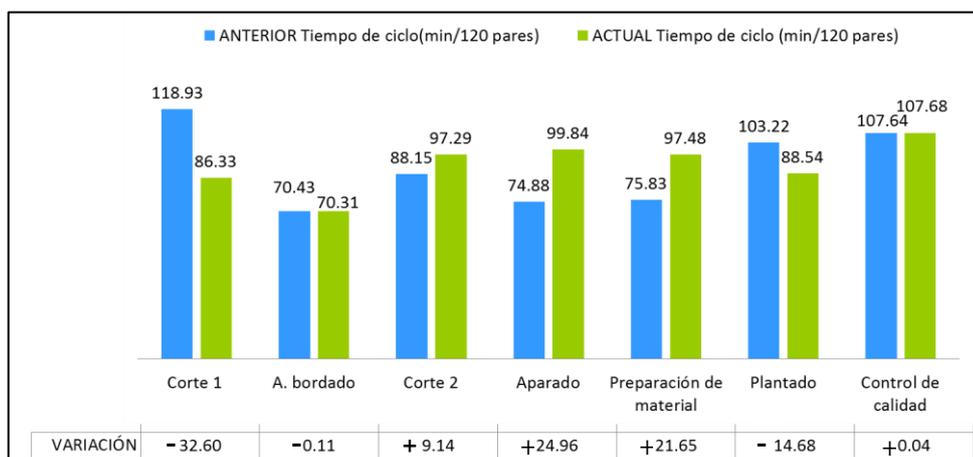
En la Tabla 93, se muestra los tiempos de ciclo de las actividades del proceso productivo actual, se observa que el número de operarios disminuye a 22 ya que en el área de aparado anteriormente existían 12 puestos de trabajo y ahora son solamente 9.



**Tabla 93. Tiempos de ciclo (actual)**

N°	Áreas de trabajo	Operarios ANEXO 12	Actividades	Tiempo de ciclo por lote			T. ciclo por par	
				T. de producción (min/120 pares) [A]	N° Operarios [B]	T. de producción según num.operarios (min/120pares) [C= A/B]	T. de producción (min/par) [D=A/120]	T. de producción según área (min/par) [D=A/120]
1	Corte 1 (T3)	OP.1	Corte de capelladas	28.82	1	28.82	0.24	0.72
			Corte plantas de tela	57.51		57.51	0.48	
2	Bordado	OP.2,3,4,5	Bordado	281.24	4	70.31	2.34	2.34
3	Corte 2 (T2)	OP. 6	Corte de tiras	31.14	1	31.14	0.26	0.81
			Corte de forros	25.49		25.49	0.21	
			Corte de tacos	9.42		9.42	0.08	
			C. de plantas de eva	16.67		16.67	0.14	
			C. de plantas de	14.57		14.57	0.12	
4	Aparado	OP. 7-15	Cosido o aparado	898.55	9	99.84	7.49	7.49
5	Preparación de material	OP.19	Pulido de tacos	21.56	1	21.56	0.18	0.81
			Preparación de material	75.92		75.92	0.63	
6	Plantado	OP. 20-23	Revirado	73.65	4	73.65	0.61	2.73
			I. plantilla de relleno	79.58		79.58	0.66	
			Cosido de puntas	85.68		85.68	0.71	
			Terminado	88.54		88.54	0.74	
7	Control de calidad	OP.24-25	Control de calidad	215.36	2	107.68	1.79	1.79
<b>Total:</b>					<b>22</b>			

En la Fig. 129, se compara los tiempos de ciclo de la producción de los 120 pares de pantuflas anterior y actual.



**Fig. 129. Variación de los tiempos de ciclo de 120pares**

Como se observa en la Fig. 129, todos los tiempos de ciclo sufrieron variaciones siendo las más significativas las del área de corte 1, aparado y la de preparación de material.

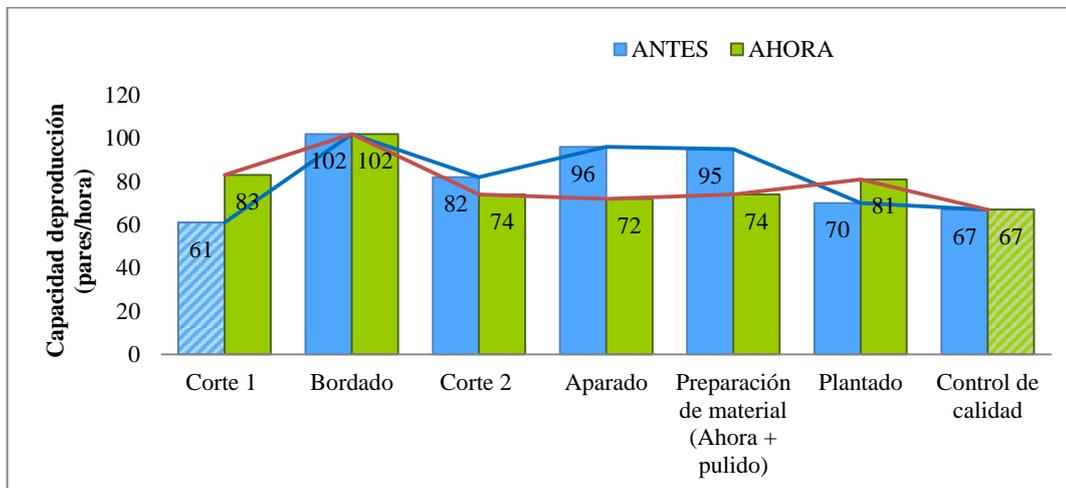
#### 4.13.2. Capacidad de producción (actual)

La cantidad máxima de productos (14) que se puede fabricar actualmente en las distintas áreas de trabajo se detalla en la Tabla 94.

**Tabla 94. Capacidad de producción (actual)**

N°	Área de trabajo	Operarios ANEXO 12	Actividades	Tiempo de ciclo por par (min/par) A	Capacidad de producción por operario				N° Operarios B	Capacidad de producción por área de trabajo			
					[C= 60/A] (pares / hora)	[D= C*horas /día] (pares /día)	[C1= C*B] (pares / hora)	[D1= D*B] (pares /día)					
1	Corte 1 (T3)	OPERARIO 1	Corte de capelladas y corte plantas de tela	0.72	83.40	83	667.21	667	1	83.40	83	667.21	667
2	Bordado	OPERARIO 2,3,4	Bordado	2.34	25.60	26	198.41	198	4	102.40	102	793.63	794
3	Corte 2 (T2)	OPERARIO 5	Corte de forros, tacos, tiras, plantas de eva y plantas de esponja	0.81	74.01	74	592.04	592	1	74.01	74	592.04	592
4	Aparado	OPERARIO 6-18	Aparado	7.49	8.01	8	64.10	64	9	72.12	72	576.93	577
5	Empastado y pulido	OPERARIO 19	Preparación de material y pulido de tacos	0.81	73.86	74	590.89	591	1	73.86	74	590.89	591
6	Plantado	OPERARIO 20-23	Revirado de pantufla	0.61	97.76	98	782.08	782	1	97.76	98	782.08	782
			I. plantilla de relleno	0.66	90.47	90	723.80	724	1	90.47	90	723.80	724
			Cosido de puntas	0.71	84.04	84	672.29	672	1	84.04	84	672.29	672
			Terminado	0.74	81.32	81	650.55	651	1	81.32	81	650.55	651
7	Control de	OPERARIO 24-26	Control de calidad	1.79	33.43	33	267.46	267	2	66.86	67	534.92	535
<b>TOTAL</b>									<b>22</b>				

En la Fig. 130, se presenta gráficamente cual es la variación de la capacidad de producción con la distribución de instalaciones anterior y actual.



**Fig. 130. Variación de la capacidad de producción**

Al hacer un seguimiento de la capacidad de producción de área a área se puede observar que anteriormente (línea azul —) existían grandes variaciones sobre todo al relacionar el área de corte 1 con el bordado y el área de preparación de material con el plantado lo cual generaba desequilibrio en la producción. Ahora, la capacidad de producción no tiene grandes variaciones de un área de trabajo a otra lo cual se constata al hacer un seguimiento a la línea roja (—).

Además, al analizar cuál es el ritmo de la producción de la empresa se observa que este se ha incrementado en 6 pares/hora (9.83%), ya que ahora el área de control de calidad tiene la menor capacidad de producción siendo esta de 67 pares/hora. Antes, el área que determinaba el ritmo productivo era el área de corte 1 con 61 pares/hora.

#### 4.13.3. Productividad actual

Empleando la ecuación (21) se recalcula la productividad relacionando la capacidad de producción por hora de la empresa con respecto al número de operarios empleados.

**Datos:**

**Capacidad de producción:** 67 pares / hora.

**Mano de obra (número real de operarios):** 22

$$\text{Productividad} = \frac{67 \text{ pares/hora}}{22 \text{ operarios}} = 3.05 \frac{\text{pares}}{\text{hora. operario}}$$

Este resultado indica que actualmente por cada hora hombre disponible es posible producir 3.05 pares, anteriormente esta era de 2.44 pares/hora. hombre. Este indicador ha mejorado ya que se ha incrementado la capacidad de producción y se ha disminuido el recurso humano.

#### 4.13.4. Takt time (actual)

Anteriormente, el takt time correspondía al área de corte 1 con 0.99min/par ya que esta tenía el mayor tiempo asignado, pero al recalcular los tiempos asignados Tabla 95, se toma como nuevo takt time el tiempo correspondiente al área de control de calidad siendo este de 0.90min/par. En la Fig. 131, se relaciona gráficamente el tiempo asignado de todas las áreas de trabajo con respecto al takt time.

**Tabla 95 . Takt time (actual)**

N <sup>o</sup> .	Áreas de trabajo	Actividades	Tiempo de ciclo por par (min/par) A	N <sup>o</sup> Operarios B	Tiempo de ciclo asignado por área (min/par)	TAKT TIME
1	Corte 1	Corte de capelladas y c. plantas de tela	0.72	1	0.72	0.90
2	Bordado	Bordado	2.34	4	0.59	0.90
3	Corte 2	Corte de forros, c.tacos, pulido de tacos, c.plantas de eva, c. plantas de esponja y c. tiras	0.81	1	0.81	0.90
4	Aparado	Aparado	7.49	9	0.83	0.90
5	Preparación de material y pulido	Preparación de material y pulido	0.81	1	0.81	0.90
6	Plantado	Plantado	0.74	1	0.74	0.90
7	Control de calidad	Control de calidad	1.79	2	0.90	0.90

Ahora, sólo el área de bordado produce a un ritmo mayor del takt time (tiempo asignado inferior con 0.59 min/par), antes las áreas de bordado, aparado y preparación de material eran las que tenían mayor diferencia con respecto al takt time.

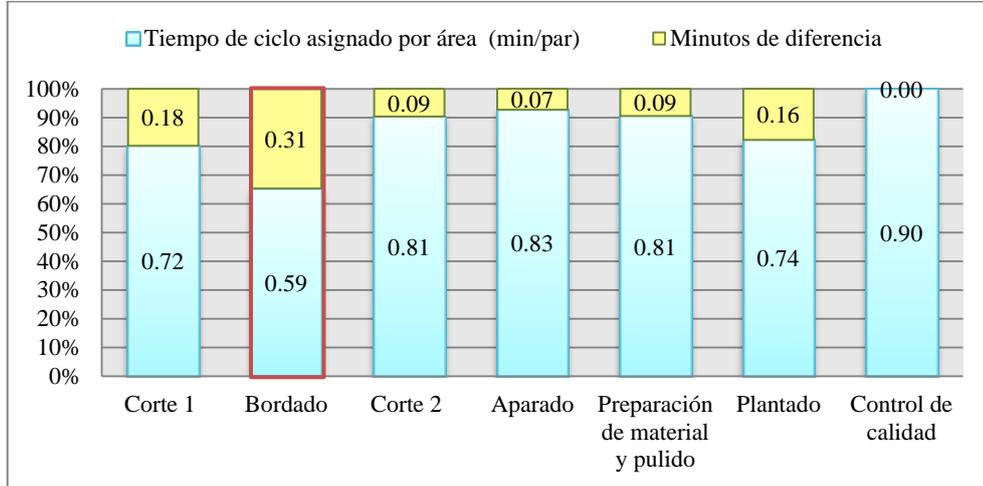


Fig. 131. Takt time y tiempo de ciclo (actual)

#### 4.13.5. Análisis del equilibrio de la producción (actual)

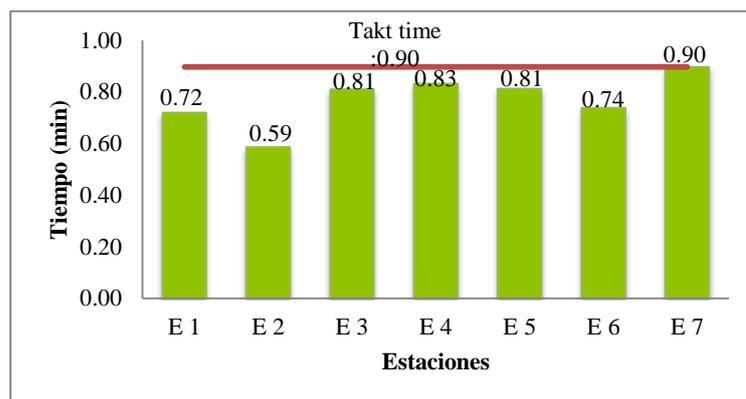
Para este análisis se emplea la siguiente información:

- La línea de producción tiene 7 áreas de trabajo.
- El tiempo de ciclo de la producción será el tiempo asignado del área más lenta, es decir: 0.90 min/par, el cual a su vez es el takt time.
- El tiempo de proceso es de 5.40 min/par (tiempo de producción de un par al ser producido en masa).

Dicho análisis se resume en la Tabla 96 y en la Fig. 132 se muestra el diagrama del equilibrio de la línea de producción actual.

Tabla 96. Equilibrio de la producción actual

Estaciones de trabajo	Área de trabajo	Tiempo de ciclo por par (min/par)	N° de operarios	Tiempo asignado por área (min/par)	TAKT TIME	ACTUAL		ANTERIOR	
						Eficiencia %	Indicador de producción (pares/min)	Eficiencia %	Indicador de producción (pares/min)
E 1	Corte 1	0.72	1	0.72	0.90	80%	1	100%	1
E 2	Bordado	2.34	4	0.59	0.90	65%	2	59%	2
E 3	Corte 2	0.81	1	0.81	0.90	90%	1	74%	1
E 4	Aparado	7.49	9	0.83	0.90	93%	1	63%	2
E 5	Empastado y pulido	0.81	1	0.81	0.90	91%	1	64%	2
E 6	Plantado	0.74	1	0.74	0.90	82%	1	87%	1
E 7	Control de calidad	1.79	2	0.90	0.90	100%	1	74%	1
Tiempo total de proceso (min):				5.40					



**Fig. 132. Diagrama actual del equilibrio de la línea de producción**

Anteriormente, las estaciones de trabajo correspondientes al bordado, aparado y preparación de material eran las menos eficientes con respecto al takt time (Tabla 24), pero con las modificaciones hechas actualmente solo el área de bordado es la menos eficiente con un 65%, lo cual se corrobora con el indicador de producción el cual muestra que en esta área se produce dos pares en un minuto mientras que en las demás áreas se produce un solo par. Además, al calcular la eficiencia total de la línea de producción actual (23) se tiene que:

$$\text{Eficiencia total} = \frac{5.40 \text{ min}}{7 \times 0.90 \text{ min}} \times 100\% = 85.71\%$$

La eficiencia actual de toda la línea de producción es de 85.71%, anteriormente esta era de 76.52%, es decir, ha mejorado en un 9%.

En cuanto a los cambios planteados para equilibrar las cargas de trabajo en las estaciones de trabajo con lo cual se ha logrado mejorar el equilibrio de esta línea de producción se tiene los siguientes resultados:

#### **4.14. Resultados de las modificaciones para mejorar el sistema productivo**

##### *1. Análisis del recurso humano actual.*

Primero, se recalculó el índice de producción (17) y posteriormente el número teórico de puestos de trabajo (18). En la Tabla 97, se muestra número teórico de operarios de toda el área productiva:

##### **Datos:**

**Unidades a fabricar:** 535 pares de pantuflas/día

**Tiempo disponible de un operario:** 480 minutos / día

**Tiempo de ciclo por par:** Independiente de cada área (minutos/par)

**Eficiencia deseada:** 90%

$$\text{Índice de producción (I.P.)} = \frac{535 \text{ pares / día}}{480 \text{ minutos / día}} = \frac{1}{0.90 \text{ minutos/par}} = 1.11 \text{ pares/minuto}$$

$$\text{Área 1(N.O.)} = \frac{\text{Tiempo de ciclo por par} \times \text{I.P.}}{\text{Eficiencia}} = \frac{0.72 \frac{\text{minuto}}{\text{par}} \times 1.11 \frac{\text{pares}}{\text{minuto}}}{0.90} = 0.89 \cong 1 \text{ operario}$$

Con la ecuación (19) se calcula el indicador de eficiencia de la mano de obra:

**Datos:**

**Número ideal de operarios:** 21

**Número real de operarios:** 22

$$\text{Eficiencia de la mano de obra(\%)} = \frac{21 \text{ operarios}}{22 \text{ operarios}} \times 100\% = 95.45\%$$

**Tabla 97. Número teórico de operarios**

Nº	Áreas de trabajo	Tiempo de ciclo por par (min/par)	N.O. teórico	N.O. Real	
1	Corte 1	0.72	0.88	1	
2	Bordado	2.34	2.88	3	
3	Corte 2	0.81	1.00	1	
4	Aparado	7.49	9.20	9	
5	Preparación de material y pulido	0.81	1.00	1	
6	Plantado	Revirado	0.61	0.75	1
		I. plantilla de relleno	0.66	0.81	1
		Cosido de puntas	0.71	0.87	1
		Terminado	0.74	0.91	1
7	Control de calidad	1.79	2.20	2	
<b>Total:</b>			<b>21</b>	<b>22</b>	

Actualmente, la eficiencia de la mano de obra ha incrementado a 95.45%, ya que se ha disminuido el número de puestos de trabajo que había en exceso en el área de aparado. Anteriormente, dicha eficiencia era del 80%, existía un exceso de 4 operarios por lo que se eliminó 3 puestos de trabajo, con el nuevo cálculo se tiene que en esta área el número de puestos de trabajo actual es el adecuado.

## 2. Equilibrio de trabajo entre el área de corte 1 y el área de corte 2.

La reasignación de actividades entre las dos estaciones de trabajo se analiza con el diagrama hombre-máquina Fig. 133 y se tiene que el operario con mayor tiempo de ciclo de trabajo es el operario 6 (troquel 2) con un tiempo de 97.24min, el cual se toma como tiempo de comparación para calcular los porcentajes de utilización, anteriormente el tiempo de ciclo con el que se comparó fue de 118.93min.

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA						
Diagrama núm.: 02				Hoja núm.: 1 de 1		
Áreas: Área de corte 1(T2), área de corte 2 (T3)						
Lugar: Área productiva de la empresa CM original						
Operario 1				Operario 6		
Tiempo (min)	Detalle	Operario	Máquina 3 (T3)	Detalle	Operario	Máquina 2 (T2)
10	Corte capellada	Transporte tela 0.14 min	C. capelladas 24.29min	Corte de forros	T. Tela 0.26 min	C. de forros 22.49 min
		Inspección y tendido de tela (4.40 min)			Inspección y tendido de tela (2.74 min)	
20	28.82 min	Trabajo H-M		25.49 min	Trabajo H-M	
30	Corte plantas de tela					
40		Inspección y tendido de tela (2.93 min)	Trabajo H-M	31.14 min	Inspección y tendido de tela (2.31 min)	
50	57.51 min	Trabajo H-M			C. plantas de tela 54.44 min	Amarrado de tiras y puesta de tallas 0.35 min
60			T. Tiras 0.14 min	Trabajo H-M		Corte de tacos 9.42 min
70	Corte plantas de esponja	Trabajo H-M	C. plantas de esponja 13.86 min		Inspección y tendido de esponja (0.70 min)	
80				14.57 min	Trabajo H-M	C. plantas de esponja 13.86 min
90	Corte plantas de eva	Trabajo H-M	C. p. eva 14.78min			
100				16.67min	Trabajo H-M	C. p. eva 14.78min

Nomenclatura: min.: Minutos, T.: Transporte, H-M.: Hombre-Máquina, C.: Corte, p.: Plantas de eva

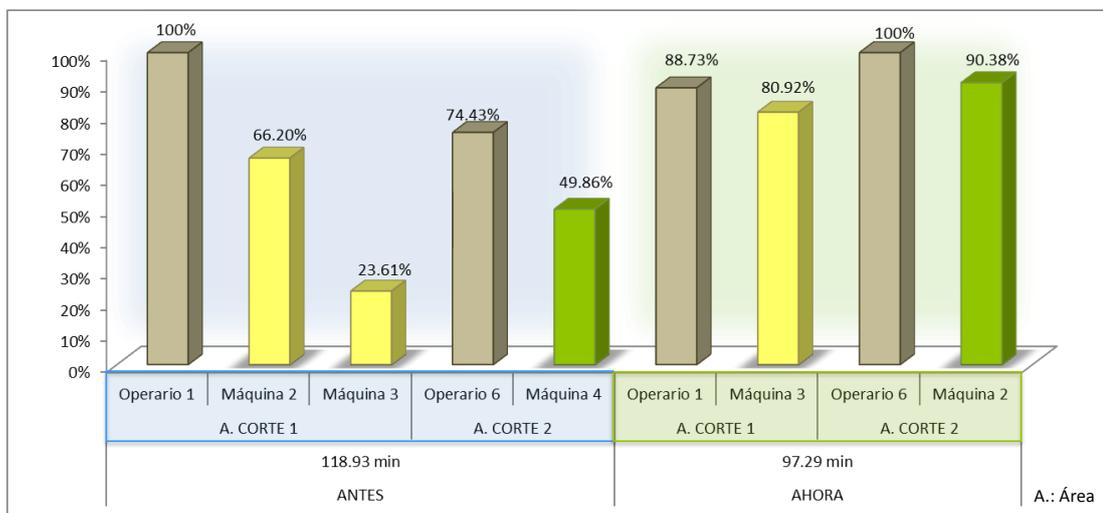
Análisis de utilización				
Detalle de tiempos	Operario 1	Máquina 3 (T3)	Operario 6	Máquina 2 (T2)
Inactivo (min)	10.96	18.56	0	9.36
Trabajo (min)	86.33	78.73	97.29	87.93
Ciclo (min)	97.29	97.29	97.29	97.29
Utilización (%)	$\frac{86.33}{97.29} = 88.73 \%$	$\frac{78.73}{97.29} = 80.92\%$	$\frac{97.29}{97.29} = 100\%$	$\frac{87.93}{97.29} = 90.38\%$

Fig. 133. Diagrama hombre - máquina actual de las áreas de corte 1 y 2

Al analizar la utilización que actualmente tienen las dos máquinas troqueladoras que intervienen en el proceso productivo, se tiene que la máquina 3 (T3) tiene un porcentaje

de utilización de 80.92% y la máquina 2 (T2) 90.38% existiendo una diferencia de tan sólo 9.46% que a diferencia de lo que anteriormente se tenía entre la utilización de las tres máquinas troqueladoras esta ha disminuido notablemente siendo la mayor diferencia entre ellas de 42.59%.

En cuanto a las cargas de trabajo entre los dos operarios que operan las máquinas T2 y T3 se tiene un porcentaje de 88.73% y 100% respectivamente, con una diferencia de 11.27% , antes esta era de 25.57% es decir, existía mayor desequilibrio en las cargas de trabajo. En la Fig. 134, se observa de forma gráfica la variación de dichos porcentajes.



**Fig. 134. Porcentajes de utilización (Diagrama hombre - máquina actual)**

3. *Cambio de la distribución interna del área de plantado modificándose de una distribución por procesos (o por lotes) a una distribución por producto.*

En la Fig. 135, se muestra como se encuentra actualmente distribuida esta área de trabajo. En el ANEXO 23 y Tabla 98, se observa cómo se ha modificado los tiempos de producción, obteniéndose con ello los beneficios que se mencionó en el análisis de la implantación de este tipo de distribución (sección 4.4.6 de la presente investigación).



**Fig. 135. Distribución interna del área de plantado (actual)**

En el ANEXO 22, presenta de forma más detallada cual es la diferencia en el tiempo de ciclo de la producción de pantuflas con una distribución por proceso y por producto.

**Tabla 98. Modificación del método de trabajo en el área de plantado**

ACTIVIDADES	ANTES		AHORA	
	Distribución por proceso		Distribución por producto	
<b>1. Revirado</b>	Operario 20,21,22	(47.55 min)/3	Operario 20	73.65 min
<b>2.Introducción pelón</b>	Operario 20,21,22	(135.19 min)/3	Operario 21	79.58 min
<b>3.Cosido de puntas</b>	Operario 23	88.20 min	Operario 23	85.68 min
<b>4.Revirado e inspección + pareado + conteo y acomodo</b>	Operario 20,21,22	(91.51 min + 27.43 min + 7.99 min)/3	Operario 22	80.60 min + 7.94 min
<b>Tiempo de procesamiento:</b>	397.87 min		327.46 min	
<b>Tiempo de ciclo de producción de 120 pares de pantuflas</b>	191.42 min		88.54 min (valor de la actividad que más se tarda)	
<b>Tiempo de producción de 1 par:</b>	3.316 min		2.729 min	

#### 4. Unificación de las bodegas.

Con la nueva distribución de instalaciones las 4 bodegas de materia prima que anteriormente existían se unificaron en 1 sola, de tal forma que ahora se facilita el trabajo del bodeguero al momento de encontrar el material que le solicitan. Los productos se encuentran organizados como se muestra en la Fig. 121 correspondiente a la propuesta de distribución de la bodega con pequeñas modificaciones, Fig. 136.



**Fig. 136. Acceso de la bodega de materia prima y producto terminado**

La bodega de materia prima al igual que la de producto terminado ahora tiene acceso restringido reduciéndose así el riesgo de la pérdida de materia prima o producto terminado, además, cuenta con un sistema de cámaras de vigilancia. A continuación, se detalla un poco más de las modificaciones correspondientes a la bodega:

#### - Almacenamiento de telas

Anteriormente, no se conocía exactamente qué telas se disponían en bodega y cuantos metros tenía de cada una de ellas, por lo que se seguía comprando más y más rollos lo

que género que exista un exceso de materia prima almacenada. Ahora con una mejor organización de esta parte de la bodega el encargado del departamento de producción puede observar cuales son las telas con las que cuenta y cuál es el metraje de cada una de ellas, evitando así pérdidas de tiempo en la búsqueda de las mismas o que se compre más por el desconocimiento de su existencia, puesto que al momento de mover los rollos hacia su nueva ubicación se les colocó una etiqueta de identificación llevando así un mejor control de este material, Fig. 137.



**Fig. 137. Almacenamiento de rollos de tela**

Además, para mejorar la forma de almacenamiento y preservar dichos rollos de tela se mandó a fabricar estantes ya que en esta área el piso guarda mucha humedad que puede dañar la tela.

#### - **Almacenamiento de esponjas**

Las esponjas que se encontraban apiladas en 5 columnas se ha reducido a 2, anteriormente existían un exceso de estas ya que fueron adquiridas a manera de oferta sin tomar en cuenta la necesidad real de este producto. Una parte de estas esponjas que son delgadas y no se emplean en la fabricación de productos se almacena temporalmente junto al área de aparado en el espacio que quedo libre al cambiar de lado la grada metálica hasta que estas sean vendidas.



**Fig. 138. Almacenamiento de planchas de esponja (antes)**



**Fig. 139. Almacenamiento de planchas de esponja (ahora)**

- **Almacenamiento de otros insumos**

Todos los demás insumos empleados en la producción de pantuflas se almacenan ordenadamente en estantes y los materiales que se almacenan en cajas o lonas se apila tomando en cuenta las sugerencias establecidas anteriormente facilitándose así las labores del bodeguero Fig. 140.



**Fig. 140. Almacenamiento de insumos**

**4.15. Análisis de las condiciones de seguridad (actual)**

En la Tabla 99, se evalúa las condiciones de seguridad de la redistribución de instalaciones con respecto al Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo – 2393 que anteriormente no se cumplía.

**Tabla 99 . Evaluación de la redistribución de instalaciones - Decreto Ejecutivo 2393**

Artículo	Detalle	Cumple o no cumple
<b>Título I – Disposiciones generales Capítulo II, Edificios y Locales</b>		
<b>Art.22.- Superficie y ubicación en los locales y puestos de trabajo</b>	Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán: a) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador b) Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador	Si(x) No( ) Tabla 100
<b>Art.24.- Pasillos</b>	Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado a su utilización. La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo.  No será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.  Cuando existan aparatos con partes móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacio libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse.  <b>Observación:</b> <i>*En la fábrica se cumple con este artículo en la mayoría de las secciones, en las que no se cumple no ha existido quejas por parte de los operarios.</i>	Si(x) No( )

	<p>En el ANEXO 19 se detalla en color rojo las distancias en centímetros de los pasillos de la actual distribución de instalaciones.</p>	
	<p>Los pasillos, galerías y corredores se mantendrán en todo momento libre de obstáculos y objetos almacenados.</p>	<p>Si (x) No ( )</p>
<p><b>Art.26.- Escaleras fijas y de servicio</b></p>	<p>Las escaleras entre paredes estarán provistas de al menos un pasamano, preferentemente situado al lado derecho en sentido descendente, Fig. 141.</p>  <p><b>Fig. 141. Escalera fija - área productiva (ubicación actual)</b></p> <p><b>Observación:</b> La escalera se cambió de lado de descendimiento ahora está ubicada al lado derecho y con ello igualmente se ganó espacio en donde se apila las planchas de esponja a ser vendidas.</p>	<p>Si(x) No( )</p>
<p><b>Capítulo III, servicios permanentes</b></p>		
<p><b>Art.41.- Servicios higiénicos</b></p>	<p>El número necesario de elementos para el aseo personal, debidamente separados por sexo, se ajustará a: un excusado por cada 25 varones y uno por cada 15 mujeres. Además, un lavabo por cada 10 trabajadores.</p>	<p>Si ( ) No(x)</p>
<p><b>Capítulo V, Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos</b></p>		
<p><b>Art.55. Ruidos y vibraciones</b></p>	<p>Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y será objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.</p>	<p>Si (x) No()</p>
<p><b>Título III – Aparatos, máquinas y herramientas</b> <b>Capítulo I , Instalaciones de máquinas fijas</b></p>		
<p><b>Art.74. Separación de las máquinas</b></p>	<p>La separación entre las máquinas deberá ser suficiente para que los operarios trabajen holgadamente y sin riesgos. Para las necesidades de mantenimiento la distancia mínima entre partes fijas o móviles más salientes de máquinas independientes, no debe ser inferior a 800 milímetros. Se establece una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto de trabajo, o en su caso la parte más saliente de la máquina de mínimo 400 milímetros.</p>	<p>Si (x) No ( ) <b>OBS.:</b> Cumple en su mayoría</p>
<p><b>Art.75. Colocación de materiales y útiles</b></p>	<p>Se establecerá en las proximidades de las máquinas zonas de almacenamiento de material de alimentación y de productos elaborados, de modo que estos no sean obstáculo para los operarios.</p> <p><b>Observación:</b> *Se estableció un área de almacenamiento temporal de las telas cerca de las áreas de corte para que así no exista desorden Fig. 142 dicha área se ubica entre el área de corte T3y T1.</p> <p>Los útiles de las máquinas se deben guardar junto a estas, estarán debidamente colocadas y ordenadas en armarios, mesa o estantes adecuados.</p> <p><b>Observación:</b> *Actualmente los moldes o troqueles que se emplean en el área de corte 2 (T3) son almacenados junto a esta máquina, anteriormente dichos moldes se ubicaban en otra área de corte, Fig. 143.</p>	<p>Si (x) No ( )</p>



**Fig. 142. Almacenamiento temporal de telas**



**Fig. 143. Troqueles ubicados junto al área de corte**

*\*Existe mayor orden en el almacenamiento de los productos empleados en el área de estampado y cada uno de los materiales tienen su rotulación, Fig. 144 y Fig. 145.*



**Fig. 144. Almacenamiento ordenado de sustancias empleadas en el estampado**



**Fig. 145. Señalética área de estampado y serigrafía**

<b>Capítulo II, Protección de máquinas fijas</b>		
<b>Art.76.- Instalación de resguardos y dispositivos de seguridad</b>	Todas las partes móviles de motores, órganos de transmisión y máquinas, agresivos por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva y proyectiva en que resulte técnica y funcionalmente posible, serán eficazmente protegidos mediante resguardos u otros dispositivos de seguridad.	Si ( ) No(x)
<b>Título IV – Manipulación y transporte Capítulo V. Manipulación y almacenamiento</b>		
<b>Art. 129.- Almacenamiento</b>	Los materiales serán almacenados de forma que no se interfiera con el funcionamiento adecuado de las máquinas u otros equipos, el paso libre	Si(x) No( )

<p><b>nto de materiales</b></p>	<p>en los pasillos y lugares de tránsito.</p> <p><b>Observación:</b>  <i>*En el área del troquel T1, se agregó un estante para que ahí se almacenen las piezas cortadas y no se tenga que trasladar hacia otro lugar para almacenarlas, Fig. 146.</i></p>  <p><b>Fig. 146. Área de corte T1- estante agregado</b></p> <p><i>*Actualmente se tiene un área específica para almacenar las cajas de pantuflas que salen del área de aparato.</i></p> <p>El apilado debe estar en debidas condiciones de seguridad, tomando en cuenta que debe existir estabilidad de la ruma.</p>	
<p><b>Título VI – Protección personal</b></p>		
<p><b>Art. 180.</b>  <b>Protección de vías respiratorias</b></p>	<p>Para un ambiente contaminado pero con suficiente oxígeno se debe adoptar normas preventivas, para este caso se aplica lo siguiente: De haber contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación no inmediata, se usará equipos con filtros de retención física o química.</p> <p><b>Observación:</b>  <i>* En las áreas de preparación de material y empastado se les ha provisto a los operarios de mascarillas especiales.</i></p>	<p>Si(x)  No( )</p>
<p><b>Art. 181.</b>  <b>Protección de las extremidades superiores.</b></p>	<p>Se usa equipos de protección de las extremidades superiores cuando se den los siguientes riesgos:</p> <p>g) Contacto con agresivos químicos o biológicos.  Además, dichos equipos deben cumplir las siguientes características:</p> <p>d) Ser flexibles, permitiendo el libre movimiento  e) En el caso de costuras, no debe causar molestias  f) Dentro de lo posible, permitirán la transpiración.</p> <p><b>Observación:</b>  <i>*A los operarios que trabajan con moldes o troqueles que pueden causar cortaduras se les ha provisto de guantes para la manipulación de los mismos y así evitar estos inconvenientes.</i></p>	<p>Si(x)  No( )</p>

### **Análisis de superficie de los puestos de trabajo**

En la Tabla 100, se presenta un nuevo análisis de cada uno de los puestos de trabajo del área productiva de la empresa CM Original en cuanto a la superficie y volumen mínimos que cada uno debe cumplir.

Actualmente, existe una mejor distribución en cuanto a los espacios de los puestos de trabajo y se da cumplimiento a la superficie y volumen mínimo que debe tener cada puesto de trabajo, sobre todo en los puestos de aparato pues ahora tienen una medida estándar.

