



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS
ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA**

Carlos Leonel Monzón Galicia

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, abril de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS
ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS LEONEL MONZÓN GALICIA

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha julio de 2011.



Carlos Leonel Monzón Galicia



Guatemala, 13 de noviembre de 2012.
REF.EPS.DOC.1502.11.12.

Ingeniera
Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Carlos Leonel Monzón Galicia**, Carné No. **200512136** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA”**.

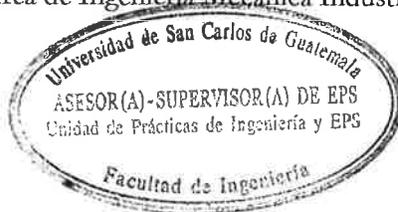
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra



Guatemala, 13 de noviembre de 2012.
REF.EPS.D.971.11.12

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Carlos Leonel Monzón Galicia** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”

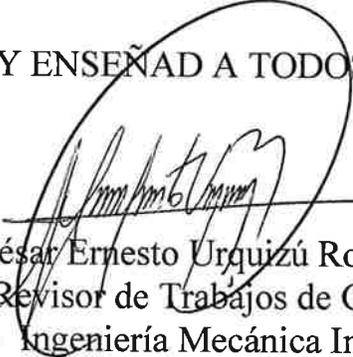

Inga. Sigrid Aliza Calderón de León
Directora Unidad de EPS


SACdLDdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Leonel Monzón Galicia**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.109.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Leonel Monzón Galicia**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 274 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN NUEVOS ESTILOS DE CALZADO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INGUASA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Leonel Monzón Galicia**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
Decano

Guatemala, 16 de abril de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por otorgarme el milagro de la vida y permitirme alcanzar esta meta.
- Mi padre** Carlos Leonel Monzón Astegüieta, por darme su incondicional apoyo y compartir conmigo su sabiduría a lo largo de mi carrera y de mi vida. Por demostrarme que la perseverancia es la mejor disciplina y que con esfuerzo y dedicación todo es posible.
- Mi madre** Rosa Galicia, por darme la vida y brindarme su apoyo desde el inicio de mis estudios, por ayudarme y apoyarme en lo que esta en su alcance.
- Mis hermanos** Silvia Jeaneth, Jose Roberto, David Alejandro y Erick Federico Monzón Galicia por estar siempre a mi lado y que de una u otra manera colaboraron y lo seguirán haciendo a lo largo de mi vida. Los quiero mucho.
- Mi novia** Mónica Marroquín, que a lo largo de mi carrera ha estado a mi lado, mostrándome su amor, apoyo y amistad.

**Mi familia
en general**

Por las muestras de cariño y apoyo.

Mis amistades

Por compartir su amistad y este logro conmigo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por brindarme la capacidad y fortaleza para seguir adelante ante las adversidades presentadas y que, gracias a él fueron superadas.
Mi padre	Por mostrarme el camino correcto de la vida y ayudarme a culminar esta meta tan importante.
Mi madre	Por apoyarme en todos los aspectos de mi vida.
Mis hermanos	Por motivarme a superarme día a día tanto personal como profesionalmente
Mónica Marroquín	Por saber entenderme, apoyarme en las buenas y en las malas y darme su hermoso amor. Te amo.
Mis compañeros de estudio	Por compartir gratos momentos durante mi formación académica.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas y formar parte de tan prestigiosa casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos académicos en mi formación como profesional.

**Inga. Norma
Sarmiento**

Por asesorarme durante la revisión del presente trabajo y realización del EPS.

**Licda. Aura
Mayorga**

Por su excelente asesoría, paciencia y dedicación al momento de apoyarme. Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Identificación de INGUASA.....	1
1.1.1. Antecedentes y reseña histórica.....	1
1.1.2. Misión y visión.....	3
1.1.2.1. Misión.....	4
1.1.2.2. Visión.....	4
1.1.3. Valores y políticas.....	4
1.2. Servicios que presta INGUASA.....	5
1.3. Estructura organizacional.....	5
1.3.1. Departamentos.....	6
1.3.2. Organigrama.....	8
1.4. Ubicación.....	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL.....	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual.....	9
2.1.1. Descripción del proceso actual.....	10
2.1.2. Proceso de corte para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	12

2.1.3.	Procesos de avíos para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	19
2.1.4.	Proceso de preparado/aparado	23
2.1.4.1.	Preparado/aparado para estilo 82485.....	23
2.1.4.2.	Preparado/aparado para estilo 82486.....	30
2.1.4.3.	Preparado/aparado para estilo 82487.....	36
2.1.4.4.	Preparado/aparado para estilo 82488.....	43
2.1.4.5.	Proceso de montado para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488	50
2.1.4.6.	Producción actual	57
2.1.4.6.1.	Corte	57
2.1.4.6.2.	Avíos	59
2.1.4.6.3.	Preparado/aparado	61
2.1.4.6.4.	Montado	67
2.1.5.	Factores que intervienen en la producción	70
2.1.5.1.	Limpieza	71
2.1.5.2.	Agua potable e higiene	71
2.1.5.3.	Orden en líneas de producción	72
2.1.5.4.	Calidad e intensidad de iluminación.....	73
2.1.5.4.1.	Iluminación artificial.....	74
2.1.5.4.2.	Método de cavidad zonal	75
2.1.5.5.	Ventilación	82
2.1.5.6.	Ruido	85
2.1.6.	Tiempos de producción.....	88
2.1.6.1.	Sistema de producción utilizado por INGUASA.....	89
2.1.6.1.1.	Producción por trabajos o bajo pedidos	90
2.1.6.1.2.	Producción por lotes	90

	2.1.6.1.3. Producción continua	91
2.1.7.	Averías en la maquinaria y equipo	94
	2.1.7.1. Delimitación del análisis de averías	95
	2.1.7.2. Cuantificación del problema	104
2.2.	Propuesta de mejoras	108
2.2.1.	Determinación de la cantidad de operaciones por estación de trabajo	109
	2.2.1.1. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de corte para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	110
	2.2.1.2. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de avíos para los estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	112
	2.2.1.3. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de preparado/aparado para estilo 82485	114
	2.2.1.4. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de preparado/aparado para estilo 82486	117
	2.2.1.5. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de preparado/aparado para estilo 82487	122
	2.2.1.6. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de preparado/aparado para estilo 82488	127
	2.2.1.7. Operaciones en estaciones de trabajo del departamento de montado para los estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	131
2.2.2.	Estudio de tiempos.....	135

2.2.2.1.	Observaciones necesarias para calcular el tiempo normal	135
2.2.2.2.	Valoración del ritmo de trabajo	144
2.2.2.3.	Tiempos normales de procesos	145
2.2.2.4.	Suplemento del estudio de tiempos	153
2.2.2.5.	Justificación de los suplementos de trabajo..	155
2.2.2.6.	Tiempos estándar de producción	158
2.2.3.	Diagramas de procesos	166
2.2.3.1.	Diagrama de precedencias y operaciones de corte	168
2.2.3.2.	Diagrama de precedencias y operaciones de avíos	174
2.2.3.3.	Diagrama de precedencias y operaciones de preparado/aparado	177
2.2.3.4.	Diagrama de precedencias y operaciones de montado	196
2.2.4.	Balance de líneas	200
2.2.4.1.	Determinación del número de operadores necesarios por operación.....	202
2.2.4.2.	Comparativa de ritmo de producción con el método actual y el método propuesto	219
2.2.5.	Factores que afectan la producción	220
2.2.5.1.	Iluminación.....	221
2.2.5.2.	Ventilación	221
2.2.6.	Averías	225
2.2.6.1.	Identificación del problema	226
2.2.6.2.	Determinación de causas	231
2.2.6.2.1.	Diagrama de Causas y Efectos.....	232

2.2.6.3.	Propuesta de solución.....	233
2.2.6.3.1.	Bobina obstruida	233
2.2.6.3.2.	Prensatela vencido	234
2.2.6.3.3.	HookASM dañado	235
2.2.6.3.4.	Faja reventada	235
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	237
3.1.	Plan de contingencia ante una erupción volcánica con presencia de ceniza volcánica	237
3.2.	Objetivos del plan de contingencia	237
3.2.1.	Análisis de amenazas	237
3.2.2.	Antes de la actividad volcánica	240
3.2.2.1.	Recurso humano	240
3.2.2.1.1.	Afecciones de las vías respiratorias.....	242
3.2.2.1.2.	Afecciones en los ojos.....	242
3.2.2.1.3.	Afecciones de la piel.....	243
3.2.2.1.4.	Medidas de protección	243
3.2.2.1.5.	Protección de los ojos	244
3.2.2.1.6.	Protección del aparato respiratorio	245
3.2.2.1.7.	Protección de la piel y cuero cabelludo.....	246
3.2.2.2.	Instalaciones	247
3.2.3.	Durante la caída de ceniza.....	251
3.2.4.	Después de la caída de ceniza volcánica	252

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	255
4.1. Programa de capacitaciones para los colaboradores del área de producción	255
4.1.1. Uso del equipo de protección personal.....	256
4.1.1.1. Involucrados.....	256
4.1.1.2. Desarrollo.....	257
4.1.1.3. Contenido.....	257
4.1.2. Capacitación sobre la utilización y mantenimiento de máquinas planas y de poste	258
4.1.2.1. Involucrados.....	258
4.1.2.2. Desarrollo.....	258
4.1.3. Diseño de sistema de evaluación para personal de costurería.....	260
4.1.3.1. Involucrados.....	260
4.1.3.2. Desarrollo.....	260
4.1.3.3. Contenido.....	260
 CONCLUSIONES.....	 261
RECOMENDACIONES	263
BIBLIOGRAFÍA.....	265
ANEXOS.....	267

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	7
2.	Ubicación de INGUASA	8
3.	Diagrama de Ishikawa situación actual	10
4.	Distribución de las líneas de producción	12
5.	Diagrama de operaciones de corte para estilo 82485	15
6.	Diagrama de operaciones de corte para estilo 82486	16
7.	Diagrama de operaciones de corte para estilo 82487	17
8.	Diagrama de operaciones de corte para estilo 82488	18
9.	Diagrama de operaciones de avíos para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488	21
10.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82485 ...	27
11.	Diagrama de operaciones para de preparado/aparado para estilo 82486	33
12.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82487 ...	40
13.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82488 ...	47
14.	Diagrama de operaciones de montado para estilos 82485 y 82486 ...	53
15.	Diagrama de operaciones de montado para estilos 82487 y 82488 ...	55
16.	Obstrucción de vías de paso	73
17.	Ubicación de luminarias	82
18.	Puntos de ventilación	84
19.	Representación del tiempo estándar	89
20.	Formulario para el registro de averías en equipo	105
21.	Diagrama de pareto para averías	108

22.	Diagrama de precedencias para corte en estilos 82485, 82486, 82487 y 82488	169
23.	Diagrama de operaciones de corte para modelo 82485	170
24.	Diagrama de operaciones de corte para modelo 82486	171
25.	Diagrama de operaciones de corte para modelo 82487	172
26.	Diagrama de operaciones de corte para estilo 82488.....	173
27.	Diagrama de precedencias para avíos en modelos 82485, 82486, 82487 y 82488	175
28.	Diagrama de operaciones de avíos para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488	176
29.	Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82485	178
30.	Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82486	180
31.	Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82487	182
32.	Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82488	183
33.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82485	184
34.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82486 ..	187
35.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82487 ..	190
36.	Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82488 ..	193
37.	Diagrama de precedencias de montado para modelos 82485, 82486, 82487 y 82488	197
38.	Diagrama de operaciones de montado para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488	198
39.	Dimensiones del edificio para el cálculo del volumen.....	222
40.	Clutch deteriorado.....	227
41.	Prensatela vencido	228
42.	HookASM en buen estado	228
43.	HookASM dañado.....	229
44.	Bobina sucia	229
45.	Canasta sucia	230

46.	Tirahilo en buen estado.....	231
47.	Tirahilo dañado	231
48.	Diagrama Causa-Efecto para avería de bobina obstruida.....	233
49.	Volcanes potencialmente peligrosos	238
50.	Matriz de riesgo ante una lluvia de ceniza	240
51.	Gafas de protección industriales	245
52.	Mascarilla protectora	246
53.	Remoción de ceniza volcánica.....	248
54.	Ruta de evacuación propuesta.....	250
55.	Arnés de seguridad	253
56.	Comparación de tiempos de diagnóstico y reparación.....	259

TABLAS

I.	Ritmo de producción de modelo 82485 en corte.....	57
II.	Ritmo de producción de modelo 82486 en corte.....	58
III.	Ritmo de producción de modelo 82487 en corte.....	59
IV.	Ritmo de producción de modelo 82488 en corte.....	59
V.	Ritmo de producción para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488 en avíos.....	60
VI.	Ritmo de producción para modelo 82485 en preparado/aparado.....	61
VII.	Ritmo de producción para modelo 82486 en preparado/aparado.....	63
VIII.	Ritmo de producción para modelo 82487 en preparado/aparado.....	64
IX.	Ritmo de producción para modelo 82488 en preparado/aparado.....	66

X.	Ritmo de producción para modelos 82485 y 82486 en montado.....	68
XI.	Ritmo de producción para modelos 82487 y 82488 en montado.....	69
XII.	Cantidad de lámparas por departamento.....	74
XIII.	Valores de reflexión.....	76
XIV.	Factor de mantenimiento.....	77
XV.	Dimensiones de las líneas de producción.....	77
XVI.	Relaciones de cavidad zonal.....	78
XVII.	Reflectancia efectiva.....	78
XVIII.	Coeficiente de utilización.....	79
XIX.	Flujo lumínico.....	80
XX.	Número de lámparas por departamento.....	81
XXI.	Tiempo de exposición a ruido según decibeles medidos.....	87
XXII.	Inventario de maquinaria en Departamento de Corte.....	96
XXIII.	Inventario de maquinaria en Departamento de Avíos.....	97
XXIV.	Inventario de maquinaria en Departamento de Preparado/Aparado.....	97
XXV.	Inventario de maquinaria en Departamento de Montado.....	99
XXVI.	Inventario de maquinaria en Taller.....	100
XXVII.	Resumen de averías.....	106
XXVIII.	Frecuencia de averías.....	107
XXIX.	Porcentaje y porcentaje acumulado de averías ocurridas.....	107
XXX.	Operaciones de corte por estación de trabajo para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	111
XXXI.	Operaciones de avíos por estación de trabajo para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.....	113
XXXII.	Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82485.....	117

XXXIII.	Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82486.....	121
XXXIV.	Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82487.....	126
XXXV.	Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82488.....	130
XXXVI.	Operaciones de montado por estación de trabajo para estilo 82485 y 82486.....	134
XXXVII.	Operaciones de montado por estación de trabajo para estilo 82487 y 82488.....	134
XXXVIII.	Número de observaciones en operaciones de corte.....	137
XXXIX.	Número de observaciones necesarias en operaciones de avíos.....	138
XL.	Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82485.....	138
XLI.	Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82486.....	140
XLII.	Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82487.....	141
XLIII.	Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82485.....	142
XLIV.	Número de observaciones en operaciones de montado.....	143
XLV.	Calificación de la actuación.....	145
XLVI.	Tiempo normal de operaciones de corte.....	145
XLVII.	Tiempo normal de operaciones de avíos.....	146
XLVIII.	Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82485.....	147
XLIX.	Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82486.....	148

L.	Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82487.....	149
LI.	Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82488.....	151
LII.	Tiempo normal de operaciones de montado.....	152
LIII.	Sistema de suplementos por descanso.....	157
LIV.	Justificación de suplementos de trabajo.....	158
LV.	Tiempo estándar de operaciones de corte.....	158
LVI.	Tiempo estándar de operaciones de avíos.....	159
LVII.	Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82485.....	160
LVIII.	Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82486.....	161
LIX.	Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82487.....	162
LX.	Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82488.....	164
LXI.	Tiempo estándar de operaciones de montado.....	165
LXII.	Simbología de un diagrama de operaciones.....	167
LXIII.	Operaciones requeridas en departamento de corte.....	169
LXIV.	Operaciones requeridas en departamento de avíos.....	174
LXV.	Operaciones requeridas en preparado/aparado estilo 82485....	177
LXVI.	Operaciones requeridas en preparado/aparado estilos 82486.....	179
LXVII.	Operaciones requeridas en preparado/aparado estilo 82487.....	180
LXVIII.	Operaciones requeridas en preparado/aparado estilo 82488.....	182
LXIX.	Operaciones requeridas en Departamento de Montado.....	196

LXX.	Condiciones de arranque de línea.....	203
LXXI.	Número de operadores para Departamento de Corte Estilo 82485.....	204
LXXII.	Número de operadores para Departamento de Corte Estilo 82486.....	205
LXXIII.	Número de operadores para Departamento de Corte Estilo 82487.....	206
LXXIV.	Número de operadores para Departamento de Corte Estilo 82488.....	207
LXXV.	Número de operadores para Departamento de Avíos.....	208
LXXVI.	Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado estilo 82485.....	209
LXXVII.	Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado estilo 82486.....	211
LXXVIII.	Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado estilo 82487.....	212
LXXIX.	Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado estilo 82488.....	215
LXXX.	Número de operadores para Departamento de Montado para estilos 82485 y 82486.....	217
LXXXI.	Número de operadores para Departamento de Montado para estilos 82487 y 82488.....	218
LXXXII.	Comparativa de producción con el método actual y el propuesto.....	219
LXXXIII.	Escala de Beaufort para la velocidad del viento.....	223
LXXXIV.	Asignación del punto de partida.....	225
LXXXV.	Distancia de INGUASA a amenazas potenciales.....	239
LXXXVI.	Cronograma de capacitaciones para INGUASA.....	256

GLOSARIO

Avíos	Operación de manufactura que tiene como fin la fabricación y preparación de la suela del calzado.
Chinela	Parte superior del calzado que cubre el empeine del pie. Esta también puede comprender el empeine y la lengüeta del calzado.
Decibel	Es una unidad relativa de señal. Se utiliza para la medición del nivel de ruidos en un determinado lugar.
Despitar	Operación realizada para eliminar cualquier tipo de residuo luego de realizada la costura.
Devastado	Operación que consiste en el desgaste realizado al material para su posterior sellado o pegado junto a otro material; esto permite una unión más plana.
Empalmar	Acción de unir dos o más elementos con un patrón o guía preestablecida.
Estampado	Acción que permite mediante tinta y un molde, crear un diseño impreso en el material a utilizar.

Extractor eólico	Extractor de aire que es colocado en la parte superior de una nave industrial.
Fiasa	Material utilizado para la elaboración de plantillas para calzado.
Matriz de troquelado	Molde de troquel que sirve para realizar el corte por presión a los materiales a transformar.
Piroclastos	Roca pulverizada, lava y fragmentos de vidrio expulsadas durante una erupción volcánica.
Retailer	Sector industrial que entrega productos a un consumidor final.
Troquelado	Acción de corte por presión a través de un troquel y una matriz de troquelado

RESUMEN

En el presente informe final de EPS se presentan generalidades de interés de la empresa INGUASA, organización que a través del proceso de materia prima crea calzado para mujeres, hombres y niños; entre estas generalidades están su historia, tipo de negocio, ubicación y estructura organizacional, de la cual el proyecto toma su origen, específicamente del área de producción, compuesta por 4 líneas de producción: corte, avíos, preparado/aparado y montado.

Para dar inicio al proyecto se identificó, diagnosticó y documentó la situación actual para el proceso de producción de cada una de las líneas, realizando una descripción de las operaciones y diagramas de operaciones correspondientes a cada una de las líneas de producción. Luego de identificado el proceso se determinó el ritmo de producción utilizando los tiempos actualmente registrados por las operaciones, su secuencia con base en el diagrama de operaciones actual y el número de operarios asignados a las mismas.

Para complementar la situación actual se verificaron los factores que afectan a la producción, los cuales son: limpieza, agua potable, orden de las estaciones de trabajo, calidad e intensidad de iluminación, ventilación, ruido y averías en la maquinaria y equipo. Para este último se llevó a cabo un registro de averías a lo largo del proyecto y se utilizaron estos datos recolectados para elaborar un diagrama de Pareto para determinar el 20% de averías que generan el 80% de paros de producción inesperados y dar solución a los mismos.

Dado el objetivo principal de optimizar el proceso de producción se determinó que era necesaria la realización de un estudio de tiempos de producción, ya que la organización carecía de ellos, el cual se elaboró a través del estudio de tiempos con cronómetro; seguidamente se procedió al análisis de los diagramas de operaciones actuales mediante el diagrama de precedencias y así poder determinar el número de estaciones de trabajo mínimas que permitieran unificar las operaciones de menor duración, logrando utilizar de mejor manera el recurso humano, lo cual fue documentado a través de los diagramas de operaciones propuestos con el fin de aumentar la producción a través de la utilización de los mismos.

Atendiendo los factores que afectan directamente a la producción, se evaluó y determinaron las condiciones necesarias de iluminación y ventilación que permiten al recurso humano desarrollar sus labores en condiciones favorables. Para el factor de averías en la maquinaria y equipo se llevó a cabo un análisis de la causas de las mismas a través del diagrama de Ishikawa, que permitió establecer acciones preventivas y un programa de mantenimiento preventivo para evitar su ocurrencia futura.

En la fase de investigación se realizó un plan de contingencia para INGUASA ante una lluvia de ceniza volcánica provocada por erupciones. Este plan de contingencia contempla los posibles escenarios ante tal catástrofe a través de una matriz de riesgos. Describe las acciones previas y recursos necesarios para que la organización enfrente de la mejor manera la situación de emergencia, las acciones durante la ocurrencia del mismo, que incluyen un plan de evacuación de las instalaciones y las acciones a realizar después de la catástrofe que permitan a la organización recuperarse de los daños que se pudieron haber ocasionado o bien evitar los daños que puedan generar a futuro los hechos generados por el catástrofe.

Finalmente, en la fase de enseñanza-aprendizaje se diagnosticaron, propusieron y llevaron a cabo las capacitaciones aprobadas por la empresa, para mejorar la competencia del personal.

OBJETIVOS

General

Optimizar los procesos de producción en la fabricación de nuevos estilos de calzado mediante un estudio de tiempos de producción y análisis de las averías que generan paros inesperados de producción.

Específicos

1. Identificar las operaciones de los procesos de producción en las líneas de corte, avíos, preparado/aparado y montado.
2. Realizar un estudio de tiempos de producción en las líneas de corte, avíos, preparado/aparado y montado.
3. Optimizar la producción en las líneas de corte, avíos, preparado/aparado y montado.
4. Registrar la frecuencia con la que ocurren las averías en la maquinaria.
5. Identificar las principales averías que afectan a la maquinaria y dar una propuesta de solución.
6. Crear un plan de contingencias ante una erupción volcánica.

7. Identificar las necesidades y puntos débiles en las capacidades del personal, con el fin de fortalecer estas debilidades con el conocimiento por medio de capacitaciones acordes al área de trabajo.

INTRODUCCIÓN

INGUASA es una empresa tipo industrial multinacional con sede principal en El Salvador. Siendo INGUASA la planta de producción en Guatemala que se dedica a la fabricación de calzado, principalmente al estilo sandalia para dama. En sus instalaciones cuenta con la planta de producción que a través la maquinaria y personal calificado transforman la materia prima en el producto final, el calzado.

En el capítulo 1 se muestran las generalidades de la empresa como su historia, misión, visión, valores y estructura organizacional. Dentro de su estructura se encuentra el área de producción, la cual a su vez cuenta con las líneas de producción de corte, preparado y aparado No.1, preparado y aparado No.2, avíos, banda de montado No.1, banda de montado No.2 y las líneas adicionales para la elaboración de calzado de exportación, que son pedidos extraordinarios realizados por temporadas, en el transcurso del año.

El presente proyecto surge con base en la necesidad de la empresa por optimizar y mejorar su procesos actuales, ya que se están introduciendo a su lista de productos nuevos estilos de calzado dadas la necesidades presentadas por sus clientes actuales y esto se traduce en diferentes métodos de trabajo y nuevas distribuciones en las líneas de producción, lo que provoca que estas trabajen por debajo del nivel de fabricación normal, lo cual hace que los tiempos de entrega y la programación se modifiquen y atrasen. Otro de los factores que tienen el mismo efecto de modificación y demoras en la producción son los paros inesperados provocados por fallas en la maquinaria, por lo que el trabajo se sobrecarga en otras estaciones de trabajo.

Con el proyecto de EPS “Optimización de los procesos de producción en nuevos estilos de calzado en la planta de producción de INGUASA” se presenta la propuesta de solución a estas necesidades que permitan mejorar sus procesos industriales.

En el capítulo 2 se da a conocer el estudio de tiempos y un análisis de fallas en la maquinaria de producción que permitió establecer el tiempo estándar por operaciones, número de estaciones de trabajo para el arranque de la línea, el balance de la línea, identificación y solución a las fallas que afectan al equipo y que generan la mayoría de los paros de producción, con el fin de aumentar la productividad en INGUASA. También se presentan, evalúan y dan propuestas de mejoras para los factores que afectan la producción, como los son la iluminación y ventilación dentro de la planta de producción.

En el capítulo 3 se desarrolla la fase de investigación, en esta se desarrolló el plan de contingencias ante una lluvia de ceniza por erupción volcánica, el cual tiene como fin dar instrucciones a la empresa para estar preparada antes de la catástrofe y así evitar la menor cantidad de daños posibles, acciones para realizar durante la lluvia de ceniza volcánica y sobrellevar de mejor manera esta situación; así como también las acciones postevento, que le permitan recuperarse de la mejor manera posible y evitar daños futuros generados por los elementos creados por la catástrofe.

Para finalizar el proyecto, en el capítulo 4 se desarrolla la fase de enseñanza-aprendizaje, en la cual se identifican oportunidades de mejoras al sistema de capacitación; se propusieron, programaron y llevaron a cabo las capacitaciones autorizadas por la empresa.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Identificación de INGUASA

INGUASA es una empresa tipo industrial multinacional con sede principal en El Salvador siendo esta la planta de producción en Guatemala que se dedica a la producción de calzado, principalmente al estilo sandalia para dama. En sus instalaciones se cuenta con la maquinaria y personal calificado necesario para transformar la materia prima en el producto final: el calzado.

1.1.1. Antecedentes y reseña histórica

La industria del calzado ha existido desde que el hombre intencionalmente transformó la materia prima y la convirtió en un producto distinto de aquel del cual se derivó. Esta actividad ha atravesado por diferentes etapas, que le han convertido en un componente importante dentro del sector económico a nivel mundial.

En la década de los años 40's el uso de la maquinaria para la fabricación de calzado estaba limitada a modelos sencillos, que en su mayoría era operada manualmente y se desconocía la producción en serie. Antes de la década de los 50's el calzado era fabricado exclusivamente en forma artesanal; gran parte de la población utilizaba zapatos llamados 4 caites, el cual era un tipo de calzado con suela de hule de fácil fabricación y bajo costo; en este entonces la composición del calzado era básicamente de cuero, tanto en la piel como en la suela, principalmente estos eran fabricados con cuero de res, el cual era cocido

a mano, pegado o clavado y las máquinas que se utilizaban eran únicamente para darle un acabado a la piel.

La producción en serie inicia en la década de los 50's en donde el calzado era fabricado básicamente de cuero, caucho y hule, desarrollando un mercado más amplio y diversificado en cuanto a satisfacción de gustos y necesidades.

En esta década es donde comienza la inversión de las fábricas de calzado. Una de estas fábricas es la que se construyó con el nombre de Calzado Salvadoreño S.A., la cual hoy en día se conoce con las siglas de "ADOC, S.A.", que significa: `AD` "Propósito", `HOC` "a la medida", la cual instaló su planta desde sus inicios en el Boulevard del Ejército Nacional, llamado anteriormente "Boulevard de Ilopango " y actualmente ubicada en la colonia Montecarmelo.

En la década de los 70's, se fueron formando nuevas empresas derivadas de ADOC: División de Hules y Plásticos, Tenería Ateos, Fiasa, Valeria y Duramás y productores regionales entre los que destaca INGUASA. Tanto ADOC S.A. como otras fábricas de calzado han formado parte de la historia de perseverancia en la industria del calzado, lo que surgió como un encargo, hoy es una de las empresas más grande que fábrica y distribuye calzado en El Salvador y Centro América.

Con la idea de un mayor crecimiento en el comercio se decide ampliar sus horizontes. Dando así inicio a la Corporación Adoc Guatemala INGUASA (Industria de Guatemala S.A), que nace el 10 de noviembre de 1,965, con un establecimiento ubicado en el centro histórico de la ciudad, en el edificio El Calzador; dicho lugar se encontraba ubicado en la 8ª calle entre 7ª y 8ª

avenida. Actualmente la fábrica y sus oficinas se sitúan en la 50 Calle 27-95, Col. Morse, Zona 12, Guatemala, Guatemala.

INGUASA se dedica no solo a la comercialización, sino también a la producción de calzado, siendo una de las fábricas más grandes de Centroamérica.

Ese potencial de producción consolidado, con 57 años de funcionamiento, genera más de 3,700 empleos directos a nivel regional. La producción de INGUASA, más las importaciones que se realizan mensualmente, se distribuye a las 230 tiendas que existen en Centroamérica. El producto, con sus respectivas marcas, lleva el respaldo tecnología de punta, maquinaria innovadora y mano de obra calificada que garantiza su calidad.

INGUASA se ha expandido ya a todos los mercados de Centro América y exporta a más de 35 países; así, la compañía ha posicionado sus marcas entre los públicos más exigentes del mundo.

Entre sus marcas propias se pueden mencionar: ADOC, Bracos, Reflections, Kidsport, Kidocs, Mirabella, entre otras.

Además representan diferentes marcas en la región, entre algunas de ellas están: Hush Puppies, Heartland, Caterpillar, The North Face, y Steve Madden.

1.1.2. Misión y visión

A continuación se muestra la misión y visión de INGUASA que es transmitida a cada uno de sus colaboradores.

1.1.2.1. Misión

“Consolidarnos como una empresa que ofrece un servicio excepcional, productos que dan valor por su dinero, por medio de personal capacitado, motivado e inspirado en nuestro liderazgo empresarial, cumpliendo con nuestra responsabilidad social.”

1.1.2.2. Visión

“Ser el retailer más importante y atractivo en Mesoamérica dando acceso a marcas que representan las mejores tendencias de moda del mundo, satisfaciendo los distintos estilos de vida.”

1.1.3. Valores y políticas

Como empresa, INGUASA ha planteado desde sus inicios su código de valores aplicables a cada uno de los puestos de trabajo para que el recurso humano los practique dentro de sus actividades laborales. Estos valores son:

- Integridad: “resaltamos, a través de nuestro ejemplo, el respeto hacia nosotros mismos, nuestra empresa, nuestros clientes, compañeros, jefes y colaboradores. Implica honestidad, equidad y justicia.”
- Excelencia: “damos lo mejor de nosotros de forma auténtica en cada momento y con cada acción. Hacemos las cosas bien desde el principio. Superamos las expectativas perseverando hasta lograr un resultado superior.”

- Servicio: “ponemos al servicio de los demás nuestras habilidades, experiencia, conocimientos y aptitudes con la disposición de ayudar en todo momento. Identificamos quiénes son nuestros clientes, cuáles son sus necesidades y expectativas, superándolas con calidad y oportunidad.”
- Trabajo en equipo: “unimos nuestros esfuerzos, habilidades y conocimientos hacia la consecución de las metas de nuestra empresa, siempre comprometidos e identificados con ellas.”

1.2. Servicios que presta INGUASA

Industrias de Guatemala S.A. es una empresa dedicada a la manufactura del calzado con especialidad en el estilo de sandalias tomando en cuenta la calidad, tendencias de moda, mejores ofertas y buen servicio al cliente. El mercado atendido comprende a empresas de venta por catálogo, por lo que los pedidos recibidos son divididos en campañas a lo largo del año, teniendo tiempos de entrega definidos.

1.3. Estructura organizacional

INGUASA se encuentra encabezada por un gerente de Operaciones, quien tiene a su cargo 3 divisiones: Gerencia de Producción, Departamento Administrativo y Planificación y Desarrollo.

La estructura de la empresa es de tipo funcional dada la división de las tareas o grupos similares de operaciones, asignación de supervisores que vigilan el proceso en su respectivo departamento. El organigrama es de tipo vertical ya que cada área cuenta con un jefe inmediato superior, quien reporta directamente al gerente de Operaciones, pudiendo así canalizar las distintas

situaciones y solucionando las que puedan ser resueltas por el jefe inmediato superior, y delegando las realmente importantes al gerente.

1.3.1. Departamentos

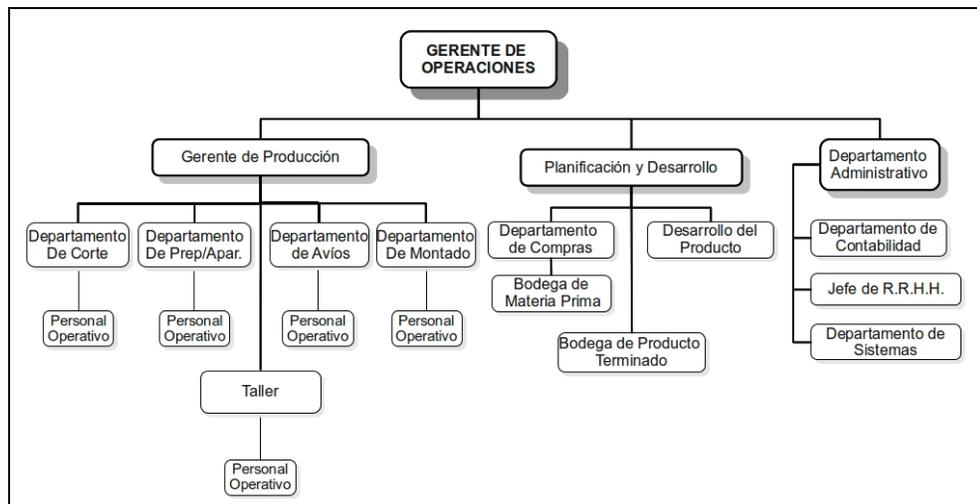
El área de interés para el proyecto de EPS es la Gerencia de Producción, encargada de todos los procesos productivos que involucran la transformación de la materia prima en el producto final entregado al cliente. Conformada por 5 departamentos, corte, avíos, preparado/aparado, montado y taller de mantenimiento.

- Corte: departamento destinado a realizar a partir de la materia prima a utilizar, el corte de las mismas, la cual se basa en el troquelado con matrices de hierro para la elaboración de las distintas piezas que conforman el calzado utilizando principalmente materiales como cuero, espuma látex, materiales sintéticos, fiasa o bien de los materiales que el cliente demande. El departamento de corte cuenta con 2 funciones adicionales al corte de piezas, el pegado de piezas para la elaboración de las plantillas y el tendido que es necesario para la elaboración del *stripping* para los modelos de calzado que requiera este tipo de piezas.
- Avios: este departamento tiene a su cargo la elaboración, a partir de los suministros del departamento de corte, la parte de la plantilla y suela del calzado que, dependiendo del estilo puede ser una plantilla o bien una plataforma forrada para tal efecto.
- Preparado/aparado: encargado de la elaboración del cuerpo del zapato. Es el departamento con mayor cantidad de personal y operaciones en su

línea, ya que elabora a partir de los insumos de corte la parte superior o “chinela” del calzado.

- Montado: el departamento de montado es el encargado de dar vida al calzado, mediante la unión cuidadosa de las piezas elaboradas por avíos y preparado/aparado, proporcionando de esta manera un calzado de alta calidad.
- Taller: es el departamento asignado para dar el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo a la maquinaria utilizada para el proceso productivo en INGUASA.

Figura 1. Organigrama



Fuente: Departamento de RRHH INGUASA.

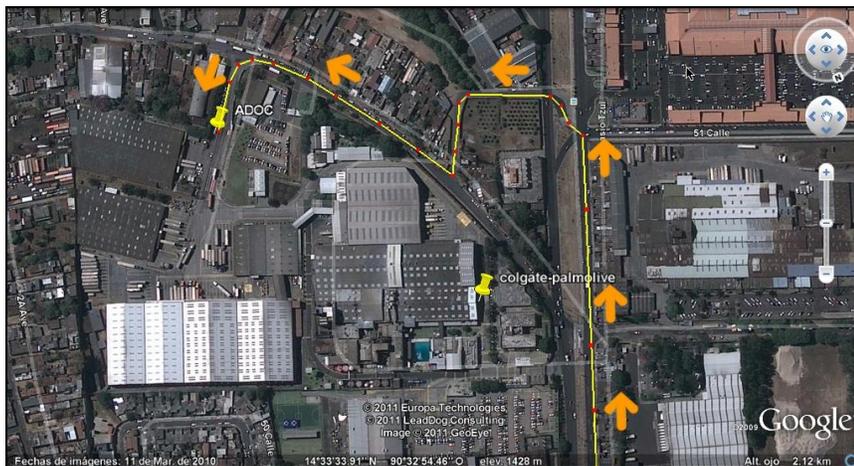
1.3.2. Organigrama

La estructura organizacional en INGUASA se representa mediante el organigrama de la figura 1.

1.4. Ubicación

La empresa INGUASA se encuentra en la 50 calle 27-95, zona 12, colonia Morse, Guatemala, C.A. 01012, Tel.: (502) 2223-6000 Fax: 2479-5126. En la figura 2 se muestra la ubicación de la planta de producción.

Figura 2. Ubicación de INGUASA



Fuente: www.earthgoogle.com. Consulta: marzo de 2011.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL

2.1. Diagnóstico de la situación actual

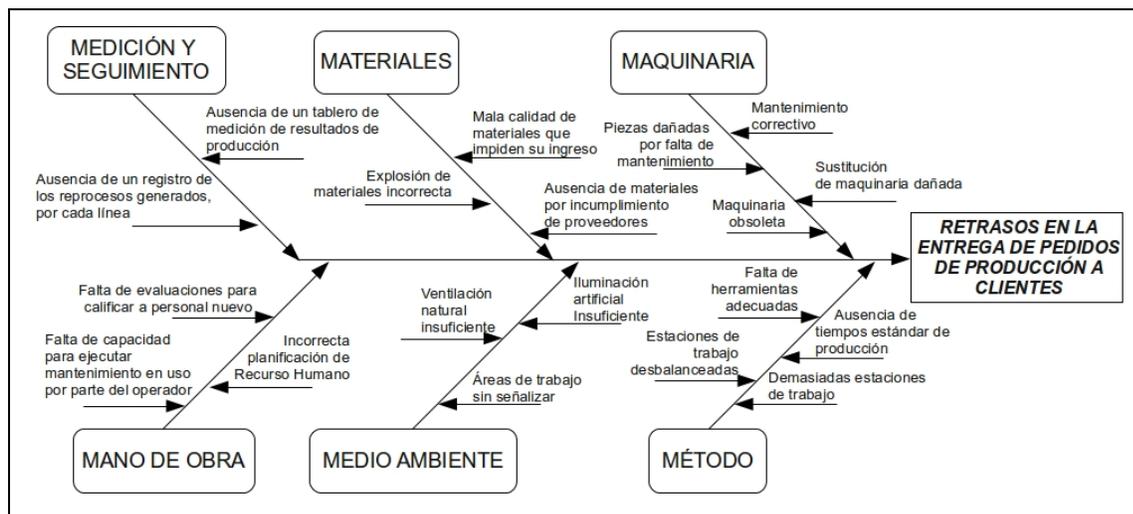
Actualmente los pedidos solicitados por los clientes son manejados por medio del Departamento de Planificación, responsable de llevar el control y entrega de los pedidos realizados en fechas que se entregan previamente a los clientes, tomando en cuenta el tiempo necesario de producción, disponibilidad de materia prima y la prioridad del pedido; proceso que hasta la fecha se realiza de manera empírica y con base en la experiencia de las personas encargadas del área.

El problema que afecta actualmente a la empresa es la ausencia de tiempos estándar de producción, debido a que durante la planificación los tiempos utilizados son los tiempos promedio, los cuales no consideran la calificación de la actuación del operario ni los suplementos derivados de las condiciones en las cuales se realiza el trabajo, el medio ambiente en el que se realiza y la naturaleza del mismo. El efecto que esto genera son tiempos de producción menores a los reales, ya que no son tiempos estándar.

Estos problemas son más visibles al momento de introducir nuevos estilos de calzado a la producción, ya que los métodos actuales son basados en la experiencia, lo cual está sujeto a tiempos prolongados de adaptación que principalmente se deben al esfuerzo desenfocado de cada una de las líneas productivas, lo que finalmente repercute directamente en la productividad; en la figura 3 se presenta el diagrama de Ishikawa que muestra los factores que influyen en el atraso en entregas de producto terminado hacia los clientes.

Como parte de la solución a estas problemáticas, se analizó el proceso de producción a través de los diagramas de operaciones mostrados de las figuras 5 a la 15 y diagramas de precedencias mostrados en las figuras 24, 29, 31,32, 33, 34 y 39 de 4 nuevos estilos de calzado; siendo estos los seleccionados por INGUASA para la elaboración del proyecto de EPS, ya que los mismos son estilos nuevos presentados por sus clientes, los cuales representan para la empresa nuevos procedimientos, diagramas de precedencias y tiempos estándar de producción. Los diagramas de precedencias fueron elaborados a partir de las muestras enviadas por el cliente, obteniendo el procedimiento actual para la producción de nuevos estilos.

Figura 3. Diagrama de Ishikawa situación actual



Fuente: elaboración propia.

2.1.1. Descripción del proceso actual

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste; excepto en el caso de trabajos muy simples o cortos, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles de la tarea.

Por lo tanto, se deben observar todos los detalles y registrarlos. “De esta forma se inicia el estudio de las diferentes técnicas que sirven para registrar y analizar cada uno de los niveles de trabajo mencionados”¹.

El análisis de los procesos trata de eliminar las principales deficiencias existentes entre ellos y lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

Es por ello que es necesario identificar el procedimiento general para la elaboración de cualquier tipo de calzado dentro de las instalaciones de INGUASA.

Cada uno de estos departamentos se encuentra alojado dentro de la misma nave industrial, teniendo así, cada uno de estos departamentos sus respectivas áreas de trabajo, maquinaria y equipo a utilizar, materiales que ingresan al mismo, etc. Asimismo, estas líneas ven compartido su espacio con las líneas destinadas a la producción de exportación, por lo cual la distribución de las líneas de INGUASA se ha visto afectada en cuanto a su distribución.

En la figura 4 se muestra el plano con la distribución de las líneas de producción.

¹ CRIOLLO Garcia, Roberto. Estudio del Trabajo. p. 41

2.1.2. Proceso de corte para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

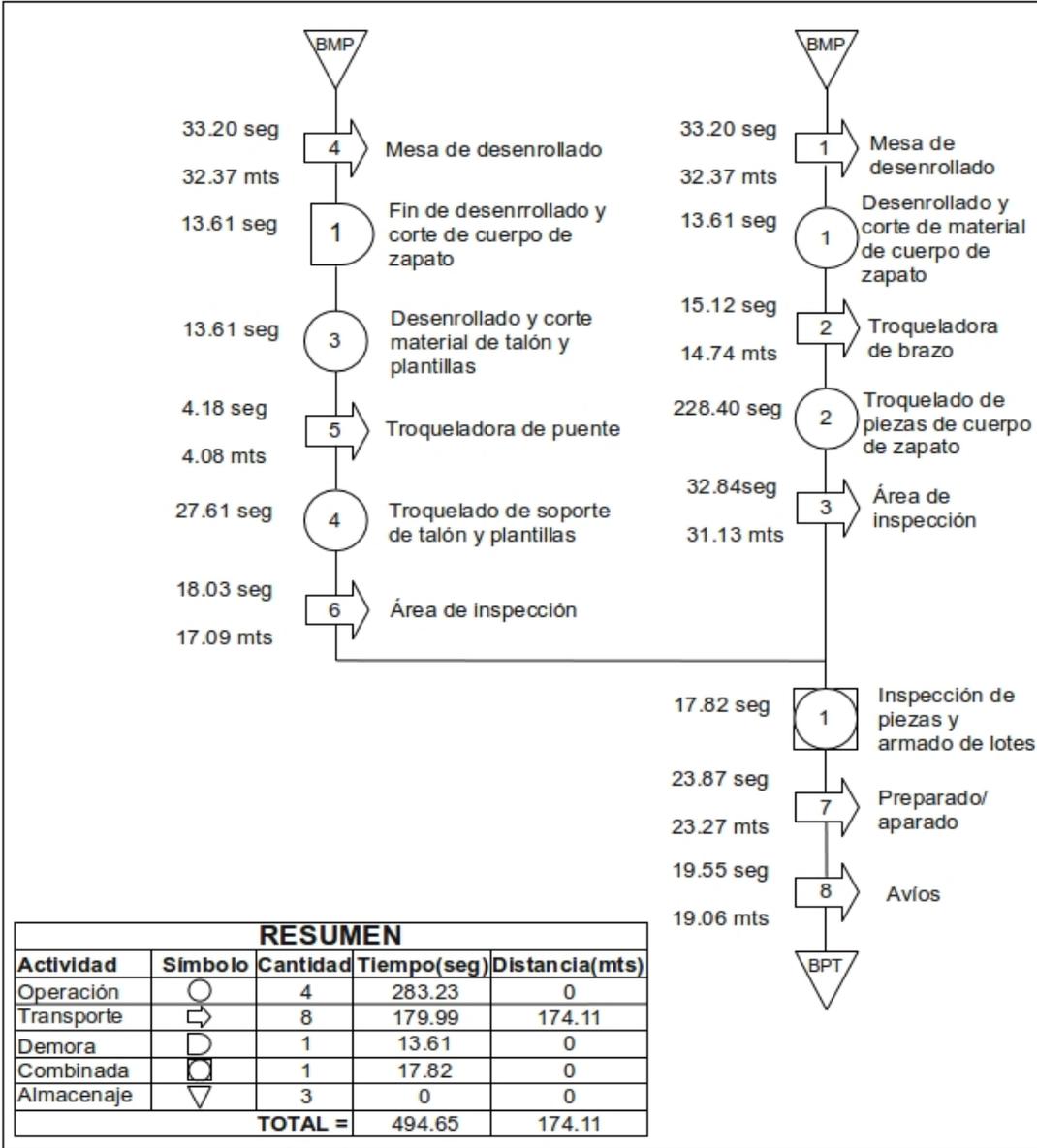
Este proceso es el que da forma a la materia prima desde el inicio. Es el encargado, mediante el corte y troquelado, de obtener las piezas en el correcto tamaño, forma y medida tanto para el cuerpo del zapato como para la suela del mismo y su parte interna. También se muestran los procesos involucrados en el mismo y en las figuras 5 a la 8, se muestran los diagramas de operaciones para cada uno de los modelos estudiados.

- Ingreso de la materia prima: las materias piel (cuero), espuma látex y forro de plantilla salen de la bodega de materia prima para dirigirse al departamento de corte donde es colocada en la mesa de desenrollado y corte. Luego la piel es transportada al área de troqueles y la espuma látex junto con la fiasa, se traslada a la troqueladora de puente.
- Desenrollado de espuma látex: la espuma látex es el material que conforma la plantilla, la cual brinda confort y suavidad al momento de utilizar el zapato. Esta se almacena en rollos en la bodega de materia prima por lo que, al igual que la fiasa, es extendida en la mesa de tendido para proceder al corte.
- Troquelado de cuero para obtener piezas de zapato: el troquelado consiste en el corte de las piezas que conformarán el calzado por medio de una troqueladora de brazo que utiliza distintas matrices con el contorno de la pieza a obtener. De este proceso se obtiene una pieza por golpe, debido a que la profundidad de la matriz impide realizar más de uno.

- Troquelado de plantillas, forro de plantillas y plantillas de soporte: el troquelado de plantillas se realiza en una máquina troqueladora de puente, es la que utiliza una matriz, según la medida a cortar y es capaz de realizar el troquelado de 2 capas por vez.
- Troquelado de espuma látex para soporte de talón: el soporte de talón es la pieza blanda que se coloca para dar comodidad al tendón de Aquiles; este se obtiene del troquelado de 5 capas de espuma a la vez.
- Revisar y armar lotes de plantillas: cuando ya han sido troqueladas las plantillas, cada una de ellas es revisada tomando en cuenta el corte y el pegado de la fiasa con la espuma látex, y el número de plantilla. Si es necesario, en este proceso se realizan pegados en caso de existir alguna separación entre ambas capas de material.
- Revisar y armar de piezas de calzado: las piezas troqueladas del material de cuero para el cuerpo del calzado son revisadas por imperfecciones en el corte y uniformidad en el color. Se arman 12 pares por lote, siendo esta cantidad un parámetro manejado por el software de INGUASA, ya que es la capacidad de la caja de empaque utilizada para traslado y que por políticas de la empresa es la cantidad mínima a fabricar por estilo, tomando en cuenta los factores antes mencionados y así evitar variaciones entre el calzado.

