



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CEPESA”**

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de Control

AUTOR: Diego Andrés Domínguez Castro

TUTOR: Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega

Ambato – Ecuador

Enero 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CEPESA”, elaborado por el señor Diego Andrés Domínguez Castro, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Enero, 2020

Tutor,

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is cursive and appears to read 'Franklin Geovanny Tigre Ortega Mg.' Below the signature is a horizontal line.

Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega Mg.

AUTORÍA

El presente proyecto de investigación titulado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CEPESA”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Enero, 2020



Diego Andrés Domínguez Castro

C.C: 1804957114

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes calificadores, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CEPESA”, presentado por el señor Juan Camilo Escobar Naranjo, de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



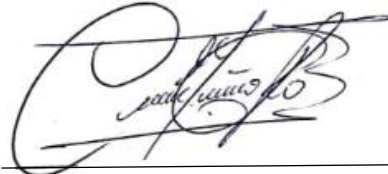
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Jéssica López

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Christian Mariño

DOCENTE CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato Enero, 2020



Diego Andrés Domínguez Castro

C.C: 1804957114

DEDICATORIA

Principalmente a DIOS, ya que él me ha guiado de manera correcta durante todo este trayecto brindándome sabiduría, paciencia, tranquilidad y sobre todo salud.

A mis padres que ha realizado todo el esfuerzo para que este sueño se haya hecho realidad y su apoyo incondicional durante toda esta etapa, dándome ánimos para seguir adelante con sus palabras de aliento y motivación de no rendirme jamás

Diego Andrés Domínguez Castro

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber llenado de bendiciones a mí y a mi familia, además de haberme permitido conseguir este logro tan importante en mi vida, guiándome siempre por el camino del bien.

A mis padres y hermanos quienes siempre me llenaron de amor y comprensión, y a cada una de sus palabras de aliento en los momentos más difíciles que ayudaron a que jamás me rinda durante este camino.

A mi tutor el Ing. Franklin Tigre, por haber sido una persona fundamental en este proyecto y en toda mi carrera universitaria, ya que me ha compartido sus conocimientos y me guiado de excelente manera brindándome siempre su apoyo incondicional.

A los integrantes de la empresa CEPESA, por haber dado la confianza y permitirme realizar el proyecto con tranquilidad y normalidad.

Diego Andrés Domínguez Castro

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
PÁGINAS PRELIMINARES APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ABSTRACT.....	xxi
B. CONTENIDOS	1
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General:.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos:.....	3
CAPÍTULO II	4
METODOLOGÍA	4
2.1 Materiales.....	4
2.1.1 Modelo de entrevista	4
2.1.2 Tabla de registro de tiempos	4
2.2 Métodos.....	4
2.2.1 Etapa 1. Selección del trabajo a estudiar.....	5
2.2.1.1 Metodología ABC	5

2.2.2 Etapa 2.- Registrar por observación directa el proceso utilizando técnicas adecuadas.	6
2.2.2.1 Diagrama de operaciones	6
2.2.2.2 Cursograma analítico	7
2.2.2.3 Diagrama de recorrido.....	9
2.2.2.4 Diagrama de actividades múltiples	10
2.2.3 Etapa 3.- Cálculo de tiempo estándar de las operaciones	11
Tamaño de la muestra	11
Cronometraje de elementos.....	13
Factor de valoración.....	13
Tiempo básico	14
Suplementos	15
Tiempo estándar	17
CAPÍTULO III	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1 Análisis y discusión de resultados	18
3.1.1 Etapa 1: Selección del trabajo o proceso a estudiar	18
3.1.2 Etapa 2.- Registrar por observación directa el proceso utilizando técnicas adecuadas.	21
3.1.2.1 Macro Proceso de la fabricación de asiento Avanti 01	22
3.1.2.2 Descripción general del proceso de producción.....	23
Área de maquinado	23
Área de ensamblaje parcial y total	24
Área de acabados.....	25
3.1.2.3 Diagramas de recorrido	28
Área de maquinado	28
Área de ensamblaje parcial	31

Área de ensamblaje total	35
Área acabados	36
3.1.3 Etapa 3.- Cálculo de tiempo estándar de las operaciones	40
3.1.3.1 Área maquinado	40
Diagramas de los componentes	40
Estudio de tiempos	54
3.1.3.2 Área de ensamble parcial	58
Diagramas de estructura parcial	59
Estudio de tiempos	68
3.1.3.3 Área de ensamblaje total	71
Diagramas de estructura total.....	72
Estudio de tiempos	74
Diagrama de asiento doble final.....	78
Estudio de tiempos	87
3.1.4 Cálculo de la eficiencia de la mano de obra actual	93
Maquinado	93
Ensamblaje parcial	95
Ensamblaje total	99
Resumen de eficiencia, retraso de balanceo y tiempo muerto actual.....	102
3.2 Propuesta de mejora	104
Ensamblaje parcial	104
Ensamble total.....	112
Acabados	117
Resumen de la eficiencia de mano de obra, retraso de balanceo y tiempo muerto propuesto	120
CAPÍTULO IV	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125

4.1 Conclusiones	125
4.2 Recomendaciones.....	126
MATERIALES DE REFERENCIA	128
Referencias Bibliográficas	128
Anexos	130
Anexo 1: Modelo de entrevista	130
Anexo 2: Tabla de registro de tiempos	132
Anexo 3: Layout actual de la empresa	133
Anexo 4: Diagrama de recorrido actual	134
Anexo 5: Estudio de tiempos	142
Área maquinado	142
Área ensamblaje parcial	154
Área ensamblaje total.....	164
Área acabados	165
Anexo 6: Diagrama de actividades múltiples actual del Área de Acabados.....	171
Anexo 7: Layout propuesto.....	172
Anexo 8: Diagrama de recorrido propuesto.....	173
Anexo 9: Diagrama de actividades múltiples propuesto.....	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Simbología para el cursograma analítico según la norma ANSI.....	8
Tabla 2: Observaciones recomendadas según la General Electric.....	12
Tabla 3: Esquema general del formato de tiempos.....	12
Tabla 4: Valoración del ritmo de trabajo.....	14
Tabla 5: Suplementos por descanso de la OIT.....	16
Tabla 6: Productos que ofrece la empresa.....	18
Tabla 7: Datos históricos de ventas de asientos tipo estándar tipo Interprovincial .	19
Tabla 8: Aplicación del método ABC.....	20
Tabla 9: Diagrama de operaciones de la estructura base de cojín.....	40
Tabla 10: Cursograma analítico de la fabricación de la estructura base de cojín.....	41
Tabla 11: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de estructura base de cojín.....	41
Tabla 12: Diagrama de operaciones de la fabricación de la estructura base de espaldar.....	42
Tabla 13: Cursograma analítico de la fabricación de la estructura base de espaldar	43
Tabla 14: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de la estructura base de espaldar.....	43
Tabla 15: Diagrama de operaciones de la fabricación de jotas para base.....	44
Tabla 16: Cursograma analítico de la fabricación de jotas para base.....	45
Tabla 17: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de jotas para base.....	45
Tabla 18: Diagrama de operaciones de la fabricación de comas para base.....	46
Tabla 19: Cursograma analítico de la fabricación de comas para base.....	47
Tabla 20: Descripción de elementos de actividad para la fabricación de comas para base.....	47
Tabla 21: Diagrama de operaciones de la fabricación de tubo L.....	48
Tabla 22: Cursograma analítico de la fabricación de tubo L.....	49
Tabla 23: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de tubo L.....	49
Tabla 24: Diagrama de operaciones de la fabricación de jota para codera.....	50
Tabla 25: Cursograma analítico de la fabricación de jota para codera.....	51
Tabla 26: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de jota para codera.....	51

Tabla 27: Diagrama de operaciones de la fabricación de travesaños	52
Tabla 28: Cursograma analítico de la fabricación de travesaños.....	53
Tabla 29: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de travesaños ..	53
Tabla 30: Número de observaciones para cada elemento de actividad de la fabricación estructura base de cojín	54
Tabla 31: Resumen de número de observaciones adicionales para cada actividad ..	55
Tabla 32: Valoración del ritmo de trabajo de la fabricación de estructura base de cojín	55
Tabla 33: Suplementos para la fabricación de estructura base de cojín.....	56
Tabla 34: Estudio de tiempos de la fabricación de estructura base de cojín.....	56
Tabla 35: Resumen de tiempos de la fabricación de estructura base de cojín.....	57
Tabla 36: Resumen de tiempos de las actividades del área maquinado.....	57
Tabla 37: Diagrama de operaciones de la estructura de base	59
Tabla 38: Diagrama de operaciones de la estructura parcial de asiento doble	60
Tabla 39: Cursograma analítico de la fabricación de estructura parcial	61
Tabla 40: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de bisagras	64
Tabla 41: Descripción de elementos de actividad del ensamble de tubo y bisagras.	65
Tabla 42: Descripción de elementos de actividad del ensamble del costado 1	65
Tabla 43: Descripción de elementos de actividad del ensamble del costado 2	65
Tabla 44: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos para estructura de base	66
Tabla 45: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos en espaldar	66
Tabla 46: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos en cojín	66
Tabla 47: Descripción de elementos de actividad de la preparación de pata metálica	67
Tabla 48: Descripción de elementos de actividad de la preparación de apoyapiés .	67
Tabla 49: Descripción de elementos de actividad del ensamble parcial de la estructura	67
Tabla 50: Promedio de muestras preliminares de actividades del área de ensamblaje parcial.....	68