**Tabla 100. Superficie y volumen actuales de las estaciones de trabajo**

Puesto de trabajo	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie total (m2)	Volumen total (m3)	Elementos deducibles	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie deducible total (m2)	Volumen deducible total (m3)	Mínimo 2(m2) de superficie	Mínimo 6(m3) de volumen
Bordado	3.75	2.54	3.38	9.53	32.19	Mesa (hilo)	1.31	0.84	0.94	1.10	1.03	4.58	22.83
						Gaveta	0.60	0.40	8.00	0.24	1.92		
						Máquina	1.20	3.00	1.78	3.60	6.41		
						<b>Total</b>				4.94	9.36		
Corte pelon	2.30	1.44	3.38	3.31	11.19	Mesa (pelon)	1.40	0.90	0.87	1.26	1.10	2.05	10.10
						<b>Total</b>				1.26	1.10		
Corte Troquel 2 en reemplazo del Troquel 4	4.75	3.40	3.38	16.15	54.59	Mesa (tela T4)	2.17	1.65	1.14	3.58	4.08	8.77	42.84
						Máquina T2	2.20	0.92	2.25	2.02	4.55		
						Estante 1 (T4)	2.40	0.43	2.00	1.03	2.06		
						E(moldes)	0.75	0.35	1.80	0.26	0.47		
						Gavetas	0.60	0.40	1.20	0.24	0.29		
						Gavetas	0.60	0.40	1.20	0.24	0.29		
						<b>Total</b>				7.38	11.75		
Corte troquel 3 en reemplazo del troquel T2	3.76	5.74	3.38	21.58	72.95	Mesa(tela T2)	1.70	1.97	0.90	3.35	3.01	14.44	64.11
						Maquina(T3)	1.85	1.25	1.60	2.31	3.70		
						Estante 1 (T2)	1.50	0.26	2.00	0.39	0.78		
						Estante 2 (T2)	1.50	0.26	2.00	0.39	0.78		
						Mesa aux.	0.81	0.66	0.80	0.53	0.43		
						E moldes	0.55	0.30	0.80	0.17	0.13		
						<b>Total</b>				7.14	8.83		
Corte troquel 1	4.20	3.76	3.38	15.79	53.38	Máquina T1	2.52	1.64	1.80	4.13	7.44	8.68	42.39
						Escritorio T1	1.40	0.70	1.30	0.98	1.27		
						Estante 1- T3	1.70	0.33	2.00	0.56	1.12		
						Cajas	2.40	0.60	0.80	1.44	1.15		
						<b>Total</b>				7.11	10.99		
P. aparato	1.75	1.84	3.38	3.22	10.88	Máquina	1.15	0.54	1.10	0.62	0.68	2.12	9.82
						Gaveta1	0.60	0.40	0.80	0.24	0.19		
						Gaveta2	0.60	0.40	0.80	0.24	0.19		
						<b>Total</b>				1.10	1.07		
Pulido	2.75	1.65	2.30	4.54	10.44	Máquina	1.20	0.50	1.00	0.60	0.60	2.92	8.53
						Pulidora	0.81	0.66	1.00	0.53	0.53		
						Gaveta1	0.60	0.40	1.60	0.24	0.38		
						Gaveta2	0.60	0.40	1.60	0.24	0.38		
						<b>Total</b>				1.61	1.90		
Preparación de material	2.41	3.11	3.38	7.50	25.33	Mesa(empst y	2.39	1.05	1.00	2.51	2.51	3.79	21.77
						Gavetas	0.60	0.40	1.20	0.24	0.29		
						Caja es.pj.	0.60	0.80	0.80	0.48	0.38		
						Caja relleno	0.60	0.80	0.80	0.48	0.38		
						<b>Total</b>				3.71	3.57		
Plantado 2,4	1.93	1.80	3.38	3.47	11.74	Estante	1.80	0.33	2.00	0.59	1.19	2.18	9.96
						Mesa	1.00	0.70	0.85	0.70	0.60		
						<b>Total</b>				1.29	1.78		
Plantado 1	1.93	1.80	3.38	3.47	11.74	Estante	1.80	0.33	2.00	0.59	1.19	2.40	10.17
						Caja 1	0.80	0.60	0.80	0.48	0.38		
						<b>Total</b>				1.07	1.57		
Cosido de puntas	1.93	1.80	3.38	3.47	11.74	Máquina	1.20	0.50	1.00	0.60	0.60	2.28	9.95
						Estante	1.80	0.33	2.00	0.59	1.19		
						<b>Total</b>				1.19	1.79		
Control de calidad	2.45	1.70	3.38	4.17	14.08	Mesa	2.44	0.85	0.85	2.07	1.76	2.09	12.31
						<b>Total</b>				2.07	1.76		
Empastado(corte manual)	2.41	3.11	3.38	7.50	25.33	Mesa (p.m.)	1.47	1.05	0.87	1.54	1.34	5.02	22.48
						Engomadora	0.79	0.30	1.00	0.24	0.24		
						Estante 1 (p.m.)	2.00	0.30	2.00	0.60	1.20		
						Cajas	0.60	0.16	0.80	0.10	0.08		
						<b>Total</b>				2.48	2.86		
Serigrafía y estampado	2.30	3.81	3.38	8.76	29.62	Mesa	2.4	1.2	1.00	2.88	2.88	4.23	25.03
						E. horno	0.90	0.42	1.50	0.38	0.57		
						Mesa estampado	1.4	0.91	0.90	1.27	1.15		
						<b>Total</b>				4.53	4.59		
Información y casilleros	3.02	2.44	3.38	7.37	24.91	Casilleros	2.44	0.45	2.50	1.10	2.75	5.49	21.15
						Escritorio	1.10	0.71	1.30	0.78	1.02		
						<b>Total</b>				1.88	3.76		

### Mapa de riesgos de la empresa CM Original

El mapa de riesgos se establece una vez implantada la propuesta de redistribución de instalaciones con todas las modificaciones. Este mapa es un instrumento informativo de carácter dinámico, que brinda la capacidad de poder identificar, localizar, controlar, dar seguimiento y representar gráficamente a todos los factores de riesgo y los más probables daños que se pueden manifestar en un ambiente de trabajo [46]. En la Fig. 147, se muestra el mapa de riesgos de la empresa CM Original.

### 4.16. Análisis del costo de transporte en la distribución actual de las instalaciones

Para evaluar el costo de transporte en la nueva distribución de instalaciones se procede a aplicar el método CRAFT, para lo cual es necesario conocer cuál es la modificación que se tiene en los transportes del flujo de material y su respectivo costo y se procede a encontrar la matriz de flujo y la matriz de costo de movimiento de flujo de material.

### Matriz de Flujo y Costo de movimiento de flujo de material

Las coordenadas de las áreas de trabajo de la distribución de instalaciones actual, las distancias entre áreas, los costos de mover material y la tabla de costo del movimiento del material se detallan en el ANEXO 20. Los datos ingresados de la Matriz de flujo Tabla 101 y Matriz de costo de movimiento del material Tabla 102 se muestran en la Fig. 148 y Fig. 149, las celdas de ubicación de las áreas se hacen en base al ANEXO 21.

**Tabla 101. Matriz de flujo - distribución actual**

		HACIA																		
N°	WinQSB	Áreas de trabajo	1	2	3	4	5	6.1	6.2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
DESDE	1	1	Bodega 1					360	120											
	2	2	Bodega 2																	240
	3	5	Corte T3				120		120								120	120		240
	4	6	Bordado			120			120							120		120	120	
	5	7	Corte T2	240					120		120	240				120				240
	6.1	8	Aparado	120		120	120	120		120						120				120
	6.2	9	Almacenamiento de apardo													120				
	7	A	Pulido					120				120								
	8	B	Preparación de material					120			120		120							
	9	C	Plantado							120				120						120
	10	H	Control de calidad													120				120
	11	E	Producto terminado																	
	12	F	Corte T1						120											120
	13	G	Empastado y c.manual																	
	14	H	Serigrafía y estampado				120	120												
	15	N	Información																	
16	I	Almacenamiento tela		240	240		240								120	120				

En la Tabla 101, se incluye el área para el almacenamiento de telas (área número 16).

Tabla 102. Matriz de costo de movimiento de flujo de material – modelo actual

N°	Áreas	HACIA																
		1	2	3	4	5	6.1	6.2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Bodega 1					0.00035	0.00032											
2	Bodega 2																	0.00024
3	Corte T3				0.00022		0.00083							0.00023	0.00029			0.00006
4	Bordado			0.00022			0.00081						0.00041		0.00011	0.00017		
5	Corte T2	0.00022					0.00075		0.00016	0.00019			0.00006					0.00011
6.1	Aparado	0.00030		0.00083	0.00053	0.00072		0.00010					0.00026	0.00074			0.00012	
6.2	Almacenamiento temp.										0.00006							
7	Pulido					0.00018				0.00024								
8	Preparación material					0.00014			0.00026		0.00012							
9	Plantado							0.00004				0.00010						0.00015
10	Control de calidad												0.00013				0.00006	
11	Producto terminado																	
12	Corte T1				0.00041		0.00026	0.00074										0.00006
13	Empastado y c.manual			0.00023														0.00008
14	Serigrafía y estampado			0.00029	0.00011													
15	Información																	
16	Almacenamiento tela		0.00024	0.00006		0.00011							0.00006	0.00008				

Functional Layout Information for CMORIGINAL1												
13 : To Dep. 6 Flow/Unit Cost 240/0.00100												
partm	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	To Dep. 9 Flow/Unit Cost	To D Flow/U
1	1-BODEGA 1	Yes	0				360/0.00035	120/0.00032				
2	2-BODEGA 2	Yes		0								
3	5-CORTE T3	No			0	120/0.00022		120/0.00083				
4	6-BORDADO	No			120/0.00022	0		120/0.00081				
5	7-CORTE T2	No	240/0.00022				0	120/0.00075		120/0.00016	240/0.00019	
6	8-APARADO	No	120/0.00030		120/0.00083	120/0.00053	120/0.00072	0	120/0.00010			
7	9-ALMC.TEMP	No							0			120
8	A-PULIDO	Yes					120/0.00018			0	120/0.00024	
9	B-P.MTRL	No					120/0.00014					120
10	C-PLANTADO	No							120/0.00004			
11	H-CTRL.CALD	No										
12	E-P.TERMINADO	No										
13	F-CORTE T1	No				120/0.00041		240/0.00100				
14	GEMPASTY CRT	No			120/0.00023							
15	H-SERIGFY	No			120/0.00029	120/0.00011						
16	N-INFORMACN	Yes										
18	O-SIN ACCESO	Yes										
19	F-ALMC.TELA	No		120/0.00024	240/0.00006		240/0.00011					

Fig. 148. Ingreso de datos WinQSB - modelo actual (Parte 1)

Functional Layout Information for CMORIGINAL1												
13 : To Dep. 6 Flow/Unit Cost 240/0.00100												
partm	To Dep. 10 Flow/Unit Cost	To Dep. 11 Flow/Unit Cost	To Dep. 12 Flow/Unit Cost	To Dep. 13 Flow/Unit Cost	To Dep. 14 Flow/Unit Cost	To Dep. 15 Flow/Unit Cost	To Dep. 16 Flow/Unit Cost	To Dep. 19 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]			
1												(1,21)-(3,25)
2								120/0.00024				-(4,11),(1,13)-(3,19),(5,14)-(8,19),(19,23)-(21,25)
3					120/0.00023	120/0.00029		240/0.00006				(1,32)-(3,34)
4				120/0.00041		120/0.00011	120/0.00017					(1,36)-(6,39),(7,36)-(8,36)
5				120/0.00006				240/0.00011				(5,27)-(8,29)
6				240/0.00100			120/0.00012					(14,27)-(21,34)
7	120/0.00006											(16,36)-(17,39),(14,33)-(16,34)
8												(17,21)-(18,22)
9	120/0.00012											(5,31)-(6,33)
10	0	120/0.00010						120/0.00015				(10,36)-(15,39)
11		0	120/0.00013					120/0.00006				(10,27)-(12,33)
12			0									(5,21)-(8,25)
13				0				120/0.00006				(1,26)-(3,28)
14					0			120/0.00008				(7,31)-(8,33)
15						0						(7,37)-(8,39)
16												(10,23)-(11,25)
18												(10,23)-(11,25)
19				120/0.00006	120/0.00008			0			11),(10,19)-(16,22),(17,19)-(21,20),(19,21)-(21,22)	(1,29)-(3,31)

Fig. 149. Ingreso de datos WinQSB - modelo actual (Parte 2)

En la Fig. 150, se muestra el layout de la distribución actual de las instalaciones y el costo de transportar el material el cual es de \$30,45 se toma en cuenta que en dicho costo se incluye el flujo de material de las áreas auxiliares de producción. Al calcular el costo real de transporte, es decir, el costo que abarca solo los movimientos entre las áreas principales se tiene que este es de \$19.02, dicho costo se desglosa en la Fig. 152, en la que se puede notar que el área de aparado tiene un mayor flujo de material generándose un costo de transporte de \$5.86, mientras que el área con menos costo de transporte es el área de almacenamiento temporal de las cajas de pantuflas cosidas.

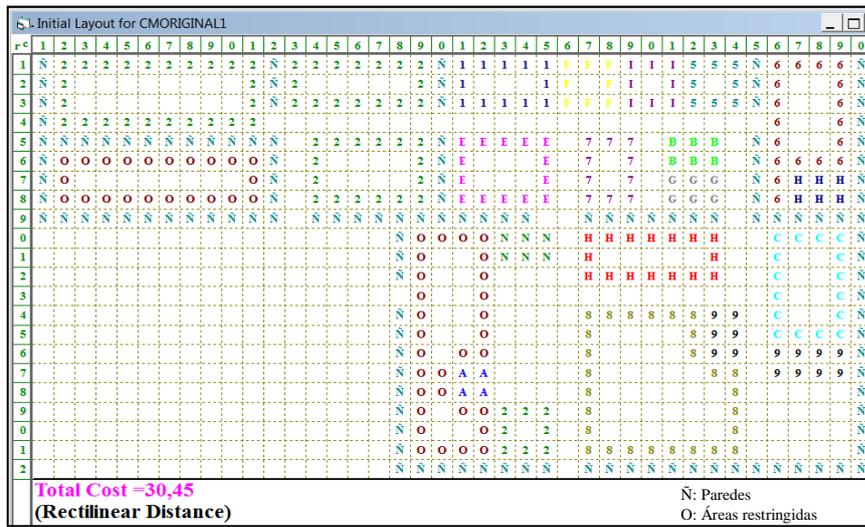


Fig. 150. Layout de la distribución actual

03-30-2016 11:44:13	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	2	23	480	2,08
2	2-BODEGA 2	5,09	12,85	120	0,58
3	5-CORTE T3	2	33	720	2,60
4	6-BORDADO	3,81	37,38	600	3,29
5	7-CORTE T2	6,50	28	1080	2,49
6	8-APARADO	17,76	30,19	960	10,01
7	9-ALMC.TEMP	15,86	35,79	120	0,04
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	1,03
9	B-P.MTRL	5,50	32	360	0,97
10	C-PLANTADO	12,50	37,50	360	0,41
11	H-CTRL.CALD	11	30	240	0,23
12	E-P.TERMINADO	6,50	23	0	0
13	F-CORTE T1	2	27	480	5,17
14	GEMPASTY CRT	7,50	32	240	0,25
15	H-SERIG Y ESTMP	7,50	38	240	0,42
16	N-INFORMACN	10,50	24	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,95	14,77	0	0
19	I-ALMC. TELA	2	30	840	0,89
	Total			7080	30,45
	Distance Measure: Rectilinear				

Fig. 151. Análisis de costos modelo actual (con áreas auxiliares)

03-30-2016 11:48:00	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1-BODEGA 1	2	23	480	2,08
2	2-BODEGA 2	5,09	12,85	120	0,58
3	5-CORTE T3	2	33	480	2,06
4	6-BORDADO	3,81	37,38	240	2,22
5	7-CORTE T2	6,50	28	1080	2,49
6	8-APARADO	17,76	30,19	720	5,86
7	9-ALMC.TEMP	15,86	35,79	120	0,04
8	A-PULIDO	17,50	21,50	240	1,03
9	B-P.MTRL	5,50	32	360	0,97
10	C-PLANTADO	12,50	37,50	240	0,13
11	H-CTRL.CALD	11	30	120	0,18
12	E-P.TERMINADO	6,50	23	0	0
13	F-CORTE T1	2	27	120	0,59
14	GEMPASTY CRT	7,50	32	0	0
15	H-SERIG Y ESTMP	7,50	38	0	0
16	N-INFORMACN	10,50	24	0	0
17	N-PAREDES	10,82	22,68	0	0
18	O-SIN ACCESO	11,95	14,77	0	0
19	I-ALM. TELA	2	30	600	0,80
	Total			4920	19,02
	Distance Measure: Rectilinear				

Fig. 152. Análisis de costos modelo actual (sin áreas auxiliares)

El costo de transporte que se generaba en la propuesta inicial de la redistribución de instalaciones fue de \$23.43, mientras que en la distribución actual es de \$19.02 lo que

indica que con los cambios planteados se ha disminuido \$4.41. También, al comparar el costo de transporte que se generaba con la distribución anterior de las instalaciones el cual era de \$34.69 con el costo actual que es \$19.20 se tiene una reducción de \$15.49.

En la Fig. 153, se presenta como queda el layout de la distribución actual de instalaciones con su respectivo flujo de material, por cada lote de 120 pares de pantuflas básicas con plantado premium se recorre una distancia de 971.25 metros, anteriormente se recorría 1355.60 metros dándose con esto una diferencia de 384.35 metros, además existe un espacio disponible de 100.51 metros cuadrados repartidos en cinco áreas dispersas por todas las instalaciones para que en caso de una posible expansión del área productiva puedan ser ocupadas.

#### 4.17. Análisis carga - distancia

El método carga-distancia se emplea para evaluar la distribución de las instalaciones anterior y actual en función del recorrido del flujo de material en términos de factores de proximidad. Para aplicar dicho método se toma como referencia las *distancias* obtenidas en los transportes del cursograma analítico de la distribución de instalaciones anterior (Tabla 18) y actual (Tabla 90), mientras que las *cargas* se las representa en base al número de movimientos que se requiere para transportar los 120 pares de piezas o pantuflas de un área de trabajo a otra. En la Tabla 103, se detalla la numeración de las áreas de trabajo de la distribución anterior y actual que se emplean para identificar los movimientos entre dichas áreas, finalmente en la Tabla 105 se presenta la evaluación carga-distancia.

**Tabla 103. Numeración de las áreas de trabajo (carga - distancia)**

DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES					
ANTERIOR			ACTUAL		
N°	Áreas de trabajo	N°	Áreas de trabajo	N°	Áreas de trabajo
1	Bodega 1	18	Área de terminado	1	Bodega 1
2	Bodega 2	19	A.empastado	2	Bodega 2
3	Bodega 3	20	Á. de corte manual	3	A. corte T3
4	Bodega 4	21	Área de serigrafía	4	A. bordado
5	Área de corte T2	22	Área de estampado	5	A. corte T2
6	Área bordado	23	Área de información	6.1	A. aparado
7	Área de corte T3			6.2	A.almac. de Aparado
8	Área de corte T1			7	A. pulido
9	Área de corte T4			8	A. prep. de material
10	Área eva - Bodega 3			9	A. plantado
11	Área aparado			10	A. cntrl. de calidad
12	Á.almacenamiento tmp.			11	A.producto terminado
13	Área de pulido			12	A. corte T1
14	Área prep. de material			13	A.estampado y c.manual
15	Área de plantado			14	Á. de serigrafía y estampado
16	Á.cosido de puntas			15	A.información
17	Á. control de calidad			16	A.almacenamiento tela



**Tabla 104. Simbología comparación Carga - Distancia**

Simbología:	
	Cuando se ha reducido más de 2 metros
	Cuando se ha reducido menos o igual a 2 metros o aumentado más o igual 2 metros
	Cuando se ha aumentado más de 2 metros hasta 10 metros
	Cuando se ha aumentado más de 10 metros

**Tabla 105. Evaluación Carga – Distancia**

Actividad	ANTERIOR				ACTUAL				Variación (m)	DESCRIPCIÓN GRÁFICA			
	DESDE HACIA	Distancia (m) Desde-Hacia	Nº Movi mie	Distancia * Carga	DESDE HACIA	Distancia (m) Desde-Hacia	Nº Movi mie	Distancia * Carga					
Bodega	1 - 2	38.81	1	38.81	16 - 2	23.70	1	23.70	-15			-39%	
	2 - 1	38.81	1	38.81	2 - 16	23.70	1	23.70	-15			-39%	
	1 - 3	51.16	1	51.16	16 - 2	23.70	1	23.70	-27			-54%	
	3 - 1	51.16	1	51.16	2 - 16	23.70	1	23.70	-27			-54%	
	1 - 4	54.41	1	54.41	16 - 2	23.70	1	23.70	-31			-56%	
4 - 1	54.41	1	54.41	2 - 16	23.70	1	23.70	-31			-56%		
Corte de capelladas	5 - 1	18.90	1	18.90	3 - 16	3.85	1	3.85	-15			-80%	
	1 - 5	18.90	1	18.90	16 - 3	3.85	1	3.85	-15			-80%	
Bordado de capelladas	6 - 5	8.38	3	25.14	4 - 3	8.19	3	24.56	-1			-2%	
	5 - 6	8.38	3	25.14	3 - 4	8.19	3	24.56	-1			-2%	
C. de plantas de tela	5 - 1	18.90	1	18.90	3 - 16	3.85	1	3.85	-15			-80%	
	1 - 5	18.90	1	18.90	16 - 3	3.85	1	3.85	-15			-80%	
C.de tiras	7 - 1	22.21	1	22.21	5 - 16	7.06	1	7.06	-15			-68%	
	1 - 7	22.21	1	22.21	16 - 5	7.06	1	7.06	-15			-68%	
	7 - 8	13.78	1	13.78	5 - 12	7.81	1	7.81	-6			-43%	
C. de forros	9 - 3	20.03	1	20.03	5 - 16	7.06	1	7.06	-13			-65%	
	3 - 9	20.03	1	20.03	16 - 5	7.06	1	7.06	-13			-65%	
APARADO	Capelladas	6 - 11	21.36	3	64.09	4 - 6.1	23.04	3	69.13	5			8%
	Bordadas	11 - 6	21.36	2	42.73	6.1 - 4	23.04	2	46.09	3			8%
	Forros	11 - 9	16.63	3	49.88	6.1 - 5	20.28	3	60.84	11			22%
		9 - 11	16.63	3	49.88	5 - 6.1	20.28	3	60.84	11			22%
	Tiras	11 - 8	21.89	1	21.89	6.1 - 12	22.75	1	22.75	1			4%
		8 - 11	21.89	1	21.89	12 - 6.1	22.75	1	22.75	1			4%
	Plantillas de tela	11 - 5	17.99	3	53.98	6.1 - 3	25.58	3	76.74	23			42%
		5 - 11	17.99	3	53.98	3 - 6.1	25.58	3	76.74	23			42%
	Plantas premium	11 - 3	31.16	1	31.16	6.1 - 1	27.49	1	27.49	-4			-12%
		3 - 11	31.16	1	31.16	1 - 6.1	27.49	1	27.49	-4			-12%
Almc.aparado	11 - 12	11.44	1	11.44	6.1 - 6.2	9.55	1	9.55	-2			-17%	
C. de tacos	9 - 10	9.89	1	9.89	1 - 5	12.55	1	12.55	3			27%	
	10 - 9	9.89	1	9.89	5 - 1	12.55	1	12.55	3			27%	
Pulido de tacos	9 - 13	15.15	1	15.15	5 - 7	20.71	1	20.71	6			37%	
	13 - 14	20.83	1	20.83	7 - 8	30.55	1	30.55	10			47%	
	14 - 13	20.83	1	20.83	8 - 7	30.55	1	30.55	10			47%	
	13 - 9	15.15	1	15.15	7 - 5	20.71	1	20.71	6			37%	
C. de plantas de eva	9 - 13	20.03	1	20.03	5 - 1	12.55	1	12.55	-7			-37%	
	3 - 9	20.03	1	20.03	1 - 5	12.55	1	12.55	-7			-37%	
	9 - 14	9.10	3	27.31	5 - 8	6.08	3	18.24	-9			-33%	
14 - 9	9.10	3	27.31	8 - 5	6.08	3	18.24	-9			-33%		
C. de plantas de esponja	9 - 3	20.03	1	20.03	1 - 5	12.55	1	12.55	-7			-37%	
Prep. Material	3 - 9	20.03	1	20.03	-	0.00	0	0	-20			-100%	
	9 - 14	9.10	1	9.10	5 - 8	6.08	1	6.08	-3			-33%	
Plantado	14 - 15	5.60	1	5.60	8 - 9	13.53	1	13.53	8			142%	
	15 - 12	28.40	1	28.40	9 - 6.2	6.30	1	6.30	-22			-78%	
	12 - 15	28.40	1	28.40	-	0.00	0	0	-28			-100%	
	15 - 16	6.41	1	6.41	-	0.00	0	0	-6			-100%	
16 - 15	6.41	1	6.41	6.2 - 9	6.30	1	6.30	-0.1			-2%		
Control de calidad	15 - 17	9.61	1	9.61	9 - 10	10.54	1	10.54	1			10%	
	17 - 18	7.97	1	7.97	10 - 11	14.17	1	14.17	6			78%	
Información	4 - 15	15.00	1	24.59	6 - 23	21.49	1	21.49	-3			-13%	
	6.1 - 15	15.00	1	15.11	11 - 23	16.27	1	16.27	1			8%	
	9 - 15	3.90	1	21.75	15 - 23	18.48	1	18.48	-3			-15%	
	10 - 15	3.90	1	20.83	17 - 23	7.93	1	7.93	-13			-62%	
<b>Total distancia (m):</b>				<b>1355.60</b>	<b>Total distancia (m):</b>				<b>971.25</b>				

En la Tabla 105, se presenta la comparación de las distancias de cada transporte que se genera a lo largo del proceso productivo de 120 pares de pantuflas básicas premium de

dama, con lo cual se puede determinar en donde se ha reducido o aumentado la distancia recorrida y por ende se puede conocer cuál es la distribución que presenta mejores beneficios en cuanto a este aspecto.

Para analizar las variaciones de las distancias recorrida en los transportes de flujo de material se presentan dos parámetros:

- **Primer parámetro: representación gráfica de barras**, las barras de color verde representan el decremento en la distancia de transporte, mientras las barras de color rojo corresponden al incremento de dicha distancia, además, junto a cada barra se observa el porcentaje de la variación.
- **Segundo parámetro: representación de un semáforo**, esta simbología se emplea para distinguir de mejor manera la magnitud de la variación de la distancia de transporte Tabla 104, ya que, si aumenta o disminuye la distancia de recorrido no significa que esta sea muy representativa.

*Según la descripción gráfica de barras*, se observa que las distancias de los transportes que se generaban anteriormente en el área de plantado, específicamente en el puesto de cosido de puntas se han reducido en un 100% ya que esta se ha eliminado debido a que ahora tiene una distribución por producto. También, esto sucede con el transporte de las planchas de esponja que se generaba desde el área de corte T4 a la bodega donde antes estas se almacenaban, ya que ahora este material se almacena en el mismo puesto de trabajo área de corte T2. Así también el acarreo de tela entre el área de corte T2 y la bodega de uso diario pues la distancia de recorrido disminuyó en un 80%, anteriormente se recorría 18.90metros y ahora es 3.85metros, esto se debe a que cerca del área de corte se creó un área de almacenamiento temporal de telas.

Sin embargo, también existen casos en los que la distancia recorrida de transporte ha aumentado, este caso se da en el transporte entre el área de preparación de material y el plantado cuando se traslada las cajas de plantas de relleno, pues la distancia de recorrido se incrementó en un 142%, anteriormente se recorría 5.60metros y ahora 13.53metros.

*En cuanto a la representación de semáforo*, se tiene que según la simbología planteada en la Tabla 104 de los 52 transportes generados en la producción de pantuflas básicas de

plantado premium, existen 30 transportes en los que se ha reducido marcadamente la distancia de recorrido ● (circulo verde), 8 transportes han presentado una variación de 2 metros y ya que dicha variación no es muy representativa se los marca con este símbolo ▲(triangulo amarillo), 10 transportes se han incrementado entre 3 y 10 metros ●(circulo roja), finalmente hay 4 transportes en los que se ha incrementado más de 10 metros en el recorrido ●(circulo negro).

Las variaciones dadas en las distancias recorridas en la distribución actual de instalaciones en su mayoría son beneficiosas, es decir, la distancia total de transporte del flujo de material se ha reducido en un 28% que al relacionarla con el costo de transporte se tiene que disminuyo en un 45%. Dichas variaciones se detalla en la Tabla 106.

**Tabla 106. Resultados Carga – Distancia**

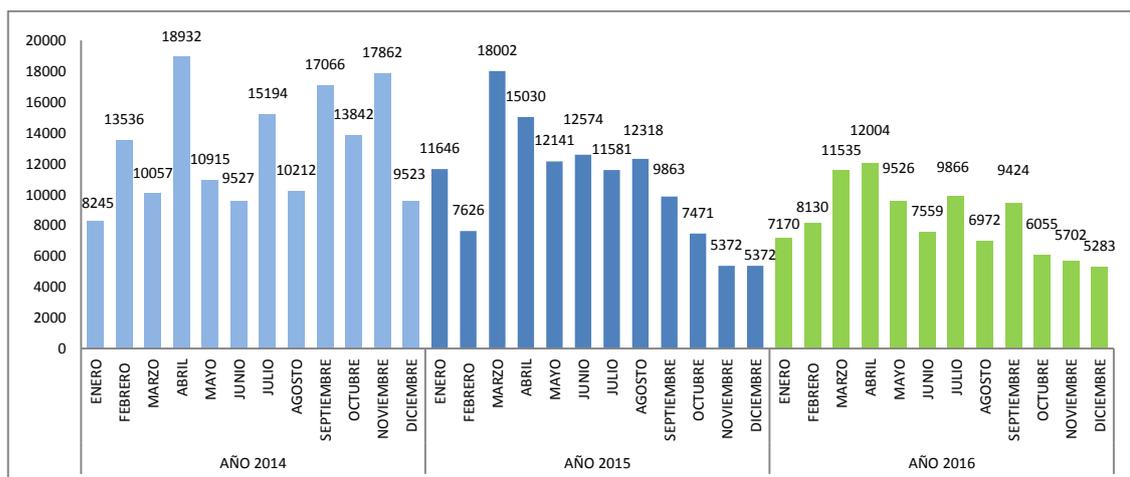
	Distancia total (metros)	Costo (\$)	Cantidad de pantuflas (pares)	Metros/par
<b>ANTERIOR</b>	1355.60	34.69	120	11
<b>ACTUAL</b>	971.25	19.02	120	8
<b>Variación</b>	384.35	15.67	-	3.20
	28%	45%		28%

Al representar la producción de pantuflas en base a los metros recorridos, se tiene que anteriormente por cada 11 metros recorrido se fabricaba un par de pantuflas, ahora esta distancia se ha reducido a 8 metros por par.

#### 4.18. Resumen de resultados

Al realizar un pronóstico con tendencias y estacionalidad de la producción de pantuflas para el año 2016 Fig. 154, se constata que dicha producción se encuentra sufriendo un decremento en parte debido a la situación económica del país por lo que se justifica el hecho de analizar y mejorar el proceso con los recursos con los que se estaba contando, más no para incrementarlos pues se trató de diseñar y obtener una producción más eficiente, ya que, anteriormente se tenía una producción que abastecía la mayor parte de la demanda pero se generaba mayores desperdicios de tiempo y otros recursos.

En el pronóstico del año 2016 se incluye el incremento del 10% relacionado con la mejora obtenida en la capacidad de producción por a la nueva distribución de instalaciones.



**Fig. 154. Pronóstico de la demanda año 2016**

Una vez que se ha evaluado la nueva distribución de instalaciones, se establece una tabla comparativa en la cual se resumen los resultados obtenidos, Tabla 107.

**Tabla 107. Resumen de resultados**

PARÁMETROS		DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES		
		ANTERIOR	ACTUAL	VARIACIÓN
Capacidad de producción	Por hora (pares/hora)	61	67	+ 6
	Por día (pares/día)	484	535	+ 51
Número de operarios		25	22	-3
Tiempos (minutos)	T. proceso (Tp)	2091.81	2018.84	- 72.97 (3.49%)
	T. flujo (Tf)	2147.26	2044.61	-102.65 (4.78%)
	Espera	55.46	25.76	-29.70 (53.55%)
	T. No Agrega Valor al Producto	349.96	289.10	-60.86 (17.39%)
	T. diagrama de Gantt	429.87	395.19	-34.68 (19.00%)
	Takt time	0.99	0.90	-0.09
Indicadores	Eficiencia de las actividades que A.V.P.	83.70%	85.86%	+2.16%
	Eficiencia mano de obra	80.00%	95.45%	+15.45%
	Eficiencia del equilibrio de la línea de producción	76.52%	85.71%	+9.19%
Productividad (pares/hora. hombre)		2.44	3.05	+0.61
Distancia (metros)		1355.60	971.25	-384.35 (28%)
Costo		\$34.69	\$19.02	-\$15.67 (45%)
Carga - Distancia		11 metros/par o 0.09 pares/metro	8 metros/par o 0.12 pares/metro	-0.09metros/par o 0.04 pares/metro
Áreas y volúmenes delas estaciones de trabajo (Decreto 2393)		No cumplía al 100%	Cumple en un 100%	-

#### 4.19. Análisis de económico

Como se puede observar en la Tabla 108, el total de la inversión realizada en la implantación del proyecto de redistribución de las instalaciones fue de \$5 341.97, de los cuales en enero se gastó \$ 4 890.50 y en febrero \$ 451.47.

**Tabla 108. Análisis económico**

	Flujo neto acumulado de caja	Ingreso	Egresos		Resultado del flujo neto acumulado de caja
			Gastos totales	Gastos implantación del proyecto	
<b>Enero</b>	\$143 940.08	\$57 116.11	\$35 238.41	\$ 4 890.50 (13.87%)	Febrero: +\$165 817.78
<b>Febrero</b>	\$165 817.78	\$53 600.58	\$62 713.11	\$ 451.47 (0.72%)	Marzo: +\$156 705.25
				<b>Total:\$ 5 341.97</b>	

En el mes de enero el flujo neto acumulado de caja fue de \$143 940.08 más los ingresos de este mismo mes \$57 116.11 se obtuvo un valor de \$201 056.19 y al restarle los gastos totales del mismo mes \$35 238.41 dentro de los cuales esta los \$4 890.50 correspondientes a los gastos de la implementación del proyecto se alcanzó un saldo favorable como flujo neto acumulado de caja para febrero de +\$165 817.78. Así mismo en el mes de febrero el flujo neto acumulado de caja fue de \$165 817.78 más los ingresos obtenidos este mismo mes \$53 600.58 se obtuvo un valor de \$219 418.36 y al restarle los gastos totales de este mes \$62 713.11 dentro de los cuales se encuentran los \$451.47 correspondientes a los gastos del proyecto se alcanzó un flujo neto acumulado de caja favorable de +\$156 705.25 para marzo. En ambos casos dichos flujos de caja fueron positivos, lo que indica que la empresa contaba con liquidez para afrontar este proyecto ya que dichos gastos se pagaron sin inconvenientes pues estos no superan los totales del flujo neto de efectivo de cada uno de los meses en los que se incurrieron.

En el ANEXO 24, se puede observar el detalle de los gastos y los flujos netos de caja correspondientes a los meses en los que se implementó este proyecto.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Con respecto a los métodos que existen para analizar la redistribución de instalaciones se obtuvo que entre las mejores opciones están: el método SLP, ya que se lo considera como un método de construcción que trabaja con un ilimitado número de departamentos o áreas de trabajo, las cuales con sus respectivas dimensiones se pueden ajustar a la configuración real de la planta; otro método es el CRAFT, que al ser un método de mejora se lo utilizo en conjunto con el método SLP para conseguir alternativas optimas de redistribución de instalaciones, pues este utiliza un análisis cuantitativo que genera varias iteraciones entre las ubicaciones de los departamentos con el fin de obtener un mínimos costos de transportes.
- Con la nueva redistribución de instalaciones se constata que el flujo del proceso productivo ha mejorado, ya que el tiempo de proceso de un lote de 120 pares de pantuflas básicas premiun ha disminuido en un 3.50% con relación al tiempo anterior de 2091.81(min) quedando ahora en 2018.84(min), al igual que el tiempo de flujo que disminuyo en un 4.78%, antes fue de 2147.26(min) y ahora es de 2044.61(min), esto es el resultado de minimizar el tiempo de operaciones inútiles, transportes y esperas a través de: las modificaciones realizadas en los métodos de trabajo de algunas áreas como la de corte (redistribución de actividades entre los puesto de corte T2 y T3) y plantado (cambió de una producción por proceso a una producción por producto), así como también por la reubicación de los puestos de trabajo.
- En cuanto al sistema productivo se evidencia un incremento de la capacidad de producción en un 10%, anteriormente esta era de 61 pares/ hora y ahora se producen 67 pares/hora. La eficiencia de la mano de obra también ha mejorado en un 15.45% debido a la disminución del personal que existía en exceso en el área de aparato (3 operarios) ahora esta es del 95.45%. Al estar relacionada la productividad con la

mano de obra, este parámetro también varía positivamente, pasando de 2.44 pares/hora.hombre a 3.05 pares/hora.hombre. Con todos los cambios realizados, se ha logrado un incremento del 9% en la eficiencia del equilibrio de la producción pues ahora esta es de 85.71%.