Figura 5. Diagrama de operaciones de corte para estilo 82485

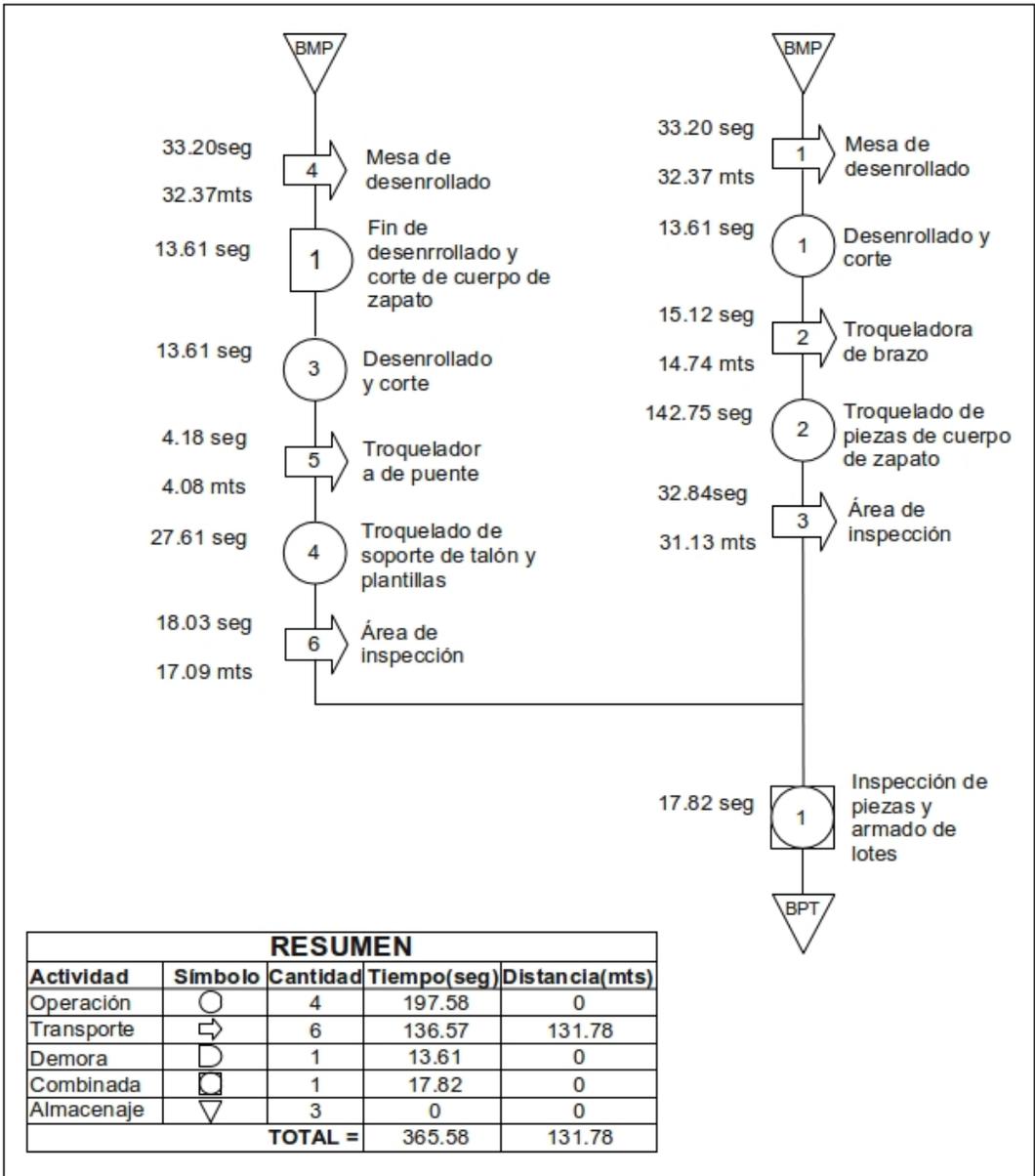
Empresa: <u>INGUASA</u>	Página: <u>1 de 1</u>
Departamento: Corte	Fecha:
Estilo: 82485	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de operaciones de corte para estilo 82486

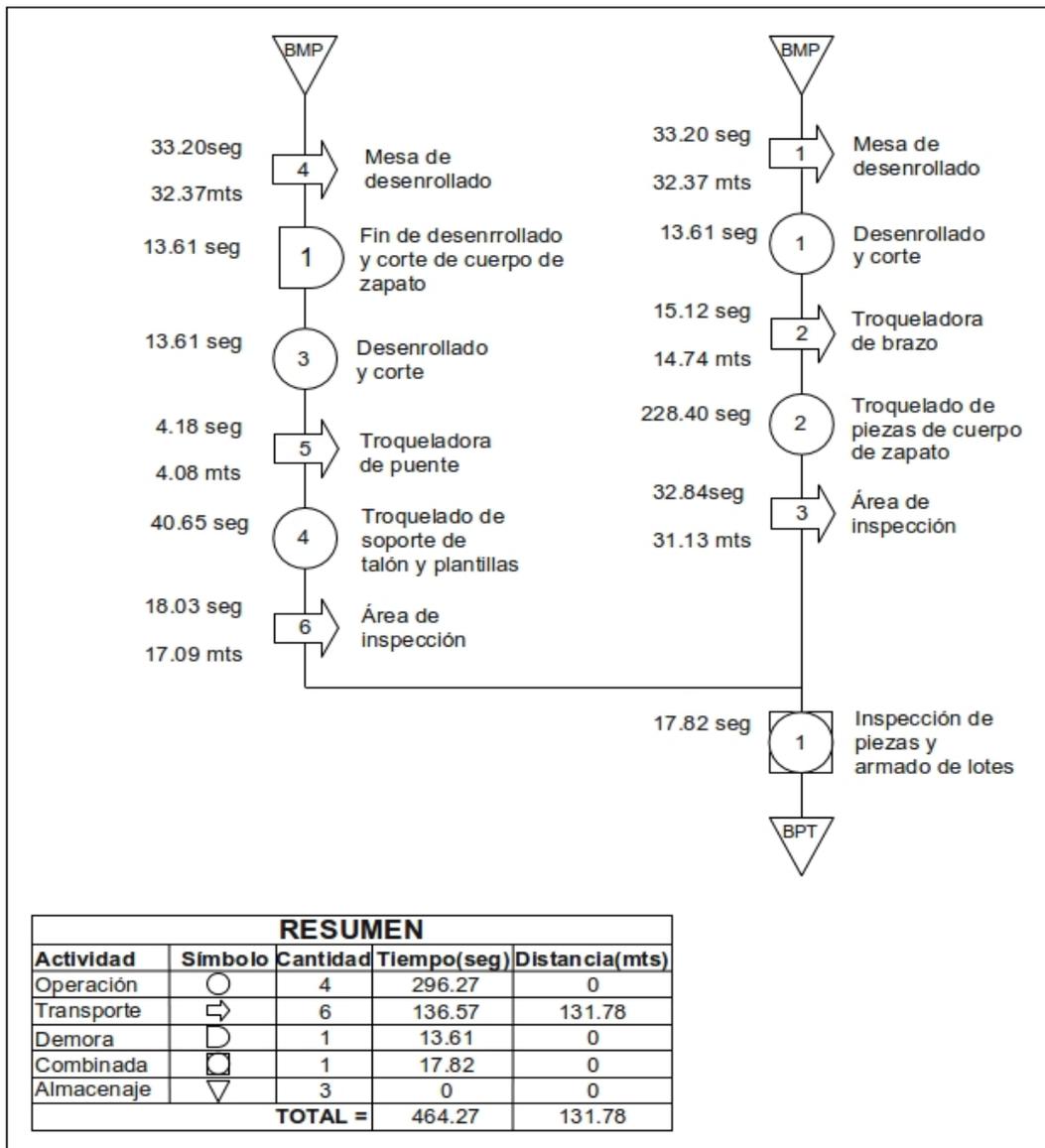
Empresa: <u>INGUASA</u> Departamento: Corte Estilo: 82486 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>1</u> de <u>1</u> Fecha: Método: Actual
---	--



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de operaciones de corte para estilo 82487

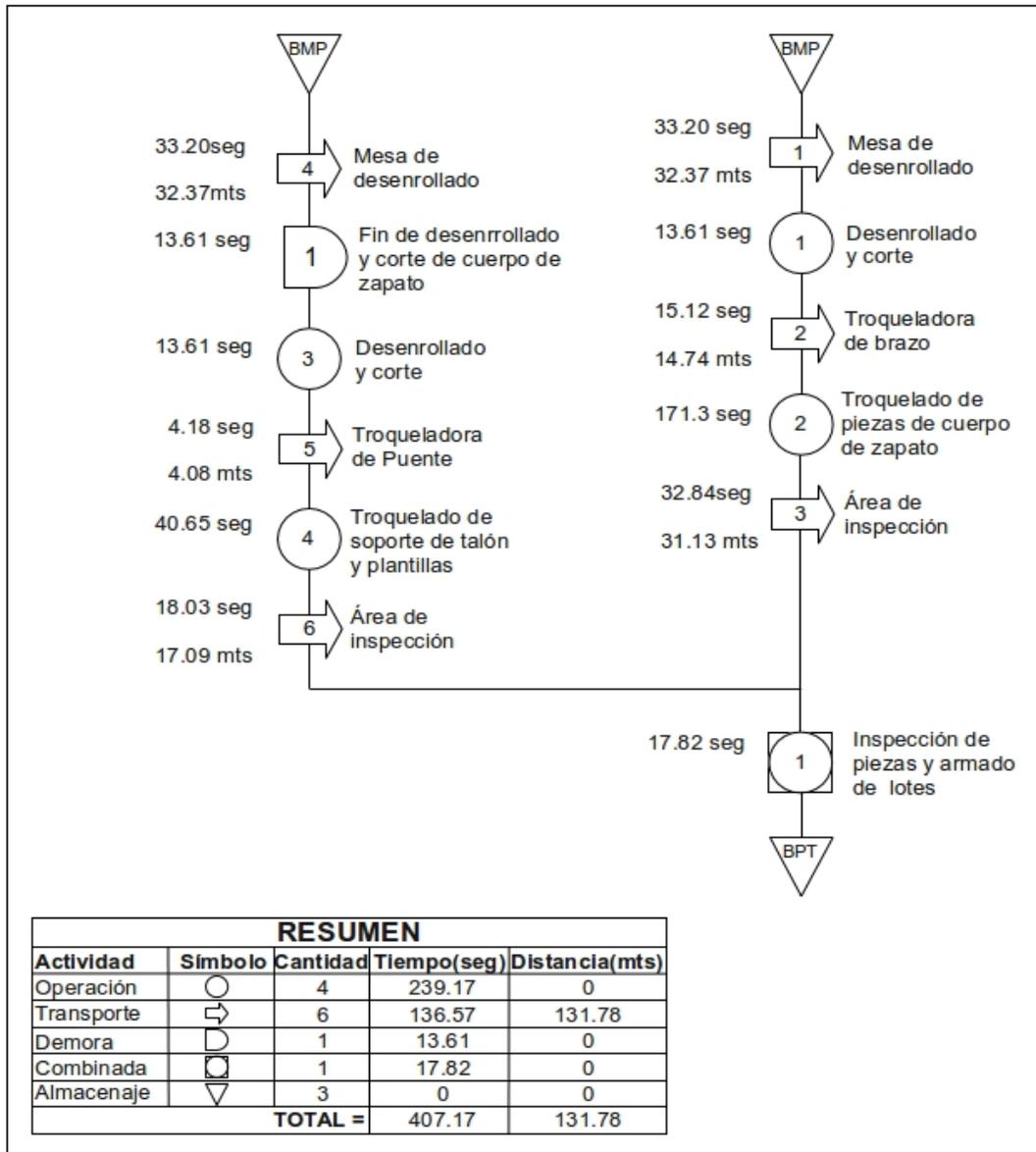
Empresa: <u>INGUASA</u> Departamento: Corte Estilo: 82487 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>1</u> de <u>1</u> Fecha: Método: Actual
---	--



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de operaciones de corte para estilo 82488

Empresa: <u>INGUASA</u> Departamento: <u>Corte</u> Estilo: <u>82488</u> Analista: <u>Carlos Leonel Monzón Galicia</u>	Página: <u>1</u> de <u>1</u> Fecha: Método: <u>Actual</u>
--	---



Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Procesos de avíos para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

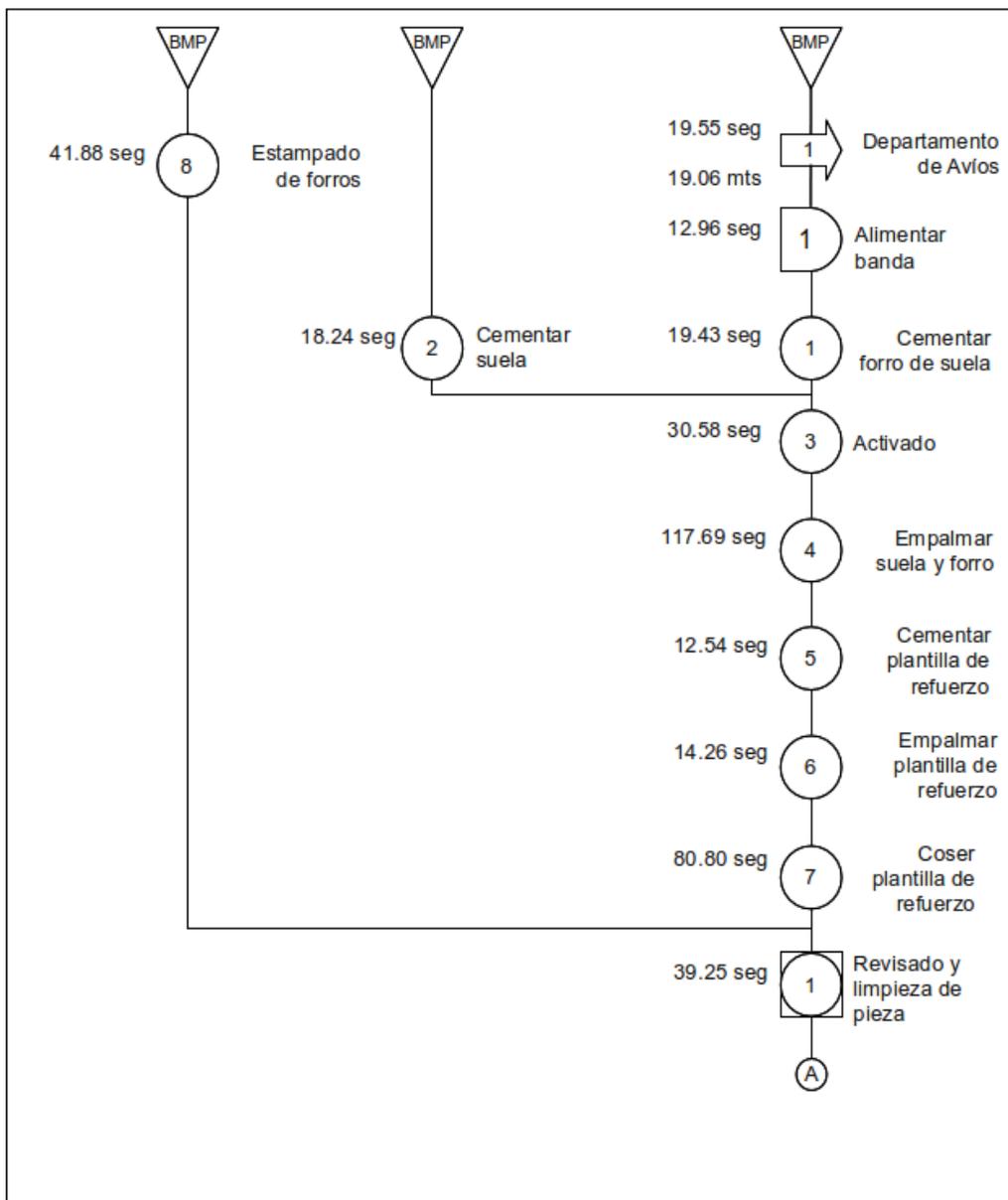
El proceso de avíos es el que provee de una suela al calzado. En este proceso se fabrica la suela del zapato, así como también se le prepara para su correcta incorporación. En este proceso también se incluye el estampado de los forros internos del calzado. En la figura 9 se muestra el diagrama de operaciones de avíos.

- Ingreso de material a la línea: para el proceso de avíos, los materiales requeridos son: forro de suela, plantilla y suela de hule prefabricada.
- Cementar suela: se aplica adhesivo P.U. a la suela de hule prefabricado y al forro de la suela de cuero, y se coloca en la banda.
- Cementar forro de suela: se aplica adhesivo P.U. al forro de la suela de cuero.
- Horno de activado: el horno de activado tiene la función principal de activar el adhesivo P.U. por medio de calor, para luego poder realizar la unión entre ambas piezas.
- Empalmado de forro y suela: se empalman la suela y forro de suela, utilizando una herramienta en punta y aplicando presión, logrando así la unión correcta entre ambas piezas.
- Cementar plantilla de refuerzo: se aplica adhesivo amarillo a la parte de la suela de hule prefabricada para realizar el empalmado entre estas piezas.

- Empalmado de plantilla de refuerzo con suela: se unen la plantilla de refuerzo y la suela de hule prefabricado.
- Costura de forro de suela: luego de pegadas las piezas principales de la suela, la suela prefabricada, forro de suela y la preplantilla de soporte, se realiza una costura alrededor de la suela prefabricada, logrando así la unión final entre las mismas.
- Revisado de piezas y limpieza: se verifica el proceso de pegado y costurado de las piezas y se limpian con una pieza de hule para eliminar cualquier sobrante de adhesivo.
- Se arman lotes: se cuentan y arman lotes por número de calzado, para registrarlo en el sistema y cargarlo.

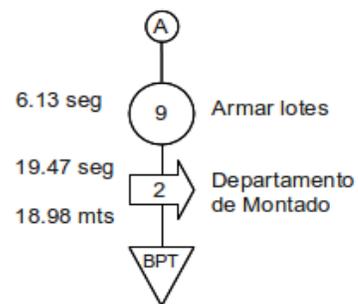
Figura 9. Diagrama de operaciones de avíos para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

Empresa: INGUASA	Página: 1 de 2
Departamento: Avíos	Fecha:
Estilos: 82485, 82486, 82487, 82488	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 9.

Empresa: INGUASA Departamento: Avíos Estilos: 82485, 82486, 82487, 82488 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>2</u> de <u>2</u> Fecha: Abril - 2011 Método: Actual
--	---



RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	9	341.55	0
Transporte	⇒	2	39.02	38.04
Demora	□	1	12.96	0
Combinada	◻	1	39.25	0
Almacenaje	▽	1	0	0
TOTAL =			432.78	38.04

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Proceso de preparado/aparado

Por medio del preparado y aparado de las piezas se logra crear el cuerpo del zapato. Esto a través del cementado, empalmado, cosido y perforado de las piezas obtenidas por el proceso de corte, lo que permite crear una sola pieza, a la cual le resta la suela para estar completo. En las figuras 10 a la 13 se muestran los diagramas de operaciones para los estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.

2.1.4.1. Preparado/aparado para estilo 82485

Las operaciones actuales que llevan a cabo el preparado y aparado para el estilo 82485 se resumen y a su vez se muestran en la figura 10, que representa el proceso.

- **Devastado:** toda pieza que estará unida una sobre otra, es devastada en esta operación. El devastado consiste en el desgaste de la pieza mediante una máquina especial, con el objetivo de que el pegado sea mejor y la unión entre las piezas sea limpia.
- **Rayado:** se realizan las guías en cada una de las piezas para realizar de manera correcta la unión o el empalme de las mismas, por medio de tinta de color.
- **Ingreso de material a la banda:** una vez devastadas y rayadas las piezas, estas se ingresan a la banda por pares y en el orden que se realizará el procedimiento.

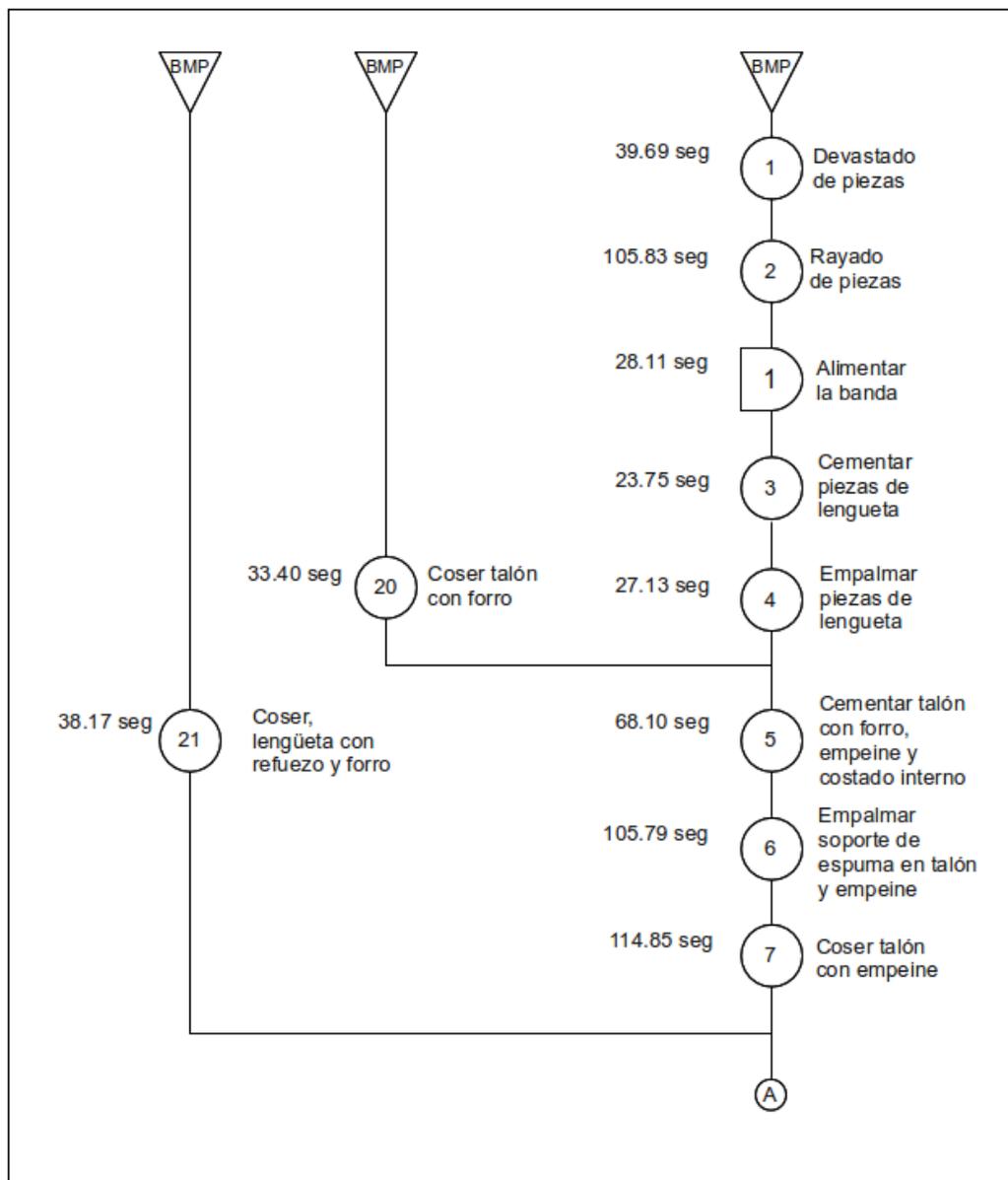
- Cementado de lengua: se aplica adhesivo amarillo al área devastada de la lengua, refuerzo de lengua y forro de la lengua.
- Empalmado de lengüeta: se colocan en la guía la lengüeta y el forro, se unen a presión manualmente, luego se colocan en la banda.
- Costura de talón: se cose el talón con el forro interno. Ambos se colocan con las caras encontradas y se cosen por la parte superior, luego se colocan en la banda.
- Cementado de talón: se aplica adhesivo al talón y al costado interno, para el empalmado del soporte de espuma; luego se coloca en la banda.
- Costura de lengua: se cose la lengua con su refuerzo y el forro de la lengua por su parte interna y se coloca en la banda.
- Empalme de soporte de talón: se coloca el soporte de espuma entre la unión del talón y el forro de talón, se unen las partes, se empalma con el empeine y el costado interno para luego colocar la pieza en la banda.
- Costura de talón con empeine: se cose el talón con el empeine y el costado interno previamente cementados y empalmados con las guías de ensamble, para luego colocar la pieza en la banda.
- Despiste de costuras: consiste en la eliminación de los hilos sobrantes de las costuras. En esta parte se realiza el despiste de las costuras realizadas en el talón, costado interno y empeine; luego se coloca en la banda la pieza.

- Cementado y empalmado de forro interno: se cementa y empalma el forro interno inferior al soporte del talón con el talón y se colocan en la banda.
- Costura de cuello: se cose bordeando el soporte del talón y también los bordes del forro interno y se colocan en la banda.
- Recortado y despitado de talón: se realiza el despite de las costuras recibidas por el talón, previo a cerrar el cuadro, uniendo el talón con el empeine, y se colocan en la banda.
- Cementado de talón, empeine y lengua: se aplica adhesivo amarillo a los extremos del talón, empeine y en la parte del refuerzo de la lengua, luego se empalman y se colocan en la banda.
- Empalmado de lengua: se coloca la lengua en la guía, se ubica y coloca por la parte superior el cuerpo del zapato y se aplica presión. Luego de esta operación se cierra el cuadro del zapato, uniendo el extremo del talón con el del empeine; se coloca cinta adhesiva para mantener el cuadro en posición y se coloca en la banda.
- Costura de soporte: se realiza una costura de soporte, uniendo los extremos del talón y empeine para mantener el cuadro en forma, luego se coloca en la banda.
- Costura de lengua a empeine: se cose la lengua del calzado con el empeine por medio del refuerzo de la lengua y se coloca en la banda.
- Costura de cuadro: se costuran 2 cuadros que sujetan la base de la lengua al cuerpo del calzado y se coloca en la banda la pieza.

- Perforado de ojeteros: se perforan los agujeros donde se posicionarán los ojeteros de las cintas del calzado por medio de un punzón perforador, luego se coloca en la banda.
- Remachar ojeteros: se remachan los 6 ojeteros de cada calzado por medio de una prensadora de aire y luego se coloca la pieza en la banda.
- Despunte final: se realiza un despunte final en la pieza final, tanto en el interior como en el exterior, luego se coloca en la banda.
- Limpieza de costuras e inspección: se limpian y pulen los anillos de los ojeteros y las costuras con una pieza de hule, se inspeccionan y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema, luego son enviadas al área de montaje.

Figura 10. **Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82485**

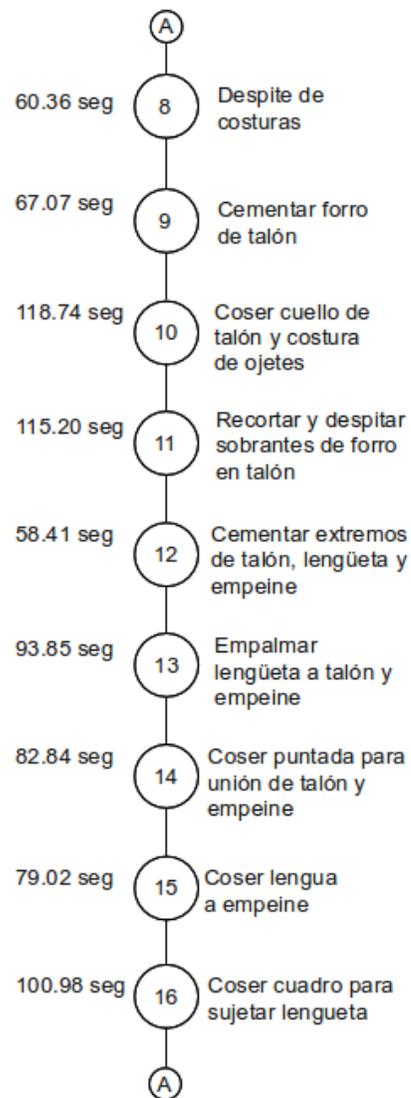
Empresa: INGUASA	Página: <u>1</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82485	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 10.

Empresa: INGUASA
Departamento: Preparado/Aparado
Estilo: 82485
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

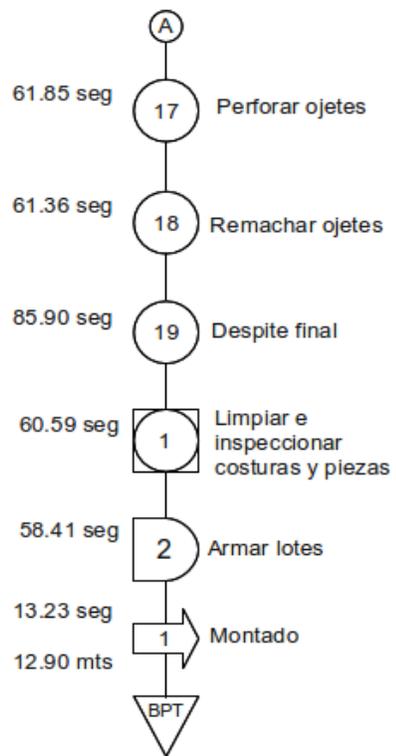
Página: 2 de 3
Fecha:
Método: Actual



Continuación de la figura 10.

Empresa: INGUASA
 Departamento: Preparado/Aparado
 Estilo: 82485
 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 3 de 3
 Fecha:
 Método: Actual



RESUMEN				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	21	1542.29	0
Transporte	→	1	13.23	12.90
Demora	D	2	86.52	0
Combinada	□	1	60.59	0
Almacenaje	▽	3	0	0
TOTAL =			1702.63	12.90

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2. Preparado/aparado para estilo 82486

Las operaciones actuales que llevan a cabo el preparado/aparado para el estilo 82485 se resumen y a su vez se muestran en el diagrama de operaciones; en la figura 11 se representa el proceso.

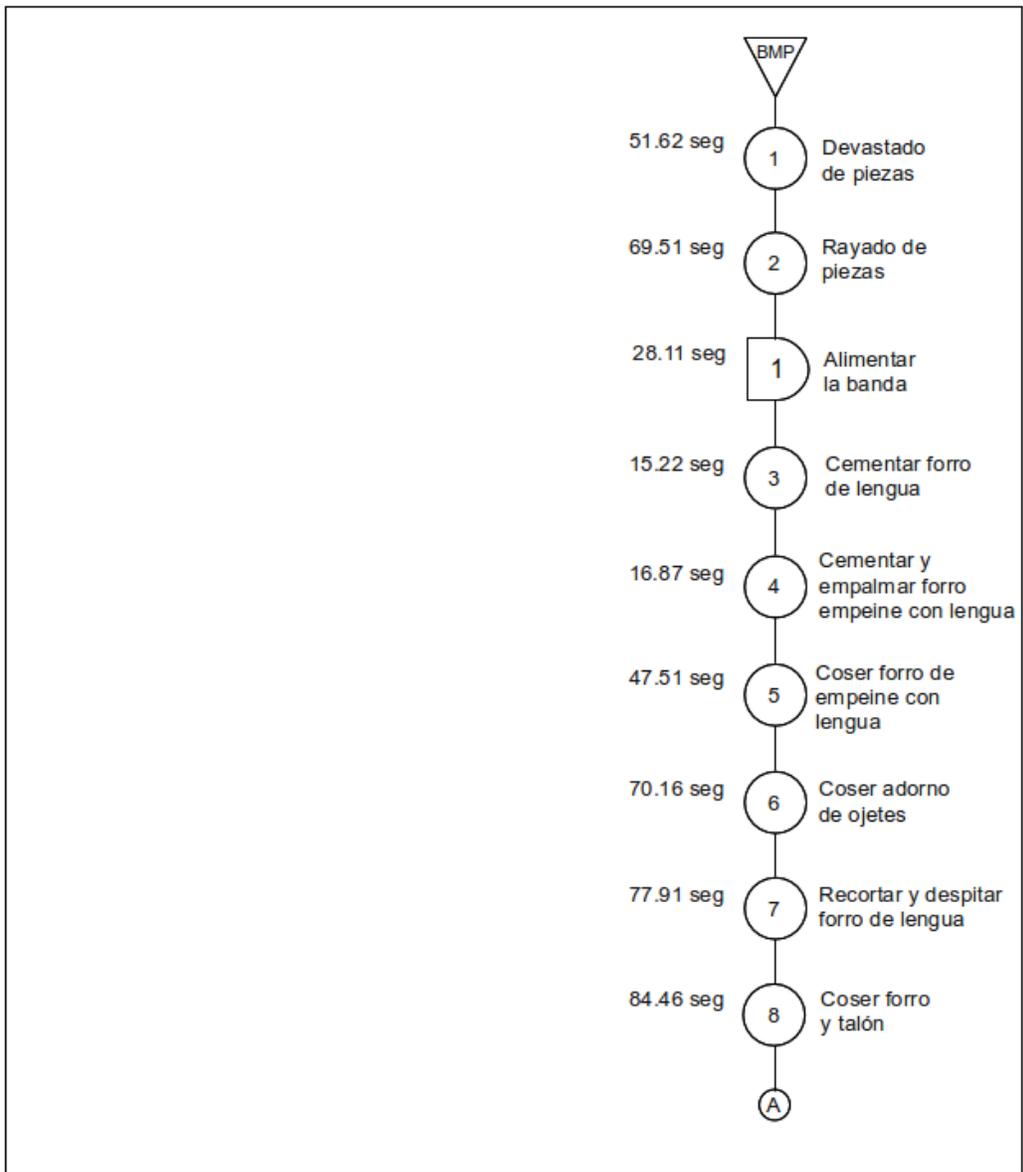
- Devastado: se realiza el devastado de las 2 piezas principales del cuerpo del calzado, la lengua y el talón que incluye los costados del calzado.
- Rayado de piezas: se realizan las guías en ambas partes por medio del rayado con tinta de color que permita identificar la ubicación de armado.
- Ingresar material a banda: una vez devastadas y rayadas las piezas, estas se ingresan a la banda en pares y en el orden que se realizará el procedimiento.
- Cementado y empalmado de forro de lengua: se cementa con adhesivo amarillo el forro de lengua y la lengua, para luego empalmar ambas partes y se colocan en la banda.
- Costura de lengua con forro de lengua: se realiza la costura al borde del forro de la lengua para dejar terminada la pieza y se coloca en la banda.
- Costura de adorno de ojete: en la pieza de talón y costados se realiza una costura, la cual es un adorno para el contorno de los ojete y se traslada a la banda.

- Recortado y despitado de forro de lengua: se realiza un desquite del forro sobrante en el contorno de la lengua y se despitán las costuras antes realizadas y se coloca en la banda.
- Costura de talón con forro: se cose el talón con el forro interno. Ambos se colocan con las caras encontradas y se cosen por la parte superior, luego se colocan en la banda.
- Cementar talón y forro: se cementa y empalma el forro interno inferior al soporte del talón con el talón y se colocan en la banda.
- Cementado de talón para soporte de espuma: se aplica adhesivo a la parte interna del talón donde estará colocado el soporte de espuma y se coloca en la banda.
- Empalme de soporte de talón: se coloca el soporte de espuma entre la unión del talón y el forro de talón, se unen las partes, se empalma con el empeine y el costado interno, para luego colocar la pieza en la banda.
- Costura de cuello: se cose bordeando el soporte del talón y también los bordes del forro interno y se colocan en la banda.
- Recortado y despitado forro de talón: se realiza el desquite de las costuras recibidas por el talón, previo a cerrar el cuadro uniendo el talón con el empeine y se colocan en la banda.
- Cementar talón y lengua: se aplica adhesivo al área de unión del talón y lengua con adhesivo amarillo, luego se coloca en la banda.

- Empalmar talón y lengua: se coloca un extremo de la lengua sobre el extremo del talón, utilizando las guías realizadas en la operación de rayado y se prosigue con el siguiente extremo, luego se coloca en la banda.
- Costura de cuadros: se costuran 2 cuadros que sujetan la base de la lengua al cuerpo del calzado y se coloca en la banda la pieza.
- Perforado de ojete: se perforan los agujeros donde se posicionarán los ojete de las cintas del calzado por medio de un punzón perforador; luego se coloca en la banda.
- Remachar ojete: se remachan los seis ojete de cada calzado por medio de una prensadora de aire y luego se coloca en la banda la pieza.
- Limpieza y pulido de acabos: se limpian y pulen los anillos de los ojete y las costuras con una pieza de hule, se inspeccionan y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema, luego son enviadas al área de montado.

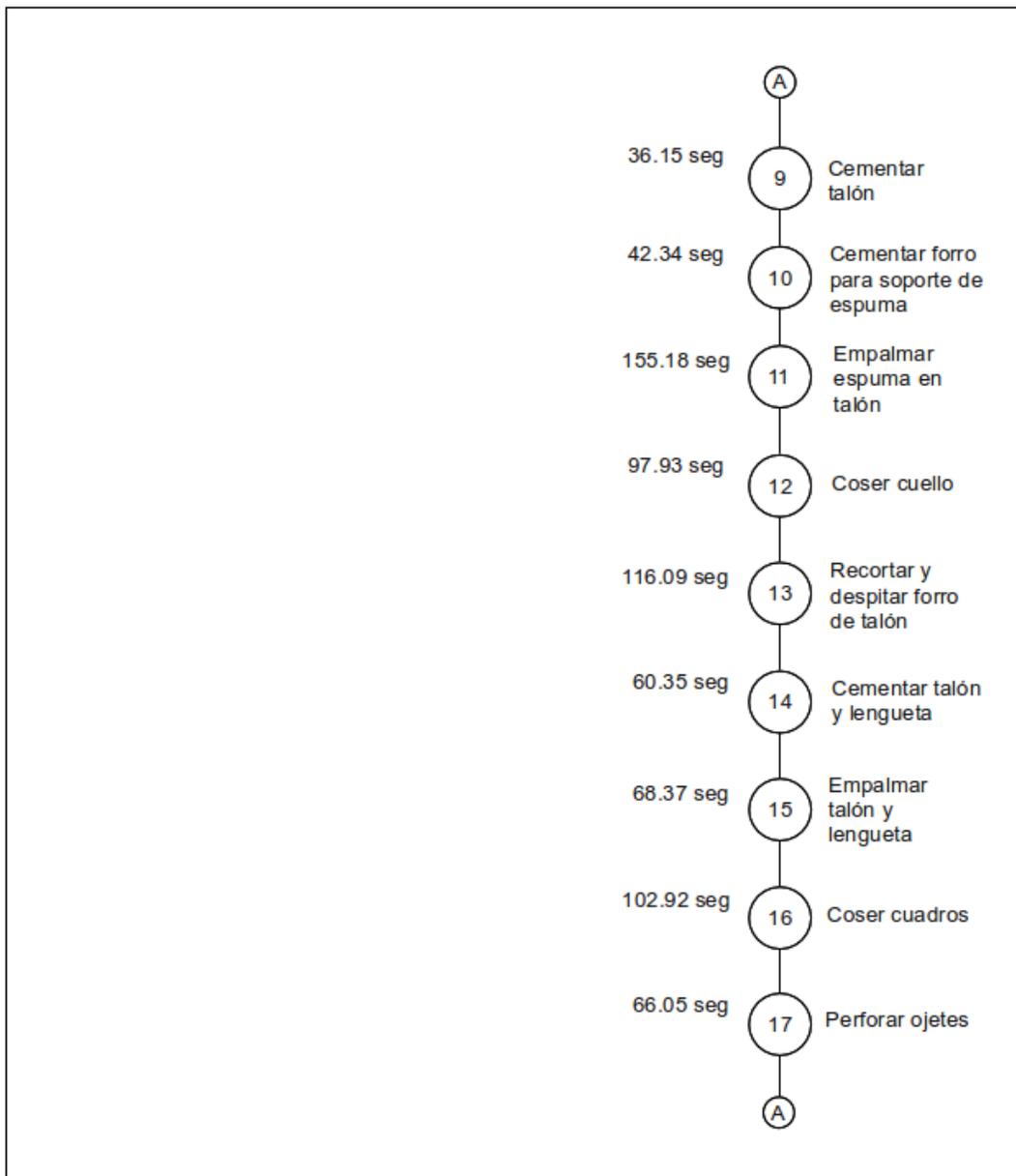
Figura 11. Diagrama de operaciones para de preparado/aparado para estilo 82486

Empresa: INGUASA	Página: <u>1</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82486	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 11.

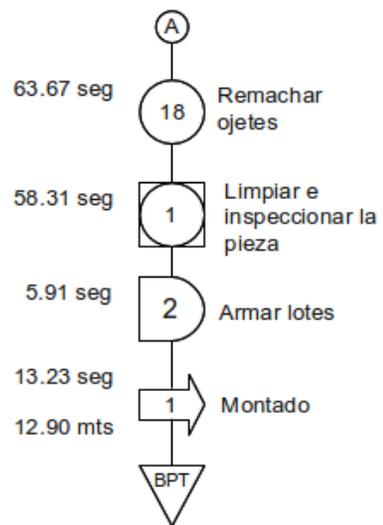
Empresa: INGUASA	Página: <u>2</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82486	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 11.

Empresa: INGUASA
 Departamento: Preparado/Aparado
 Estilo: 82486
 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 3 de 3
 Fecha:
 Método: Actual



RESUMEN				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	18	1242.31	0
Transporte	⇒	1	13.23	12.90
Demora	D	2	34.02	0
Combinada	◻	1	58.31	0
Almacenaje	▽	2	0	0
TOTAL =			1347.87	12.90

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.3. Preparado/aparado para estilo 82487

Las operaciones actuales que llevan a cabo el preparado/aparado para el estilo 82487 se resumen y a su vez se muestran el diagrama de operaciones en la figura 12 que representa el proceso.

- Devastado: se realiza el devastado de las 3 piezas principales del cuerpo del calzado, la lengua, el talón y el cincho.
- Rayado de piezas: se realizan las guías en ambas partes por medio del rayado con tinta de color que permita identificar la ubicación de armado.
- Ingresar material a banda: una vez devastadas y rayadas las piezas, estas se ingresan a la banda en pares y en el orden que se realizará el procedimiento.
- Cementado de cincho y forro de cincho: se aplica adhesivo al cincho que servirá de sujetador del calzado, así como también a su forro interno y se coloca en la banda.
- Cementado de empeine y forro de empeine: se aplica adhesivo en el área interna del empeine y en el forro interno, luego se coloca en la banda.
- Empalmar cincho con forro y velcro: se unen los cinchos con sus forros internos y se cementan el área del forro del cincho donde se coloca el velcro y se empalman ambas piezas; luego se coloca en la banda.

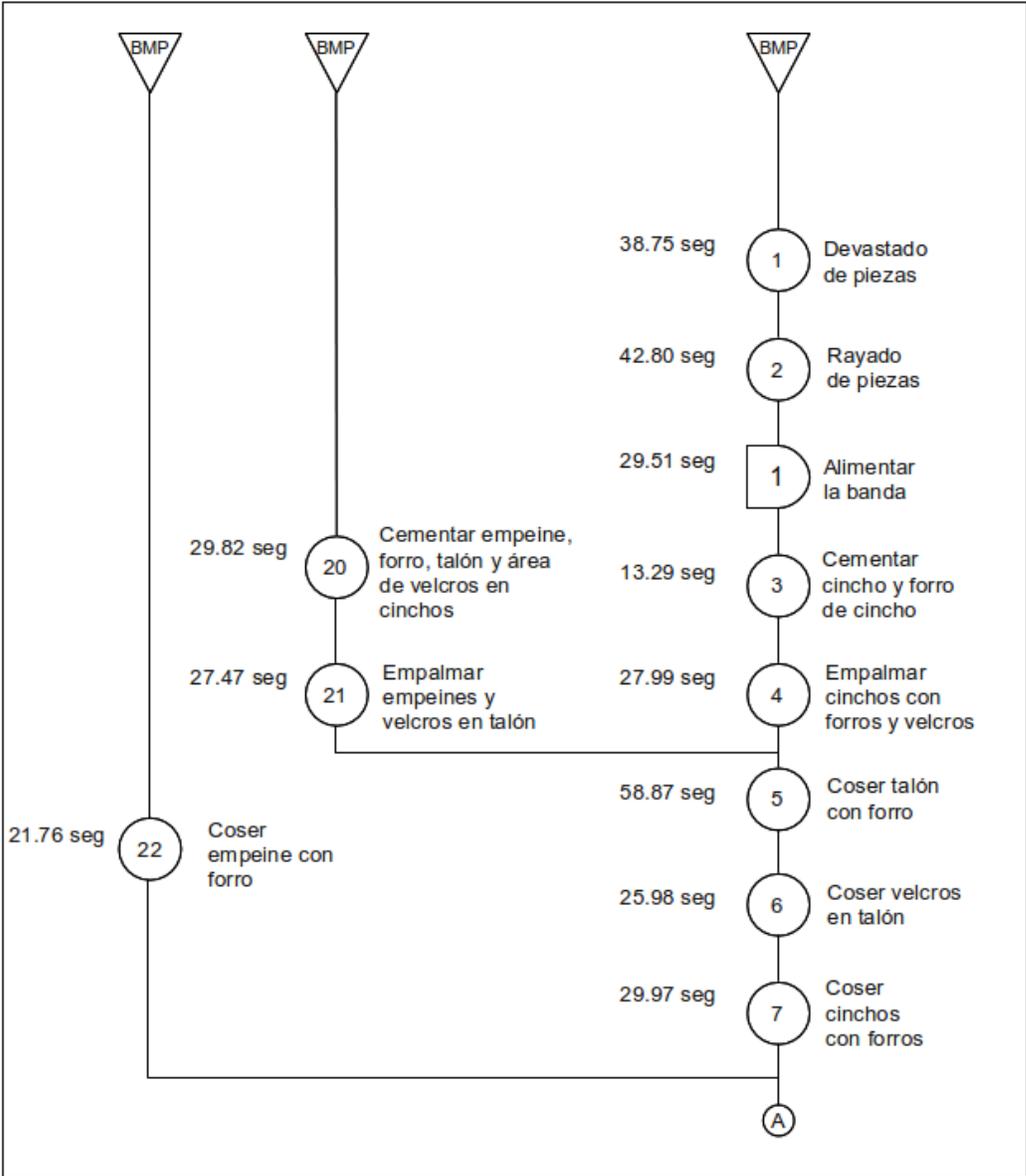
- Empalmar empeine y velcro de talón: se unen los empeines con talones previamente cementados y se aplica adhesivo al área del talón donde se ubica el velcro y se empalma este en el talón; luego se coloca en la banda.
- Coser talón con velcro y forro de talón: se realiza la costura del velcro al talón y se cose el forro interno del talón con el talón por la parte superior interna de ambas piezas; se colocan en la banda las piezas.
- Coser empeine con forro: se cose por la parte superior el empeine con su forro interno y se coloca en la banda.
- Coser cincho con forro: se realiza la costura de unión para los cinchos con sus forros respectivos.
- Cementado de adornos en el área de empeine: según el estilo, el calzado presenta 2 flores de adorno, ubicadas en el área del empeine, por lo que en este proceso se cementan dichas áreas donde se colocarán los adornos y luego se coloca en la banda.
- Empalmar adornos en empeine: se colocan las 2 flores con motivo decorativo en el empeine respetando la guía previamente realizada en la pieza.
- Recortado de sobrantes de forro y velcro en cincho, en talón y empeine: luego de las operaciones anteriores, se realiza el recortado de sobrantes de los forros en cinchos, el sobrante de velcro en talón y de forro en empeine, luego se coloca en la banda.

- Cementar forro interno de talón para empalmar soporte de espuma: se cementa y empalma el forro interno inferior al soporte del talón con el talón y se colocan en la banda.
- Hacer costura que sujeta adornos en empeine: se realiza una costura lineal de extremo a extremo del empeine que sirve como sujetador de los 2 adornos colocados en el calzado y se coloca en la banda.
- Horno de activado de adhesivo: la pieza pasa en el camino de la banda por un horno de activado por 26.26 segundos, lo que activa el adhesivo P.U. para luego proceder con el empalmado.
- Empalmar soporte de espuma en talón: se coloca el soporte de espuma entre la unión del talón y el forro de talón, se unen las partes, se empalma con el empeine y el costado interno, para luego colocar la pieza en la banda.
- Cementado de extremos de empeine y talón: se aplica adhesivo a los extremos del empeine y el talón, extremos por medio de los cuales se unirán ambas piezas y se colocan en la banda.
- Empalmar empeine con talón: se empalma el empeine con el talón por medio de los extremos antes cementados y se coloca la pieza en la banda.
- Costura de unión de empeine y talón: se costura la unión del talón con el empeine para formar el cuadro del calzado, luego se coloca en la banda.

- Cementado y empalmado de cincho y talón: se cementan los cinchos y el área del talón donde se colocarán; luego se empalman y se colocan en la banda.
- Costura de cuello de talón y cuadro de cincho y talón: se realiza la costura del cuello del talón donde se colocó anteriormente el soporte de espuma y también se cose un cuadro que sujeta el cincho al talón. Se coloca en la banda.
- Despunte general, revisado y pulido: se realiza un despunte de toda la pieza, eliminando cualquier exceso de hilo o de forro y se pulen todas las costuras con goma de hule y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema; luego son enviadas al área de montado.

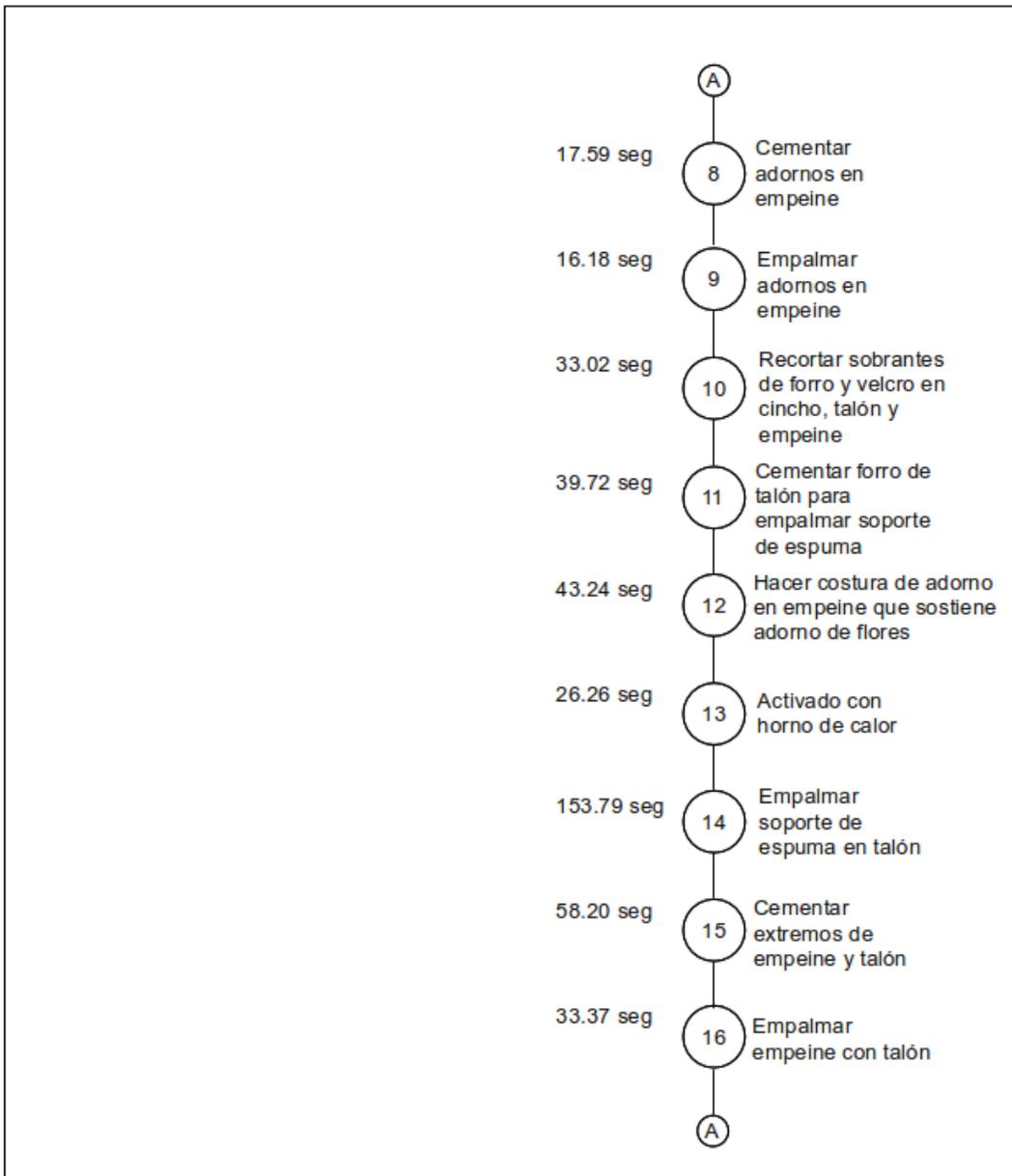
Figura 12. **Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82487**

Empresa: INGUASA Departamento: Preparado/Aparado Estilo: 82487 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>1</u> de <u>3</u> Fecha: Método: Actual
--	--



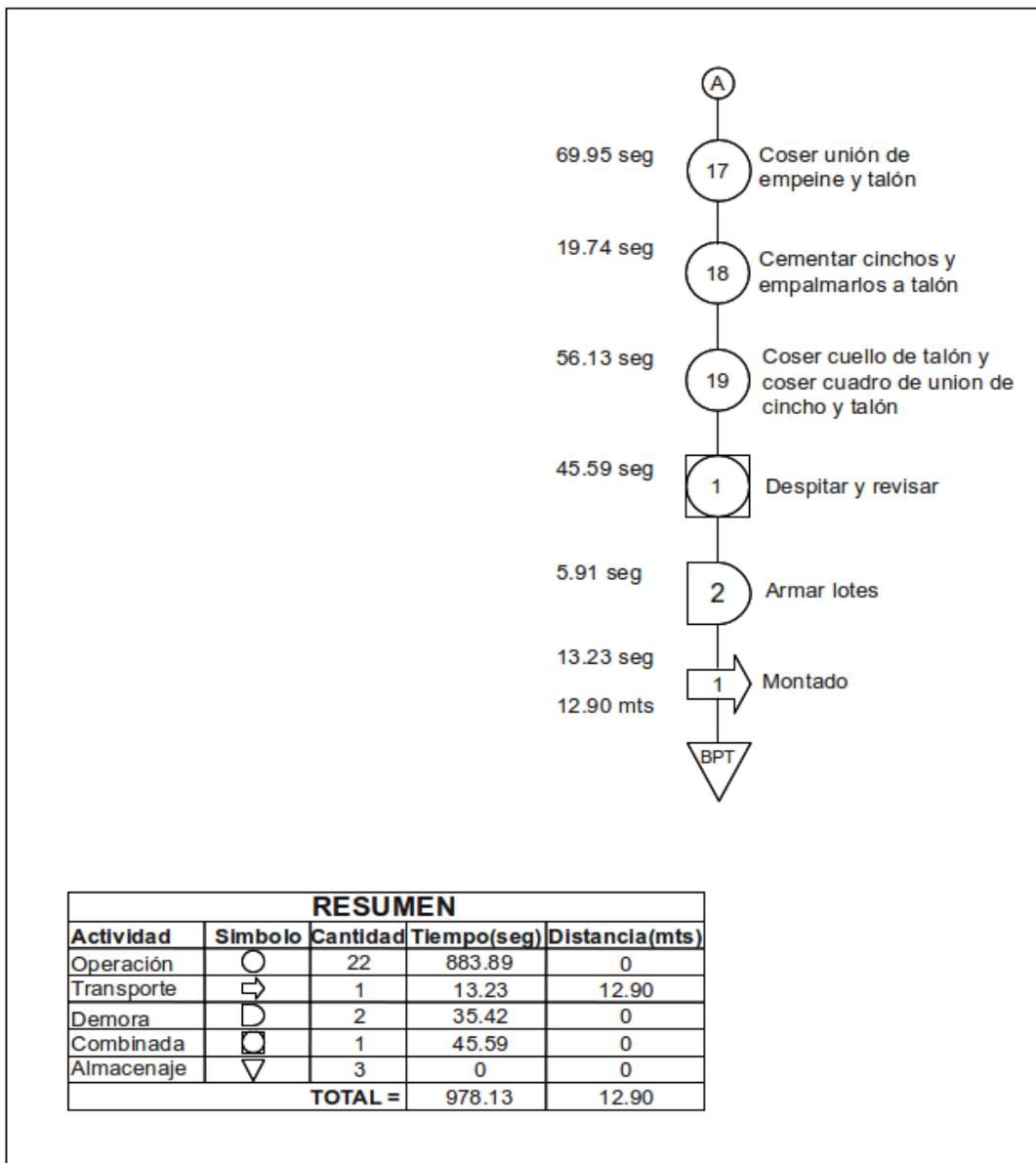
Continuación de la figura 12.

Empresa: INGUASA	Página: <u>2</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82487	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 12.

Empresa: INGUASA Departamento: Preparado/Aparado Estilo: 82487 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>3</u> de <u>3</u> Fecha: Método: Actual
--	--



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.4. Preparado/aparado para estilo 82488

Las operaciones actuales que llevan a cabo el preparado/aparado para el estilo 82488 se resumen y a su vez se muestran en el diagrama de operaciones en la figura 13, que representa el proceso.

- Devastado: se realiza el devastado de las piezas principales del cuerpo del calzado, la lengua y el talón que incluye los costados del calzado, así como también el cincho sujetador.
- Rayado de piezas: se realizan las guías en ambas partes por medio del rayado, con tinta de color que permita identificar la ubicación de armado.
- Cementar y empalmar dobles de chinela: se cementa y empalma la parte superior de la chinela o empeine. Este doblez sirve de ojal para el cincho sujetador, luego se coloca en la banda.
- Ingresar material a la banda: una vez devastadas, rayadas y empalmadas las chinelas, estas se ingresan a la banda en pares y en el orden que se realizará el procedimiento.
- Cementar velcros de talones, cinchos y forros: se aplica adhesivo al área del talón, donde se colocarán los velcros; así como también se aplica adhesivo a los cinchos del calzado y a los forros internos del cincho, y se colocan en la banda.
- Cementar chinela y forro: se aplica adhesivo a la parte interna de la chinela y al forro de la misma y se colocan en la banda.