Tabla 51: Valoración del ritmo de trabajo del ensamble de elementos en la estructura base de cojín.....	69
Tabla 52: Suplementos para el ensamble de elementos en la estructura base de cojín	69
Tabla 53: Estudio de tiempos del ensamble de elementos en estructura base de cojín	70
Tabla 54: Resumen de tiempos del ensamble de elementos en estructura base de cojín	70
Tabla 55: Resumen de tiempos de las actividades del área de ensamblaje parcial...	71
Tabla 56: Diagrama de operaciones de la estructura final de asiento doble	72
Tabla 57: Cursograma analítico de la estructura final	73
Tabla 58: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos para placas.....	74
Tabla 59: Descripción de elementos de actividad del ensamble final de asiento doble	74
Tabla 60: Promedio de muestras preliminares de actividades de la segunda parte de ensamble.....	75
Tabla 61: Valoración del ritmo de trabajo del ensamble de elementos para placa...	75
Tabla 62: Suplementos para el ensamble de elementos para placa.....	76
Tabla 63: Estudio de tiempos del ensamble de elementos para placa	76
Tabla 64: Resumen de tiempos del ensamble de elementos para placa.....	77
Tabla 65: Resumen de tiempos de las actividades del área de ensamblaje total	77
Tabla 66: Diagrama de operaciones del asiento doble terminado	78
Tabla 67: Cursograma analítico de la fabricación del asiento doble terminado	81
Tabla 68: Descripción de elementos de actividad de la preparación de cinturón de seguridad	85
Tabla 69: Descripción de elementos de actividad de la preparación de pulsantes ...	85
Tabla 70: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa posterior 1	85
Tabla 71: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa lateral 1	86
Tabla 72: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa lateral 2	86

Tabla 73: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa posterior 2.....	86
Tabla 74: Descripción de elementos de actividad de la colocación de accesorios finales	87
Tabla 75: Promedio de muestras preliminares de actividades del área de acabados	88
Tabla 76: Valoración del ritmo de trabajo de la colocación de accesorios finales ...	89
Tabla 77: Suplementos para la colocación de accesorios finales.....	89
Tabla 78: Estudio de tiempos de la colocación de accesorios finales.....	90
Tabla 79: Resumen de tiempos de la colocación de accesorios finales	91
Tabla 80: Resumen de tiempos de las actividades del área de acabados	92
Tabla 81: Resumen de tiempos por área	92
Tabla 82: Distribución de actividades por componente en estaciones de trabajo.....	93
Tabla 83: Eficiencia por componente del área de maquinado	95
Tabla 84: Actividades para el diagrama de precedencia del área de ensamblaje parcial	96
Tabla 85: Tiempo de ciclo por estación	98
Tabla 86: Actividades para el diagrama de precedencia del área de ensamblaje total	99
Tabla 87: Tiempo de ciclo por estación	99
Tabla 88: Tiempos productivos e improductivos de los trabajadores.....	101
Tabla 89: Resumen de eficiencia, retardo de balance y tiempo muerto actual por área	102
Tabla 90: Tiempos de ciclo actual por área	103
Tabla 91: Priorización de actividades según precedencia.....	105
Tabla 92: Distribución de actividades para cada estación	106
Tabla 93: Materiales y herramientas por estación	109
Tabla 94: Cursograma analítico propuesto de la fabricación de estructura parcial	110
Tabla 95: Descripción de operaciones de la colocación de placas y resortes	114
Tabla 96: Estudio de tiempos de la colocación de placas y resortes.....	114
Tabla 97: Costos de implementación de una estación en paralelo.....	116
Tabla 98: Cursograma analítico propuesto de ensamble final de estructura.....	117
Tabla 99: Tiempos productivos e improductivos propuesto de los trabajadores....	118
Tabla 100: Tiempos de ciclo propuesto por área	119

Tabla 101: Resumen de eficiencias actuales y propuestas por área.....	120
Tabla 102: Resumen de retraso de balanceo actual y propuesto por área.....	121
Tabla 103: Resumen de tiempo muerto actual y propuesto por área	121
Tabla 104: Distribución de actividades actual por estación del área maquinado ...	122
Tabla 105: Distribución de actividades propuesto por estación del área maquinado	123
Tabla 106: Formato para registro de tiempos	132
Tabla 107: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación estructura base de espaldar	142
Tabla 108: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de estructura base de espaldar.....	142
Tabla 109: Estudio de tiempos de la fabricación de estructura base de espaldar ...	143
Tabla 110: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de jotas para base.....	144
Tabla 111: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de jotas para base.....	144
Tabla 112: Estudio de tiempos de la fabricación de jotas para base.....	145
Tabla 113: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de comas para base	146
Tabla 114: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de comas para base.....	146
Tabla 115: Estudio de tiempos de la fabricación de comas para base	147
Tabla 116: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de tubo en L.....	148
Tabla 117: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de tubo en L	148
Tabla 118: Estudio de tiempos de la fabricación de tubo en L	149
Tabla 119: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de jota para codera.....	150
Tabla 120: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de jota para codera	150
Tabla 121: Estudio de tiempos de la fabricación de jota para codera.....	151

Tabla 122: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de travesaño.....	152
Tabla 123: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de travesaño	152
Tabla 124: Estudio de tiempos de la fabricación de travesaño	153
Tabla 125: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de bisagras	154
Tabla 126: Estudio de tiempos de la fabricación de bisagras	154
Tabla 127: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de tubo redondo	155
Tabla 128: Estudio de tiempos de la fabricación de tubo redondo	155
Tabla 129: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de costado	1156
Tabla 130: Estudio de tiempos del ensamble de costado 1	156
Tabla 131: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de costado	2157
Tabla 132: Estudio de tiempos del ensamble de costado 1	157
Tabla 133: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble para estructura de base.....	158
Tabla 134: Estudio de tiempos del ensamble para estructura de base	158
Tabla 135: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de elementos en espaldar	159
Tabla 136: Estudio de tiempos del ensamble de elementos en espaldar.....	159
Tabla 137: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de elementos en cojín.....	160
Tabla 138: Estudio de tiempos del ensamble de elementos en cojín	160
Tabla 139: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación de pata metálica	161
Tabla 140: Estudio de tiempos de la preparación de pata metálica	161
Tabla 141: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de apoyapiés	162
Tabla 142: Estudio de tiempos de la fabricación de apoyapiés	162
Tabla 143: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble parcial de estructura.....	163
Tabla 144: Estudio de tiempos del ensamble parcial de estructura	163

Tabla 145: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble total de estructura	164
Tabla 146: Estudio de tiempos del ensamble total de estructura	164
Tabla 147: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación tapa posterior costado 1.....	165
Tabla 148: Estudio de tiempos de la preparación tapa posterior costado 1	165
Tabla 149: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación y ensamble de tapa lateral y posterior.....	166
Tabla 150: Estudio de tiempos de la preparación y ensamble de tapa lateral y posterior	166
Tabla 151: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación tapa posterior costado 2.....	167
Tabla 152: Estudio de tiempos de la preparación tapa posterior costado 2	167
Tabla 153: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación tapa lateral costado 2.....	168
Tabla 154: Estudio de tiempos de la preparación tapa lateral costado 2	168
Tabla 155: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación de pulsantes	169
Tabla 156: Estudio de tiempos de la preparación de pulsantes	169
Tabla 157: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación de cinturones de seguridad	170
Tabla 158: Estudio de tiempos de la preparación de cinturones de seguridad	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura metodológica.....	4
Figura 2: Ejemplo de diagrama de operaciones.....	7
Figura 3: Ejemplo de cursograma analítico	9
Figura 4: Ejemplo de diagrama de recorrido	10
Figura 5: Ejemplo de diagrama de actividades múltiples.....	10
Figura 6: Gráfico ABC del asiento interprovincial tipo Estándar	20
Figura 7: Macro-proceso de fabricación de asientos Avanti 01	22
Figura 8: Componentes fabricados por área	27
Figura 9: Distribución de actividades actual en estaciones de trabajo del área de ensamblaje parcial.....	97
Figura 10: Distribución de actividades actual en estaciones de trabajo en área de ensamblaje total.....	99
Figura 11: Tiempo takt vs Tiempo de ciclo.....	104
Figura 12: Distribución de actividades en estaciones de trabajo propuesto	108
Figura 13: Tiempo takt vs tiempo de ciclo propuesto	120
Figura 14: Comportamiento general propuesto de las áreas según el tiempo takt .	124
Figura 15: Layout actual de la empresa	133
Figura 16: Diagrama de recorrido del área de maquinado.....	134
Figura 17: Diagrama de recorrido del área de maquinado - continuación.....	135
Figura 18: Diagrama de recorrido del área de ensamblaje parcial	136
Figura 19: Diagrama de recorrido del área de ensamblaje parcial – continuación.	137
Figura 20: Diagrama de recorrido del área de ensamblaje total	138
Figura 21: Diagrama de recorrido del área de acabados.....	139
Figura 22: Diagrama de recorrido del área de acabados - continuación.....	140
Figura 23: Diagrama de recorrido del área de acabados - continuación.....	141
Figura 24: Diagrama de actividades múltiples actual del área de acabados.....	171
Figura 25: Layout propuesto de la empresa.....	172
Figura 26: Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamblaje parcial.....	173
Figura 27: Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamblaje total	174
Figura 28: Diagrama de actividades múltiples propuesto del área de acabados.....	175

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio busca a través del estudio de tiempos y movimientos, la estandarización de los procesos productivos en la fabricación de asientos tipo estándar interprovinciales en la empresa CEPESA “Cepeda Estructuras y Asientos”, además de la identificación del cuello de botella que más genere retraso en el sistema, con el fin de proponer mejoras considerables en el proceso.

A través de visitas a la empresa en estudio, se realiza la elección del producto y modelo con mayor demanda mediante la metodología ABC, con el fin de analizar el proceso productivo del modelo más vendido en la empresa. El diagrama de operación y recorrido, cursograma analítico, entre otros, fueron algunas de las principales herramientas utilizadas en el estudio del proceso de las diferentes áreas involucradas.