- Al evaluar la distribución actual de las instalaciones mediante el método carga – distancia se evidencia que la distancia que se recorría en la producción de 120 pares de pantuflas básicas premium sufrió un decremento del 28% siendo ahora está de 971.25 metros, lo cual también influye en la disminución del costo de transporte en un 45% por lo que actualmente dicho costo es de \$19.02. Además, al evaluar dicha distancia en función de los pares fabricados, se tiene que ahora por cada 8 metros recorridos se produce 1 par, antes esta relación era de 11 metros por par.
- Tomando en cuenta que la prevención de accidentes y la producción eficiente son aspectos complementarios y que van a la par, se evaluó el ambiente laboral de la nueva distribución de instalaciones y se constata que ahora existe una mejor utilización del espacio con un cumplimiento del 100% en cuanto a la superficie y volumen mínimo que debe tener cada puesto de trabajo según el Decreto 2393; existe una adecuada demarcación de las áreas y los pasillos para el desplazamiento del material además, de tener un mayor orden y organización en las instalaciones; por otra parte la contaminación de ruido se ha mitigado aislando las máquinas bordadoras y las máquinas de corte o troquelado en distintos cuartos con la respectiva protección auditiva para los trabajadores, en el caso de los trabajadores que utilizan troqueles (moldes de corte) se les ha provisto de guantes de cuero para evitar cortaduras; asimismo, para evitar la contaminación del ambiente con el olor del pegamento se ha ubicado a las áreas de plantado, empastado y preparación junto a ventanas (medio de ventilación natural) además se les ha provisto de mascarillas especiales con filtros a los trabajadores de estas áreas.
- El total de los gastos de la implantación del proyecto de redistribución de instalaciones fue de \$ 5 341.97 los cuales se cubrieron en los meses de enero (\$4890.50) y febrero (\$451.47), en ambos meses el resultado del flujo neto acumulado de caja fue positivo lo que indica que la empresa tuvo liquidez para afrontar estos gastos sin problemas y sin la necesidad de realizar algún crédito para cubrir dicha inversión.

## 5.2 Recomendaciones

- Tomar en cuenta los criterios y sugerencias del personal involucrado al momento de establecer el espacio necesario de cada uno de los puestos de trabajo para establecer y aprobar en consenso qué elementos se deben eliminar o aumentar.
- Modificar el método de acarreo de materiales pasando de manual a mecanizado o automático, pues esto brindará beneficios tanto para los trabajadores (disminución de la fatiga, sobre esfuerzos y mejora de la seguridad) así como para el proceso productivo (aumento de la velocidad de transporte de material, reducción del tiempo de producción y reducción del costo de transporte).
- Dar a conocer a los operarios los procedimientos y funciones que cada uno debe realizar en su área de trabajo, esto les permitirá conocer con detalle las tareas, responsabilidades y normas de comportamiento básico y obligatorio que deben cumplir, lo que a su vez permitirá disminuir tiempos improductivos y reprocesos por fallas en la fabricación del producto.
- Para evitar demoras en el tiempo de producción del área de aparato es necesario planificar adecuadamente la distribución de trabajo de las ordenes de producción, de tal forma que se acapare la mayoría de los operarios que laborar en esta área y así lograr que casi todos se demoren el mismo tiempo de producción de sus sub-lotes, es decir, controlar que el takt time se cumpla.
- Monitorear y controlar el desempeño de los operarios y del proceso productivo a través de indicadores de gestión y según sea el caso el establecer incentivos, además, dichos indicadores se deben evaluar de forma periódica.
- Para agilizar el manejo del inventario y con ello desarrollar una adecuada planeación de requerimiento de materiales es necesario implementar un software que permita conocer la existencia de materia prima en bodega y en sí las necesidades reales de materiales en fechas y cantidades específicas.
- En vista que la empresa CM Original se encuentra en crecimiento, es recomendable que antes de incluir más maquinaria se analice el diseño del proceso y sistema productivo, para que estas sean ubicadas adecuadamente en la distribución de instalaciones y esto no afecte al flujo de producción.

- Dar seguimiento al cumplimiento de las normativas de seguridad y medio ambiente laboral pues mientras más adecuado sea el ambiente laboral y brinde la seguridad necesaria al trabajador les permitirá desarrollar su trabajo de manera eficiente con lo que se logra una mayor producción y de mejor calidad.
- Establecer un cierto periodo de descanso a los operarios el cual debe ser calculado según lo establecido en la NTP 916 (El descanso en el trabajo I: pausas) lo que ayudara a mejorar el desempeño de los trabajadores ya que les permitirá recuperarse de la fatiga que genera el permanecer algunas horas continuas en determinadas posiciones. El porcentaje de descanso para los operarios que permanezcan parados o en una combinación de parado – caminando donde solo se puede sentar durante los periodos de descanso es del 3% de la jornada laboral, lo que se traduciría en 14.4 minutos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. P. Puerto Becerra, «La globalización y el crecimiento empresarial a través de estrategias de internacionalización.,» *Pensamiento & Gestión*, nº 28, pp. 171-195, 2010.
- [2] F. E. Meyers y M. P. Stephens, *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, México: Pearson Educación, 2006.
- [3] El Comercio, «Proponen fórmula para mejorar baja productividad de pymes en Latinoamérica,» *El Comercio*, 08 07 2015. [En línea]. Available: <http://www.revistalideres.ec/lideres/simapro-c-formula-productividad-pymes-latinoamerica.html>. [Último acceso: 16 09 2015].
- [4] INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), «Ecuador en cifras,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/140210-DirEmpresas-final4.pdf>. [Último acceso: 16 09 2015].
- [5] El Telégrafo, «Industria del calzado se duplicó en cinco años,» *El Telégrafo*, 20 07 2013. [En línea]. Available: <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/industria-del-calzado-se-duplico-en-cinco-anos.html>. [Último acceso: 16 09 2010].
- [6] El Telegrafo - Redacción Regional Centro, «Benítez, tierra de fresas, pantuflas y barbuchas,» *El Telegrafo - Redacción Regional Centro*, 10 02 2014. [En línea]. Available: <http://www.telegrafo.com.ec/regionales/regional-centro/item/benitez-tierra-de-fresas-pantuflas-y-barbuchas.html>. [Último acceso: 19 09 2015].
- [7] W. E. Fernández Arévalo y N. C. Rhenals Cassiani, «Diseño de una distribución de planta en la empresa Estibas y Carpintería Elguedo Ltda.,» Universidad de Cartagena, Cartagena, 2011.
- [8] C. J. Collazos Valencia, «Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta.,» Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2013.
- [9] P. d. R. Gaibor Dávalos , «Estudio técnico de diseño e instalación de una planta constructora de puertas y modulares en madera y derivados en la ciudad de Quito,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2009.
- [10] H. Mejia, M. J. Wilches, M. Galofre y Y. Montenegro, «Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución.,» *Scientia et Technica*, vol. 20, nº 49, pp. ISSN 0122 - 1701, 2011.
- [11] M. Leyva, M. D. y J. Salas Bacalla, «Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución,» *Industrial Data*, vol. 16, nº 2, pp. 132 - 143, 2013.
- [12] L. Garzón Ron, «Diseño de una planta industrial de 1000 m<sup>2</sup> de superficie para la fabricación de armarios y muebles de cocina modulares,» Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2011.

- [13] A. Caso Neira, Técnicas de medición del trabajo, Madrid: Fundación CONFEMETAL, 2006.
- [14] R. Chase y R. Jacobs, Administración de Operaciones - Producción y cadena de suministro, México: Mc Graw Hill Education, 2011.
- [15] B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Mexico: Mc Graw Hill, 2009.
- [16] G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo OIT, Suiza: Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1998.
- [17] R. Garza Ríos, C. González Sánchez y E. Salinas González, «Aplicación de las técnicas multicriterio multiexpertos dentro del perfil del ingeniero industrial,» *Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Cujae*, vol. 26, nº 1, 2005.
- [18] D. De la Fuente García, J. Parreño Fernández, I. Fernández Quesada, R. Pino Diez, A. Gomez Gómez y J. Puente García, Ingeniería de organización en la empresa: Dirección de Operaciones, Oviedo: Textos universitarios - ediuno, 2008.
- [19] CEEI (Centro Europeo de Empresas Innovadoras de Valencia), Manual Distribución en Planta, Valencia : Centro Europeo de Empresas Innovadoras de Valencia (CEEI Valencia), 2008.
- [20] . D. Munoz Negron, Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios, México: CENGAGE Learning, 2009.
- [21] X. R. R. N. F. M. Miquel Casals Casanova, Diseño de complejos industriales., Barcelona (España).: Edicons UPC, 2008.
- [22] L. Morera Salas, A. Cubero Atienza y A. Ayuso Muñoz, «Distribución en planta asistida por computadora,» *Información Tecnológica 1996*, vol. 7, nº 4, pp. 39-46, 1996.
- [23] K. A. Cuartas Castro, K. Franco Suarez, S. Rodríguez Muñoz y C. J. Arciniegas Iriarte, «Métodos de optimización para el layout o distribución en planta.,» Universidad Distrital de San Francisco de Caldas, Colombia, 2010.
- [24] J. Collignon y J. Vermorel, «Análisis ABC,» Lokad, 02 2012. [En línea]. Available: [https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario)). [Último acceso: 14 11 2015].
- [25] E. Monterroso, «Unlu- Gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios.,» 1999. [En línea]. Available: <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abc.pdf>. [Último acceso: 14 11 2015].
- [26] E. Guajardo. , Administración de la Calidad Total: Conceptos y enseñanzas de los grandes maestros de la Calidad. - Herramienta de calidad: Matriz de selección, México. DF.: Editorial Pax México, 1996.
- [27] G. Bañuelos Fonseca, «Matriz de selección de proveedores,» Universidad Tecnológica de Querétano, Santiago de Querétano, México, 2012.

- [28] L. Cuatrecasas, *Procesos y plantas de producción flexible - Técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático*, S.L., Barcelona: Profit Editorial, 2009.
- [29] «Evaluación de la Distancia Recorrida en el Proceso de Producción en Distribuciones Funcionales Disgregadas,» *Conciencia Tecnológica*, nº 33, 2007.
- [30] H. Martínez Rubin, *Manual de uso del WinQSB*, Instituto Tecnológico de Tepic, 2003.
- [31] «Pantufilas CMoriginal,» CONNECTAMBATO, [En línea]. Available: <http://www.cmoriginal.com.ec/>. [Último acceso: 26 09 2015].
- [32] R. G. Criollo, *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, Segunda ed., Monterrey Mexico: Mc Graw-Hill.
- [33] A. Suñé, F. Gil y I. Arcusa, *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*, Madrid: Díaz de Santos S.A., 2004.
- [34] «Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo – Decreto Ejecutivo 2393,» INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL - SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO.
- [35] Dirección Riesgos y Salud Ocupacional, «Norma Estándar para la Aplicación de Colores de Control de Riesgos - NECC 2:2006,» Gerencia Riesgo, Ambiente y Calidad, Chile, 2006.
- [36] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Señalética y símbolos de seguridad - NTE INEN 439:1984,» Quito, 1984.
- [37] C. Marín Gutiérrez, F. Ortiz Flores, C. Díaz Ramos y J. P. Nuño de la Parra, «Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la generación de una propuesta de distribución física en un CEDIS,» *Academia journals*, vol. 5, nº 3, 2013.
- [38] W. Wiyaratn y A. Watanapa, «Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity,» *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 4, nº 12, 2010.
- [39] S. F. Kolodziej, H. D. Enriquez y V. A. Kowalski, «Redistribución en planta en una industria de bebidas hídricas,» *VI Congreso de Ingeniería Industrial COINI - Centro Tecnológico de Desarrollo Regional*, 2013.
- [40] J. C. Osorio Gómez y J. P. Orejue Carrera, «El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio.,» *Scientia Et Tehnica*, vol. XIV, nº 39, pp. 247 - 252, 2008.
- [41] G. Elena Font , «Gestión de la información en la utilización del proceso analítico jerárquico para la toma de decisiones de nuevos productos.,» *Canales de documentación*, nº 3, pp. 55-66, 2000.
- [42] B. Salazar López, «IngenieríaIndustrialOnline.com,» E- Resources, Training and

- Technology, 2012. [En línea]. Available: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>. [Último acceso: 12 2015].
- [43] J. Hernández Paterna, Manual de seguridad y salud en la edificación, obra industria y civil - casos prácticos de Seguridad y Salud, Barcelona: JHP, 2005.
- [44] GS1 Costa Rica - Comité Costarricense de Logística "CCL", «Manual de Logística de paletización - Edición 2,» GS1 Costa Rica, Costa Rica, 2003.
- [45] M. Dulanto Zabala y A. Benítez Ballesta, «Guía para la prevención de riesgos laborales,» *MAPFRE Seguridad*, nº 97, pp. 07 - 08, 2005.
- [46] «Seguridad y Salud en el Trabajo (Sistema de Gestión basado en la Norma OHSAS 18001:2007),» Chicago Web Design (Seguridad y Salud en el Trabajo), 2015. [En línea]. Available: <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2013/01/los-mapas-de-riesgos.html>. [Último acceso: 20 01 2016].

## ANEXOS

### ANEXO 1. Entrevista

1. ¿La empresa trabaja con una producción continua o variable?  
.....  
.....
2. ¿Cuál es el plazo de entrega de los pedidos de su producto?  
.....  
.....
3. ¿Existen problemas de retraso en los plazos de entrega?  
.....  
.....
4. ¿Qué modelo de pantuflas es la más comercial?  
.....  
.....
5. ¿En base a que parámetros se distribuyó las distintas áreas de la empresa? ¿Se desarrolló algún estudio previo para la actual distribución de instalaciones?  
.....  
.....
6. ¿Qué problemas existen actualmente con la distribución del área productiva de la empresa?  
.....  
.....
7. ¿Se han dado quejas por parte de los empleados acerca del espacio o herramientas de trabajo que se les ha sido designado?  
.....  
.....
8. ¿Piensa usted que sería necesario la redistribución de las instalaciones de la empresa? ¿Por qué?  
.....  
.....
9. ¿Las instalaciones de la empresa cumplen los requerimientos de seguridad del Ministerio de Trabajo y del IESS (decreto 2393)?  
.....  
.....

## ANEXO 2. Ficha de observación empresa CM Original

1. MATERIAL	S/N	OBSERVACIONES
a) Alto porcentaje de piezas rechazadas	N	Existe control en cada puesto de trabajo.
c) Artículos voluminosos, pesados o costosos, movidos a mayores distancias que otros más pequeños más ligeros o menos caros	S	Materiales empleados como partes de relleno de pantuflas (planchas de evas y esponjas)
d) Material que se extravía o que pierde su identificación	N	
e) Tiempo excesivamente prolongado de permanencia del material en proceso, en comparación con el tiempo real de operación	S	Tiempo de espera prolongado al pasar el material de un área a otra.

2. MAQUINARIA	S/N	OBSERVACIONES
a) Maquinaria inactiva	S	Máquina troqueladora (T3)
b) Muchas averías de maquinaria	N	
c) Maquinaria anticuada	S	Troquel T4
d) Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores	S	Máquina de troquelar a láser T1 (vapor), máquina de troquelar T2, T3, T4 y bordadoras son ruidosas, máquina pulidora partículas de eva.
e) Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su reubicación	S	Máquinas troqueladoras y de bordar.
f) Maquinaria y equipo inaccesibles	N	

3. MANO DE OBRA	S/N	OBSERVACIONES
a) Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes	N	
b) Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios	S	
c) Quejas sobre condiciones de trabajo incómodas	S	Espacios inadecuados de trabajo debido a que son reducidos.
d) Excesiva rotación de personal	N	
e) Obreros de pie, ociosos o paseando gran parte de su tiempo	S	Pasan toda la jornada trabajando de pie el personal encargado de troquelar, bordar, preparación de material, estampado y control de calidad.
f) Equívocos entre operarios y personal de servicios	N	
g) Trabajadores cualificados pasando gran parte de su tiempo realizando operaciones de servicio (mantenimiento)	N	

4. MOVIMIENTO DE MATERIALES	S/N	OBSERVACIONES
a) Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales	S	Cruce en la circulación sobre todo al momento de sacar material de las distintas bodegas. Se da un retroceso en el área de corte T4 con el área de aparado al momento de abastecer a esta última los forros de las capelladas.
b) Operarios cualificados realizando operaciones de movimiento de cargas	S	
c) Gran proporción del tiempo invertido en recoger y dejar materiales o piezas	S	Grandes distancias que recorrer de un área a otra por inadecuada distribución de bodegas y

		de algunas áreas de trabajo.
d) Frecuentes acarreo y levantamientos a mano	S	El auxiliar de producción debe entregar desde los distintos puestos de trabajo al área de aparado las piezas para armar la pantufla. Además, el operario del a. corte T4 acarrea cargas pesadas de planchas de eva.
e) Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo	S	Llevar las plantas de caucho desde la bodega al área de aparado, trasladar las cajas de pantuflas cosidas al área de plantado, después al área de cosido de puntas, después al de control de calidad y finalmente al área de terminado.
f) Operarios esperando a sincronizarse con el equipo de manejo	S	Los operarios deben concordar la producción con el auxiliar de producción y la materia prima con el bodeguero.
g) Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes	S	Desde el área de aparado al área de plantado y del área de corte T4, T3 y T2 al área de materia (bodegas).
h) Equipamiento de manutención ocioso	N	
j) Congestión en los pasillos, excesivas transferencias	N	
<b>5. ESPERA Y ALMACENAMIENTO</b>	<b>S/N</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
a) Se observan grandes cantidades de almacenamiento de todas clases	S	Existen 3 bodegas de materia prima y una de uso diario, en las 3 bodegas existe grandes apilaciones de rollos de tela, esponjas y cartones.
b) Gran número de pilas de material en proceso esperando	S	En el área de corte la mayoría de las perchas están llenas de material en espera de ser bordadas o de ser trasladadas al área de aparado.
c) Confusión, congestión, zonas de almacenaje indefinidas o muelles de recepción y embarque colapsados	S	El área de producto terminado y empacado, existen situaciones en las que hay grandes cantidades de producto apilado.
d) Operarios esperando material en almacenes o en los puestos de trabajo	N	En el caso del aparado el auxiliar de producción entrega el material o el bodeguero traslada el material.
e) Poco aprovechamiento en altura de las áreas de almacenaje	N	
f) Materiales dañados o mermados en las áreas de almacenamiento	N	
g) Elementos de almacenamiento inseguros o inadecuados	N	
h) Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento	N	
j) Frecuentes errores en los inventarios	S	No se lleva un adecuado control de inventario por lo que en ciertas ocasiones pero no muy frecuentes falta materia prima para la producción.

<b>6. SERVICIO</b>	<b>S/N</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
a) Personal pasando por los vestuarios, lavabos o accesos establecidos	S	Los casilleros no se encuentran aislados del área de producción.
b) Quejas sobre instalaciones inadecuadas	N	
c) Puntos de inspección o control en lugares inadecuados	N	
d) Inspectores y elementos de inspección y prueba ociosos	N	

e) Excesivo personal empleado en la recogida de rechazos y desperdicios	N	
f) Demoras en las reparaciones		
g) Costos de mantenimiento indebidamente altos	N	Los operarios de cada área son los encargados de cuidar su puesto de trabajo y de ser el caso realizar limpieza o mantenimiento semanal en las maquinarias.
k) Trabajadores realizando sus propias ampliaciones o modificaciones en el cableado, tuberías, conductos u otras	N	La empresa se encarga de contratar el personal apto para realizar el trabajo correspondiente.

7. NAVES Y EDIFICIOS	S/N	OBSERVACIONES
a) Paredes u otras divisiones separando áreas con productos, operaciones o equipos similares	S	Por el crecimiento y poco planeado de la infraestructura de la empresa existen varias paredes que dividen las áreas productivas y provocan aislamiento entre las mismas.
d) Pasillos principales, pasos y calles, estrechos o torcidos	S	Este problema se da en pocas áreas.
e) Edificios esparcidos sin seguir ningún patrón	N	
f) Edificios atestados, trabajadores interfiriéndose unos en el camino de otros, almacenamiento o trabajo en los pasillos,	S	Sobre todo en los puestos de corte ya que no existe una adecuada distancia que separe el área de corte de los empleados de los estantes a los que acceden otros operarios.

8. CAMBIO	S/N	OBSERVACIONES
a) Cambios anticipados o corrientes en el diseño del producto, materiales, producción, variedad de productos	S	
b) Cambios anticipados o corrientes en los métodos, maquinaria o equipo	N	Usualmente se presenta al momento de desarrollar un nuevo producto y por falta de comunicación entre el auxiliar de producción y operarios.
c) Cambios anticipados o corrientes en los elementos de manejo y de almacenaje, servicios de apoyo a la producción	S	

El formato de esta ficha de observación fue extraída del libro “Distribución en Planta” del CEEI (Centros Europeos de Empresas Innovadoras)

### ANEXO 3. Estudio de tiempos (anterior)

#### Corte de capelladas (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufías <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> ECUADOR							
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T2)													<b>ESTUDIO #:</b> 02							
<b>OPERACIÓN:</b> Troquelado de capelladas			<b>MÁQUINA:</b> Troquel sogorbmac k5										<b>FECHA DE TERMINO:</b> 09/11/2015							
													<b>FECHA DE COMIENZO:</b> 13/11/2015							
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, troquel			<b>OBRERO:</b> Hombre										<b>TIEMPO :</b> 4 días							
													<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela							
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas			<b>MATERIAL:</b> Tela					<b>PARES:</b> 48					<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres							
ACTIVIDADES																				
1	Traslado desde área de corte T2 a bodega (B1)													Tiempo manual						
2	Transportar tela para capelladas desde B1 al área de corte T2													Tiempo manual						
3	Inspeccionar, acomodar la tela (4 capas) y seleccionar troqueles según lista de producción													Tiempo manual						
4	Cortar capelladas e inspeccionar piezas troqueladas (3moldes -6pares)													Tiempo manual y de máquina						
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]	
1	1	48	0.24	0.21	0.23	0.24	0.23	0.26	0.26	0.27	0.25	0.26	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28	
2	1	48	0.25	0.26	0.24	0.23	0.26	0.24	0.21	0.23	0.26	0.27	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28	
3	1	48	1.53	1.76	1.38	1.52	1.63	1.54	1.53	1.59	1.27	1.54	1.53	100%	1.53	15%	1.76	0.037	4.40	
4	8	6	1.12	1.08	1.04	1.03	1.08	1.02	1.05	1.07	1.04	1.03	1.06	8.45	100%	8.45	15%	9.72	0.202	24.29
<b>Total del tiempo básico de ciclo:</b>													10		<b>Total:</b>	0.244	<b>29.25</b>			
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

#### Corte de plantillas de tela (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufías <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> ECUADOR							
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T2)													<b>ESTUDIO #:</b> 02							
<b>OPERACIÓN:</b> Troquelado de plantillas de tela			<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Troquel sogorbmac k5										<b>FECHA DE TERMINO:</b> 09/11/2015							
													<b>FECHA DE COMIENZO:</b> 13/11/2015							
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, troquel			<b>OBRERO:</b> Hombre										<b>TIEMPO :</b> 4 días							
													<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela							
<b>PRODUCTO:</b> Plantillas de tela			<b>MATERIAL:</b> Tela					<b>PARES:</b> 96					<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres							
ACTIVIDADES																				
1	Traslado desde área de corte T2 a B1													Tiempo manual						
2	Transportar tela para plantillas desde la B1 al área de corte T2													Tiempo manual						
3	Inspeccionar, acomodar la tela (2 capas) y seleccionar troqueles													Tiempo manual						
4	Cortar plantillas de tela e inspeccionar piezas troqueladas (2 moldes)													Tiempo manual y de máquina						
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	TB [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]	
1	1	96	0.25	0.26	0.25	0.22	0.26	0.25	0.21	0.25	0.24	0.23	0.24	100%	0.24	15%	0.28	0.002	0.28	
2	1	96	0.24	0.21	0.25	0.24	0.23	0.25	0.26	0.25	0.27	0.25	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28	
3	1	96	2.01	2.10	2.08	2.15	2.03	2.10	2.02	1.85	2.00	2.05	2.04	100%	2.04	15%	2.34	0.024	2.93	
4	48	2	0.77	0.89	0.88	0.78	0.80	0.83	0.65	0.83	0.67	0.79	0.79	37.87	100%	37.87	15%	43.55	0.454	54.44
<b>Total:</b>													0.483	<b>57.93</b>						
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

### Corte de tiras (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																				
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CORTE (T3)													ESTUDIO #: 02							
OPERACIÓN: Troquelado de tiras		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina prensadora (Chenfeng / CF- 52 BE)										FECHA DE TERMINO: 09/11/2015								
												FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015								
HERRAMIENTAS: Tijera, troquel		OBRERO: Hombre										TIEMPO : 4 días								
												ELABORADO POR: Freire Ángela								
PRODUCTO: Tiras		MATERIAL: Tela			PARES:		120			COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres										
<b>ACTIVIDADES</b>																				
1	Traslado de área de corte de tiras en la prensadora (T3) a B1													Tiempo manual						
2	Transportar tela para tiras desde B1 al área de corte de tiras en la prensadora (T3)													Tiempo manual						
3	Inspeccionar, acomodar la tela (2 capas) y seleccionar troqueles													Tiempo manual						
4	Cortar tiras de tela e inspeccionar piezas troqueladas (2 moldes)													Tiempo manual y de máquina						
5	Amarrado de tiras y puesta de tallas													Tiempo manual						
6	Transportar tiras desde el área de corte (T3) al área de almacenamiento de tiras													Tiempo manual						
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	TB [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	1	120	0.32	0.34	0.28	0.31	0.29	0.31	0.35	0.38	0.36	0.33	0.327	100%	0.33	15%	0.38	0.003	0.38	
2	1	120	0.33	0.31	0.35	0.37	0.35	0.34	0.28	0.31	0.29	0.39	0.332	100%	0.33	15%	0.38	0.003	0.38	
3	1	120	2.01	2.10	2.03	2.05	2.00	2.04	2.02	1.85	2.01	1.94	2.005	100%	2.01	15%	2.31	0.019	2.31	
4	60	2	0.40	0.45	0.41	0.40	0.43	0.38	0.42	0.39	0.37	0.42	0.41	24.42	100%	24.42	15%	28.08	0.234	28.08
5	1	120	0.32	0.27	0.30	0.34	0.33	0.27	0.30	0.33	0.31	0.28	0.305	100%	0.31	15%	0.35	0.003	0.35	
6	1	120	0.22	0.30	0.25	0.18	0.23	0.23	0.21	0.18	0.21	0.19	0.220	100%	0.22	15%	0.25	0.002	0.25	
																	<b>Total:</b>	0.265	31.75	
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

### Corte de forros (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																				
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CORTE (T4)													ESTUDIO #: 02							
OPERACIÓN: Troquelado de forros		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Troquel (Sogorbmac Vigevano /ATOM G-888)										FECHA DE TERMINO: 09/11/2015								
												FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015								
HERRAMIENTAS: Tijera, troquel		OBRERO: Hombre										TIEMPO : 4 días								
												ELABORADO POR: Freire Ángela								
PRODUCTO: Forros para capelladas		MATERIAL: Tela			PARES:		140			COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres										
<b>ACTIVIDADES</b>																				
1	Traslado de área de corte (T4) a B3													Tiempo manual						
2	Transportar tela para forros desde B3 al área de corte (T4)													Tiempo manual						
3	Inspeccionar, acomodar la tela (4 capas) y seleccionar troqueles													Tiempo manual						
4	Cortar forros e inspeccionar piezas troqueladas (1 molde)													Tiempo manual y de máquina						
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	TB [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	1	140	0.33	0.34	0.35	0.34	0.32	0.31	0.34	0.35	0.34	0.33	0.34	100%	0.34	15%	0.39	0.003	0.39	
2	1	140	0.34	0.33	0.37	0.31	0.33	0.33	0.36	0.35	0.40	0.32	0.34	100%	0.34	15%	0.40	0.003	0.40	
3	1	140	2.78	2.80	2.79	2.80	2.77	2.70	2.72	2.81	2.78	2.80	2.78	100%	2.78	15%	3.19	0.023	2.74	
4	70	2	0.32	0.31	0.35	0.31	0.34	0.33	0.32	0.31	0.33	0.34	0.33	22.82	100%	22.82	15%	26.24	0.187	22.49
																	<b>Total:</b>	0.217	26.01	
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

### Corte de tacos (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufas <b>CM</b> original <sup>®</sup> ECUADOR							
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CORTE (T4)											ESTUDIO #: 02									
OPERACIÓN: Corte de tacos		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Troquel (Sogorbmac Vigevano /ATOM G-888)										FECHA DE TERMINO: 09/11/2015								
												FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015								
HERRAMIENTAS: Tijera, Troquel		OBRERO: Hombre										TIEMPO : 4 días								
												ELABORADO POR: Freire Ángela								
PRODUCTO: Tacos		MATERIAL: Eva Liberty				PARES: 432						COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres								
ACTIVIDADES																				
1	Traslado de área de corte (T4) a B3											Tiempo manual								
2	Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)-(4 capas)											Tiempo manual								
3	Acomodar las planchas de eva (4 capas) y seleccionar troqueles											Tiempo manual								
4	Cortar tacos e inspeccionar piezas troqueladas (molde 1 - 1 par)											Tiempo manual y de máquina								
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	TB [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]	
1	1	432	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12	0.10	0.10	0.11	100%	0.11	15%	0.12	0.001	0.12	
2	1	432	0.13	0.12	0.10	0.11	0.12	0.13	0.10	0.13	0.11	0.10	0.12	100%	0.12	15%	0.13	0.001	0.13	
3	1	432	2.01	2.22	2.30	2.11	2.14	2.11	2.28	2.25	2.17	2.15	2.17	100%	2.17	15%	2.50	0.006	0.69	
4	1	432	27.68	28.02	26.10	27.65	27.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.31	100%	27.31	15%	31.40	0.073	8.72	
																	<b>Total:</b>		0.081	9.67
Nota: P=Tiempo promedio V= Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

### Pulir tacos (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufas <b>CM</b> original <sup>®</sup> ECUADOR							
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PULIDO											ESTUDIO #: 02									
OPERACIÓN: Pulir tacos		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina pulidora										FECHA DE TERMINO: 09/11/2015								
												FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015								
HERRAMIENTAS: --		OBRERO: Hombre										TIEMPO : 4 días								
												ELABORADO POR: Freire Ángela								
PRODUCTO: Tacos pulidos		MATERIAL: Eva 6 mm				PARES: 5						COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres								
ACTIVIDADES																				
1	Transporte de gavetas de tacos desde T4 al área de pulido											Tiempo manual								
2	Pulir los tacos y colocarlos en gavetas de tacos pulido											Tiempo manual y de máquina								
3	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de prep. de material											Tiempo manual								
4	Traslado de preparación de material a pulido											Tiempo manual								
5	Traslado de pulido a al área de corte T4											Tiempo manual								
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	TB [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]	
1	1	5	0.19	0.16	0.20	0.21	0.15	0.22	0.17	0.19	0.22	0.21	0.19	100%	0.19	15%	0.22	0.002	0.22	
2	1	5	0.69	0.70	0.73	0.71	0.72	0.69	0.70	0.72	0.71	0.70	0.71	100%	0.71	15%	0.81	0.163	19.51	
3	1	5	0.25	0.27	0.25	0.21	0.23	0.21	0.25	0.23	0.25	0.26	0.24	100%	0.24	15%	0.28	0.002	0.28	
4	1	5	0.25	0.23	0.21	0.23	0.21	0.25	0.20	0.20	0.27	0.25	0.23	100%	0.23	15%	0.26	0.002	0.26	
5	1	5	0.17	0.19	0.20	0.22	0.17	0.19	0.16	0.21	0.17	0.19	0.19	100%	0.19	15%	0.22	0.002	0.22	
																	<b>Total:</b>		0.171	20.49
Nota: P=Tiempo promedio V= Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																				

### Corte de plantas de eva (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T4)													<b>ESTUDIO #:</b> 02						
<b>OPERACIÓN:</b> Corte de plantas de eva			<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Troquel (Sogorbmac Vigevano /ATOM G-888)										<b>FECHA DE TERMINO:</b> 09/11/2015						
													<b>FECHA DE COMIENZO:</b> 13/11/2015						
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, Troquel			<b>OBRERO:</b> Hombre										<b>TIEMPO :</b> 4 días						
													<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela						
<b>PRODUCTO:</b> Plantas de eva			<b>MATERIAL:</b> Eva 6 mm				<b>PARES:</b> 91				<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres								
<b>ACTIVIDADES</b>																			
1	Traslado desde el área de corte (T4) a B3													Tiempo manual					
2	Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)-(4 capas)													Tiempo manual					
3	Acomodar las planchas de eva (2 capas) y seleccionar troqueles													Tiempo manual					
4	Cortar plantas e inspeccionar piezas troqueladas (1 molde - 2 pares)													Tiempo manual y de máquina					
5	Conteo													Tiempo manual					
6	Transporta plantas de eva desde T4 al área de preparación de material													Tiempo manual					
7	Traslado de preparación de material al área de corte (T4)													Tiempo manual					
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	TB [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	1	182	0.10	0.11	0.12	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12	0.10	0.10	0.11	100%	0.11	15%	0.12	0.001	0.12
2	1	182	0.13	0.12	0.10	0.11	0.12	0.13	0.10	0.13	0.11	0.10	0.12	100%	0.12	15%	0.13	0.001	0.13
3	1	182	0.98	1.02	1.13	0.97	1.14	1.01	0.88	1.05	0.97	1.12	1.03	100%	1.03	15%	1.18	0.006	0.78
4	91	2	18.40	17.95	18.56	17.93	19.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.38	100%	18.38	15%	21.13	0.116	13.93
5	1	182	1.13	0.95	1.15	1.17	1.12	1.15	1.13	1.06	1.18	1.19	1.12	100%	1.12	15%	1.29	0.007	0.85
6	1	182	0.18	0.20	0.15	0.18	0.17	0.20	0.18	0.15	0.15	0.17	0.17	100%	0.17	15%	0.20	0.002	0.60
7	1	182	0.20	0.18	0.19	0.15	0.19	0.17	0.15	0.16	0.18	0.17	0.17	100%	0.17	15%	0.20	0.002	0.60
<b>Total:</b>																	0.135	17.02	
<p style="text-align: center;"><b>Nota:</b> P=Tiempo promedio   V= Valoración   T.B=Tiempo Básico   S= Suplemento   T.S= Tiempo Estándar   T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio</p>																			

### Corte de plantas de esponja (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T4)													<b>ESTUDIO #:</b> 02						
<b>OPERACIÓN:</b> Corte de plantas de esponja			<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Troquel (Sogorbmac Vigevano /ATOM G-888)										<b>FECHA DE TERMINO:</b> 09/11/2015						
													<b>FECHA DE COMIENZO:</b> 13/11/2015						
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, Troquel			<b>OBRERO:</b> Hombre										<b>TIEMPO :</b> 4 días						
													<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela						
<b>PRODUCTO:</b> Plantas de esponja			<b>MATERIAL:</b> Planchas de esponja (1.5 cm)				<b>PARES:</b> 196				<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres								
<b>ACTIVIDADES</b>																			
1	Traslado de área de corte (T4) a B3													Tiempo manual					
2	Transportar planchas de esponja desde B3 al área de corte (T4)													Tiempo manual					
3	Inspeccionar, acomodar la esponja (4 capas) y seleccionar troqueles													Tiempo manual					
4	Cortar plantas de esponja e inspeccionar piezas troqueladas (molde1)													Tiempo manual y de máquina					
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E [MIN]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	1	196	0.30	0.32	0.31	0.33	0.30	0.34	0.31	0.40	0.35	0.36	0.33	100%	0.33	15%	0.38	0.003	0.38
2	1	196	0.34	0.32	0.31	0.33	0.33	0.34	0.31	0.40	0.35	0.36	0.34	100%	0.34	15%	0.39	0.003	0.39
3	1	196	1.03	1.10	1.08	1.05	1.05	0.95	0.83	0.87	1.04	1.01	1.00	100%	1.00	15%	1.15	0.006	0.70
4	7	28	2.80	2.51	3.01	2.30	3.10	2.76	2.81	2.91	3.15	2.78	2.81	100%	19.69	15%	22.64	0.116	13.86
<b>Total:</b>																	0.128	15.34	
<p style="text-align: center;"><b>Nota:</b> P=Tiempo promedio   V= Valoración   T.B=Tiempo Básico   S= Suplemento   T.S= Tiempo Estándar   T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio</p>																			