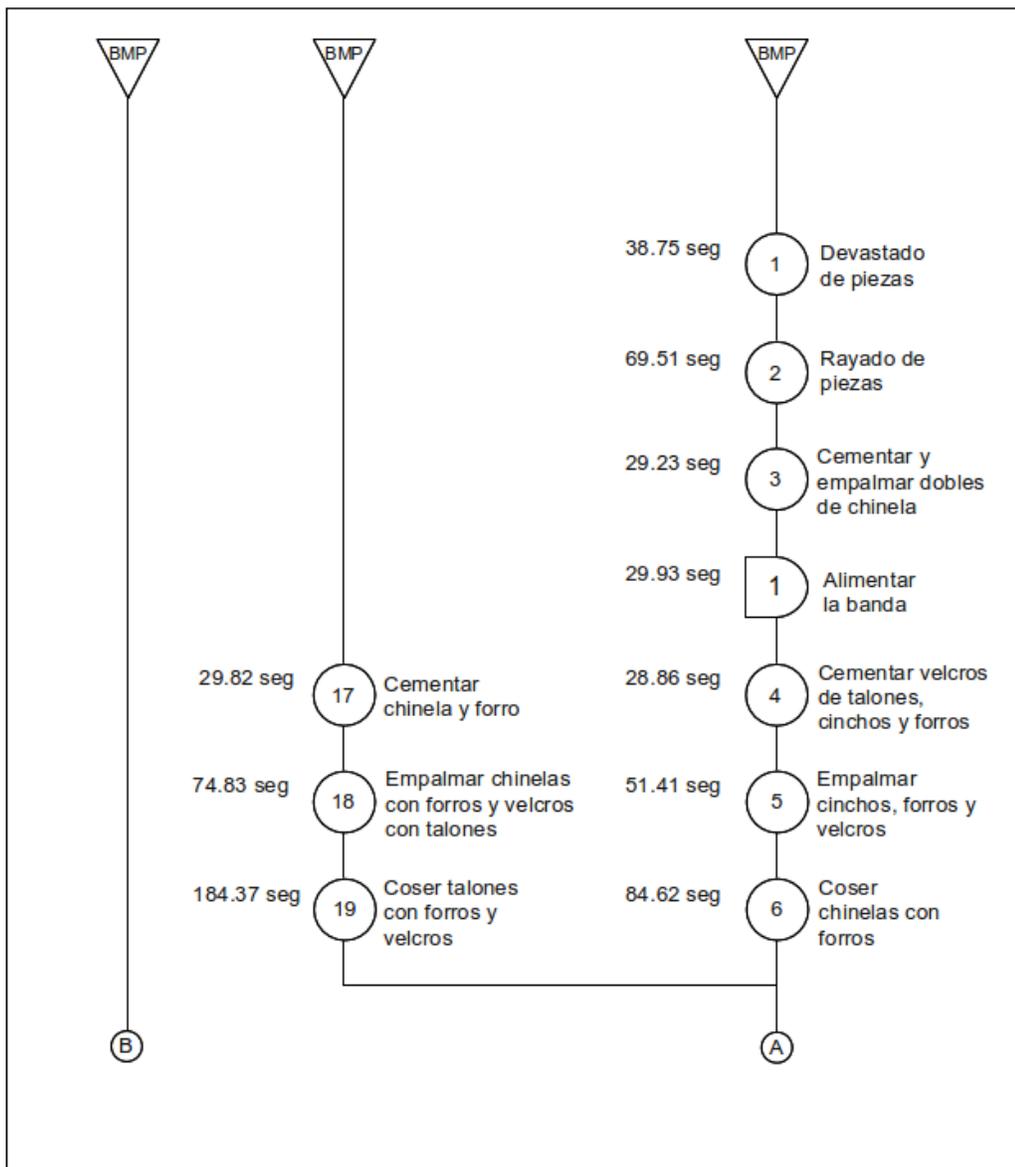
- Empalmar velcros, cinchos y forros: se empalma ambos velcros en los cinchos y luego con sus respectivos forros; se colocan en la banda las piezas empalmadas y luego se colocan en la banda.
- Empalmar chinelas con forros y velcros de talón: se empalman las chinelas con el forro interno y los velcros con los talones del calzado, luego se colocan en la banda.
- Coser chinelas con forros: se costura por el borde la chinela con su forro y se coloca en la banda.
- Coser talones con forros y velcros: se realiza la costura en la parte superior del talón y forro para unir las piezas y se cosen los bordes del velcro empalmado en el talón y se coloca en la banda.
- Cementar talones para soporte de espuma: se aplica adhesivo en la parte entre el talón y el forro interno para colocar el soporte del talón; se colocan en la banda.
- Despitar talones: se despítan las costuras realizadas en el velcro y la costura de unión entre talón y forro interno, luego se colocan en la banda.
- Coser cinchos con forro: se cosen los cinchos sujetadores con sus forros internos y se colocan en la banda.
- Empalmar soporte de espuma: se empalma el soporte de espuma en el talón y se coloca en la banda.

- Recortar chinelas y cinchos: se recortan los sobrantes de forro interno de las chinelas y cinchos previamente cosidos y se colocan en la banda.
- Cementar unión de talón y chinela: se aplica adhesivo en los extremos de la chinela y el talón, para luego realizar el empalmado, luego se coloca en la banda.
- Empalmar talones con chinelas: se unen el talón con la chinela por la parte previamente cementada, para cerrar el cuadro del calzado y se coloca en la banda.
- Coser cuello y parte delantera: se realiza la costura del cuello alrededor del soporte de espuma y a la vez se cose la parte delantera donde se unen el talón y la chinela y se coloca en la banda.
- Recortar forro de talón: ya cosido el cuadro del calzado se puede realizar el recorte de sobrante del forro interno del talón, luego se coloca en la banda.
- Cementar y empalmar cinchos a talones: se aplica adhesivo a los cinchos sujetadores y al área del talón donde se ubican. Se empalman a presión y se colocan en la banda.
- Coser cuadro a cinchos: se cose un cuadro en la unión del cincho sujetador y el talón para la unión definitiva de la pieza. Se coloca en la banda.

- Despitar, limpiar y revisar: se realiza el despite final donde se limpian con una pieza de goma; se revisan las piezas finalizadas y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema, luego son enviadas al área de montado.

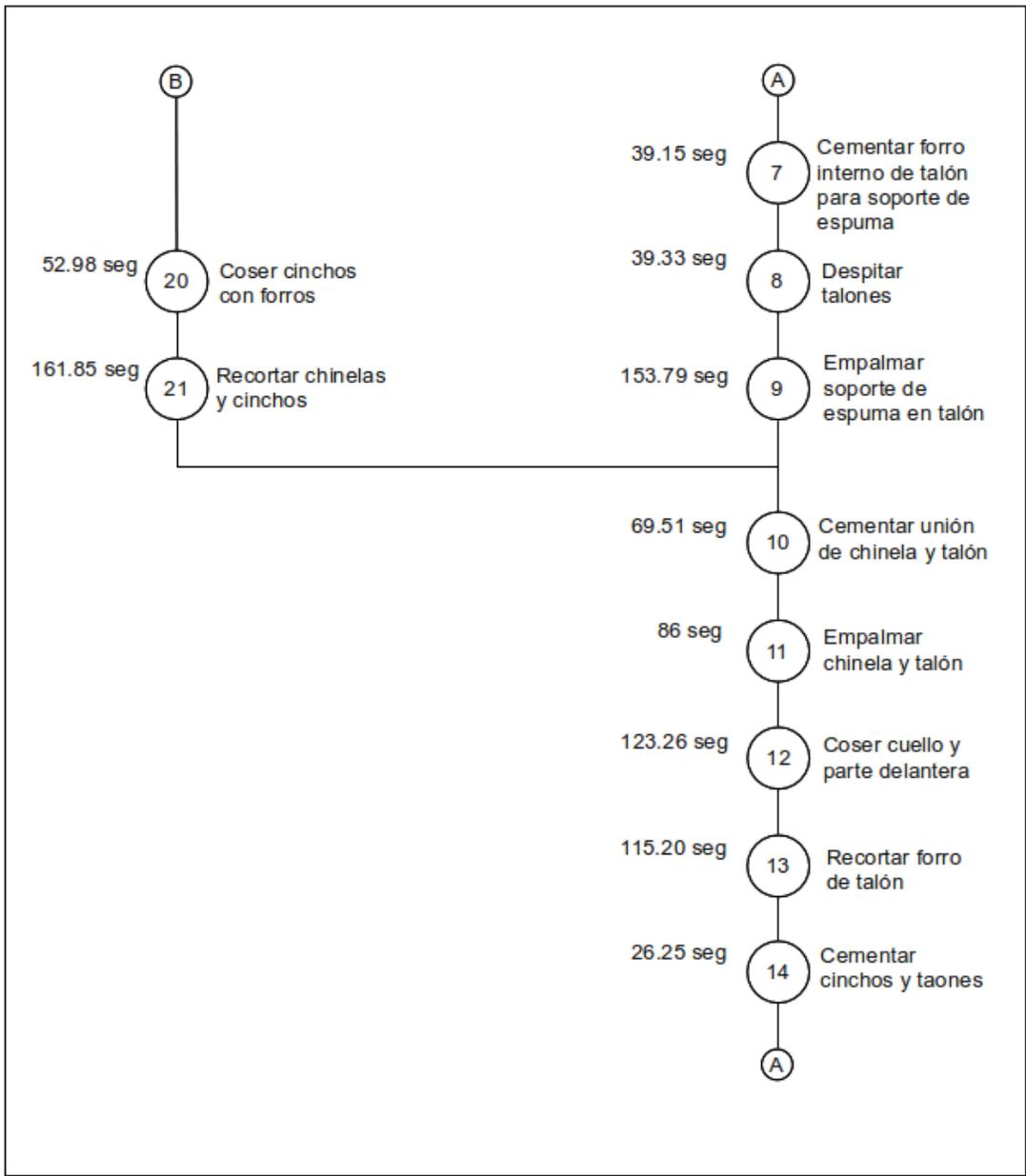
Figura 13. Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82488

Empresa: INGUASA	Página: <u>1</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82488	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



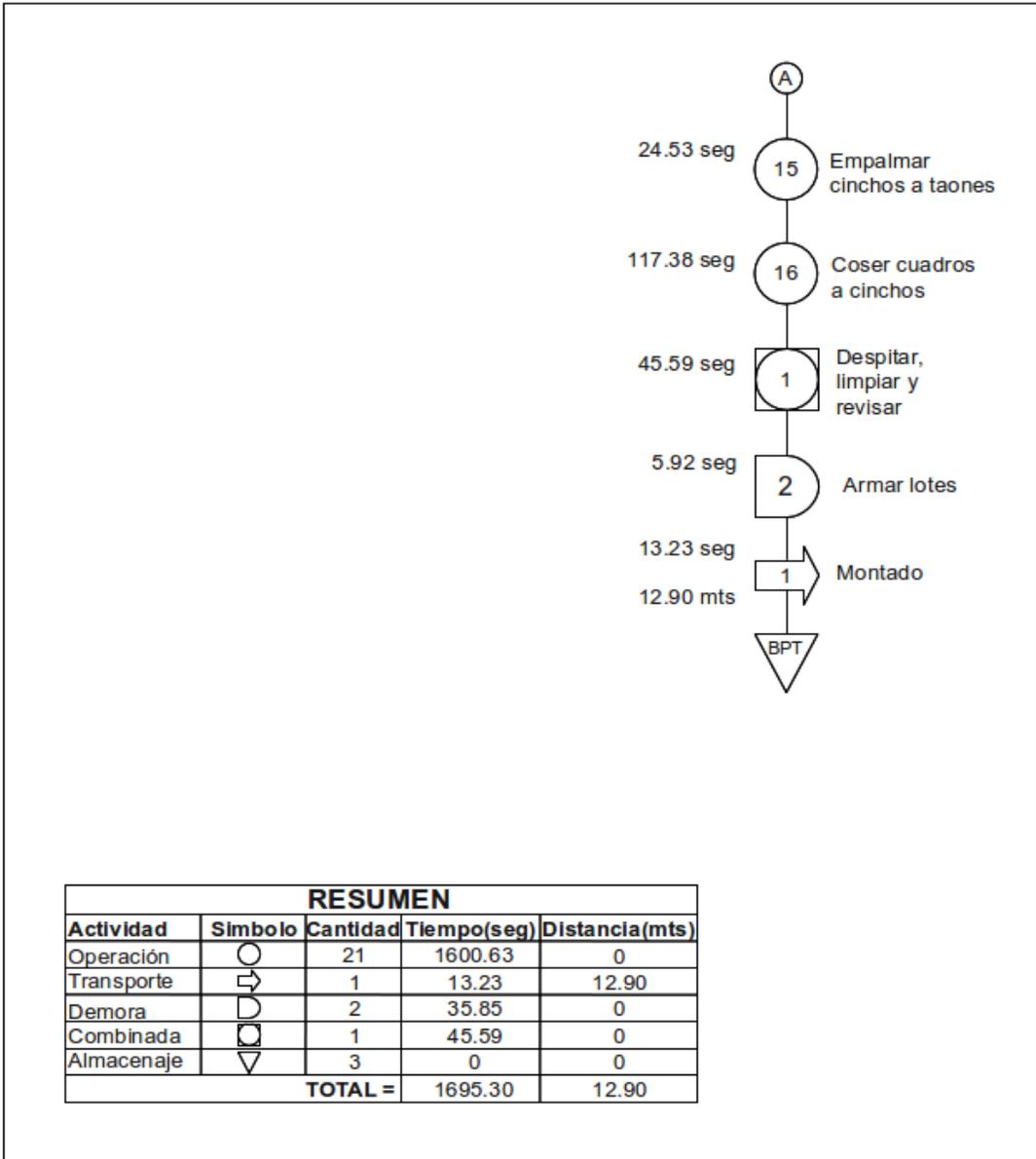
Continuación de la figura 13.

Empresa: INGUASA	Página: <u>2</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82488	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 13.

Empresa: INGUASA Departamento: Preparado/Aparado Estilo: 82488 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>3</u> de <u>3</u> Fecha: Método: Actual
--	--



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.5. Proceso de montaje para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

Durante el proceso de montaje se reciben las salidas de los procesos de corte, avíos y preparado/aparado para armar un zapato completo y así empacarlo para su entrega a cliente final. En esta etapa se unen el cuerpo del zapato entregado por preparado/aparado y la suela entregada por avíos para coserlo, colocar la plantilla del zapato hasta las cintas del mismo, etiquetas de compuestos, talla, modelo y finalmente las cintas o cierre de velcro según el estilo. En las figuras 14 y 15 se muestran los diagramas de operaciones para los estilos bajo estudio.

- Costura de suela: la unión entre el cuerpo del zapato realizado en el departamento de preparado/aparado y la suela realizada en el departamento de avíos se realiza en esta operación. Cada uno de los zapatos se unen a través de 50 puntadas las cuales son realizadas a mano por el operario, utilizando una aguja especial y un guante en la mano que maniobra la aguja para evitar lesiones.
- Inserción de horma: se coloca una horma del tamaño adecuado al calzado utilizando un poste que soporta el molde e introduciendo el zapato a la horma. Luego se coloca en la banda.
- Horno de calor: en camino de la banda el zapato pasa por un horno de calor con el objetivo de ablandar el material para luego poderle dar la forma deseada.
- Acoplado: el zapato es golpeado con un martillo de hule para lograr el perfecto acople a la horma introducida. El operario de esta operación

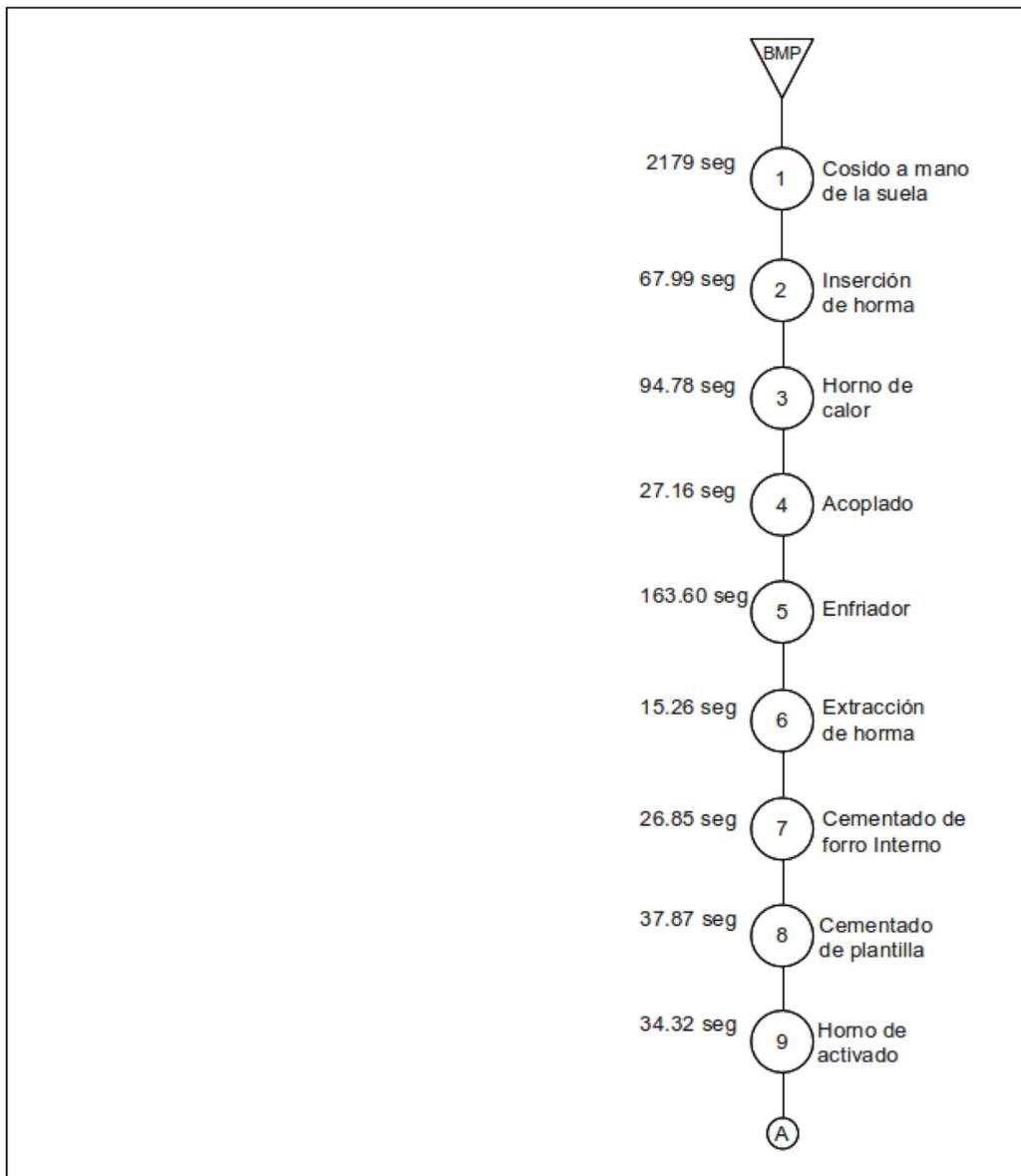
utiliza guantes especiales para evitar quemaduras al manipular el zapato. Luego es colocado en la banda.

- Enfriador: el zapato ingresa a un enfriador que se encuentra a 3°C; esto permite que el material guarde la forma de la horma ingresada, debido al cambio de temperatura sufrido.
- Extracción de horma: luego de salir del enfriador, se extrae la horma del zapato con la ayuda de un poste anclado al suelo y una paleta para retirar el zapato por la parte del talón, luego se coloca en la banda.
- Cementado de forro interno: se aplica cemento P.U. al forro interno del talón que queda sobre la base de la suela al momento del montado y se colocan en la banda.
- Cementado de plantilla: se aplica adhesivo P.U. al interior de la suela del zapato y a la plantilla procesada en el departamento de avíos. Se coloca en la banda.
- Horno de activado: la pieza ingresa a un horno de calor de baja temperatura que activa el cemento P.U. de las piezas.
- Empalmado de forro interno y plantilla: se toma el zapato y une a presión el forro interno al talón, luego la plantilla se introduce al zapato, presionándola, para obtener una buena unión.
- Inspección y relleno: se inspecciona las uniones del zapato y se le coloca dentro una pieza de papel plástico que permite que la punta del zapato guarde la forma.

- Etiquetado: se pega una etiqueta en zapato izquierdo un igual en la caja de empaque y otra etiqueta que indica materiales y especificaciones del zapato en la ojete para la cinta superior del zapato derecho para estilos 82485 y 82486, para los estilos 82487 y 82488 se coloca en el cincho sujetador.
- Inserción de cintas y empaque: se introducen las cintas por los ojetes para los estilos 82485 y 82486, para los estilos 82487 y 82488; se sujeta con el velcro del cincho al talón, luego se introducen a la caja de empaque y se colocan en la banda.
- Embalaje: se realiza el embalaje de 12 pares de zapatos por cada caja y se transportan a la bodega de producto terminado.

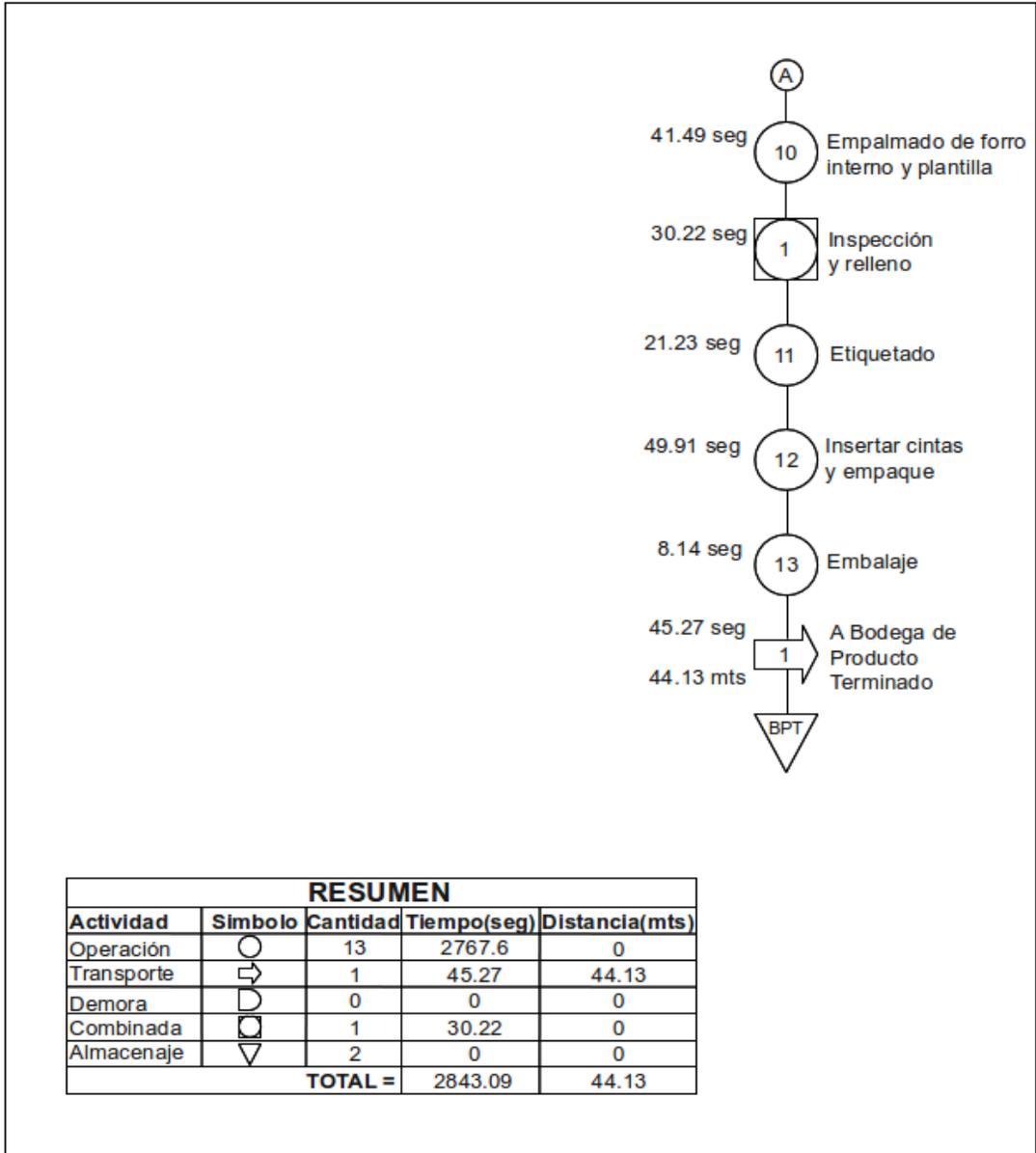
Figura 14. Diagrama de operaciones de montaje para estilos 82485 y 82486

Empresa: INGUASA	Página: 1 de 2
Departamento: Montado	Fecha:
Estilos: 82485 y 82486	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 14.

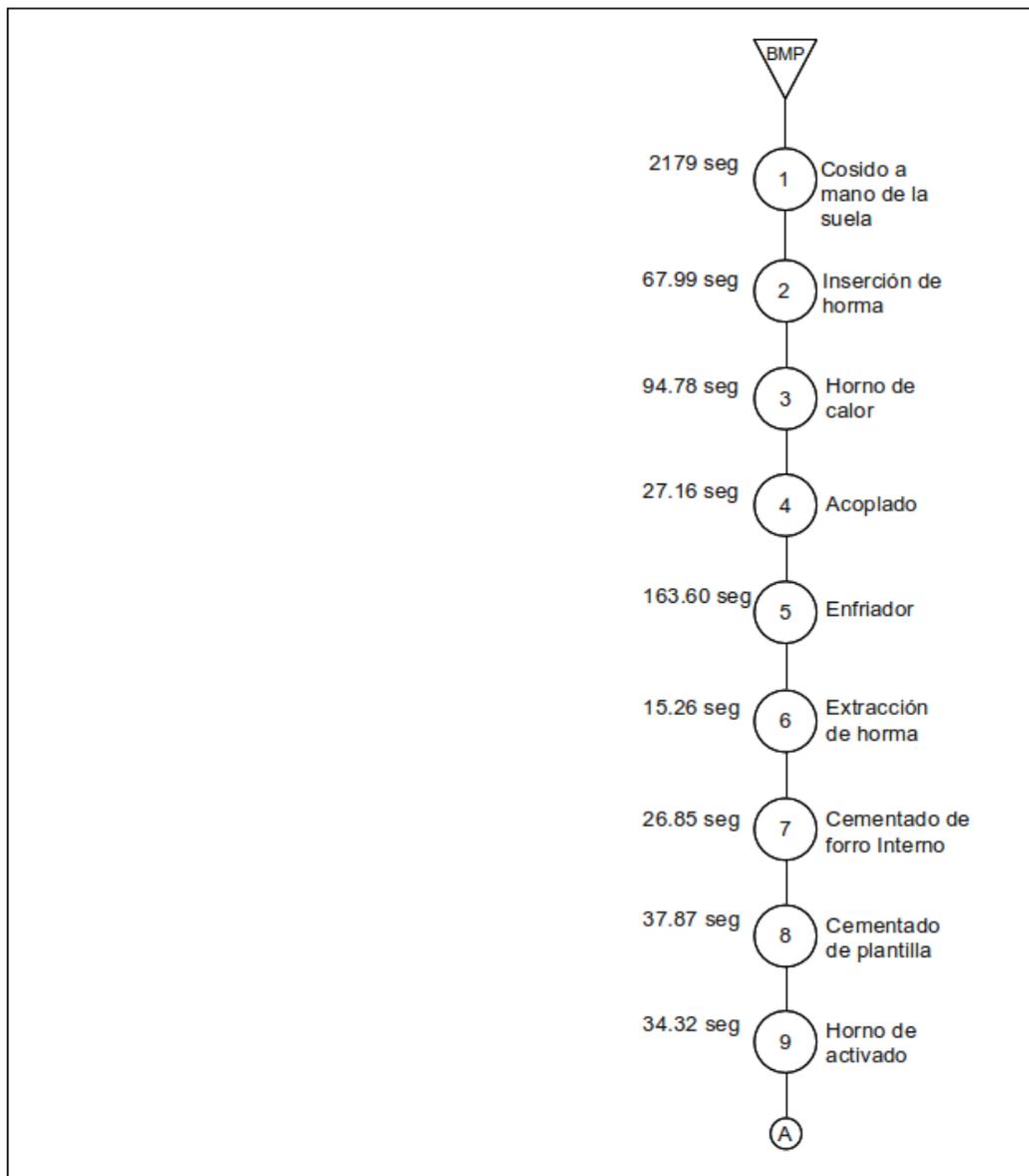
Empresa: INGUASA Departamento: Montado Estilos: 82485 y 82486 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>2</u> de <u>2</u> Fecha: Método: Actual
---	--



Fuente: elaboración propia.

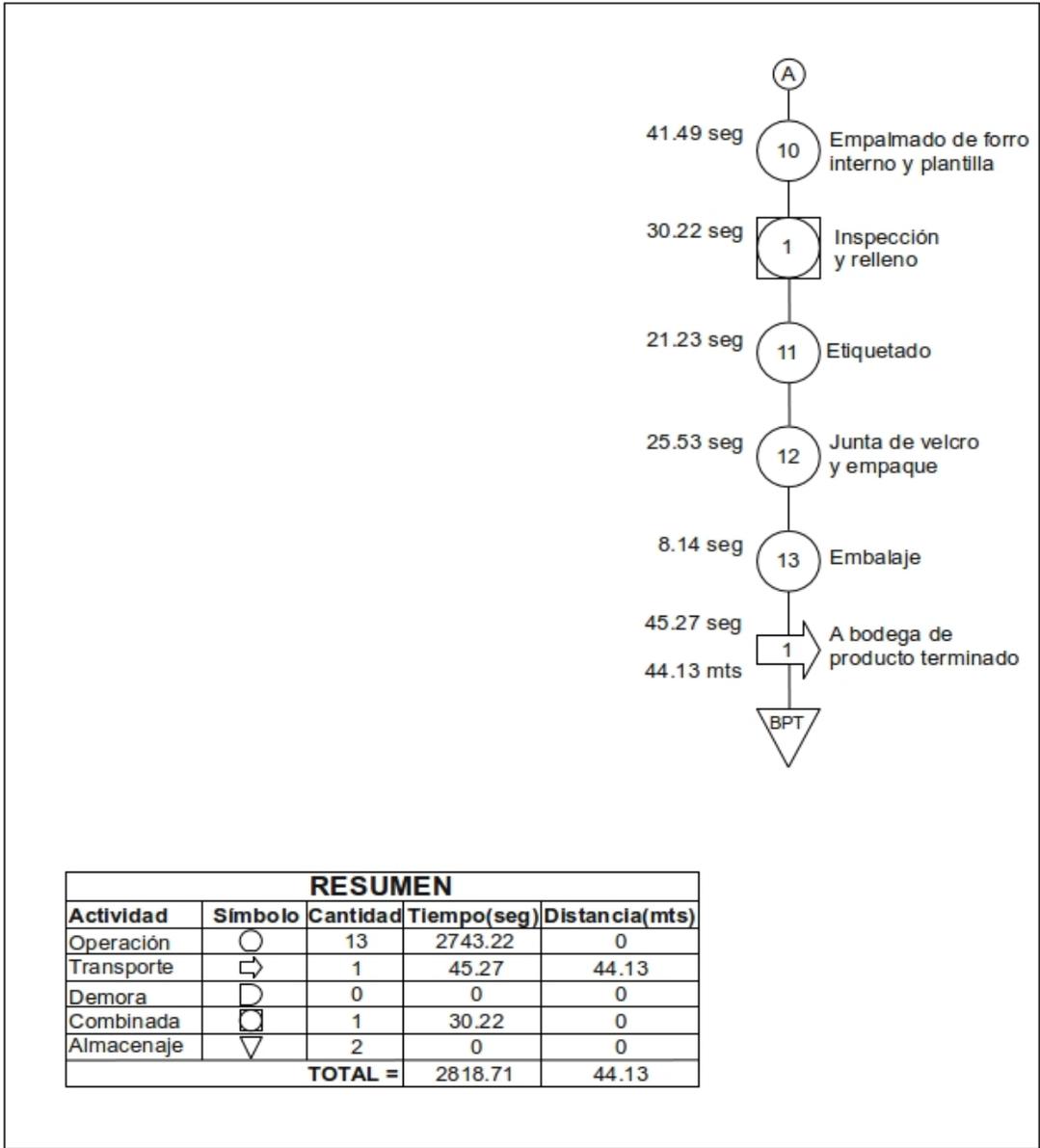
Figura 15. Diagrama de operaciones de montaje para estilos 82487 y 82488

Empresa: INGUASA	Página: 1 de 2
Departamento: Montado	Fecha:
Estilos: 82487 y 82488	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 15.

Empresa: INGUASA Departamento: Montado Estilos: 82487 y 82488 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: 2 de 2 Fecha: Método: Actual
---	--



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6. Producción actual

El ritmo de producción es dado por el mayor tiempo asignado en la línea de operación. El tiempo asignado se obtiene al dividir el tiempo estándar de la operación y el número de operarios asignados a la misma; esto también permite identificar en qué parte del proceso se encuentra el “cuello de botella” del proceso.

2.1.4.6.1. Corte

Para el departamento de corte el resumen del tiempo estándar, número de operarios por operación, tiempo asignado de la operación, que es la división del tiempo de la operación y el número de operarios asignados a la operación y el ritmo de producción, se muestran en las tablas I a la IV para los estilos 82485, 82486, 82487 y 82488, respectivamente.

Tabla I. Ritmo de producción de modelo 82485 en corte

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	1	4,90
Corte de material	8,71	2	4,36
Troquelado (troquel de brazo)	228,4	3	76,13
Troquelado (troquel de puente)	27,61	1	27,61
Revisado de troquel	18,65	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	1	17,82
Total	306,09	9	

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Ritmo de producción de modelo 82486 en corte**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	1	4,90
Corte de material	8,71	2	4,36
Troquelado (troquel de brazo)	142,75	2	71,38
Troquelado (troquel de puente)	27,61	1	27,61
Revisado de troquelado	18,65	2	9,33
Revisar y armar lotes	17,82	1	17,82
Total	220,44	9	
Operación que determina el ritmo de producción =		Troquelado (troquel de brazo)	
No. operarios=		2	
Tiempo de la operación (seg) =		142,75	
Pares/hora=		50	

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Ritmo de producción de modelo 82487 en corte**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	1	4,90
Corte de material	8,71	2	4,36
Troquelado (troquel de brazo)	228,4	3	76,13
Troquelado (troquel de puente)	40,65	1	40,65
Revisado de troquelado	18,65	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	1	17,82
Total	319,13	9	

Continuación de la tabla IV.

Operación que determina el ritmo de producción =	Troquelado (troquel de brazo)
No. operarios=	3
Tiempo de la operación (seg) =	228,4
Pares/hora=	47

Fuente: elaboración propia

Tabla IV. **Ritmo de producción de modelo 82488 en corte**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	1	4,90
Corte de material	8,71	2	4,36
Troquelado (troquel de brazo)	171,3	2	85,65
Troquelado (troquel de puente)	40,65	1	40,65
Revisado de troquelado	18,65	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	1	17,82
Total	262,03	8	
Operación que determina el ritmo de producción =	Troquelado (troquel de brazo)		
No. operarios=	2		
Tiempo de la operación (seg) =	171,3		
Pares/hora=	42		

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6.2. Avíos

En la tabla V se muestra el resumen de operaciones y el ritmo de producción para los estilos 82485, 82486, 82487 y 82488.

Debido al estilo de los 4 calzados, estos utilizan el mismo tipo de suela, lo que permite aplicar el mismo procedimiento en todos los estilos mencionados anteriormente.

Tabla V. **Ritmo de producción para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488 en avíos**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Entrada de material	12,96	1	12,96
Cementado de suela	18,24	1	18,24
Cementado de forro de suela	19,43	1	19,43
Activado de adhesivo	30,58	1	30,58
Empalmar suela con forro de suela	117,69	2	58,85
Cementado de plantilla de refuerzo a suela	12,54	1	12,54
Empalmado de plantilla de refuerzo a suela	14,26	1	14,26
Costura de la pieza	80,8	1	80,80
Estampado	41,88	1	41,88
Revisado y limpiado de pieza	39,25	1	39,25
Armar lotes	6,13	1	6,13
Total	393,76	12	
Operación que determina el ritmo de producción=	Costura de la pieza		
No. operarios=	1		
Tiempo de la operación (seg) =	80,8		
Pares/hora=			

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6.3. Preparado/aparado

Para el ritmo de producción en la línea de preparado/aparado se muestran en la tabla VI a la IX, los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488, respectivamente. Adicional se muestra la operación que determina el ritmo de producción, su duración, cantidad de operadores asignados a la tarea y la producción diaria.

Tabla VI. Ritmo de producción para modelo 82485 en preparado/aparado

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Devastado de piezas	39,69	1	39,69
Rayado de piezas	105,83	2	52,92
Alimentar banda	28,11	1	28,11
Cementado de lengua, refuerzo de lengua y forro de lengua	23,75	1	23,75
Empalmado de lengua, refuerzo de lengua y forro de lengua	27,13	1	27,13
Coser talón con forro de talón	33,4	1	33,40
Cementar talón, forro y costado interno	68,1	1	68,10
Coser lengua, refuerzo y forro	38,17	1	38,17
Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine	153,79	2	76,90
Coser talón con empeine	114,85	2	57,43
Despite de costuras	60,36	1	60,36
Cementar forro interno de talón	67,07	1	67,07
Coser cuello de talón	118,74	2	59,37

Continuación de la tabla VI.

Se recortan y despítan sobrantes de forro	115,2	2	57,60
Cementar talón, empeine y lengua	58,41	1	58,41
Unir lengua con cuerpo	93,85	2	46,93
Coser 1 puntada para unir talón y empeine	82,84	2	41,42
Coser lengua a empeine	79,02	2	39,51
Coser cuadro para sujetar lengua	100,98	2	50,49
Perforar agujeros para ojetes	61,85	2	30,93
Remachar ojetes	61,36	2	30,68
Despite final	85,9	2	42,95
Limpiar costuras y pieza	60,59	1	60,59
Armar lotes	6,03	1	6,03
Total	1 685,02	36	
Operación que determina el ritmo de producción =	Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine		
No. operarios=	2		
Tiempo de la operación (seg) =	153,79		
Pares/hora=	46		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Ritmo de producción para modelo 82486 en
preparado/aparado**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Devastado de piezas	51,62	1	51,62
Rayado	69,51	2	34,76
Alimentar banda	28,11	1	28,11
Cementado de forro de lengua	15,22	1	15,22
Cementado y empalmado de forro de empeine con lengua	16,87	1	16,87
Coser forro de empeine con lengua	47,51	1	47,51
Coser adorno de ojete	70,16	2	35,08
Recortar y despitar forro de lengua	77,91	2	38,96
Coser forro y talón	84,46	2	42,23
Cementar talón	36,15	2	18,08
Cementar forro para espuma	42,34	3	14,11
Empalmar espuma en talón	155,18	3	51,73
Coser cuello	97,93	2	48,97
Recortar y despitar forro de talón	116,09	2	58,05
Cementar talón y lengüeta	60,35	1	60,35
Empalmar talón y lengüeta	68,37	1	68,37
Coser cuadros	102,92	2	51,46
Perforar ojete	66,65	1	66,65
Remachar ojete	63,67	1	63,67
Limpiar la pieza	58,31	1	58,31
Armar lotes	5,91	1	5,91
TOTAL	1 335,24	33	
Operación que determina el ritmo de producción =		Empalmar talón y lengüeta	

Continuación de la tabla VII.

No, operarios=	1
Tiempo de la operación (seg) =	68,37
Pares/hora=	52

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Ritmo de producción para modelo 82487 en preparado/aparado

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Devastado de piezas	38,75	1	38,75
Rayado de piezas	42,8	1	42,80
Alimentar la banda	29,51	1	29,51
Cementar cincho y forro	13,29	1	13,29
Cementar empeine, forro de empeine, extremo de talón y cinchos para velcro	29,82	1	29,82
Empalmar cinchos con forros	27,99	1	27,99
Empalmar empeines y velcros en talón	27,47	1	27,47
Coser talón con forro	58,87	1	58,87
Coser velcros en talón	25,98	1	25,98
Coser empeine con forro	21,76	1	21,76
Coser cincho con forro	29,97	1	29,97
cementar área de adornos en el empeine	17,59	1	17,59

Continuación de la tabla VIII.

Empalmar adornos	16,18	1	16,18
Recortar sobrantes de forro y velcro en cincho, talón y empeine	33,02	1	33,02
Cementar forro interno de talón para empalmar soporte	39,72	1	39,72
Hacer costura de adorno en el empeine que sostiene adornos	43,24	1	43,24
Activado con horno de calor	26,26	1	26,26
Empalmar soporte de espuma	153,79	2	76,90
Cementar extremos de empeine y talón para unión	33,37	1	33,37
Empalmar empeine con talón	33,37	1	33,37
Coser unión de empeine y talón	69,95	1	69,95
Cementar cinchos y pegar al extremo del talón	19,74	1	19,74
Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho.	56,13	1	56,13
Despiste general	45,59	1	45,59
Armar lotes	5,91	1	5,91
Total	940,07	26	
Operación que determina el ritmo de producción =	Empalmar soporte de espuma en talón		
No, operarios=			1
Tiempo de la operación (seg) =			69,95
Pares/hora=			46

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Ritmo de producción para modelo 82488 en
preparado/aparado**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Devastado de piezas	38,75	1	38,75
Rayado de piezas	69,51	2	34,76
Empalmar dobles de chinela	55,49	1	55,49
Alimentar la banda	29,23	1	29,23
Cementar velcros de talones, cinchos y forros	28,86	1	28,86
Cementar chinela y forro	29,82	1	29,82
Empalmar cinchos, forros y velcros	51,41	1	51,41
Empalmar chinelas con forros y velcros	74,83	2	37,42
Coser talones con forros y velcros	184,37	3	61,46
Coser chinelas con forros	84,62	2	42,31
Cementar talones	39,15	1	39,15
Despitar talones	39,33	1	39,33
Coser cinchos con forros	52,98	1	52,98
Recortar chinelas y cinchos	161,85	2	80,93
Colocar espuma en talones	153,79	2	76,90
Cementar unión de chinelas y talón	69,51	1	69,51
Empalmar talones con chinelas	123,26	2	61,63
Coser cuellos y parte delanteras	123,26	2	61,63
Recortar forro de talón	115,2	2	57,60
Cementar cinchos y talones	26,25	2	13,13
Empalmar cinchos a talones	24,53	3	8,18
Coser cuadro a cinchos	117,38	2	58,69
Despitar, limpiar y revisar	45,59	1	45,59
Armar lotes y revisar	5,92	1	5,92

Continuación de la tabla IX.

Total	1 744,89	38	
Operación que determina el ritmo de producción =	Recortar chinelas y cinchos		
No, operarios=	2		
Tiempo de la operación (seg) =	161,85		
Pares/hora=	44		

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.6.4. Montado

Esta operación finaliza la elaboración del calzado uniendo el cuerpo del zapato manufacturado por preparado/aparado y la suela manufacturada por avíos. Durante esta operación también se colocan las etiquetas del zapato, cintas o velcros, como también se coloca en el empaque y finalmente en el embalaje, dejando listo el zapato para su traslado.

A continuación en la tabla X se muestra el proceso para los modelos 82485 y 82486 y en la tabla XI se muestra el proceso para los modelos 82487 y 82488, que difieren de los anteriores en que el estilo reemplaza las cintas convencionales por cinchos de velcros.

Tabla X. **Ritmo de producción para modelos 82485 y 82486 en montado**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Cosido a mano	2 179	33	66,03
Inserción de horma	67,99	1	67,99
Horno de calor	33,99	1	33,99
Acoplado	27,16	1	27,16
Enfriador	74,15	1	74,15
Extracción de horma	15,26	1	15,26
Cementado de forro interno	26,85	1	26,85
Cementado de plantilla	37,87	1	37,87
Horno de activado	34,32	1	34,32
Empalmado de forro interno y plantilla	41,49	1	41,49
Inspección y relleno	30,22	1	30,22
Etiquetado	21,23	1	21,23
Insertar cintas y empaque	49,91	1	49,91
Embalaje	8,14	1	8,14
Total	2 647,58	46	
Operación que determina el ritmo de producción =		Enfriador	
No. operarios=		1	
Tiempo de la operación (seg) =		74,15	
Pares/hora=		48	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Ritmo de producción para modelos 82487 y 82488 en montado**

Operación	Tiempo	Número de operarios	Tiempo asignado
Cosido a mano	2 179	33	66,03
Inserción de horma	67,99	1	67,99
Horno de calor	33,99	1	33,99
Acoplado	27,16	1	27,16
Enfriador	74,15	1	74,15
Extracción de horma	15,26	1	15,26
Cementado de forro interno	26,85	1	26,85
Cementado de plantilla	37,87	1	37,87
Horno de activado	34,32	1	34,32
Empalmado de forro interno y plantilla	41,49	1	41,49
Inspección y relleno	30,22	1	30,22
Etiquetado	21,23	1	21,23
Junta de velcro y empaque	25,53	1	25,53
Embalaje	8,14	1	8,14
Total	2623,2		
Operación que determina el ritmo de producción =		Enfriador	
No. operarios=		1	
Tiempo de la operación (seg) =		74,15	
Pares/hora=		48	

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Factores que intervienen en la producción

Cuando se trata de optimizar los métodos de una industria, se deben tomar en cuenta las condiciones de trabajo² que en ella se prestan.

Es ideal crear las condiciones laborales que permitan a los colaboradores ejecutar sus tareas de una mejor manera.

Si las personas se encuentran en un ambiente agradable, con condiciones higiénicas, sin experimentar frío ni calor, con una iluminación adecuada y con el menor ruido posible, disminuye considerablemente su fatiga; además, si no distrae su atención en asuntos personales, puede concentrarse en su trabajo y realizarlo mejor.

Las malas condiciones de trabajo son una de las causas principales que generan tiempos improductivos por deficiencias de dirección, ya que estas distraen y afectan el trabajo, provocando trabajos defectuosos, desperdicio y pérdida de materiales y por consecuencia disminución en la producción.

Las condiciones de trabajo se basan en los siguientes factores:

- Limpieza
- Agua potable e higiene
- Orden
- Calidad e intensidad de iluminación
- Ventilación
- Ruido

² CRIOLLO GARCIA, Roberto. Estudio del trabajo. p. 22

2.1.5.1. Limpieza

La limpieza es la principal condición a cumplir para garantizar la salud de los colaboradores y no es necesaria una gran inversión. Es indispensable que cada departamento que conforma la empresa se mantenga en condiciones higiénicas y que la basura se deseche a diario en todos los lugares posibles de trabajo, tanto en pasillos como escaleras.

Estas condiciones de limpieza dentro de INGUASA se cumplen de manera correcta.

Se cuenta con un depósito principal de basura en las afueras de las instalaciones en donde se almacenan hasta la extracción final. Diariamente se realiza la limpieza de cada uno de los departamentos del complejo por medio del comité de limpieza, formado por departamento y también por el personal, conformado por 2 personas que realizan la limpieza fuera del área de las líneas de producción, es decir pasillos, corredores y área de cuartos dentro de la planta. Estos desechos son recolectados por contenedores ubicados en los alrededores de cada línea de producción, lo que permite una fácil recolección y desecho de los mismos. Cada uno de estos contenedores internos es vaciado en la bodega externa de desechos diariamente, por el personal de limpieza.

2.1.5.2. Agua potable e higiene

El personal debe tener a disposición un abastecimiento de agua potable que le permita satisfacer sus necesidades básicas de hidratación. Asimismo, las condiciones de higiene que competen principalmente al área de sanitarios deben poseer los servicios necesarios para la higiene personal independiente, tanto de mujeres como hombres, destinados a satisfacer sus necesidades.

INGUASA pone a disposición de sus colaboradores agua potable apta para el consumo humano mediante 6 oasis de agua caliente o fría, cada uno de ellos ubicados en su respectiva línea de producción. Esta agua es potabilizada por la empresa por medio de un filtro, que garantiza su pureza. El suministro de agua a los oasis es continuo con base en el requerimiento de los operadores ubicados en la línea, ya que cada oasis posee 2 contenedores de agua potable: el primero ubicado en el dispositivo y el segundo se encuentra llenado y sellado al costado del oasis, lo que permite mantener siempre el suministro de agua.

Las condiciones de higiene se encuentran en óptimas condiciones, ya que la empresa ha decidido invertir en las instalaciones sanitarias dentro de la planta de producción, logrando así la remodelación de las instalaciones, brindando nuevos sanitarios, lavamanos, secadores para manos, más y mejor iluminación, puertas, azulejos en paredes y pisos, espejos y expendedor de jabón para manos, satisfaciendo de esta manera las condiciones necesarias para la higiene del personal.

2.1.5.3. Orden en líneas de producción

El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes, tanto leves como graves. Si en los pasillos hay pilas amontonadas de materias y otros estorbos, se pierde tiempo apartándolos o bien arreglando errores ocasionados por los mismos, así también en el traslado tanto de productos, maquinaria y/o equipo.

Una de las situaciones más remarcable dentro este aspecto en el cual la empresa incurre, es en el incumplimiento de faltas al orden, situaciones en las cuales se ve afectada la producción, al interrumpir el traslado de materiales involucrados en el proceso, como se muestra en la figura 16.

Figura 16. **Obstrucción de vías de paso**



Fuente: Planta INGUASA, línea de corte.

2.1.5.4. Calidad e intensidad de iluminación

La buena iluminación tiene efectos positivos en la producción; es esencial para la salud y eficiencia de los trabajadores. Sin la adecuada iluminación, la vista de los colaboradores sufre, aumentan los accidentes, reprocesos, piezas defectuosas o desperdicios de material, los cuales finalmente repercuten directamente en la producción de manera negativa.

Además de la intensidad de la iluminación, es vital tomar en cuenta la calidad de la luz, debido al deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y de brillantez, el parpadeo de las lámparas y sombras producidas.

2.1.5.4.1. Iluminación artificial

La iluminación que INGUASA utiliza actualmente se encuentra distribuida de la manera mostrada en la figura 17.

El tipo de lámpara utilizada actualmente por la empresa es incandescente estándar de 75 Watts de potencia por tubo, con una vida útil promedio de 850 hrs. La cantidad de luminarias actual se muestra en la tabla XII.

Tabla XII. **Cantidad de lámparas por departamento**

Departamento	Cantidad de lámparas
Corte	9
Avíos	9
Preparado/Aparado	9
Montado	8

Fuente: elaboración propia.

Se ha presentado el tipo y cantidad de iluminación utilizada en INGUASA, pero se debe de comprobar si esta es suficiente para las necesidades de la producción. Para comprobar si la cantidad de esta luminaria es suficiente, se analizó la intensidad de luz necesaria, según la tarea a realizar a través del análisis de cavidad zonal. Este análisis se lleva a cabo tomando en cuenta 2 escenarios distintos: el primero de ellos contempla las líneas de producción de corte, avíos y preparado/aparado, ya que el tipo de trabajo realizado es el mismo y la extensión a iluminar es similar. Para la segunda parte se analizó la banda de montado, ya que es mucho más grande con requerimientos distintos a las demás áreas.

2.1.5.4.2. Método de cavidad zonal

El método asume que cada local está constituido por 3 diferentes zonas o cavidades y cada una de ellas debe ser tratada en conjunto, ya que cada cavidad tiene un efecto en el resto de cavidades para producir iluminación uniforme³.

Se contemplan las siguientes cavidades:

- Cavidad de techo (HCC), que es el área medida desde el plano de las luminarias al techo. Esta se aplica para la luminaria de tipo colgante.
- Cavidad de local (HCA), que es el espacio entre el plano de trabajo y la parte inferior de la luminaria y;
- Cavidad de piso (HCP), es el espacio considerado desde el piso a la parte superior del plano de trabajo o el espacio donde se realiza la tarea específica.

Los pasos para el desarrollo del método de cavidad zonal son los siguientes:

- Determinación del tipo de trabajo
- Tipo de fuente luminosa
- Determinar las condiciones ambientales que prevalecen en el área
- Determinar las características físicas del área
- Tipo de luminaria
- Calcular las relaciones de cavidad

³ TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas, método de cavidad zonal. p. 97.

- Determinar las reflectancias de techo y piso
- Determinar el coeficiente de utilización
- Cálculo del número de luminarias

El trabajo de contraste medio o tamaño pequeño, lectura a lápiz o fotocopias pobres, trabajo moderadamente difícil desmontable o de banco. Este trabajo corresponde a la categoría E, teniendo un nivel bajo, la cantidad de luxes necesarios es de 500.

El factor de reflexión es mostrado en la tabla XII⁴.

Tabla XIII. **Valores de reflexión**

	Color	Factor de reflexión	
Techo	Medio	0,3	= Pc
Paredes	Claro	0,5	= Pp
Suelo	Oscuro	0,1	= Pf

Fuente: TORRES, Sergio. Control de la producción. p. 98.