Asimismo, con la ayuda del estudio de tiempos se define las actividades de cada área y los elementos que componen cada una de ellas, además de la maquinaria, herramientas y materiales necesarios para cada actividad del modelo elegido para la investigación, determinando la eficiencia actual por área, el cuello de botella del proceso y posibles oportunidades de mejora como la aplicación del balanceo de líneas y la creación de nuevos métodos de trabajo.

Con el estudio realizado, se definió el tiempo estándar para cada una de las actividades en la fabricación del asiento tipo interprovincial y se consiguió un comportamiento adecuado del tiempo, según la demanda que la empresa sufre, disminuyendo los tiempos en las áreas que sufren retrasos considerables como el ensamblaje total y acabados. Para la primera área en mención, anteriormente se obtenía una unidad cada 41,00 minutos, con el estudio propuesto se obtendría dos unidades cada 42,19 minutos. Asimismo, en el área de acabados se redujo el tiempo de fabricación para un lote de 20 unidades de 482,25 minutos a 401,61 minutos. De esta manera se mejoraría la eficiencia en mano de obra del 71,56% a 89,08% en líneas generales de proceso, disminuyendo así, tiempos muertos de operación.

Palabras clave: Tiempo, movimiento, proceso, eficiencia, retraso.

ABSTRACT

The present study seeks through the study of times and movements, the standardization of production processes in the manufacture of interprovincial standard type seats in the CEPESA company "Cepeda Estructuras y Asientos", in addition to the identification of the system bottleneck, with in order to propose considerable improvements in the process.

Through visits to the company under study, the choice of the product and model with the highest demand is made through the ABC methodology, in order to analyze the production process of the model considered star in the company. The operation and route diagram, analytical course, among others, were some of the main tools used in the study of the process of the different areas involved.

Likewise, with the help of the study of time, the activities of each area and the elements that make up each of them are defined, in addition to the machinery, tools and materials necessary for each activity of the model chosen for the investigation, determining the current efficiency by area, the bottleneck of the process and possible opportunities for improvement such as the application of line balancing and the creation of new working methods.

With the study carried out, the standard time for each of the activities in the manufacture of the interprovincial seat was defined and adequate time behavior was achieved, according to the demand that the company suffers, reducing the times in the areas that suffer considerable delays as the total assembly and finishes. For the first area mentioned, one unit was previously obtained every 41,00 minutes, with the proposed study two units would be obtained every 42,19 minutes. Likewise, in the area of finishes the manufacturing time for a batch of 20 units from 482,25 minutes to 401,61 minutes was reduced. This would improve labor efficiency from 71,56% to 89,08% in general process lines, thus decreasing downtime of operation.

Keywords: Time, movement, process, efficiency, delay.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Para el proceso investigativo acerca del tema propuesto se han encontrado tesis y artículos con características similares al presente estudio, los cuales se detallan a continuación:

El estudio de tiempos en la empresa metalmecánica Cuerpo Académico “Gestión de la Educación y Producción” consistió en la determinación del tiempo de producción de los productos realizados por la empresa, dónde se concluyó que dicho estudio permitió determinar nuevos métodos de trabajo y definir los tiempos estándar para sus operaciones, siendo ésta la base para una mejora de su producción estableciendo el tiempo de ciclo y la capacidad total de su proceso, mejorando así los tiempos de entrega a todos sus clientes [1].

Otro Estudio de tiempos y movimientos realizado en la empresa INDUCE para estandarizar el proceso productivo en el área de láminas prensadas, concluyó que con la determinación de nuevos métodos se logró la reducción y estandarización del tiempo en el método actual de trabajo, además de eliminar varios movimientos innecesarios evitando fatigas por parte del trabajador al realizar sus actividades y el ahorro en el uso de materiales y maquinaria [2].

En el artículo científico Análisis de métodos y tiempos: Empresa Textil STAND DEPORTIVO, se realizó un estudio de tiempos y métodos en el trabajo determinando que los espacios de cada uno de los trabajadores dentro de su área laboral no es el apropiado para el desarrollo normal de las actividades ya que dificultan el flujo de materiales en cada puesto de trabajo, además se determinaron que los tiempos de transporte empleados para el movimiento de materiales son demasiado elevados, lo cual retarda de cierto modo su producción, disminuyendo así la capacidad productiva del proceso [3].

En el estudio realizado en “Propuesta de mejoramiento de la productividad , en la línea de elaboración de armadores, a través de un estudio de tiempos del trabajo, en la empresa de productos plástico PARTIPLAST”, el autor definió los tiempos productivos e improductivos de las diferentes actividades que intervienen en el proceso, además determinó que el exceso de inventario en la línea de producción ocupa un 80,81% de espacio dentro del proceso, generando problemas en la circulación de los operarios y actividades de almacenamiento, estableciendo un nuevo método, el autor menciona que se tendrá un 100% de espacio disponible para el flujo en el proceso de producción [4].

En la empresa MILMA se desarrolló una investigación aplicando el estudio de métodos del proceso de producción de queso Cheddar para mejorar su productividad, donde se concluyó que al definir un plan de mejora en el proceso del producto en estudio se disminuyeron 3 operaciones, 2 transportes y 2 inspecciones mediante técnicas de eliminación, cambio, combinación, reorganización y simplificación, teniendo una reducción total de 45 a 38 actividades, las mismas que fueron distribuidas de manera equitativa para cuatro trabajadores. Además, con el estudio de métodos se incrementó el rendimiento de la prensadora en un 14% y del operario en un 13% utilizando técnicas como el diagrama hombre – máquina [5].

Un estudio desarrollado sobre estudio de tiempos y métodos en la línea de producción de calzado tipo “Clásico de dama” en la empresa de calzado CAPRICHOSA, el autor identificó el método actual con las diferentes actividades y personal que lo intervienen, determinando el cálculo del tiempo estándar y con la utilización de software de simulación, se logró realizar una comparación del método actual y del método propuesto, logrando la mejora de la productividad del proceso de producción mediante la disminución de los costos de fabricación [6].

En la tesis Estudio de proceso, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamblaje del modelo Golden en Carrocerías MEGABUS, se determinaron operaciones del personal de las diferentes áreas del proceso de ensamblaje, implementando nuevos métodos específicamente en la sección de estructuras 1, con el fin de reducir su tiempo de ensamblaje, mencionando también que si el tiempo de ensamble supera el tiempo establecido generarán ineficiencias en el trabajo y demoras continuas, entre otros factores laborales [7].

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

Mejorar el proceso de producción mediante el estudio de tiempos y movimientos de la empresa “CEPESA”.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Analizar el proceso productivo de la fabricación de asientos tipo estándar en la empresa mediante técnicas de observación.
- Desarrollar el estudio de tiempos y movimientos actuales en el proceso de producción de asientos tipo estándar mediante herramientas de estudio del trabajo.
- Plantear una propuesta de mejora en el proceso de producción del asiento tipo estándar.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Modelo de entrevista

El modelo de entrevista realizada por el investigador, mismo que se presenta en el anexo 1, sirvió para conocer de manera general el proceso de producción y la manera en que se desarrollan las actividades para el modelo en estudio y el tiempo estimado de cada área, datos que fueron facilitados por el Jefe de Producción de la empresa.

2.1.2 Tabla de registro de tiempos

El investigador consideró necesario elaborar una tabla que permita el registro de los tiempos por área de cada actividad del proceso de elaboración de asientos con los campos necesarios para el estudio correspondiente mostrado en el anexo 2.

2.2 Métodos

Para el presente estudio, se tomó como referencia la metodología propuesta por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que consta de tres etapas principales que permiten realizar el estudio de una manera ordenada y sistemática, misma que se presentan en la figura 1.

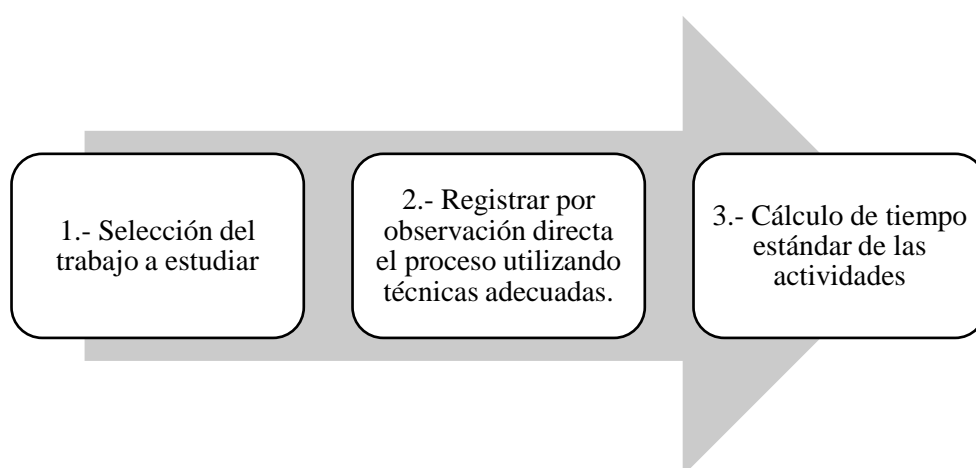


Figura 1: Estructura metodológica
Elaborado por: El investigador

2.2.1 Etapa 1. Selección del trabajo a estudiar

En esta etapa se realizó un estudio de los diferentes modelos que la empresa fabrica en su proceso de producción. Se empezó con la recolección de datos históricos de los modelos fabricados, esto es, la demanda que cada uno de ellos ha sufrido con respecto al último año en cantidad de pedidos por parte de sus diferentes clientes para identificar cuál de ellos es el más solicitado en su mercado y tomarlo como base para el estudio de tiempos y movimientos. Para la realización de dicha selección del modelo se aplicó la metodología ABC con el fin de categorizar cada uno de ellos [3].