### Producción de plantas de relleno (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufilas <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> EQUADOR						
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE PREPARACIÓN DE MATERIAL										ESTUDIO #: 02									
OPERACIÓN: Producir plantas de relleno		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Engomadora (Bobin / BB 868)								FECHA DE TERMINO: 09/11/2015									
										FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015									
HERRAMIENTAS: ---		OBRERO: Hombre								TIEMPO : 4 días									
										ELABORADO POR: Freire Ángela									
PRODUCTO: Plantas de relleno		MATERIAL: Pegamento			PARES: 5			COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres											
<b>ACTIVIDADES</b>																			
1	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T4) al área de preparación de material										Tiempo manual								
2	Poner pegamento en taco y pegar en plantilla de eva										Tiempo manual y de máquina								
3	Poner pegamento en taco y punta de plantilla de eva y pegar plantilla de esponja										Tiempo manual y de máquina								
4	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de preparación de material al área de plantado										Tiempo manual								
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P. [MIN]	T.E. [MIN]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	1	5	0.15	0.13	0.10	0.15	0.10	0.17	0.16	0.20	0.18	0.15	0.15	100%	0.15	14%	0.17	0.001	0.17
2	1	5	1.05	1.12	1.07	1.20	1.34	1.29	1.31	1.26	1.35	1.24	1.22	100%	1.22	14%	1.39	0.279	33.46
3	1	5	1.31	1.70	1.53	1.57	1.48	1.64	1.59	1.53	1.39	1.63	1.54	100%	1.54	14%	1.75	0.350	42.06
4	1	5	0.12	0.18	0.15	0.10	0.12	0.13	0.15	0.10	0.08	0.09	0.12	100%	0.12	14%	0.14	0.001	0.14
<b>Total:</b>																	0.632	75.83	
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																			

### Aparado de pantuflas (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufilas <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> EQUADOR						
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE APARADO										ESTUDIO #: 02									
OPERACIÓN: Unión de piezas		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina cosedora (Juki / DDL - 8700)								FECHA DE TERMINO: 09/11/2015									
										FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015									
HERRAMIENTAS: Tijera, guía de coser		OBRERO: Hombre								TIEMPO : 4 días									
										ELABORADO POR: Freire Ángela									
PRODUCTO: Cortes (piezas unidas)		MATERIAL: Hilo			PARES: 14			COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres											
<b>ACTIVIDADES</b>																			
1	Cosar la capellada y el forro ( recoger las piezas)										Tiempo manual y de máquina								
2	Cosar el redondeo de capellada										Tiempo manual y de máquina								
3	Parear las capelladas según el peinado de la tela										Tiempo manual								
4	Unir puntas en tiras y recoger tiras										Tiempo manual y de máquina								
5	Tirar y recoger las capelladas tireadas										Tiempo manual y de máquina								
6	Emplantillar										Tiempo manual y de máquina								
7	Cosar plantas premiun y verificar el cosido										Tiempo manual y de máquina								
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P. [MIN]	T.E. [MIN]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	1	14	6.06	6.32	5.72	6.40	6.20	6.19	5.83	5.90	5.98	6.01	6.06	100%	6.06	15%	6.97	0.498	59.74
2	1	14	15.47	15.38	15.27	15.56	15.43	15.38	15.26	15.49	0.00	0.00	15.41	100%	15.41	15%	17.72	1.265	151.85
3	1	14	1.40	1.53	1.09	1.75	1.47	1.16	1.24	1.52	1.49	1.36	1.40	100%	1.40	15%	1.61	0.115	13.81
4	1	14	3.62	3.67	3.73	3.50	3.64	3.48	3.79	3.60	3.75	3.45	3.62	100%	3.62	15%	4.17	0.298	35.72
5	1	14	19.40	19.62	19.06	19.73	19.02	19.39	19.54	19.47	0.00	0.00	19.40	100%	19.40	15%	22.31	1.594	191.27
6	1	14	22.56	21.15	20.69	24.47	23.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.55	100%	22.55	15%	25.93	1.852	222.28
7	1	14	23.23	22.34	22.17	23.38	22.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.71	100%	22.71	15%	26.12	1.866	223.89
<b>Total:</b>																	7.488	898.55	
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																			

### Bordado de capelladas (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																									
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE BORDADO										ESTUDIO #: 02															
OPERACIÓN: Bordo de capelladas					INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina bordadora (SWF 4 Cabezas / SWFIE – UK 1204-45)					FECHA DE TERMINO: 09/11/2015					FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015										
HERRAMIENTAS: Tijera, moldes, 4,8 y					OBRERO: Hombre					TIEMPO : 4 días					ELABORADO POR: Freire Ángela										
PRODUCTO: Capelladas bordadas					MATERIAL: Hilos		PARES: 4		COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres																
ACTIVIDADES																									
1	Traslado de área de bordado al área de corte T2														Tiempo manual										
2	Transportar capelladas desde área de corte T2 al área de bordado														Tiempo manual										
3	Cortar pelón para entamborar														Tiempo manual										
4	Entamborar (poner pelón en tambor y cortar sobrante)														Tiempo manual										
5	Pasar señal colocar tambores y cargar señal.														Tiempo manual										
6	Poner hilos en 4 cabezales de máquina.														Tiempo manual										
7	Colocar masqui en pelon, pegar capellada (4 pares 4 tambores) 1ciclo														Tiempo manual										
8	Bordar capellada e inspeccionar (4 pares 4 tambores) 1ciclo														Tiempo máquina										
9	Sacar tambores y colocar nuevos en máquina														Tiempo manual										
Nº	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P. [MIN]	T.E. [MIN]	Descripción 120 pares					
1	1	4	0.25	0.20	0.19	0.26	0.24	0.20	0.23	0.25	0.24	0.18	0.22	100%	0.22	14%	0.26	0.002	0.77	1.54	Transporte e 3 viajes				
2	1	4	0.24	0.23	0.25	0.20	0.19	0.22	0.23	0.25	0.20	0.24	0.23	100%	0.23	14%	0.26	0.002	0.77						
3	1	4	0.58	0.62	0.61	0.56	0.62	0.55	0.58	0.56	0.61	0.60	0.59	100%	0.59	14%	0.67	0.168	0.67	19.49	Preparación 4 tambores				
4	2	2	2.70	2.64	2.69	3.67	2.84	4.72	4.56	4.64	4.53	4.35	3.73	7.47	100%	7.47	14%	8.51	2.128			8.51			
5	2	2	2.62	2.28	2.63	2.30	2.25	2.65	2.61	2.26	2.59	2.31	2.45	4.90	100%	4.90	14%	5.59	1.397			5.59			
6	1	4	4.17	4.56	4.35	3.28	4.25	4.06	4.30	4.50	4.26	3.70	4.14	100%	4.14	14%	4.72	0.039	4.72						
7	2	2	2.28	3.62	2.36	2.22	3.92	2.18	2.40	2.08	3.14	2.04	2.62	5.25	100%	5.25	14%	5.98	1.496	119.65	249.25	Bordado			
8	2	2	2.56	2.11	2.13	2.09	2.10	2.13	2.12	2.13	2.11	2.12	2.16	4.32	100%	4.32		4.32	2.160	129.60					
9	2	2	0.38	0.37	0.40	0.42	0.30	0.40	0.41	0.35	0.36	0.42	0.38	0.76	100%	0.76	14%	0.87	0.191	11.43					
8. (2.16 min) tiempo de 1 ciclo de bordado ** 4 pares 4 tambores																	<b>Total:</b>		7.392	<b>281.71</b>					
<b>Nota:</b> P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																									

### Plantado de pantuflas (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																						
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE PLANTADO										ESTUDIO #: 02												
OPERACIÓN: Armar pantuflas		INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina de coser (coser puntas de pantuflas)								FECHA DE TERMINO: 09/11/2015												
										FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015												
HERRAMIENTAS: Martillo		OBRERO: Hombre								TIEMPO : 4 días												
										ELABORADO POR: Freire Ángela												
PRODUCTO: Pantuflas armadas		MATERIAL: Pegamento				PARES: 30				COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres												
ACTIVIDADES																						
1	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.													Tiempo manual								
2	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado.													Tiempo manual								
3	Revirar corte cosido.													Tiempo manual								
4	Introducir superlon (Planta de relleno).													Tiempo manual								
5	Transportar cajas de cortes desde el área de plantado al área de cosido de puntas.													Tiempo manual								
6	Cosier puntas.													Tiempo manual y de máquina								
7	Transportar cajas de cortes desde el área de cosido de puntas al área de plantado.													Tiempo manual								
8	Revirado e inspección del producto.													Tiempo manual								
9	Parear según peinados de tela de las pantuflas.													Tiempo manual								
10	Conteo y acomodo en caja según lista de producción.													Tiempo manual								
11	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad.													Tiempo manual								
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS											P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P. [MIN]	T.E. [MIN]	Descripción	
1	1	30	0.30	0.33	0.38	0.32	0.31	0.4	0.39	0.35	0.4	0.33	0.35	100%	0.35	15%	0.40	0.003	0.40	182.74	Primera parte	
2	1	30	0.45	0.47	0.53	0.52	0.50	0.45	0.49	0.55	0.43	0.45	0.48	100%	0.48	15%	0.56	0.005	0.56			
3	1	30	9.50	10.00	10.43	10.50	10.13	10.17	10.08	10.21	0	0	10.13	100%	10.13	15%	11.65	0.388	46.59			
4	1	30	26.57	29.68	28.13	31.00	31.57	0	0	0	0	0	29.39	100%	29.39	15%	33.80	1.127	135.19	88.20	Cosido de p.	
5	1	30	0.19	0.24	0.21	0.16	0.19	0.24	0.21	0.12	0.13	0.21	0.19	100%	0.19	15%	0.22	0.002	0.22			
6	30	1	0.81	0.57	0.58	0.57	0.75	0.62	0.60	0.59	0.56	0.65	0.64	100%	19.13	15%	22.00	0.733	87.98			
7	1	30	0.19	0.23	0.24	0.21	0.12	0.13	0.16	0.19	0.21	0.172	0.19	100%	0.19	15%	0.21	0.002	0.21	126.94	Segunda partes	
8	1	30	19.50	19.89	20.00	20.00	19.85	0	0	0	0	0	19.85	100%	19.85	15%	22.83	0.761	91.30			
9	1	30	8.80	4.80	5.00	4.80	5.96	6.57	4.04	5.00	6.98	7.69	5.96	100%	5.96	15%	6.86	0.229	27.43			
10	1	30	2.00	1.57	1.77	1.47	1.68	1.87	1.61	1.77	1.54	1.48	1.68	100%	1.68	15%	1.93	0.064	7.71	Total:	3.312	397.88
11	1	30	0.25	0.3	0.25	0.2	0.23	0.23	0.21	0.25	0.24	0.29	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28			
<b>Total:</b>																		3.312	397.88			
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																						

### Control de calidad (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUM																			
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD										ESTUDIO #: 02									
OPERACIÓN: Verificar la calidad de las pantuflas			INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Engomadora (Bobin / BB 868)							FECHA DE TERMINO: 09/11/2015									
										FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015									
HERRAMIENTAS: ---			OBRERO: Hombre							TIEMPO : 4 días									
										ELABORADO POR: Freire Ángela									
PRODUCTO: Plantas de relleno			MATERIAL: Pegamento				PARES: 12				COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres								
<b>ACTIVIDADES</b>																			
1	Acomodar pares de pantuflas en mesa													Tiempo manual					
2	Revisar de pantufla (hilos, defectos y etiqueta cosida)													Tiempo manual					
3	Limpiar pantuflas													Tiempo manual y máquina					
4	Colocar tallas en 2 chullas													Tiempo manual					
5	Colocar etiqueta para código con plastifecha													Tiempo manual					
6	Colocar gancho armador angelito													Tiempo manual					
7	Enfundar y sellar con cinta													Tiempo manual					
8	Colocar código de barras en cartón tarjeta													Tiempo manual					
9	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado													Tiempo manual					
N	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P [MIN]	T.E.[MIN]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	1	12	0.55	0.60	0.67	0.62	0.54	0.55	0.45	0.55	0.58	0.53	0.56	100%	0.56	15%	0.65	0.054	6.49
2	1	12	6.53	6.80	6.95	6.45	6.38	6.40	6.27	6.32	6.78	6.65	6.55	100%	6.55	15%	7.54	0.628	75.36
3	1	12	2.55	2.45	2.40	2.55	2.36	2.66	2.35	2.35	2.67	2.52	2.46	100%	2.46	15%	2.83	0.236	28.31
4	1	12	1.80	1.87	1.61	2.06	1.69	1.54	1.79	2.12	1.73	2.21	1.84	100%	1.84	15%	2.12	0.177	21.18
5	1	12	1.21	1.17	1.27	1.27	1.17	1.15	1.28	1.08	1.26	1.25	1.20	100%	1.20	15%	1.38	0.115	13.80
6	1	12	1.22	1.16	1.37	1.22	1.42	1.73	1.87	2.15	1.21	1.172	1.45	100%	1.45	15%	1.67	0.139	16.70
7	1	12	3.50	3.58	3.40	3.45	3.41	3.39	3.42	3.35	3.46	3.50	3.45	100%	3.45	15%	3.96	0.330	39.63
8	1	12	1.36	1.23	1.12	1.09	1.26	0.99	1.13	1.27	1.23	1.17	1.18	100%	1.18	15%	1.36	0.113	13.57
9	1	12	0.20	0.24	0.21	0.23	0.19	0.20	0.16	0.21	0.23	0.17	0.20	100%	0.20	15%	0.23	0.002	0.23
<b>Total:</b>																	1.794	215.28	
Nota: P=Tiempo promedio    V = Valoración    T.B =Tiempo Básico    S= Suplemento    T.S.= Tiempo Estándar    T.S.P.= Tiempo estándar por par    T.E.=Tiempo empleado para el estudio																			

### Otros transportes de producción (anterior)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN																		
DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN											ESTUDIO #: 02							
OPERACIÓN: Transporte											INSTALACIÓN/ MÁQUINA: .....							
HERRAMIENTAS: ---											OBRERO: Hombre							
PRODUCTO: .....											MATERIALES: Pares:120							
											FECHA DE TERMINO: 09/11/2015							
											FECHA DE COMIENZO: 13/11/2015							
											TIEMPO : 4 días							
											ELABORADO POR: Freire Ángela							
											COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres							
N	DESCRIPCIÓN	Eve ntos	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.E. [MIN]
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	Traslado desde bodega 1 a bodega 2	1	0.77	0.64	0.59	1.00	0.98	0.90	0.76	0.85	0.56	0.97	0.80	100%	0.80	15%	0.92	0.92
2	Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	1	0.98	0.87	0.86	0.59	0.70	0.98	0.94	0.59	0.89	0.56	0.80	100%	0.80	15%	0.92	0.92
3	Traslado desde bodega 1 a bodega 3	1	1.06	1.12	1.04	1.17	1.15	1.02	1.06	0.97	1.10	0.98	1.07	100%	1.07	15%	1.23	1.23
4	Transporte de materia prima desde bodega 3 a bodega 1	1	1.07	1.15	1.12	1.07	1.04	0.99	1.06	0.97	1.10	1.15	1.07	100%	1.07	15%	1.23	1.23
5	Traslado desde bodega 1 a bodega 4	1	1.29	0.97	0.99	1.22	1.06	0.97	1.23	1.14	0.97	1.25	1.11	100%	1.11	15%	1.28	1.28
6	Transporte de materia prima desde bodega 4 a bodega 1	1	1.17	1.23	1.04	1.26	0.99	1.13	0.97	1.10	1.04	1.26	1.12	100%	1.12	15%	1.29	1.29
7	Transportar capelladas bordadas desde estantería de bordado al área de cosido	3	0.44	0.39	0.35	0.37	0.41	0.33	0.40	0.37	0.31	0.29	0.37	100%	0.37	15%	0.42	1.26
8	Traslado de área de cosido al área de bordado	2	0.43	0.35	0.33	0.37	0.38	0.33	0.32	0.35	0.37	0.32	0.36	100%	0.36	15%	0.41	0.82
9	Traslado desde el área de cosido al área de corte (T4)	3	0.20	0.24	0.17	0.20	0.16	0.21	0.19	0.16	0.20	0.13	0.19	100%	0.19	15%	0.21	0.64
10	Transportar forros desde estantería área de corte (T4) al área de cosido	3	0.22	0.17	0.20	0.19	0.16	0.21	0.19	0.24	0.17	0.20	0.20	100%	0.20	15%	0.22	0.67
11	Traslado desde área de cosido al área de corte (T1)	1	0.39	0.49	0.50	0.51	0.46	0.42	0.35	0.49	0.45	0.37	0.44	100%	0.44	15%	0.51	0.51
12	Transportar tiras de almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de cosido	1	0.47	0.42	0.35	0.38	0.45	0.44	0.37	0.54	0.53	0.51	0.45	100%	0.45	15%	0.51	0.51
13	Traslado desde el área de cosido al área de corte (T2)	3	0.36	0.37	0.35	0.42	0.35	0.44	0.40	0.37	0.40	0.39	0.39	100%	0.39	15%	0.44	1.33
14	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T2) al área de cosido	3	0.39	0.35	0.44	0.39	0.40	0.37	0.35	0.38	0.41	0.35	0.38	100%	0.38	15%	0.44	1.32
15	Traslado desde el área de cosido a la B3	1	0.46	0.38	0.45	0.33	0.37	0.42	0.38	0.35	0.40	0.39	0.39	100%	0.39	15%	0.45	0.45
16	Transportar plantas premiun desde B3 al área de cosido	1	0.46	0.42	0.35	0.38	0.44	0.40	0.39	0.43	0.47	0.45	0.42	100%	0.42	15%	0.48	0.48
17	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	1	0.17	0.21	0.19	0.27	0.23	0.21	0.23	0.19	0.18	0.22	0.21	100%	0.21	15%	0.24	0.24
18	Transportar de bodega 1 al área de corte T1 (ida y retorno mismo tiempo)	1	0.29	0.27	0.22	0.25	0.26	0.31	0.25	0.28	0.25	0.23	0.26	100%	0.26	14%	0.30	0.30
19	Transportar de área de corte T1 al área de corte T2(estante) - (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.22	0.17	0.24	0.23	0.21	0.24	0.19	0.22	0.20	0.20	0.21	100%	0.21	14%	0.24	0.73
20	Transporte desde bodega 1 al área de preparacion material - (ida y retorno mismo tiempo)	1	0.52	0.47	0.47	0.45	0.50	0.45	0.41	0.43	0.52	0.42	0.46	100%	0.46	15%	0.53	0.53
21	Transporte desde el área de preparacion mat. al área de corte T2 - (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.31	0.27	0.30	0.27	0.31	0.35	0.27	0.33	0.29	0.30	0.30	100%	0.30	15%	0.34	1.03
22	Transporte de tela desde B1 al área de corte manual (ida y retorno mismo tiempo)	1	0.46	0.51	0.49	0.43	0.31	0.35	0.44	0.38	0.46	0.38	0.42	100%	0.42	15%	0.48	0.48
23	Transporte de piezas desde área de corte manual al área de corte (T2)-(estantes) - (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.22	0.18	0.20	0.19	0.22	0.26	0.24	0.23	0.26	0.24	0.22	100%	0.22	15%	0.26	0.26

24	Transporte desde área de corte (T2) a Serigrafía (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.18	0.26	0.15	0.18	0.23	0.23	0.14	0.21	0.17	0.22	0.20	100%	0.20	14%	0.22	0.67
25	Transporte desde serigrafía al área de bordado (estantes) - (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.15	0.16	0.19	0.14	0.15	0.12	0.16	0.19	0.21	0.17	0.16	100%	0.16	14%	0.19	0.56
26	Transporte desde área de corte (T2) al área de estampado - (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.25	0.23	0.21	0.24	0.30	0.31	0.22	0.26	0.24	0.21	0.25	100%	0.25	14%	0.28	0.84
27	Transporte desde el área de estampado al área de bordado (estantes) - (ida y retorno mismo tiempo)	3	0.22	0.26	0.20	0.23	0.26	0.19	0.22	0.23	0.21	0.24	0.23	100%	0.23	14%	0.26	0.77
28	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	1	0.54	0.40	0.41	0.49	0.46	0.41	0.45	0.41	0.46	0.35	0.44	100%	0.44	15%	0.50	0.50
29	Transporte desde el área de cosido hasta el área de información	1	0.25	0.22	0.29	0.31	0.25	0.19	0.24	0.20	0.30	0.22	0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.28
30	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	1	0.34	0.35	0.32	0.30	0.30	0.35	0.34	0.38	0.30	0.25	0.32	100%	0.32	15%	0.37	0.37
31	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	1	0.34	0.31	0.42	0.34	0.40	0.30	0.42	0.30	0.35	0.40	0.36	100%	0.36	15%	0.41	0.41
<p><b>Nota:</b> P=Tiempo promedio    V = Valoración    T.B =Tiempo Básico    S= Suplemento    T.S.= Tiempo Estándar    T.S.P.= Tiempo estándar por par  T.E.=Tiempo empleado para el estudio</p>																		

## ANEXO 4. Estudio de tiempos área de plantado (pre-modificado)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN													Pantufas <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> ECUADOR																				
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE PLANTADO										ESTUDIO #: 03																							
OPERACIÓN: Armar pantuflas			INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina de coser (coser puntas de pantuflas)							FECHA DE TERMINO:																							
HERRAMIENTAS: Martillo			OBRERO: Hombre							FECHA DE COMIENZO:																							
PRODUCTO: Pantuflas armadas			MATERIAL: Pegamento				PARES: 30		TIEMPO :																								
										ELABORADO POR: Freire Ángela																							
										COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres																							
ACTIVIDADES - MODIFICADO																																	
1	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.											Tiempo manual																					
2	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado											Tiempo manual																					
3	Revirar corte cosido y selección de planta de relleno											Tiempo manual																					
4	Introducir superlon (Planta de relleno)											Tiempo manual																					
5	Cosier puntas											Tiempo manual y de máquina																					
6	Revirado, inspección del producto y pareado según peinados de tela de las pantuflas											Tiempo manual																					
7	Conteo y acomodo en caja según lista de producción											Tiempo manual																					
8	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad											Tiempo manual																					
N°	Eventos	Pares/Evento	CICLOS										P [MIN]	V [%]	T.B. [MIN]	S [%]	T.S. [MIN]	T.S.P. [MIN]	T.E. [MIN]														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																					
1	1	30	0.30	0.33	0.38	0.32	0.31	0.4	0.39	0.35	0.4	0.33		0.35	100%	0.35	15%	0.40	0.003	0.40													
2	1	30	0.45	0.47	0.53	0.52	0.50	0.45	0.49	0.55	0.43	0.45		0.48	100%	0.48	15%	0.56	0.005	0.56													
3	30	1	0.945	0.416	0.396	0.768	0.495	0.388	0.433	0.416	0.396	0.768		0.53	15.96	100%	15.96	15%	18.35	0.612	73.41												
4	30	1	0.482	0.693	0.943	0.515	0.517	0.586	0.413	0.463	0.515	0.586		0.58	17.30	100%	17.30	15%	19.89	0.663	79.58												
5	30	1	0.519	0.554	0.574	0.564	0.766	0.602	0.624	0.766	0.602	0.554		0.62	18.63	100%	18.63	15%	21.42	0.714	85.68												
6	30	1	0.469	0.555	0.570	0.577	0.776	0.591	0.565	0.570	0.776	0.564		0.58	17.52	100%	17.52	15%	20.15	0.672	80.60												
7	1	30	2.000	1.565	1.770	1.470	1.680	1.870	1.610	1.770	1.540	1.480		1.68	100%	1.68	15%	1.93	0.064	7.71													
8	1	30	0.250	0.300	0.250	0.200	0.230	0.230	0.210	0.250	0.240	0.290		0.25	100%	0.25	15%	0.28	0.002	0.28													
<b>Total:</b>																																	
Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E=Tiempo empleado para el estudio																																	

Tiempo de ciclo de 120 pares: 328.22 min.

Tiempo de producción de 1 par: 2.73 min.

# ANEXO 5. Señalética de seguridad.

## Señalética de seguridad

<b>OBLIGATORIOS</b>	 FORMA:.....CIRCULO DECO COLOR:.....AZUL PICTOGRAMA:.....BLANCO	 USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN OCULAR	 USO OBLIGATORIO DE MÁSCARA DE GAS	 USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA	 USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD
<b>OBLIGATORIOS</b>	 USO OBLIGATORIO DE MANDIL	 USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR FACIAL	 USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA	 USO OBLIGATORIO DE TRAJE DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE ARNES DE SEGURIDAD	 USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE AIRE AUTOCONTENIDO	
<b>ADVERTENCIA</b>	 FORMA:.....TRIANGULO COLOR:.....AMARILLO BORDE:.....NEGRO PICTOGRAMA:.....NEGRO	 <b>ATENCIÓN</b> RIESGO DE ACCIDENTES	 <b>PELIGRO</b> INFLAMABLE	 <b>PELIGRO</b> RIESGO DE EXPLOSIÓN	 <b>PELIGRO</b> ACIDO CORROSIVO	 <b>SUSTANCIA O MATERIAS TÓXICAS</b>	 <b>ATENCIÓN</b> RIESGO DE RADIACIÓN
<b>ADVERTENCIA</b>		 <b>CARGA SUSPENDIDA</b> EN ALTURA	 <b>ATENCIÓN</b> RIESGO BIOLÓGICO	 <b>ATENCIÓN</b> RADIACIÓN LASER	 <b>CUIDADO</b> CON SUS MANOS	 <b>ATENCIÓN</b> PELIGRO DE CAÍDAS	 <b>CUIDADO</b> TRÁNSITO DE MONTACARGAS
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	 FORMA:.....CUADRADO COLOR:.....VERDE PICTOGRAMA:.....BLANCO	 PUNTO DE REUNIÓN EN CASO DE EMERGENCIA	 <b>SALIDA</b>	 <b>SALIDA</b>	 <b>SALIDA</b>	 <b>SALIDA</b>	 <b>SALIDA A UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		 TELÉFONO DE EMERGENCIA	 <b>PRIMEROS AUXILIOS</b>	 <b>SALA PRIMEROS AUXILIOS</b>	 <b>CAMILLA</b>		
<b>PROHIBICIONES</b>	 FORMA:.....CIRCULO COLOR:.....BLANCO BORDE:.....ROJO PICTOGRAMA:.....NEGRO	 <b>PROHIBIDO FUMAR</b>	 <b>PROHIBIDO HACER FUEGO ABIERTO</b>	 <b>PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES</b>	 <b>PROHIBIDO APAGAR CON AGUA</b>		
<b>PROHIBICIONES</b>		 <b>PROHIBIDO EL INGRESO</b> ÁREA RESTRINGIDA	 <b>NO USAR EN CASO DE SISMO O INCENDIO</b>	 <b>PROHIBIDO EL INGRESO CON ARMAS</b>	 <b>PROHIBIDO TRANSPORTAR PERSONAS</b>		
<b>INFORMACIÓN CONTRA INCENDIOS</b>	 FORMA:.....CUADRADO COLOR:.....ROJO PICTOGRAMA:.....BLANCO	 <b>EXTINTOR</b>	 <b>MANGUERA CONTRA INCENDIOS</b>	 <b>HIDRANTE</b>	 <b>ALARMA CONTRA INCENDIOS</b>		
<b>INFORMACIÓN CONTRA INCENDIOS</b>		 <b>VÁLVULA DE CONTROL PARA ROCIADORES AUTOMÁTICOS</b>	 <b>EXTINTOR RODANTE</b>	 <b>PUERTA CORTAFUEGO</b>	 <b>USO EXCLUSIVO BOMBEROS</b>		

**CÓDIGO DE COLORES PARA DISPOSITIVOS DE RESIDUOS SÓLIDOS**  
NTP 900.058-2005

	Reaprovechable	No Reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

Estos símbolos se enunciaron en concordancia con la Normativa INEN 439.

## ANEXO 6. Espacio del requerimiento de espacio

### Dimensiones del área de corte T1

OBS: Agregar un estante												
Área de corte (Troquel 1 - T1)												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Mesa computador	1.4	0.7	1		1.3	0.4	1	0.98	0.98	0.78	2.74
2	Maq. Troquelador (T1)	2.5	1.64	1		1.8		1	4.10	4.10	3.28	11.48
3	Estante 2 (T3)	1.7	0.33	1		2		1	0.56	0.56	0.45	1.57
4	Trabajador				1.67			1				
<b>Promedio:</b>					1.67	1.70						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	15.79
											<b>Seguridad (5%) m<sup>2</sup></b>	0.63
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	16.43

### Dimensiones del área de bordado

OBS: Ninguna												
Área de bordado												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Mesa (hilos)	1.05	0.73	1		0.94	0.5	3	0.77	0.38	0.57	5.17
2	Maq. bordadora	1.20	3.00	1		1.78		3	3.60	1.80	2.70	24.30
3	Mesa (corte pelón)	0.90	1.40	1		0.87		1	1.26	0.63	0.95	2.84
4	Estante (Bordado)	2.40	0.26	1		2.00		1	0.62	0.31	0.47	1.40
5	Gaveta (60Lx40Ax40H)cm-(apilar: 2)	0.60	0.40	1		0.80		3	0.24	0.12	0.18	1.62
	Trabajador(s)				1.67			3				
<b>Promedio:</b>					1.67	1.278						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	35.33
											<b>Seguridad (2%) m<sup>2</sup></b>	1.77
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	37.10

### Dimensiones del área de corte T3

OBS: Eliminar estante 1 y 2 y se reemplaza por estante 1 y 2 de (T2)												
Área de corte (Troquel 3 - T3 en reemplazo de T2)												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Mesa (tendido de tela)	1.67	1.95	1		0.9	0.5	1	3.26	3.26	3.26	9.77
2	Maq. Troquel (T3)	1.90	0.78	1		1.6		1	1.48	1.48	1.48	4.45
3	Estante 1 (T2)	1.50	0.26	1		2		1	0.39	0.39	0.39	1.17
4	Estante 2 (T2)	1.50	0.26	1		2		1	0.39	0.39	0.39	1.17
5	Estante moldes	0.55	0.30	1		0.8		1	0.17	0.17	0.17	0.50
	Trabajador(s)				1.67			1				
<b>Promedio:</b>					1.67	1.46						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	17.00
											<b>Seguridad (5%) m<sup>2</sup></b>	0.80
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	17.80

### Dimensiones del área de corte T2

**OBS:** Las planchas eva se almacenan en la mesa de tendido de 4 divisiones, 3 colores de eva y una de esponjas. Se elimina una caja de esponjas .

Área de corte (Troquel 2 - T2 en reemplazo de 4)												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²
1	Mesa (tendido de tela)	2.17	1.65	1		1.14		1	3.58	3.58	3.58	10.74
2	Maq. Troquel (T2)	2.17	0.97	1		2.25		1	2.10	2.10	2.10	6.31
3	Estante 1 (T4)	2.40	0.35	1		2.00		1	0.84	0.42	0.63	1.89
4	Estante (moldes)	0.75	0.35	1		1.80		1	0.26	0.13	0.20	0.59
5	Cjs. esponja(60Ax80L)cm -base:5	3.00	0.80	1		0.80		1	2.40	1.20	1.80	5.40
6	Gaveta(60Lx40Ax40H)cm -apilar: 4	0.60	0.40	1		1.20		1	0.24	0.12	0.18	0.54
	Trabajador(s)				1.67			1				
					<b>Promedio:</b>	1.67	1.53					
											<b>Subtotal m²</b>	25.48
											<b>Seguridad (5%) m²</b>	1.27
											<b>Área total m²</b>	26.75

### Dimensiones del área de preparación de material

Área de Preparación de material												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²
1	Mesa (preparación de material)	1.4	0.91	1		0.87		1	1.27	1.27	1.78	4.33
2	Maq. Engomadora	0.79	0.36	1		1		1	0.28	0.28	0.40	0.97
3	Estante 3 (T2)	1.5	0.33	1		1.8		1	0.50	0.50	0.69	1.68
4	Caja de esponjas( reemplaza caja de plantas de relleno=1 espacio)	0.6	0.8	1		0.8		1	0.48	0.48	0.67	1.63
5	Gaveta(60Lx40Ax40H)cm -apilar: 3	0.6	0.4	1		1.2		1	0.24	0.24	0.34	0.82
	Trabajador(s)				1.67			1				
					<b>Promedio</b>	1.67	1.13					
											<b>Subtotal m²</b>	9.43
											<b>Seguridad (5%) m²</b>	0.47
											<b>Área total m²</b>	9.90

### Dimensiones del área de estampado

**OBS:**Ninguna

Área de estampado												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²
1	Mesa y horno	1.22	0.91	1		1.6		1	1.11	1.11	1.33	3.55
2	Caja	0.8	0.6	1		0.8		1	0.48	0.48	0.58	1.54
	Trabajador(s)				1.67			1				
					<b>Promedio:</b>	1.67	1.20					
											<b>Subtotal m²</b>	5.09
											<b>Seguridad ( x%) m²</b>	0.25
											<b>Área total m²</b>	5.34

### Dimensiones del área de cosido

**OBS :** Estante de plantillas de sintético se elimina y se almacena en el mismo lugar donde se corta.(20 puestos de trabaj.)