Las condiciones ambientales están dadas por los efectos negativos que el polvo del ambiente pueda provocar según la frecuencia de limpieza que la laminaria recibió. Este factor de mantenimiento⁴ es mostrado en tabla XIV.

⁴ Kaufman E. John IES Lighting handbook: the standard lighting guide, Illuminating Engineering Society, 1972. p.172.

La altura de la luminaria está dada por el tipo de luminaria que se utiliza. Para locales con iluminación directa, semidirecta y difusa, las alturas mínima y máxima están dadas por las fórmulas:

Altura mínima:
$$h = \left(\frac{2}{3}\right)(h' - HCP)$$

Altura máxima:
$$h = \left(\frac{4}{5}\right)(h' - HCP)$$

Tabla XIV. **Factor de mantenimiento**

Ambiente	Factor de mantenimiento	
Sucio	0.6	=Fm

Fuente: TORRES, Sergio. Control de la producción. p. 98

Las dimensiones físicas para cada una de las líneas es mostrada en la tabla XV:

Tabla XV. **Dimensiones de las líneas de producción**

	Corte, avíos y preparado/aparado	Montado
Largo =	24.92 mts.	36.20 mts.
Ancho =	3.12 mts.	3.12 mts.

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de las relaciones de cavidad zonal es necesario definir las alturas HCC, HCA y HCP. Los valores son: HCC= 3,71 mts, HCA= 1,42 mts y HCP= 0,78 mts. Los valores de las relaciones son:

- $Rca = 5 \cdot HCA \cdot (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \cdot \text{ancho})$
- $Rcp = 5 \cdot HCP \cdot (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \cdot \text{ancho})$
- $Rcc = 5 \cdot HCC \cdot (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \cdot \text{ancho})$

Dando como resultado los valores mostrados en la tabla XVI:

Tabla XVI. **Relaciones de cavidad zonal**

Variable	Corte, avíos y preparado/aparado	Montado
Rca =	2,561	2,472
Rcp =	1,407	1,358
Rcc =	6,690	6,458

Fuente: elaboración propia.

El siguiente valor a obtener es la reflectancia efectiva⁴ o Pcc que se calcula con base en los valores de la tabla XV y tabla XVI, dando como resultado los valores de la tabla XVII.

Tabla XVII. **Reflectancia efectiva**

Variable	Corte, avíos y preparado/aparado	Montado
Pf =	10	10

Continuación de la tabla XVII.

Pp =	50	50
Rcp =	1.407	1.358
Pcc =	10	10

Fuente: elaboración propia.

Luego de calculadas las reflectancias efectivas, se halla el coeficiente de utilización⁴ que se muestra en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Coefficiente de utilización**

Variable	Corte, avíos y preparado/aparado	Montado
Pcc =	10	10
Pp =	50	50
Rca =	2.561	2.472
K =	0.61	0.65

Fuente: elaboración propia.

Dados los valores del coeficiente de utilización, se procede al cálculo del flujo lumínico.

La fórmula para el flujo lumínico es igual a:

$$\Phi = (\text{área} * \text{intensidad lumínica deseada}) / (\text{Factor de mantenimiento} * K)$$

Tabla XIX. **Flujo lumínico**

Variable	Corte, avíos y preparado/aparado	Montado
Área =	77,75 mts,	112,94 mts,
Intensidad lumínica =	500 lux	500 lux
Factor de Mantenimiento =	0,6	0,6
K =	0,61	0,65
Flujo lumínico (Φ) =	106,216,40 lux	144,800 lux

Fuente: elaboración propia.

Para realizar el cálculo del número de lámparas es necesario contar con las características de las mismas. La luminaria elegida es del estilo incandescente estándar de 75 Watts, con vida útil aproximada de 850 horas. La lámpara instalada consta de 2 tubos de 75 Watts cada uno, por lo que la potencia por lámpara es de 150 Watts. Debido a que 1 Watt es igual a 80 lúmenes, cada lámpara posee una potencia de 12,000 lúmenes. Ahora bien, el número de lámparas está dado por la fórmula:

$$NL = \Phi / \text{potencia de la lámpara}$$

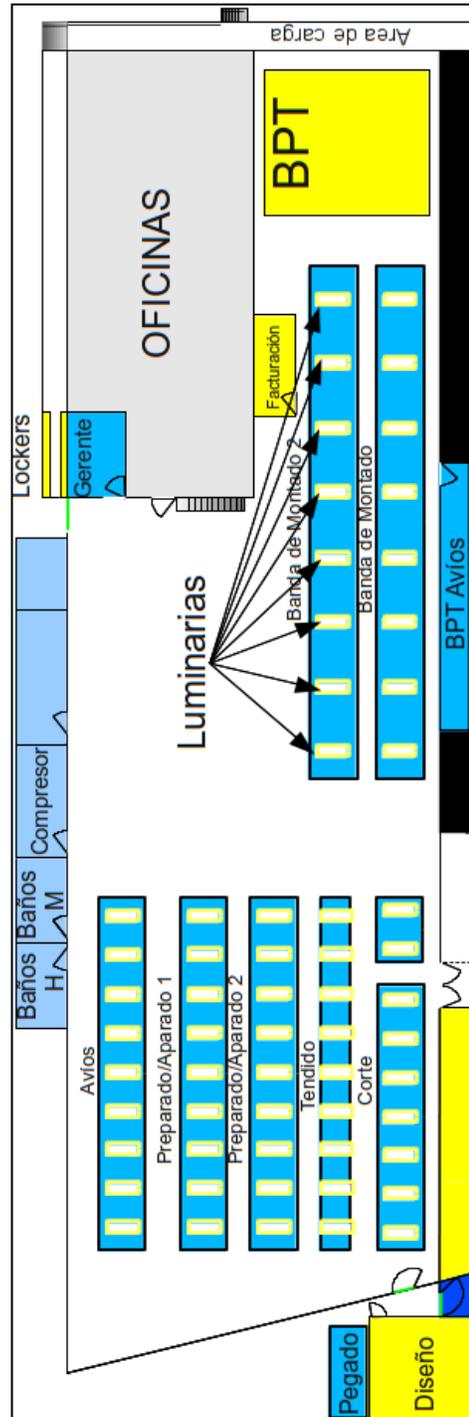
Por lo que el número a utilizar de lámparas es acorde a los valores de la tabla XX.

Tabla XX. **Número de lámparas por departamento**

Valor	Corte, avíos y preparado/aparado	Montado
Flujo lumínico (Φ) =	106 216,40 lux	144 800 lux
Potencia de la lámpara =	12 000	12 000
Número de lámparas =	9	12
Número de lámparas actual =	9	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 17: Ubicación de luminarias



Fuente: elaboración propia, con programa Gimp.

2.1.5.4.3. Ventilación

La ventilación es esencial para el buen desempeño de un colaborador, tanto para mantener una óptima temperatura corporal como también para una excelente oxigenación del aparato respiratorio. La calidad de aire está determinada por los agentes contaminantes presentes como: aire, humos, vapores de adhesivos o gases, hornos, secadores, etc.

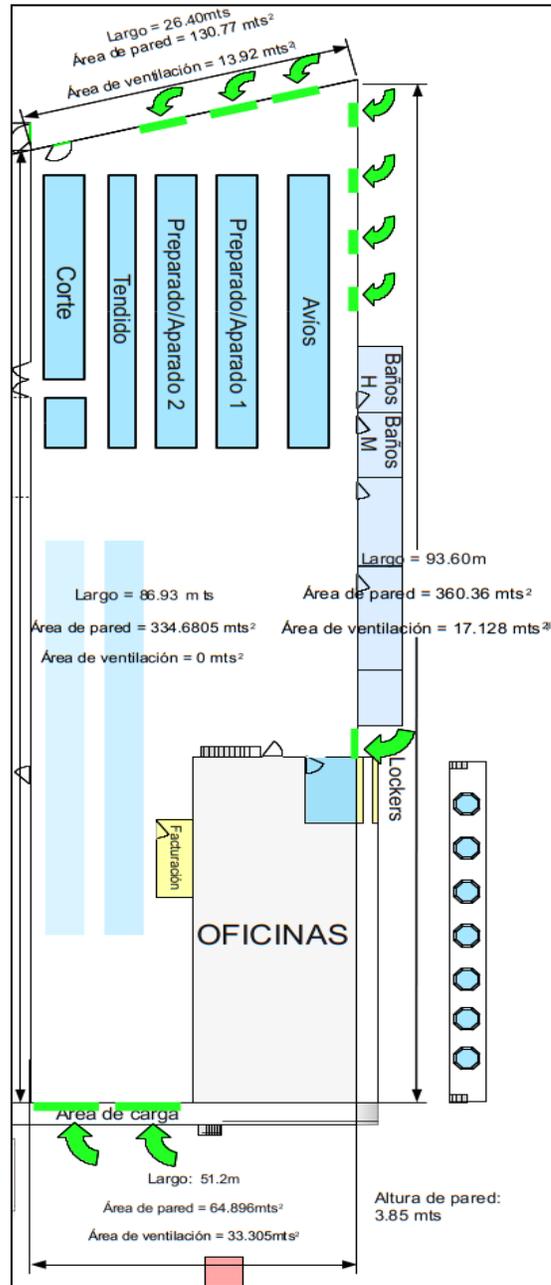
La ventilación en naves industriales es el proceso por medio del cual se renueva el aire viciado dentro de la misma, por aire fresco del exterior, ya sea por renovación natural o bien renovación forzada. El sistema utilizado por INGUASA es renovación natural, ya que se utiliza la energía cinética del viento para introducirlo dentro del edificio, como también para extraerlo por medio de extractores eólicos.

El porcentaje aceptable para el área de ventanales se encuentra entre el 25% y 30%⁵. Una mala ventilación es capaz de provocar en una persona deficiencias de oxígeno, lo que puede ocasionar desmayos; de los cuales se verificó un caso reportado durante la elaboración del proyecto, dando indicios de deficiencias en el sistema de ventilación o bien toxicidad por los materiales utilizados para la producción, como el cemento P.U., adhesivo blanco, tolueno, tiner y demás químicos utilizados.

En la figura 18 se muestra el sistema actual de ventilación que ha sido utilizado para satisfacer esta necesidad dentro de las instalaciones de INGUASA.

⁵ TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 80.

Figura 18: Puntos de ventilación



Fuente: elaboración propia, con programa Gimp.

La planta de producción está limitada por 4 paredes, de las cuales 3 poseen áreas destinadas a la ventilación natural (figura 4); esta posee

contenido que debe ser resguardado. Los puntos señalados en la figura 18 destinados a la ventilación natural del edificio, de la cual se obtuvo mediante la medición física, sus dimensiones, y a través de esto el área total, y se obtuvo que:

$$\text{Área total de pared} = 1,032.70 \text{ mts}^2$$

$$\text{Área de ventilación} = 64.353 \text{ mts}^2$$

Según los datos de medición obtenidos y mostrados en la figura 18, la ventilación actual comprende el 6.23%, muy por debajo de lo recomendable para que el sistema de ventilación natural sea efectiva: esto hace énfasis en la necesidad de mejorar la calidad de ambiente laboral en cuanto a ventilación, ya que no solo contribuye a una mejor ejecución del trabajo y el bienestar del personal, sino también aumenta la calidad del trabajo entregado.

2.1.5.5. Ruido

La propagación del sonido en espacios cerrados en el caso más usual en el cual se puede observar el movimiento de ondas, las cuales necesitan una fuente y un medio para transmitirse. Un medio vibrante es un buen ejemplo de una fuente y el aire el medio para propagarse; cuando la fuente empieza a vibrar emite energía de la misma magnitud en todas direcciones, dando inicio a la divergencia esférica, la cual al encontrar un obstáculo como una pared, pueda hacer que ocurra uno de tres fenómenos:

- Toda la energía se transmite al nuevo medio (la pared)
- Toda la energía se reflejará en la pared

- Una parte de la energía será absorbida por la pared y la otra parte será reflejada por la misma

El más frecuente es el tercero, por lo que es necesario conocer el efecto que esta transmisión de ondas o ruido afecta al ser humano.

El ser humano tiene la capacidad de percibir estas ondas en un valor entre 125 a 8000 Hz; cualquiera que sea esta la medida utilizada es el decibel. La cantidad de decibeles que tienen efectos negativos en la salud del ser humano es de 90 db a una exposición prolongada.

El efecto negativo más frecuente es la sordera, la cual aparece gradualmente cuando la persona ha sido expuesta a ruidos mayores a 90 db. Otros efectos de la exposición prolongada a ruidos son el insomnio, envejecimiento prematuro, hipertensión y disminución de los índices de productividad.

El tipo de ruido provocado por el funcionar de la planta de INGUASA es el de tipo estable o continuo, generado por maquinaria o aparatos con sonidos constantes.

Para conocer la cantidad de decibeles generados dentro de las instalaciones, se ha utilizado un decibelímetro que en forma general está formado por un micrófono, un amplificador o analizador y un dial de lectura. Para las lecturas se mantuvo el dispositivo a una distancia del 50 cms. de distancia del analista y a una altura de 1.5 mts y se hizo un promedio de 1 lectura cada 5 minutos, obteniendo un nivel de ruido promedio de 84 db para la línea de corte, 80 db para la línea de avíos, 85 db para la línea de preparado/aparado y de 80 db para la línea de montado.

Como consecuencia de estudios realizados por gobiernos y entidades privadas, se ha determinado que la exposición a un ruido excesivo conduce a pérdida permanente de audición; se ha creado una tabla en la cual, según la cantidad de decibeles emitidos aumente, menor será la cantidad de tiempo a exponerse para mantenerse entre los niveles que no perjudiquen la salud del trabajador. En la tabla XXI se muestra la tabla con los valores:

Tabla XXI. **Tiempo de exposición a ruido según decibeles medidos**

DECIBELES	EXPOSICIÓN (horas)
Menos de 90	Es despreciable
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0,5
115	0,25
120	0,123
Más de 120	Necesita protección contra ruido

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p.114.

Las condiciones actuales demuestran que la cantidad de decibeles emitida actualmente por el proceso productivo son despreciables; sin embargo en la actualidad la empresa ha proporcionado a sus colaboradores protección auditiva para reducir la percepción del ruido, reduciéndolo hasta por 15 db.

2.1.6. Tiempos de producción

En la actualidad, la empresa no cuenta con tiempos estandarizados de producción que permitan tener un mayor conocimiento de la capacidad real para la producción de estos estilos. Estos tiempos, conocidos como tiempos estándar, se obtienen con base en un estudio de tiempos de producción.

“El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, de acuerdo con un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido”⁶.

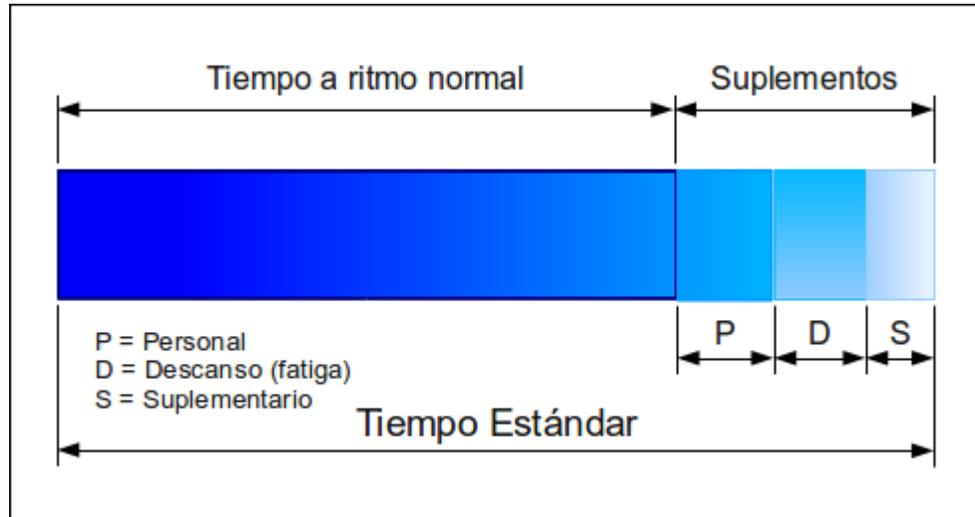
Existen varias técnicas para medir el trabajo, entre las cuales se puede mencionar:

- Por estimación de datos históricos
- Estudio de tiempos con cronómetro
- Por descomposición en micromovimientos de tiempos predeterminados
- Método de las observaciones instantáneas
- Datos estándar y fórmulas de tiempo

En cada una de ellas el objetivo final es obtener el tiempo tipo o estándar de la operación bajo estudio. Este tiempo tipo o estándar reúne las características mostradas en la figura 19.

⁶ GARCÍA, Criollo. Estudio del trabajo. p.184.

Figura 19. **Representación del tiempo estándar**



Fuente: GARCÍA, Criollo. Estudio del trabajo. p.184.

2.1.6.1. **Sistema de producción utilizado por INGUASA**

Un sistema de producción es definido como un conjunto de partes interrelacionadas que existen para alcanzar un determinado objetivo, donde cada una de las partes es un departamento o subsistema. Es de esta manera que una empresa puede ser vista como un sistema, con sus departamentos como subsistemas.

Un sistema de producción es la manera en que se lleva a cabo la entrada y transformación de materias primas para generar un producto dado. De aquí se originan tres tipos generales de producción, los cuales se presentan a continuación.

2.1.6.1.1. Producción por trabajos o bajo pedidos

Es el utilizado por la empresa que produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Solo después del contrato o encargo de un determinado producto, la empresa lo elabora. En primer lugar, el producto se ofrece al mercado. Cuando se recibe el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis más detallado del trabajo que se realizará.

2.1.6.1.2. Producción por lotes

Es el sistema de producción que usan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto, cada vez al aumentar las cantidades más allá de las pocas que se fabrican al iniciar la compañía, el trabajo puede realizarse de esta manera. Esa cantidad limitada se denomina lote de producción.

Estos métodos requieren que el trabajo relacionado con cualquier producto se divida en partes u operaciones, y que cada operación quede terminada para el lote completo antes de emprender la siguiente operación. Esta técnica es tal vez el tipo de producción más común. Su aplicación permite cierto grado de especialización de mano de obra, y la inversión de capital se mantiene baja; aunque es considerable la organización y la planeación que se requieren para librarse del tiempo de inactividad o pérdida de tiempo.

Es en la producción por lotes donde el departamento de control de producción puede producir los mayores beneficios; pero es también en este tipo de producción donde se encuentran las mayores dificultades para organizar el funcionamiento efectivo del departamento de control de producción.

Al hacerse cierto número de productos, el trabajo que requiere cada unidad se dividirá en varias operaciones, no necesariamente de igual contenido de trabajo, y los operarios también se dividirán en grupos de trabajo, de manera que al terminar el primer grupo, una parte del proceso del producto pase al siguiente grupo y así sucesivamente hasta terminar la manufactura; el lote no pasa a otro grupo hasta que esté terminado todo el trabajo relacionado con esa operación: la transferencia de lotes parciales a menudo puede conducir a considerables dificultades organizativas.

2.1.6.1.3. Producción continua

Este sistema es el empleado por las empresas que producen un determinado producto, sin cambios, por un largo período. El ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción. Como el producto es el mismo, el proceso de producción no sufre cambios seguidos y puede ser perfeccionado continuamente.

Este tipo de producción es aquel donde el contenido de trabajo del producto aumenta constantemente. Es aquella donde el procesamiento de material es continuo y progresivo. Entonces la operación continua significa que al terminar el trabajo determinado en cada operación, la unidad se pasa a la siguiente etapa de trabajo sin esperar todo el trabajo en el lote.

Para que el trabajo fluya libremente, los tiempos de cada operación deberán de ser de igual longitud y no aparecer movimiento hacia fuera de la línea de producción. Por lo tanto, la inspección deberá realizarse dentro de la línea de producción de proceso, no debiendo tomar un tiempo mayor que el de operación de la unidad.

Además, como el sistema está balanceado, cualquier falla afecta no solo a la etapa donde ocurre, sino también a las demás etapas de la línea de producción. Bajo esas circunstancias, la línea se debe considerar en conjunto como una entidad aislada y no permitiéndose su descompostura en ningún punto. Según el tipo de sistema de producción utilizado por INGUASA, se puede considerar que es del tipo de producción bajo pedido debido a:

- La empresa realiza el producto a pedido del cliente
- La cantidad y tiempo de entrega es conocido con anticipación
- Es intermitente en relación con los procesos que la conforman
- Es de corta duración y bajo volumen de producción
- Hay gran diversidad de productos
- Agrupamiento de maquinarias similares, distribución funcional por procesos
- Mano de obra altamente calificada
- Atención de prioridades: grandes clientes, pedidos urgentes, etc.

Un aspecto clave a tomar en cuenta en cuanto al tipo de producción es la distribución funcional de los procesos y equipos. En la distribución funcional, los factores de producción se agrupan de acuerdo con el tipo de función que desempeñan. Las ventajas que se consiguen con este tipo de distribución son las siguientes:

- Favorece un alto grado de utilización de las máquinas, lo que permite emplear menos máquinas y evitar duplicaciones.
- Cuando una máquina funciona mal o se avería, puede ser sustituida con facilidad por otra. Si estas máquinas no se encuentran en el mismo lugar, no se da tal flexibilidad. Además, en caso de avería, no se para el conjunto

de operaciones. Las otras áreas pueden seguir funcionando, al menos mientras que no se agote el inventario.

- Si las máquinas de la misma clase se encuentran en una única zona, los operarios pueden ser formados y supervisados con facilidad (normalmente por un único supervisor), los equipos de mantenimiento pueden familiarizarse mucho más rápidamente con el proceso, las herramientas pueden compartirse y así sucesivamente.

Algunos de las desventajas que supone una distribución funcional son los siguientes:

- Las piezas se trasladan de una función a la siguiente en el proceso de transformación, que a veces, está muy distante. Cada paso consume un tiempo valioso: las partes depositadas, esperan a ser trasladadas, son movidas y utilizadas en la fase siguiente. Lo fabricado hoy por una función quizá espere días o semanas hasta que lo transforme la siguiente función, por lo que se acumulan existencias en proceso. Las distancias largas entre funciones exigen que se acumule suficiente trabajo para que el transporte sea económico.
- Hay un desperdicio en el transporte. Cada pieza se desplaza varios metros, incurriendo en costes de manipulación mayores de los necesarios.
- Cada trabajador está asignado a una única función y se convierte en un especialista. Ahora bien, la especialización en el manejo de un solo tipo de máquina restringe la capacidad de movimientos del trabajador a otros puestos de trabajo y disminuye su nivel de satisfacción laboral.

- El flujo de materiales y el trabajo de los operarios es difícil de estandarizar, lo que dificulta las actividades de mejora del proceso.
- Como los procesos consecutivos pueden encontrarse a cierta distancia uno de otro, quedan obstaculizadas las comunicaciones y la visibilidad entre las personas de departamentos diferentes.

Dadas las condiciones de producción de INGUASA, es necesario analizar la producción de manera funcional, es decir, por departamento; ya que si bien la producción es dada por el cliente, los tiempos de entrega están manejados por el productor, quien a su vez se basa en el tipo de cliente, prioridad en la entrega, volumen a entregar, tipos de materiales, operaciones involucradas y demás, lo que genera un flujo intermitente o discontinuo entre los departamentos que realizan la transformación de la materia prima.

2.1.7. Averías en la maquinaria y equipo

Actualmente los procedimientos para fijar la política de mantenimiento son insuficientes por sí mismos, para asegurar la mejora continua en el mantenimiento y puesta a punto de la maquinaria. Será la experiencia quien mostrará desviaciones respecto de los resultados previstos. Es necesario establecer una estrategia que, además de corregir las citadas desviaciones, asegure que todos los involucrados en el proceso de mantenimiento se impliquen en la mejora continua del mismo.

El análisis de averías es el conjunto de actividades de investigación que trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación.

Trata de no conformarse con devolver a los equipos a su estado original después de ocurrida la avería, sino identificar de raíz la causa del problema para evitar su repetición, disminuir su frecuencia o bien la detección precoz de la misma. El fin es aumentar la fiabilidad y la disponibilidad, evitando tiempos muertos de producción.

2.1.7.1. Delimitación del análisis de averías

Se deben limitar los alcances del análisis de averías con el fin de obtener mejores resultados, prestando mayor atención a las causas de la mayoría de los problemas que se generan. Es por este motivo que el alcance del presente análisis de averías se centra en la maquinaria que es utilizada en la producción de los nuevos estilos de calzado, evitando 2 errores frecuentes en este tipo de análisis:

- Ignorar elementos importantes involucrados en el problema
- Extender el análisis a elementos poco relacionados

El sistema es considerado como el conjunto de elementos o componentes, que en interacción es capaz de realizar una o varias funciones bajo una condición predeterminada. El sistema está conformado por la maquinaria utilizada para la elaboración del proceso productivo, el cual es conformado por las 4 líneas de producción: corte, avíos, preparado/aparado, banda de montado y taller.

Para la identificación del sistema se realizó un inventario de la maquinaria existente en cada uno de los departamentos, la cual fue identificada mediante un código único para su fácil detección y seguimiento, que se muestra a continuación en las tablas XXII a la XXVI.

Tabla XXII. **Inventario de maquinaria en Departamento de Corte**

DEPARTAMENTO DE CORTE				
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE	Cód.
Troqueladora de brazo	SANDT	AG	406-68990	C1
Troqueladora de brazo	ATOM	S120S/N		C2
Troqueladora de brazo	ATOM	S120 T20	11809	C3
Troqueladora de brazo	ATOM	S120		C4
Troqueladora de puente	FIPI	F-63/HS	70M061185	C5
Troqueladora de puente	ATOM	G888	105523	C6
Troqueladora de brazo	USMC	FF8723		C7
Troqueladora de brazo	UNITED			C8
Troqueladora de brazo	ATOM	S120 T20	11812	C9
Máquina de coser	CHIMACO	391-12		C11
Máquina de cortar tiras	MONTICH.			C12
Guillotina				C10
Máquina de virar tiras	KEHL	1303/A	3	C13
Máquina de virar tiras				C55

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Inventario de maquinaria en Departamento de Avíos**

DEPARTAMENTO DE AVÍOS			
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Código
Cementadora de plantillas			A23
Horno de activado			A22
Máquina de virar cortes y cementadora automática		BD-291	A18
Máquina de virar cortes y cementadora	KEHL	1001/3	A19
Máquina de poste de 1 aguja	IVOMAC	4DI	A14
Máquina de poste de 1 aguja	IVOMAC	4DI	A15
Máquina de poste de 1 aguja	IVOMAC	4DI	A16
Máquina de poste de 1 aguja	IVOMAC	4DI	A17
Máquina para imprimir plantillas			A21
Máquina para imprimir plantillas			A22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Inventario de maquinaria en Departamento de Preparado/aparado**

DEPARTAMENTO DE PREPARADO/APARADO				
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	No.	Cód.
Dobladilladora y cementadora automática		BD-291		AP24
Dobladilladora mecánica		YL802	891	AP25
Desvastadora		1712	38046	T12
Desvastadora	FAV	113	404	T13

Continuación de la tabla XXIV.

Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	GIOLLETA 54-A		AP26
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F301.G.S.	688	AP27
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F301.G.S.	4	AP28
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-85000	4DORL026 32	AP29
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-85000	4DORL026 25	AP30
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-85000	3313	AP31
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-85000	4DORL026 31	AP32
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-85000	4DORL026 56	AP33
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-85000	4DORL026 28	AP34
Máquina de coser plana	UNIÓN ESPECIAL		10-079754	AP35
Máquina de coser plana	KING'S	HC-622	81507	AP36
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-550N	F1LAB618 59	AP37
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-550N- 7	111XJ7236 3	AP38
Máquina de coser	PFAFF		5-723668	AP39
Máquina de coser plana	UNIÓN ESPECIAL	N430-2		AP40

Continuación de la tabla XXIV.

Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F301.G.S.	689	AP41
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F301.G.S.	629	AP42
Horno de Activado/Secado portátil				AP53
Horno de Activado/Secado portátil				AP54
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-550N-7	11LXJ7437	AP56
Máquina de coser plana	PFAFF	438-6-900/02 AS		AP57
Máquina de coser plana	UNION ESPECIAL	391-12	179	AP50
Máquina de coser plana	JUKI	DDL-555		AP51
Perforadora (color azul)	Desconoci da	Desconocid o	Desconoci do	AP58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Inventario de maquinaria en Departamento de Montado**

DEPARTAMENTO DE MONTADO			
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	Código
Máquina engrapadora	Bostitch		B43
Horno de activado/secado	Desconocido	Desconocido	B44
Aspiradora para lijadora		SDC-2041ST	B45

Continuación de la tabla XXV.

Banco de lijado			B46
Horno de activado/secado	Desconocido	Desconocido	B47
Horno de activado/secado portátil	Desconocido	Desconocido	B48
Horno de activado/secado	Desconocido	Desconocido	B49
Máquina prensadora china	Desconocido	Desconocido	B52
Máquina prensadora de 2 estaciones	PASANQUI	S-501 DC1-S	B53
Máquina prensadora de 2 estaciones	PASANQUI	S-501 DC1-S	B54

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Inventario de maquinaria en taller**

TALLER				
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	No.	Cód
Perforadora color azul	Desconocida	Desconocido	Desconocido	T1
Máquina para cortar tiras	GENERAL MACHINE	150	350	T2
Aspiradora para banco de lijar	Desconocida	AB37		T3
Perforadora mecánica color azul	WUECHING ELECTRIC	3190	HM3018F	T4
Perforadora	WUECHING	3190	HM...	T5

Continuación de la tabla XXVI.

Máquina recortadora	COLLI	GP1	12013-B	T6
Máquina de coser	IVOMAC	CI3000-204	1	T7
Máquina de coser	PROTEX	TY-0618-1	60706465	T8
Máquina de coser	PROTEX	TY-0618-1	60706467	T9
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F401	941	T10
Máquina de coser	PROTEX	TY-0618-1	60706468	T11
Máquina de poste	SINGER	236W104	1432	T14
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F301	410	T15
Máquina de poste de una aguja	SINGER	236W104	1432	T16
Máquina de poste de una aguja	SHIANG WANG	WR-9910	37	T17
Máquina de poste de una aguja	SINGER	236W130	1510	T18
Máquina de poste de una aguja	SINGER	236W120	1034	T19
Máquina de poste de una aguja	SINGER	236W104	1179	T20
Máquina recortadora	COLLI	GP17	3449E	T21
Máquina de coser	KING'S	335-H 17/01- BS	153	T22
Máquina de coser	KING'S	HC-35	752695	T23

Continuación de la tabla XXVI.

Máquina de poste	SAGITTA	GRAN SAGITTA LUCE	14	T24
Máquina de coser	BROTHER	FUSTELLE	LK3-B310111	T25
Máquina de corte	Desconocida	Desconocido	Desconocido	T26
Máquina de coser plana	SINGER	660A1	Desconocido	T27
Máquina de poste	GLOBAL		LP941P	T28
Máquina de corte	ELLEGLI	GL15PA	814570	T29
Máquina de poste	SHIANG WANG	WR-9920-1	67	T30
Máquina dobladora	COMELZ	COM4	6024- 0271205	T31
Máquina de coser	GLOBAL	LP942R		T32
Máquina de coser	PFAFF	3334-2	958/01	T33
Máquina lijadora			11	T34
Cementadora	Desconocida	Desconocido	Desconocido	T35
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F401	954	T36
Perforadora a presión de aire	F.LLI FALZONI	F301	650	T37
Perforadora de color azul	Desconocida	Desconocido	Desconocido	T38
Remachadora de color azul	Desconocida	Desconocido	19	T39
Cortadora	Desconocida	BS-14014T	Desconocido	T40

Continuación de la tabla XXVI.

Máquina de prensado con rodillos verde	Desconocida	Desconocido	156	T41
Máquina de coser	Desconocida	Desconocido	30044	T42
Perforadora mecánica	INDUM	9-13-E	390636	T43
Máquina de coser	SINGER	Desconocido	2733	T44
Máquina de coser	SINGER	S1915200AA	Desconocido	T45
Máquina de coser	KING'S	HC622	61508	T46
Máquina de coser	PFAFF	Desconocido	333352	T47
Horno de activado/secado portátil	IMACAL	Desconocido	Desconocido	T48
Máquina de corte color azul	Desconocida	Desconocido	Desconocido	T49
Máquina de fraccionamiento en banda	FORTUNA	Desconocido	116	T50
Máquina cementadora	Desconocida	Desconocido	89	T51
Máquina fraccionadora	FORTUNA	Desconocido	3217	T52

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.2. Cuantificación del problema

Es necesario cuantificar las averías ocurridas en la maquinaria para ser objetivos y evitar ideas preconcebidas.

El análisis que se ha llevado a cabo identifica las averías que más impacto negativo generan en la producción, creando tiempos de ocio, mayor ocurrencia y tiempo de reparación. Esta se registró durante 3 meses, tiempo en el cual se llevó a cabo la producción de los nuevos estilos de calzado. Para lograrlos se ha creado una ficha con la cual se registra la información del incidente, tipo de máquina, tipo de avería, diagnóstico del fallo y la solución realizada por el encargado de mantenimiento. La ficha para la recolección de datos se muestra en la figura 20.

La herramienta a utilizada para el análisis de averías fue el diagrama de Pareto o diagrama ABC, ya que este ayudará a identificar y seleccionar las averías prioritarias a tratar que más perjudican y retrasan la producción. Sirve para conseguir el mayor nivel de mejora con el menor esfuerzo posible, atendiendo las situaciones que más lo ameritan.

Luego de realizado el registro de cada una de las averías ocurridas durante la producción de los nuevos estilos de calzado, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla XXVII.

Figura 20. **Formulario para el registro de averías en equipo**

ANÁLISIS DE AVERÍAS	
Fecha: _____ Realizado por: _____	
Identificación	
Máquina: _____	Código: _____
Función: _____	
Avería	
NATURALEZA	
Mecánica <input type="checkbox"/>	Electrónica <input type="checkbox"/>
Eléctrica <input type="checkbox"/>	Hidráulica <input type="checkbox"/>
Otros <input type="checkbox"/>	
TIPO DE FALLA	
Progresiva <input type="checkbox"/>	Parcial <input type="checkbox"/>
Súbito <input type="checkbox"/>	Total <input type="checkbox"/>
Evidente <input type="checkbox"/>	Oculto <input type="checkbox"/>
	
Diagnóstico	
CAUSAS INTRÍNSECAS	CAUSAS EXTRÍNSECAS
Desgaste <input type="checkbox"/>	Mala utilización <input type="checkbox"/>
Corrosión <input type="checkbox"/>	Accidente <input type="checkbox"/>
Fatiga <input type="checkbox"/>	Falta de Limpieza <input type="checkbox"/>
Desajustes <input type="checkbox"/>	Coordinación <input type="checkbox"/>
Otras <input type="checkbox"/>	Organización <input type="checkbox"/>
	
Otras causas <input type="checkbox"/>	
Solución	
Para resolver la avería se realizó: _____	
Para evitar su repetición: _____	
Plan de acción: _____	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Resumen de averías**

	AVERÍA	FRECUENCIA	AVERÍA	DIAGNÓSTICO
A	Clutch gastado	3	Mecánica	Desgaste
B	Prensatela vencido	6	Mecánica	Desgaste
C	Cruceta quebrada	1	Mecánica	Fatiga
D	Bobina obstruida	27	Mecánica	Falta de limpieza
E	Motor quemado	3	Eléctrica	Otras
F	Faja gastada	4	Mecánica	Desgaste
G	Calibración	3	Mecánica	Desajuste
H	HookASM dañado	6	Mecánica	Desgaste
I	Tirahilo dañado	4	Mecánica	Fatiga
J	Espiga dañada	2	Eléctrica	Mala utilización

Fuente: elaboración propia.

Estas son las averías que se presentaron durante la producción, el 20% de ellas generan el 80% de paros de producción y/o demoras. La realización de un diagrama de Pareto brindará un panorama en el cual se presentará este 20%, que permitirá concentrar esfuerzos para resolverlos.

El primer paso es ordenar la frecuencia de cada avería, de manera descendente, quedando de la siguiente manera mostrada en la tabla XXVIII.

Se tuvo un total de 59 incidentes, por lo que corresponde identificar el porcentaje que representa cada una de las averías, así como el acumulado porcentual de las mismas, e identificar de la relación 80-20; las averías más representativas en cuanto a paros e interrupciones de producción, por lo que el análisis prosigue y se muestra en la tabla XXIX.

Tabla XXVIII. **Frecuencia de averías**

Avería	Frecuencia
Bobina obstruida	27
Prensatela vencido	6
HookASM dañado	6
Faja gastada	4
Tirahilo dañado	4
Clutch gastado	3
Motor quemado	3
Calibración	3
Espiga dañada	2
Cruceta quebrada	1
TOTAL=	59

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Porcentaje y porcentaje acumulado de averías ocurridas**

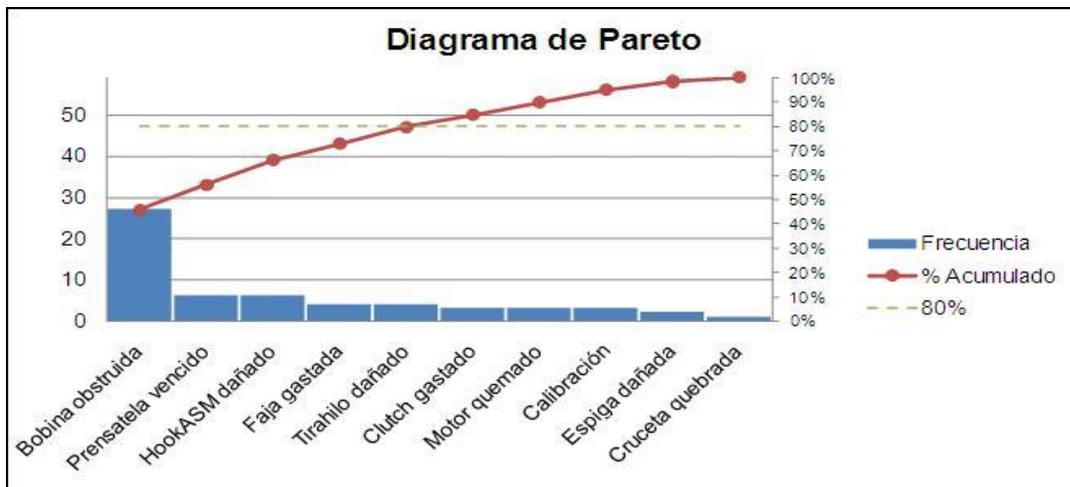
AVERÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	% ACUMULADO
Bobina obstruida	27	46%	46%
Prensatela vencido	6	10%	56%
HookASM dañado	6	10%	66%
Faja gastada	4	7%	73%
Tirahilo dañado	4	7%	80%
Clutch gastado	3	5%	85%
Motor quemado	3	5%	90%
Calibración	3	5%	95%
Espiga dañada	2	3%	98%
Cruceta quebrada	1	2%	100%
	59	100%	

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidos los valores porcentuales, se procede con la diagramación del escenario planteado, en donde en el eje X se muestran las averías ocurridas en orden descendente por frecuencia y en el eje Y se muestran tanto la frecuencia y el porcentaje acumulado asignado, obteniendo el diagrama de Pareto mostrado en la figura 21.

Conclusión: con base en el diagrama de Pareto, el 20% de averías que son la bobina obstruida, prensatela vencido, HookASM dañado, faja gastada y en menor medida el tirahilo dañado, están provocando el 80% de los atrasos en la producción por mantenimiento correctivo o bien por el cambio de la pieza dañada.

Figura 21. Diagrama de Pareto para averías



Fuente: elaboración propia.

2.2. Propuesta de mejoras

Las propuestas de mejoras tienen como objetivo principal optimizar la producción en los nuevos estilos de calzado.

La meta es crear las bases que permitan mejorar la introducción del nuevo procedimiento y la puesta a punto de los procesos, mediante el establecimiento de los tiempos estándar de producción, propuesta de los diagramas de operaciones que permitan analizar de la mejor manera su funcionamiento y mejoramiento, la distribución de arranque, balance de la línea y el análisis de averías de la maquinaria involucrada, disminuyendo los tiempos muertos de producción por mantenimientos correctivos innecesarios o fallas repetitivas en la maquinaria.

2.2.1. Determinación de la cantidad de operaciones por estación de trabajo

Es necesario considerar el número de operaciones por estaciones de trabajo existentes en cada una de las líneas de producción, pudiendo asignar la cantidad óptima y lograr el mayor balance en la línea. Debido a que el orden de ejecución de las operaciones realizadas en cada una de las estaciones de trabajo no puede ser modificada, por la propia naturaleza del modelo de zapato a realizar, es necesario y resulta más efectivo asignar operaciones a las estaciones de trabajo ya existentes.

Esto se ha logrado mediante la determinación del tiempo de ciclo por estación de trabajo, dividiendo el tiempo total de operaciones dentro del número de estaciones de trabajo actuales, por lo que el tiempo de operación de cada estación de trabajo deberá estar lo más cercana posible al tiempo de ciclo por estación obtenido anteriormente.

Para poder asignar las operaciones a las estaciones de trabajo, la única restricción es dada por la naturaleza de la misma, debiendo asignarse operaciones relacionadas en el proceso y el tiempo estándar de dichas

operaciones, ya que estas deberán acercarse lo más posible al valor de ciclo por estación. En las tablas XXX a la XXXVII, se muestra el tiempo de ciclo, las estaciones de trabajo y las operaciones que cada estación de trabajo posee luego de la asignación propuesta para cada una de las líneas de producción, por estilo de zapato realizado.

2.2.1.1. Operaciones en estaciones de trabajo del Departamento de Corte para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

Las operaciones propuestas para las estaciones de trabajo de corte se resumen en la siguiente sección.

- Ingreso de materia prima: las materias primas, piel (cuero), espuma látex y forro de plantilla salen de la bodega de materia prima para dirigirse al departamento de corte, donde la piel es transportada al área de troqueles y la espuma látex se traslada al de corte para desenrollar ambos materiales en mesas separadas.
- Desenrollado de espuma látex: la espuma látex es el material que conforma la plantilla, la cuál brinda confort y suavidad al momento de utilizar el zapato. Esta se almacena en rollos en la bodega de materia prima por lo que es extendida en la mesa de tendido para proceder al corte.
- Troquelado de piezas: el troquelado consiste en el corte de las piezas que conformarán el calzado por medio de una troqueladora de brazo que utiliza distintas matrices con el contorno de la pieza a obtener. De este

proceso se obtiene una pieza por golpe, debido a que la profundidad de la matriz impide realizar más de uno.

- Troquelado de plantillas, forro de plantillas y plantillas de soporte: el troquelado de plantillas se realiza en un máquina troqueladora de puente, la que utiliza una matriz, según la medida a cortar y es capaz de realizar el troquelado de 2 capas por vez.
- Troquelado de soporte de talón de espuma: el soporte de talón es la pieza blanda que se coloca para dar comodidad al tendón de Aquiles, este se obtiene del troquelado de 5 capas de espuma a la vez.

Tabla XXX. **Operaciones de corte por estación de trabajo para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488**

Operación
Desenrollado de material
Corte de material
Troquelado (troquel de brazo)
Troquelado (troquel de puente)
Revisado de troquelado
Revisar y armar lotes

Fuente: elaboración propia.

- Revisar y armar lotes de plantillas: cuando ya han sido troqueladas las plantillas, cada una de ellas es revisada tomando en cuenta el corte y el pegado de la fiasa con la espuma látex, y el número de plantilla que será.

Si es necesario, en este proceso se realizan pegados en caso de existir alguna separación entre ambas capas de material.

- Revisar y armar lotes de piezas: las piezas troqueladas del material de cuero para el cuerpo del calzado son revisadas por imperfecciones en el corte y uniformidad en el color.

**2.2.1.2. Operaciones en estaciones de trabajo del
Departamento de Avíos para los estilos
82485, 82486, 82487 y 82488**

- Ingreso de material a la línea: para el proceso de avíos, los materiales requeridos son: forro de suela, plantilla y suela de hule prefabricada.
- Cementado y empalmado de espuma y fiasa: se le aplica adhesivo amarillo a la plantilla de espuma y fiasa anteriormente troquelada, para luego realizar el empalmado y así obtener la plantilla del calzado; luego se coloca en la banda.
- Aplicación de adhesivo a suela y forro de suela: se aplica adhesivo P.U. a la suela de hule prefabricada y al forro de la suela de cuero y se coloca en la banda.
- Horno de activado: el horno de activado tiene la función principal de activar el adhesivo P.U. por medio de calor, para luego poder realizar la unión entre ambas piezas.

- Empalmado de forro y suela: se empalman la suela y el forro de la misma, utilizando una herramienta en punta y aplicando presión, logrando así la unión correcta entre ambas piezas, luego se coloca en la banda.
- Preplantilla de soporte: se aplica adhesivo amarillo a la parte de la suela de hule prefabricada para realizar el empalmado entre estas piezas. El objetivo de esta preplantilla es de funcionar como antideslizante de la plantilla y como soporte para la costura posterior.

Tabla XXXI. **Operaciones de avíos por estación de trabajo para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488**

Operación
Entrada de material
Cementado de suela
Cementado de forro de suela
Activado de adhesivo
Empalmar suela con forro de suela
Cementado y empalmado de plantilla de refuerzo a suela
Costura de la pieza
Estampado
Revisado y limpiado de pieza
Armar lotes

Fuente: elaboración propia.

- Costura de forro de suela: luego de pegadas las piezas principales de la suela, la suela prefabricada, forro de suela y la preplantilla de soporte se realiza una costura alrededor de la suela prefabricada, logrando así la unión final entre las mismas.
- Revisado de piezas y limpieza: se verifica el proceso de pegado y costurado de las piezas y se limpian con una pieza de hule para eliminar cualquier sobrante de adhesivo.
- Se arman lotes: se cuentan y arman lotes por número de calzado.

2.2.1.3. Operaciones en estaciones de trabajo del Departamento de Preparado/aparado para estilo 82485

Las operaciones propuestas por estación de trabajo para el departamento de preparado y aparado para el estilo 82485 son:

- Devastado: toda pieza que estará unida una sobre otra es devastada en esta operación. El devastado consiste en el desgaste de la pieza mediante una máquina especial, con el objetivo de que el pegado sea mejor y la unión entre las piezas sea limpia.
- Rayado: se hacen las guías en cada una de las piezas para realizar de manera correcta la unión o el empalme de las mismas por medio de tinta de color.

- Ingreso de material a la banda: una vez devastadas y rayadas las piezas, estas se ingresan a la banda en pares y en el orden en que se realizará el procedimiento.
- Cementado de lengua: se aplica adhesivo amarillo al área devastada de la lengua, refuerzo de lengua y forro de la lengua. Se coloca en la guía y se unen a presión manualmente; luego se colocan en la banda.
- Costura de talón: se cose el talón con el forro interno. Ambos se colocan con las caras encontradas y se cosen por la parte superior; después se colocan en la banda.
- Cementado de talón: se aplica adhesivo al talón y al costado interno para el empalmado del soporte de espuma, luego se coloca en la banda.
- Costura de lengua: se cose la lengua con su refuerzo y el forro de la lengua por su parte interna y se coloca en la banda.
- Empalme de soporte de talón: se coloca el soporte de espuma entre la unión del talón y el forro de talón, se unen las partes, se empalma con el empeine y el costado interno, para luego colocar la pieza en la banda.
- Costura de talón con empeine: se cosen el talón con el empeine y el costado interno previamente cementados y empalmados con las guías de ensamble, para luego colocar la pieza en la banda.
- Despiste de costuras: el despiste consiste en la eliminación de los hilos sobrantes de las costuras. En esta parte se realiza el despiste de las

costuras realizadas en el talón, costado interno y empeine, luego se coloca en la banda la pieza.

- Cementado y empalmado de forro interno: se cementa y empalma el forro interno inferior al soporte del talón con el talón y se colocan en la banda.
- Costura de cuello: se cose bordeando el soporte del talón y también los bordes del forro interno y se colocan en la banda.
- Recortado y despitado de talón: se realiza el despite de las costuras recibidas por el talón, previo a cerrar el cuadro, uniéndose el talón con el empeine y se colocan en la banda.
- Cementado de talón, empeine y lengua: se aplica adhesivo amarillo a los extremos del talón, empeine y en la parte del refuerzo de la lengua, luego se empalman y se colocan en la banda.
- Empalmado de lengua: se coloca la lengua en la guía, se ubica y coloca por la parte superior el cuerpo del zapato y se aplica presión. Luego de esta operación se cierra el cuadro del zapato, uniéndose el extremo del talón con el extremo de empeine y se coloca cinta adhesiva para mantener el cuadro en posición y se coloca en la banda.
- Costura de soporte: se realiza una costura de soporte uniéndose los extremos del talón y empeine, para mantener el cuadro en forma, luego se coloca en la banda.
- Costura de lengua a empeine: se cose la lengua del calzado con el empeine, por medio del refuerzo de la lengua y se coloca en la banda.

- Costura de cuadro: se costuran 2 cuadros que sujetan la base de la lengua al cuerpo del calzado y se coloca en la banda la pieza.
- Perforado de ojeteros: se perforan los agujeros donde se posicionarán los ojeteros de las cintas del calzado por medio de un punzón perforador, luego se coloca en la banda.
- Remachar ojeteros: se remachan los 6 ojeteros de cada calzado por medio de una prensadora de aire y luego se coloca en la banda la pieza.
- Despite final: se realiza un despite final en la pieza final, tanto en el interior como en el exterior, luego se coloca en la banda.
- Limpieza de costuras e inspección: se limpian y pulen los anillos de los ojeteros y las costuras con una pieza de hule, se inspeccionan y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema, luego son enviadas al área de montado.

Tabla XXXII. **Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82485**

Operación
Devastado de piezas
Rayado de piezas
Alimentar banda
Cementado y empalmado de lengua, refuerzo y forro

Continuación de la tabla XXXII.

Coser talón con forro de talón
Cementar talón, forro, costado interno y empeine
Coser lengua, refuerzo y forro de lengua
Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine
Coser talón con empeine
Despite de costuras
Cementar forro interno de talón
Coser cuello de talón y parte delantera
Se recortan y despítan sobrantes de forro en talón
Cementar extremos de talón, empeine y lengua
Unir lengua con cuerpo de zapato
Coser una puntada para unir talón y empeine
Coser lengua a empeine
Coser cuadro para sujetar lengua
Perforar agujeros para ojeteros
Remachar ojeteros
Despite final
Limpiar costuras y limpiar la pieza
Armar lotes

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.4. Operaciones en estaciones de trabajo del Departamento de Preparado/aparado para estilo 82486

Las operaciones que se proponen para utilizar durante el preparado y aparado en el estilo 82486 son:

- Devastado: se realiza el devastado de las 2 piezas principales del cuerpo del calzado: la lengua y el talón que incluye los costados del mismo.
- Rayado de piezas: se realizan las guías en ambas partes por medio del rayado con tinta de color que permita identificar la ubicación de armado.
- Ingresar material a banda: una vez devastadas y rayadas las piezas, estas se ingresan a la banda en pares y en el orden que se realizará el procedimiento.
- Cementado y empalmado de forro de lengua: se cementa con adhesivo amarillo el forro de lengua y la lengua para luego para empalmar ambas partes y se colocan en la banda.
- Costura de lengua con forro de lengua: se realiza la costura al borde del forro de la lengua para dejar terminada la pieza y se coloca en la banda.
- Costura de adorno de ojeteros: en la pieza de talón y costados se realiza una costura, la cual es un adorno para el contorno de los ojeteros y se traslada a la banda.

- Recortado y despitado de forro de lengua: se realiza un despite del forro sobrante en el contorno de la lengua y se despita las costuras antes realizadas y se coloca en la banda.
- Costura de talón con forro: se cose el talón con el forro interno. Ambos se colocan con las caras encontradas y se cosen por la parte superior, luego se colocan en la banda.
- Cementar talón y forro: se cementa y empalma el forro interno inferior al soporte del talón con el talón y se colocan en la banda.
- Empalme de soporte de talón: se coloca el soporte de espuma entre la unión del talón y el forro de talón, se unen las partes, se empalma con el empeine y el costado interno, para luego colocar la pieza en la banda.
- Costura de cuello: se cose bordeando el soporte del talón y también los bordes del forro interno y se colocan en la banda.
- Recortado y despite forro de talón: se realiza el despite de las costuras recibidas por el talón, previo a cerrar el cuadro, uniendo el talón con el empeine y se colocan en la banda.
- Cementar talón y lengua: se aplica adhesivo al área de unión del talón y lengua con adhesivo amarillo, luego se coloca en la banda.
- Empalmar talón y lengua: se coloca un extremo de la lengua sobre el extremo del talón, utilizando las guías realizadas en la operación de rayado y se prosigue con el siguiente extremo; luego se coloca en la banda.

- Costura de cuadros: se costuran 2 cuadros que sujetan la base de la lengua al cuerpo del calzado y se coloca en la banda la pieza.
- Perforado de ojeteros: se perforan los agujeros donde se posicionarán los ojeteros de las cintas del calzado por medio de un punzón perforador, luego se coloca en la banda.
- Remachar ojeteros: se remachan los 6 ojeteros de cada calzado por medio de una prensadora.
- Limpieza y pulido de acabos: se limpian y pulen los anillos de los ojeteros y las costuras con una pieza de hule, se inspeccionan y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema, luego son enviadas al área de montado.