2.2.1.1 Metodología ABC

La metodología permitió asignar ciertas prioridades entre los diferentes modelos que la empresa realiza, con la finalidad de determinar el más importante de todos estos y así enfocar de esa manera el análisis de la investigación, para lo cual se procedió a seguir los siguientes pasos:

Paso 1.- Se identificó los diferentes modelos que la empresa ofrece en el mercado, con sus respectivos datos históricos de ventas o cantidades pedidas en un cierto período de tiempo.

Paso 2.- Se ordenó dichos modelos de manera descendente, según los datos obtenidos anteriormente, según su importancia y en función de los beneficios que estos generen a la empresa.

Paso 3.- Se aplicó un Diagrama Pareto o diagrama 80-20. Para este diagrama, es necesario definir el porcentaje de participación de cada modelo con respecto al total de ventas o pedidos mediante la ecuación 1 [8].

$$\% \text{ de participación} = \frac{x_i}{\sum x_i} * 100 \quad (1)$$

Donde:

x_i = Cantidad de pedidos de cada modelo

Posteriormente se calculó el porcentaje acumulado y se categorizó los modelos que generan el 80% de beneficios a la empresa y así se determinó el modelo más rentable o solicitado en el mercado para la realización del estudio.

2.2.2 Etapa 2.- Registrar por observación directa el proceso utilizando técnicas adecuadas.

Una vez escogido el modelo que genera más beneficios, se realizó un layout de la empresa para mostrar el lugar en donde se realizan todas las actividades del proceso. Además, mediante observación directa y con ayuda del Jefe de Producción, se definió el proceso de manera general con la ayuda de un mapa de proceso. De la misma manera, se utilizó algunos diagramas como: Diagrama de operaciones y recorrido, cursograma analítico, diagrama de actividades múltiples, para cada área de la empresa que interviene en la fabricación del modelo en estudio [3].

2.2.2.1 Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones permitió representar las principales operaciones e inspecciones que se llevan a cabo dentro del proceso de producción mediante círculos y cuadrados respectivamente, además muestra de manera sistemática la secuencia del proceso y ensamble de los diferentes componentes requeridos para la fabricación de un asiento doble tipo estándar.

Los diagramas de operaciones también permitieron representar la introducción de las diversas materias primas indicadas en la parte superior sobre una línea horizontal.

Trazados los componentes dentro del diagrama, se unieron para representar la existencia de un ensamble entre ellos. Por lo general, el primero componente con que se inicia el ensamble se encuentra ubicado en el costado derecho del diagrama, el segundo se muestra a la izquierda de éste y así sucesivamente dependiendo del número de componentes que el diagrama necesite como lo muestra la figura 2 [9].

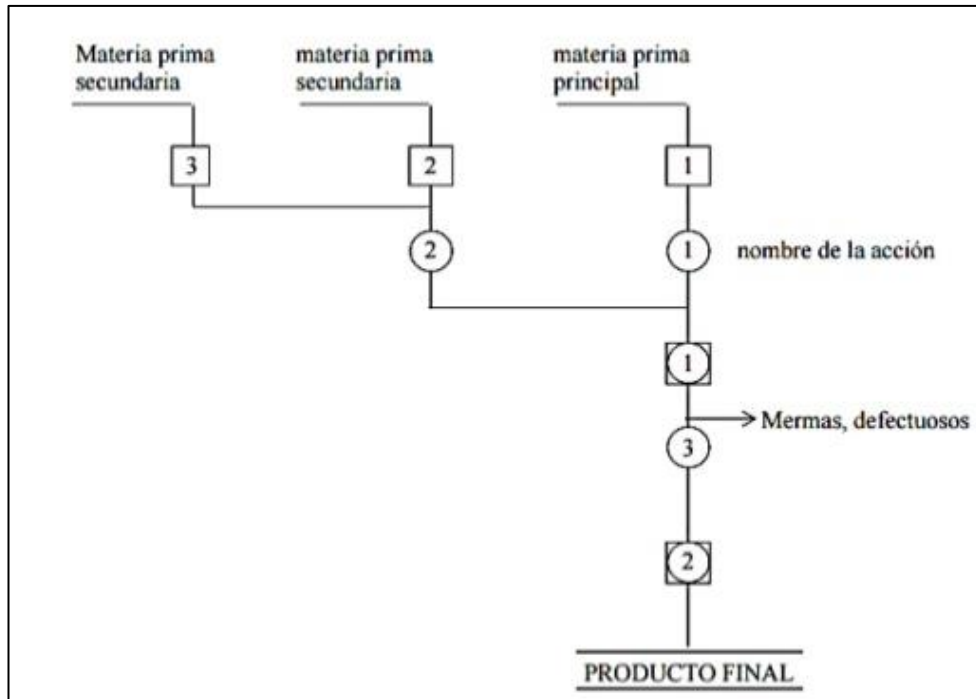


Figura 2: Ejemplo de diagrama de operaciones [10]

2.2.2.2 Cursograma analítico







El presente diagrama ayudó a registrar de manera escrita, forma ordenada y secuencial, las actividades que intervienen en un proceso, graficando el símbolo que corresponde a cada actividad. Así, esta herramienta nos mostró la sucesión de hechos en el orden que ocurren.

El cursograma analítico tiene tres bases para su realización, entre estas se tiene:

- **Cursograma analítico del trabajador:** Detalla lo que hace el trabajador para un proceso determinado.
- **Cursograma analítico del material:** Detalla que es lo que ocurre con el material empleado en el proceso
- **Cursograma analítico del equipo o máquina:** Detalla que hace un maquinaria o equipo.

En el presente estudio se utilizó el cursograma analítico basado en el material, para su representación se tomó en cuenta ciertos símbolos que especifican que tipo de actividad se está realizando y según la Norma ANSI, se tiene los siguientes símbolos más representativos mostrados en la tabla 1 [11].

Tabla 1: Simbología para el cursograma analítico según la norma ANSI

Símbolo	Denominación	Descripción
	Operación	Representa acciones de elaboración, modificación o incorporación de información.
	Transporte	Indica el flujo o traslado de un lugar a otro.
	Demora	Representa la demora entre dos operaciones o abandono momentáneo
	Inspección	Verifica la calidad y verificación en cierta parte del proceso.
	Almacenamiento	Representa el depósito de un objeto en un almacén bajo vigilancia.
	Conector	Unión de procedimientos en diferentes páginas

Elaborado por: El investigador

En la figura 3, se muestra un ejemplo de cursograma analítico con los símbolos explicados anteriormente, además de los diferentes campos que se deben tomar en cuenta al momento de su realización.

CURSOGRAMA ANALITICO DE PROCESO							
Diagrama N°							
Proceso:	Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
		Operación	○				
	Transporte	⇒					
Actividad:	Espera	D					
	Inspección	□					
Método: Actual/Propuesto	Almacenamiento	▽					
	Tiempo						
Realizado por:	Distancia						
	Descripción	Símbolo					Distancia
○		⇒	D	□	▽		
Almacén							
Emite Solicitud de Compras por duplicado	○						10 min.
Envía original a Compras		⇒				115	5 min.
Archiva el duplicado por fecha			D			5	3 min.
Compras							
Consulta el fichero de Proveedores				□			
Emite Pedido de Cotización por duplicado	○					2	10 min.
Archiva el duplicado del Pedido de Cotización y el original de la Solicitud de Compras por número de Solicitud					▽	2	12 min.
						3	5 min.
Total						127	45 min.

Figura 3: Ejemplo de cursograma analítico [11]

2.2.2.3 Diagrama de recorrido

Este diagrama se utilizó para registrar las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes con sus respectivos símbolos en el lugar de la empresa donde se realizan, los mismos que se utilizan en el cursograma analítico como representa el ejemplo de la figura 4. La ruta de estos movimientos se definió mediante líneas, y se enumeró cada símbolo utilizado en él de acuerdo al diagrama de proceso.

Dentro de este tipo de diagrama se encuentran dos tipos para su representación [12]:

- **Tipo hombre:** Se analiza los movimientos y actividades del operario.
- **Tipo material:** Se analiza los movimientos y transformaciones que sufre un material. El cual se utilizó para este estudio.

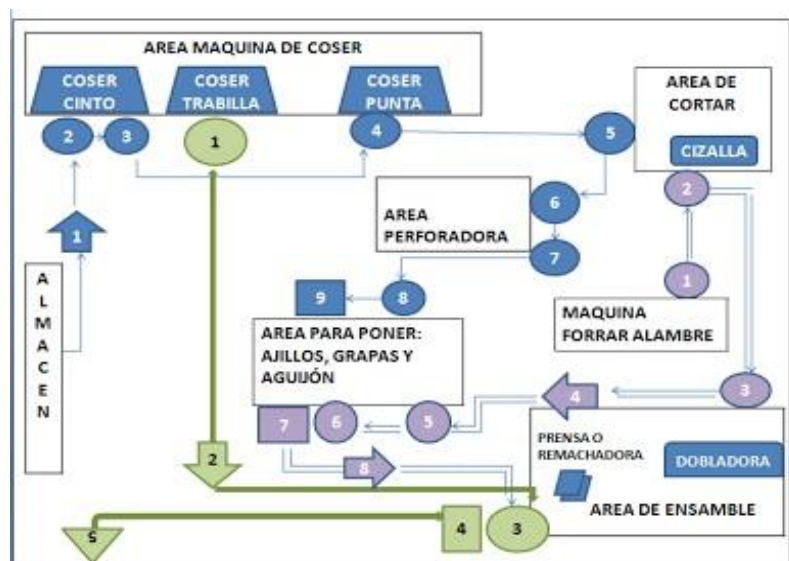


Figura 4: Ejemplo de diagrama de recorrido [13]

2.2.2.4 Diagrama de actividades múltiples

El diagrama de actividades múltiples permitió representar en un mismo gráfico las actividades que realiza una persona o cosa en relación con las de otra. En dicho diagrama intervinieron actividades de diversos operarios, mediante una escala definida con el fin de mostrar la relación de dichas actividades.