Área de cosido													
Características								Superficie de Guertchet					
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>	
1	Maq. de coser	1.15	0.54	1		1.1		20	0.62	0.62	0.50	34.78	
2	Gaveta(60Lx40Ax40H)cm -apilar: 2	0.60	0.40	1		0.8		40	0.24	0.24	0.19	26.88	
3	Estante hilos	0.80	0.80	1		1.6		3	0.64	0.32	0.38	4.03	
4	A. almacenamiento - (64Ax76Lx80H)cm - base:12 cjs - apilar:2	1.92	1.52	1		1.6		2	2.92	1.46	1.75	12.26	
5	Carritos	0.70	0.50		0.70			1					
	Trabajador(s)				1.67			1					
					<b>Promedio:</b>	1.19	1.28						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	77.95	
											<b>Seguridad (5%) m<sup>2</sup></b>	3.90	
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	81.84	

### Dimensiones del área de información

**OBS:**Ninguna

Área de información													
Características								Superficie de Guertchet					
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>	
1	Escritorio y computadora	1.11	0.71	1		1.3		1	0.79	0.79	0.79	2.36	
2	Casilleros	2.44	0.45	1		2		1	1.10	1.10	1.10	3.29	
	Trabajador(s)				1.67			1					
					<b>Promedio:</b>	1.67	1.65						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	5.66	
											<b>Seguridad ( x%) m<sup>2</sup></b>	0.28	
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	5.94	

### Dimensiones del área de plantado

**OBS:**Ninguna

Área de plantado													
Características								Superficie de Guertchet					
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>	
1	Estante	1.8	0.33	1		2		1	0.59	0.59	0.71	1.90	
2	Mesas	1.4	0.91	1		0.87		2	1.27	1.27	1.53	8.15	
3	Máquina de coser	1.15	0.54	1		1		1	0.62	0.62	0.75	1.99	
4	1 Caja de plantas de relleno y 1 caja de cortes	1.6	0.6	1		0.8		4	0.96	0.96	1.15	12.29	
5	Cajas plantas de relleno(80Lx60Ax80H)cm - 2 filas de 5 cajas - apilar:2 - 10 sintético - 10 premium)	3	1.6	1		1.6		1	4.80	4.80	5.76	15.36	
	Trabajador(s)				1.67			1					
					<b>Promedio:</b>	1.67	1.25						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	39.69	
											<b>Seguridad (5%) m<sup>2</sup></b>	1.98	
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	41.67	

### Dimensiones del área de control de calidad

OBS:Ninguna													
Área de control de calidad													
Características								Superficie de Guertchet					
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²	
1	Mesa	2.43	0.9	1		0.85		3	2.19	2.19	2.19	19.68	
2	Cajas de pantuflas (3 hileras de 5 cajas = 15 cajas - apilar:2)	2.4	3	1		1.6	0.5	1	7.20	7.20	7.20	21.60	
3	Estante de etiquetas	0.8	0.05	1		1.8		1	0.04	0.04	0.04	0.12	
	Trabajador(s)				1.67			1					
					<b>Promedio:</b>	1.67	1.42					Subtotal m²	41.40
											Seguridad (5%) m²	2.07	
											Área total m²	43.47	

### Dimensiones del área de pulido

OBS:Ninguna				
Área de pulido				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Área total m²
1	Cuarto	2.75	1.65	4.54

### Dimensiones del área de producto terminado

OBS:Se almacena con 5 hileras de 5 cajas - apilar:2 = 50 cajas													
Área de producto terminado													
Características								Superficie de Guertchet					
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²	
1	Cajas de pantuflas 2 filas(10 cajas y 2 filas apiladas)	4	1.2	1		2.4		2	4.80	4.80	2.88	24.96	
2	Cajas de pantuflas 1 fila(5 cajas y 2 filas apiladas)	4	0.6	1		2.4	0.3	1	2.40	2.40	1.44	6.24	
	Trabajador(s)				1.67			1					
					<b>Promedio:</b>	1.67	2.40					Subtotal m²	31.20
											Seguridad (5%) m²	1.56	
											Área total m²	32.76	

### Dimensiones del área de empastado y corte manual

OBS:Ninguna												
Área de empastado y corte manual												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Mesa (preparación de material)	1.40	0.91	1		0.87		1	1.27	1.27	1.53	4.08
2	Maq. Engomadora	0.79	0.36	1		1	0.6	1	0.28	0.28	0.34	0.91
3	Estante 1	2.03	0.33	1		1.8		1	0.67	0.67	0.80	2.14
	Trabajador(s)				1.67			1				
<b>Promedio:</b>					1.67	1.22						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	7.13
											<b>Seguridad ( x%) m<sup>2</sup></b>	0.36
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	7.49

### Dimensiones del área de serigrafía

OBS: Cambiar el estante de pinturas por uno de menor tamaño.												
Área de serigrafía												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Mesa	2.4	1.2	2		0.8		1	2.88	5.76	4.32	12.96
2	Horno	0.8	0.42	1		1.7	0.5	1	0.34	0.34	0.34	1.01
3	Estante 1 - pinturas	1	0.33	1		1.8		1	0.33	0.33	0.33	0.99
	Trabajador(s)				1.67			1				
<b>Promedio:</b>					1.67	1.43						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	14.96
											<b>Seguridad ( x%) m<sup>2</sup></b>	0.75
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	15.71

### Dimensiones del área estampado

OBS:Ninguna												
Área de estampado												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Mesa y horno	1.22	0.91	1		1.6		1	1.11	1.11	1.33	3.55
2	Caja	0.8	0.6	1		0.8	0.6	1	0.48	0.48	0.58	1.54
	Trabajador(s)				1.67			1				
<b>Promedio:</b>					1.67	1.20						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	5.09
											<b>Seguridad ( x%) m<sup>2</sup></b>	0.25
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	5.34

### Dimensiones del área de bodega 1

OBS:Eliminar estante 4 y mesa 1 y 2												
Área de bodega 1												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²
1	Estante 1	5	1.5	1		2.6		1	7.50	7.50	6.00	21.00
2	Estante 2	7	1.5	1		2.6		1	10.50	10.50	8.40	29.40
3	Estante 3	3	0.8	1		2.3		1	2.40	2.40	1.92	6.72
4	Estante 5 y 6	1.8	0.67	1		2		2	1.21	1.21	0.96	6.75
5	Mesa 3	2.13	0.7	1		0.87		1	1.49	1.49	1.19	4.17
	Trabajador(s)				1.67			1				
					<b>Promedio:</b>	1.67	2.07					
											<b>Subtotal m²</b>	68.05
											<b>Seguridad ( x%) m²</b>	3.40
											<b>Área total m²</b>	71.45

### Dimensiones del área de bodega 2

OBS:Ninguna												
Área de bodega 2												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²
1	Estantes 1 y 2	2.4	0.4	1		2.5		1	0.96	0.96	0.58	2.50
2	Gaveta(60Lx40Ax40H)cm -apilar: 5	0.6	0.4	1		2		1	0.24	0.24	0.14	0.62
3	Estante 3	0.7	0.32	1		1.4		1	0.22	0.22	0.13	0.58
4	Rollos de tela(5 rollos apilados y 50 de diametro-base 10 roll)	5	3.8	1		2.5		1	19.00	19.00	11.40	49.40
	Trabajador(s)				1.67			1				
					<b>Promedio:</b>	1.67	2.10					
											<b>Subtotal m²</b>	53.10
											<b>Seguridad ( x%) m²</b>	2.66
											<b>Área total m²</b>	55.76

### Dimensiones del área de bodega 4

OBS:Ninguna												
Área de bodega 4												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m²	Superficie de gravitación (Sg) m²	Superficie de evolución (Sv) m²	Superficie total (St) m²
1	Rollos de tela(3 rollos apilados y 50 de diametro-base 15 roll)	5	1.9	1		2		1	9.50	9.50	7.60	26.60
	Trabajador(s)				1.67			1				
					<b>Promedio:</b>	1.67	2.00					
											<b>Subtotal m²</b>	26.60
											<b>Seguridad ( 5%) m²</b>	1.33
											<b>Área total m²</b>	27.93

### Dimensiones del área de bodega 3

**OBS:** Cajas de cartón abierta va base 1 y se busca otra forma de apilar . Las esponjas se almacenan - base 6 columnas(810x190)cm, se elimina 2 (540x190cm) de esponjas correspondientes a grosor

Área de bodega 3												
Características								Superficie de Guertchet				
Nº	Detalle	Largo (l)	Ancho (a)	Nº de lados (n)	Altura elementos móviles (hm)	Altura elementos fijos (hf)	k	N. de elementos	Superficie estática (Ses) m <sup>2</sup>	Superficie de gravitación (Sg) m <sup>2</sup>	Superficie de evolución (Sv) m <sup>2</sup>	Superficie total (St) m <sup>2</sup>
1	Rollos de tela(5 rollos apilados y 50 de diametro-9 rollos base)	1.0	1.9	1		3		1	1.90	1.90	1.14	4.94
2	Cajas de ganchos (70x40 cm-base 8 cjas-h:0.4-apilar 3)	1.5	1.5	1		1.2		1	2.25	2.25	1.35	5.85
3	Esponjas (135x190cm) base 3	4.1	1.9	1		3		1	7.70	7.70	4.62	20.01
4	Lonas de plantas (9 lonas base-apilar 2 filas-0.30cm)	1.7	1.3	1		0.6		1	2.19	2.19	1.32	5.70
5	Planchas de cartón-(plantas de cartón)	1.7	0.8	1		0.5		1	1.31	1.31	0.78	3.39
6	Cajas de cintas(80x70cm-2 base-h:40cm-apilar 5 )	0.7	0.4	1		2		1	0.28	0.28	0.17	0.73
7	Cajas de fundas(43x36cm-h:3 cm-base:6-apilar:3)	1.1	0.9	1		0.9		1	0.93	0.93	0.56	2.41
8	Cajas de plantas(58x42cm-h:25cm-base:12-apilar : 3)	1.7	1.7	1		0.75	0.3	1	2.92	2.92	1.75	7.60
9	Cajas de fundas plásticas (73x35cm-h:20cm-apilar:10-base:2)	1.5	0.4	1		2		1	0.51	0.51	0.31	1.33
10	Estantería (fundas)	1.7	0.3	1		2		1	0.55	0.55	0.33	1.44
11	Estantería etiquetas	2.0	0.5	1		2		1	1.00	1.00	0.60	2.60
12	Cajas de cartón abierto (124x126cm-h:100cm-base:1)	1.2	1.3	1		1.5		1	1.56	1.56	0.94	4.06
13	Cajas de cartón abierto (110x85cm-h:80cm-base:2)	2.2	0.9	1		1.5		1	1.87	1.87	1.12	4.86
14	Pastiflechas(40x70cm-base:2-apilar 4-h:0.40)	1.4	0.4	1		1.6		1	0.56	0.56	0.34	1.46
15	Rollos de sintético(50 de diametro-base:6-h:150)	1.5	1.0	1		1.5		1	1.50	1.50	0.90	3.90
16	Carritos	0.7	0.5		0.7							
	Trabajador(s)				1.67							
<b>Promedio:</b>					1.185	1.60						
											<b>Subtotal m<sup>2</sup></b>	70.28
											<b>Seguridad (5%) m<sup>2</sup></b>	2.11
											<b>Área total m<sup>2</sup></b>	72.39

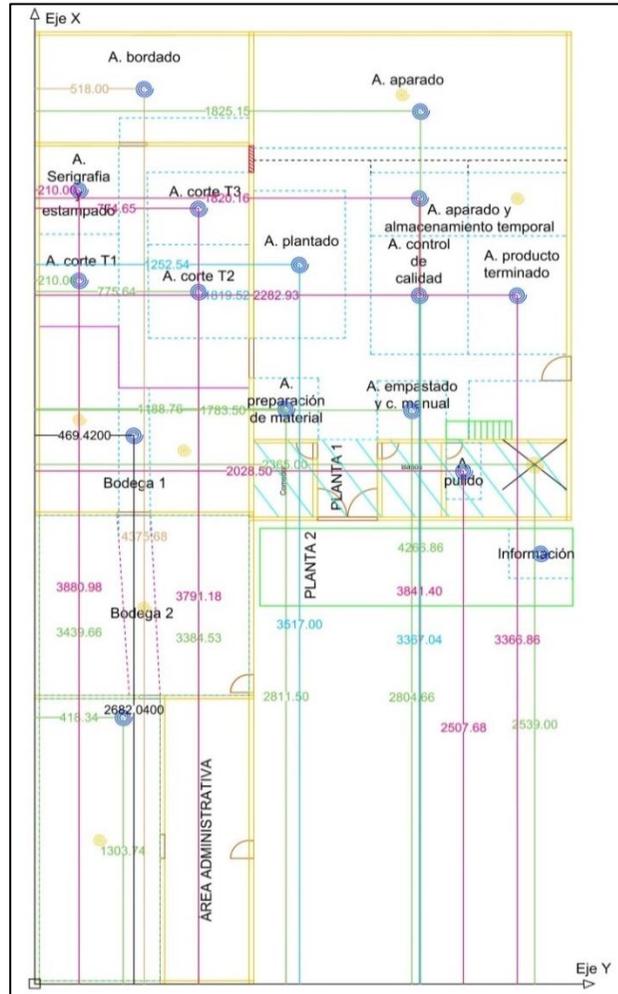
## **ANEXO 7.- Modelos iniciales de redistribución de instalaciones**



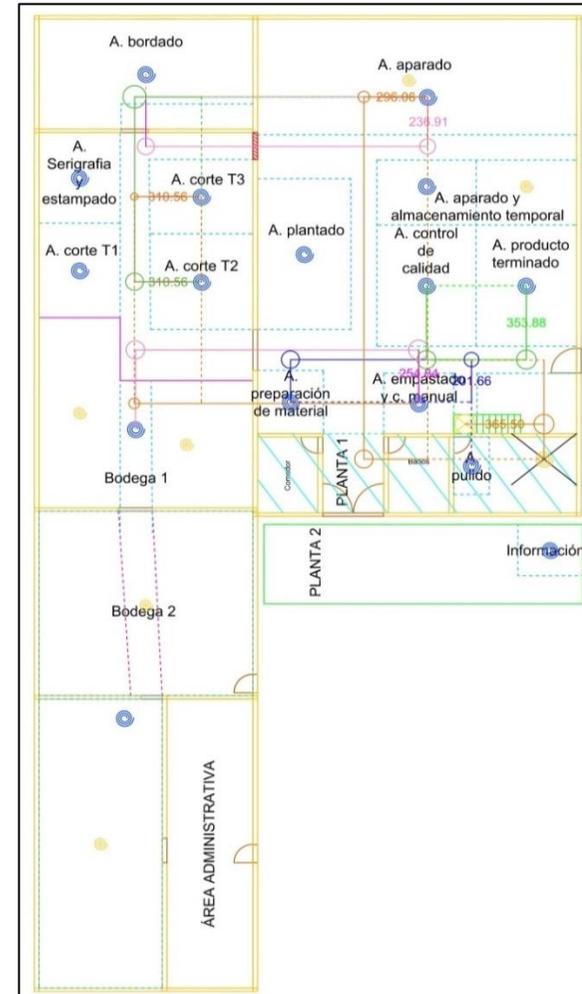




**ANEXO 8. Coordenadas de los centroides - Modelo 1**



**Fig. A. Coordenadas de los centroides - Modelo 1**



**Fig. B. Distancias faltantes - Modelo 1**

## ANEXO 9. Coordenadas de los centroides - Modelo 2

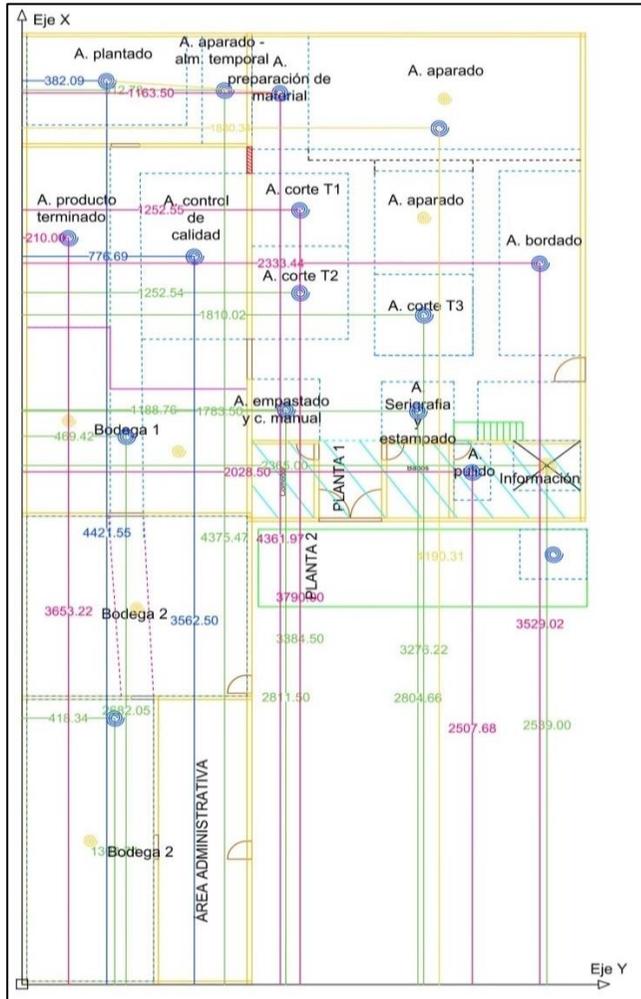


Fig. A. Coordenadas de los centroides - Modelo 2

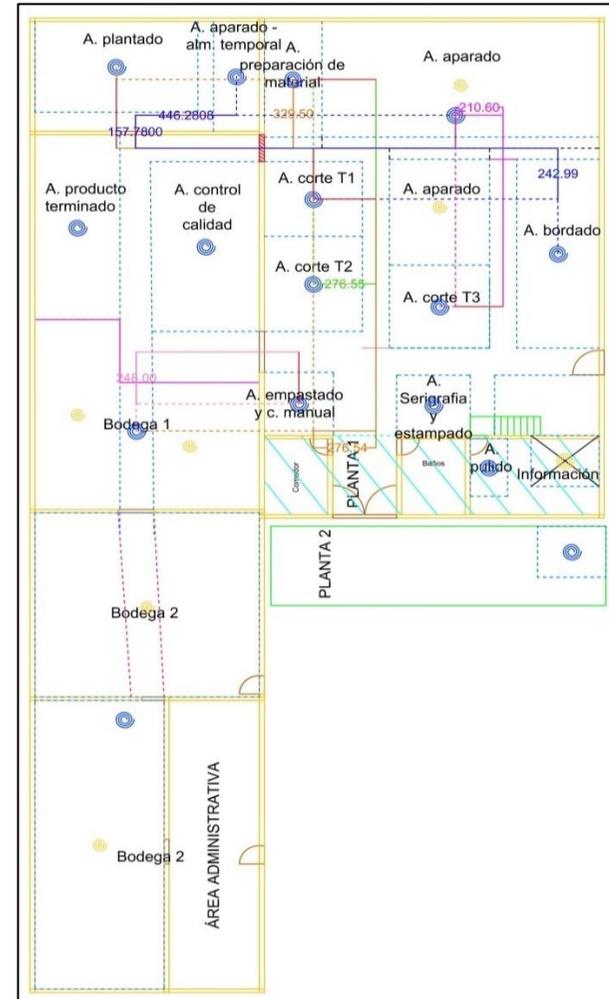


Fig. B. Distancias faltantes - Modelo 2

**ANEXO 10. Coordenadas de los centroides - Modelo 3**

**Fig. A. Coordenadas de los centroides - Modelo 3**

**Fig. B. Distancias faltantes - Modelo 3**

## ANEXO 11. Velocidad de desplazamiento – Transportes

		DESCRIPCIÓN	Distancia entre puntos (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	Tiempo por traslado (min)	TIEMPO TOTAL (min)	Velocidad de transporte (metros/min)
		Traslado desde bodega 1 a bodega 2	37.14	37.14	0.88	0.88	42.22
		Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	37.14	37.14	0.88	0.88	42.22
		Traslado desde bodega 1 a bodega 3	50.69	50.69	1.22	1.22	41.70
		Transporte de materia prima desde bodega 3 a bodega 1	50.69	50.69	1.22	1.22	41.70
		Traslado desde bodega 1 a bodega 4	48.09	48.09	1.14	1.14	42.03
		Transporte de materia prima desde bodega 4 a bodega 1	48.09	48.09	1.14	1.14	42.03
APARADO	Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte T2 a bodega (B1)	15.47	15.47	0.28	0.28	55.25
		Transporte de tela para capelladas desde B1 al área de corte (T2)	15.47	15.47	0.28	0.28	55.25
	Bordado de capelladas	Traslado desde el área de bordado al área de corte T2	11.93	35.79	0.26	0.77	46.78
		Transporte de capelladas desde área de corte (T2) al área de bordado	11.93	35.79	0.26	0.77	46.78
	Corte de plantillas	Traslado desde área de corte T2 a B1	15.47	15.47	0.28	0.28	55.25
		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T2)	15.47	15.47	0.28	0.28	55.25
	Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T3) a la B1	20.88	20.88	0.38	0.38	54.95
		Transporte de tela para tiras desde B1 al área de corte de tiras en la prensadora (T3)	20.88	20.88	0.38	0.38	54.95
		Transporte de tiras desde el área de corte (T3) al área de almacenamiento de tiras(T1)	13.77	13.77	0.25	0.25	55.08
	Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	21.88	21.88	0.39	0.39	56.10
		Transporte de tela para forros desde B3 al área de corte (T4)	21.88	21.88	0.40	0.40	54.70
	Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	21.01	63.03	0.42	1.26	50.02
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	21.01	42.02	0.41	0.82	51.24
	Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T4)	10.58	31.74	0.21	0.64	49.44
Transportar forros desde estantería área de corte (T4) al área de aparado		10.58	31.74	0.22	0.67	47.23	
Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	25.68	25.68	0.51	0.51	50.35	
	Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	25.68	25.68	0.51	0.51	50.35	
Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	23.92	71.76	0.44	1.33	53.87	
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	23.92	71.76	0.44	1.32	54.36	
Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B3	23.87	23.87	0.45	0.45	53.04	
	Transportar plantas premium desde B3 al área de aparado	23.87	23.87	0.48	0.48	49.73	
Almacén de material	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	12.81	12.81	0.24	0.24	53.38	
Corte de tacos	Traslado desde el área de corte (T4) al área de planchas de eva	6.69	6.69	0.12	0.12	55.75	
	Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)	6.69	6.69	0.13	0.13	51.46	
Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T4) al área de pulido	12.25	12.25	0.22	0.22	55.68	
	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	14.45	14.45	0.28	0.28	51.61	
	Traslado desde área de p. material al área de pulido	14.45	14.45	0.26	0.26	55.58	
	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T4)	12.25	12.25	0.22	0.22	55.68	
Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	19.57	19.57	0.35	0.35	55.91	
	Transportar planchas de eva desde B3 al área de corte (T4)	19.57	19.57	0.36	0.36	54.36	
	Transporta plantas de eva desde T4 al área de p.material (por tallas 36-37-38)	10.97	32.91	0.20	0.60	54.85	
	Traslado desde área de p. material al área de corte (T4)	10.97	32.91	0.20	0.60	54.85	
Plantas de esponja	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	20.87	20.87	0.38	0.38	54.92	
	Transportar planchas de esponja desde la bodega (B3) al área de corte (T4)	20.87	20.87	0.39	0.39	53.51	

Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T4) al área de p. de material	8.85	8.85	0.17	0.17	52.06
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de prep. de material al área de plantado	6.80	6.80	0.14	0.14	48.57
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	25.06	25.06	0.40	0.40	62.65
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	25.06	25.06	0.56	0.56	44.75
	Transportar cajas de cortes desde el área de plantado al área de cosido de puntas	9.35	9.35	0.22	0.22	42.50
	Transportar cajas de cortes desde el área de cosido de puntas al área de plantado	9.35	9.35	0.21	0.21	44.52
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	12.57	12.57	0.28	0.28	44.89
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	10.54	10.54	0.23	0.23	44.93
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	16.53	16.53	0.30	0.30	55.61
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	16.53	16.53	0.30	0.30	55.61
	Transporte desde área de corte T1 al área de corte T2(estante)	13.36	40.08	0.24	0.73	55.28
	Transporte desde área de corte T2 al área de corte T1	13.36	40.08	0.24	0.73	55.28
Empastado	Transporte desde el área de empastado a la bodega 1	29.76	29.76	0.53	0.53	55.82
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado	29.76	29.76	0.53	0.53	55.82
	Transporte desde el área de empastado al área de corte T2	18.95	56.84	0.34	1.03	55.00
	Transporte desde el área de corte T2 al área de empastado	18.95	56.84	0.34	1.03	55.00
Corte Manual	Transporte desde el área de corte manual a la bodega 1	26.56	26.56	0.48	0.48	54.88
	Transporte de tela desde B1 al área de corte manual	26.56	26.56	0.48	0.48	54.88
	Transporte de piezas desde área de corte manual al área de corte (T2)-(estantes)	14.16	42.47	0.26	0.77	54.90
	Transporte de piezas desde área de corte (T2) al área de corte manual	14.16	42.47	0.26	0.77	54.90
Serigrafía	Transporte desde el a. serigrafía al área de corte (T2)	12.41	37.24	0.22	0.67	55.37
	Transporte desde área de corte (T2) a serigrafía	12.41	37.24	0.22	0.67	55.37
	Transporte desde serigrafía al área de bordado (estantes)	10.26	30.77	0.19	0.56	55.01
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía	10.26	30.77	0.19	0.56	55.01
Estampado	Transporte desde el área de estampado al área de corte (T2)	15.34	46.02	0.28	0.84	54.51
	Transporte desde área de corte (T2) al área de estampado	15.34	46.02	0.28	0.84	54.51
	Transporte desde el área de estampado al área de bordado (estantes)	13.99	41.98	0.26	0.77	54.37
	Transporte desde área de bordado el área de estampado	13.99	41.98	0.26	0.77	54.37
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	25.96	25.96	0.50	0.50	51.53
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	15.57	15.57	0.28	0.28	54.81
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	19.21	19.21	0.37	0.37	51.71
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	21.35	21.35	0.41	0.41	51.85

## ANEXO 12. Sueldos

Nº	NOMBRE	SUELDO BÁSICO	BONO	TOTAL	TOTAL+BENEFICIOS	TOTAL+BENEFICIOS - BONO	CARGO	Sueldo día	Sueldo hora
<b>1</b>	Patricio López	354	30	384	542.592	500.202	TROQUELADOR T2 y T3	23.82	2.98
<b>2</b>	Galo Zurita	354	0	354	500.202	500.202	BORDADOR	23.82	2.98
<b>3</b>	Holguer Cuadrado	354	0	354	500.202	500.202	BORDADOR	23.82	2.98
<b>4</b>	Alberto Mayorga	354	0	354	500.202	500.202	BORDADOR	23.82	2.98
<b>5</b>	Andres Chicaiza	354	0	354	500.202	500.202	BORDADOR	23.82	2.98
<b>6</b>	Enrique Villegas	354	30	384	542.592	500.202	TROQUELADOR T4	23.82	2.98
<b>7</b>	Marco Villalba	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 1	23.82	2.98
<b>8</b>	Paúl Cuadrado	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 2	23.82	2.98
<b>9</b>	Eduardo Garcés	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 3	23.82	2.98
<b>10</b>	Jhonatan Rivera	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 4	23.82	2.98
<b>11</b>	Graciela Jeréz	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 5	23.82	2.98
<b>12</b>	Nathali	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 6	23.82	2.98
<b>13</b>	Angel Garcés	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 7	23.82	2.98
<b>14</b>	Carmelina Frías	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 8	23.82	2.98
<b>15</b>	Priscila Carrasco	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 9	23.82	2.98
<b>16</b>	Paulina Zurita	354	110	464	655.632	500.202	COSTURA 10	23.82	2.98
<b>19</b>	Juan Carlos Garcés	354	0	354	500.202	500.202	PREPARADOR - EMPASTADO	23.82	2.98
<b>20</b>	Rodney Freire	354	50	404	570.852	500.202	PLANTADOR	23.82	2.98
<b>21</b>	Daniel Cuadrado	354	50	404	570.852	500.202	PLANTADOR	23.82	2.98
<b>22</b>	Edison Freire	354	50	404	570.852	500.202	PLANTADOR	23.82	2.98
<b>23</b>	Juan C.Marcatoma	354	60	414	584.982	500.202	COSTURA PUNTAS	23.82	2.98
<b>24</b>	Vicente Moreno	354	30	384	542.592	500.202	C CALIDAD	23.82	2.98
<b>25</b>	Daniel Garcés	354	0	354	500.202	500.202	C CALIDAD	23.82	2.98
<b>26</b>	Jorge Cazares	354	146	500	706.5	500.202	A PRODUCCIÓN	33.64	4.21
<b>27</b>	Xavier Zurita	354	15	369	521.397	500.202	BODEGUERO	24.83	3.10
<b>28</b>	Marlene Moreno	354	20	374	528.462	500.202	PREPARACION DE MATERIAL	23.82	2.98
<b>29</b>	Fabián Guerrero	354	0	354	500.202	500.202	CORTE LASER T1	23.82	2.98

## ANEXO 13. Cálculos para la obtención de la matriz de distancia y costo del modelo 2

### Coordenadas de las áreas de trabajo – modelo 2

N°	Áreas	X (cm)	Y (cm)	X (m)	Y (m)
1	Bodega 1	469.42	2682.05	4.69	26.82
2	Bodega 2	418.17	1303.96	4.18	13.04
3	Á. de corte 1- T3-T2	1810.02	3276.22	18.10	32.76
4	Á. bordado	2333.44	3529.02	23.33	35.29
5	Á. de corte 2- T2-T4	1252.54	3384.50	12.53	33.85
6.1	Á. de aparado	1880.13	4190.07	18.80	41.90
6.2	Á. almacenamiento	912.78	4375.47	9.13	43.75
7	Á. de pulido	2028.50	2507.68	20.29	25.08
8	Á. de preparación de material	1163.50	4361.97	11.89	28.12
9	Á. de plantado	382.09	4421.55	3.82	44.22
10	Á. control de calidad	776.69	3562.50	7.77	35.63
11	Á. producto terminado	210.00	3653.22	2.10	36.53
12	Á. de corte T1	1252.55	3790.00	12.53	37.90
13	Á. empastado y corte manual	1188.76	2811.50	11.89	28.12
14	Á. de serigrafía y estampado	1783.50	2804.66	17.84	28.05
15	Á. de información	2365.00	2539.00	23.65	25.39

### Centroides de las áreas de trabajo con figuras compuestas – modelo 2

APARADO				BODEGA 2				BODEGA 1			
ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		IZQUIERDA		DERECHA	
LARGO	1224.97	LARGO	441.85	LARGO	880.00	LARGO	571.00	LARGO	376.00	LARGO	616.06
ANCHO	605.13	ANCHO	558.91	ANCHO	992.00	ANCHO	1379.00	ANCHO	907.00	ANCHO	607.00
CENTRO X	1903.48	CENTRO X	1810.02	CENTRO X	518.00	CENTRO X	307.50	CENTRO X	210.00	CENTRO X	706.00
CENTRO Y	4335.50	CENTRO Y	3753.54	CENTRO Y	1843.00	CENTRO Y	706.36	CENTRO Y	2760.50	CENTRO Y	2610.50
<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>			
X		Y		X		Y		X		Y	
1880.13		4190.07		418.17		1303.96		469.42		2682.05	

### Distancia entre departamentos - modelo 2

DISTANCIA ENTRE DEPARTAMENTOS											
TRANSPORTE	DESDE	X (m)	Y (m)	HACIA	X (m)	Y (m)	PENDIENTE (m=±)	D.REC.TILÍNEA A (m)	D.EUCLIDEADA A (m)	D. ADICIONAL (m)	D.TOTAL (m)
Traslado desde bodega 1 a bodega 2	B1	4.69	26.82	B2	4.18	13.04	26.9	14.29	13.79		14.29
Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	B2	4.18	13.04	B1	4.69	26.82	26.9	14.29	13.79		14.29
Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	4.69	26.82	CT2	12.53	33.85	0.9	14.86	10.52		14.86

APARADO	Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	CT2	12.53	33.85	B1	4.69	26.82	0.9	14.86	10.52		14.86
		Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	4.69	26.82	CT2	12.53	33.85	0.9	14.86	10.52		14.86
	Bordado de capill.	Traslado desde el área de corte (T3) a bodega (B1)	CT3	18.10	32.76	B1	4.69	26.82	0.4	19.35	14.66		19.35
		Transporte de tela para capelladas desde (B1) al área de corte (T3)	B1	4.69	26.82	CT3	18.10	32.76	0.4	19.35	14.66		19.35
	Corte de plantillas de	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	BORDADO	23.33	35.29	CT3	18.10	32.76	0.5	7.76	5.81		7.76
		Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	CT3	18.10	32.76	BORDADO	23.33	35.29	0.5	7.76	5.81		7.76
	Corte de tiras	Traslado desde área de corte (T3) a (B1)	CT3	18.10	32.76	B1	4.69	26.82	0.4	19.35	14.66		19.35
		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T3)	B1	4.69	26.82	CT3	18.10	32.76	0.4	19.35	14.66		19.35
	Corte de forros	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) a la (B1)	CT2	12.53	33.85	B1	4.69	26.82	0.9	14.86	10.52		14.86
		Transporte de tela para tiras desde (B1) al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	B1	4.69	26.82	CT2	12.53	33.85	0.9	14.86	10.52		14.86
		Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	CT2	12.53	33.85	CT1	12.53	37.90	INF	4.06	4.06		4.06
	Capelladas Bordadas	Traslado desde el área de corte (T2) a (B1)	CT2	12.5254	33.845	B1	4.69	26.82	0.9	14.86	10.52		14.86
		Transporte de tela para forros desde (B1) al área de corte (T2)	B1	4.69418	26.8205	CT2	12.53	33.85	0.9	14.86	10.52		14.86
	Forros	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	BORDADO	23.33	35.29	APARADO	18.80	41.90	-1.5	11.14	8.02		11.14
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	APARADO	18.8013	41.9007	BORDADO	23.33	35.29	-1.5	11.14	8.02		11.14
	Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	APARADO	18.8013	41.9007	CT2	12.53	33.85	1.3	14.33	10.21		14.33
		Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	CT2	12.5254	33.845	APARADO	18.80	41.90	1.3	14.33	10.21		14.33
	Plantillas de tel premium	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APARADO	18.8013	41.9007	CT1	12.53	37.90	0.6	10.28	7.44		10.28
		Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	CT1	12.5255	37.9	APARADO	18.80	41.90	0.6	10.28	7.44		10.28
	Almacenamiento temporal	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	APARADO	18.8013	41.9007	CT3	18.10	32.76	13.0	9.84	9.17	4.21	14.05
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	CT3	18.10	32.76	APARADO	18.80	41.90	13.0	9.84	9.17	4.21	14.05
	Pulido de tacos	Traslado desde el área de cosido a la B1	APARADO	18.8013	41.9007	B1	4.69	26.82	1.1	29.19	20.65		29.19
		Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	B1	4.69418	26.8205	APARADO	18.80	41.90	1.1	29.19	20.65		29.19
	Corte de plantas de eva	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	APARADO	18.8013	41.9007	ALM.TEMP	9.13	43.75	-0.2	11.53	9.85	12.08	23.61
		Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	CT2	12.5254	33.845	PULIDO	20.29	25.08	-1.1	16.53	11.71		16.53
		Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	PULIDO	20.285	25.0768	P. MATERIAL	11.89	28.12	-0.4	11.44	8.93		11.44
		Traslado desde área de p. material al área de pulido	P. MATERIAL	11.8876	28.115	PULIDO	20.29	25.08	-0.4	11.44	8.93		11.44
	Corte de plantas de eva	Transporte de gavetas de tacos desde el área de pulido al área de corte (T2)	PULIDO	20.285	25.0768	CT2	12.53	33.85	-1.1	16.53	11.71		16.53
Traslado desde el área de corte (T2) a B1		CT2	12.5254	33.845	B1	4.69	26.82	0.9	14.86	10.52		14.86	
Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)		B1	4.69418	26.8205	CT2	12.53	33.85	0.9	14.86	10.52		14.86	
Transporta plantas de eva desde T2 al área de p. material (por tallas 36-37-38)		CT2	12.5254	33.845	P. MATERIAL	11.89	28.12	9.0	6.37	5.77	5.53	11.90	
Corte de plantas de eva	Traslado de p. material al área de corte (T2)	P. MATERIAL	11.8876	28.115	CT2	12.53	33.85	9.0	6.37	5.77	5.53	11.90	

Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	CT2	12.5254	33.845	P. MATERIAL	11.89	28.12	9.0	6.37	5.77	5.53	11.90
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	P. MATERIAL	11.8876	28.115	PLANTADO	3.82	44.22	-2.0	24.17	18.01	6.59	30.76
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	PLANTADO	3.82092	44.2155	ALM.TEMPORAL	9.13	43.75	-0.1	5.77	5.33		5.77
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	ALM.TEMPORAL	9.12781	43.7547	PLANTADO	3.82	44.22	-0.1	5.77	5.33		5.77
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de	PLANTADO	3.82092	44.2155	C.CALIDAD	7.77	35.63	-2.2	12.54	9.45		12.54
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto	C.CALIDAD	7.76687	35.625	PROD.TERM.	2.10	36.53	-0.2	6.57	5.74		6.57
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	CT1	12.5255	37.9	B1	4.69	26.82	1.4	18.91	13.57	5.53	24.44
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	B1	4.69	26.82	CT1	12.53	37.90	1.4	18.91	13.57	5.53	24.44
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	BORDADO	23.33	35.29	CT1	12.53	37.90	-0.2	13.42	11.12	4.86	18.28
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	CT1	12.53	37.90	BORDADO	23.33	35.29	-0.2	13.42	11.12	4.86	18.28
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APARADO	18.80	41.90	CT1	12.53	37.90	0.6	10.28	7.44		10.28
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de	CT1	12.53	37.90	APARADO	18.80	41.90	0.6	10.28	7.44		10.28
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado y c. manual a la bodega 1	EMPASY C.MAN.	11.8876	28.115	B1	4.69	26.82	0.2	8.49	7.31	4.96	13.45
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	B1	4.69	26.82	EMPASY C.MAN.	11.8876	28.115	0.2	8.49	7.31	4.96	13.45
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	EMPASY C.MAN.	11.8876	28.115	CT3	18.10	32.76	0.7	10.86	7.76		10.86
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	CT3	18.10	32.76	EMPASY C.MAN.	11.8876	28.115	0.7	10.86	7.76		10.86
Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	SERIGRF. Y ESTMP.	17.835	28.0466	CT3	18.10	32.76	17.8	4.98	4.72		4.98
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	CT3	18.10	32.76	SERIGRF. Y ESTMP.	17.835	28.0466	17.8	4.98	4.72		4.98
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	SERIGRF. Y	17.835	28.0466	BORDADO	23.33	35.29	1.3	12.74	9.09		12.74
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	BORDADO	23.33	35.29	SERIGRF. Y ESTMP.	17.835	28.0466	1.3	12.74	9.09		12.74
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	BORDADO	23.33	35.29	A.INFORMACIÓN	23.65	25.39	-31.4	10.22	9.91	7.31	17.53
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	APARADO	18.8013	41.9007	A.INFORMACIÓN	23.65	25.39	-3.4	21.36	17.21	7.31	28.67
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	PLANTADO	3.82092	44.2155	A.INFORMACIÓN	23.65	25.39	-0.9	38.65	27.34	7.31	45.96
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	C.CALIDAD	7.76687	35.625	A.INFORMACIÓN	23.65	25.39	-0.6	26.12	18.90	7.31	33.43