Tabla XXXIII. **Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82486**

Operación
Devastado de piezas
Rayado
Alimentar banda
Cementado de forro de lengua y empeine
Coser forro de empeine con lengua
Coser adorno de ojeteros
Recortar y despitar forro de lengua
Coser forro y talón
Cementar talón y forro para espuma

Continuación de la tabla XXXIII.

Empalmar espuma en talón
Coser cuello
Recortar y despitar forro de talón
Cementar talón y lengüeta
Empalmar talón y lengüeta
Coser cuadros
Perforar ojetes
Remachar ojetes
Limpiar la pieza
Armar lotes

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.5. Operaciones en estaciones de trabajo del Departamento de Preparado/aparado para estilo 82487

Las operaciones que se proponen como mejoras para la estación de preparado y aparado para el estilo 82487 son:

- Devastado: se realiza el devastado de las 3 piezas principales del cuerpo del calzado: la lengua, el talón y el cincho.
- Rayado de piezas: se realizan las guías en ambas partes por medio del rayado, con tinta de color que permita identificar la ubicación de armado.

- Ingresar material a banda: una vez devastadas y rayadas las piezas, estas se ingresan a la banda en pares y en el orden que se realizará el procedimiento.
- Cementado de cincho y forro de cincho: se aplica adhesivo al cincho que servirá de sujetador del calzado, así como también a su forro interno, y se coloca en la banda.
- Cementado de empeine y forro de empeine: se aplica adhesivo en el área interna del empeine: y en el forro interno del mismo, luego se coloca en la banda.
- Empalmar cincho con forro y velcro: se unen los cinchos con sus forros internos y se cementan el área del forro del cincho donde se coloca el velcro y se empalman ambas piezas; luego se coloca en la banda.
- Empalmar empeine y velcro de talón: se unen los empeines con talones previamente cementados y se aplica adhesivo al área del talón, donde se ubica el velcro; y luego se empalma el velcro en el talón, luego se coloca en la banda.
- Coser talón con velcro y forro de talón: se realiza la costura del velcro al talón y se cose en forro interno del talón, con el talón por la parte superior interna de ambas piezas; se coloca en la banda las piezas.
- Coser empeine con forro: se cose por la parte superior el empeine con su forro interno y se coloca en la banda.

- Coser cincho con forro: se realiza la costura de unión para los cinchos con sus forros respectivos.
- Cementado de adornos en el área de empeine: según el estilo, el calzado presenta 2 flores de adorno, ubicadas en el área del empeine, por lo que en este proceso se cementa el área del empeine donde se colocarán los adornos y luego se coloca en la banda.
- Recortado de sobrantes de forro y velcro en cincho, en talón y empeine: luego de las operaciones anteriores se realiza el recortado de sobrantes de los forros en cinchos, el sobrante de velcro en talón y de forro en empeine; luego se colocan en la banda.
- Cementar forro interno de talón para empalmar soporte de espuma: se cementa y empalma el forro interno inferior al soporte del talón con el talón y se colocan en la banda.
- Hacer costura que sujeta adornos en empeine: se realiza una costura lineal de extremo a extremo del empeine que sirve como sujetador de los 2 adornos colocados en el calzado y se coloca en la banda.
- Horno de activado de adhesivo: la pieza pasa en el camino de la banda por un horno de activado por 26.26 segundos lo que activa el adhesivo P.U., para luego proceder con el empalmado.
- Empalmar soporte de espuma en talón: se coloca el soporte de espuma entre la unión del talón y el forro de talón, se unen las partes, se empalma con el empeine y el costado interno, para luego colocar la pieza en la banda.

- Cementado de extremos de empeine y talón: se aplica adhesivo a los extremos del empeine y el talón, extremos por medio de los cuales se unirán ambas piezas y se colocan en la banda.
- Empalmar empeine con talón: se empalma el empeine con el talón por medio de los extremos antes cementados y se coloca la pieza en la banda.
- Costura de unión de empeine y talón: se costura la unión del talón con el empeine para formar el cuadro del calzado; luego se coloca en la banda.
- Cementado y empalmado de cincho y talón: se cementan los cinchos y el área del talón donde se colocarán, luego se empalman y se colocan en la banda.
- Costura de cuello de talón y cuadro de cincho y talón: se realiza la costura del cuello del talón donde se colocó anteriormente el soporte de espuma y también se cose un cuadro que sujeta el cincho al talón. Se coloca en la banda.
- Despiste general, revisado y pulido: se realiza un despiste de toda la pieza, eliminando cualquier exceso de hilo o de forro y se pulen todas las costuras con goma de hule y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y son enviadas al área de montado.

Tabla XXXIV. **Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82487**

Operación
Devastado de piezas
Rayado de piezas
Alimentar la banda
Cementar cincho y forro de cincho
Cementar empeine, forro de empeine, extremo de talón y cinchos para velcro
Empalmar cinchos con forros y velcros
Empalmar empeines y velcros en talón
Coser talón con forro y velcro en talón
Coser empeine con forro
Coser cincho con forro
Cementar área y empalmar adornos en el empeine
Recortar sobrantes de forro y velcro en cincho, talón y empeine
Cementar forro interno de talón para empalmar soporte
Hacer costura de adorno en el empeine que sostiene adornos
Activado con horno de calor
Empalmar soporte de espuma en talón
Cementar extremos de empeine y talón para unión
Empalmar empeine con talón
Coser unión de empeine y talón
Cementar cinchos y pegar al extremo del talón

Continuación de la tabla XXXIV.

Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón
Despite general
Armar lotes

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.6. Operaciones en estaciones de trabajo del Departamento de Preparado/aparado para estilo 82488

A continuación se describen las operaciones propuestas para preparado y aparado para el estilo 82488:

- Devastado: se realiza el devastado de las piezas principales del cuerpo del calzado, la lengua y el talón que incluye los costados del calzado, así como también el cincho sujetador.
- Rayado de piezas: se realizan las guías en ambas partes por medio del rayado con tinta de color que permita identificar la ubicación de armado.
- Cementar y empalmar dobles de chinela: se cementa y empalma la parte superior de la chinela o empeine. Este dobléz sirve de ojal para el cincho sujetador, luego se coloca en la banda.
- Ingresar material a la banda: una vez devastadas, rayadas y empalmadas las chinelas; estas se ingresan a la banda en pares y en el orden que se realizará el procedimiento.

- Cementar velcros de talones, cinchos y forros: se aplica adhesivo al área del talón donde se colocarán los velcros, así como también se aplica adhesivo a los cinchos del calzado y a los forros internos del cincho, y se colocan en la banda.
- Cementar chinela y forro: se aplica adhesivo a la parte interna de la chinela y al forro de la chinela y se colocan en la banda.
- Empalmar velcros, cinchos y forros: se empalma ambos velcros en los cinchos y luego con sus respectivos forros, luego se colocan en la banda las piezas empalmadas.
- Empalmar chinelas con forros y velcros de talón: se empalman las chinelas con el forro interno y los velcros con los talones del calzado, luego se coloca en la banda.
- Coser talones con forros y velcros: se realiza la costura en la parte superior del talón y forro para unir las piezas y se cosen los bordes del velcro empalmado en el talón y se coloca en la banda.
- Coser chinelas con forros: se costura por el borde la chinela con su forro, colocándose después en la banda.
- Cementar talones para soporte de espuma: se aplica adhesivo en la parte entre el talón y el forro interno para colocar el soporte del talón, se colocan en la banda.
- Despitar talones: se despitan las costuras realizadas en el velcro y la costura de unión entre talón y forro interno, luego se coloca en la banda.

- Coser cinchos con forro: se cosen los cinchos sujetadores con sus forros internos y se colocan en la banda.
- Recortar chinelas y cinchos: se recortan los sobrantes de forro interno de las chinelas y cinchos previamente cosidos y se colocan en la banda.
- Empalmar soporte de espuma: se empalma el soporte de espuma en el talón y se coloca en la banda.
- Cementar unión de talón y chinela: se aplica adhesivo en los extremos de la chinela y el talón para luego realizar el empalmado; luego se coloca en la banda.
- Empalmar talones con chinelas: se unen el talón con la chinela por la parte previamente cementada para cerrar el cuadro del calzado y se colocan en la banda.
- Coser cuello y parte delantera: se realiza la costura del cuello alrededor del soporte de espuma y a la vez se cose la parte delantera donde se unen el talón y la chinela y se colocan en la banda.
- Recortar forro de talón: ya cosido el cuadro del calzado se puede realizar el recorte de sobrante del forro interno del talón; luego se coloca en la banda.
- Cementar y empalmar cinchos a talones: se aplica adhesivo a los cinchos sujetadores y al área del talón donde se ubican. Se empalman a presión y se colocan en la banda.

- Coser cuadro a cinchos: se cose un cuadro en la unión del cincho sujetador y el talón para la unión definitiva de la pieza. Se coloca en la banda.
- Despitar, limpiar y revisar: se realiza el despite final donde se limpian con una pieza de goma y se revisan las piezas finalizadas y se colocan en la banda.
- Armar lotes: se agrupan las piezas realizadas por talla y se cargan al sistema; luego son enviadas al área de montado.

Tabla XXXV. **Operaciones de preparado/aparado por estación de trabajo para estilo 82488**

Operación
Devastado de piezas
Rayado de piezas
Empalmar dobles de chinela
Alimentar la banda
Cementar velcros de talones, cinchos y forros
Cementar chinela y forro
Empalmar cinchos, forros y velcros
Empalmar chinelas con forros y velcros con talones
Coser talones con forros y velcros
Coser chinelas con forros
Cementar talones para espumas
Despitar talones
Coser cinchos con forros
Recortar chinelas y cinchos

Continuación de la tabla XXXV.

Colocar espuma en talones
Cementar unión de chinelas y talón
Empalmar talones con chinelas
Coser cuellos y parte delanteras
Recortar forro de talón
Cementar y unir cinchos a talones
Coser cuadro a cinchos
Despitar, limpiar y revisar
Armar lotes y revisar

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.7. Operaciones en estaciones de trabajo del Departamento de Montado para los estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

Las operaciones propuestas para la estación de montado se aplican a los 4 estilos de zapatos por lo que a continuación se muestran.

- Costura de suela: la unión entre el cuerpo del zapato realizado en el departamento de preparado/aparado y la suela realizada en el departamento de avíos se realiza en esta operación. Cada uno de los zapatos se unen a través de 50 puntadas, las cuales son realizadas a mano por el operario, utilizando una aguja especial y un guante en la mano que maniobra la aguja para evitar lesiones.

- Inserción de horma: se coloca una horma del tamaño adecuado al calzado, utilizando un poste que soporta el molde e introduciendo el zapato a la horma. Luego se coloca en la banda.
- Horno de calor: en camino de la banda el zapato pasa por un horno de calor con el objetivo de ablandar el material para luego poderle dar la forma deseada.
- Acoplado: el zapato es golpeado con un martillo de hule para lograr el perfecto acople a la horma introducida. El operario de esta operación utiliza guantes especiales para evitar quemaduras al manipular el zapato. Luego es colocado en la banda.
- Enfriador: el zapato ingresa a un enfriador que se encuentra a 3°C; esto permite que el material guarde la forma de la horma ingresada, debido al cambio de temperatura sufrido.
- Extracción de horma: luego de salir del enfriador, se extrae la horma del zapato con la ayuda de un poste anclado al suelo y una paleta para retirar el zapato por la parte del talón; luego se coloca en la banda.
- Cementado de forro interno: se aplica cemento P.U. al forro interno del talón que queda sobre la base de la suela al momento del montado y se colocan en la banda.
- Cementado de plantilla: se aplica adhesivo P.U. al interior de la suela del zapato y a la plantilla procesada en el departamento de avíos. Se coloca en la banda.

- Horno de activado: la pieza ingresa a un horno de calor de baja temperatura que activa el cemento P.U. de las piezas.
- Empalmado de forro interno y plantilla: se toma el zapato y une a presión el forro interno al talón, luego toma la plantilla y la introduce al zapato, presionándola para obtener una buena unión; se coloca en la banda.
- Inspección y relleno: se inspecciona las uniones del zapato y se les coloca dentro una pieza de papel plástico que permite que la punta del zapato guarde la forma. Luego se colocan en la banda.
- Etiquetado: se pega una etiqueta en zapato izquierdo, otra en la caja de empaque y otra etiqueta que indica materiales y especificaciones del zapato en la agujeta superior del zapato derecho para estilos 82485 y 82486; para los estilos 82487 y 82488 se coloca en el cincho sujetador. Ambos zapatos se colocan sobre la caja de empaque. Luego se colocan en la banda.
- Inserción de cintas y empaque: se introducen las cintas por los ojete para los estilos 82485 y 82486; para los estilos 82487 y 82488 se sujeta con el velcro del cincho sujetador a la parte del talón, luego se introducen a la caja de empaque y se colocan en la banda.
- Embalaje: se realiza el embalaje de 12 pares de zapatos por cada caja y se transportan a la bodega de producto terminado.

Tabla XXXVI. **Operaciones de montaje por estación de trabajo para estilo 82485 y 82486**

Operación
Cosido a mano
Inserción de horma
Horno de calor
Acoplado
Enfriador
Extracción de horma
Cementado de forro interno
Cementado de plantilla
Horno de activado
Empalmado de forro interno y plantilla
Inspección y relleno
Etiquetado, insertar cintas y empaque
Embalaje

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Operaciones de montaje por estación de trabajo para estilo 82487 y 82488**

Operación
Cosido a mano
Inserción de horma
Horno de calor
Acoplado
Enfriador
Extracción de horma
Cementado de forro interno

Continuación de la tabla XXXVII.

Cementado de plantilla
Horno de activado
Empalmado de forro interno y plantilla
Inspección y relleno
Etiquetado, junta de velcro y empaque
Embalaje

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Estudio de tiempos

Luego de definirse las operaciones a realizarse en cada una de las estaciones de trabajo, es necesario estimar el tiempo estándar de cada una de ellas y lograr determinar así el tiempo de producción real de cada línea, para cada uno de los modelos de calzado producidos. Para obtener el tiempo estándar de producción es necesario determinar el número de observaciones a registrar para cada operación y la valoración del ritmo de trabajo, logrando establecer el tiempo normal de proceso, para luego establecer los suplementos de trabajo que aplicados al tiempo normal de procesos, brindan el tiempo estándar de procesos.

2.2.2.1. Observaciones necesarias para calcular el tiempo normal

El número de observaciones a realizar depende de la naturaleza del proceso productivo bajo estudio. Existen varios métodos para el establecer el número de ciclos a observar, los cuales son:

- Fórmulas estadísticas
- Ábaco de Lifson
- Tabla Westinghouse
- Criterio de General Electric

Por medio de las fórmulas estadísticas se determina el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo, con un error de $e\%$, riesgo fijado de $R\%$. Se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

en donde:

K = el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

$K = 1$ para riesgo de error de 32%

$K = 2$ para riesgo de error de 5%

$K = 3$ para riesgo de error de 0.3%

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (X_i - \bar{x})^2}{n}}$$

en donde:

X_i = los valores obtenidos de los tiempos de reloj

\bar{x} = la media aritmética de los tiempos de reloj

F = frecuencia de cada tiempo de reloj tomado

N = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

Para el estudio del proceso de producción de los productos seleccionados, se dividió el proceso en 4 operaciones principales: corte, avíos, preparado/aparado y montado; cada una de estas operaciones fue claramente dividida en elementos lo suficientemente claros y definidos para ser cronometrados. El cálculo de las observaciones necesarias se basa en una toma inicial de 10 observaciones, de donde se obtendrá el tiempo promedio a través de un total de 10 observaciones, para luego continuar con el proceso del cálculo por el método de fórmulas estadísticas; a continuación se muestran los resultados en las tablas XXXVIII a la XLIV.

Tabla XXXVIII. **Número de observaciones en operaciones de corte**

Operación: corte	Número de observaciones	Tiempo promedio (Seg/par)
Desenrollado de material	39	4,10
Corte de material	6	7,50
Troquelado (troquel de brazo)	38	23,02
Troquelado (troquel de puente)	50	11,24
Revisado de troquelado	7	14,94
Revisar y armar lotes	4,2	14,40

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Número de observaciones necesarias en operaciones de avíos**

Operación: avíos	Número de operaciones	Tiempo promedio (seg/par)
Entrada de material	6	10,36
Cementado de suela	18	14,58
Cementado de forro de suela	15	15,57
Activado de adhesivo	1	30,58
Empalmar suela con forro de suela	14	96,63
Cementado y empalmado de plantilla de refuerzo a suela	17	17,16
Costura de la pieza	5	65,77
Estampado	28	35,75
Revisado y limpiado de pieza	22	31,98
Armar lotes	29	5,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82485**

Operación: preparado/aparado estilo 82485	Número de observaciones	Tiempo promedio (seg/par)
Devastado de piezas	10	62,50
Rayado de piezas	19	81,28
Alimentar banda	17	23,82

Continuación de la tabla XL.

Cementado y empalmado de lengua, refuerzo de lengua y forro de lengua	7	38,83
Coser talón con forro de talón	9	26,39
Cementar talón, forro, costado interno y empeine	11	55,49
Coser lengua, refuerzo y forro de lengua	10	31,59
Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine	16	122,61
Coser talón con empeine	8	97,81
Despite de costuras	16	49,39
Cementar forro interno de talón	19	54,72
Coser cuello de talón y parte delantera	22	96,66
Se recortan y despítan sobrantes de forro en talón	10	94,26
Cementar extremos de talón, empeine y lengua	22	46,42
Empalmar lengua con cuerpo de zapato	13	74,58
Coser una puntada para unir talón y empeine	11	67,43
Coser lengua a empeine	11	64,33
Coser cuadro para sujetar lengua	11	82,99
Perforar agujeros para ojetes	5	49,63
Remachar ojetes	6	48,64
Despite final	8	68,93
Limpiar costuras y limpiar la pieza	13	49,28
Armar lotes	29	5,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Número de observaciones en operaciones de
preparado/aparado estilo 82486**

Operación: preparado/aparado estilo 82486	Número de observaciones	Tiempo promedio (seg/par)
Devastado de talón y empeine	12	42,42
Rayado	6	54,42
Alimentar banda	17	23,82
Cementado de forro de lengua	19	24,61
Coser forro de empeine con lengua	15	40,08
Coser adorno de ojete	28	59,18
Recortar y despitar forro de lengua	24	60,74
Coser forro y talón	18	71,24
Cementar talón y forro para espuma	28	57,15
Empalmar espuma en talón	16	122,61
Coser cuello	11	76,79
Recortar y despitar forro de talón	11	90,51
Cementar talón y lengüeta	23	48,42
Empalmar talón y lengüeta	8	53,30
Coser cuadros	11	82,99
Perforar ojete	5	49,63
Remachar ojete	5	48,64
Limpiar la pieza	13	49,28
Armar lotes	29	5,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82487**

Operación: preparado/aparado estilo 82487	Número de observaciones	Tiempo promedio (seg/par)
Devastado de piezas	10	31,84
Rayado de piezas	17	33,51
Alimentar la banda	17	23,82
Cementar cincho y forro de cincho	10	10,83
Cementar empeine, forro de empeine, extremo de talón y cinchos para velcro	19	23,84
Empalmar cinchos con forros y velcros	10	22,00
Empalmar empeines y velcros en talón	20	21,80
Coser talón con forro y velcro en talón	7	63,84
Coser empeine con forro	5	16,75
Coser cincho con forro	13	24,63
Cementar área y empalmar adornos en el empeine	17	24,65
Recortar sobrantes de forro y velcro en cincho, talón y empeine	16	26,50
Cementar forro interno de talón	17	32,68
Hacer costura de adorno en el empeine que sostiene adornos	15	34,86
Activado con horno de calor	1	26,26
Empalmar soporte de espuma en talón	16	122,61
Cementar extremos de empeine y talón para unión	23	48,42
Empalmar empeine con talón	7	27,31
Coser unión de empeine y talón	9	54,35

Continuación de la tabla XLII.

Cementar cinchos y pegar al extremo del talón	9	16,10
Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón	9	46,13
Despite general	8	36,94
Armar lotes	29	5,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Número de observaciones en operaciones de preparado/aparado estilo 82485**

Operación: preparado/aparado estilo 82488	Número de observaciones	Tiempo promedio (seg/par)
Devastado de piezas	10	31,84
Rayado de piezas	6	54,42
Empalmar dobles de chinela	10	44,10
Alimentar la banda	17	23,82
Cementar velcros de talones, cinchos y forros	9	22,23
Cementar chinela y forro	19	23,84
Empalmar cinchos, forros y velcros	23	40,80
Empalmar chinelas con forros y velcros con talones	9	56,18
Coser talones con forros y velcros	10	145,70
Coser chinelas con forros	8	69,54

Continuación de la tabla XLIII.

Cementar forro interno de talón para empalmar soporte	17	32,68
Despitar talones	12	32,18
Coser cinchos con forros	9	42,72
Recortar chinelas y cinchos	7	132,44
Empalmar soporte de espuma en talón	16	122,61
Cementar unión de chinelas y talón	19	56,32
Empalmar talones con chinelas	12	65,81
Coser cuellos y parte delanteras	22	96,66
Recortar forro de talón	10	94,26
Cementar y unir cinchos a talones	7	37,20
Coser cuadro a cinchos	9	92,04
Despitar, limpiar y revisar	8	36,94
Armar lotes y revisar	29	5,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Número de observaciones en operaciones de montaje**

OPERACIÓN: montaje	Número de observaciones	Tiempo promedio (seg/par)
Inserción de horma	6	55,296
Horno de calor	1	94,78
Acoplado	12	22,30
Enfriador	1	148,30
Extracción de horma	8	12,64

Continuación de la tabla XLIV.

Cementado de forro interno	11	22,85
Cementado de plantilla	11	32,54
Horno de activado	1	34,32
Empalmado de forro interno y plantilla	10	31,69
Inspección y relleno	14	24,93
Etiquetado	12	17,15
Inserción de cintas y empaque	11	37,47
Embalaje	14	6,62

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2. Valoración del ritmo de trabajo

Luego de determinada la cantidad de cronometrajes a realizar para cada una de los elementos de las operaciones, se debe elegir el método de valoración del ritmo de trabajo, que consiste en un factor de calificación aplicado al tiempo promedio cronometrado, para establecer así el tiempo normal de la operación estudiada. La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Se debe entender por operador normal al operador competente y altamente experimentado que trabaje en condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativamente de un término medio.

Las características a evaluar en el operario se muestran en la tabla de calificación de la actuación mostrada en la tabla XLV.

Tabla XLV. **Calificación de la actuación**

HABILIDAD		ESFUERZO	
A	Habilísimo +0.13	A	Excesivo +0.12
B	Excelente +0.08	B	Excelente +0.08
C	Bueno +0.03	C	Bueno +0.02
D	Promedio 0	D	Promedio 0
E	Regular -0.10	E	Regular -0.08
F	Deficiente -0.22	F	Deficiente -0.17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
A	Ideales +0.06	A	Perfecta +0.04
B	Excelentes +0.04	B	Excelente +0.03
C	Buenas +0.02	C	Buena +0.01
D	Promedio 0	D	Promedio 0
E	Regulares -0.03	E	Regular -0.02
F	Deficientes -0.07	F	Deficiente -0.04

Fuente: GARCÍA Criollo, Roberto. Estudio del trabajo. p. 210.

2.2.2.3. Tiempos normales de procesos

El tiempo normal de un proceso es dado principalmente por la cronometración realizada y la calificación de la actuación que el observador del proceso da a cada una de las operaciones realizadas por el operador durante su realización. En las tablas XLVI a la LII se muestran los tiempos normales obtenidos luego de realizada la calificación de la actuación.

Tabla XLVI. **Tiempo normal de operaciones de corte**

Operación: corte	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Desenrollado de material	4,10	4,00%	4,26
Corte de material	7,50	1,00%	7,58
Troquelado (troquel de brazo)	23,02	6,00%	24,40
Troquelado (troquel de puente)	11,24	3,00%	11,58

Continuación de la tabla XLVI.

Revisado de troquelado	14,94	4,00%	15,54
Revisar y armar lotes	14,40	4,00%	14,98

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Tiempo normal de operaciones de avíos**

Operación: avíos	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Entrada de material	10,36	6,00%	10,98
Cementado de suela	14,58	6,00%	15,45
Cementado de forro de suela	15,57	4,00%	16,19
Activado de adhesivo	30,58	Constante	30,58
Empalmar suela con forro	96,63	5,00%	101,46
Cementado y empalmado de plantilla	17,16	3,00%	17,68
Costura de la pieza	65,77	5,00%	69,06
Estampado	35,75	1,00%	36,11
Revisado y limpiado de pieza	31,98	4,00%	33,26
Armar lotes	5,05	2,00%	5,15

Fuente: elaboración propia

Tabla XLVIII. **Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado
estilo 82485**

Operación: preparado/aparado estilo 82485	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Devastado de piezas	32,00	6,00%	33,92
Rayado de piezas	81,28	5,00%	85,35
Alimentar banda	15,00	4,00%	15,60
Cementado y empalmado de lengua, refuerzo de lengua y forro de lengua	38,83	2,00%	39,60
Coser talón con forro de talón	26,39	11,00%	29,30
Cementar talón, forro, costado interno y empeine	55,49	4,00%	57,71
Coser lengua, refuerzo y forro de lengua	31,59	6,00%	33,48
Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine	122,61	11,00%	136,10
Coser talón con empeine	97,81	3,00%	100,75
Despite de costuras	49,39	1,00%	49,89
Cementar forro interno de talón	54,72	3,00%	56,36
Coser cuello de talón y parte delantera	96,66	5,00%	101,49
Se recortan y despítan sobrantes de forro en talón	94,26	1,00%	95,20
Cementar extremos de talón, empeine y lengua	46,42	4,00%	48,27
Empalmar lengua con zapato	74,58	4,00%	77,56

Continuación de la tabla XLVIII.

Coser 1 puntada para unir talón y empeine	67,43	5,00%	70,80
Coser lengua a empeine	64,33	5,00%	67,54
Coser cuadro para sujetar lengua	82,99	4,00%	86,30
Perforar agujeros para ojetes	49,63	3,00%	51,11
Remachar ojetes	48,64	6,00%	51,56
Despite final	68,93	3,00%	70,99
Limpiar costuras y limpiar la pieza	49,28	6,00%	52,24
Armar lotes	5,05	3,00%	5,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82486**

Operación: preparado/aparado estilo 82486	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Devastado de talón y empeine	42,42	4,00%	44,12
Rayado	54,42	3,00%	56,06
Cementado de forro de lengua y empeine	24,61	3,00%	25,35
Coser forro de empeine	40,08	4,00%	41,68
Coser adorno de ojetes	59,18	4,00%	61,55
Recortar y despitar forro de lengua	60,74	6,00%	64,38

Continuación de la tabla XLIX.

Coser forro y talón	71,24	4,00%	74,09
Cementar talón y forro	57,15	5,00%	60,01
Empalmar espuma en talón	122,61	12,00%	137,33
Coser cuello	76,79	9,00%	83,70
Recortar y despitar forro	90,51	6,00%	95,95
Cementar talón y lengüeta	48,42	3,00%	49,87
Empalmar talón y lengüeta	53,30	6,00%	56,50
Coser cuadros	82,99	6,00%	87,96
Perforar ojetes	49,63	11,00%	55,08
Remachar ojetes	48,64	10,00%	53,51
Limpiar la pieza	49,28	2,00%	50,26
Armar lotes	5,05	1,00%	5,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82487**

Operación: preparado/aparado estilo 82487	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Devastado de piezas	31,84	4,00%	33,12
Rayado de piezas	33,51	3,00%	34,52
Alimentar la banda	23,82	5,00%	25,01
Cementar cincho y forro	10,83	4,00%	11,26
Cementar empeine, forro de empeine, extremo de talón	23,84	6,00%	25,27

Continuación de la tabla L.

Empalmar cinchos con forros y velcros	22,00	6,00%	23,32
Empalmar empeines y velcros en talón	21,80	5,00%	22,89
Coser talón con forro y velcro en talón	63,84	5,00%	67,04
Coser empeine con forro	16,75	11,00%	18,60
Coser cincho con forro	24,63	4,00%	25,61
Cementar área y empalmar adornos en el empeine	24,65	3,00%	25,39
Recortar sobrantes de forro y velcro, talón y empeine	26,50	3,00%	27,29
Cementar forro interno de talón para empalmar soporte	32,68	3,00%	33,66
Hacer costura de adorno	34,86	6,00%	36,95
Activado con horno de calor	26,26	Constante	26,26
Empalmar soporte de espuma en talón	122,61	11,00%	136,10
Cementar extremos de empeine y talón para unión	48,42	1,00%	48,90
Empalmar empeine con talón	27,31	1,00%	27,58
Coser unión de empeine y talón	54,35	10,00%	59,78
Cementar cinchos y pegar al extremo del talón	16,10	3,00%	16,59

Continuación de la tabla L.

Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón	46,13	4,00%	47,98
Despite general	36,94	2,00%	37,68
Armar lotes	5,05	1,00%	5,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Tiempo normal de operaciones de preparado/aparado estilo 82488**

Operación: preparado/aparado estilo 82488	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Devastado de piezas	31,84	4,00%	33,12
Rayado de piezas	54,42	3,00%	56,06
Empalmar dobles de chinela	44,10	4,00%	45,86
Alimentar la banda	23,82	4,00%	24,77
Cementar velcros de talones, cinchos y forros	22,23	10,00%	24,46
Cementar chinela y forro	23,84	6,00%	25,27
Empalmar cinchos, forros y velcros	40,80	5,00%	42,84
Empalmar chinelas con forros y velcros con talones	56,18	11,00%	62,36
Coser talones con forros y velcros	145,70	11,00%	161,73
Coser chinelas con forros	69,54	4,00%	72,32

Continuación de la tabla LI.

Cementar forro interno de Talón para empalmar soporte	32,68	6,00%	34,64
Despitar talones	32,18	1,00%	32,50
Coser cinchos con forros	42,72	6,00%	45,28
Recortar chinelas y cinchos	132,44	1,00%	133,76
Empalmar soporte de espuma en talón	122,61	11,00%	136,10
Cementar chinelas y talón	56,32	2,00%	57,45
Empalmar talones con chinelas	65,81	8,00%	71,07
Coser cuellos y parte delanteras	96,66	9,00%	105,35
Recortar forro de talón	94,26	1,00%	95,20
Cementar cinchos a talones	37,20	1,00%	37,57
Coser cuadro a cinchos	92,04	9,00%	100,32
Despitar, limpiar y revisar	36,94	2,00%	37,68
Armar lotes y revisar	5,05	1,00%	5,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Tiempo normal de operaciones de montaje**

Operación: montaje	Tiempo medio (seg/par)	Porcentaje de calificación	Tiempo normal (seg/par)
Premontado (costura manual)	1 115,72	8,00%	1 204,98
Inserción de horma	55,29	6,00%	58,61
Horno de calor	94,78	Constante	94,78
Acoplado	22,30	5,00%	23,42

Continuación de la tabla LII.

Enfriador	163,60	Constante	148,30
Extracción de horma	12,64	5,00%	13,27
Cementado de forro interno	22,85	4,00%	23,76
Cementado de plantilla	32,54	3,00%	33,52
Horno de activado	34,32	Constante	34,32
Empalmado de forro interno	31,69	10,00%	34,86
Inspección y relleno	24,93	1,00%	25,18
Etiquetado	17,15	4,00%	17,84
Inserción de cintas y empaque	37,47	11,00%	41,59
Embalaje	6,62	6,00%	7,01

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.4. Suplemento del estudio de tiempos

Hasta este punto, se ha obtenido el tiempo normal de ejecución de cada uno de los elementos de las operaciones necesarias para la producción, pero si con estos tiempos se trata de realizar una programación de producción, fácilmente se podría entender que esta no coincide con lo estipulado en la programación esto se debe a 3 causas principalmente:

- Asignables al trabajador
- Asignables al trabajo en estudio
- No asignables

Para cada una de ellas existe un factor de corrección que permite generar un ajuste correcto del tiempo medido. A continuación se muestra una

descripción de cada uno de estos factores y cómo el estudio de tiempos se encarga de corregir estas desviaciones en el método.

- Asignables al trabajador
 - Que el operador no desempeñe el trabajo al ritmo normal por falta de habilidad y/o esfuerzo.
 - Que el operador no aproveche totalmente el tiempo disponible el trabajo.

Estos elementos son corregidos y tomados en cuenta a través del estudio de tiempos por medio de la calificación de la actuación del trabajador mostrada anteriormente (ver la sección 2.1.4).

- Asignables al trabajo estudiado
 - Que el operador no desempeñe el trabajo a ritmo normal por fatiga acumulada.
 - Elementos extraños en el método, como variaciones en las especificaciones del material u operación del equipo fuera de condiciones normales.
 - Por elementos contingentes, que son poco frecuentes en el método de trabajo y no son considerados en el estudio de tiempos realizado.

Estas causas son corregidas en parte por la calificación de la actuación y en parte por los suplementos de trabajo que se verán más adelante.

- No asignables
 - Demoras en la actividad del trabajador a consecuencia de dar instrucciones o recibir información.
 - Tiempos improductivos debido a interrupciones del proceso productivo, como falta de material, fallas en el equipo, falta de energía, etc.

Se debe entender que un suplemento de trabajo es un tiempo que se concede al trabajador, con objeto de compensar atrasos, demoras y los elementos no previstos y que son poco regulares dentro de la operación.

Existen 3 suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

- Suplementos por retrasos personales
- Suplementos por fatiga
- Suplementos por retrasos especiales

Actualmente existen valores predeterminados para cada uno de los suplementos que pueden concederse. Estos son asignados por el analista de tiempos por medio de la inspección de las condiciones de trabajo, forma en que el trabajo es realizado y la naturaleza de la operación. En la tabla LIII se muestran estos valores predeterminados.

2.2.2.5. Justificación de los suplementos de trabajo

Se ha establecido con base en el análisis de las condiciones predominantes dentro de las instalaciones y bajo las cuales se elabora el proceso; los

siguientes porcentajes mostrados en la tabla LIV afectan de manera constante las actividades.

Adicionales a estos suplementos se tomarán en cuenta los suplementos que varían dada la naturaleza de la operación, como estar de pie y la precisión que se requiera, para así realizar el cálculo del tiempo estándar. A continuación se muestra el resultado obtenido luego de aplicar el porcentaje al tiempo normal, obteniendo los tiempos estándares de cada proceso.

Tabla LIV. **Justificación de suplementos de trabajo**

Suplemento	Porcentaje	
	Hombre	Mujer
Suplementos constantes	9	11
Suplemento por postura anormal	0	0
Uso de la fuerza muscular	0	1
Iluminación	0	0
Condiciones Atmosféricas	3	3
Ruido continuo	0	0
Tensión mental	0	0
Monotonía	0	0
Tedio	0	0
TOTAL	12	15

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.6. **Tiempos estándar de producción**

En las tablas LV a la LXI se muestran los tiempos de producción estándar para cada una de las operaciones involucradas en cada una de las líneas de producción, luego de aplicar al tiempo normal el porcentaje por suplementos.

Tabla LV. **Tiempo estándar de operaciones de corte**

Operación: corte	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplementos	Tiempo estándar (seg/par)
Desenrollado de material	4,26	15%	4,90
Corte de material	7,58	15%	8,71

Continuación de la tabla LV.

Troquelado (troquel de brazo)	24,40	17%	28,55
Troquelado (troquel de puente)	11,58	17%	13,55
Revisado de troquelado	15,54	20%	18,65
Revisar y armar lotes	14,98	19%	17,82

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Tiempo estándar de operaciones de avíos**

Operación: avíos	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplementos	Tiempo estándar (seg/par)
Entrada de material	10,98	18%	12,96
Cementado de suela	15,45	18%	18,24
Cementado de forro de suela	16,19	20%	19,43
Activado de adhesivo	30,58	Máquina	30,58
Empalmar suela con forro de suela	101,46	16%	117,69
Cementado y empalmado de plantilla de refuerzo a suela	17,68	18%	20,86
Costura de la pieza	69,06	17%	80,80
Estampado	36,11	16%	41,88
Revisado y limpiado de pieza	33,26	18%	39,25
Armar lotes	5,15	19%	6,13

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82485**

Operación: preparado/aparado estilo 82485	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplemento	Tiempo estándar
Devastado de piezas	33,92	17%	39,69
Rayado de piezas	85,35	24%	105,83
Alimentar banda	23,82	18%	28,11
Cementado y empalmado de lengua, refuerzo de lengua y forro de lengua	39,60	18%	46,73
Coser talón con forro de talón	29,30	14%	33,40
Cementar talón, forro, costado interno y empeine	57,71	18%	68,10
coser lengua, refuerzo y forro de lengua	33,48	14%	38,17
Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine	136,10	13%	153,79
Coser talón con empeine	100,75	14%	114,85
despite de costuras	49,89	21%	60,36
Cementar forro interno de talón	56,36	19%	67,07
Coser cuello de talón y parte delantera	101,49	17%	118,74
Se recortan y despítan sobrantes de forro en talón	95,20	21%	115,20
Cementar extremos de talón, empeine y lengua	48,27	21%	58,41
Empalmar lengua con zapato	77,56	21%	93,85

Continuación de la tabla LVII.

Coser 1 puntada para unir talón y empeine	70,80	17%	82,84
Coser lengua a empeine	67,54	17%	79,02
Coser cuadro para sujetar lengua	86,30	17%	100,98
Perforar agujeros para ojetes	51,11	21%	61,85
remachar ojetes	51,56	19%	61,36
Despite final	70,99	21%	85,90
Limpiar e inspeccionar costuras y pieza	52,24	16%	60,59
Armar lotes	5,20	16%	6,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82486**

Operación: preparado/aparado estilo 82486	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplementos	Tiempo estándar
Devastado de talón y empeine	44,12	17%	51,62
Rayado	56,06	24%	69,51
Alimentar banda	23,82	18%	28,11
Cementado de forro de lengua y empeine	25,35	18%	29,91
Coser forro de empeine con lengua	41,68	14%	47,51
Coser adorno de ojetes	61,55	14%	70,16

Continuación de la tabla LVIII.

Recortar y despitar forro de lengua	64,38	21%	77,91
Coser forro y talón	74,09	14%	84,46
Cementar talón y forro	60,01	18%	70,81
Empalmar espuma en talón	137,33	13%	155,18
Coser cuello	83,70	17%	97,93
Recortar y despitar forro de talón	95,95	21%	116,09
Cementar talón y lengüeta	49,87	21%	60,35
Empalmar talón y lengüeta	56,50	21%	68,37
Coser cuadros	87,96	17%	102,92
Perforar ojetes	55,08	21%	66,65
Remachar ojetes	53,51	19%	63,67
Limpiar la pieza	50,26	16%	58,31
Armar lotes	5,10	16%	5,91

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82487**

Operación: preparado/aparado estilo 82487	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplementos	Tiempo estándar
Devastado de piezas	33,12	17%	38,75
Rayado de piezas	34,52	24%	42,80
Alimentar la banda	25,01	18%	29,51
Cementar cincho y forro de cincho	11,26	18%	13,29

Continuación de la tabla LIX.

Cementar empeine, forro de empeine, extremo de talón y cinchos para velcro	25,27	18%	29,82
Empalmar cinchos con forros y velcros	23,32	20%	27,99
Empalmar empeines y velcros	22,89	20%	27,47
Coser talón con forro y velcro en talón	67,04	14%	76,42
Coser empeine con forro	18,60	17%	21,76
Coser cincho con forro	25,61	17%	29,97
Cementar área y empalmar adornos en el empeine	25,39	19%	30,21
Recortar sobrantes de forro y velcro en cincho, talón y empeine	27,29	21%	33,02
Cementar forro interno de talón para empalmar soporte	33,66	18%	39,72
Hacer costura de adorno en el empeine que sostiene adornos	36,95	17%	43,24
Activado con horno de calor	26,26	Máquina	26,26
Empalmar soporte de espuma en talón	136,10	13%	153,79
Cementar extremos de empeine y talón para unión	48,90	19%	58,20
Empalmar empeine con talón	27,58	21%	33,37
Coser unión de empeine y talón	59,78	17%	69,95
Cementar cinchos y pegar	16,59	19%	19,74

Continuación de la tabla LIX.

Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón	47,98	17%	56,13
Despite general	37,68	21%	45,59
Armar lotes	5,10	16%	5,91

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Tiempo estándar de operaciones de preparado/aparado estilo 82488**

OPERACIÓN: preparado/aparado estilo 82488	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplementos	Tiempo estándar
Devastado de piezas	33,12	17%	38,75
Rayado de piezas	56,06	24%	69,51
Empalmar dobles de chinela	45,86	21%	55,49
Alimentar la banda	24,77	18%	29,23
Cementar velcros de talones, cinchos y forros	24,46	18%	28,86
Cementar chinela y forro	25,27	18%	29,82
Empalmar cinchos y forros	42,84	20%	51,41
Empalmar chinelas con forros y velcros con talones	62,36	20%	74,83
Coser talones con forros y velcros	161,73	14%	184,37
Coser chinelas con forros	72,32	17%	84,62
Cementar forro interno de talón para empalmar soporte	34,64	13%	39,15

Continuación de la tabla LX.

Despitar talones	32,50	21%	39,33
Coser cinchos con forros	45,28	17%	52,98
Recortar chinelas y cinchos	133,76	21%	161,85
Empalmar soporte de espuma	136,10	13%	153,79
Cementar unión de chinelas y talón	57,45	21%	69,51
Empalmar talones con chinelas	71,07	21%	86,00
Coser cuellos y parte delanteras	105,35	17%	123,26
Recortar forro de talón	95,20	21%	115,20
Cementar y unir cinchos a talones	37,57	19%	44,71
Coser cuadro a cinchos	100,32	17%	117,38
Despitar, limpiar y revisar	37,68	21%	45,59
Armar lotes y revisar	5,10	16%	5,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Tiempo estándar de operaciones de montaje**

Operación: montaje	Tiempo normal (seg/par)	Porcentaje de suplementos	Tiempo estándar
Pre-montado (costura manual)	1204,98	10%	1325,48
Inserción de horma	58,61	16%	67,99
Horno de calor	94,78	Máquina	94,78
Acoplado	23,42	16%	27,16
Enfriador	163,60	Máquina	148,30
Extracción de horma	13,27	15%	15,26
Cementado de forro interno	23,76	13%	26,85
Cementado de plantilla	33,52	13%	37,87

Continuación de la tabla LXI.

Horno de activado	34,32	Máquina	34,32
Empalmado de forro interno y plantilla	34,86	19%	41,49
Inspección y relleno	25,18	20%	30,22
Etiquetado	17,84	19%	21,23
Inserción de cintas y empaque	41,59	20%	49,91
Embalaje	7,01	16%	8,14

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Diagramas de procesos

Un diagrama de procesos es una herramienta gráfica de los pasos a seguir en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

Este diagrama incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.⁷

Todas las actividades a incluir en el diagrama de procesos se clasifican en 5 categorías: operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes. A continuación se muestra la definición de cada categoría y el símbolo que la identifica.

⁷ GARCIA Criollo, Roberto. Estudio del trabajo, p. 42

Tabla LXII. **Simbología de un diagrama de operaciones**

CATEGORÍA	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Operación	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando los movimientos forman parte de la operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación, comprobación o verificación de su calidad o características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos y se retarda el siguiente paso.	
Almacenaje	Sucede cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos.	
Combinada	Ocurre cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo.	

Fuente: CRIOLLO GARCIA, Roberto. Estudio del trabajo, p. 42.

Para su elaboración, se tiene como apoyo el diagrama de precedencias que es una representación gráfica del orden lógico que deben seguir los procesos para el armado del zapato, mostrando el proceso que precede y precede luego de realizada la operación; así como las operaciones que se pueden realizar paralelas unas a otras y que no afectan directamente a otras.

Este diagrama ha sido realizado mediante la observación de un modelo del zapato ya realizado, el cual se ha desarmado para permitir el mejor desarrollo de la secuencia de operaciones a realizar.

A continuación se muestran los diagramas de precedencias y operaciones propuestos para cada uno de los estilos, los cuales han sido analizados de manera funcional de acuerdo con las operaciones realizadas en el departamento.

2.2.3.1. Diagrama de precedencias y operaciones de corte

Se realizó el diagrama de precedencias mostrado en la figura 22 con base en la observación de las operaciones requeridas en el departamento de corte, mostrada en la tabla LXIII.

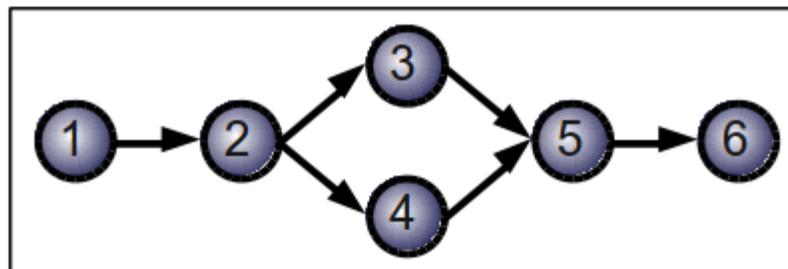
Al determinarse las operaciones requeridas y la precedencia de las mismas se elaboró el diagrama de operaciones mejorado mostrado en las figuras 23 a la 26 para los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488, respectivamente.

Tabla LXIII. **Operaciones requeridas en Departamento de Corte**

Número	Operación
1	Bodega de materia prima
2	Desenrollado y corte
3	Troqueladora de brazo
4	Troqueladora de puente
5	Inspección
6	Bodega de producto terminado

Fuente: elaboración propia.