Con este diagrama se pretendió identificar en qué momento del proceso el operario o el material permanecen inactivos, buscando realizar una combinación de actividades con el fin de reducir tiempos improductivos, como se presenta en el ejemplo de la figura 5 [14].

Horas	Electricista y ayudante	Ajustador y ayudante	Montador	Obreros químicos
0	Quitar calentadores			
1	Reparaciones de taller	Soltar tapa	Fijar accesorios	
2		Quitar tapa		
3				Inspeccionar o ajustar catalizador
4		Colocar tapa		
5		Ajustar tapa	Quitar accesorios	
6	Colocar calentadores			

Figura 5: Ejemplo de diagrama de actividades múltiples [14]

2.2.3 Etapa 3.- Cálculo de tiempo estándar de las operaciones

Para empezar con el cálculo del tiempo estándar y con base a los datos obtenidos en la etapa anterior, en esta se procedió a determinar el tamaño de la muestra con el número de observaciones necesarias para un correcto estudio de tiempos [3].

Tamaño de la muestra

Para definir el tamaño de la muestra se utilizó dos metodologías, el criterio estadístico, aplicado para las áreas que trabajan con tiempos relativamente pequeños y con una variación mínima, y el criterio definido por la General Electric para tiempos más altos.

- **Método estadístico**

Este método ayudó a determinar el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento con un nivel de confianza y a un margen de exactitud predeterminados. El método recomienda efectuar un cierto número de observaciones preliminares (n'), que para esta ocasión serán de 5, con un nivel de confianza de 95,45 por ciento y margen de error de ± 5 por ciento mediante la fórmula 2 [15]:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (2)$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos determinar.

n' = Número de observaciones del estudio preliminar.

\sum = Sumatoria de valores.

x = Valor de las observaciones.

La fórmula anterior se aplicó para los diferentes elementos de actividad, el tamaño de la muestra varió según las observaciones para cada elemento. Es posible que se llegue a diferentes tamaños de muestra, es por eso que se tomó como base al resultado mayor.

- **Criterio de la General Electric**

Con esta herramienta se estableció el número de ciclos a cronometrar basado en el tiempo de ciclo expresado en minutos, estableciendo el tiempo promedio de cada operación, se fijó el número de observaciones a realizar según la tabla 2 [16].

Tabla 2: Observaciones recomendadas según la General Electric

Tiempo de ciclo (min)	Número recomendado de observaciones
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 o más	3

Definidas las observaciones necesarias para el estudio, se diseñó un esquema general del formato para la toma de tiempos donde se describen elementos, observaciones, duración de los elementos, suplementos, etc. Es por eso, que en la tabla 3 se muestra el esquema con los campos más representativos e importantes para la realización del estudio [17].

Tabla 3: Esquema general del formato de tiempos

Descripción del elemento	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE

Elaborado por: El investigador

Donde:

Total = Es el tiempo total empleado en la recolección de datos preliminares.

\bar{x} = Promedio de los tiempos tomadas para cada elemento.

V = Factor de valoración del observador.

TB = Tiempo Básico, es el valor del tiempo promedio de cada elemento multiplicado por el factor de valoración.

S = Suplementos.

Tiempo Estándar = Tiempo Estándar.

Cronometraje de elementos

La técnica de cronometraje que se aplicó fue la de vuelta a cero, donde los tiempos se toman directamente al finalizar el elemento en estudio y se procede a resetear o volver a cero al cronómetro, para así ponerlo en marcha nuevamente y medir el siguiente elemento de actividad, dicho procedimiento se realizó para cada elemento de las diferentes actividades consideradas en el estudio [18].

Factor de valoración

La valoración del ritmo de trabajo es la justipreciación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar, lo cual permitió comparar el ritmo real de trabajo del operario con cierta apreciación que el especialista posea de lo que debería ser el tiempo estándar [19]. El método que se aplicó, fue el de Westinghouse, considerando el tiempo de experiencia promedio para los trabajadores evaluados en caso de existir dos o más que realicen la misma actividad, dónde intervienen cuatro factores importantes: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, que se explican a continuación. Además, se tomó el criterio de valoración como recomienda el método según la tabla 4 [20].

- **Habilidad:** Se considera la eficiencia para seguir un método dado sin variación por parte del operario.
- **Esfuerzo:** Se define como la voluntad de trabajar, es controlable por el operario dentro de o límites impuestos por la habilidad.
- **Condiciones:** Son aquellos parámetros que afectan específicamente al operario y no a la operación como: luz, ventilación, calor, etc.
- **Consistencia:** Se consideran los valores de tiempo que un operario repitiéndose de forma constante o inconstante.

Tabla 4: Valoración del ritmo de trabajo [20]

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 - Habilísimo	+0.12	A2 - Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

El desempeño estándar de un operario calificado presume el 100% de rendimiento, a este valor se le añadió los valores de cada uno de los factores de la tabla anterior percibidas por el analista, así se consiguió determinar si un trabajador ejecuta la operación a un 125%, 100%, 95%, etc. [19].

Tiempo básico

Este tiempo se define como un tiempo irreducible que se obtiene a partir de tiempos elementales de una actividad. A una tarea se considera como un conjunto de elementos necesarias para obtener un producto, estas a su vez están compuestas de movimientos u operaciones.

Utilizando la ecuación 3 se obtuvo el tiempo básico, a continuación, se detalla los componentes necesarios para la realización de dicho cálculo [21].

$$TB = TOP * V \quad (3)$$

Donde:

TB= Tiempo Básico o Normal

TOP= Tiempo promedio Observado

V= Valoración del trabajo o Índice de desempeño

Suplementos

En esta sección se requirió un alto grado de objetividad, por más que exista el método más óptimo y eficaz, y haber realizado un preciso proceso de cronometraje, se debe tener en cuenta que siempre existirá el esfuerzo humano. Por lo que se consideró ciertos suplementos de fatiga, descanso y tiempo que un trabajador pueda ocupar en sus necesidades personales. Para determinar estos suplementos se utilizó la tabla 5, donde muestra los diferentes criterios tomados en cuenta para este cálculo [22].

Tabla 5: Suplementos por descanso de la OIT

<i>Suplementos constantes</i>	<i>H</i>	<i>M</i>	<i>Suplementos variables</i>	<i>H</i>	<i>M</i>
A. Por necesidades personales	5	7	D. Mala iluminación		
B. Por fatiga	4	4	• Ligeramente por debajo	0.0	0.0
<i>Suplementos variables</i>			• Bastante por debajo	2.0	2.0
A. Por trabajar de pie	2	4	• Absolutamente insuficiente	5.0	5.0
<i>B. Por postura normal</i>			F. Concentración intensa		
• Ligeramente incomodo	0	1	• Trabajado de cierta presión	0.0	0.0
• Inclinado	2	3	• Fatigoso	2.0	2.0
• Echado estirado	7	7	• Muy fatigoso	5.0	5.0
<i>C. Uso de energía o fuerza muscular kg.</i>			G. Ruidos		
2.50	0	1	• Continuo	0.0	0.0
5.00	1	2	• Intermitente y fuerte	2.0	2.0
7.50	2	3	• Intermitente y muy fuerte	5.0	5.0
10.00	3	5	• Estridente y fuerte	7.0	7.0
12.50	4	5	H. Tensión mental		
15.00	5	8	• Proceso bástate complejo	1.0	1.0
17.00	7	10	• Proceso complejo	4.0	4.0
20.00	9	13	• Muy complejo	8.0	8.0
22.50	11	16	I. Monotonía		
25.00	13	20	• Algo monótono	0.0	0.0
30.00	17		• Bastante monótono	1.0	1.0
35.50	22		• Muy monótono	4.0	4.0
E. Condiciones atmosféricas			J. Tedio		
16.00	0	0	• Algo aburrido	0.0	0.0
14.00	0	0	• Aburrido	2.0	1.0
12.00	0	0	• Muy aburrido	4.0	2.0
10.00	0.3	0.3			
8.00	1	1			
6.00	2.1	2.1			
5.00	3.1	3.1			
4.00	4.5	4.5			
3.00	6.4	6.4			
2.00	10	10			

Tiempo estándar

El tiempo estándar de una actividad, es el tiempo que requiere para que un operario de tipo medio, calificado y adiestrado realice las actividades a un ritmo normal de trabajo. Para determinar el tiempo estándar es necesario tomar en cuenta las siguientes condiciones [23]:

- **Operador calificado y bien capacitado:** Este criterio es completamente basado en la experiencia que haya adquirido el trabajador con el paso del tiempo realizando las actividades encomendadas en su trabajo. Se recomienda empezar el estudio con una persona calificada y completamente capacitada.
- **Ritmo Normal:** Se considera como el ritmo de trabajo más cómodo para todos los trabajadores al momento de desarrollar las actividades.

Con la ecuación 4 se calculó el tiempo estándar necesario de cada área. A continuación, se muestran los elementos necesarios para el cálculo de este tiempo.

$$TS = TB * (1 + suplementos) \quad (4)$$

Donde:

TS= Tiempo estándar.

TB= Tiempo básico o normal.

Con la metodología descrita anteriormente, se procedió a aplicarla a las diferentes áreas que conforman el proceso de producción en la fabricación de asiento tipo estándar de la empresa CEPESA.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

A continuación, se muestra los resultados obtenidos según las etapas de la metodología explicada anteriormente.