**Costo de mover material - modelo 2**

DESCRIPCIÓN		Velocidad de transporte (m/min) (1)	Movimientos (2)	Cantidad (pares) (3)	FLUJO (4)	Distancia entre puntos (m) (5)	DISTANCIA TOTAL(m) (6)	Tiempo de transporte (min) (7)	TIEMPO TOTAL(min) (8)	TIEMPO TOTAL (horas) (9)	Suelo (\$/hora) (10)	Costo de movimiento (\$/lote) (11)	Costo de movimiento de flujo (\$/par) (12)	
APARADO	Traslado desde bodega 1 a bodega 2	42.22	1	120	120	14.29	14.29	0.34	0.34	0.0056	3.10	0.0175	0.00015	
	Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	42.22	1	120	120	14.29	14.29	0.34	0.34	0.0056	3.10	0.0175	0.00015	
	Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	14.86	14.86	0.35	0.35	0.0059	3.10	0.0182	0.00015	
	Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	42.22	1	120	120	14.86	14.86	0.35	0.35	0.0059	3.10	0.0182	0.00015	
	Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	14.86	14.86	0.35	0.35	0.0059	3.10	0.0182	0.00015	
	Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte (T3) a bodega (B1)	55.25	1	120	120	19.35	19.35	0.35	0.35	0.0058	2.98	0.0174	0.00014
		Transporte de tela para capelladas desde (B1) al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	19.35	19.35	0.35	0.35	0.0058	2.98	0.0174	0.00014
	Bordado de capelladas	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	46.78	3	40	120	7.76	23.29	0.17	0.50	0.0083	2.98	0.0247	0.00021
		Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	46.78	3	40	120	7.76	23.29	0.17	0.50	0.0083	2.98	0.0247	0.00021
	C. Plantillas de tela	Traslado desde área de corte (T3) a (B1)	55.25	1	120	120	19.35	19.35	0.35	0.35	0.0058	2.98	0.0174	0.00014
		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	19.35	19.35	0.35	0.35	0.0058	2.98	0.0174	0.00014
	Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) a la (B1)	54.95	1	120	120	14.86	14.86	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0134	0.00011
		Transporte de tela para tiras desde (B1) al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	54.95	1	120	120	14.86	14.86	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0134	0.00011
		Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	55.08	1	120	120	4.06	4.06	0.07	0.07	0.0012	2.98	0.0037	0.00003
	Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T2) a (B1)	56.10	1	120	120	14.86	14.86	0.26	0.26	0.0044	2.98	0.0132	0.00011
		Transporte de tela para forros desde (B1) al área de corte (T2)	54.70	1	120	120	14.86	14.86	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0135	0.00011
	Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	50.02	3	40	120	11.14	33.43	0.22	0.67	0.0111	4.21	0.0469	0.00039
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	51.24	2	40	120	11.14	22.29	0.22	0.43	0.0072	4.21	0.0305	0.00025
	Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	49.44	3	40	120	14.33	42.99	0.29	0.87	0.0145	4.21	0.0610	0.00051
		Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	47.23	3	40	120	14.33	42.99	0.30	0.91	0.0152	4.21	0.0639	0.00053
	Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	50.35	1	120	120	10.28	10.28	0.20	0.20	0.0034	4.21	0.0143	0.00012
		Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	50.35	1	120	120	10.28	10.28	0.20	0.20	0.0034	4.21	0.0143	0.00012
	Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	53.87	3	40	120	14.05	42.15	0.26	0.78	0.0130	4.21	0.0549	0.00046
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	54.36	3	40	120	14.05	42.15	0.26	0.78	0.0129	4.21	0.0544	0.00045
Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	53.04	1	120	120	29.19	29.19	0.55	0.55	0.0092	4.21	0.0386	0.00032	
	Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	49.73	1	120	120	29.19	29.19	0.59	0.59	0.0098	4.21	0.0412	0.00034	
Almac. Temporal	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	53.38	1	120	120	23.61	23.61	0.44	0.44	0.0074	4.21	0.0310	0.00026	

Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	52.06	1	120	120	16.53	16.53	0.32	0.32	0.0053	2.98	0.0158	0.00013
	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	52.06	1	120	120	11.44	11.44	0.22	0.22	0.0037	2.98	0.0109	0.00009
	Traslado desde área de p. material al área de pulido	48.57	1	120	120	11.44	11.44	0.24	0.24	0.0039	2.98	0.0117	0.00010
	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	48.57	1	120	120	16.53	16.53	0.34	0.34	0.0057	2.98	0.0169	0.00014
Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T2) a B1	55.91	1	120	120	14.86	14.86	0.27	0.27	0.0044	2.98	0.0132	0.00011
	Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	54.36	1	120	120	14.86	14.86	0.27	0.27	0.0046	2.98	0.0136	0.00011
	Transporta plantas de eva desde T2 al área de p. material (por tallas 36-37-38)	54.85	3	40	120	11.90	35.70	0.22	0.65	0.0108	2.98	0.0323	0.00027
	Traslado de p. material al área de corte (T2)	54.85	3	40	120	11.90	35.70	0.22	0.65	0.0108	2.98	0.0323	0.00027
Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	52.06	1	120	120	11.90	11.90	0.23	0.23	0.0038	2.98	0.0114	0.00009
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	48.57	1	120	120	30.76	30.76	0.63	0.63	0.0106	2.98	0.0315	0.00026
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	62.65	1	120	120	5.77	5.77	0.09	0.09	0.0015	2.98	0.0046	0.00004
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	44.75	1	120	120	5.77	5.77	0.13	0.13	0.0021	2.98	0.0064	0.00005
	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	44.89	1	120	120	12.54	12.54	0.28	0.28	0.0047	2.98	0.0139	0.00012
Control de calidad	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto	44.93	1	120	120	6.57	6.57	0.15	0.15	0.0024	2.98	0.0073	0.00006
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	55.61	1	120	120	24.44	24.44	0.44	0.44	0.0073	2.98	0.0218	0.00018
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	55.61	1	120	120	24.44	24.44	0.44	0.44	0.0073	2.98	0.0218	0.00018
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	46.78	3	40	120	18.28	54.84	0.39	1.17	0.0195	2.98	0.0582	0.00049
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	46.78	3	40	120	18.28	54.84	0.39	1.17	0.0195	2.98	0.0582	0.00049
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	53.87	3	40	120	10.28	30.83	0.19	0.57	0.0095	4.21	0.0402	0.00033
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	53.87	3	40	120	10.28	30.83	0.19	0.57	0.0095	4.21	0.0402	0.00033
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado y c. manual a la bodega 1	55.82	1	120	120	13.45	13.45	0.24	0.24	0.0040	2.98	0.0120	0.00010
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	55.82	1	120	120	13.45	13.45	0.24	0.24	0.0040	2.98	0.0120	0.00010
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	55.00	3	40	120	10.86	32.58	0.20	0.59	0.0099	2.98	0.0294	0.00025
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	55.00	3	40	120	10.86	32.58	0.20	0.59	0.0099	2.98	0.0294	0.00025
Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	55.37	3	40	120	4.98	14.94	0.09	0.27	0.0045	2.98	0.0134	0.00011
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	55.37	3	40	120	4.98	14.94	0.09	0.27	0.0045	2.98	0.0134	0.00011
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	55.01	3	40	120	12.74	38.23	0.23	0.69	0.0116	2.98	0.0345	0.00029
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	55.01	3	40	120	12.74	38.23	0.23	0.69	0.0116	2.98	0.0345	0.00029
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	51.53	1	120	120	17.53	17.53	0.34	0.34	0.0057	2.98	0.0169	0.00014
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	54.81	1	120	120	28.67	28.67	0.52	0.52	0.0087	2.98	0.0260	0.00022
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	51.71	1	120	120	45.96	45.96	0.89	0.89	0.0148	2.98	0.0441	0.00037

Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	51.85	1	120	120	33.43	33.43	0.64	0.64	0.0107	2.98	0.0320	0.00027
Nomenclatura: m: metros ; d: distancia				Distancia Total (m): 1363.68		Distancia proceso principal (m): 945.07						
				Tiempo Total (min): 26.53		Tiempo proceso principal (min): 18.57						

### Matriz de costo de movimiento de flujo de material – modelo2

N°	Áreas	HACIA															
		1	2	3	4	5	6.1	6.2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Bodega 1		0.00015	0.00029		0.00064	0.00034							0.00018	0.00010		
2	Bodega 2	0.00015															
3	A.corte T3	0.00029			0.00021		0.00045								0.00025	0.00011	
4	A.bordado			0.00021			0.00039							0.00049		0.00029	0.00014
5	A.corte T2	0.00048					0.00053		0.00013	0.00036				0.00003			
6.1	A.aparado	0.00032		0.00046	0.00025	0.00051		0.00026						0.00012			0.00022
6.2	A.almacén temp.										0.00005						
7	A.pulido					0.00014				0.00009							
8	A.preparación material					0.00027			0.00010		0.00026						
9	A.plantado						0.00004					0.00012					0.00037
10	A.control de calidad												0.00006				0.00027
11	A.producto terminado																
12	A.corte T1	0.00018			0.00049		0.00012										
13	A.empastado y corte manual	0.00010		0.00025			0.00033										
14	Á. de serigrafía y estampado			0.00011	0.00029												
15	A.información																



## ANEXO 15. Cálculos para la obtención de la matriz de distancia y costo del modelo 3

### Coordenadas de las áreas de trabajo – modelo 3

N°	Áreas	X (cm)	Y (cm)	X (m)	Y (m)
1	Bodega 1	245.50	2601.99	2.46	26.02
2	Bodega 2	418.17	1303.96	4.18	13.04
3	Á. de corte 1- T3-T2	210.00	3851.20	2.10	38.51
4	Á. bordado	518.00	4375.68	5.18	43.76
5	Á. de corte 2- T2-T4	776.25	3474.23	7.76	34.74
6.1	Á. de aparado	2078.19	3518.66	20.78	35.19
6.2	Á. almacenamiento	1780.06	3933.03	17.80	39.33
7	Á. de pulido	2028.50	2507.68	20.29	25.08
8	Á. de preparación de material	773.91	3830.55	7.74	38.31
9	Á. de plantado	1396.00	4421.46	13.96	44.21
10	Á. control de calidad	1200.93	3562.31	12.01	35.62
11	Á. producto terminado	741.91	2604.50	7.42	26.05
12	Á. de corte T1	210.00	3111.82	2.10	31.12
13	Á. empastado y corte manual	210.00	3465.98	2.10	34.66
14	Á. de serigrafía y estampado	2273.50	4421.70	22.74	44.22
15	Á. de información	1178.01	2782.74	11.78	27.83

### Centroides de las áreas de trabajo con figuras compuestas – modelo 3

APARADO				BODEGA 2			
ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
LARGO	551.94	LARGO	765.00	LARGO	880.00	LARGO	571.00
ANCHO	180.00	ANCHO	920.00	ANCHO	992.00	ANCHO	1379.00
CENTRO X	2239.46	CENTRO X	2055.42	CENTRO X	518.00	CENTRO X	307.50
CENTRO Y	3932.72	CENTRO Y	3460.22	CENTRO Y	1843.00	CENTRO Y	706.36
<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>			
X		Y		X		Y	
2078.19		3518.66		418.17		1303.96	

### Distancia entre departamentos - modelo 3

DISTANCIA ENTRE DEPARTAMENTOS											
<p><b>Distancia euclidiana</b>  <math>d_{AB} = \sqrt{(xa - xb)^2 + (ya - yb)^2}</math></p> <p><b>Distancia rectilínea</b>  <math>d_{AB} = (xa - xb) + (ya - yb)</math> (for <math>m = (-)</math>)  <math>d_{AB} = (xa - xb) - (ya - yb)</math> (for <math>m = (+)</math>)</p>											
TRANSPORTE	DESDE	X (m)	Y (m)	HACIA	X (m)	Y (m)	PENDI ENTE (m=±)	D. RECTI LÍNEA (m)	D. EUCLI DEAD A (m)	D. AD ICIO NAL (m)	D. TOTA L (m)
Traslado desde bodega 1 a bodega 2	B1	2.46	26.02	B2	4.18	13.04	-7.5	14.71	13.09		14.71
Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	B2	4.18	13.04	B1	2.46	26.02	-7.5	14.71	13.09		14.71
Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	2.46	26.02	CT2	7.76	34.74	1.6	14.03	10.21		14.03
Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	CT2	7.76	34.74	B1	2.46	26.02	1.6	14.03	10.21		14.03

APARADO	Corte de capelladas	Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	2.46	26.02	CT2	7.76	34.74	1.6	14.03	10.21		14.03
		Traslado desde el área de corte (T3) a bodega (B1)	CT3	2.10	38.51	B1	2.46	26.02	-35.2	12.85	12.50		12.85
		Transporte de tela para capelladas desde (B1) al área de corte (T3)	B1	2.46	26.02	CT3	2.10	38.51	-35.2	12.85	12.50		12.85
	Bordado de	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	BORDADO	5.18	43.76	CT3	2.10	38.51	1.7	8.32	6.08		8.32
		Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	CT3	2.10	38.51	BORDADO	5.18	43.76	1.7	8.32	6.08		8.32
	C. plantillas de tela	Traslado desde área de corte (T3) a (B1)	CT3	2.10	38.51	B1	2.46	26.02	-35.2	12.85	12.50		12.85
		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T3)	B1	2.46	26.02	CT3	2.10	38.51	-35.2	12.85	12.50		12.85
	Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) a la (B1)	CT2	7.76	34.74	B1	2.46	26.02	1.6	14.03	10.21		14.03
		Transporte de tela para tiras desde (B1) al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	B1	2.46	26.02	CT2	7.76	34.74	1.6	14.03	10.21		14.03
		Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	CT2	7.76	34.74	CT1	2.10	31.12	0.6	9.29	6.72		9.29
	Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T2) a (B1)	CT2	7.763	34.74	B1	2.46	26.02	1.6	14.03	10.21		14.03
		Transporte de tela para forros desde (B1) al área de corte (T2)	B1	2.455	26.02	CT2	7.76	34.74	1.6	14.03	10.21		14.03
	Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	BORDADO	5.18	43.76	APARADO	20.78	35.19	-0.5	24.17	17.80		24.17
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	APARADO	20.78	35.19	BORDADO	5.18	43.76	-0.5	24.17	17.80		24.17
	Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	APARADO	20.78	35.19	CT2	7.76	34.74	0.0	13.46	13.03	8.29	21.75
		Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	CT2	7.763	34.74	APARADO	20.78	35.19	0.0	13.46	13.03	8.29	21.75
	Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APARADO	20.78	35.19	CT1	2.10	31.12	0.2	22.75	19.12		22.75
		Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	CT1	2.1	31.12	APARADO	20.78	35.19	0.2	22.75	19.12		22.75
	Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	APARADO	20.78	35.19	CT3	2.10	38.51	-0.2	22.01	18.98		22.01
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	CT3	2.10	38.51	APARADO	20.78	35.19	-0.2	22.01	18.98		22.01
	Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	APARADO	20.78	35.19	B1	2.46	26.02	0.5	27.49	20.49		27.49
		Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	B1	2.455	26.02	APARADO	20.78	35.19	0.5	27.49	20.49		27.49
	Almacenamiento temporal	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	APARADO	20.78	35.19	ALM.TEMP	17.80	39.33	-1.4	7.12	5.10		7.12
		Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	CT2	7.763	34.74	PULIDO	20.29	25.08	-0.8	22.19	15.82		22.19
	Pulido de tacos	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	PULIDO	20.29	25.08	P. MATERIAL	7.74	38.31	-1.1	25.77	18.23	4.04	29.81
		Traslado desde área de p. material al área de pulido	P. MATERIAL	7.739	38.31	PULIDO	20.29	25.08	-1.1	25.77	18.23	4.04	29.81
		Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	PULIDO	20.29	25.08	CT2	7.76	34.74	-0.8	22.19	15.82		22.19
	Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T2) a B1	CT2	7.763	34.74	B1	2.46	26.02	1.6	14.03	10.21		14.03
		Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	B1	2.455	26.02	CT2	7.76	34.74	1.6	14.03	10.21		14.03
		Transporta plantas de eva desde T2 al área de p. material (por tallas 36-37-38)	CT2	7.763	34.74	P. MATERIAL	7.74	38.31	-152.1	3.59	3.56		3.59
		Traslado de p. material al área de corte (T2)	P. MATERIAL	7.739	38.31	CT2	7.76	34.74	-152.1	3.59	3.56		3.59

Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	CT2	7.763	34.74	P. MATERIAL	7.74	38.31	-152.1	3.59	3.56		3.59
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	P. MATERIAL	7.739	38.31	PLANTADO	13.96	44.21	0.9	12.13	8.58		12.13
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	PLANTADO	13.96	44.21	ALM.TEMPORAL	17.80	39.33	-1.3	8.72	6.21		8.72
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	ALM.TEMPORAL	17.8	39.33	PLANTADO	13.96	44.21	-1.3	8.72	6.21		8.72
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	PLANTADO	13.96	44.21	C.CALIDAD	12.01	35.62	4.4	10.54	8.81		10.54
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	C.CALIDAD	12.01	35.62	PROD.TERM.	7.42	26.05	2.1	14.17	10.62		14.17
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	CT1	2.1	31.12	B1	2.46	26.02	-14.4	5.45	5.11		5.45
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	B1	2.46	26.02	CT1	2.10	31.12	-14.4	5.45	5.11		5.45
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	BORDADO	5.18	43.76	CT1	2.10	31.12	4.1	15.72	13.01		15.72
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	CT1	2.10	31.12	BORDADO	5.18	43.76	4.1	15.72	13.01		15.72
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APARADO	20.78	35.19	CT1	2.10	31.12	0.2	22.75	19.12		22.75
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	CT1	2.10	31.12	APARADO	20.78	35.19	0.2	22.75	19.12		22.75
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado y c. manual a la bodega 1	EMPASY C.MAN.	2.1	34.66	B1	2.46	26.02	-24.3	8.99	8.65		8.99
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	B1	2.46	26.02	EMPASY C.MAN.	2.1	34.66	-24.3	8.99	8.65		8.99
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	EMPASY C.MAN.	2.1	34.66	CT3	2.10	38.51	INF	3.85	3.85		3.85
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	CT3	2.10	38.51	EMPASY C.MAN.	2.1	34.66	INF.	3.85	3.85		3.85
Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	SERIGRF. Y ESTMP.	22.74	44.22	CT3	2.10	38.51	0.3	26.34	21.41		26.34
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	CT3	2.10	38.51	SERIGRF. Y ESTMP.	22.74	44.22	0.3	26.34	21.41		26.34
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	SERIGRF. Y	22.74	44.22	BORDADO	5.18	43.76	0.0	18.02	17.56	6.86	24.88
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	BORDADO	5.18	43.76	SERIGRF. Y ESTMP.	22.74	44.22	0.0	18.02	17.56	6.86	24.88
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	BORDADO	5.18	43.76	A.INFORMACIÓN	11.78	27.83	-2.4	22.53	17.24		22.53
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	APARADO	20.78	35.19	A.INFORMACIÓN	11.78	27.83	0.8	16.36	11.63		16.36
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	PLANTADO	13.96	44.21	A.INFORMACIÓN	11.78	27.83	7.5	18.57	16.53		18.57
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	C.CALIDAD	12.01	35.62	A.INFORMACIÓN	11.78	27.83	34.0	8.02	7.80		8.02

**Costo de mover material - modelo 3**

DESCRIPCIÓN		Velocidad de transporte (m/min) (1)	Movimientos (2)	Cantidad (pares) (3)	FLUJO (4)	Distancia entre puntos (m) (5)	DISTANCIA TOTAL (m) (6)	Tiempo de transporte (min) (7)	TIEMPO TOTAL (min) (8)	TIEMPO TOTAL (horas) (9)	Sueldo (\$/hora) (10)	Costo de movimiento (\$/lote) (11)	Costo de movimiento de flujo (\$/par) (12)
	Traslado desde bodega 1 a bodega 2	42.22	1	120	120	14.71	14.71	0.35	0.35	0.0058	3.10	0.0180	0.00015
	Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	42.22	1	120	120	14.71	14.71	0.35	0.35	0.0058	3.10	0.0180	0.00015
	Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	14.03	14.03	0.33	0.33	0.0055	3.10	0.0172	0.00014
	Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	42.22	1	120	120	14.03	14.03	0.33	0.33	0.0055	3.10	0.0172	0.00014
	Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	14.03	14.03	0.33	0.33	0.0055	3.10	0.0172	0.00014
Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte (T3) a bodega (B1)	55.25	1	120	120	12.85	12.85	0.23	0.23	0.0039	2.98	0.0115	0.00010
	Transporte de tela para capelladas desde (B1) al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	12.85	12.85	0.23	0.23	0.0039	2.98	0.0115	0.00010
Bordado de capelladas	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	46.78	3	40	120	8.32	24.97	0.18	0.53	0.0089	2.98	0.0265	0.00022
	Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	46.78	3	40	120	8.32	24.97	0.18	0.53	0.0089	2.98	0.0265	0.00022
C. plantillas de tela	Traslado desde área de corte (T3) a (B1)	55.25	1	120	120	12.85	12.85	0.23	0.23	0.0039	2.98	0.0115	0.00010
	Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	12.85	12.85	0.23	0.23	0.0039	2.98	0.0115	0.00010
Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) a la (B1)	54.95	1	120	120	14.03	14.03	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011
	Transporte de tela para tiras desde (B1) al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	54.95	1	120	120	14.03	14.03	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011
	Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	55.08	1	120	120	9.29	9.29	0.17	0.17	0.0028	2.98	0.0084	0.00007
Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T2) a (B1)	56.10	1	120	120	14.03	14.03	0.25	0.25	0.0042	2.98	0.0124	0.00010
	Transporte de tela para forros desde (B1) al área de corte (T2)	54.70	1	120	120	14.03	14.03	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0127	0.00011
Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	50.02	3	40	120	24.17	72.52	0.48	1.45	0.0242	4.21	0.1017	0.00085
	Traslado desde el área de aparado al área de bordado	51.24	2	40	120	24.17	48.34	0.47	0.94	0.0157	4.21	0.0662	0.00055
Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	49.44	3	40	120	21.75	65.26	0.44	1.32	0.0220	4.21	0.0926	0.00077
	Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	47.23	3	40	120	21.75	65.26	0.46	1.38	0.0230	4.21	0.0970	0.00081
Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	50.35	1	120	120	22.75	22.75	0.45	0.45	0.0075	4.21	0.0317	0.00026
	Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	50.35	1	120	120	22.75	22.75	0.45	0.45	0.0075	4.21	0.0317	0.00026
Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	53.87	3	40	120	22.01	66.02	0.41	1.23	0.0204	4.21	0.0860	0.00072
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	54.36	3	40	120	22.01	66.02	0.40	1.21	0.0202	4.21	0.0852	0.00071
Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	53.04	1	120	120	27.49	27.49	0.52	0.52	0.0086	4.21	0.0364	0.00030
	Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	49.73	1	120	120	27.49	27.49	0.55	0.55	0.0092	4.21	0.0388	0.00032
Alm. aparado	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	53.38	1	120	120	7.12	7.12	0.13	0.13	0.0022	4.21	0.0094	0.00008
Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	52.06	1	120	120	22.19	22.19	0.43	0.43	0.0071	2.98	0.0212	0.00018
	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	52.06	1	120	120	29.81	29.81	0.57	0.57	0.0095	2.98	0.0284	0.00024
	Traslado desde área de p. material al área de pulido	48.57	1	120	120	29.81	29.81	0.61	0.61	0.0102	2.98	0.0305	0.00025

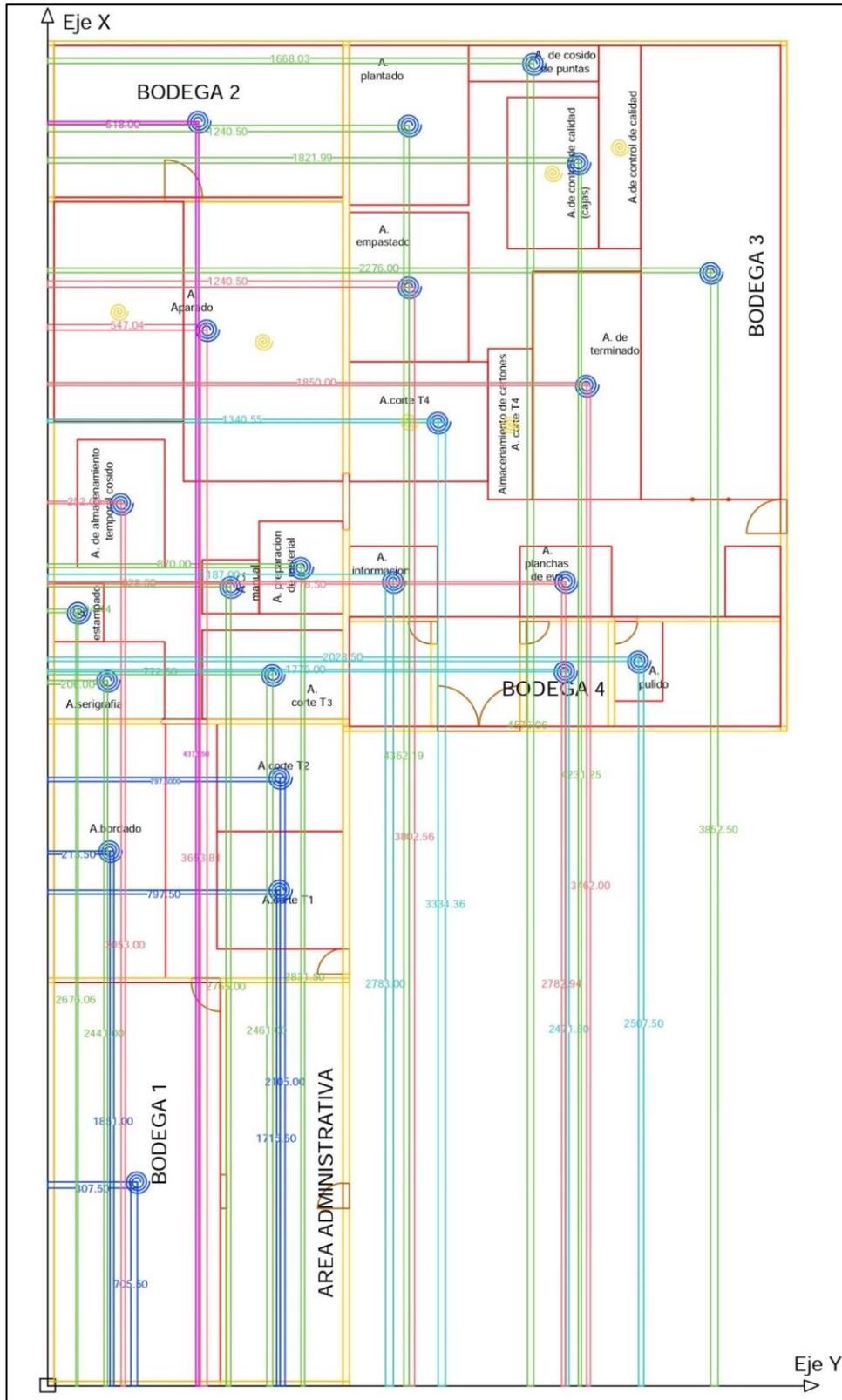
	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	48.57	1	120	120	22.19	22.19	0.46	0.46	0.0076	2.98	0.0227	0.00019
Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T2) a B1	55.91	1	120	120	14.03	14.03	0.25	0.25	0.0042	2.98	0.0125	0.00010
	Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	54.36	1	120	120	14.03	14.03	0.26	0.26	0.0043	2.98	0.0128	0.00011
	Transporta plantas de eva desde T2 al área de p. material (por tallas 36-37-38)	54.85	3	40	120	3.59	10.76	0.07	0.20	0.0033	2.98	0.0097	0.00008
	Traslado de p. material al área de corte (T2)	54.85	3	40	120	3.59	10.76	0.07	0.20	0.0033	2.98	0.0097	0.00008
	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	52.06	1	120	120	3.59	3.59	0.07	0.07	0.0011	2.98	0.0034	0.00003
Preparación de material	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	48.57	1	120	120	12.13	12.13	0.25	0.25	0.0042	2.98	0.0124	0.00010
	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	62.65	1	120	120	8.72	8.72	0.14	0.14	0.0023	2.98	0.0069	0.00006
Plantado	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	44.75	1	120	120	8.72	8.72	0.19	0.19	0.0032	2.98	0.0097	0.00008
	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	44.89	1	120	120	10.54	10.54	0.23	0.23	0.0039	2.98	0.0117	0.00010
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	44.93	1	120	120	14.17	14.17	0.32	0.32	0.0053	2.98	0.0157	0.00013
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	55.61	1	120	120	5.45	5.45	0.10	0.10	0.0016	2.98	0.0049	0.00004
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	55.61	1	120	120	5.45	5.45	0.10	0.10	0.0016	2.98	0.0049	0.00004
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	46.78	3	40	120	15.72	47.16	0.34	1.01	0.0168	2.98	0.0501	0.00042
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	46.78	3	40	120	15.72	47.16	0.34	1.01	0.0168	2.98	0.0501	0.00042
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	53.87	3	40	120	22.75	68.25	0.42	1.27	0.0211	4.21	0.0889	0.00074
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	53.87	3	40	120	22.75	68.25	0.42	1.27	0.0211	4.21	0.0889	0.00074
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado y c. manual a la bodega 1	55.82	1	120	120	8.99	8.99	0.16	0.16	0.0027	2.98	0.0080	0.00007
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	55.82	1	120	120	8.99	8.99	0.16	0.16	0.0027	2.98	0.0080	0.00007
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	55.00	3	40	120	3.85	11.56	0.07	0.21	0.0035	2.98	0.0104	0.00009
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	55.00	3	40	120	3.85	11.56	0.07	0.21	0.0035	2.98	0.0104	0.00009
Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	55.37	3	40	120	26.34	79.02	0.48	1.43	0.0238	2.98	0.0709	0.00059
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	55.37	3	40	120	26.34	79.02	0.48	1.43	0.0238	2.98	0.0709	0.00059
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	55.01	3	40	120	24.88	74.63	0.45	1.36	0.0226	2.98	0.0674	0.00056
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	55.01	3	40	120	24.88	74.63	0.45	1.36	0.0226	2.98	0.0674	0.00056
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	51.53	1	120	120	22.53	22.53	0.44	0.44	0.0073	2.98	0.0217	0.00018
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	54.81	1	120	120	16.36	16.36	0.30	0.30	0.0050	2.98	0.0148	0.00012
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	51.71	1	120	120	18.57	18.57	0.36	0.36	0.0060	2.98	0.0178	0.00015
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	51.85	1	120	120	8.02	8.02	0.15	0.15	0.0026	2.98	0.0077	0.00006
<b>Nomenclatura: m:</b> metros ; <b>d:</b> distancia													
		<b>Distancia Total (m):</b>			1596.35			<b>Distancia proceso principal (m):</b>			1006.23		
		<b>Tiempo Total (min):</b>			31.00			<b>Tiempo proceso principal (min) :</b>			19.94		

**Matriz de costo de movimiento de flujo de material – modelo3**

N°	Áreas	HACIA															
		1	2	3	4	5	6.1	6.2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DESDE	1 Bodega 1		0.00015	0.00019		0.00060	0.00032							0.00004	0.00007		
	2 Bodega 2	0.00015															
	3 A. corte T3	0.00019			0.00022		0.00071								0.00009	0.00059	
	4 A. bordado			0.00022			0.00085							0.00042		0.00056	0.00018
	5 A. corte T2	0.00046					0.00081		0.00018	0.00011				0.00007			
	6.1 A. aparado	0.00030		0.00072	0.00055	0.00077		0.00008						0.00026			0.0001
	6.2 A.almacena miento temporal										0.00008						
	7 A. pulido					0.00019						0.00024					
	8 A. empastado					0.00008			0.00025			0.00010					
	9 A. plantado							0.00006					0.00010				0.00015
	10 A. cntrl. de calidad													0.00013			0.00006
	11 A.producto terminado																
	12 A. corte T1	0.00004			0.00042			0.00026									
	13 A.prep. de material y c.manual	0.00007		0.00009				0.00074									
	14 Á. de serigrafía y estampado			0.00059	0.00056												
15 A.informació n																	

**ANEXO 16. Malla de la distribución de instalaciones - modelo 3**

**ANEXO 17. Cálculos para la obtención de la matriz de distancia y costo de la distribución de instalaciones anterior**



**Gráfica de coordenadas de los centro de los departamentos de la distribución anterior**

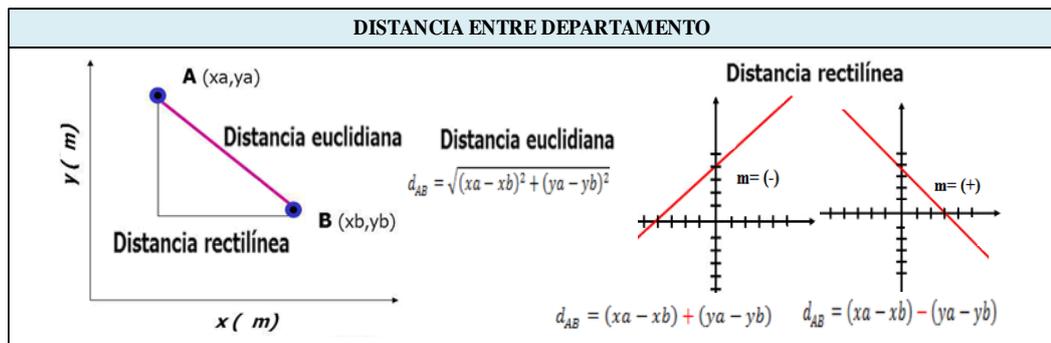
### Coordenadas de las áreas de trabajo – distribución de instalaciones anterior

N°	Áreas	X (cm)	Y (cm)	X (m)	Y (m)
1	Bodega 1	307.50	705.50	3.08	7.06
2	Bodega 2	518.00	4375.50	5.18	43.76
3	Bodega 3	2276.00	3852.50	22.76	38.53
4	Bodega 4	1776.00	2471.50	17.76	24.72
5	Área de corte T2	797.50	2105.00	7.98	21.05
6	Área bordado	213.50	1851.00	2.14	18.51
7	Área de corte T3	772.50	2461.00	7.73	24.61
8	Área de corte T1	797.50	1715.50	7.98	17.16
9	Área de corte T4	1340.49	3334.36	13.40	33.34
10	Área eva - Bodega 3	1778.50	2782.94	17.79	27.83
11	Área aparado	547.04	3653.81	5.47	36.54
12	Á.almacenamiento temporal	252.00	3053.00	2.52	30.53
13	Área de pulido	2028.50	2507.50	20.29	25.08
14	Área de prep. de material	1240.50	3802.56	12.41	38.03
15	Área de plantado	1240.50	4362.19	12.41	43.62
16	Á.cosido de puntas	1668.03	4576.06	16.68	45.76
17	Á. control de calidad	1821.99	4231.25	18.22	42.31
18	Área de terminado	1850.00	3462.00	18.50	34.62
19	Á. empastado	870.00	2831.50	8.70	28.32
20	Área de corte manual	628.50	2765.00	6.29	27.65
21	Área de serigrafía	206.00	2441.00	2.06	24.41
22	Área de estampado	104.44	2676.06	1.04	26.76
23	Área de información	1187.00	2783.00	11.87	27.83