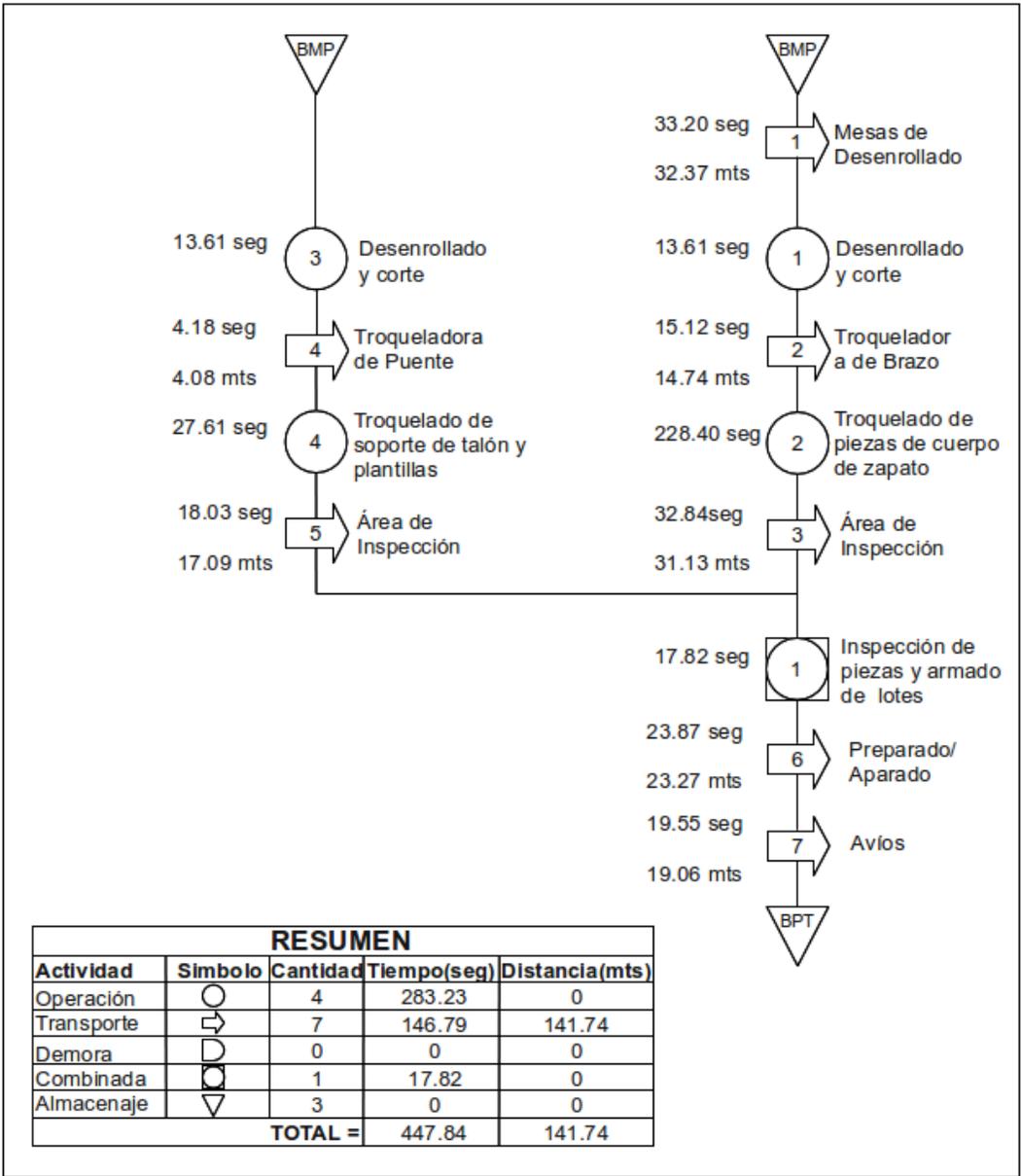
Figura 22. **Diagrama de precedencias para corte en estilos 82485, 82486, 82487 y 82488**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de operaciones de corte para modelo 82485

Empresa: <u>INGUASA</u> Departamento: <u>Corte</u> Estilo: <u>82485</u> Analista: <u>Carlos Leonel Monzón Galicia</u>	Página: <u>1</u> de <u>1</u> Fecha: Método: <u>Propuesto</u>
--	--

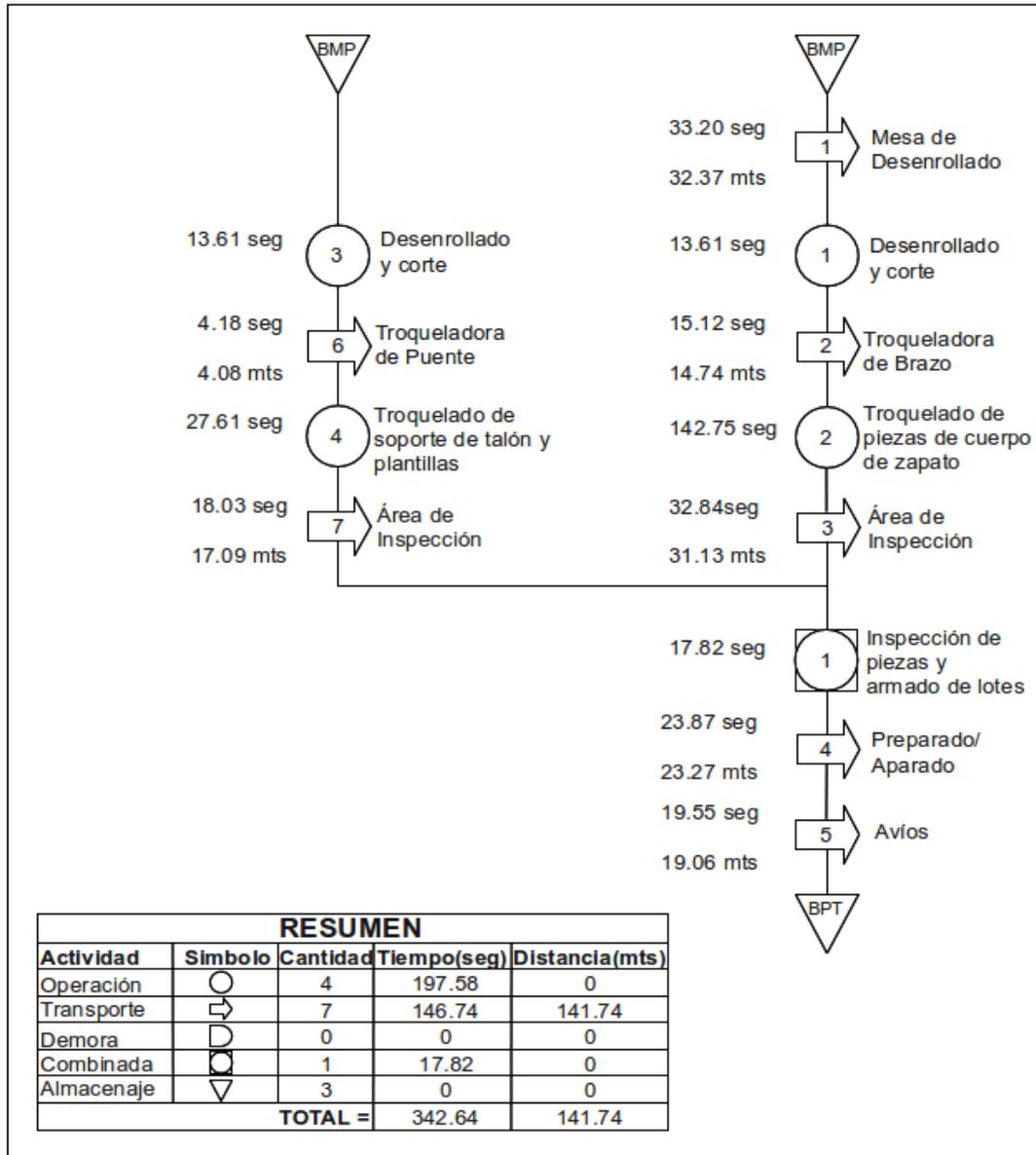


Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de operaciones de corte para modelo 82486

Empresa: INGUASA
 Departamento: Corte
 Estilo: 82486
 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

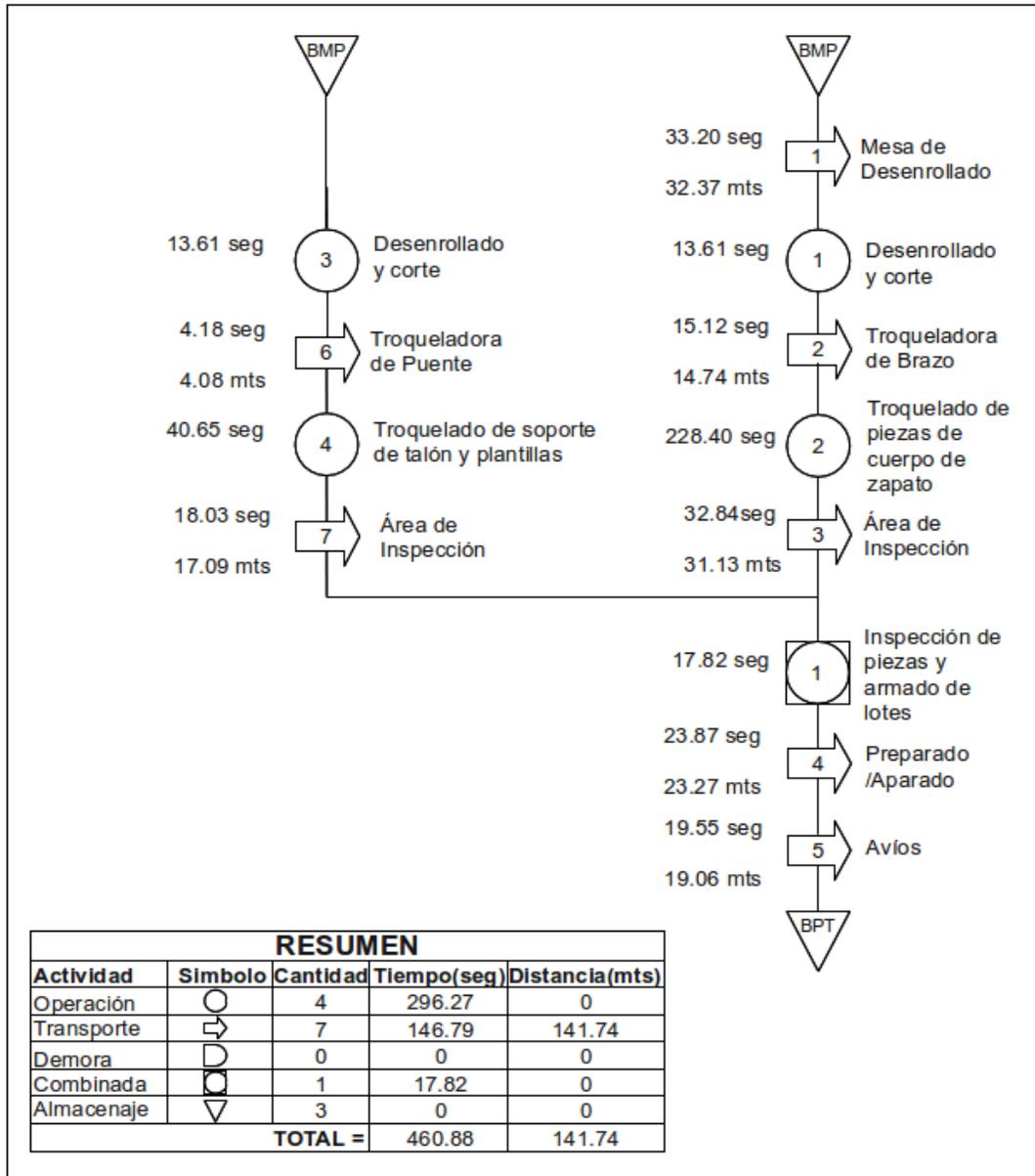
Página: 1 de 1
 Fecha:
 Método: Propuesto



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de operaciones de corte para modelo 82487

Empresa: <u>INGUASA</u>	Página: <u>1</u> de <u>1</u>
Departamento: <u>Corte</u>	Fecha:
Estilo: <u>82487</u>	Método: <u>Propuesto</u>
Analista: <u>Carlos Leonel Monzón Galicia</u>	

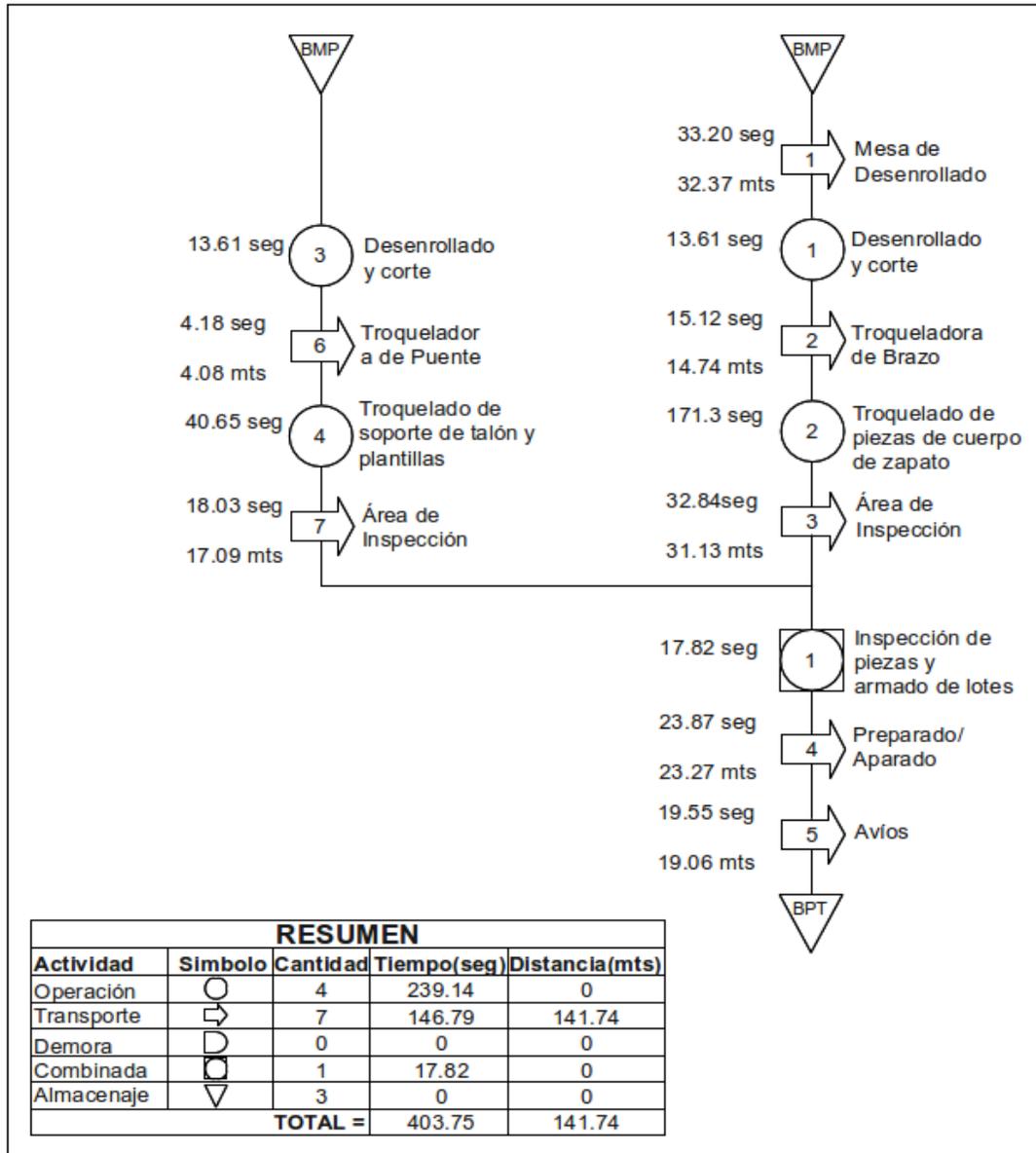


Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de operaciones de corte para estilo 82488

Empresa: INGUASA
 Departamento: Corte
 Estilo: 82488
 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 1 de 1
 Fecha:
 Método: Propuesto



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2. Diagrama de precedencias y operaciones de avíos

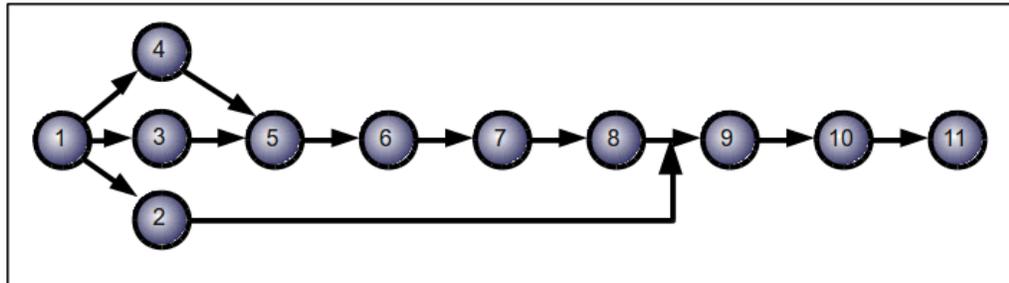
El proceso de fabricación de la suela del calzado es el mismo para los estilos de calzado mencionados. A continuación se muestran en la tabla LXIV la secuencia de operación; en las figuras 27 a la 36 se muestra el diagrama de precedencias y diagrama de procesos respectivamente, para el proceso de avíos.

Tabla LXIV. Operaciones requeridas en Departamento de Avíos

Número	Operaciones
1	Alimentar la banda
2	Estampado de piezas
3	Cementar forro de suela
4	Cementar suela
5	Activado
6	Empalmar suela y forro
7	Cementar y empalmar plantilla de refuerzo
8	Coser plantilla de refuerzo
9	Revisado y limpieza
10	Armado de lotes
11	Transporte a montado

Fuente: elaboración propia.

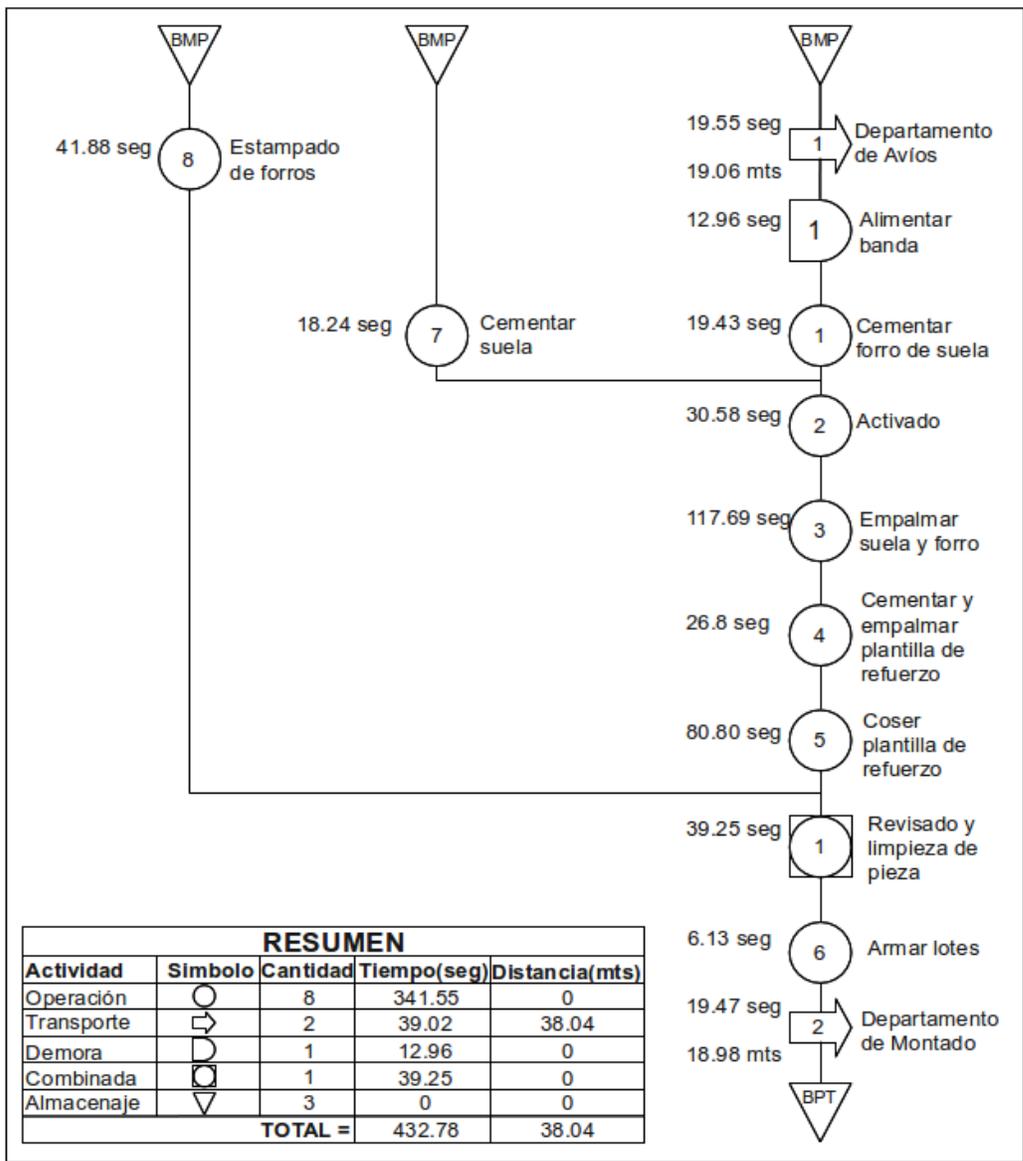
Figura 27. **Diagrama de precedencias para avíos en modelos 82485, 82486, 82487 y 82488**



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Diagrama de operaciones de avíos para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

Empresa: INGUASA	Página: 1 de 1
Departamento: Avíos	Fecha:
Estilos: 82485, 82486, 82487, 82488	Método: Propuesto
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.3. Diagrama de precedencias y operaciones de preparado/aparado

Se realizó el diagrama de precedencias mostrado en las figuras 29 a la 32 para los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488 respectivamente, con base en la observación de las operaciones requeridas en el departamento de preparado/aparado mostradas en la tabla LXIII a la tabla LXVI. Al determinarse las operaciones requeridas y la precedencia de las mismas, se elaboró el diagrama de operaciones mejorado, mostrado en las figuras 33 para el modelo 82485, en la figura 34 para el modelo 82486, en la figura 35 para el modelo 82487 y en la 36 para el modelo 82488.

Tabla LXV. **Operaciones requeridas en preparado/aparado estilo 82485**

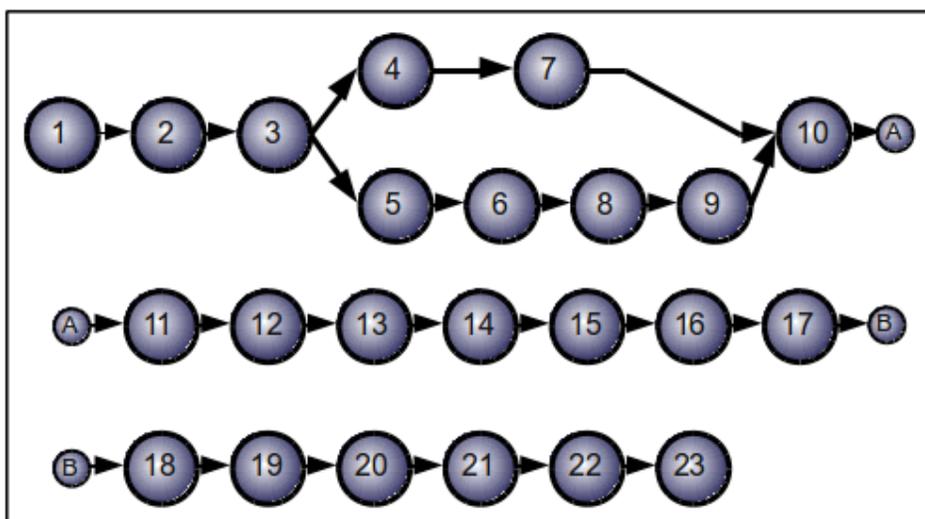
Número	Operación
1	Devastado de piezas
2	Rayado de piezas
3	Alimentar banda
4	Cementado y empalmado de lengua
5	Coser talón con forro de talón
6	Cementar talón, forro, costado interno y empeine
7	Coser lengua, refuerzo y forro de lengua
8	Colocar soporte de espuma de talón y unir talón empeine
9	Coser talón con empeine
10	Despite de costuras
11	Cementar forro interno de talón
12	Coser cuello de talón y parte delantera
13	Se recortan y despítan sobrantes de forro en talón
14	Cementar extremos de talón, empeine y lengua

Continuación de tabla LXV.

15	Unir lengua con cuerpo de zapato
16	Coser 1 puntada para unir talón y empeine
17	Coser lengua a empeine
18	Coser cuadro para sujetar lengua
19	Perforar agujeros para ojetes
20	Remachar ojetes
21	Despite final
22	Limpiar costuras y limpiar la pieza
23	Armar lotes

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82485**



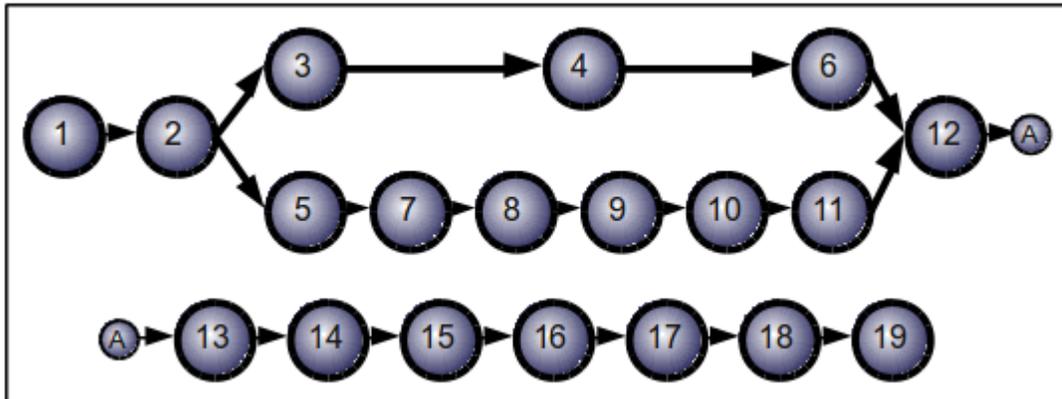
Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. **Operaciones requeridas en preparado/aparado estilos
82486**

Número	Operación
1	Devastado de piezas
2	Rayado
3	Alimentar banda
4	Cementado de forro de lengua y empeine
5	Coser forro de empeine con lengua
6	Coser adorno de ojete
7	Recortar y despitar forro de lengua
8	Coser forro y talón
9	Cementar talón y forro para espuma
10	Empalmar espuma en talón
11	Coser cuello
12	Recortar y despitar forro de talón
13	Cementar talón y lengüeta
14	Empalmar talón y lengüeta
15	Coser cuadros
16	Perforar ojete
17	Remachar ojete
18	Limpiar la pieza
19	Amar lotes

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82486**



Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. **Operaciones requeridas en preparado/aparado estilo 82487**

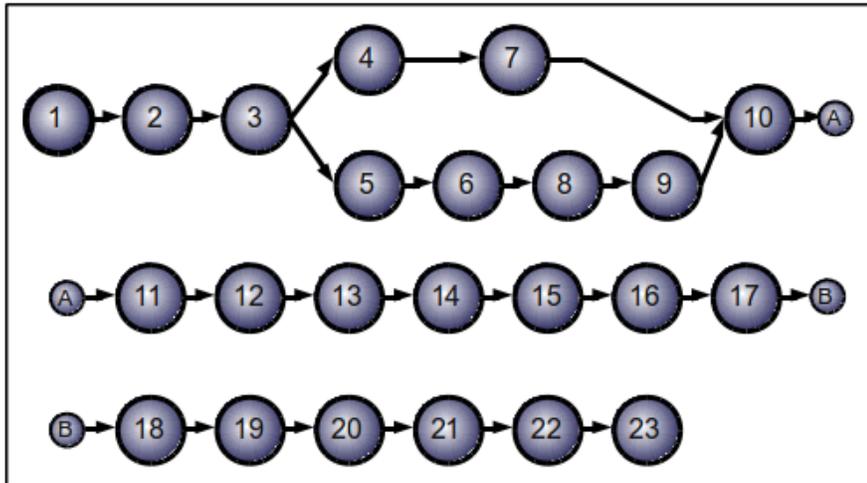
No.	Operación
1	Devastado de piezas
2	Rayado de piezas
3	Alimentar la banda
4	Cementar cincho y forro de cincho
5	Cementar empeine, forro de empeine, extremo de talón y cinchos para velcro
6	Empalmar cinchos con forros y velcros
7	Empalmar empeines y velcros en talón
8	Coser talón con forro y velcro en talón
9	Coser empeine con forro
10	Coser cincho con forro
11	Cementar área y empalmar adornos en el empeine

Continuación de la tabla LXVII.

12	Recortar sobrantes de forro y velcro en cincho, talón y empeine
13	Cementar forro interno de talón para empalmar soporte
14	Hacer costura de adorno en el empeine que sostiene adornos
15	Activado con horno de calor
16	Empalmar soporte de espuma en talón
17	Cementar extremos de empeine y talón para unión
18	Empalmar empeine con talón
19	Coser unión de empeine y talón
20	Cementar cinchos y pegar al extremo del talón
21	Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón
22	Despite general
23	Armar lotes

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82487



Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVIII. Operaciones requeridas en preparado/aparado estilo 82488

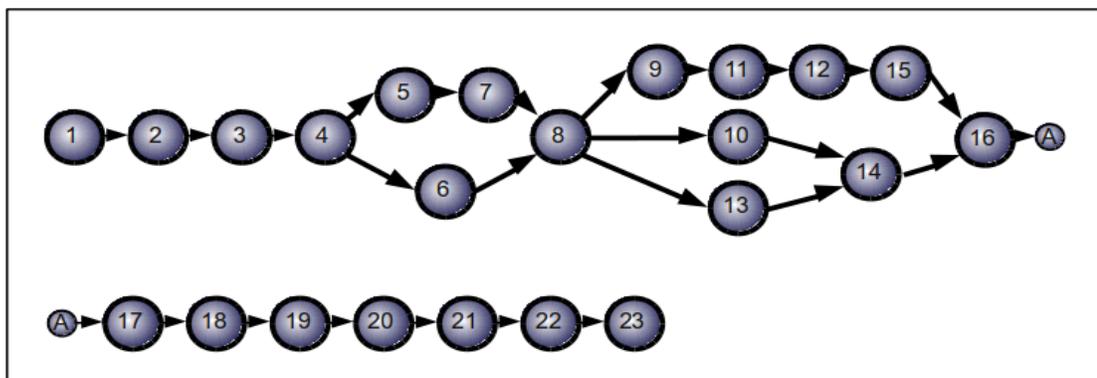
No.	Operación
1	Devastado de piezas
2	Rayado de piezas
3	Empalmar dobles de chinela
4	Alimentar la banda
5	Cementar velcros de talones, cinchos y forros
6	Cementar chinela y forro
7	Empalmar cinchos, forros y velcros
8	Empalmar chinelas con forros y velcros con talones
9	Coser talones con forros y velcros
10	Coser chinelas con forros

Continuación de la tabla LXVIII.

11	Cementar talones para espumas
12	Despitar talones
13	Coser cinchos con forros
14	Recortar chinelas y cinchos
15	Colocar espuma en talones
16	Cementar unión de chinelas y talón
17	Empalmar talones con chinelas
18	Coser cuellos y parte delanteras
19	Recortar forro de talón
20	Cementar y unir cinchos a talones
21	Coser cuadro a cinchos
22	Despitar, limpiar y revisar
23	Armar lotes y revisar

Fuente: elaboración propia.

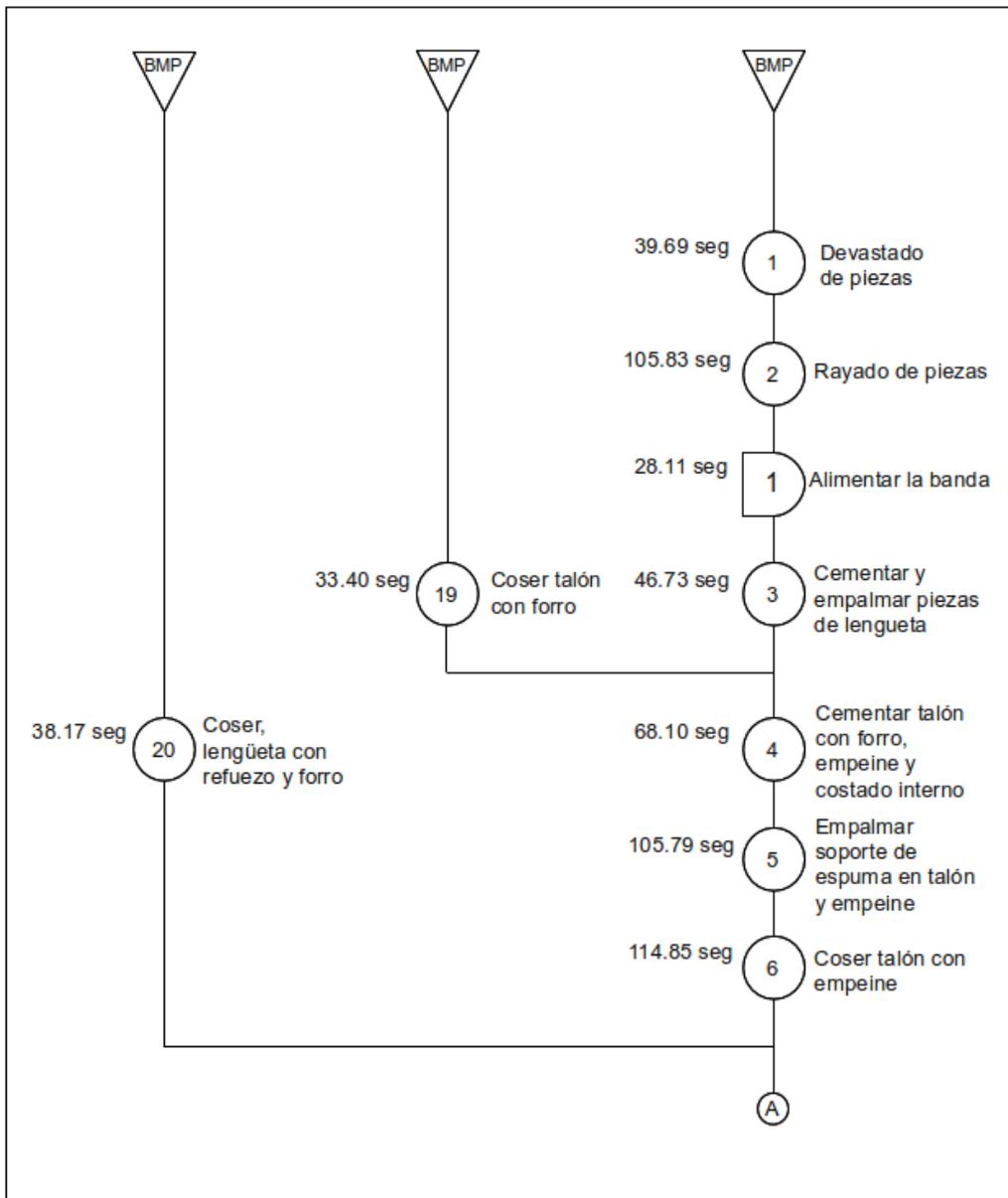
Figura 32. **Diagrama de precedencias de preparado/aparado para estilo 82488**



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82485**

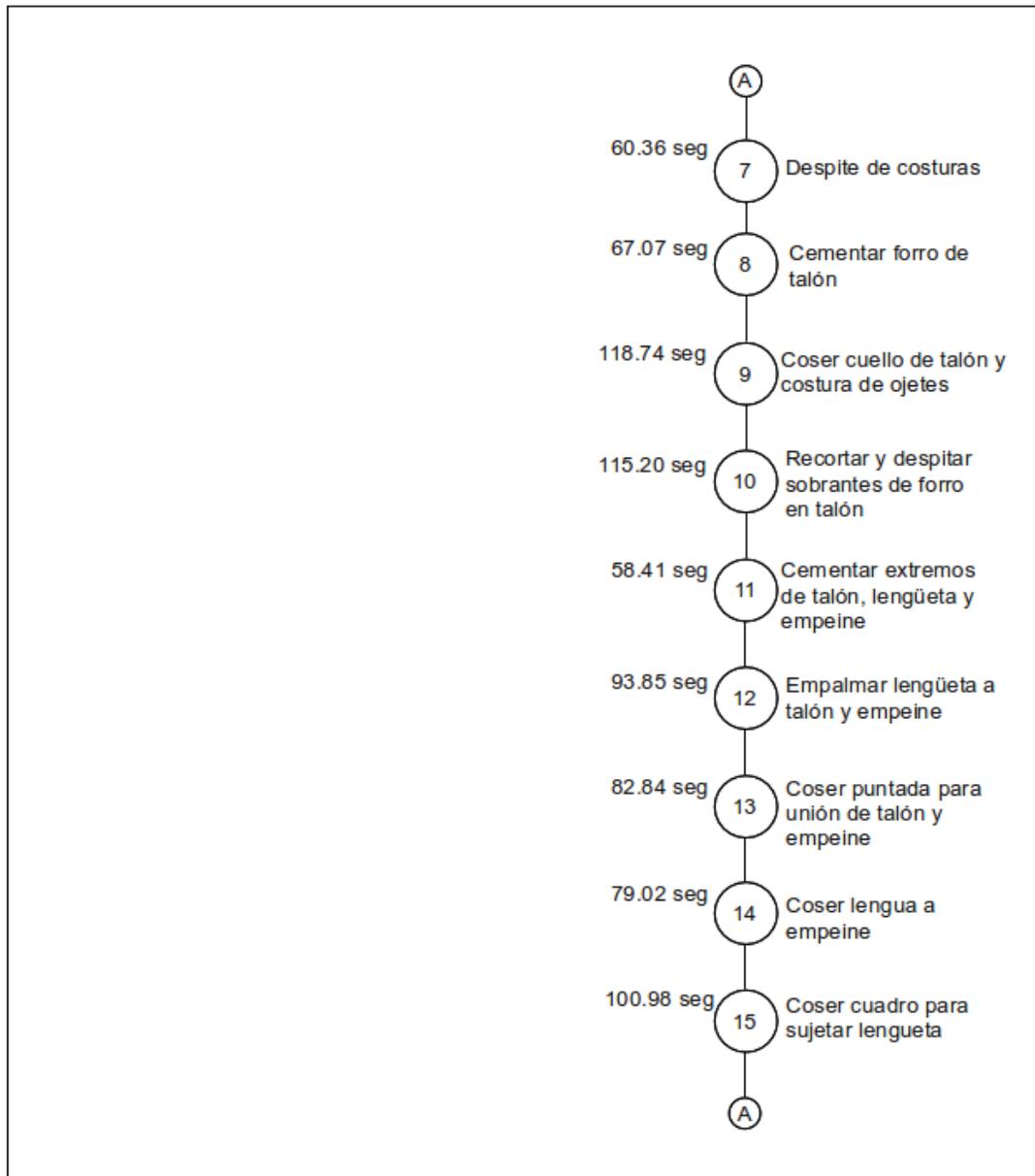
Empresa: INGUASA	Página: <u>1</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82485	Método: Propuesto
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 33.

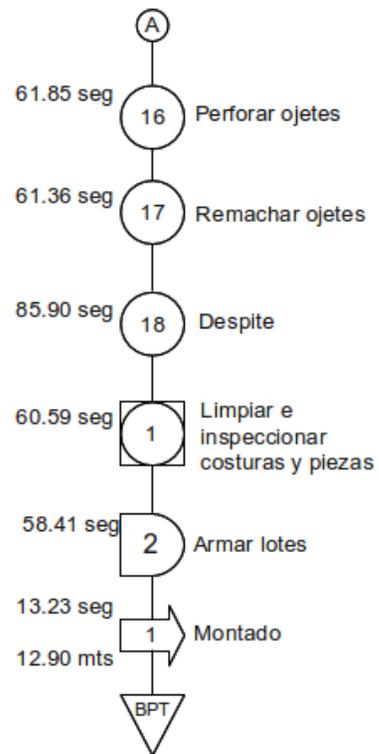
Empresa: INGUASA
Departamento: Preparado/Aparado
Estilo: 82485
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 2 de 3
Fecha:
Método: Propuesto



Continuación de la figura 33.

Empresa: INGUASA Departamento: Preparado/Aparado Estilo: 82485 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>3</u> de <u>3</u> Fecha: Método: Propuesto
--	---

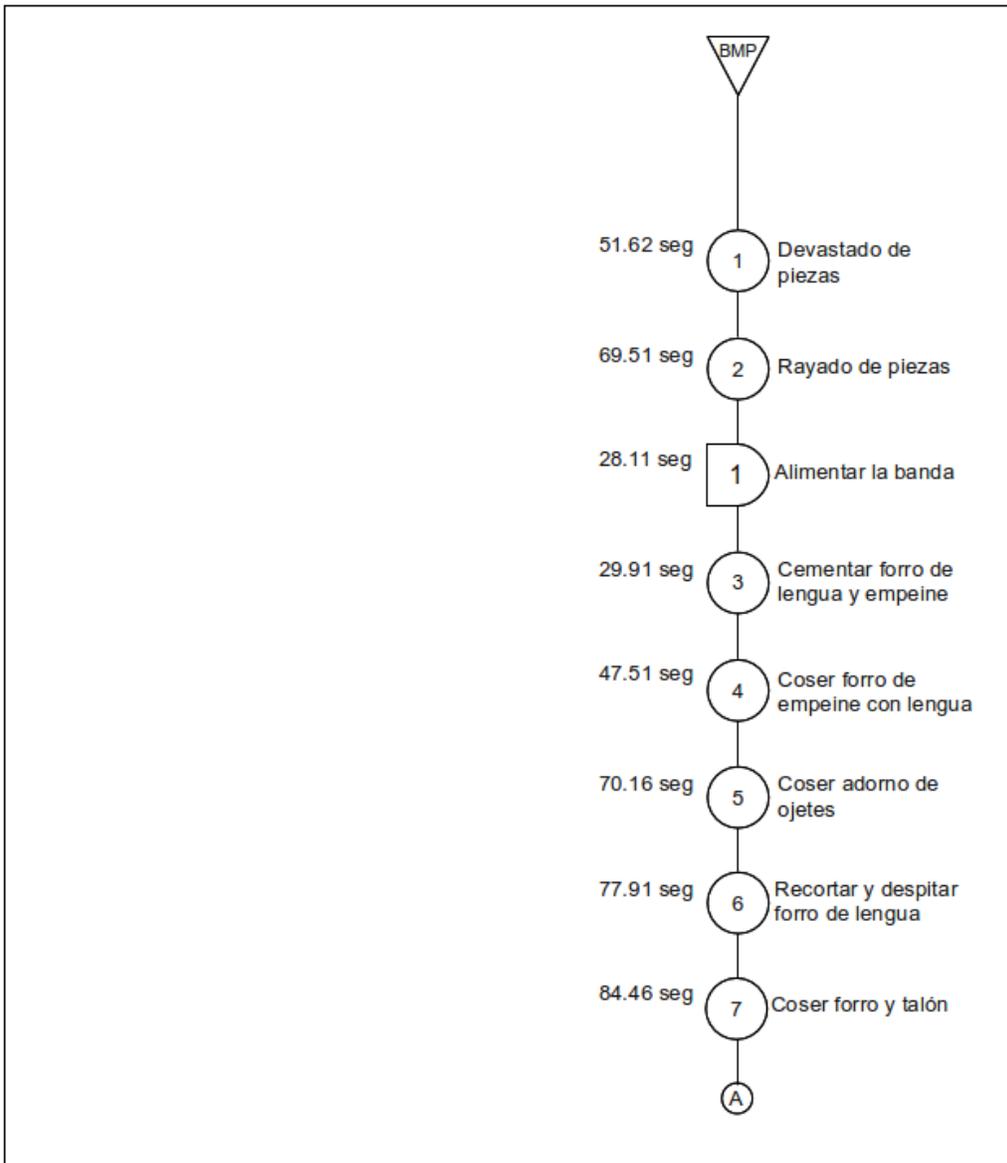


RESUMEN				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	20	1516.18	0
Transporte	→	1	13.23	12.90
Demora	D	2	86.52	0
Combinada	◻	1	60.59	0
Almacenaje	▽	3	0	0
TOTAL =			1676.52	12.90

Fuente: elaboración propia.

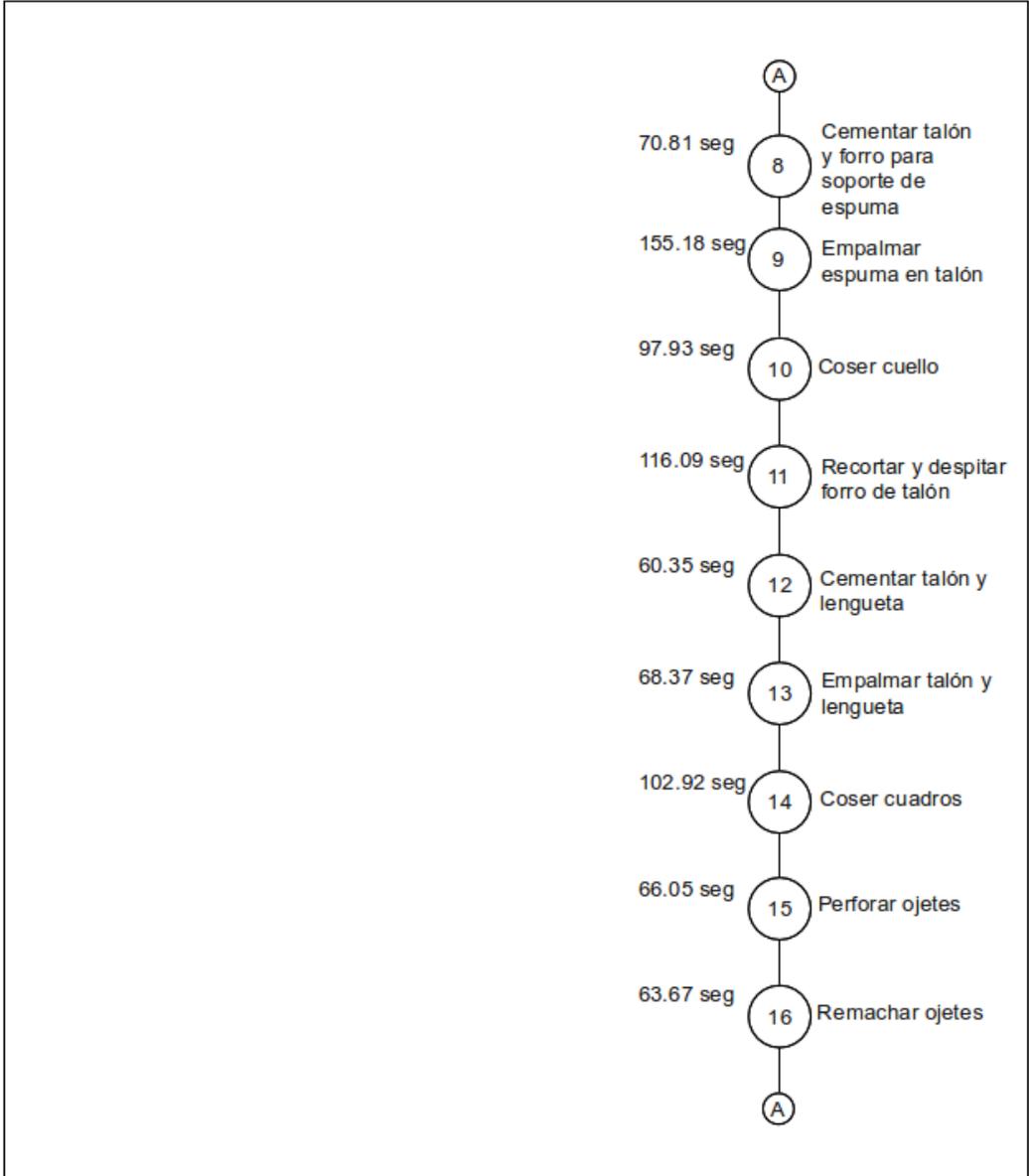
Figura 34. Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82486

Empresa: INGUASA	Página: 1 de 3
Departamento:Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82486	Método: Propuesto
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



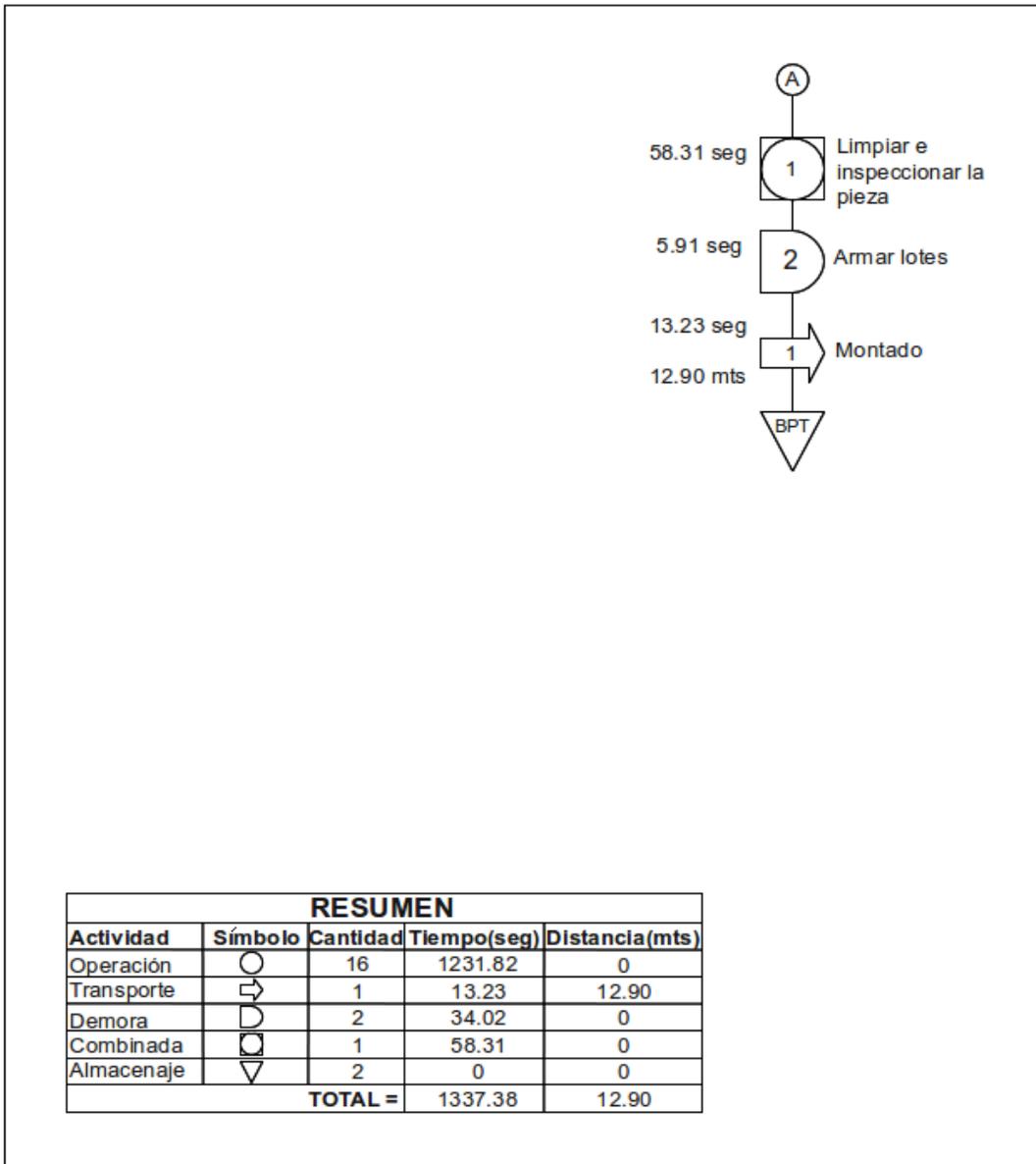
Continuación de la figura 34.

Empresa: INGUASA	Página: <u>2</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82486	Método: Propuesto
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 34.

Empresa: INGUASA Departamento: Preparado/Aparado Estilo: 82486 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>3</u> de <u>3</u> Fecha: Método: Propuesto
--	---

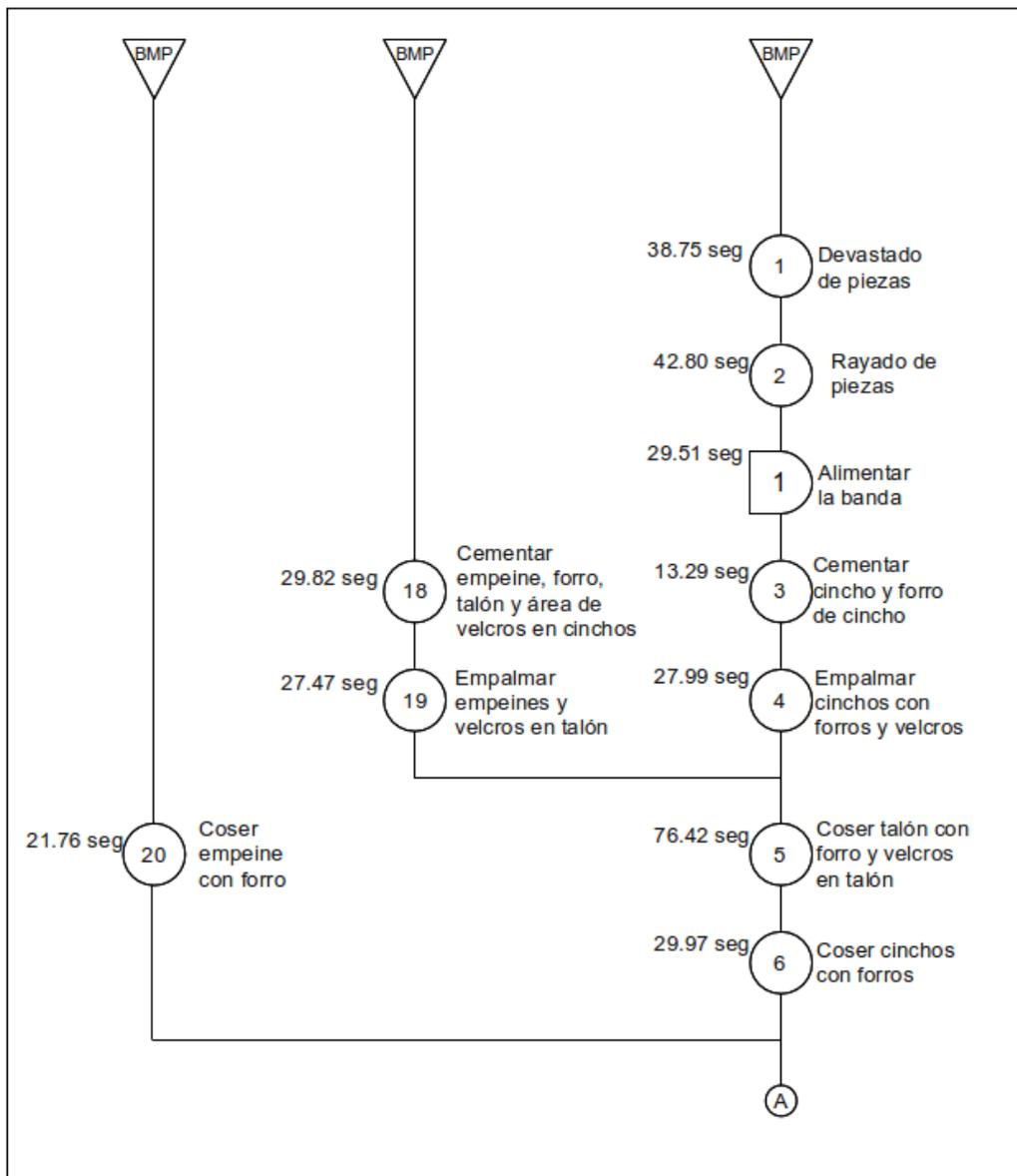


RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	16	1231.82	0
Transporte	⇒	1	13.23	12.90
Demora	D	2	34.02	0
Combinada	◻	1	58.31	0
Almacenaje	▽	2	0	0
TOTAL =			1337.38	12.90

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82487

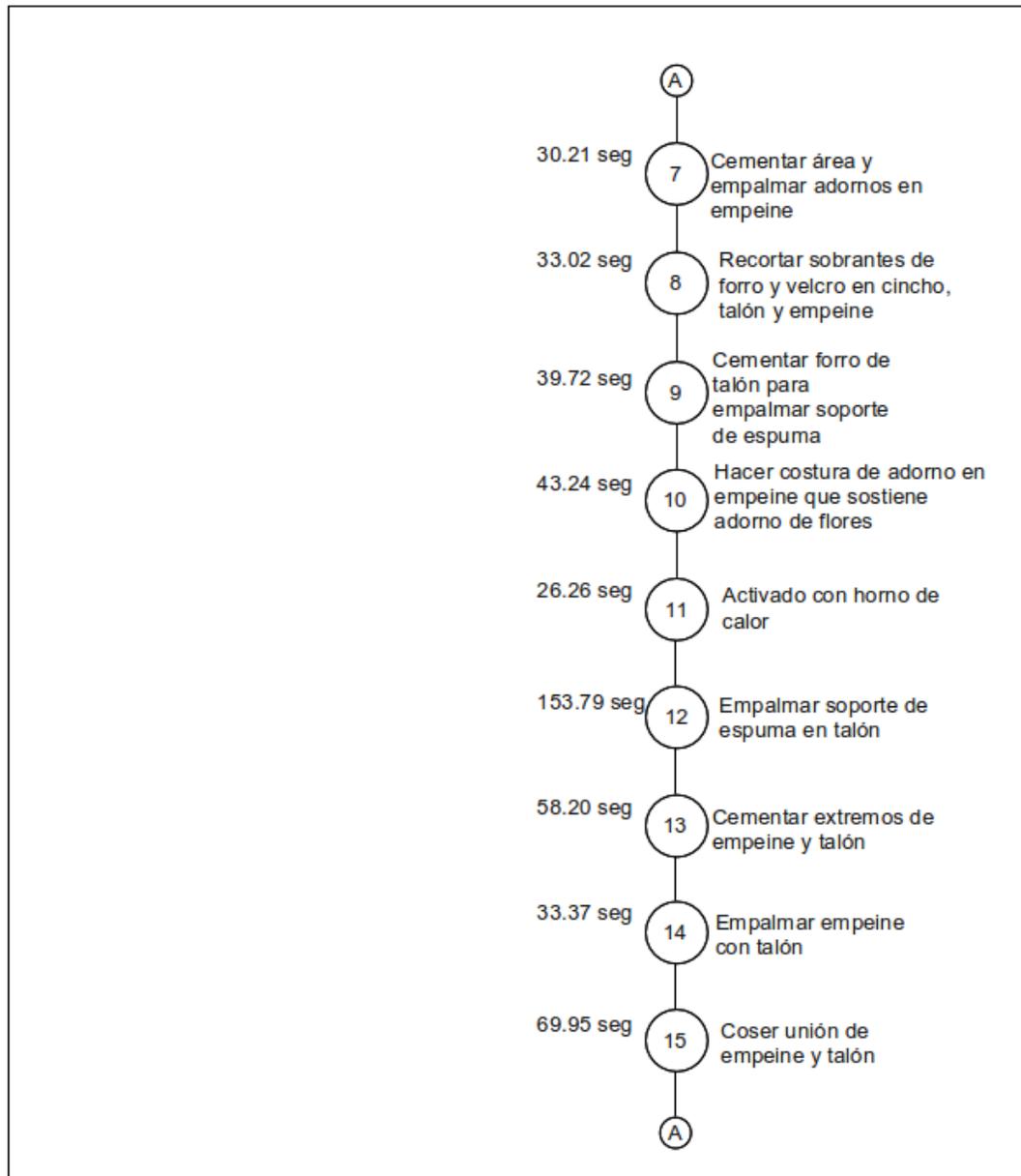
Empresa: INGUASA	Página: 1 de 3
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82487	Método: Propuesto
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 35.