3.1.1 Etapa 1: Selección del trabajo o proceso a estudiar

Para el desarrollo de esta etapa se identificó los diferentes productos y modelos que la empresa fabrica, de acuerdo a su sistema de producción se realizó el estudio por modelo debido a que cada uno varía según las especificaciones del cliente y accesorios que soliciten del mismo, para ello se los identificó con una numeración, según la configuración de accesorios que intervengan en el producto como indica la tabla 6.

Tabla 6: Productos que ofrece la empresa

TIPO	MODELO
INTRAPROVINCIALES	STRADA C1/42 - 02
	STRADA C1/42 - 01
	SCUOLA
	STRADA C1/42 - 03
INTERPROVINCIALES	STRADA C1 - 01
	STRADA C1 - 02
	STRADA C1 - 03
	STRADA C1/45
	SCUOLA - 01 (C1/42)
	SCUOLA - 02 (C1/42)
	AVANTI - 01
	AVANTI - 02
	SUPPORTO
	PLUSS
	STRADA C1 - 04
	STRADA C1 - 05
ESCOLAR	LUSSO
	STRADA C1 - 06
	STRADA C1 - 07
	SCUOLA
URBANO	STRADA C1/42
	SEDIA

Elaborado por: El investigador

Los datos históricos fueron recolectados en base a las ventas del año 2018, únicamente de los asientos tipo interprovincial, ya que se obtuvo información por parte del Departamento de Ventas y Producción, de que los demás tipos de asientos no tienen una gran acogida en el mercado, mismos que se presentan en la tabla 7.

Tabla 7: Datos históricos de ventas de asientos tipo estándar tipo Interprovincial

REFERENCIA DEL MODELO	PRODUCTO	VENTAS ANUALES (unidades)
1	STRADA C1 - 01	439
2	STRADA C1 - 02	1839
3	STRADA C1 - 03	90
4	STRADA C1/45	88
5	SCUOLA - 01	88
6	SCUOLA - 02	44
7	AVANTI - 01	2165
8	AVANTI - 02	184
9	SUPPORTO	316
10	PLUSS	46
11	STRADA C1 - 04	352
12	STRADA C1 - 05	332
13	LUSSO	214

Elaborado por: El investigador

Fuente: Departamento de Ventas

Con los datos históricos de la tabla anterior, se aplicó la metodología ABC con el fin de priorizar los modelos que la empresa realiza, obteniendo dichos resultados en la tabla 8.

Tabla 8: Aplicación del método ABC

Nº	REFERENCIA DEL MODELO	MODELO	TOTAL NUMERO DE PRODUCTO VENDIDO ANUAL	PORCENTAJE DE PARTICIPACION (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
1	7	Avanti-01	2165	34,94%	34,94%
2	2	Starada C1-02	1839	29,68%	64,61%
3	1	Strada C1-01	439	7,08%	71,70%
4	11	Strada C1-04	352	5,68%	77,38%
5	12	Strada C1-05	332	5,36%	82,73%
6	9	Supporto	316	5,10%	87,83%
7	13	Lusso	214	3,45%	91,29%
8	8	Avanti-02	184	2,97%	94,26%
9	3	Strada C1-03	90	1,45%	95,71%
10	5	Scuola-01	88	1,42%	97,13%
11	4	Strada C1/45	88	1,42%	98,55%
12	10	Pluss	46	0,74%	99,29%
13	6	Scuola-02	44	0,71%	100,00%

Elaborado por: El investigador

Una vez aplicada la metodología, el producto que más beneficios da a la empresa es el asiento interprovincial tipo estándar modelo Avanti-01, como se muestra en la figura 6, el cual será objeto de estudio en la presente investigación.

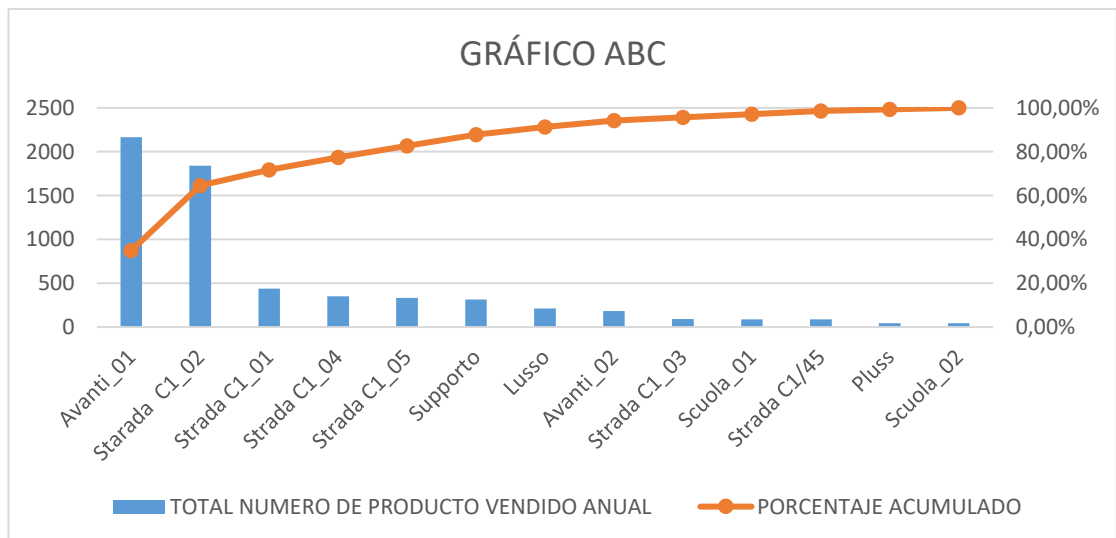


Figura 6: Gráfico ABC del asiento interprovincial tipo Estándar
Elaborado por: El investigador

3.1.2 Etapa 2.- Registrar por observación directa el proceso utilizando técnicas adecuadas.

El proceso de producción se describe mediante diagrama de flujo representado en la figura 7, y en el anexo 3 se muestra el layout, en donde se llevan a cabo las actividades para el modelo en estudio, mismo que sirvió para la realización de los diagramas de recorrido de cada componente que la empresa elabora para la obtención de su producto final. Para una mejor comprensión del estudio, los diagramas de operaciones, cursogramas analíticos y demás diagramas utilizados para cada componente se presentarán en la Etapa 3 con su respectivo estudio de tiempos.

3.1.2.1 Macro Proceso de la fabricación de asiento Avanti 01

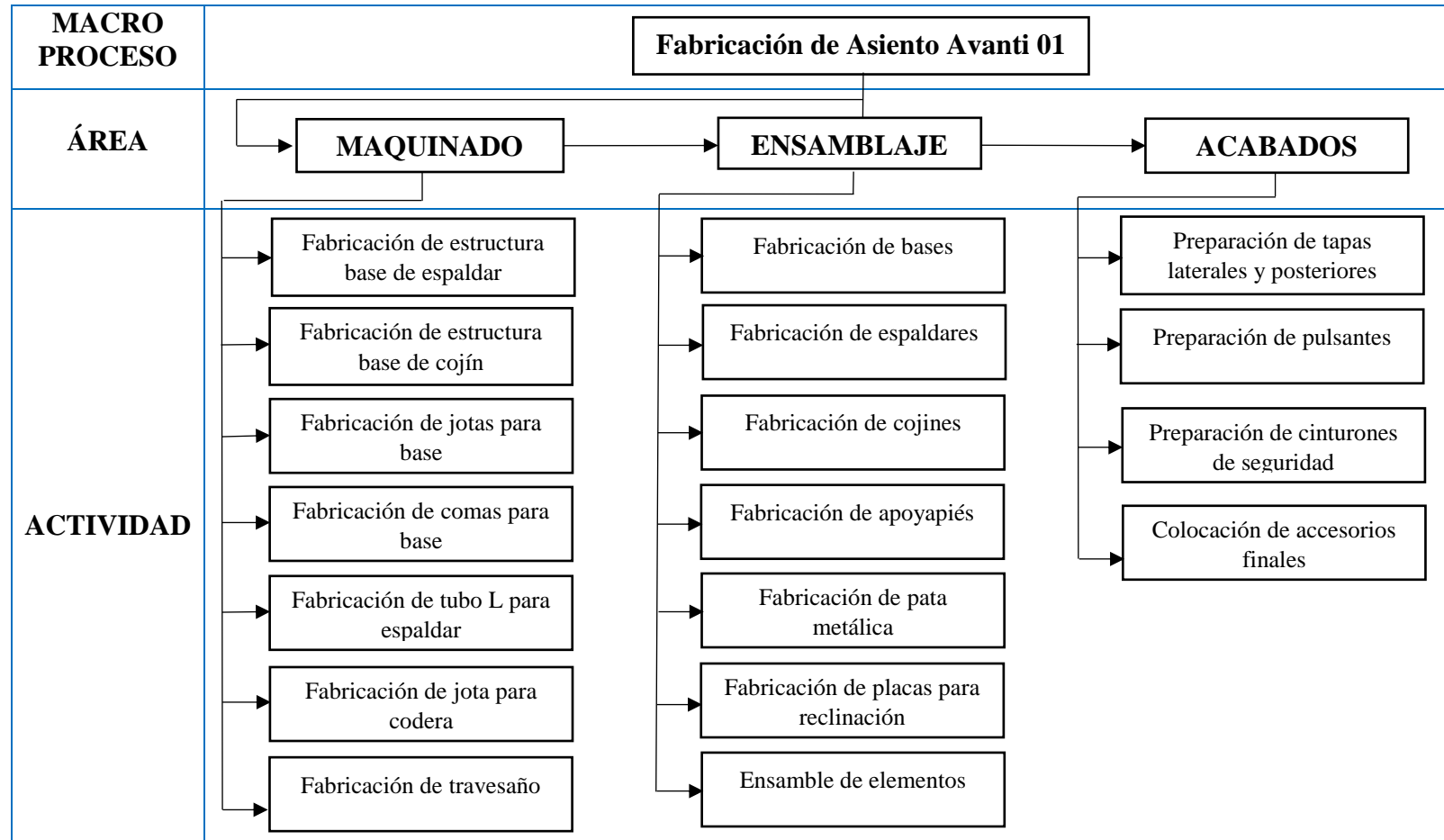


Figura 7: Macro-proceso de fabricación de asientos Avanti 01

Elaborado por: El investigador

3.1.2.2 Descripción general del proceso de producción

Área de maquinado

Esta área es la que da inicio a la producción en la empresa, debido a que se encarga de realizar los diferentes componentes necesarios para un futuro ensamble, entre estos tenemos:

- **Estructura base de cojín**

Se realiza el transporte de materia prima (tubo cuadrado) para ser sometido a actividades de corte, doblado según la forma determinada y acodalado del doblado.