### Centroides de las áreas de trabajo con figuras compuestas – distribución anterior

APARADO		CENTRO DE CALIDAD		CORTE T4																			
IZQUIERDA (CM)	DERECHA (CM)	ALMACENAMIENTO DE CAJAS (CM)	PUESTO DE TRABAJO (CM)	PUESTO DE TRABAJO (CM)	ALMC. ESPONJAS (CM)																		
LARGO 760.00	LARGO 967.00	LARGO 523.78	LARGO 703.00	LARGO 414.00	LARGO 522.00																		
ANCHO 444.47	ANCHO 547.50	ANCHO 313.06	ANCHO 144.94	ANCHO 475.50	ANCHO 152.50																		
CENTRO X 244.23	CENTRO X 740.25	CENTRO X 1734.03	CENTRO X 1963.53	CENTRO X 1240.50	CENTRO X 1587.75																		
CENTRO Y 3717.00	CENTRO Y 3613.50	CENTRO Y 4196.92	CENTRO Y 4286.50	CENTRO Y 3337.00	CENTRO Y 3327.82																		
<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">CENTROIDE</th></tr> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>547.04</td><td>3653.81</td></tr> </tbody> </table>		CENTROIDE		X	Y	547.04	3653.81	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">CENTROIDE</th></tr> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1821.99</td><td>4231.25</td></tr> </tbody> </table>		CENTROIDE		X	Y	1821.99	4231.25	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">CENTROIDE</th></tr> <tr><th>X</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1340.49</td><td>3334.36</td></tr> </tbody> </table>		CENTROIDE		X	Y	1340.49	3334.36
CENTROIDE																							
X	Y																						
547.04	3653.81																						
CENTROIDE																							
X	Y																						
1821.99	4231.25																						
CENTROIDE																							
X	Y																						
1340.49	3334.36																						

### Distancia entre departamentos - distribución de instalaciones anterior



		TRANSPORTE	DESD E	X (m)	Y (m)	HACI A	X (m)	Y (m)	PENDI ENTE (m= ±)	D. RECT ILÍNE A (m)	D. EUCL IDEA DA (m)	D. ADIC IONA L (m)	D. TOTA L (m)
		Traslado desde bodega 1 a bodega 2	B1	3.08	7.06	B2	5.18	43.76	17.4	38.81	36.76		38.81
		Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	B2	5.18	43.76	B1	3.08	7.06	17.4	38.81	36.76		38.81
		Traslado desde bodega 1 a bodega 3	B1	3.08	7.06	B3	22.76	38.53	1.6	51.16	37.12		51.16
		Transporte de materia prima desde bodega 3 a bodega 1	B3	22.76	38.53	B1	3.08	7.06	1.6	51.16	37.12		51.16
		Traslado desde bodega 1 a bodega 4	B1	3.08	7.06	B4	17.76	24.72	1.2	32.35	22.97	22.06	54.41
		Transporte de materia prima desde bodega 4 a bodega 1	B4	17.76	24.72	B1	3.08	7.06	1.2	32.35	22.97	22.06	54.41
APARADO	Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte T2 a bodega (B1)	CT2	7.98	21.05	B1	3.08	7.06	2.9	18.90	14.83		18.90
		Transporte de tela para capelladas desde B1 al área de corte (T2)	B1	3.08	7.06	CT2	7.98	21.05	2.9	18.90	14.83		18.90
	Bordado de capelladas	Traslado desde el área de bordado al área de corte T2	BORD ADO	2.14	18.51	CT2	7.98	21.05	0.4	8.38	6.37		8.38
		Transporte de capelladas desde área de corte (T2) al área de bordado	CT2	7.98	21.05	BORD ADO	2.14	18.51	0.4	8.38	6.37		8.38
	Corte de plantillas de	Traslado desde área de corte T2 a B1	CT2	7.98	21.05	B1	3.08	7.06	2.9	18.90	14.83		18.90
		Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T2)	B1	3.08	7.06	CT2	7.98	21.05	2.9	18.90	14.83		18.90
	Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T3) a la B1	CT3	7.73	24.61	B1	3.08	7.06	3.8	22.21	18.16		22.21
		Transporte de tela para tiras desde B1 al área de corte de tiras en la prensadora (T3)	B1	3.08	7.06	CT3	7.73	24.61	3.8	22.21	18.16		22.21
		Transporte de tiras desde el área de corte (T3) al área de almacenamiento de tiras(T1)	CT3	7.73	24.61	CT1	7.98	17.16	-29.8	7.71	7.46	6.07	13.78
	Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	CT4	13.405	33.344	B3	22.76	38.53	0.6	14.54	10.69	5.50	20.03
		Transporte de tela para forros desde B3 al área de corte (T4)	B3	22.76	38.525	CT4	13.40	33.34	0.6	14.54	10.69	5.50	20.03
	Capelladas bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	BORD ADO	2.14	18.51	APAR ADO	5.47	36.54	5.4	21.36	18.33		21.36
		Traslado desde el área de aparado al área de bordado	APAR ADO	5.4704	36.538	BORD ADO	2.14	18.51	5.4	21.36	18.33		21.36
	Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T4)	APAR ADO	5.4704	36.538	CT4	13.40	33.34	-0.4	11.13	8.55	5.50	16.63
		Transportar forros desde estantería área de corte (T4) al área de aparado	CT4	13.405	33.344	APAR ADO	5.47	36.54	-0.4	11.13	8.55	5.50	16.63
	Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APAR ADO	5.4704	36.538	CT1	7.98	17.16	-7.7	21.89	19.54		21.89
		Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	CT1	7.975	17.155	APAR ADO	5.47	36.54	-7.7	21.89	19.54		21.89
	Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	APAR ADO	5.4704	36.538	CT2	7.98	21.05	-6.2	17.99	15.69		17.99
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	CT2	7.98	21.05	APAR ADO	5.47	36.54	-6.2	17.99	15.69		17.99
	Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B3	APAR ADO	5.4704	36.538	B3	22.76	38.53	0.1	19.28	17.40	11.89	31.16
Transportar plantas premium desde B3 al área de aparado		B3	22.76	38.525	APAR ADO	5.47	36.54	0.1	19.28	17.40	11.89	31.16	
Almacenamiento	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	APAR ADO	5.4704	36.538	ALM.T EMP	2.52	30.53	2.0	8.96	6.69	2.49	11.44	
Corte de tacos	Traslado desde el área de corte (T4) al área de planchas de eva	CT4	13.405	33.344	PLAN CH.EV A	17.79	27.83	-1.3	9.89	7.04		9.89	
	Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)	PLAN CH.EV A	17.785	27.829	CT4	13.40	33.34	-1.3	9.89	7.04		9.89	

Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T4) al área de pulido	CT4	13.405	33.344	PULID O	20.29	25.08	-1.2	15.15	10.76		15.15
	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de prep. de material	PULID O	20.285	25.075	PREP. MAT.	12.41	38.03	-1.6	20.83	15.16		20.83
	Traslado desde área de prep. material al área de pulido	PREP. MAT.	12.405	38.026	PULID O	20.29	25.08	-1.6	20.83	15.16		20.83
	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T4)	PULID O	20.285	25.075	CT4	13.40	33.34	-1.2	15.15	10.76		15.15
Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	CT4	13.405	33.344	B3	22.76	38.53	0.6	14.54	10.69	5.50	20.03
	Transportar planchas de eva desde B3 al área de corte (T4)	B3	22.76	38.525	CT4	13.40	33.34	0.6	14.54	10.69	5.50	20.03
	Transporta plantas de eva desde T4 al área de prep. material (por tallas 36-37-38)	CT4	13.405	33.344	PREP. MAT.	12.41	38.03	-4.7	5.68	4.79	3.42	9.10
	Traslado de prep. material al área de corte (T4)	PREP. MAT.	12.405	38.026	CT4	13.40	33.34	-4.7	5.68	4.79	3.42	9.10
C.de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	CT4	13.405	33.344	B3	22.76	38.53	0.6	14.54	10.69	5.50	20.03
	Transportar planchas de esponja desde la bodega (B3) al área de corte (T4)	B3	22.76	38.525	CT4	13.40	33.34	0.6	14.54	10.69	5.50	20.03
Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T4) al área de pre.material	CT4	13.405	33.344	PREP. MAT.	12.41	38.03	-4.7	5.68	4.79	3.42	9.10
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de prep. material al área de plantado	PREP. MAT.	12.405	38.026	PLAN TADO	12.41	43.62	INF	5.60	5.60		5.60
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	PLAN TADO	12.405	43.622	ALM.T EMPO RAL	2.52	30.53	1.3	22.98	16.40	5.42	28.40
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	ALM.T EMPO RAL	2.52	30.53	PLAN TADO	12.41	43.62	1.3	22.98	16.40	5.42	28.40
	Transportar cajas de cortes desde el área de plantado al área de cosido de puntas	PLAN TADO	12.405	43.622	COSD. PUNT AS	16.68	45.76	0.5	6.41	4.78		6.41
	Transportar cajas de cortes desde el área de cosido de puntas al área de plantado	COSD. PUNT AS	16.68	45.761	PLAN TADO	12.41	43.62	0.5	6.41	4.78		6.41
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	PLAN TADO	12.405	43.622	C.CAL IDAD	18.22	42.31	-0.2	7.12	5.96	2.49	9.61
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	C.CAL IDAD	18.22	42.313	PROD. TERM.	18.50	34.62	-27.5	7.97	7.70		7.97
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	CT1	7.975	17.155	B1	3.08	7.06	2.1	15.00	11.23		15.00
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	B1	3.08	7.06	CT1	7.98	17.16	2.1	15.00	11.23		15.00
	Transporte desde área de corte T1 al área de corte T2(estante)	CT1	7.98	17.155	CT2	7.98	21.05	INF	3.90	3.90		3.90
	Transporte desde área de corte T2 al área de corte T1	CT2	7.98	21.05	CT1	7.98	17.16	INF	3.90	3.90		3.90
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (CT1-CT2)	BORD ADO	2.14	18.51	CT2	7.98	21.05	0.4	8.38	6.37		8.38
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1-CT2) al área de bordado	CT2	7.98	21.05	BORD ADO	2.14	18.51	0.4	8.38	6.37		8.38
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (CT1-CT2)	APAR ADO	5.4704	36.538	CT2	7.98	21.05	-6.2	17.99	15.69		17.99
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (CT1-CT2) al área de aparado	CT2	7.98	21.05	APAR ADO	5.47	36.54	-6.2	17.99	15.69		17.99
Empastado	Transporte desde el área de empastado a la bodega 1	ESTAM P	8.7	28.315	B1	3.08	7.06	3.8	26.89	21.99		26.89
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado	B1	3.08	7.06	ESTAM P	8.7	28.315	3.8	26.89	21.99		26.89
	Transporte desde el área de empastado al área de corte T2	ESTAM P	8.7	28.315	CT2	7.98	21.05	10.0	7.99	7.30	6.57	14.56
	Transporte desde el área de corte T2 al área de empastado	CT2	7.98	21.05	ESTAM P	8.7	28.315	10.0	7.99	7.30	6.57	14.56

Corte Manual	Transporte desde el área de corte manual a la bodega 1	C.MA NUAL	6.285	27.65	B1	3.08	7.06	6.4	23.81	20.84		23.81
	Transporte de tela desde B1 al área de corte manual	B1	3.08	7.06	C.MA NUAL	6.285	27.65	6.4	23.81	20.84		23.81
	Transporte de piezas desde área de corte manual al área de corte (T2)-(estantes)	C.MA NUAL	6.285	27.65	CT2	7.98	21.05	-3.9	8.29	6.81	3.19	11.48
	Transporte de piezas desde área de corte (T2) al área de corte manual	CT2	7.98	21.05	C.MA NUAL	6.285	27.65	-3.9	8.29	6.81	3.19	11.48
Serigrafía	Transporte desde el a. serigrafía al área de corte (T2)	SERIG RAF.	2.06	24.41	CT2	7.98	21.05	-0.6	9.28	6.80		9.28
	Transporte desde área de corte (T2) a serigrafía	CT2	7.98	21.05	SERIG RAF.	2.06	24.41	-0.6	9.28	6.80		9.28
	Transporte desde serigrafía al área de bordado (estantes)	SERIG RAF.	2.06	24.41	BORD ADO	2.14	18.51	-78.7	5.98	5.90	5.26	11.24
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía	BORD ADO	2.14	18.51	SERIG RAF.	2.06	24.41	-78.7	5.98	5.90	5.26	11.24
Estampado	Transporte desde el área de estampado al área de corte (T2)	ESTA MP.	1.04	26.76	CT2	7.98	21.05	-0.8	12.64	8.98		12.64
	Transporte desde área de corte (T2) al área de estampado	CT2	7.98	21.05	ESTA MP.	1.04	26.76	-0.8	12.64	8.98		12.64
	Transporte desde el área de estampado al área de bordado (estantes)	ESTA MP.	1.04	26.76	BORD ADO	2.14	18.51	-7.6	9.34	8.32	5.11	14.45
	Transporte desde área de bordado el área de estampado	BORD ADO	2.14	18.51	ESTA MPAD O	1.04	26.76	-7.6	9.34	8.32	5.11	14.45
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	BORD ADO	2.14	18.51	INFOR MACI	11.87	27.83	1.0	19.06	13.48	5.53	24.59
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	APAR ADO	5.4704	36.538	INFOR MACI	11.87	27.83	-1.4	15.11	10.81		15.11
	Transporte desde el á. de plantado hasta el área de información	PLAN TADO	12.405	43.622	INFOR MACI	11.87	27.83	29.5	16.33	15.80	5.42	21.75
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	C.CAL IDAD	18.22	42.313	INFOR MACI	11.87	27.83	2.3	20.83	15.81		20.83

**Costo de mover material – distribución anterior**

	DESCRIPCIÓN	Velocidad de transporte (metros/min)	Movimientos	Cantidad (pares)	FLUJO	Distancia entre puntos (m)	DISTANCIA TOTAL (m)	Tiempo por traslado (min)	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO TOTAL (horas)	Sueldo (\$/hora)	Costo de mover (\$/lote)	Costo de mover (\$/par)
	Traslado desde bodega 1 a bodega 2	42.22	1	120	120	38.81	38.81	0.92	0.92	0.0153	3.10	0.0475	0.00040
	Transporte de materia prima desde bodega 2 a bodega 1	42.22	1	120	120	38.81	38.81	0.92	0.92	0.0153	3.10	0.0475	0.00040
	Traslado desde bodega 1 a bodega 3	41.70	1	120	120	51.16	51.16	1.23	1.23	0.0204	3.10	0.0634	0.00053
	Transporte de materia prima desde bodega 3 a bodega 1	41.70	1	120	120	51.16	51.16	1.23	1.23	0.0204	3.10	0.0634	0.00053
	Traslado desde bodega 1 a bodega 4	42.03	1	120	120	54.41	54.41	1.29	1.29	0.0216	3.10	0.0669	0.00056
	Transporte de materia prima desde bodega 4 a bodega 1	42.03	1	120	120	54.41	54.41	1.29	1.29	0.0216	3.10	0.0669	0.00056
Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte T2 a bodega (B1)	55.25	1	0-120	120	18.90	18.90	0.34	0.34	0.0057	2.98	0.0170	0.00014
	Transporte de tela para capelladas desde B1 al área de corte (T2)	55.25	1	120	120	18.90	18.90	0.34	0.34	0.0057	2.98	0.0170	0.00014
Bordado de capelladas	Traslado desde el área de bordado al área de corte T2	46.78	3	0-40	120	8.38	25.14	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0267	0.00022
	Transporte de capelladas desde área de corte (T2) al área de bordado	46.78	3	40	120	8.38	25.14	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0267	0.00022
Corte de plantillas de tela	Traslado desde área de corte T2 a B1	55.25	1	0-120	120	18.90	18.90	0.34	0.34	0.0057	2.98	0.0170	0.00014
	Transporte de tela para plantillas desde la B1 al área de corte (T2)	55.25	1	120	120	18.90	18.90	0.34	0.34	0.0057	2.98	0.0170	0.00014
Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T3) a la B1	54.95	1	0-120	120	22.21	22.21	0.40	0.40	0.0067	2.98	0.0201	0.00017
	Transporte de tela para tiras desde B1 al área de corte de tiras en la prensadora (T3)	54.95	1	120	120	22.21	22.21	0.40	0.40	0.0067	2.98	0.0201	0.00017
	Transporte de tiras desde el área de corte (T3) al área de almacenamiento de tiras(T1)	55.08	1	120	120	13.78	13.78	0.25	0.25	0.0042	2.98	0.0124	0.00010
Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	56.10	1	0-120	120	20.03	20.03	0.36	0.36	0.0060	2.98	0.0177	0.00015
	Transporte de tela para forros desde B3 al área de corte (T4)	54.70	1	120	120	20.03	20.03	0.37	0.37	0.0061	2.98	0.0182	0.00015
Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	50.02	3	40	120	21.36	64.09	0.43	1.28	0.0214	4.21	0.0899	0.00075
	Traslado desde el área de aparado al área de bordado	51.24	2	40	120	21.36	42.73	0.42	0.83	0.0139	4.21	0.0585	0.00049
Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T4)	49.44	3	40	120	16.63	49.88	0.34	1.01	0.0168	4.21	0.0708	0.00059
	Transportar forros desde estantería área de corte (T4) al área de aparado	47.23	3	40	120	16.63	49.88	0.35	1.06	0.0176	4.21	0.0741	0.00062
Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	50.35	1	120	120	21.89	21.89	0.43	0.43	0.0072	4.21	0.0305	0.00025
	Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	50.35	1	120	120	21.89	21.89	0.43	0.43	0.0072	4.21	0.0305	0.00025
Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	53.87	3	40	120	17.99	53.98	0.33	1.00	0.0167	4.21	0.0703	0.00059
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	54.36	3	40	120	17.99	53.98	0.33	0.99	0.0165	4.21	0.0697	0.00058
Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B3	53.04	1	120	120	31.16	31.16	0.59	0.59	0.0098	4.21	0.0412	0.00034
	Transportar plantas premium desde B3 al área de aparado	49.73	1	120	120	31.16	31.16	0.63	0.63	0.0104	4.21	0.0440	0.00037
Almacenamiento aparado	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	53.38	1	120	120	11.44	11.44	0.21	0.21	0.0036	4.21	0.0150	0.00013
Corte de tacos	Traslado desde el área de corte (T4) al área de planchas de eva	55.75	1	120	120	9.89	9.89	0.18	0.18	0.0030	2.98	0.0088	0.00007
	Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)	51.46	1	120	120	9.89	9.89	0.19	0.19	0.0032	2.98	0.0095	0.00008
Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T4) al área de pulido	55.68	1	120	120	15.15	15.15	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0135	0.00011
	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de preparación de material	51.61	1	120	120	20.83	20.83	0.40	0.40	0.0067	2.98	0.0200	0.00017
	Traslado desde área de preparación de material al área de pulido	55.58	1	120	120	20.83	20.83	0.37	0.37	0.0062	2.98	0.0186	0.00016
	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T4)	55.68	1	120	120	15.15	15.15	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0135	0.00011

Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T4) al área de planchas de eva	55.91	1	120	120	20.03	20.03	0.36	0.36	0.0060	2.98	0.0178	0.00015
	Transportar planchas de eva desde B3 (área de eva) al área de corte (T4)	54.36	1	120	120	20.03	20.03	0.37	0.37	0.0061	2.98	0.0183	0.00015
	Transporta plantas de cartón desde T4 al área de prep. material (por tallas 36-37-38)	54.85	3	40	120	9.10	27.31	0.17	0.50	0.0083	2.98	0.0247	0.00021
	Traslado desde el a. preparación de material al área de corte (T4)	54.85	3	40	120	9.10	27.31	0.17	0.50	0.0083	2.98	0.0247	0.00021
Corte de plantas de esponja	Traslado desde el área de corte (T4) a B3	54.92	1	120	120	20.03	20.03	0.36	0.36	0.0061	2.98	0.0181	0.00015
	Transportar planchas de esponja desde la bodega (B3) al área de corte (T4)	53.51	1	120	120	20.03	20.03	0.37	0.37	0.0062	2.98	0.0186	0.00015
Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T4) al área de preparación de material	52.06	1	120	120	9.10	9.10	0.17	0.17	0.0029	2.98	0.0087	0.00007
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de preparación de material al área de plantado	48.57	1	120	120	5.60	5.60	0.12	0.12	0.0019	2.98	0.0057	0.00005
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	62.65	1	120	120	28.40	28.40	0.45	0.45	0.0076	2.98	0.0225	0.00019
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	44.75	1	120	120	28.40	28.40	0.63	0.63	0.0106	2.98	0.0315	0.00026
	Transportar cajas de cortes desde el área de plantado al área de cosido de puntas	42.50	1	120	120	6.41	6.41	0.15	0.15	0.0025	2.98	0.0075	0.00006
	Transportar cajas de cortes desde el área de cosido de puntas al área de plantado	44.52	1	120	120	6.41	6.41	0.14	0.14	0.0024	2.98	0.0072	0.00006
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	44.89	1	120	120	9.61	9.61	0.21	0.21	0.0036	2.98	0.0106	0.00009
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	44.93	1	120	120	7.97	7.97	0.18	0.18	0.0030	2.98	0.0088	0.00007
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	55.61	1	120	120	15.00	15.00	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0134	0.00011
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	55.61	1	120	120	15.00	15.00	0.27	0.27	0.0045	2.98	0.0134	0.00011
	Transporte desde área de corte T1 al área de corte T2(estante)	55.28	3	40	120	3.90	11.69	0.07	0.21	0.0035	2.98	0.0105	0.00009
	Transporte desde área de corte T2 al área de corte T1	55.28	3	40	120	3.90	11.69	0.07	0.21	0.0035	2.98	0.0105	0.00009
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1-CT2)	46.78	3	40	120	8.38	25.14	0.18	0.54	0.0090	2.98	0.0267	0.00022
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1-CT2) al área de bordado	46.78	2	40	120	8.38	16.76	0.18	0.36	0.0060	2.98	0.0178	0.00015
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1-CT2)	53.87	1	120	120	17.99	17.99	0.33	0.33	0.0056	4.21	0.0234	0.00020
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1-CT2) al área de aparado	54.36	1	120	120	17.99	17.99	0.33	0.33	0.0055	4.21	0.0232	0.00019
Preparación de material	Transporte desde el área de preparación material a la bodega 1	55.82	1	120	120	26.89	26.89	0.48	0.48	0.0080	2.98	0.0239	0.00020
	Transporte desde bodega 1 al área de preparación material	55.82	1	120	120	26.89	26.89	0.48	0.48	0.0080	2.98	0.0239	0.00020
	Transporte desde el área de preparación mat. al área de corte T2	55.00	3	40	120	14.56	43.68	0.26	0.79	0.0132	2.98	0.0394	0.00033
	Transporte desde el área de corte T2 al área de preparación mat.	55.00	3	40	120	14.56	43.68	0.26	0.79	0.0132	2.98	0.0394	0.00033
Corte Manual	Transporte desde el área de corte manual a la bodega 1	54.88	1	120	120	23.81	23.81	0.43	0.43	0.0072	2.98	0.0215	0.00018
	Transporte de tela desde B1 al área de corte manual	54.88	1	120	120	23.81	23.81	0.43	0.43	0.0072	2.98	0.0215	0.00018
	Transporte de piezas desde área de corte manual al área de corte (T2)-(estantes)	54.90	3	40	120	11.48	34.44	0.21	0.63	0.0105	2.98	0.0312	0.00026
	Transporte de piezas desde área de corte (T2) al área de corte manual	54.90	3	40	120	11.48	34.44	0.21	0.63	0.0105	2.98	0.0312	0.00026

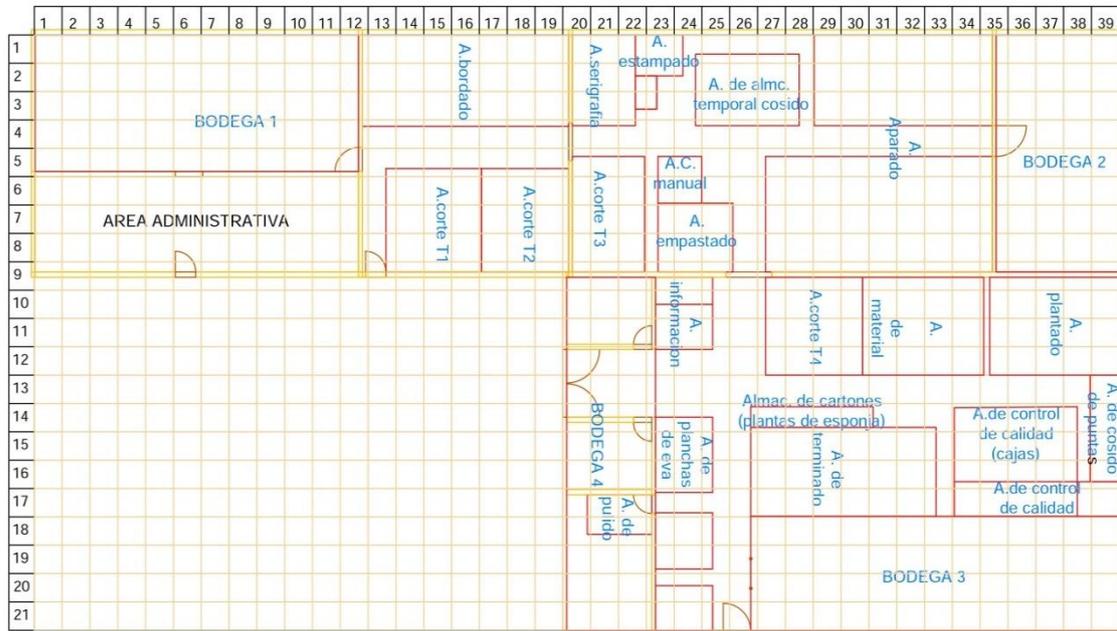
Serigrafía	Transporte desde el a. serigrafía al área de corte (T2)	55.37	3	40	120	9.28	27.83	0.17	0.50	0.0084	2.98	0.0250	0.00021	
	Transporte desde área de corte (T2) a serigrafía	55.37	3	40	120	9.28	27.83	0.17	0.50	0.0084	2.98	0.0250	0.00021	
	Transporte desde serigrafía al área de bordado (estantes)	55.01	3	40	120	11.24	33.71	0.20	0.61	0.0102	2.98	0.0304	0.00025	
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía	55.01	3	40	120	11.24	33.71	0.20	0.61	0.0102	2.98	0.0304	0.00025	
Estampado	Transporte desde el área de estampado al área de corte (T2)	54.51	3	40	120	12.64	37.92	0.23	0.70	0.0116	2.98	0.0346	0.00029	
	Transporte desde área de corte (T2) al área de estampado	54.51	3	40	120	12.64	37.92	0.23	0.70	0.0116	2.98	0.0346	0.00029	
	Transporte desde el área de estampado al área de bordado (estantes)	54.37	3	40	120	14.45	43.35	0.27	0.80	0.0133	2.98	0.0396	0.00033	
	Transporte desde área de bordado el área de estampado	54.37	3	40	120	14.45	43.35	0.27	0.80	0.0133	2.98	0.0396	0.00033	
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	51.53	1	120	120	24.59	24.59	0.48	0.48	0.0080	2.98	0.0237	0.00020	
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	54.81	1	120	120	15.11	15.11	0.28	0.28	0.0046	2.98	0.0137	0.00011	
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	51.71	1	120	120	21.75	21.75	0.42	0.42	0.0070	2.98	0.0209	0.00017	
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	51.85	1	120	120	20.83	20.83	0.40	0.40	0.0067	2.98	0.0200	0.00017	
Nomenclatura: m: metros ; d: distancia														
						<b>Distancia Total (m):</b>	2030.09	<b>Distancia proceso principal (m):</b>				1355.60		
						<b>Tiempo Total (min):</b>	39.78	<b>Tiempo proceso principal (min) :</b>				27.37		

Como se observa en esta tabla la distancia que se recorre en el proceso principal es cual se refiere al proceso de producción de pantuflas básicas de plantado premium es de 1355.60 metros cuyas distancias se calcularon con la ecuación de distancias rectilíneas de la cual al restarle los 81.98 metros que suman los transportes que se generan al área de información puesto que estos se hacen en la mayoría de los casos una vez al día se tiene que la distancia total que anteriormente se recorría es de 1273.62 metros que al ser compara con la distancia obtenida en el cursograma analítico de la distribución de instalaciones anterior (Tabla 18) la cual es de 1260.45 metros, se tiene una diferencia del 1%, lo cual no es muy significativo por lo que se puede decir que los costos de transporte que se calcula con los 1355.60 metros de recorrido es lo más aproximado al costo real de transporte que se tenía anteriormente, lo cual sucederá igualmente con los demás cálculos de este tipo.

### Matriz de costo de movimiento de flujo de material – distribución anterior

		HACIA																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
N°	Áreas	0.00040	0.00053	0.00056	0.00028	0.00017	0.00011	0.00017	0.00011	0.00046	0.00037									0.00020	0.00018			
1	Bodega 1																							
2	Bodega 2	0.00040																						
3	Bodega 3	0.00053																						
4	Bodega 4	0.00056																						
5	Área de corte T2	0.00028																						
6	Área bordado																							
7	Área de corte T3	0.00017																						
8	Área de corte T1	0.00011																						
9	Área de corte T4																							
10	Área eva - Bodega 3																							
11	Área apartado																							
12	Á. almacenamiento temporal																							
13	Área de pulido																							
14	Área de empastado																							
15	Área de plantado																							
16	Á. cosido de puntas																							
17	Á. control de calidad																							
18	Área de terminado																							
19	Á. prep. de material	0.0002																						
20	Á. de corte manual	0.00018																						
21	Área de serigrafía																							
22	Área de estampado																							
23	Área de información																							

**ANEXO 18. Malla de la distribución de instalaciones –anterior**



**ANEXO 19.** Distancias entre pasillos – actual



**ANEXO 20. Cálculos empleados para la obtención de la matriz de distancia y costo de la distribución de instalaciones actual**

**Coordenadas de los centroides - Modelo actual**

**Distancias faltantes - Modelo actual**

**Coordenadas de las áreas de trabajo – distribución de instalaciones actual**

N°	Áreas	X (cm)	Y (cm)	X (m)	Y (m)
1	Bodega 1	245.50	2601.99	2.46	26.02
2	Bodega 2	418.17	1303.96	4.18	13.04
3	Á. de corte 1- T3-T2	210.00	3851.20	2.10	38.51
4	Á. bordado	567.53	4312.43	5.68	43.12
5	Á. de corte 2- T2-T4	776.25	3326.46	7.76	33.26
6.1	Á. de aparado	2078.19	3518.66	20.78	35.19
6.2	Á. almacenamiento	1853.52	4249.36	18.54	42.49
7	Á. de pulido	2028.50	2507.68	20.29	25.08
8	Á. de preparación de material	653.20	3811.44	6.53	38.11
9	Á. de plantado	1396.00	4421.46	13.96	44.21
10	Á. control de calidad	1200.93	3562.31	12.01	35.62
11	Á. producto terminado	741.91	2604.50	7.42	26.05
12	Á. de corte T1	210.00	3111.82	2.10	31.12
13	Á. empastado y corte manual	893.54	3812.50	8.94	38.13
14	Á. de serigrafía y estampado	899.00	4447.68	8.99	44.48
15	Á. de información	1187.01	2782.74	11.87	27.83
16	Almacenamiento de telas	210.00	3465.98	2.10	34.66

**Centroides de las áreas de trabajo con figuras compuestas – distribución actual**

APARADO				BODEGA 2			
ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
LARGO	551.94	LARGO	765.00	LARGO	880.00	LARGO	571.00
ANCHO	180.00	ANCHO	920.00	ANCHO	992.00	ANCHO	1379.00
CENTRO X	2239.46	CENTRO X	2055.42	CENTRO X	518.00	CENTRO X	307.50
CENTRO Y	3932.72	CENTRO Y	3460.22	CENTRO Y	1843.00	CENTRO Y	706.36
<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>			
X		Y		X		Y	
2078.19		3518.66		418.17		1303.96	

BORDADO				ALMACENAMIENTO TEMP. APARADO			
IZQUIERDA		DERECHA		ARRIBA		ABAJO	
LARGO	762.00	LARGO	144.00	LARGO	433.00	LARGO	180.00
ANCHO	525.00	ANCHO	1379.00	ANCHO	275.00	ANCHO	360.00
CENTRO X	403.00	CENTRO X	899.00	CENTRO X	1893.50	CENTRO X	1780.06
CENTRO Y	4375.68	CENTRO Y	4185.00	CENTRO Y	4421.50	CENTRO Y	3933.03
<b>CENTROIDE</b>				<b>CENTROIDE</b>			
X		Y		X		Y	
567.53		4312.43		1853.52		4249.36	

**Distancia entre departamentos - distribución de instalaciones actual**

DISTANCIA ENTRE DEPARTAMENTOS												
<p><b>Distancia euclidiana</b> <math>d_{AB} = \sqrt{(xa - xb)^2 + (ya - yb)^2}</math></p> <p><b>Distancia rectilínea</b> <math>d_{AB} = (xa - xb) + (ya - yb)</math> (for m = -)</p> <p><math>d_{AB} = (xa - xb) - (ya - yb)</math> (for m = +)</p>												
TRANSPORTE	DESDE	X (m)	Y (m)	HACIA	X (m)	Y (m)	PENDIENTE (m=±)	D. RECTILÍNEA (m)	D. EUCLIDEANA (m)	D. ADICIONAL (m)	D. TOTAL (m)	
Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	2.46	26.02	CT2	7.76	33.26	1.4	12.55	8.98		12.55	
Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	CT2	7.76	33.26	B1	2.46	26.02	1.4	12.55	8.98		12.55	
Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	B1	2.46	26.02	CT2	7.76	33.26	1.4	12.55	8.98		12.55	
Traslado desde el á. almacenamiento a bodega 2	ALMC	2.10	34.66	B2	4.18	13.04	-10.4	23.70	21.72		23.70	
Transporte de tela para capelladas, plantas de tela y tiras desde bodega2 al a. de almacenamiento	B2	4.18	13.04	ALMC TELA	2.10	34.66	-10.4	23.70	21.72		23.70	
Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento	CT3	2.10	38.51	ALMC	2.10	34.66	INF	3.85	3.85		3.85
	Transporte de tela para capelladas desde el a. almacenamiento al área de corte (T3)	ALMC TELA	2.10	34.66	CT3	2.10	38.51	INF	3.85	3.85		3.85
Bordado de capil.	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	BORDADO	5.68	43.12	CT3	2.10	38.51	1.3	8.19	5.84		8.19
	Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	CT3	2.10	38.51	BORDADO	5.68	43.12	1.3	8.19	5.84		8.19
C.plantillas de tela	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento	CT3	2.10	38.51	ALMC	2.10	34.66	INF	3.85	3.85		3.85
	Transporte de tela para plantillas desde el a. almacenamiento al á. de corte (T3)	ALMC	2.10	34.66	CT3	2.10	38.51	INF	3.85	3.85		3.85
Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) al a. almacenamiento	CT2	7.76	33.26	ALMC	2.10	34.66	-0.2	7.06	5.83		7.06
	Transporte de tela para tiras desde el a. almacenamiento al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	ALMC TELA	2.10	34.66	CT2	7.76	33.26	-0.2	7.06	5.83		7.06
	Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	CT2	7.76	33.26	CT1	2.10	31.12	0.4	7.81	6.06		7.81
Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T2) al a. almacenamiento	CT2	7.763	33.26	ALMC	2.10	34.66	-0.2	7.06	5.83		7.06
	Transporte de tela para forros desde el a. almacenamiento al área de corte (T2)	ALMC	2.1	34.66	CT2	7.76	33.26	-0.2	7.06	5.83		7.06
Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al área de aparado	BORDADO	5.68	43.12	APARADO	20.78	35.19	-0.5	23.04	17.07		23.04
	Traslado desde el área de aparado al área de bordado	APARADO	20.78	35.19	BORDADO	5.68	43.12	-0.5	23.04	17.07		23.04
Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	APARADO	20.78	35.19	CT2	7.76	33.26	0.1	14.94	13.16	5.34	20.28
	Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	CT2	7.763	33.26	APARADO	20.78	35.19	0.1	14.94	13.16	5.34	20.28
Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de almacenamiento	APARADO	20.78	35.19	CT1	2.10	31.12	0.2	22.75	19.12		22.75
	Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de almacenamiento al área de aparado	CT1	2.1	31.12	APARADO	20.78	35.19	0.2	22.75	19.12		22.75