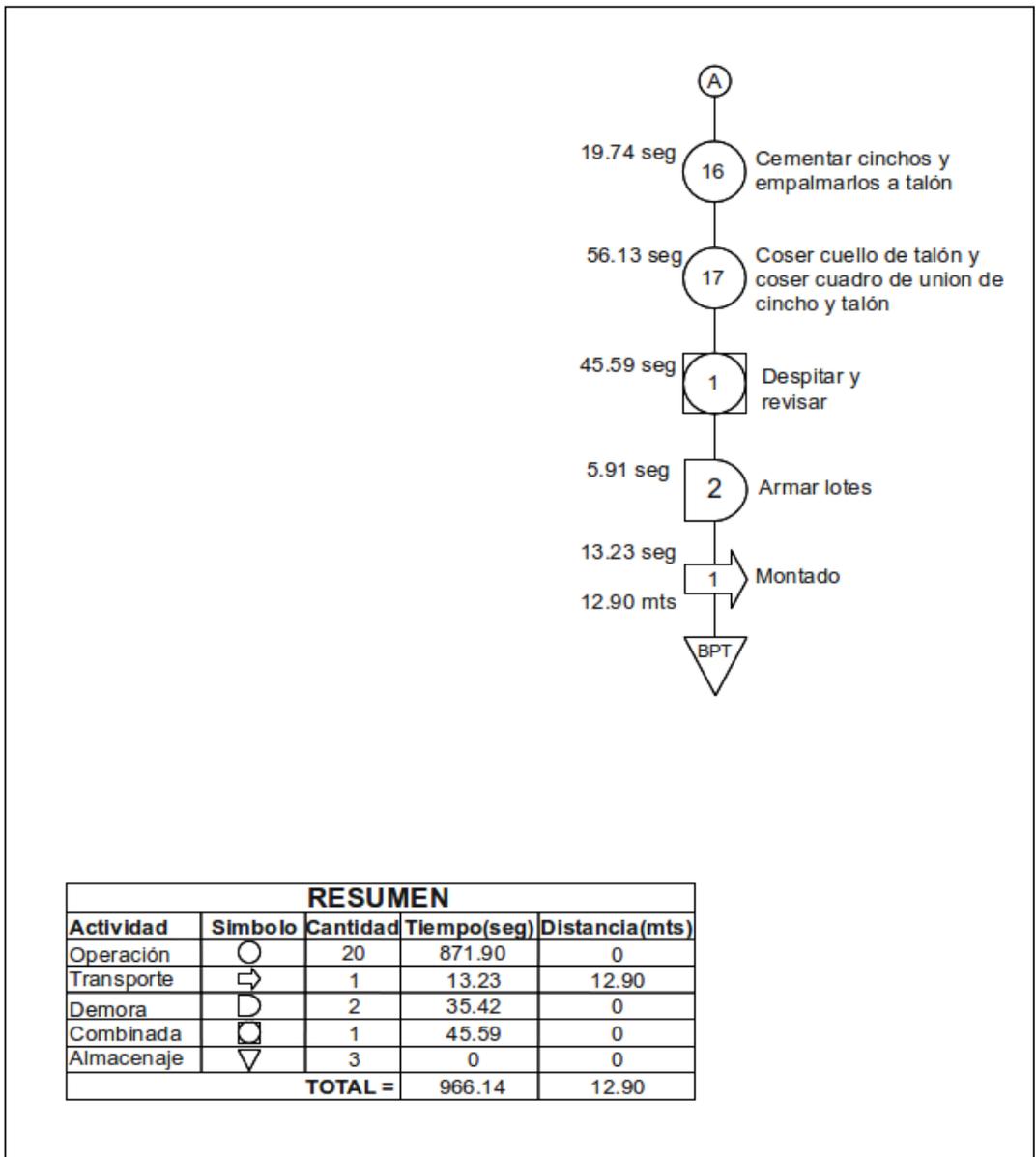
Empresa: INGUASA
Departamento: Preparado/Aparado
Estilo: 82487
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 2 de 3
Fecha:
Método: Propuesto



Continuación de la figura 35.

Empresa: INGUASA Departamento: Preparado/Aparado Estilo: 82487 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	Página: <u>3</u> de <u>3</u> Fecha: Método: Propuesto
--	---

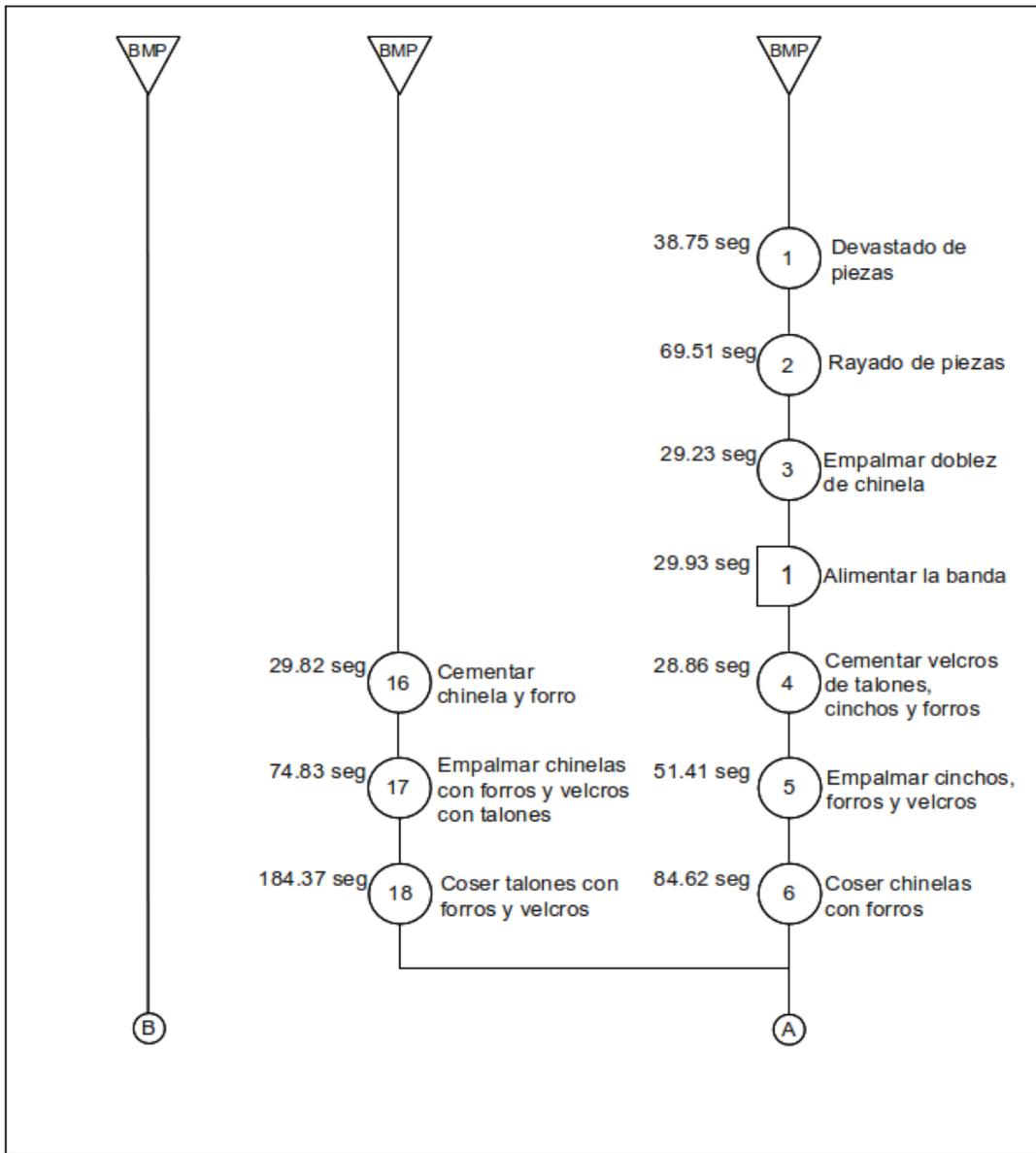


RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	20	871.90	0
Transporte	⇨	1	13.23	12.90
Demora	D	2	35.42	0
Combinada	◻	1	45.59	0
Almacenaje	▽	3	0	0
TOTAL =			966.14	12.90

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Diagrama de operaciones de preparado/aparado para estilo 82488**

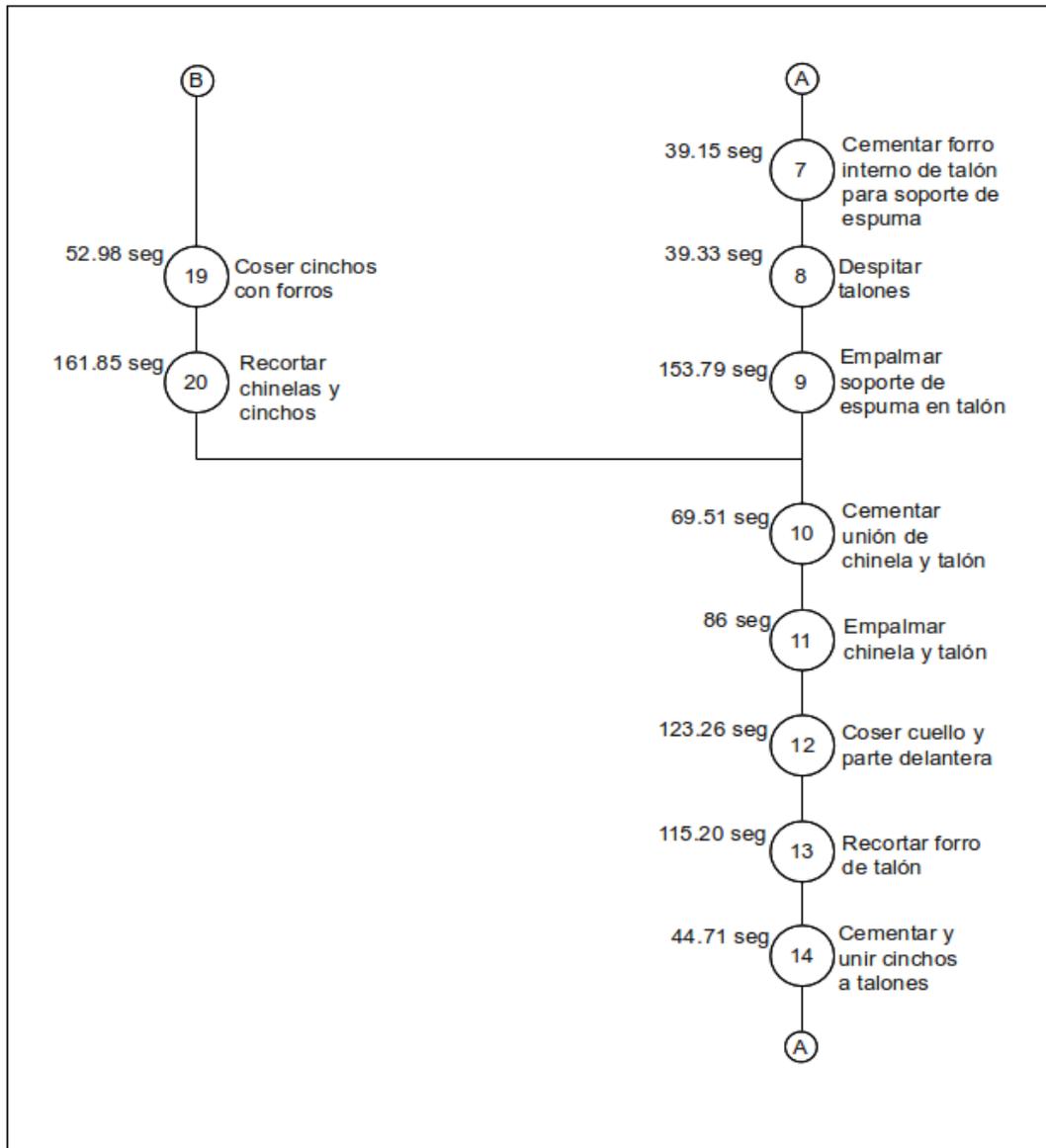
Empresa: INGUASA	Página: <u>1</u> de <u>3</u>
Departamento: Preparado/Aparado	Fecha:
Estilo: 82488	Método: Propuesto
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 36.

Empresa: INGUASA
Departamento: Preparado/Aparado
Estilo: 82488
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

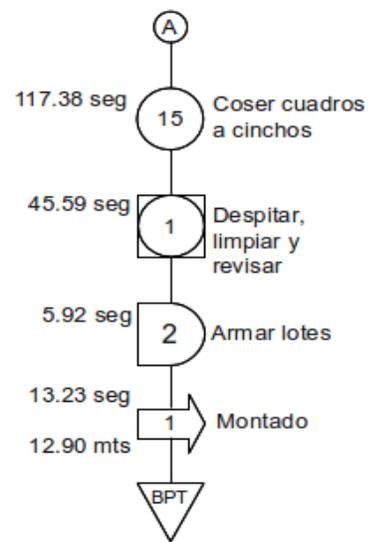
Página: 2 de 3
Fecha:
Método: Propuesto



Continuación de la figura 36.

Empresa: INGUASA
 Departamento: Preparado/Aparado
 Estilo: 82488
 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 3 de 3
 Fecha:
 Método: Propuesto



RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	20	1594.56	0
Transporte	⇒	1	13.23	12.90
Demora	□	2	35.85	0
Combinada	◻	1	45.59	0
Almacenaje	▽	3	0	0
TOTAL =			1689.23	12.90

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.4. Diagrama de precedencias y operaciones de montado

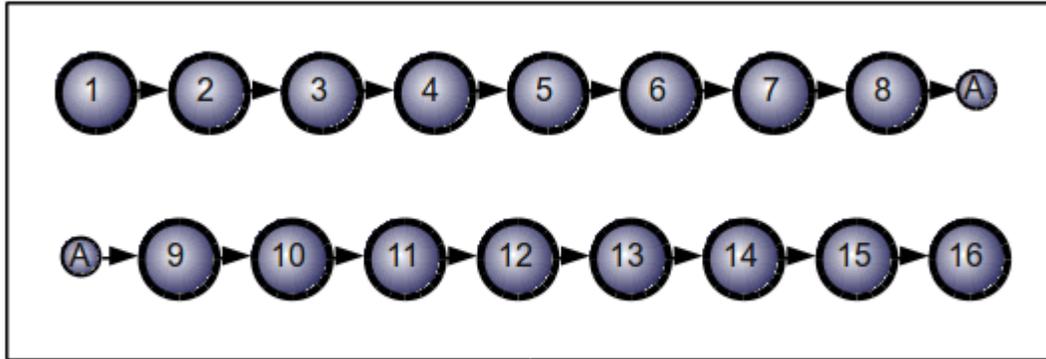
Se realizó el diagrama de precedencias mostrado en la figura 37 aplicable para los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488 con base en la observación de las operaciones requeridas en el departamento de montado, las cuales son mostradas en la tabla LXIX. Luego se elaboró el diagrama de operaciones mejorado representado en la figura 38, para los modelos 8245, 82486, 82487 y 82488.

Tabla LXIX. Operaciones requeridas en Departamento de Montado

No.	Operación
1	Cosido a mano
2	Inserción de horma
3	Horno de calor
4	Acoplado
5	Enfriador
6	Extracción de horma
7	Cementado de forro interno
8	Cementado de plantilla
9	Horno de activado
10	Empalmado de forro interno y plantilla
11	Inspección y relleno
12	Etiquetado y empaque
13	Embalaje

Fuente: elaboración propia.

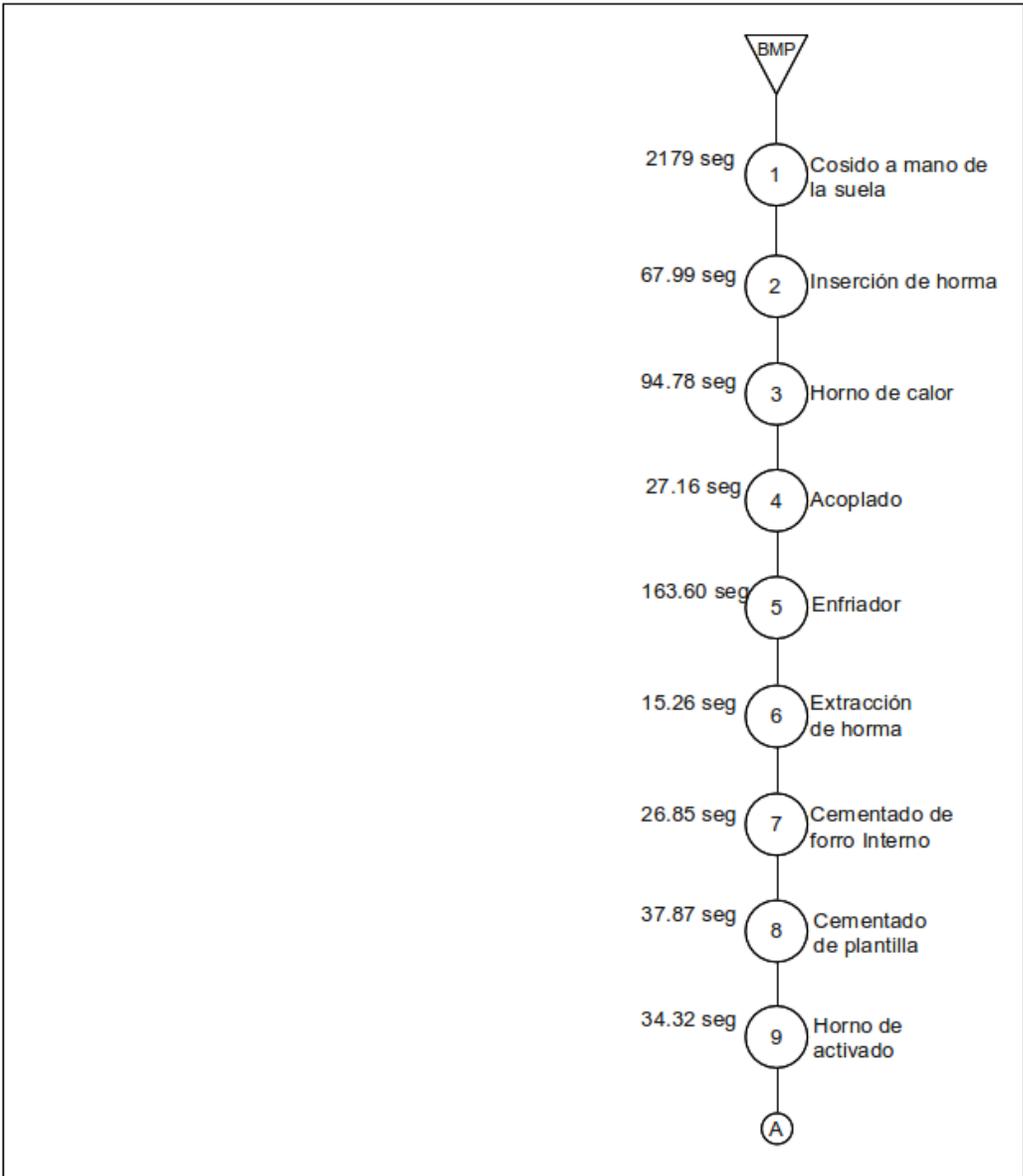
Figura 37. Diagrama de precedencias de montaje para modelos 82485, 82486, 82487 y 82488



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Diagrama de operaciones de montaje para estilos 82485, 82486, 82487 y 82488

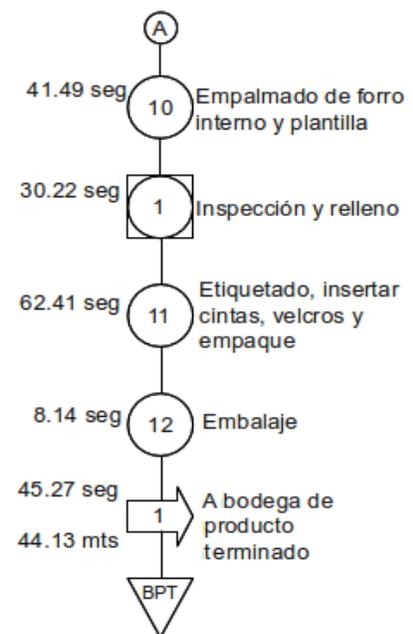
Empresa: INGUASA	Página: 1 de 2
Departamento: Montado	Fecha:
Estilos: 82485, 82486, 82487 y 82488	Método: Actual
Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia	



Continuación de la figura 38.

Empresa: INGUASA
 Departamento: Montado
 Estilos: 82485, 82486, 82487 y 82488
 Analista: Carlos Leonel Monzón Galicia

Página: 2 de 2
 Fecha:
 Método: Mejorado



RESUMEN				
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo(seg)	Distancia(mts)
Operación	○	12	2758.87	0
Transporte	⇒	1	45.27	44.13
Demora	D	0	0	0
Combinada	◻	1	30.22	0
Almacenaje	▽	2	0	0
TOTAL =			2834.36	44.13

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Balance de líneas

El balance de líneas tiene la finalidad de mantener un equilibrio entre la disposición de áreas de trabajo donde las operaciones se encuentran adyacentes unas a otras; el material tiene un flujo continuo y un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones ejecutadas por una cantidad de operarios establecida previamente.

Existen 3 condiciones que hacen eficiente una línea de producción: cantidad, equilibrio y continuidad.

La cantidad se refiere a que el volumen de producción debe ser suficiente como para justificar la preparación de la línea.

El equilibrio es el tiempo necesario para cada operación en la línea, lo cual se debe ajustar para que sean aproximadamente iguales; de no lograrse esta debido a la naturaleza de la operación, es posible asignar una cantidad de operarios basándose en el tiempo asignado por operación.

La continuidad se refiere a la producción intermitente, garantizando el abastecimiento continuo de materia prima y la previsión de fallas en el equipo.

Para el proyecto la primera condición, la cantidad es un aspecto que se justifica desde el inicio, ya que la producción se basa en el pedido del cliente, presentando tiempos de entrega con base en la cantidad que el cliente solicita; por lo que para aceptar el pedido de producción, ya se ha razonado la preparación de las líneas para tal efecto, quedando resuelta la primer variable de eficiencia.

El equilibrio es el factor crítico del análisis, ya que de esta variable se desprenden 3 restricciones críticas para el correcto balance entre cantidad y duración de operaciones que permitan el funcionamiento de la línea:

- Establecer los tiempos de producción para determinar el número de operadores necesarios para cada operación: el tiempo estándar de producción permite realizar el análisis por medio del cual se permite determinar el número de operadores necesarios por cada operación y el balance de la línea que permita optimizar su funcionamiento.
- Calcular el tiempo del ciclo para minimizar el número de estaciones de trabajo: para la minimización de las estaciones de trabajo se utilizan los diagrama de flujo, que permiten tener una visión clara de las operaciones básicas requeridas por el proceso y así delegar la cantidad correcta de operarios a cada una de las partes.
- Conocer el número de estaciones de trabajo para asignar los elementos de trabajo de las mismas: dentro del análisis esta restricción no es aplicable, ya que las operaciones dependen de máquinas especializadas que se encuentran a lo largo de una línea de producción y que deben de respetar una secuencia ya establecida, para la aceptación de la pieza producida.

La continuidad trata de garantizar el suministro de los elementos de entrada al sistema productivo que consta principalmente de las materias primas necesarias para el efecto. Una variable que se analiza dentro del proyecto es la previsión de fallas en el equipo, que es una fuente constante de paros inesperados en el ritmo de producción del sistema; esto se analizará más adelante.

2.2.4.1. Determinación del número de operadores necesarios por operación

La distribución de arranque consiste en la cantidad de operadores por operación que la línea, dados los tiempos estándar, necesita para realizar un trabajo balanceado y continuo. Para calcular el número de operadores necesarios para el arranque de la operación, se aplican las siguientes fórmulas:

$$IP = \frac{\textit{Unidades a fabricar}}{\textit{Tiempo disponible de un operador}}$$

$$NO = \frac{TE * IP}{E}$$

En donde:

NO = número de operadores para la línea

TE = tiempo estándar de la pieza

IP = índice de producción

E = eficiencia planeada

El objetivo de la distribución de arranque es permitir una operación inicial eficiente con la cantidad de operarios necesaria para el flujo continuo de la operación.

El índice de producción está comprendido por las unidades a fabricar por día, dividido el tiempo disponible de un operador en una jornada de trabajo. Los pares a fabricar por día han sido establecidos por el tiempo de entrega de la producción a 500 pares.

Para cumplir con el objetivo, la empresa ha acordado turnos de trabajo que generan 10.25 horas de tiempo productivo por operario. Debido al estilo, la eficiencia de la línea luego de la fase de aprendizaje de las operaciones se estima en un 90%. Dadas las condiciones, se procede con el análisis de las distribuciones de arranque con los datos de la tabla LXX:

Tabla LXX. **Condiciones de arranque de línea**

Variable	Valor
Pares por día	500 pares
Tiempo disponible por operador	10,25 horas
Índice de Producción	0,013550136
Eficiencia planeada	90%

Fuente: elaboración propia.

El número de operarios por estación de trabajo es presentado de la tabla LXXI a la LXIV para el departamento de corte y los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488, respectivamente; en la tabla LXXV para el departamento de avíos y los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488, de la tabla LXXVI a la tabla LXIX, para el departamento de preparado/aparado para los modelos 82485, 82486, 82487 y 82488, respectivamente y para el departamento de montado, en la tabla LXXX para los estilos 82485 y 82486 y en la tabla LXXXI, para los modelos 82487 y 82488.

Tabla LXXI. **Número de operadores para Departamento de Corte
Estilo 82485**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teórico	No. de operarios real	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	0,07	1	4,90
Corte de material	8,71	0,13	1	8,71
Troquelado (troquel de brazo)	228,4	3,44	4	57,10
Troquelado (troquel de puente)	27,61	0,42	1	27,61
Revisado de troquelado	18,65	0,28	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	0,27	1	17,82
TOTAL			9	
Operación que determina el ritmo =	Troquelado (troquel de brazo)			
No. operarios asignados =	4			
Tiempo de la operación =	228,40 seg/par			
Pares/hora =	63			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **Número de operadores para Departamento de Corte
Estilo 82486**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teórico	No. de operarios real	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	0,07	1	4,9
Corte de material	8,71	0,13	1	8,71
Troquelado (troquel de brazo)	142,75	2,15	3	71,38
Troquelado (troquel de puente)	27,61	0,42	1	27,61
Revisado de troquelado	18,65	0,28	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	0,27	1	17,82
TOTAL			7	
Operación que determina el ritmo =	Troquelado (troquel de brazo)			
No. operarios =	3			
Tiempo de la operación =	142,75			
Pares/hora =	75,00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIII. **Número de operadores para Departamento de Corte
Estilo 82487**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teórico	No. de operarios real	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	0,07	1	4,9
Corte de material	8,71	0,13	1	8,71
Troquelado (troquel de brazo)	228,4	3,44	4	57,1
Troquelado (troquel de puente)	40,65	0,61	1	40,65
Revisado de troquelado	18,65	0,28	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	0,27	1	17,82
TOTAL			9	
Operación que determina el ritmo de producción =			Troquelado (troquel de brazo)	
No. operarios =			4	
Tiempo de la operación =			228,40	
Pares/hora =			63,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. **Número de operadores para Departamento de Corte
Estilo 82488**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teórico	No. de operarios real	Tiempo asignado
Desenrollado de material	4,9	0,07	1	4,9
Corte de material	8,71	0,13	1	8,71
Troquelado (troquel de brazo)	171,3	2,58	3	57,1
Troquelado (troquel de puente)	40,65	0,61	1	40,65
Revisado de troquelado	18,65	0,28	1	18,65
Revisar y armar lotes	17,82	0,27	1	17,82
TOTAL			8	
Operación que determina el Ritmo de producción =	Troquelado (troquel de brazo)			
No. operarios =	3			
Tiempo de la operación =	171,30			
Pares/hora =	63,00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXV. **Número de operadores para Departamento de Avíos**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Entrada de material	12,96	0,20	1	12,96
Cementado suela	18,24	0,27	1	18,24
Cementado de forro de suela	19,43	0,29	1	19,43
Activado de adhesivo	30,58	0,46	0	30,58
Empalmar suela con forro de suela	117,69	1,77	2	58,845
Cementado y empalmado de plantilla de refuerzo	20,86	0,31	1	20,86
Costura de la pieza	80,8	1,22	2	40,4
Estampado	41,88	0,63	1	41,88
Revisado y limpiado	39,25	0,59	1	39,25
Armar lotes	6,13	0,09	1	6,13
TOTAL			11	
Operación que determina el ritmo de producción =	Empalmar suela con forro de suela			
No. operarios =	2			
Tiempo de la operación =	117,69			
Pares/hora =	61,00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVI. **Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado Estilo 82485**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Devastado de piezas	39,69	0,60	1	39,69
Rayado de piezas	105,83	1,59	2	52,92
Alimentar banda	28,11	0,42	1	28,11
Cementado y empalmado de lengua, refuerzo de lengua y forro de lengua	46,73	0,70	1	46,73
Coser talón con forro de talón	33,4	0,50	1	33,40
Cementar talón, forro, costado interno y empeine	68,1	1,03	1	68,10
Coser lengua, refuerzo y forro de lengua	38,17	0,57	1	38,17
Colocar soporte de espuma de talón y unir talón con empeine	153,79	2,32	3	51,26
Coser talón con empeine	114,85	1,73	2	57,43
Despite de costuras	60,36	0,91	1	60,36
Cementar forro interno de talón	67,07	1,01	1	67,07
Coser cuello de talón y parte delantera	118,74	1,79	2	59,37
Se recortan y despítan sobrantes de forro en talón	115,2	1,73	2	57,60

Continuación de la tabla LXXVI.

Cementar extremos de talón, empeine y lengua	58,41	0,88	1	58,41
Unir lengua con cuerpo de zapato	93,85	1,41	2	46,93
Coser 1 puntada para unir talón y empeine	82,84	1,25	2	41,42
Coser lengua a empeine	79,02	1,19	2	39,51
Coser cuadro para sujetar lengua	100,98	1,52	2	50,49
Perforar agujeros para ojetes	61,85	0,93	2	30,93
Remachar ojetes	61,36	0,92	2	30,68
Despite final	85,9	1,29	2	42,95
Limpiar costuras y limpiar la pieza	60,59	0,91	1	60,59
Armar lotes	6,03	0,09	1	6,03
TOTAL			36	
Operación que determina el ritmo de producción =	Cementar talón, forro, costado interno y empeine			
No, operarios=				1
Tiempo de la operación =				68,10
Pares/hora=				52,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. **Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado Estilo 82486**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Devastado de piezas	51,62	0,78	1	51,62
Rayado	69,51	1,05	2	34,76
Alimentar banda	28,11	0,42	1	28,11
Cementado de forro de lengua y empeine	29,91	0,45	1	29,91
Coser forro de empeine con lengua	47,51	0,72	1	47,51
Coser adorno	70,16	1,06	2	35,08
Recortar y despitar forro de lengua	77,91	1,17	2	38,96
Coser forro y talón	84,46	1,27	2	42,23
Cementar talón y forro para espuma	70,81	1,07	2	35,41
Empalmar espuma en talón	155,18	2,34	3	51,73
Coser cuello	97,93	1,47	2	48,97
Recortar y despitar forro de talón	116,09	1,75	2	58,05
Cementar talón y lengüeta	60,35	0,91	1	60,35

Continuación de la tabla LXXVII.

Empalmar talón y lengüeta	68,37	1,03	2	34,19
Coser cuadros	102,92	1,55	2	51,46
Perforar ojetes	66,65	1,00	1	66,65
Remachar ojetes	63,67	0,96	1	63,67
Limpiar la pieza	58,31	0,88	1	58,31
Armar lotes	5,91	0,09	1	5,91
TOTAL			30	
Operación que determina el ritmo de producción =			Perforar ojetes	
No. operarios =			1	
Tiempo de la operación =			66,65	
Pares/hora =			54,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado Estilo 82487**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Devastado de piezas	38,75	0,89	1	38,75
Rayado de piezas	42,8	0,99	1	42,8
Alimentar la banda	29,51	0,68	1	29,51
Cementar cincho y forro de cincho	13,29	0,31	1	13,29
Cementar empeine	29,82	0,69	1	29,82

Continuación de la tabla LXXVIII.

Empalmar cinchos con forros y velcros	27,99	0,64	1	27,99
Empalmar empeines y velcros en talón	27,47	0,63	1	27,47
Coser talón con forro y velcro en talón	76,42	1,76	2	38,21
Coser empeine con forro	21,76	0,50	1	21,76
Coser cincho con forro	29,97	0,69	1	29,97
Cementar área y empalmar adornos en el empeine	30,21	0,70	1	30,21
Recortar sobrantes de forro y velcro en cincho, talón y empeine	33,02	0,76	1	33,02
Cementar forro interno de talón para empalmar	39,72	0,91	1	39,72
Hacer costura de adorno en el empeine que sostiene adornos	43,24	1,00	1	43,24
Activado con horno de calor	26,26	0,60	1	26,26
Empalmar soporte de espuma en talón	153,79	3,54	4	38,4475

Continuación de la tabla LXXVIII.

Cementar extremos de empeine y talón para unión	33,37	0,77	1	33,37
Empalmar empeine con talón	33,37	0,77	1	33,37
Coser unión de empeine y talón	69,95	1,61	2	34,975
Cementar cinchos y pegar a extremos	19,74	0,45	1	19,74
Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón	56,13	1,29	1	56,13
despite general	45,59	1,05	1	45,59
Armar lotes	5,91	0,14	1	5,91
TOTAL			28	
Operación que determina el ritmo de producción =	Coser cuello de talón y coser cuadro en unión de cincho con talón			
No. operarios =	1			
Tiempo de la operación =	56,13			
Pares/hora =	64,00			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. **Número de operadores para Departamento de Preparado/aparado Estilo 82488**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Devastado de pieza	38,75	0,58	1	38,75
Rayado de piezas	69,51	1,05	1	69,51
Empalmar dobléz de chinela	55,49	0,84	1	55,49
Alimentar la banda	29,23	0,44	1	29,23
Cementar velcros de talones, cinchos y forros	28,86	0,43	1	28,86
Cementar chinela y forro	29,82	0,45	1	29,82
Empalmar cinchos, forros y velcros	51,41	0,77	1	51,41
Empalmar chinelas con forros y velcros con talones	74,83	1,13	2	37,42
Coser talones con forros y velcros	184,37	2,78	3	61,46
Coser chinelas con forros	84,62	1,27	2	42,31
Cementar talones para espumas	39,15	0,59	1	39,15
Despitar talones	39,33	0,59	1	39,33
Coser cinchos y forros	52,98	0,80	1	52,98
Recortar chinelas y cinchos	161,85	2,44	3	53,95

Continuación de la tabla LXXIX.

Colocar espuma	153,79	2,32	3	51,26
Cementar unión de chinelas y talón	69,51	1,05	1	69,51
Empalmar talones con chinelas	123,26	1,86	2	61,63
Coser cuellos y parte delanteras	123,26	1,86	2	61,63
Recortar forro de talón	115,2	1,73	2	57,60
Cementar y unir cinchos a talones	44,71	0,67	1	44,71
Coser cuadro a cinchos	117,38	1,77	2	58,69
Despitar, limpiar y revisar	45,59	0,69	1	45,59
Armar lotes y revisar	5,92	0,09	1	5,92
TOTAL			35	
Operación que determina el ritmo de producción =			Rayado de piezas	
No. operarios =			1	
Tiempo de la operación =			69,51	
Pares/hora =			51,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Número de operadores para Departamento de Montado para Estilos 82485 y 82486**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Cosido a mano	2 179	32,81	33	66,03
Colocar horma	67,99	1,02	1	67,99
Horno de calor	33,99	0,51	0	33,99
Acoplado	27,16	0,41	1	27,16
Enfriador	37,07	1,12	0	74,15
Extracción de horma	15,26	0,23	1	15,26
Cementado forro	26,85	0,40	1	26,85
Cementado de plantilla	37,87	0,57	1	37,87
Horno de activado	34,32	0,52	0	34,32
Empalmado de forro interno y plantilla	41,49	0,62	1	41,49
Inspección y relleno	30,22	0,45	1	30,22
Etiquetado, insertar cintas y empaque	62,41	0,47	1	31,23
Embalaje	8,14	0,12	1	8,14
TOTAL			42	
Operación que determina el ritmo de producción =			Etiquetado, insertar cintas y empaque	
No. operarios=			1	
Tiempo de la operación =			62,41	
Pares/hora=			57	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Número de operadores para Departamento de Montado para Estilos 82487 y 82488**

Operación	Tiempo estándar (seg/par)	No. de operarios teóricos	No. de operarios reales	Tiempo asignado
Cosido a mano	2,179	32,81	33	66,03
Inserción de horma	67,99	1,02	2	33,99
Horno de calor	33,99	0,51	0	33,99
Acoplado	27,16	0,41	1	27,16
Enfriador	37,15	1,12	0	37,15
Extracción de horma	15,26	0,23	1	15,26
Cementado de forro interno	26,85	0,40	1	26,85
Cementado de plantilla	37,87	0,57	1	37,87
Horno activado	34,32	0,52	0	34,32
Empalmado de forro interno y plantilla	41,49	0,62	1	41,49
Inspección y relleno	30,22	0,45	1	30,22
Etiquetado, junta de velcro y empaque	46,76	0,47	1	46,76

Continuación de tabla LXXXI.

Embalaje	8,14	0,12	1	8,14
TOTAL			43	
Operación que determina el ritmo de producción =			Enfriador	
No. operarios=			0	
Tiempo de la operación =			74,15	
Pares/hora=			48,00	

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.2. Comparativa de ritmo de producción con el método actual y el método propuesto

En la tabla LXXXII se muestra una comparativa entre el ritmo de producción actual y el ritmo de producción con el método propuesto, aplicándose los tiempos estándar de producción, el número de operaciones propuestas por estación de trabajo y el número de operarios por estación de trabajo.

Tabla LXXXII. **Comparativa de producción con el método actual y el propuesto**

Línea	Estilo de calzado	Pares por hora		Porcentaje
		Método actual	Método propuesto	
Corte	82485	47	63	34%
	82486	50	75	50%

Continuación de la tabla LXXXII.

	82487	47	63	34%
	82488	42	63	50%
Avíos	82485, 82486, 82487 y 822488	44	61	39%
Preparado/ aparado	82485	46	52	13%
	82486	52	54	4%
	82487	46	64	39%
	82488	44	51	16%
Montado	82485 y 882486	48	57	19%
	82487 y 82488	48	57	19%

Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Factores que afectan la producción

Hay 2 factores que se deben de cuidar muy de cerca en la producción para mantener la calidad de los productos, manteniendo el bienestar de los colaboradores; estos son: la calidad de la Iluminación y la ventilación dentro de las instalaciones.

2.2.5.1. Iluminación

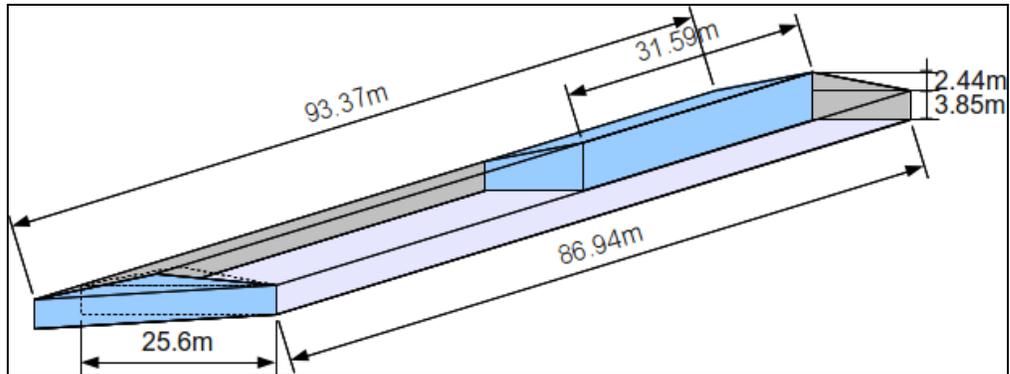
En los departamentos de corte, avíos y preparado/aparado la iluminación es la adecuada a las necesidades del personal, mientras que en el departamento de montado las condiciones de iluminación se encuentran debajo de la cantidad necesaria para realizar un trabajo adecuado, provocando a los colaboradores a forzar la vista o dificultar sus labores; por lo que es necesario aumentar de 8 a 12 lámparas, siendo estas de las mismas condiciones que las actuales, tipo incandescente estándar de 75 Watts de potencia por tubo, teniendo cada lámpara 4 tubos.

2.2.5.2. Ventilación

La ventilación de una nave industrial se basa en el número de veces que el aire en su interior se renueva por hora. La cantidad de renovaciones está dada por el número de personas que se encuentran alojadas, el tipo de maquinaria y proceso, siendo la época de verano la más crítica por los picos de temperatura.

Para el cálculo del área necesaria de ventilación, el primer paso es el cálculo del volumen del edificio. En la figura 41 se muestra la nave industrial con sus respectivas dimensiones.

Figura 39. Dimensiones del edificio para el cálculo del volumen



Fuente: elaboración propia, con programa Gimp.

El volumen estaría dado por:

$$V = [(25.60 \times 3.85 \times 86.94) - (12.8 \times 3.85 \times 31.59)] +$$

$$[(\frac{1}{2} \times 25.60 \times 2.44 \times 86.94) - (\frac{1}{2} \times 12.80 \times 2.44 \times 35.19)] +$$

$$[(6.43 \times 25.60 \times 3.85)/2] + [(\frac{1}{2} \times 25.60 \times 2.44 \times 6.43)/2] = 9,595.12 \text{ mts}^3.$$

El volumen de aire que se tiene en el edificio es de 9,595.12 mts³. Las veces que este volumen se debe de renovar por hora está dado por el tipo de actividad realizada; para planta de producción o talleres el número de veces a renovar es de 4 por hora^{8,9}; por lo que el volumen total a evacuar en 1 hora es de 9,595.12 mts³ x 4 = 38,380.48 mts³ por hora.

Las características del viento que se necesitan para el cálculo son la dirección y velocidad. La dirección se refiere a la manera en que el aire afecta

⁸ TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas, renovación del aire en número de veces por hora. p.81.

⁹ V.V. BATURIN. Fundamentos de ventilación Industrial. p.256

al edificio, si es de manera perpendicular o longitudinal, lo que creará un coeficiente de entrada de aire al recinto, siendo el caso longitudinal al edificio el coeficiente de entrada equivale a 0.25¹⁰.

La velocidad del viento se calculó utilizando la escala de Beaufort, mostrada en la tabla LXXXI, obteniendo que la misma tiene un promedio de 1.5 km/hora.

Para el cálculo del área de entrada de aire al edificio se utiliza la fórmula:

$$Q = C \times A \times V$$

Donde:

Q = Es el volumen total a evacuar

C = Coeficiente de entrada a la ventana

A = Área total de entrada de aire

V = Velocidad del viento

Tabla LXXXIII. **Escala de Beaufort para la velocidad del viento**

Grado	Categoría	Km/h	Nudos	M/s	Especificaciones
0	Calma	0 – 2	<1	0	Calma. El humo asciende verticalmente.
1	Ventolina	2 – 6	1-3	0,0-1,8	La dirección del viento se observa por la dirección del humo, pero no por las banderas.
2	Flojito (brisa muy débil)	7 – 11	4-6	0,2-0,6	El viento se nota en la cara. Las hojas y las banderas empiezan a moverse.

¹⁰ TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas, coeficiente de entrada de aire. p. 82.

Continuación de la tabla LXXXIII.

3	Flojo (brisa débil)	12 – 19	7-10	0,7-1,8	Las hojas y ramas finas se mueven constantemente, el viento extiende las banderas.
---	------------------------	---------	------	---------	--

Fuente: elaboración propia.

Aplicando la fórmula para el cálculo del área de entrada de aires, se tiene que:

$$38,380.48 = 0.25 \times A \times 1,500$$

Realizando el despeje para la variable A:

$$A = 38,380.48 / (0.25 \times 1500)$$
$$A = 102.35 \text{ mts}^2.$$

Esto demuestra que la capacidad actual de entrada de aire al edificio está por debajo del nivel recomendado siendo actualmente de 64.35 mts²; cuando lo recomendado mínimo debido a las actividades realizadas y condiciones del entorno es de 102.35 mts².

Es necesario tomar en cuenta la ubicación de estas entradas de aire adicionales, que pueden ocasionar debilitamiento en las paredes de la estructura. Para ello se ha fijado el punto de partida según el material de la pared mostrado en la tabla LXXXIV.

Tabla LXXXIV. **Asignación del punto de partida**

Material	Espesor (cms)	Punto de partida (mts)
Mampostería	80	1,3
	50	1,8
Pared de ladrillo	45	1,2
	30	1,5
	15	2,2
Pared de Block	45	1,1
Capas de aire interpuesta	30	1,3
Tabique	7	2,4
Suela de Tierra	7	4
Pavimento		3
Techo/con cielo raso		1,5

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas, coeficiente de entrada de aire. p. 82

Es necesario aumentar la cantidad de área de ventilación en pared a 102.35 mts² como mínimo, manteniendo las mismas a una altura mayor a 1,1 mts del suelo, para evitar debilitamiento en la estructura.

2.2.6. Averías

Muchas son las causas que pueden generar demoras en el proceso productivo, que pueden ser asignadas tanto al operador como a la naturaleza del proceso. Las causas asignadas al operador pueden ser desde adiestramiento para la realización de un proceso específico, hasta demoras por necesidades fisiológicas o bien por la fatiga ocasionada por la operación. Estas demoras generan atrasos en la producción que, de no ser tomadas en cuenta

por el departamento de planificación, generarán atrasos en el proceso, ocasionando incumplimiento en contratos o entregas previamente acordadas.

El estudio de tiempos considera este tipo de situaciones al fijar tiempos estándares de producción para cada una de las operaciones involucradas, logrando un mayor control en su ejecución. Se tienen causas asignadas a la naturaleza del proceso que pueden ocasionar demoras; de estas se pueden tener varias, de las mismas se hará enfoque en una en especial, la maquinaria y equipo. Las demoras ocasionadas por el ajuste, mantenimiento correctivo o el cambio de maquinaria por avería ocurrida, generan demoras en el proceso productivo; es por estas razones que es necesario el análisis de las averías que más afectan y tratar de evitar su ocurrencia o minimizar el impacto negativo que la avería pueda generar.

2.2.6.1. Identificación del problema

Durante la ejecución del proyecto se concretaron y detallaron los fallos que repercutieron en los distintos departamentos de producción con el fin de determinar ¿Qué ocurre? ¿Cómo ocurre? ¿Cuándo ocurrió? ¿Qué lo provoca? ¿Cuánto tiempo está costando?; esto para ser objetivos y evitar ideas preconcebidas.

- Desgaste de *clutch*: el desgaste se da en las máquinas de coser con motor eléctrico. Dado el diseño la máquina utiliza como método de funcionamiento el accionamiento por embrague del mecanismo de la máquina de coser; el deterioro está localizado en el disco de asbesto que permite la junta entre la parte móvil del motor eléctrico y el disco estacionario que acciona la máquina de coser; este contacto constante es

el causante de dicho desgaste. En la figura 40 se muestra el desgaste generado y las partes involucradas.

Figura 40. **Clutch deteriorado**



Fuente: taller de INGUASA.

- Prensatela vencido: el daño en el prensatela consiste en el desgaste tanto de los “dientes” que posee en el extremo como también de la presión que ejerce esta pieza sobre la tela, generando una deformación o “pandeo”, lo cual genera fallas debido al incorrecto corrimiento de la pieza al costurar por la falta de arrastre y falsos movimientos al momento de la costura. Esta avería es mostrada en la figura 41.

Figura 41. **Prensatela vencido**



Fuente: taller de INGUASA.

- *HookASM* dañado: el daño en la bobina consiste en los daños ocasionados al mecanismo que sujeta el hilo al momento de completar una revolución. El daño es generado por el golpe ocasionado por la aguja al momento de su descenso por la canasta, la cual puede presentar falta de sincronización, ocasionando rebotes de la aguja en la bobina. A continuación se ilustra este daño mostrando una canasta (*HookASM*) en buen estado en la figura 42, y en la 43, una dañada, en donde se puede verificar el daño en el extremo del gancho.

Figura 42. ***HookASM* en buen estado**



Fuente: taller de INGUASA.

Figura 43. **HookASM dañado**



Fuente: taller de INGUASA.

- Canasta y bobina obstruidas: la obstrucción de la bobina es la generada por acumulación de residuos en las canales de la canasta por donde la bobina circula. Esta puede tener su origen dependiendo del material trabajo o bien por la falta de limpieza de la pieza. Una bobina sucia muestra exceso de material en su superficie, lo que impide el libre movimiento dentro de la canasta, como se muestra en la figura 44 y en la 45.

Figura 44. **Bobina sucia**



Fuente: taller de INGUASA.

Figura 45. **Canasta sucia**



Fuente: taller de INGUASA.

- Faja deteriorada: es el medio por el cual la energía del motor eléctrico es transportada al mecanismo de la máquina, ya que esta se encuentra conectada al *clutch* ubicado en el motor. El desgaste de la faja consiste en el daño que ocasiona la ruptura o desgaste de la misma, dependiendo de la fallada presentada.
- *Switch* dañado: existen varias fallas en maquinarias que son generadas por desperfectos, desgastes o daños ocasionados por golpes en el *switch* de apagado y encendido de la maquinaria, ya que esta genera falsos contactos o accionamientos breves que repercuten en su funcionamiento.
- Tirahilo vencido: el tirahilo es la pieza encargada de mantener la tensión en el hilo que alimenta a la aguja. Esta pieza consiste en una pieza de resorte que mantiene la tensión, uniforme que permite mantener una costura firme y equilibrada en tensión, tanto en el hilo superior como inferior. El daño verificado que más repercute en su funcionamiento es en la ruptura del extremo del resorte que mantiene la tensión del hilo. A

continuación, en la figura 46 se muestra un tirahilo en buen estado y en la figura 47 un tirahilo dañado.

Figura 46. **Tirahilo en buen estado**



Fuente: taller de INGUASA.

Figura 47. **Tirahilo dañado**



Fuente: taller de INGUASA.

2.2.6.2. Determinación de causas

Es necesario identificar el origen de la avería; se deben de omitir opiniones personales y responder a la pregunta: ¿Por qué ocurre?. Se debe tomar en cuenta tanto las causas internas como externas del equipo. Es indispensable poder crear un diagrama que permita ordenar las causas que

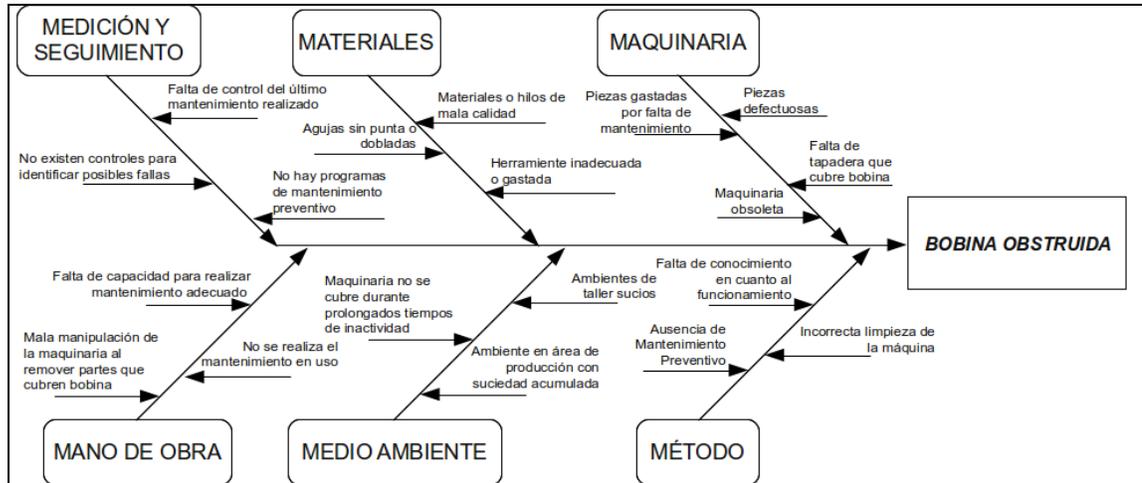
generan el problema y verificar si la solución de una de ellas engloba una de las otras.

El diagrama de Ishikawa, también denominado Causa-Efecto, es una representación gráfica de las relaciones lógicas existentes entre las causas que producen un efecto bien definido. Para este fin se busca una forma de verificar esta causa principal y es a través de la elaboración de un diagrama de causa-efecto que se podrá identificar y enfocar esfuerzos hacia la solución de las causas principales.

2.2.6.2.1. Diagrama de Causas y Efectos

El problema es generado por la falta del mantenimiento predictivo, preventivo y mantenimiento en uso, en la maquinaria de producción. Los efectos generados por la ausencia de estos mantenimientos son las averías mostradas en la tabla XXIX, de la cual el efecto que representa el Pareto es la denominada bobina obstruida. En la figura 48 se presenta el diagrama.

Figura 48. Diagrama Causa-Efecto para avería de bobina obstruida



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.3. Propuesta de solución

Las acciones encaminadas propuestas para generar una solución a cada una de estas averías con base en su ocurrencia, naturaleza y máquina en la que se presentan, se muestran a continuación:

2.2.6.3.1. Bobina obstruida

Debido a que esta avería se da por falta de limpieza es necesario incrementar la misma, más aún cuando se trabaja con materiales sintéticos. La solución a este problema estaría dada por la siguiente serie de acciones:

- Programar la limpieza diaria para la bobina y aumentar la misma cuando se trabajan materiales sintéticos.

- Revisar el estado de la aguja utilizada, ya que una aguja sin punta o muy gruesa genera un mayor desprendimiento de residuos y daña los materiales.
- Lubricar la pieza constantemente para evitar que los residuos se adhieran fácilmente.
- Verificar la tapadera de residuos para evitar el fácil acceso de residuos.