- **Estructura base de espaldar**

Este componente empieza con el transporte de materia prima (tubo redondo), el cual es sometido a actividades de corte, tres tipos de dobleces según modelo y el acodalado o verificación de cada doblado.

- **Jotas para base**

Al igual que los otros componentes, la materia prima (tubo redondo) es transportada para dar paso a las actividades de corte, actividad no cotidiana, doblado según la forma específica, verificado y señalado para finalmente ser perforada.

- **Jotas para codera de base**

Sufren el mismo proceso de las jotas para base, con la diferencia que, en lugar de ser perforadas, son cortadas en forma de sesgo.

- **Tubos L para espaldares**

La materia prima para dicho componente, es el tubo redondo, mismo que es sometido a corte, doblado, verificado y finalmente cortado en sesgo.

- **Comas para base**

Las platinas necesarias para este producto son sometidas a corte, esmerilado y doblado.

- **Travesaños**

Para la realización de dicho componente, es necesario el tubo cuadrado como materia prima, mismo que es cortado y posteriormente prensado.

Área de ensamblaje parcial y total

En esta área se realizan otro tipo de componentes para un ensamble final, estos son: Bases, apoyapiés, patas metálicas, placas. Para la fabricación de bases, son necesarios los componentes realizados en el área de maquinado. Además, a las estructuras base de espaldar y cojín del área anterior, son ensambladas elementos necesarios para su correcta funcionalidad.

- **Estructura de espaldar**

Una vez que la estructura base del espaldar llega a esta área, es ensamblada con una platina a lo largo de su estructura y vinchas en sus costados.

- **Estructura de cojín**

De la misma forma, cuando la estructura base de cojín arriba a dicha área, es ensamblada con un travesaño a lo largo de su estructura, ganchos en sus extremos y alzas en su parte inferior.

- **Ensamble de base**

Para el ensamble de base, se necesitan los componentes realizados en el área de maquinado, es decir, las jotas para base son ensambladas con las comas para formar los costados de la base, mismos que son unidos con los travesaños.

- **Apoyapiés**

Para la fabricación de dicho componente se realiza la unión de remaches con platinas, para posteriormente ser ensambladas con un tubo redondo.

- **Patas metálicas**

Son perforadas, y ensambladas con soportes necesarios para los cables del USB.

- **Placas**

Dicho componente es necesario para la reclinación del asiento, para esto se necesita el ensamble de varias piezas, entre ellas, varios tipos de platinas, remaches y un peine.

- **Ensamble de componentes**

Una vez que se haya realizado los diferentes componentes para una estructura de asiento doble, se da inicio al ensamble de todos ellos, comenzando por la unión de una base con dos espaldares y dos cojines, posteriormente se ensamblan platinas y anclajes de cinturón, finalmente se ensamblan dos apoyapiés y una pata metálica.

Terminado el lote, es enviado a pintura, proceso externo a la empresa, y al regresar son ensambladas 2 placas para su reclinación, es por eso, que para fines de estudio, se considera a dos áreas diferentes.

Área de acabados

En esta área se dan los acabados finales a los asientos dobles tipo estándar, como es la colocación de coderas, zigzag, cinturones de seguridad, pulsantes, espaldares, mallas y tapas de apoyapiés, tapas posteriores, cojines tapizados, etc.

- **Colocación de coderas**

Una vez que la estructura del asiento se encuentra terminada por parte del área de ensamblaje, los operarios de esta área proceden a colocar las coderas en los costados de la estructura, asegurándolos y engrasándolos para una mejor maniobrabilidad por parte del pasajero.

- **Colocación de zigzag**

El operario procede a colocar zigzag tanto en espaldares como cojines para una mayor amortiguación del asiento.

- **Preparación y colocación de pulsantes**

Los pulsantes son sometidos a actividades de pulido y pintado previo a su colocación. Una vez listos, estos son colocados en la estructura, mismos que servirán para activar el mecanismo de reclinación del asiento.

- **Preparación y colocación de cinturones de seguridad (macho/hembra).**

A los cinturones hembra se les coloca pega en sus bordes para evitar daños o rupturas. Una vez que se haya realizado esta actividad, son colocados los dos tipos de cinturones.

- **Colocación y tapizado de espaldares**

Listas las estructuras, los espaldares provenientes de tapicería son colocados, tapizados y finalmente enganchados con la estructura.

- **Colocación de mallas y tapas de apoyapiés**

Finalizado el tapizado del espaldar en la estructura final del asiento, los operarios proceden a colocar mallas en la parte posterior del espaldar y a su vez colocar tapas en cada uno de los apoyapiés.

- **Preparación y colocación de tapas**

Previamente a la colocación de tapas posteriores y laterales, las tapas posteriores deben ser cortadas según diseños y forma del asiento, es por eso que el operario realiza diversos cortes con el fin de obtener la forma requerida, después de realizar esta operación se debe quitar la rebaba existente en cada corte. Con respecto a las tapas laterales, se realizan perforaciones donde irá ubicado el sistema USB. Terminadas estas actividades previas para cada tapa, se realiza la colocación de las mismas en la estructura.

- **Colocación de cojín**

El operario debe enfundar el cojín con fundas plásticas para posteriormente colocarlo en la estructura del asiento.

Resumen de componentes fabricados por área dentro del proceso de producción.

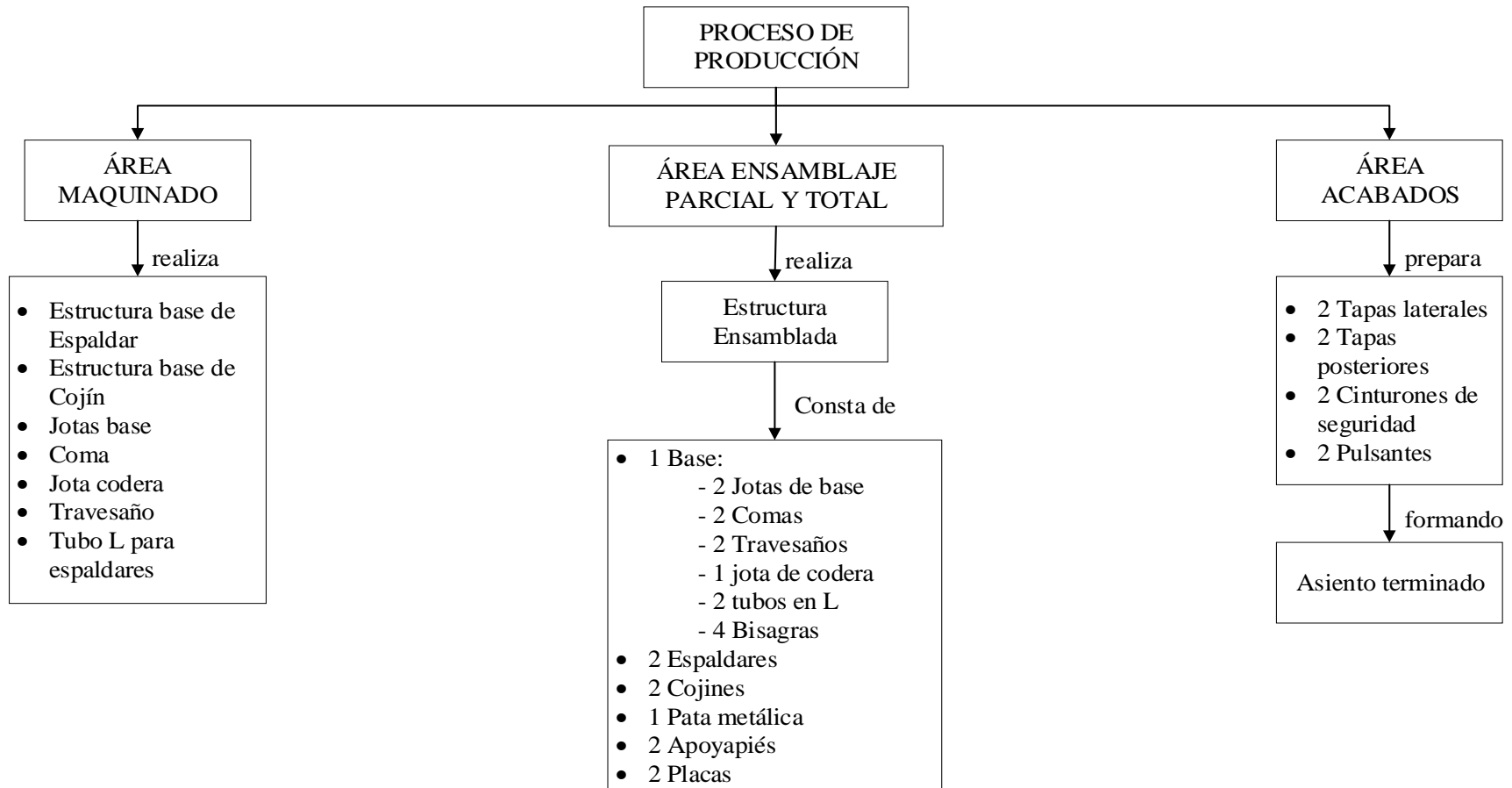


Figura 8: Componentes fabricados por área
Elaborado por: El investigador

3.1.2.3 Diagramas de recorrido

Definido el layout del lugar donde se lleva a cabo el proceso de producción, en el anexo 4, se muestran los diagramas de recorrido actual de cada área, especificando los componentes que cada una de estas realiza según la figura 8. Cabe mencionar que en el área de ensamblaje se dividió el estudio en dos partes debido al proceso externo de pintura. A continuación, se describen las operaciones, transportes, inspecciones y almacenamiento por área de los diagramas de recorrido.