P	Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	APARADO	20.78	35.19	CT3	2.10	38.51	-0.2	22.01	18.98	3.57	25.58
		Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	CT3	2.10	38.51	APARADO	20.78	35.19	-0.2	22.01	18.98	3.57	25.58
	Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	APARADO	20.78	35.19	B1	2.46	26.02	0.5	27.49	20.49		27.49
		Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	B1	2.455	26.02	APARADO	20.78	35.19	0.5	27.49	20.49		27.49
	Almacén	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	APARADO	20.78	35.19	ALM. TMP. Cosido	18.54	42.49	-3.3	9.55	7.64		9.55
		Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	CT2	7.763	33.26	PULIDO	20.29	25.08	-0.7	20.71	14.96		20.71
	Pulido de tacos	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	PULIDO	20.29	25.08	P. MATERIAL	6.53	38.11	-0.9	26.79	18.95	3.76	30.55
		Traslado desde área de p. material al área de pulido	P. MATERIAL	6.532	38.11	PULIDO	20.29	25.08	-0.9	26.79	18.95	3.76	30.55
		Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	PULIDO	20.29	25.08	CT2	7.76	33.26	-0.7	20.71	14.96		20.71
	Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T2) a B1	CT2	7.763	33.26	B1	2.46	26.02	1.4	12.55	8.98		12.55
		Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	B1	2.455	26.02	CT2	7.76	33.26	1.4	12.55	8.98		12.55
		Transporta plantas de eva desde (T2) al área de p. material (por tallas 36-37-38)	CT2	7.763	33.26	P. MATERIAL	6.53	38.11	-3.9	6.08	5.00		6.08
		Traslado de p. material al área de corte (T2)	P. MATERIAL	6.532	38.11	CT2	7.76	33.26	-3.9	6.08	5.00		6.08
	Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	CT2	7.763	33.26	P. MATERIAL	6.53	38.11	-3.9	6.08	5.00		6.08
Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado		P. MATERIAL	6.532	38.11	PLANTADO	13.96	44.21	0.8	13.53	9.61		13.53	
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	PLANTADO	13.96	44.21	ALM. TEMPORAL	18.54	42.49	-0.4	6.30	4.89		6.30	
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	ALM. TEMPORAL	18.54	42.49	PLANTADO	13.96	44.21	-0.4	6.30	4.89		6.30	
Control de calidad	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	PLANTADO	13.96	44.21	C.CALIDAD	12.01	35.62	4.4	10.54	8.81		10.54	
	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	C.CALIDAD	12.01	35.62	PROD. TERM.	7.42	26.05	2.1	14.17	10.62		14.17	
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 a la bodega 1	CT1	2.1	31.12	ALMC	2.10	34.66	INF	3.54	3.54	4.40	7.94	
	Transporte desde la bodega 1 al área de corte T1	ALMC	2.10	34.66	CT1	2.10	31.12	INF	3.54	3.54	4.40	7.94	
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	BORDADO	5.68	43.12	CT1	2.10	31.12	3.4	15.58	12.53		15.58	
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	CT1	2.10	31.12	BORDADO	5.68	43.12	3.4	15.58	12.53		15.58	
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	APARADO	20.78	35.19	CT1	2.10	31.12	0.2	22.75	19.12		22.75	
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	CT1	2.10	31.12	APARADO	20.78	35.19	0.2	22.75	19.12		22.75	
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado y c. manual a la bodega 1	EMPASTADO Y C.MAN.	8.935	38.13	B1	2.10	34.66	0.5	10.30	7.66		10.30	
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	B1	2.10	34.66	EMPASTADO Y C.MAN.	8.935	38.13	0.5	10.30	7.66		10.30	
	Transporte desde el área de empastado y c. manual al área de corte T3	EMPASTADO Y C.MAN.	8.935	38.13	CT3	2.10	38.51	INF	6.45	6.85	3.57	10.02	
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	CT3	2.10	38.51	EMPASTADO Y C.MAN.	8.935	38.13	INF.	6.45	6.85	3.57	10.02	

Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	SERGF/ESTP.	8.99	44.48	CT3	2.10	38.51	0.9	12.85	9.11		12.85
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	CT3	2.10	38.51	SERGF/ESTP.	8.99	44.48	0.9	12.85	9.11		12.85
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	SERGF/ESTP.	8.99	44.48	BORDADO	5.68	43.12	0.4	4.67	3.58		4.67
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	BORDADO	5.68	43.12	SERGF/ESTP.	8.99	44.48	0.4	4.67	3.58		4.67
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	BORDADO	5.68	43.12	A.INFORMA	11.87	27.83	-2.5	21.49	16.50		21.49
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	APARADO	20.78	35.19	A.INFORMA	11.87	27.83	0.8	16.27	11.56		16.27
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	PLANTADO	13.96	44.21	A.INFORMA	11.87	27.83	7.8	18.48	16.52		18.48
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	C.CALIDAD	12.01	35.62	A.INFORMA	11.87	27.83	56.0	7.93	7.80		7.93

### Costo de mover material – distribución actual

DESCRIPCIÓN	Velocidad de transporte (m/min) (1)	Movimientos (pares) (2)	Cantidad (pares) (3)	FLUJO (4)	Distancia entre puntos (m) (5)	DISTANCIA TOTAL (m) (6)	Tiempo de transporte (min) (7)	TIEMPO TOTAL (min) (8)	TIEMPO TOTAL (horas) (9)	Suelo (\$/hora) (10)	Costo de movimiento (\$/lote) (11)	Costo de movimiento de flujo (\$/par) (12)	
Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	12.55	12.55	0.30	0.30	0.0050	3.10	0.0154	0.00013	
Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	42.22	1	120	120	12.55	12.55	0.30	0.30	0.0050	3.10	0.0154	0.00013	
Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	42.22	1	120	120	12.55	12.55	0.30	0.30	0.0050	3.10	0.0154	0.00013	
Traslado desde el á. almacenamiento a bodega 2	42.22	1	120	120	23.70	23.70	0.56	0.56	0.0094	3.10	0.0290	0.00024	
Transporte de tela desde bodega2 al a. de almacenamiento	42.22	1	120	120	23.70	23.70	0.56	0.56	0.0094	3.10	0.0290	0.00024	
Corte de capelladas	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento	55.25	1	120	120	3.85	3.85	0.07	0.07	0.0012	2.98	0.0035	0.00003
	Transporte de tela para capelladas desde el a. almacenamiento al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	3.85	3.85	0.07	0.07	0.0012	2.98	0.0035	0.00003
Bordado de capil.	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T3)	46.78	3	40	120	8.19	24.56	0.18	0.53	0.0088	2.98	0.0261	0.00022
	Transporte de capelladas desde área de corte (T3) al área de bordado	46.78	3	40	120	8.19	24.56	0.18	0.53	0.0088	2.98	0.0261	0.00022
C. plantillas de tela	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento	55.25	1	120	120	3.85	3.85	0.07	0.07	0.0012	2.98	0.0035	0.00003
	Transporte de tela para plantillas desde el a. almac. al área de corte (T3)	55.25	1	120	120	3.85	3.85	0.07	0.07	0.0012	2.98	0.0035	0.00003
Corte de tiras	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) al a. almacenamiento	54.95	1	120	120	7.06	7.06	0.13	0.13	0.0021	2.98	0.0064	0.00005
	Transporte de tela para tiras desde el a. almacenamiento al área de corte de tiras en la prensadora (T2)	54.95	1	120	120	7.06	7.06	0.13	0.13	0.0021	2.98	0.0064	0.00005
	Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)	55.08	1	120	120	7.81	7.81	0.14	0.14	0.0024	2.98	0.0070	0.00006
Corte de forros	Traslado desde el área de corte (T2) al a. almacenamiento	56.10	1	120	120	7.06	7.06	0.13	0.13	0.0021	2.98	0.0062	0.00005
	Transporte de tela para forros desde el a. almac. al á. de corte (T2)	54.70	1	120	120	7.06	7.06	0.13	0.13	0.0022	2.98	0.0064	0.00005
Capelladas Bordadas	Transporte de capelladas bordadas desde el área de bordado al a.de aparado	50.02	3	40	120	23.04	69.13	0.46	1.38	0.0230	4.21	0.0970	0.00081
	Traslado desde el área de aparado al área de bordado	51.24	2	40	120	23.04	46.09	0.45	0.90	0.0150	4.21	0.0631	0.00053

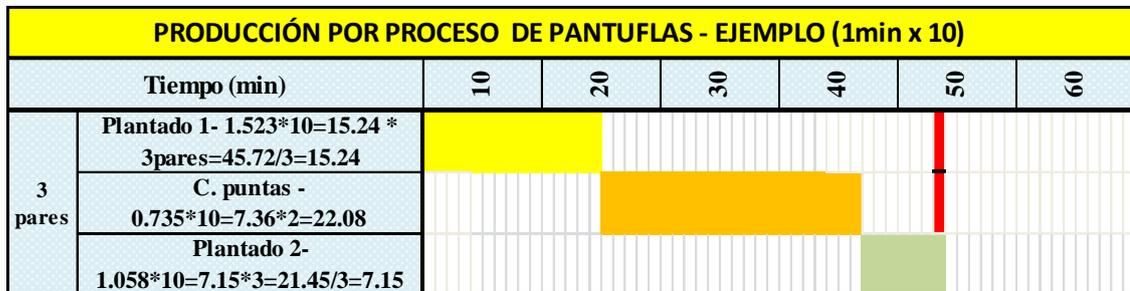
APARADO														
Forros	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	49.44	3	40	120	20.28	60.84	0.41	1.23	0.0205	4.21	0.0863	0.00072	
	Transportar forros desde estantería área de corte (T2) al área de aparado	47.23	3	40	120	20.28	60.84	0.43	1.29	0.0215	4.21	0.0904	0.00075	
Tiras	Traslado desde el área de aparado al área de almacenamiento	50.35	1	120	120	22.75	22.75	0.45	0.45	0.0075	4.21	0.0317	0.00026	
	Transportar tiras desde el almacenamiento de tiras desde el área de almacenamiento al área de aparado	50.35	1	120	120	22.75	22.75	0.45	0.45	0.0075	4.21	0.0317	0.00026	
Plantillas de tela	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T3)	53.87	3	40	120	25.58	76.74	0.47	1.42	0.0237	4.21	0.1000	0.00083	
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de aparado	54.36	3	40	120	25.58	76.74	0.47	1.41	0.0235	4.21	0.0991	0.00083	
Plantas premium	Traslado desde el área de cosido a la B1	53.04	1	120	120	27.49	27.49	0.52	0.52	0.0086	4.21	0.0364	0.00030	
	Transportar plantas premium desde B1 al área de aparado	49.73	1	120	120	27.49	27.49	0.55	0.55	0.0092	4.21	0.0388	0.00032	
Alm. aparado	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	53.38	1	120	120	9.55	9.55	0.18	0.18	0.0030	4.21	0.0126	0.00010	
Pulido de tacos	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	52.06	1	120	120	20.71	20.71	0.40	0.40	0.0066	2.98	0.0198	0.00016	
	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de p. material	52.06	1	120	120	30.55	30.55	0.59	0.59	0.0098	2.98	0.0291	0.00024	
	Traslado desde área de p. material al área de pulido	48.57	1	120	120	30.55	30.55	0.63	0.63	0.0105	2.98	0.0312	0.00026	
	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	48.57	1	120	120	20.71	20.71	0.43	0.43	0.0071	2.98	0.0212	0.00018	
Corte de plantas de eva	Traslado desde el área de corte (T2) a B1	55.91	1	120	120	12.55	12.55	0.22	0.22	0.0037	2.98	0.0111	0.00009	
	Transportar planchas de eva desde B1 al área de corte (T2)	54.36	1	120	120	12.55	12.55	0.23	0.23	0.0038	2.98	0.0115	0.00010	
	Transporta plantas de eva desde (T2) al área de p. material (por tallas 36-37-38)	54.85	3	40	120	6.08	18.24	0.11	0.33	0.0055	2.98	0.0165	0.00014	
	Traslado de p. material al área de corte (T2)	54.85	3	40	120	6.08	18.24	0.11	0.33	0.0055	2.98	0.0165	0.00014	
Preparación de material	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de p. material	52.06	1	120	120	6.08	6.08	0.12	0.12	0.0019	2.98	0.0058	0.00005	
	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de p. material al área de plantado	48.57	1	120	120	13.53	13.53	0.28	0.28	0.0046	2.98	0.0138	0.00012	
Plantado	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	62.65	1	120	120	6.30	6.30	0.10	0.10	0.0017	2.98	0.0050	0.00004	
	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	44.75	1	120	120	6.30	6.30	0.14	0.14	0.0023	2.98	0.0070	0.00006	
	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	44.89	1	120	120	10.54	10.54	0.23	0.23	0.0039	2.98	0.0117	0.00010	
Cntrl. calidad	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	44.93	1	120	120	14.17	14.17	0.32	0.32	0.0053	2.98	0.0157	0.00013	
Corte T1	Transporte desde el área de corte T1 al a. almacenamiento	55.61	1	120	120	7.94	7.94	0.14	0.14	0.0024	2.98	0.0071	0.00006	
	Transporte desde el a. almacenamiento al área de corte T1	55.61	1	120	120	7.94	7.94	0.14	0.14	0.0024	2.98	0.0071	0.00006	
	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	46.78	3	40	120	15.58	46.74	0.33	1.00	0.0167	2.98	0.0496	0.00041	
	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	46.78	3	40	120	15.58	46.74	0.33	1.00	0.0167	2.98	0.0496	0.00041	
	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	53.87	3	40	120	22.75	68.25	0.42	1.27	0.0211	4.21	0.0889	0.00074	
	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	53.87	3	40	120	22.75	68.25	0.42	1.27	0.0211	4.21	0.0889	0.00074	
Empastado y corte manual	Transporte desde el área de empastado material y c. manual a la bodega 1	55.82	1	120	120	10.30	10.30	0.18	0.18	0.0031	2.98	0.0092	0.00008	
	Transporte desde bodega 1 al área de empastado y c. manual	55.82	1	120	120	10.30	10.30	0.18	0.18	0.0031	2.98	0.0092	0.00008	
	Transporte desde el á.de empastado y c. manual al área de corte T3	55.00	3	40	120	10.02	30.07	0.18	0.55	0.0091	2.98	0.0271	0.00023	
	Transporte desde el área de corte T3 al área de empastado y c. manual	55.00	3	40	120	10.02	30.07	0.18	0.55	0.0091	2.98	0.0271	0.00023	

Serigrafía y estampado	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	55.37	3	40	120	12.85	38.56	0.23	0.70	0.0116	2.98	0.0346	0.00029
	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	55.37	3	40	120	12.85	38.56	0.23	0.70	0.0116	2.98	0.0346	0.00029
	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	55.01	3	40	120	4.67	14.00	0.08	0.25	0.0042	2.98	0.0126	0.00011
	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	55.01	3	40	120	4.67	14.00	0.08	0.25	0.0042	2.98	0.0126	0.00011
Información	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	51.53	1	120	120	21.49	21.49	0.42	0.42	0.0070	2.98	0.0207	0.00017
	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	54.81	1	120	120	16.27	16.27	0.30	0.30	0.0049	2.98	0.0147	0.00012
	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	51.71	1	120	120	18.48	18.48	0.36	0.36	0.0060	2.98	0.0177	0.00015
	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	51.85	1	120	120	7.93	7.93	0.15	0.15	0.0026	2.98	0.0076	0.00006
<b>Nomenclatura: m:</b> metros ; <b>d:</b> distancia													
		<b>Distancia Total (m):</b>		1403.00		<b>Distancia proceso principal (m):</b>		971.25					
		<b>Tiempo Total (min):</b>		27.54		<b>Tiempo proceso principal (min) :</b>		19.36					

## ANEXO 21. Malla de la distribución de instalaciones –actual

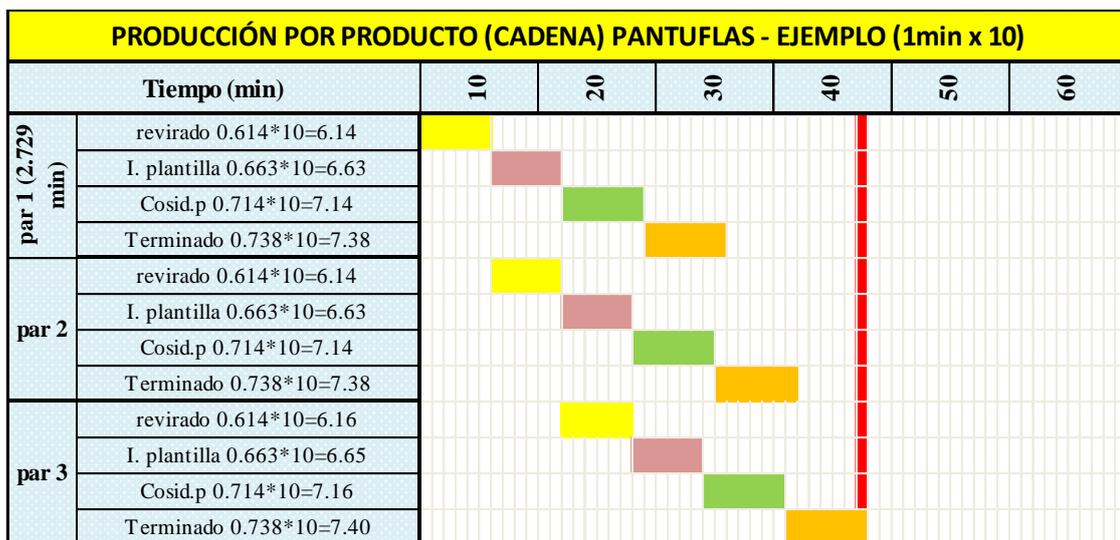
## ANEXO 22. Diferencia entre el tiempo de ciclo de la distribución por proceso y por producto

A continuación se muestra un ejemplo didáctico de la producción por proceso y por producto:



Tiempo de ciclo en 3 pares:  $(15.24 + 22.08 + 7.15) / 10 = 4.447$  min

Tiempo de ciclo en 120 pares:  $((1.523 \times 120) / 3) + (0.735 \times 120) + ((1.058 \times 120) / 3) = 191.44$  min



Tiempo de ciclo en 3 pares:  $(0.614 \times 3) + 0.663 + 0.714 + 0.738 = 3.957$  min

Tiempo de ciclo en 120 pares:  $(0.614 \times 120) + 0.663 + 0.714 + 0.738 = 75.795$  min

## ANEXO 23. Estudio de tiempos modificado

### Corte de capelladas (actual)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN				
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T3)			<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Troquelado de capelladas	<b>MÁQUINA:</b> Máquina prensadora (Chenfeng / CF- 52 BE)		<b>FECHA DE TERMINO:</b>	
			<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, troquel	<b>OBRERO:</b> Hombre		<b>TIEMPO :</b>	
			<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>MATERIAL:</b> Tela	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres	
ACTIVIDADES				T.E. [MIN]
1	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento		Tiempo manual	0.07
2	Transporte de tela para capelladas desde el a. almacenamiento al área de corte (T3)		Tiempo manual	0.07
3	Inspeccionar, acomodar la tela (4 capas) y seleccionar troqueles según lista de producción		Tiempo manual	4.40
4	Cortar capelladas e inspeccionar piezas troqueladas (3moldes -6pares)		Tiempo manual y de máquina	24.29
<b>Total (min):</b>				<b>28.82</b>

### Corte de plantillas de tela (actual)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN				
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T3)			<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Troquelado de plantillas de tela	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Máquina prensadora (Chenfeng / CF- 52 BE)		<b>FECHA DE TERMINO:</b>	
			<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, troquel	<b>OBRERO:</b> Hombre		<b>TIEMPO :</b>	
			<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela	
<b>PRODUCTO:</b> Plantillas de tela	<b>MATERIAL:</b> Tela	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres	
ACTIVIDADES				T.E. [MIN]
1	Traslado desde el área de corte (T3) al a. almacenamiento		Tiempo manual	0.07
2	Transporte de tela para plantillas desde el a. alm. al área de corte (T3)		Tiempo manual	0.07
3	Inspeccionar, acomodar la tela (2 capas) y seleccionar troqueles		Tiempo manual	2.93
4	Cortar plantillas de tela e inspeccionar piezas troqueladas (2 moldes)		Tiempo manual y de máquina	54.44
<b>Total (min):</b>				<b>57.51</b>

### Corte de tiras (actual)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN					
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CORTE (T2)			ESTUDIO #: 03		
OPERACIÓN: Troquelado de tiras	INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Troquel sogorbmac k5		FECHA DE TERMINO:		
HERRAMIENTAS: Tijera, troquel			FECHA DE COMIENZO:		
OBRERO: Hombre			TIEMPO :		
PRODUCTO: Tiras			ELABORADO POR: Freire Ángela		
MATERIAL: Tela	PARES:	120	COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres		
ACTIVIDADES					T.E. [MIN]
1	Traslado desde el área de corte de tiras (T2) al a. almacenamiento		Tiempo manual		0.13
2	Transporte de tela para tiras desde el a. almacenamiento al área de corte de tiras en la prensadora (T2)		Tiempo manual		0.13
3	Inspeccionar, acomodar la tela (2 capas) y seleccionar troqueles		Tiempo manual		2.31
4	Cortar tiras de tela e inspeccionar piezas troqueladas (2 moldes)		Tiempo manual y de máquina		28.08
5	Amarrado de tiras y puesta de tallas		Tiempo manual		0.35
6	Transporte de tiras desde el área de corte (T2) al área de almacenamiento de tiras(T1)		Tiempo manual		0.14
<b>Total (min):</b>					<b>31.14</b>

### Corte de forros (actual)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN					
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE CORTE (T2)			ESTUDIO #: 03		
OPERACIÓN: Troquelado de forros	INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Troquel sogorbmac k5		FECHA DE TERMINO:		
HERRAMIENTAS: Tijera, troquel			FECHA DE COMIENZO:		
OBRERO: Hombre			TIEMPO :		
PRODUCTO: Forros para capelladas			ELABORADO POR: Freire Ángela		
MATERIAL: Tela	PARES:	120	COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres		
ACTIVIDADES					T.E. [MIN]
1	Traslado desde el área de corte (T2) al a. almacenamiento		Tiempo manual		0.13
2	Transporte de tela para forros desde el a. alm. al á. de corte (T2)		Tiempo manual		0.13
3	Inspeccionar, acomodar la tela (4 capas) y seleccionar troqueles		Tiempo manual		2.74
4	Cortar forros e inspeccionar piezas troqueladas (1 molde)		Tiempo manual y de máquina		22.49
<b>Total (min):</b>					<b>25.49</b>

**Corte de tacos (actual)**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN			Pantufias <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> ECUADOR
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T2)		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Corte de tacos	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Troquel sogorbmac k5	<b>FECHA DE TERMINO:</b>	
		<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, Troquel	<b>OBRERO:</b> Hombre	<b>TIEMPO :</b>	
		<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela	
<b>PRODUCTO:</b> Tacos	<b>MATERIAL:</b> Eva 6 mm	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
<b>ACTIVIDADES</b>			<b>T.E. [MIN]</b>
3	Acomodar las planchas de eva (4 capas) y seleccionar troqueles	Tiempo manual	0.69
4	Cortar tacos e inspeccionar piezas troqueladas (molde 1 - 1 par)	Tiempo manual y de máquina	8.72
<b>Total (min):</b>			<b>9.42</b>

**Pulido de tacos (actual)**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN			Pantufias <b>CMoriginal</b> <sup>®</sup> ECUADOR
<b>DEPARTAMENTO:</b> ÁREA DE PULIDO		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Pulir tacos	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Máquina pulidora	<b>FECHA DE TERMINO:</b>	
		<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	
<b>HERRAMIENTAS:</b> --	<b>OBRERO:</b> Hombre	<b>TIEMPO :</b>	
		<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela	
<b>PRODUCTO:</b> Tacos pulidos	<b>MATERIAL:</b> Eva 6 mm	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
<b>ACTIVIDADES</b>			<b>T.E. [MIN]</b>
1	Transporte de gavetas de tacos desde área de corte (T2) al área de pulido	Tiempo manual	0.40
2	Pulir los tacos y colocarlos en gavetas de tacos pulido	Tiempo manual y de máquina	19.51
3	Transportar gavetas de tacos pulidos desde el área de pulido al área de empastado	Tiempo manual	0.59
4	Translado desde área de empastado al área de pulido	Tiempo manual	0.63
5	Transporte de gavetas desde el área de pulido al área de corte (T2)	Tiempo manual	0.43
<b>Total (min):</b>			<b>21.56</b>

### Corte de plantas de eva (actual)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T2)		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Corte de plantas de eva	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Troquel sogorbmac k5		<b>FECHA DE TERMINO:</b>
			<b>FECHA DE COMIENZO:</b>
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, Troquel	<b>OBRERO:</b> Hombre		<b>TIEMPO :</b>
			<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela
<b>PRODUCTO:</b> Plantas de eva	<b>MATERIAL:</b> Eva 6 mm	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
ACTIVIDADES			T.E. [MIN]
1	Traslado desde el área de corte (T2) a B1	Tiempo manual	0.22
2	Transportar planchas de eva desde B1 (área de eva) al área de corte (T2)- (4 capas)	Tiempo manual	0.23
3	Acomodar las planchas de eva (4 capas) y seleccionar troqueles	Tiempo manual	0.78
4	Cortar plantas e inspeccionar piezas troqueladas (molde - 1 par)	Tiempo manual y de máquina	13.93
5	Conteo	Tiempo manual	0.85
6	Transporta plantas de eva desde T2 al área de preparación de material	Tiempo manual	0.33
7	Traslado de preparación de material al área de corte (T2)	Tiempo manual	0.33
<b>Total (min):</b>			<b>16.67</b>

### Corte de plantas de esponja (actual)

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CORTE (T2)		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Corte de plantas de esponja	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Troquel sogorbmac k5		<b>FECHA DE TERMINO:</b>
			<b>FECHA DE COMIENZO:</b>
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, Troquel	<b>OBRERO:</b> Hombre		<b>TIEMPO :</b>
			<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela
<b>PRODUCTO:</b> Plantas de esponja	<b>MATERIAL:</b> Planchas de esponja (1.5 cm)	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
ACTIVIDADES			T.E. [MIN]
3	Inspeccionar, acomodar la esponja (4 capas) y seleccionar troqueles	Tiempo manual	0.70
4	Cortar plantas de esponja e inspeccionar piezas troqueladas (molde1)	Tiempo manual y de máquina	13.86
<b>Total (min):</b>			<b>14.57</b>

**Producción de plantas de relleno (actual)**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE PREPARACIÓN DE MATERIAL		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Producir plantas de relleno	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Engomadora (Bobin / BB 868)	<b>FECHA DE TERMINO:</b>	
		<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	
<b>HERRAMIENTAS:</b> ---	<b>OBRERO:</b> Hombre	<b>TIEMPO :</b>	
		<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela	
<b>PRODUCTO:</b> Plantas de relleno	<b>MATERIAL:</b> Pegamento	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
ACTIVIDADES			T.E. [MIN]
1	Transporte de cajas de esponja desde área de corte (T2) al área de preparación de material	Tiempo manual	0.12
2	Poner pegamento en taco y pegar en las plantas de eva	Tiempo manual y de máquina	33.46
3	Poner pegamento en taco y punta de la planta de eva y pegar plantilla de esponja	Tiempo manual y de máquina	42.06
4	Transportar cartón de plantas de relleno desde área de preparación de material al área de plantado	Tiempo manual	0.28
<b>Total (min):</b>			<b>75.92</b>

**Aparado de pantuflas (actual)**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE APARADO		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Unión de piezas	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Máquina cosedora (Juki / DDL - 8700)	<b>FECHA DE TERMINO:</b>	
		<b>FECHA DE COMIENZO:</b>	
<b>HERRAMIENTAS:</b> Tijera, guía de coser	<b>OBRERO:</b> Hombre	<b>TIEMPO :</b>	
		<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela	
<b>PRODUCTO:</b> Cortes (piezas unidas)	<b>MATERIAL:</b> Hilo	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
ACTIVIDADES			T.E. [MIN]
1	Coser la capellada y el forro ( recoger las piezas)	Tiempo manual y de máquina	59.74
2	Coser el redondeo de capellada	Tiempo manual y de máquina	151.85
3	Parear las capelladas según el peinado de la tela	Tiempo manual	13.81
4	Unir puntas en tiras y recoger tiras	Tiempo manual y de máquina	35.72
5	Tirar y recoger las capelladas tireadas	Tiempo manual y de máquina	191.27
6	Emplantillar	Tiempo manual y de máquina	222.28
7	Coser plantas premiun y verificar el cosido	Tiempo manual y de máquina	223.89
<b>Total (min):</b>			<b>898.55</b>

**Bordado de capelladas (actual)**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN					
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE BORDADO			ESTUDIO #: 03		
OPERACIÓN: Bordado de capelladas	INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina bordadora (SWF 4 Cabezas / SWFIE – UK)		FECHA DE TERMINO:		
HERRAMIENTAS: Tijera, moldes, 8 y			FECHA DE COMIENZO:		
OBRERO: Hombre			TIEMPO :		
PRODUCTO: Capelladas bordadas			ELABORADO POR: Freire Ángela		
MATERIAL: Hilos			PARES: 120	COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres	
ACTIVIDADES				T.E. [MIN]	
1	Traslado de área de bordado al área de corte (T3)	Tiempo manual	0.53	1.06	
2	Transportar capelladas desde estantería del área de corte (T3) al área de bordado	Tiempo manual	0.53		
3	Cortar pelón para entamborar	Tiempo manual	0.67	19.49	
4	Entamborar (poner pelón en tambor y cortar sobrante)	Tiempo manual	8.51		
5	Pasar señal colocar tambores y cargar señal.	Tiempo manual	5.59		
6	Poner hilos en 4 cabezales de máquina.	Tiempo manual	4.72	249.25	
7	Colocar masqui en pelon, pegar capellada (4 pares 4 tambores) 1ciclo	Tiempo manual	119.65		
8	Bordar capellada e inspeccionar (4 pares 4 tambores) 1ciclo	Tiempo máquina	129.60		
9	Sacar tambores y colocar nuevos en máquina	Tiempo manual	11.43		
			<b>Total (min):</b>	<b>281.24</b>	

**Plantado de pantuflas (actual)**

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN					
DEPARTAMENTO: SECCIÓN DE PLANTADO			ESTUDIO #: 03		
OPERACIÓN: Armar pantuflas	INSTALACIÓN/ MÁQUINA: Máquina de coser (coser puntas de pantuflas)		FECHA DE TERMINO:		
HERRAMIENTAS: Martillo			FECHA DE COMIENZO:		
OBRERO: Hombre			TIEMPO :		
PRODUCTO: Pantuflas armadas			ELABORADO POR: Freire Ángela		
MATERIAL: Pegamento			PARES: 120	COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres	
ACTIVIDADES - MODIFICADO				T.E. [MIN]	
1	Traslado desde área de plantado al área de almacenamiento temporal de cosido.	Tiempo manual	0.10	73.65	
2	Transporte de cartones de cortes desde el almacenamiento temporal de cosido al área de plantado	Tiempo manual	0.14		
3	Revirar corte cosido y selección de planta de relleno	Tiempo manual	73.41	79.58	
4	Introducir superlon (Planta de relleno)	Tiempo manual	79.58		
5	Coser puntas	Tiempo manual y de máquina	85.68		
6	Revirado, inspección del producto y pareado según peinados de tela de las pantuflas	Tiempo manual	80.60	88.54	
7	Conteo y acomodo en caja según lista de producción	Tiempo manual	7.71		
8	Transporte de cajas de pantuflas desde el área de plantado al área de control de calidad	Tiempo manual	0.23		
			<b>Total (min):</b>	<b>327.45</b>	

**Control de calidad (actual)**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN</b>			
<b>DEPARTAMENTO:</b> SECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD		<b>ESTUDIO #:</b> 03	
<b>OPERACIÓN:</b> Verificar la calidad de las pantuflas	<b>INSTALACIÓN/ MÁQUINA:</b> Engomadora (Bobin / BB 868)		<b>FECHA DE TERMINO:</b>
			<b>FECHA DE COMIENZO:</b>
<b>HERRAMIENTAS:</b> ---	<b>OBRERO:</b> Hombre		<b>TIEMPO :</b>
			<b>ELABORADO POR:</b> Freire Ángela
<b>PRODUCTO:</b> Plantas de relleno	<b>MATERIAL:</b> Pegamento	<b>PARES:</b> 120	<b>COMPROBADO POR:</b> Ing. Danny Torres
<b>ACTIVIDADES</b>			<b>T.E. [MIN]</b>
<b>1</b>	Acomodar pares de pantuflas en mesa	Tiempo manual	6.49
<b>2</b>	Revisar de pantufla (hilos, defectos y etiqueta cosida)	Tiempo manual	75.36
<b>3</b>	Limpiar pantuflas	Tiempo manual y máquina	28.31
<b>4</b>	Colocar tallas en 2 chullas	Tiempo manual	21.18
<b>5</b>	Colocar etiqueta para código con plastifecha	Tiempo manual	13.80
<b>6</b>	Colocar gancho armador angelito	Tiempo manual	16.70
<b>7</b>	Enfundar y sellar con cinta	Tiempo manual	39.63
<b>8</b>	Colocar código de barras en cartón tarjeta	Tiempo manual	13.57
<b>9</b>	Transportar cajas de pantuflas desde área de control de calidad al área de producto terminado	Tiempo manual	0.32
<b>Total (min):</b>			<b>215.36</b>

**Otros transportes de producción (actual)**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PANTUFLAS BÁSICAS PREMIUN</b>		
<b>DEPARTAMENTO: ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>		<b>ESTUDIO #: 03</b>
<b>OPERACIÓN: Transporte</b>		<b>FECHA DE TERMINO:</b>
		<b>FECHA DE COMIENZO:</b>
<b>HERRAMIENTAS: --- / OBRERO: Hombre</b>		<b>TIEMPO :</b>
		<b>ELABORADO POR: Freire Ángela</b>
<b>PRODUCTO: ..... / Pares: 120</b>		<b>COMPROBADO POR: Ing. Danny Torres</b>
<b>N</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>T.E. [MIN]</b>
1	Transporte de planchas de eva desde bodega 1 al área de corte (T2)	0.30
2	Traslado desde el área de corte (T2) a bodega 1	0.30
3	Transporte de planchas de esponja desde bodega 1 al área de corte (T2)	0.30
4	Traslado desde el á. almacenamiento a bodega 2	0.56
5	Transporte de tela desde bodega2 al a. de almacenamiento	0.56
7	Transportar capelladas bordadas desde estantería de bordado al área de aparado	1.38
8	Traslado de área de aparado al área de bordado	0.90
9	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T2)	1.23
10	Transportar forros desde la estantería del área de corte (T2) al área de aparado	1.29
11	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	0.45
12	Transportar tiras de almacenamiento de tiras desde el área de corte (T1) al área de aparado	0.45
13	Traslado desde el área de cosido al área de corte (T3)	1.42
14	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T3) al área de cosido	1.41
15	Traslado desde el área de cosido a la B1	0.52
16	Transportar plantas premiun desde B1 al área de cosido	0.55
17	Transporte de cartones de cortes desde el área de cosido al área de almacenamiento temporal	0.18
18	Transporte desde el área de corte T1 al a. almacenamiento	0.14
19	Transporte desde el a. almacenamiento al área de corte T1	0.14
20	Traslado desde el área de bordado al área de corte (T1)	1.00
21	Transporte de capelladas desde área de corte (T1) al área de bordado	1.00
22	Traslado desde el área de aparado al área de corte (T1)	1.27
23	Transportar plantillas de tela desde estantería área de corte (T1) al área de aparado	1.27
26	Transporte desde el área de preparacion material y c. manual al a. almacenamiento	0.18
27	Transporte desde el a. almacenamiento al área de preparacion material y c. manual	0.18
28	Transporte desde el área de preparacion mat. y c. manual al área de corte T3	0.55
29	Transporte desde el área de corte T3 al área de preparacion mat.y c. manual	0.55
30	Transporte desde el a. serigrafía y estampado al área de corte (T3)	0.70
31	Transporte desde área de corte (T3) a serigrafía y estampado	0.70
32	Transporte desde serigrafía y estampado al área de bordado (estantes)	0.25
33	Transporte desde el área de bordado al a. de serigrafía y estampado	0.25
42	Transporte desde el área de bordado hasta el área de información	0.42
43	Transporte desde el área de aparado hasta el área de información	0.30
44	Transporte desde el área de plantado hasta el área de información	0.36
45	Transporte desde el área de control de calidad hasta el área de información	0.15
<p><b>Nota: P=Tiempo promedio V = Valoración T.B =Tiempo Básico S= Suplemento T.S.= Tiempo Estándar T.S.P.= Tiempo estándar por par T.E.=Tiempo empleado para el estudio</b></p>		

## **ANEXO 24. Detalle análisis económicos**

### **GASTOS:**

- 1) Señor Paredes Villegas Guido Estalino (Gastos de enero y febrero)

2) Señor Coca Jines Orlando Cristobal (Gastos de enero y febrero)

**FLUJOS NETOS DE CAJA**

1) Enero

2) Febrero