2.2.6.3.2. Prensatela vencido

Esta avería se da por una pieza ya gastada, cuando ha sido golpeada o por un mal posicionamiento de la misma. Es necesario:

- Evitar golpear la pieza para evitar el “pandeo” de la pieza.
- Verificar por las ranuras o “dientes” que permiten el corrimiento de la tela. De ser posible es necesario crear estas ranuras para mejorar el arrastre.
- Verificar que los tornillos de sujeción se encuentren en buenas condiciones y analizar el torque de los mismos, ya que un corrimiento de la pieza generará un mal arrastre.
- Verificar constantemente la sincronización del prensatela y el movimiento de los dientes de corrimiento inferiores.

2.2.6.3.3. HookASM dañado

El daño al *HookASM* o “gancho” afecta directamente a la calidad de la costura realizada, para evitar la pérdida de esta pieza es necesario:

- Evitar golpear la pieza. Esto permitirá que la pieza tenga un tiempo de vida prolongado.
- Verificar por la sincronización de la misma con la caída de la aguja, para evitar que esta golpee el gancho.
- Verificar por el estado de los tornillos de sujeción y el torque en los mismos para evitar que ocurra una desincronización.
- Asegurarse de que la aguja utilizada es la correcta para el tipo y modelo de máquina que se está utilizando.

2.2.6.3.4. Faja reventada

El desgaste de la faja ocurre tanto de manera normal por el uso como también por la fricción con piezas cercanas a la misma. Durante la observación se constató que este desgaste fue ocasionado en repetidas ocasiones por la segunda opción. Para evitar que este tipo de desgaste se vuelva a dar es necesario que:

- Se utilice siempre la tapa de la faja para evitar fricción con piezas cercanas y lesiones al colaborador.
- Se use la tapa correcta para el modelo de máquina utilizada.

- No permita que la máquina sea accionada sin la tapa de la faja.
- Se verifique que la tapa se encuentre en buen estado, para evitar que la misma pueda generar fricción con la faja.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Plan de contingencia ante una erupción volcánica con presencia de ceniza volcánica

El plan de contingencia tiene como finalidad la planificación y dirección de actividades enfocadas en las necesidades internas de la empresa ante un desastre natural como una erupción volcánica que incluya gran cantidad de ceniza, evitando que este acontecimiento afecte las actividades diarias de la empresa. Será necesario que todos los colaboradores conozcan completamente dicho plan.

3.2. Objetivos del plan de contingencia

- Crear un plan de contingencia por caída de ceniza volcánica tiene por objeto establecer un marco de acción para el manejo coordinado de las medidas destinadas a enfrentar eficientemente situaciones de emergencia.
- Resguardar tanto al personal operativo y administrativo, como también a las instalaciones, maquinaria y equipo; logrando que la producción continúe en óptimas condiciones ante situaciones adversas.

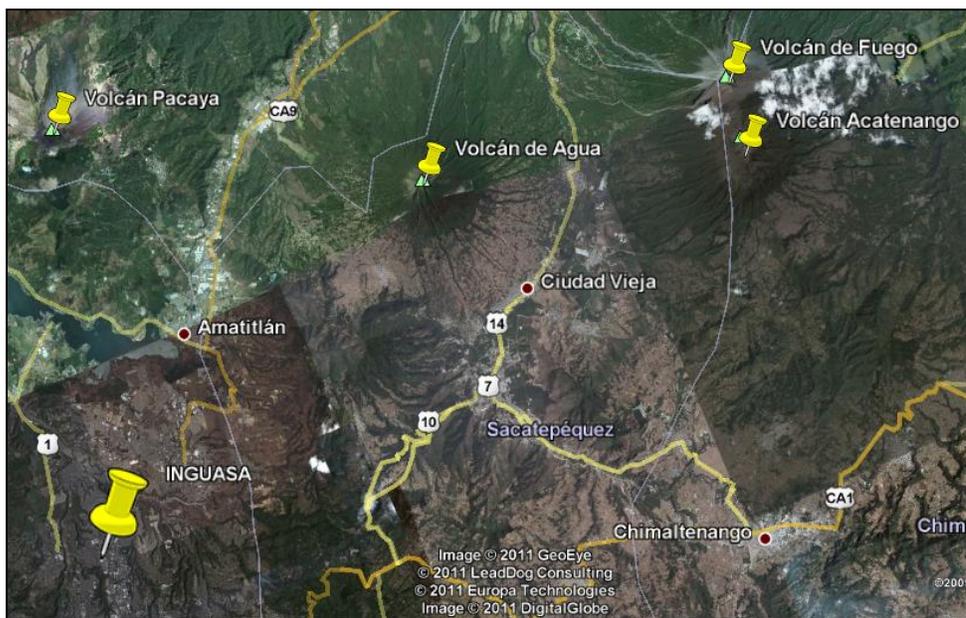
3.2.1. Análisis de amenazas

Al momento de presentarse una erupción y consecuentemente la caída de ceniza volcánica en el área aledaña a la planta, los principales riesgos que

enfrenta INGUASA son dos: la salud de los empleados y la integridad de las instalaciones y equipo.

Por su posición geográfica los riesgos son representados principalmente por 4 volcanes, potencialmente activos: el volcán de Pacaya, de Agua, de Fuego y Acatenango, los cuales se muestran en la figura 49.

Figura 49. **Volcanes potencialmente peligrosos**



Fuente: www.earthgoogle.com. Consulta. marzo de 2011.

Debido a que en una erupción volcánica la velocidad y dirección del viento juegan un factor clave en la propagación de la ceniza, es necesario conocer los factores que condicionan la ocurrencia de este acontecimiento, ya que esto permite un tiempo aproximado de respuesta que ayude a reducir el impacto en la empresa.

A continuación se presenta la tabla LXXXV que muestra la distancia a la cual se encuentran los 4 volcanes que pueden crear condiciones adversas al punto de ubicación de INGUASA.

Tabla LXXXV. **Distancia de INGUASA a amenazas potenciales**

VOLCÁN	DISTANCIA (km)
Pacaya	20,19
Agua	23,65
Acatenango	35,98
Fuego	37,20

Fuente: elaboración propia.

A diferencia de otros desastres naturales, las erupciones volcánicas se presentan con diferentes episodios, en un lapso indeterminado y con magnitud variable, lo cual exige prepararse y planificar la respuesta a partir del escenario de riesgo antes, durante y después del mismo.

La matriz de riesgos mostrada en la figura 50 es una buena herramienta para identificar los escenarios posibles, dada su probabilidad de ocurrencia, ya que permite hacer un escenario ficticio ante el cual se prevén las acciones a tomar en cuenta.

Figura 50. **Matriz de riesgo ante una lluvia de ceniza**

MATRIZ	IMPACTO	CENIZA VOLCÁNICA	FLUJOS DE LODO O LAHARES	LLUVIA ÁCIDA	RELAMPAGOS	EXPLOSIONES O BLAST	FLUJOS PIROCLÁSTICOS	GASES VOLCÁNICOS	FLUJO DE LAVA	SISMOS	TSUNAMIS
PROBABILIDAD											
CERTEZA		✓								✓	
PROBABLE		✓									
MODERADO					✓	✓					
POCO PROBABLE							✓				
MUY RARO				✓			✓		✓		✓

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Antes de la actividad volcánica

Es necesario considerar la ocurrencia del fenómeno natural para poder tomar una serie de medidas y acciones que permitan a la empresa reaccionar de la mejor manera posible, y así minimizar los efectos del mismo, considerando las debilidades de la empresa ante el desastre natural.

3.2.2.1. Recurso humano

El principal riesgo para el recurso humano es el daño a la salud. Durante una erupción se expulsa magma del conducto volcánico, de acuerdo con la

viscosidad de la misma; los gases que contiene se expanden, lanzando roca pulverizada, lava y fragmentos de vidrio desde la chimenea.

Estas partículas se denominan piroclastos, y los que tienen un tamaño semejante a arenas se les denomina cenizas volcánicas. El tamaño de estos fragmentos expulsados oscila entre un polvo muy fino (inferior a 0,063 milímetros de diámetro) y las llamadas cenizas volcánicas de tamaño de la arena (inferior a 2 milímetros de diámetro).

Los piroclastos del tamaño de una nuez se denominan lapillo “piedras pequeñas”. Las partículas mayores que los lapillo se denominan bloques, cuando están compuestos de lava endurecida y bombas, cuando son expulsados como lava incandescente.

La ceniza volcánica representa un riesgo para la persona, debido a los materiales de los que está compuesta, dándole estos, más alcance al momento de ser expulsada del volcán. Entre los efectos producidos por la ceniza en el ser humano se encuentran:

- Agravamiento de las afecciones de las vías respiratorias.
- Efecto en los ojos; conjuntiva y córnea, la ceniza actúa como cuerpo extraño produciendo abrasiones, además del efecto irritante.
- Efecto en la piel: básicamente por la acción irritante que causa dermatitis.
- Problemas gástricos en humanos.

3.2.2.1.1. Afecciones de las vías respiratorias

Las cenizas finas irritan los conductos respiratorios y provocan que estos se contraigan, haciendo más dificultosa la respiración, fundamentalmente en las personas que ya poseen problemas pulmonares. El polvo fino también hace que los recubrimientos que tienen los conductos produzcan más secreciones, lo que a su vez hace que las personas tosan y respiren más pesadamente. Los que padecen asma, especialmente los niños, que pudieran estar muy expuestos a las cenizas, pueden sufrir de accesos de tos, opresión en el pecho y jadeos. Algunas personas que nunca habían tenido asma, pueden experimentar síntomas asmáticos después de una lluvia de cenizas, especialmente si salen al aire libre y hacen esfuerzos.

3.2.2.1.2. Afecciones en los ojos

Irritaciones en los ojos son efectos muy comunes, ya que trozos de ceniza pueden producir dolorosas raspaduras en el frente del ojo (abrasión de córnea) y conjuntivitis.

Las personas que usan lentes de contacto deben estar especialmente informadas de este problema y quitarse sus lentes para prevenir que se produzca úlcera de córnea. Los síntomas más comunes incluyen:

- Se siente como si hubiese objetos extraños dentro del ojo
- Los ojos comienzan a doler, picar o sangrar
- Hay secreción pegajosa o lagrimeo
- Úlcera de córnea o lesiones cortantes

- Conjuntivitis aguda o inflamación del saco conjuntival, que rodea el globo ocular debido a la presencia de cenizas, lo que provoca enrojecimiento, ardor de ojos y fotosensibilidad.

3.2.2.1.3. Afecciones de la piel

Es común que las cenizas volcánicas produzcan irritación en la piel a algunas personas. Los síntomas incluyen:

- Irritación y enrojecimiento de la piel
- Dermatitis con proceso inflamatorios. Pueden ser eritemas o exantemas
- Descamación
- Infecciones secundarias por rascado

3.2.2.1.4. Medidas de protección

Conociendo las enfermedades que ocasiona en la salud del ser humano, se hace necesario que la empresa invierta en la seguridad de sus colaboradores.

Debe contar con un equipo que pueda resguardar la salud física y la integridad de los trabajadores, asegurando la calidad y continuidad de la producción.

A continuación se presenta el equipo de protección personal necesario que minimice el impacto negativo en la salud de los colaboradores.

3.2.2.1.5. Protección de los ojos

Es necesario que se utilicen gafas con protección lateral como las mostradas en la figura 51, cuando se encuentre en ambientes al aire libre.

Si se ha estado expuesto a la ceniza y se presenta sensación de cuerpo extraño en los ojos, lavar con abundante agua. Es preferible utilizar agua potable y hervida. Lavarse las manos antes del procedimiento. No utilizar colirios o gotas oftalmológicas. Si la molestia persiste luego del lavado, es necesario asistir al médico.

Deben tener especial cuidado:

- Usuarios de lentes de contacto, ya que pueden introducirse partículas de ceniza entre el lente y la córnea causando lesiones particularmente severas, representando mayor riesgo de infecciones. Se recomienda no usar lentes de contacto de ningún tipo mientras haya ceniza en el ambiente.
- Personas con cirugía ocular reciente: además de aumentar la inflamación ocular, la ceniza volcánica puede producir erosiones corneales, que aumentan el riesgo de infección en los ojos con cirugía ocular reciente.
- Quienes hayan tenido corrección visual con láser en semanas anteriores.
- Personas alérgicas, tienen más probabilidad de desarrollar dermatitis de los párpados. En caso de presentar picazón excesiva, molestias con la luz o lagrimeo, deben consultar al oftalmólogo.

Figura 51. **Gafas de protección industriales**



Fuente: www.equipodeseguridadindustrial.com. Consulta marzo 2011.

3.2.2.1.6. Protección del aparato respiratorio

En cualquier caso, la mejor protección es permanecer en ambientes cubiertos y disponer de mascarillas comerciales como la mostrada en la figura 52, para evitar la inhalación de partículas de ceniza. Si se debe movilizarse al exterior de las instalaciones, utilizar las medidas de protección para ojos y piel.

Figura 52. **Mascarilla protectora**



Fuente: www.equipodeseguridadindustrial.com. Consulta marzo 2011.

Este es un estilo adecuado de máscara que puede utilizarse; en este caso pues están provistas de válvulas más confortables, especialmente para quienes usan anteojos que pudieran empañarse.

3.2.2.1.7. Protección de la piel y cuero cabelludo

Se debe cubrir con un sombrero, pañoleta o gorra, para evitar el contacto de la ceniza con el cuero cabelludo.

Utilizar prendas que cubran la mayor extensión del cuerpo si se va a exponer a alguien al ambiente externo.

Si a la piel se le ha impregnado ceniza, quitarse la ropa y lavarse con abundante agua. Si presenta ardor o enrojecimiento de la piel, debe consultarse con el médico.

3.2.2.2. Instalaciones

Las acciones encaminadas a proteger y resguardar las instalaciones deben tener como fin, minimizar el impacto en las mismas; de igual manera estas deben ser capaces de poder mantener la integridad de las personas, así como una fácil evacuación de las mismas.

La principal amenaza generada por la ceniza volcánica es su acumulación excesiva en el techo de la instalación, la cual puede provocar que este colapse. Una capa de una pulgada de ceniza pesa de 5 a 10 lbs/pie²; cuando esta se encuentra seca y de 10 a 15 lbs/pie² cuando se encuentra mojada. Una excesiva acumulación de ceniza y una consecuente lluvia aumentan la carga sobre el techo de la instalación, provocando el colapso de las láminas que lo conforman. Para evitar este tipo de daños es necesario contar con una brigada encargada de la limpieza después de caída la ceniza. Es necesario que esta brigada cuente con el siguiente equipo y condiciones para realizar la tarea:

- Equipo de protección personal ante la ceniza volcánica. Entre estos se debe de contar con: lentes, mascarilla respiratoria y un casco industrial, el cual proteja ante la caída de escombros.
- Arnés de seguridad para evitar la caída desde el techo de la instalación.
- Equipo de limpieza adecuado para la tarea de remoción de la ceniza que se encuentre en el techo.

Para la tarea se recomienda elaborar una herramienta que permita remover la ceniza sin necesidad de que la persona deba estar sobre la lámina.

Se trata de una escoba con extensión del mango, según la dimensión del techo, y una adaptación en el extremo, la cual consta de una sección de lámina similar a las instaladas en la planta, permitiendo al encargado de la remoción de la ceniza realizar el barrido sin necesidad de posarse sobre la lámina y recolectándola hasta terminar de barrer. En la figura 53 se muestra un ejemplo de la herramienta que se menciona anteriormente.

Figura 53. **Remoción de ceniza volcánica**



Fuente: www.equipodeseguridadindustrial.com. Consulta, marzo 2011.

Este método representa las siguientes ventajas:

- Fácil de usar
- Evita roturas en el techo

- Minimiza los accidentes por caídas
- Mínimos requerimientos de seguridad para la persona que limpia
- Rápidos resultados

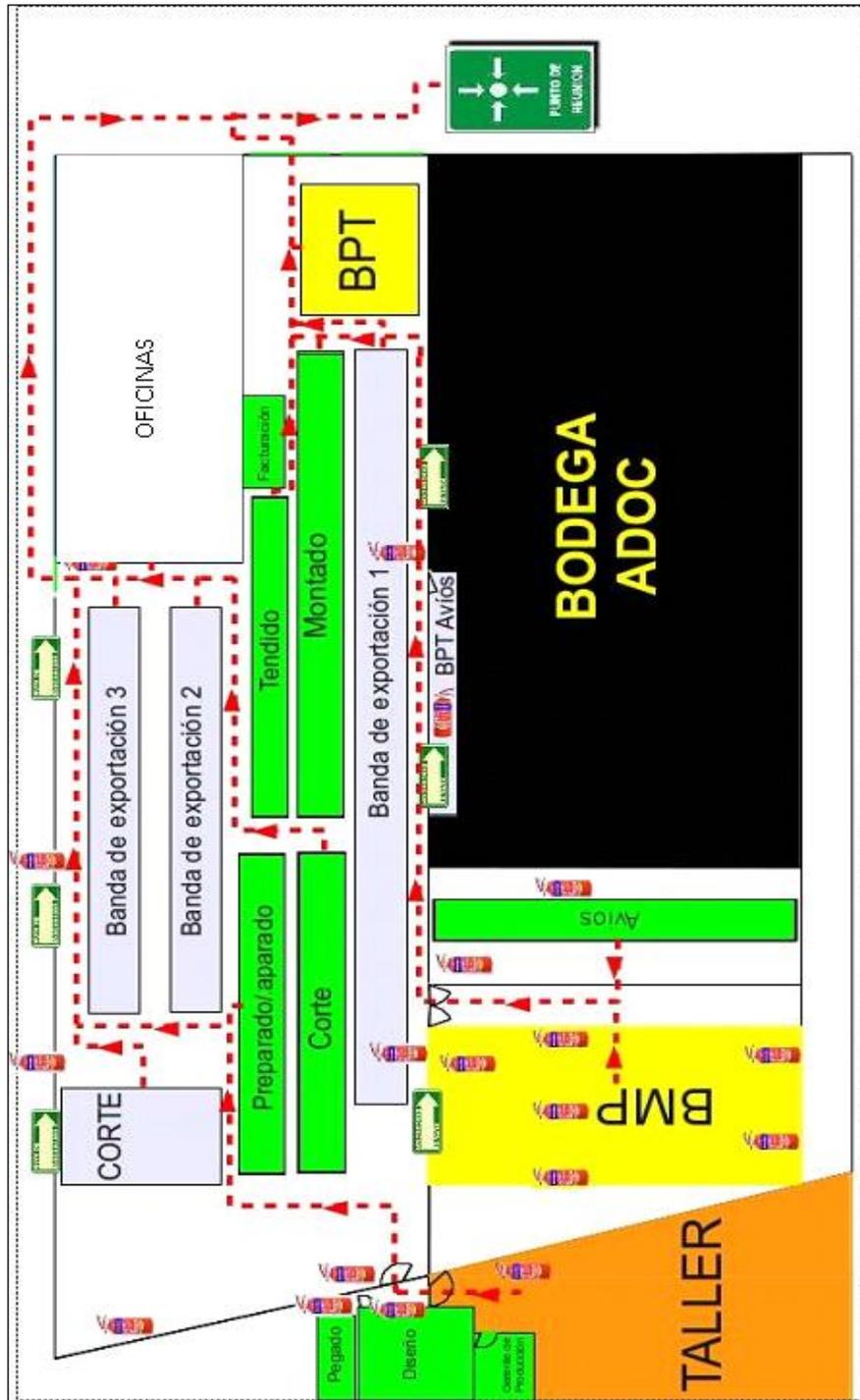
Y para los medios de recolección:

- Medios para recolectar la ceniza: bolsas plásticas, costales o recipientes plásticos.
- Material plástico para envolver equipo electrónico vulnerable por si llegara a filtrarse ceniza en caso de excesiva caída.

Adicional al equipo necesario para las acciones de limpieza, es preciso que las instalaciones cuenten con una señalización adecuada, la cual indique al personal las rutas de evacuación y las salidas de emergencia. Actualmente ya se cuenta con ello, pero es necesario crear las rutas de evacuación, ya que se han adicionado y modificado las líneas de producción para lo cual es recomendable rediseñarlas. Es de mucha importancia que la empresa dé a conocer las rutas de evacuación sugeridas al personal en planta; esto puede hacerse por medio rótulos bien elaborados, o bien, mediante folletos donde se indiquen las instrucciones para actuar ante el acontecimiento.

A continuación, se muestra en la figura 55 una ruta de evacuación sugerida, tomando en consideración las modificaciones en las instalaciones:

Figura 54. Ruta de evacuación propuesta



Fuente: elaboración propia, con programa Gimp.

3.2.3. Durante la caída de ceniza

Es necesario que todos los colaboradores conozcan qué se debe hacer durante el periodo de emisión de ceniza, principalmente la brigada encargada. Para ello, a continuación se presenta una lista de actividades que ayudarían a evitar situaciones no deseadas.

- Antes de iniciar con los trabajos de prevención, se necesita que la brigada cuente con un equipo de protección como: mascarilla, gafas como las indicadas anteriormente y ropa que proteja la piel; para la cabeza usar sombrero, gorra o pañoleta, evitando lo más que se pueda el contacto de la ceniza con el cuero cabelludo.
- Primeramente, la brigada encargada de acciones de limpieza debe estimar la cantidad de ceniza que esté cayendo. Debe ser evaluada cada cierto tiempo, podría ser de cada media hora; esto servirá para calcular qué tantos centímetros de ceniza caen en ese periodo. Si cada media hora cae aproximadamente entre 2 y 3 centímetros (una pulgada), a las dos o tres horas, se debe movilizar a los colaboradores a un lugar más seguro. Tomando en cuenta que el techo es de lámina, y que esta no soporta un peso mayor a 5 y 10 cm. si está mojada, y de 10 a 15 cm. si está seca.
- En el caso que la caída de ceniza no esté acompañada de lluvia, si es posible, se recomienda a la brigada encargada humedecer el residuo volcánico para que no se propague en el ambiente causando enfermedades. El uso de agua debe ser moderado.
- Se deben cerrar todos los accesos por donde sea posible el paso de este material; ventanas, puertas y orificios. Se recomienda el uso de trapos o

papeles mojados y cinta para empaquetar (cinta café); todos estos materiales pueden servir para evitar que se filtre la ceniza.

- Cubrir con lonas, de preferencia impermeables, la maquinaria, equipo y el sistema de calefacción que se encuentre en áreas donde pueda filtrarse la ceniza o donde haya riesgo de derrumbe de los techos por el espesor del residuo volcánico; pues la dureza del material volcánico, su movilidad y la característica de adherirse a los objetos determina el rápido desgaste por fricción de las partes mecánicas de la maquinaria, equipo y motores para generar electricidad.
- Se deberá colocar telas viejas en los desagües para evitar que se tapen.

3.2.4. Después de la caída de ceniza volcánica

- Los operadores encargados de la limpieza deben estar protegidos con los elementos antes mencionados.
- Destinar una entrada y salida del edificio mientras se hacen los trabajos de limpieza, para asegurarse que los ocupantes no lleven cenizas a las partes limpias.
- Antes de empezar a limpiar el suelo, es necesario retirar la ceniza del techo.
- Tomar precauciones respecto del sobrepeso al subirse a una superficie sobrecargada de ceniza. Se debe caminar con cuidado. Para eso será necesario utilizar un arnés de cintura como el mostrado en la figura 55.

Figura 55. **Arnés de seguridad**



Fuente: www.equipodeseguridadindustrial.com. Consulta: marzo 2011.

- Limpiar las canaletas para evitar que el espesor de las cenizas rompa y obstruya los desagües o tuberías.
- Humedecer con atomizador las cenizas, antes de intentar limpiarlas. Esto evitará que se disperse. Tratar de utilizar poca agua para no empapar la ceniza.
- Juntar la ceniza y recogerla rápidamente antes de que se endurezca como el cemento.
- Colocar las cenizas en bolsas de plástico reforzado. Utilizar bolsas pequeñas, de lo contrario puede hacer difícil la recolección; además, las bolsas grandes aumentan la posibilidad de romperse y perderse el material.
- Limpiar la maquinaria usando aire a presión, en caso de haber sufrido filtración de ceniza.

- Desconectar el control principal de la fuente de energía del equipo antes de iniciar esta operación.
- Los filtros del aire acondicionado necesitan cuidadosa atención. Se deben limpiar los huecos de ventilación de la heladera y cualquier superficie que pueda arrojar aire y recircular cenizas.
- Utilizar palas para retirar volúmenes espesos de cenizas (de más de un 1 cm) y escobas rígidas que servirán para retirar cantidades menores. No usar escobas con pelos laterales para limpiar pasillos y pisos, porque las partículas se regresan al aire.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

4.1. Programa de capacitaciones para los colaboradores del área de producción

El enriquecimiento de los conocimientos, en cuanto a su labor dentro de la empresa, es fundamental para mejorar el desarrollo tanto personal como profesional para los colaboradores. Logra que el empleado se sienta identificado con la empresa y comprometido con sus labores, dando de esta manera lo mejor de sí cada día.

A su vez esto ayuda a la empresa a resguardar tanto los valores para con la misma; también mejora la seguridad dentro del acontecer de la labores cotidianas.

Con motivo de la seguridad de los empleados y la mejora en sus labores, la empresa decidió realizar una capacitación sobre el uso de equipo de protección personal, la que se muestra a continuación.

Tabla LXXXVI. **Cronograma de capacitaciones para INGUASA**

TEMA	PARTICIPANTES	INICIO	DURACIÓN/ FIN	ENCARGADO
Uso de equipo de protección personal	Personal de planta de producción	17/03/2012	2 horas	Estudiante de EPS
Utilización y mantenimiento de máquinas planas y de poste	Personal de mantenimiento	3/09/2011	22/10/2011	INTECAP
Evaluación y adiestramiento para personal de costurería	Personal de costurería	1/06/2011	30/06/2011	Estudiante de EPS

Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Uso del equipo de protección personal

Se realizó una capacitación en cuanto a la importancia de utilizar el equipo de protección personal dentro de las instalaciones, así como también se mostró la manera correcta de utilizar cada uno de estos equipos.

4.1.1.1. Involucrados

- Personal operativo de planta de todos los departamentos

- Supervisores de departamentos
- Personal del departamento de desarrollo y planificación

4.1.1.2. Desarrollo

La capacitación consistió en la concientización de la utilidad e importancia del equipo de protección personal dentro de las actividades de producción para mantener el nivel de seguridad, confort y cero accidentes dentro de la empresa, por negligencia o por falta de conocimiento de su utilización. De igual forma, se procedió con la presentación física de los distintos dispositivos de seguridad personal como los protectores auditivos, lentes de protección visual, protección nasal y bucal; se hizo énfasis en la manera de utilizar dichos dispositivos de manera correcta y los daños que estos impiden. Esta reunión se realizó una hora antes del fin de las labores en la sala de capacitación que la empresa ha asignado para tal efecto.

4.1.1.3. Contenido

- Importancia del uso de equipo de protección personal
 - Efectos negativos en la salud
 - Efectos en la producción
 - Código de trabajo
- Ruido
 - Causantes del ruido
 - Sordera por exposiciones prolongadas al ruido
 - Protección personal auditiva
 - Tipo Fono

- Premoldeados
 - Modo de uso
- Gases
 - Solventes utilizados dentro de la empresa
 - Efectos nocivos en la salud debido a la exposición prolongada
 - Protectores bucales y nasales
 - Modo de uso
- Protectores visuales
 - Ceguera a consecuencia de golpes y/o heridas
 - Lentes de protección personal
 - Modo de uso

4.1.2. Capacitación sobre la utilización y mantenimiento de máquinas planas y de poste

Se detectó la necesidad de fortalecer los conocimientos en cuanto a la utilización y el mantenimiento que las máquinas de coser planas requieren.

4.1.2.1. Involucrados

- Aquí se incluye solamente el personal de taller de mantenimiento

4.1.2.2. Desarrollo

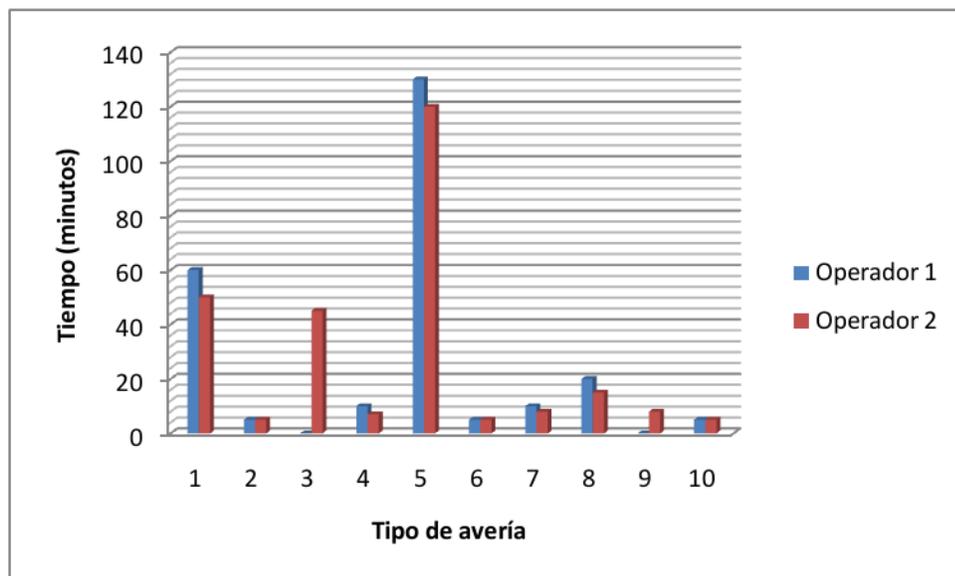
La necesidad de capacitar surge de la necesidad de ampliar los conocimientos del colaborador encargado del mantenimiento de la maquinaria y equipo. Durante la fase de desarrollo del proyecto se llevó a cabo un registro

de tiempos de reparación, de las 2 personas encargadas del taller en situaciones similares de diagnóstico y reparación de averías. En la figura 56 se muestran los resultados obtenidos.

Con base en los resultados es necesario aumentar los conocimientos y capacidades del operador No. 1, ya que los tiempos de diagnóstico y reparación son mayores, por lo que el objetivo es disminuirlo con el aumento del conocimiento en cuanto al mantenimiento de máquina de coser plana y de poste.

El desarrollo del mismo se llevó a cabo en el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) los días sábados de 13:00 a 17:00 del día 3/8/2011 al 22/10/2011.

Figura 56. **Comparación de tiempos de diagnóstico y reparación**



Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Diseño de sistema de evaluación para personal de costurería

Con el fin de evaluar el desempeño del personal a cargo de las operaciones de costurería se propuso un sistema de evaluación y a su vez de adiestramiento y toma de decisión para el reclutamiento de nuevo personal.

4.1.3.1. Involucrados

Todo el personal que está involucrado con las maquinas de coser, tanto como personal activo como de reciente contratación.

4.1.3.2. Desarrollo

Debido a que la empresa crea nuevos puestos de trabajo, existe la necesidad de evaluar y aumentar el adiestramiento del personal de costureria que posee un puesto crítico dentro de la empresa como la costura del calzado.

4.1.3.3. Contenido

El objetivo de la prueba es evaluar y aumentar la competencia del personal de costureria y como herramienta para la toma de decisión respecto de la contratación de nuevo personal de costureria. El desarrollo de la prueba se muestra en el anexo 1.

CONCLUSIONES

1. Se logró establecer los tiempos estándar de producción para cada una de las operaciones de las líneas de corte, avíos, preparado/aparado y montado, mediante la identificación y propuesta de mejoras para los factores que afectan a las operaciones como la iluminación, ventilación, calificación de la actuación y ritmo de trabajo, logrando así la estandarización de procesos y mejor planeación de la producción.
2. Se crearon los diagramas de precedencias y diagramas de operaciones para cada una de las líneas de producción; se optimizaron e implementaron definiendo las operaciones a realizar en cada estación de trabajo por línea, logrando aumentar la producción de 46 a 66 pares/hora para la línea de corte, de 44 a 61 pares/hora para la línea de avíos, de 47 a 55 pares/hora para la línea de preparado/aparado y de 48 a 57 pares/hora para la línea de montado.
3. Se identificó el Pareto de las averías más recurrentes en la maquinaria y equipo de producción, obteniendo que el 20% de las averías que generan el 80% de los paros inesperados de producción, está integrado en un 46% por la obstrucción de bobina en la máquina de coser, un 10% en el prensatela gastado y vencido; el 7% *HookASM* golpeado y en menor grado por daños en el *clucth* y rotura del tirahilo en las máquinas de coser. Asimismo, se proponen las acciones preventivas para lograr reducir el tiempo de ocio.

4. Se desarrolló un plan de contingencia ante un desastre natural de lluvia de ceniza volcánica, definiendo los recursos necesarios para que la empresa tenga el potencial de responder de mejor manera ante tal siniestro, para proteger y minimizar los daños al recurso humano y estructural, indicando las acciones a tomar antes, durante y después del siniestro.

5. Se completó la fase de enseñanza y aprendizaje, participando en la capacitación de equipo de protección personal para la industria del calzado; la propuesta para la evaluación y adiestramiento del personal actual y nuevo de costurería; se identificó la necesidad de capacitación para el personal de mantenimiento en la rama de máquinas de coser planas y de poste, reforzándola con la capacitación llevada a cabo en el INTECAP.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la gerencia de producción de INGUASA tomar en cuenta las herramientas utilizadas en este proyecto para mejorar la producción, ya que con ello se obtendrán mejoras considerables en los procesos
2. Se da fe de la veracidad de los tiempos de producción indicados, pudiéndolos utilizar para futuras referencias y cumplir con tiempos de entrega planeados y evitar atraso en entregas previamente programadas.
3. El análisis de averías fue realizado con base en las fallas presentadas durante la producción de los modelos Prewalking 82485, 82486, 82487 y 82488; sin embargo el método utilizado se puede aplicar a cualquier modelo, utilizando las herramientas presentadas en el análisis.
4. Se recomienda a INGUASA aumentar el área destinada a la ventilación de la nave industrial de los 64.353 mts² actuales a 102.35 mts² recomendados para la correcta renovación del volumen de aire interior. Asimismo es necesario aumentar el número de lámparas de 8 a 12 en la línea de montado, ya que dado el trabajo realizado en la misma, es necesaria la correcta iluminación para garantizar que el recurso humano cuenta con las condiciones necesarias para la ejecución de la tarea asignada.
5. Es necesaria la constante capacitación del personal encargado del mantenimiento de la maquinaria utilizada, para la mejora continua en el mantenimiento de equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Diccionario náutico*. [en línea]. <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070319102312AAy7CRO>. [Consulta: 7 mayo del 2011]
2. *Equipo de seguridad industrial*. [en línea]. <http://www.equipodeseguridadindustrial.com>. [Consulta: 7 mayo del 2011]
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 451 p.
4. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, I.J. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. 2a ed. Madrid: FC Editorial, 2003. 176 p.
5. Illuminating Engineering Society. *Lighting handbook: the standard lighting guide*. John E. Kaufman. New York: IES, 1972. 545 p.
6. NIEBEL FREIVARDS, Benjamin Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 215 p.
7. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. 2a ed. Guatemala: Palacios, 2007. 124 p.

8. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 3a ed. Guatemala: Palacios, 2008. 98 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ejercicio 1 y 2

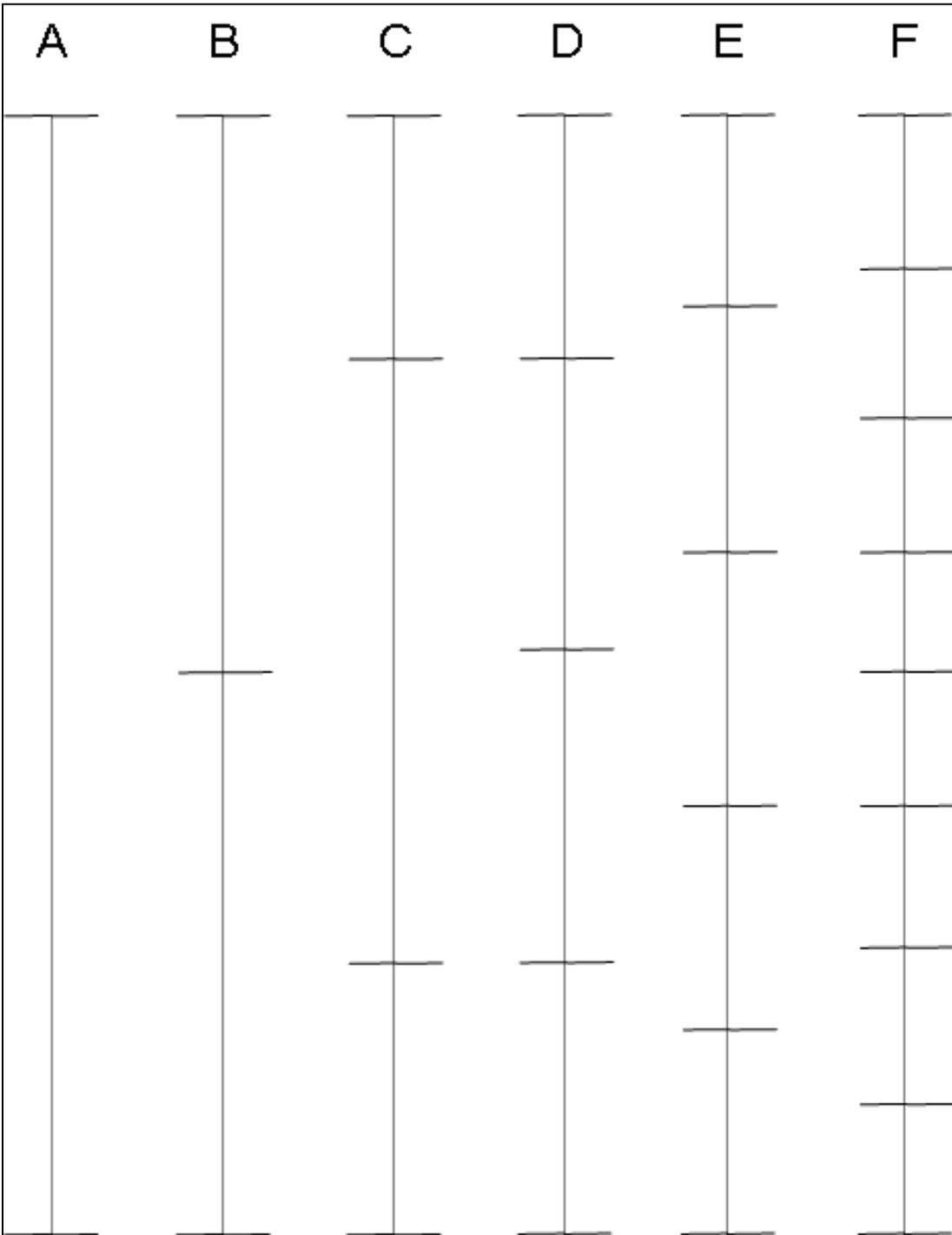
Método:

- Levante y posicione el retazo debajo del prensatela
- Coser encima de la línea marcada en el retazo (cualquier línea)
- Posicione para la siguiente línea

Objetivo

Metas	A	B	C	D	E	F
Tiempo por línea	6 seg	7 seg	8 seg	9 seg	10 seg	12 seg
Máx. error	4	4	4	4	4	4

Ilustración 1. **Ejercicio 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. **Ejercicio 3**

Método:

- Levantar y posicionar el retazo debajo del prensatela para coser línea
- Coser a longitud de la línea sin parar
- Parar y reposicionar en la parte de arriba de la línea 1 cosa 15" sin parar
- Parar y reposicionar para coser línea 3 cosa 15" sin parar
- Repetir todos los pasos hasta que las 10 líneas estén completas.

Metas

Número de fallas por línea: 4

Tiempo para 10 líneas: 1 minuto con 34 segundos

Ilustración 2. **Ejercicio 3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. **Ejercicio 4**

Método:

- Levantar y posicionar el retazo debajo del prensatela para coser la línea 1 fila 1.
- Coser hasta el final de la fila 1 sin parar, pare y reposicione para coser línea 1 fila 2, coser hasta el final de fila 2 sin parar.
- Pare y reposicionar para coser línea 1 fila 3, coser hasta el final de la fila 3 sin parar, repita el método hasta completar líneas 1-10.

Metas

Número de fallas por línea: 4

Tiempo para 10 líneas: 1 minuto con 34 segundos

Ilustración 3. **Ejercicio 4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
											F i l a 1
											F i l a 2
											F i l a 3

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4. **Ejercicio 5**

Método:

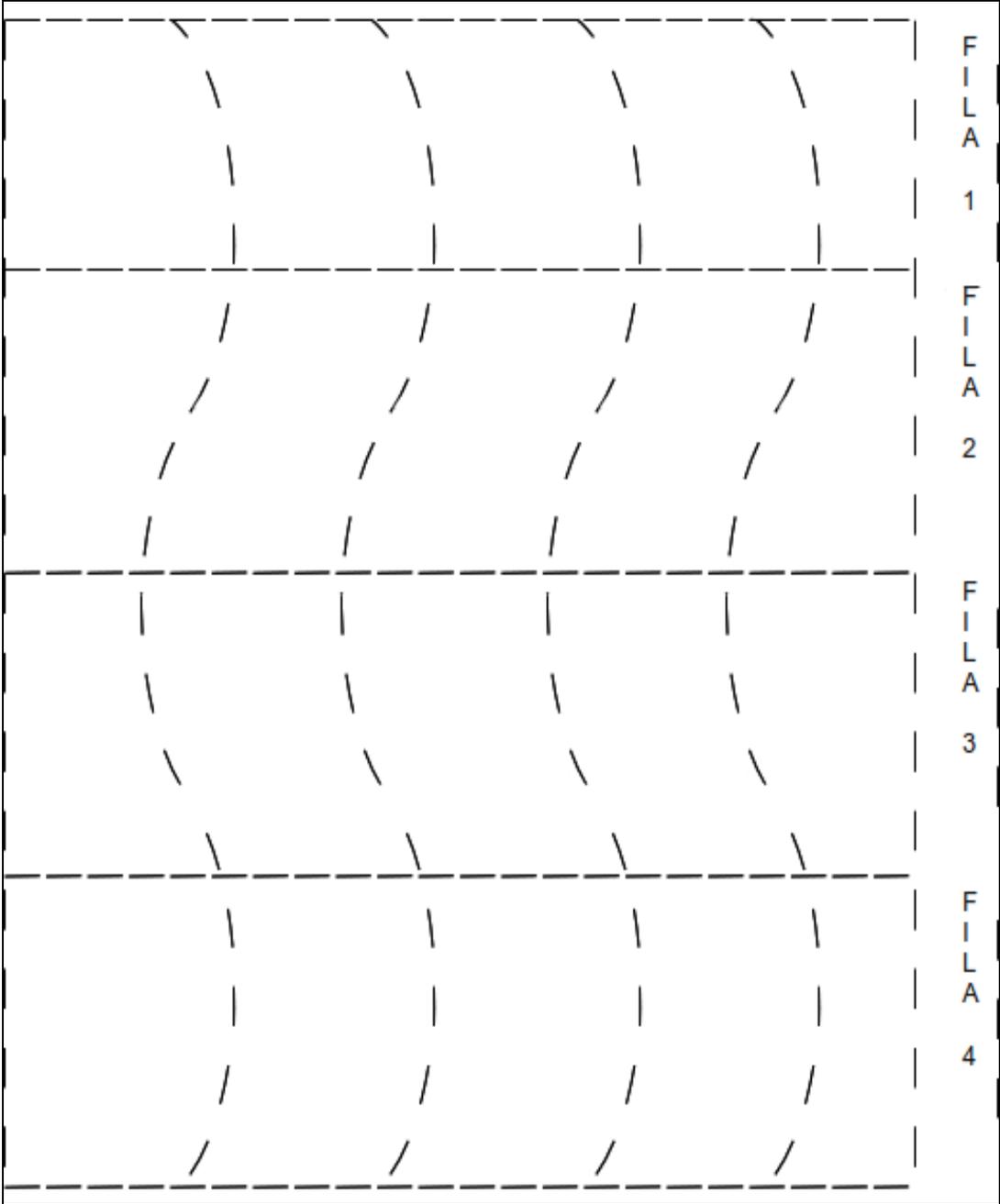
- Levantar y posicionar el retaso debajo del prensatela para coser línea 1 fila 1.
- Coser hasta el final de la fila sin parar.
- Parar y reposicionar para coser línea 1 fila 2.
- Coser hasta el final de fila 2 sin parar.
- Parar y reposicionar para coser línea 1 fila 3.
- Coser hasta el final de fila 3 sin parar.
- Parar y reposicionar para coser línea 1 fila 4.
- Parar hasta el final de fila 4.
- Parar y reposicionar en la parte superior de la línea 2 fila 2.
- Continuar con las líneas 2-4 usando el mismo método

Metas

Número de fallas por línea: 4

Tiempo total: 45 segundos

Ilustración 4. **Ejercicio 5**



Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. **Ejercicio 6**

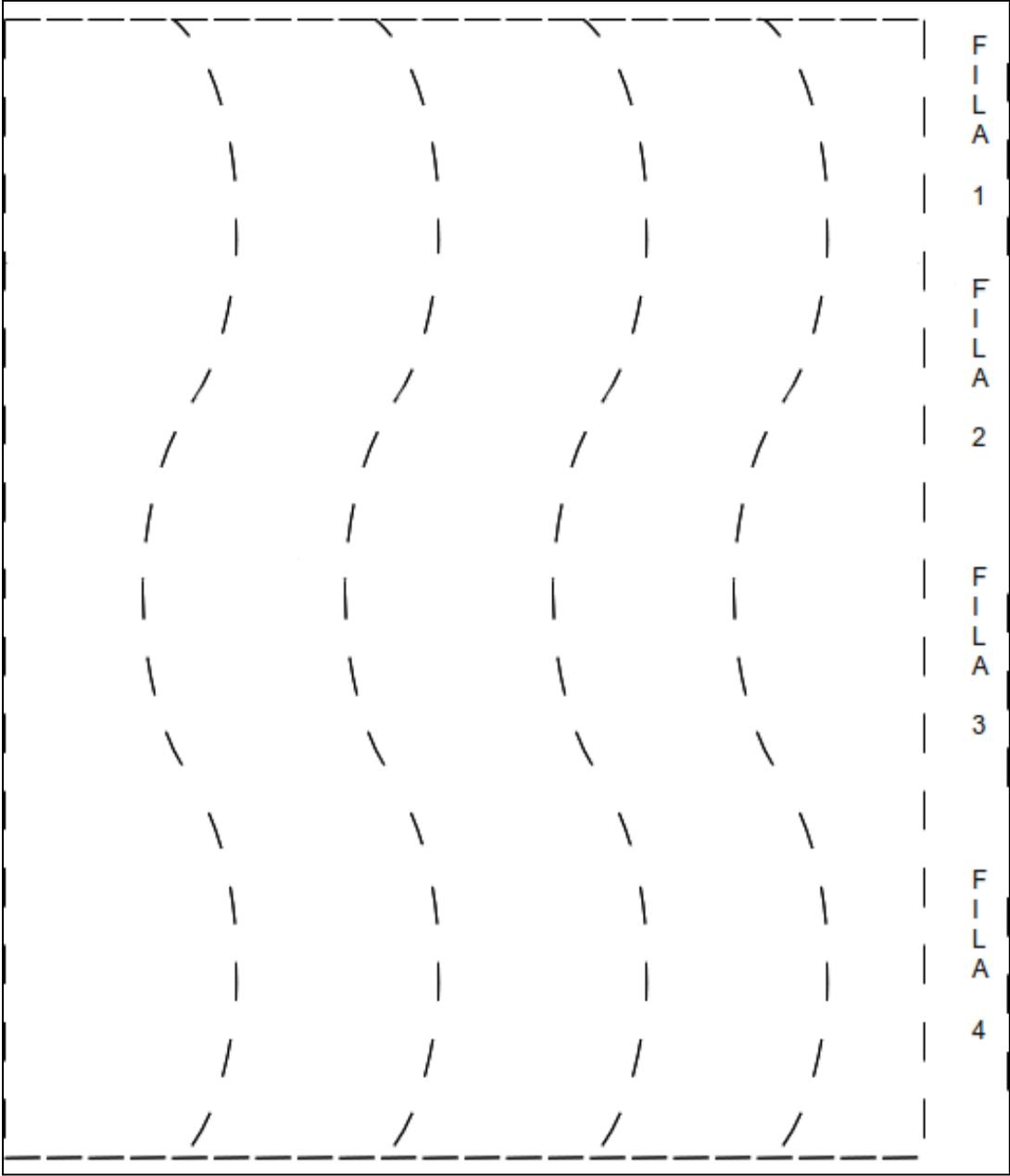
Método:

- Levantar y posicionar el retazo debajo del prensatela para coser línea 1.
- Coser línea 1 sin parar.
- Parar y reposicionar para coser línea 2.
- Coser línea 2 sin parar.
- Continuar con las líneas 3 y 4 usando el mismo método.

Metas

Número de fallas por línea:	4
Tiempo para 10 líneas:	27 segundos

Ilustración 5. **Ejercicio 6**



Fuente: elaboración propia.

Anexo 6. **Ejercicio 7**

Método:

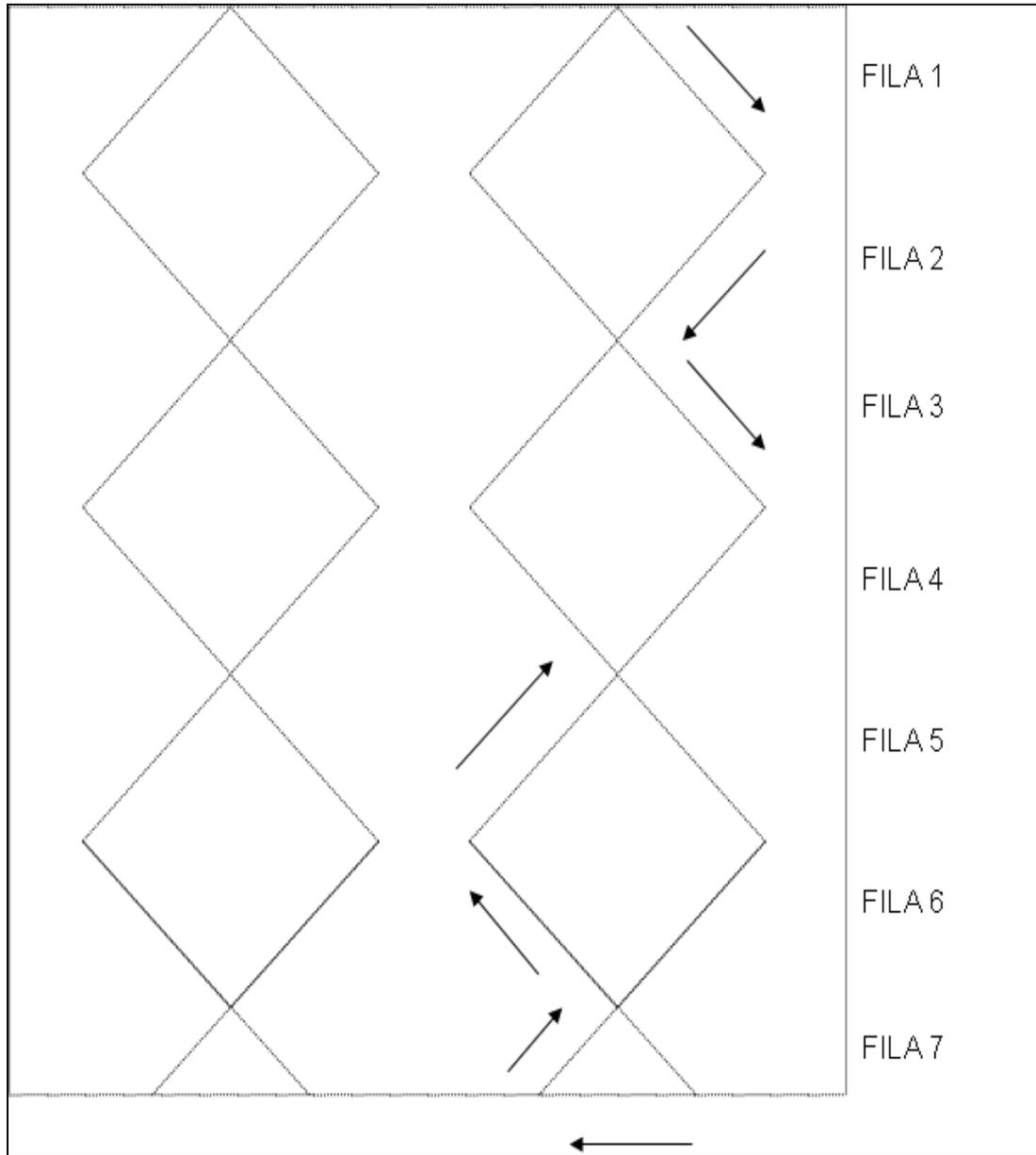
- Levantar y posicionar el retazo debajo del prensatela para coser línea 1, fila 1.
- Coser línea 1 fila 1, sin parar.
- Parar y reposicionar para coser línea 1, fila 2
- Coser línea 1 fila 2, sin parar
- Parar y reposicionar para coser línea 1, fila 3
- Coser línea 1, fila 3, sin parar.
- Continuar cosiendo línea 1-4 usando el mismo método.

Metas

Número de fallas por línea: 4

Tiempo para 10 líneas: 1 minuto con 12 segundos

Ilustración 6. **Ejercicio 7**



Fuente: elaboración propia.