Área de maquinado

- **Fabricación de estructura base de espaldar**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de tubos redondos necesarios para fabricación.

Transporte 1: Los tubos son transportados de manera manual hacia la máquina cortadora.

Operación 1: Se introduce el material en la máquina para ser cortado especificando las medidas necesarias según sea el modelo a fabricar.

Operación 2: El material es colocado en una máquina semiautomática encargada de realizar el primer dobléz del material, dándole la forma básica de un espaldar.

Inspección y operación 1: Se inspecciona el dobléz en una especie de molde en una mesa de trabajo, si este no está doblado de una manera correcta, se realiza un acodalado con el fin de obtener el ángulo necesario del dobléz.

Operación 3: Consiste en realizar el segundo dobléz en la máquina dobladora manual según especificaciones de modelo.

Inspección y operación 2: De la misma forma, se realiza una inspección del segundo dobléz en el molde determinado, si este no está realizado de una manera correcta, se lo acodala hasta obtener ángulos necesarios.

Operación 4: Se realiza el tercer y último dobléz para obtener el espaldar del modelo en estudio mediante la dobladora manual.

Inspección y operación 3: Se verifica el tercer dobléz en el molde utilizado para los anteriores dobleces, se procede de la misma forma, si este no cumple con los

ángulos necesarios, es sometido a un acodamiento hasta obtener las especificaciones necesarias.

- **Fabricación de estructura base de cojín**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de tubos cuadrados necesarios para fabricación.

Transporte 1: El material es transportado a la máquina cortadora de tubos.

Operación 1: Consiste en el corte del material según medidas predeterminadas.

Operación 2: El material es doblado de tal manera que llegue a la forma según el modelo.

Inspección y operación 1: Se verifica los ángulos del cojín doblado, si este no cumple se lo acodala hasta llegar a las especificaciones necesarias.

- **Fabricación de travesaños**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de tubos redondos necesarios para su fabricación.

Transporte 1: Material es transportado manualmente hacia la máquina cortadora de tubos.

Operación 1: Corte de material en máquina correspondiente.

Transporte 2: Los tubos ya cortados, son transportados a la troqueladora de forma manual.

Operación 2: Se troquelan los costados de los tubos.

Transporte 3: Los tubos listos, son llevados de manera manual hacia el lugar donde serán utilizados para su ensamble con los demás componentes para fabricar la base.

- **Fabricación de jotas para base**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de tubos redondos cortados a la medida necesaria.

Operación 1: Los tubos cortados son doblados en la máquina dobladora semiautomática

Inspección y operación 1: El doblado de los tubos son verificados en un molde, si no cumplen con las características, son acodalados hasta obtener las especificaciones necesarias, además de ser señalados con una marca mediante un cincel.

Transporte 1: El tubo doblado es llevado manualmente hacia el taladro de pedestal.

Operación 2: En la marca realizada anteriormente se realiza una perforación con el taladro para posteriormente ser utilizado en la fabricación de bases.

- **Fabricación de comas para base**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de materia prima.

Transporte 1: Transporte de materia prima de manera manual hacia la tronadora.

Operación 1: Realizar corte de materia prima según medidas preestablecidas.

Transporte 2: Llevar platinas cortadas de manera manual hacia el esmeril de banco.

Operación 2: Esmerilar las platinas en la sección donde fue cortada.

Transporte 3: Transportar platinas hacia la dobladora manual.

Operación 3: Realizar un doblado de la platina obteniendo la forma de una coma, de esta manera queda lista para la fabricación de bases.

- **Fabricación de jotas para codera**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de tubos redondos cortados a la medida necesaria.

Operación 1: Los tubos cortados son doblados en la máquina dobladora semiautomática.

Inspección y operación 1: El doblado de los tubos son verificados en un molde y acodalados hasta obtener las especificaciones necesarias, además de ser señalados con una cuchilla.

Transporte 1: El tubo doblado es llevado manualmente hacia la tronadora.

Operación 2: En la señal realizada anteriormente se realiza un corte en forma de sesgo para posteriormente ser utilizado en la fabricación de bases.

Transporte 2: Se transporta el tubo listo hacia el lugar donde serán utilizados para el ensamble de bases.

- **Fabricación de tubo L para espaldar**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de tubos redondos cortados a la medida necesaria.

Operación 1: Los tubos cortados son doblados en la máquina dobladora semiautomática.

Inspección y operación 1: El doblado de los tubos son verificados en un molde, si no cumplen con las características, son acodalados y señalados con una cuchilla.

Transporte 1: El tubo doblado es llevado manualmente hacia la tronadora.

Operación 2: En la marca realizada anteriormente se realiza un corte en forma de sesgo para posteriormente ser utilizado en la fabricación de bases.

Transporte 2: Se transporta el tubo listo hacia el lugar donde serán utilizados para el ensamble de bases.

Área de ensamblaje parcial

- **Fabricación de bases**

- **Costado 1**

Operación 1: Se ensambla una jota, una coma y un mecanismo en un molde.

Transporte 1: Se transportan hacia la actividad de remate de soldadura del ensamble.

Operación 2: Rematar la soldadura de ensamble de los costados para formar la base.

Transporte 2: Los costados son transportados para el ensamble de bases.

- **Costado 2**

Operación 3: Se ensambla una jota, una coma y una platina en un molde.

Transporte 3: Se transportan hacia la actividad de remate de soldadura del ensamble.

Operación 4: Rematar la soldadura de ensamble de los costados.

Transporte 4: Los costados son transportados para el ensamble de bases.

- **Tubo redondo y bisagras**

Operación 5: Se señala el tubo redondo con la ayuda de una cuchilla y una escuadra, señalando el lugar donde serán ensambladas las bisagras.

Operación 6: Se corta por la mitad a la bisagra.

Transporte 5: Se transporta hacia el taladro de pedestal.

Operación 7: Se retira la rebaba interior de la bisagra con una broca adecuada.

Transporte 6: El material es llevado manualmente hacia el esmeril de banco.

Operación 8: Se retira la rebaba exterior del corte realizado en la tronzadora.

Transporte 7: Se transporta manualmente al lugar donde serán ensambladas con un tubo redondo.

Operación 9: Se ajusta el tubo redondo en una entenalla para posteriormente ensamblar las bisagras necesarias en el tubo.

- **Ensamble de elementos**

Operación 10: Ensamble de costados con travesaños creando una base parcial.

Transporte 8: La base parcial es transportada para continuar con su ensamble.

Operación 11: Se ensambla la base parcial con el tubo y bisagras ensamblado anteriormente terminando el ensamble para la base.

Transporte 9: La base terminada es transportada para rematar la soldadura.

Operación 12: Se remata algunos puntos de soldadura realizados a la base.

Transporte 10: La base es llevada hacia el ensamble parcial de elementos para conformar la estructura de asiento.

- **Fabricación de espaldares**

Transporte 11: La estructura base de espaldar es llevada hacia la tronzadora.

Operación 13: Se realiza un corte del largo del espaldar.

Transporte 12: Se transporta el material hacia la mesa de trabajo.

Operación 14: Se ensambla una platina a lo largo del espaldar.

Operación 15: Unas vinchas son ensambladas en el espaldar a media altura de su estructura.

Transporte 13: Son transportados hacia el ensamble parcial de elementos.

- **Fabricación de cojines**

Transporte 14: Son llevados hacia la mesa de trabajo del área de ensamblaje.

Operación 16: A la estructura se le ensambla con unos travesaños a lo largo de la misma.

Operación 17: Se ensamblan unas alzas en la parte inferior de la estructura.

Operación 18: Se colocan unos ganchos necesarios entre los travesaños y la estructura.

Operación 19: Ensamblados los elementos en el cojín, estos elementos sufren un remate de soldadura, con el fin de fijar de una buena manera dichos elementos a su estructura.

Transporte 15: Una vez listos los cojines, son transportados hacia el ensamble parcial de elementos.

- **Fabricación de pata metálica**

Almacenamiento 1: Las patas metálicas están almacenadas como materia prima, estas sufren algunas actividades para quedar listas para el ensamble parcial.

Transporte 16: La materia prima es transportada hacia el taladro de pedestal.

Operación 20: Se realizan dos perforaciones en los costados de la pata.

Transporte 17: Se transporta hacia la mesa de trabajo de manera manual.

Operación 21: Soldar ángulo en el costado.

Operación 22: Soldar soportes para USB.

Operación 23: Rematar puntos de soldadura realizada del ángulo.

Operación 24: Rematar puntos de soldadura de soportes.

- **Fabricación de apoyapiés**

Almacenamiento 2: Almacenamiento de elementos necesarios (ángulos, platinas) para la fabricación de costados de apoyapiés.

Transporte 18: La materia prima es transportada hacia la troqueladora.

Operación 25: Unir platina y ángulo de manera manual.

Operación 26: Troquelar la unión realizada de platina y ángulos mediante remaches.

Transporte 19: Los costados son transportados hacia mesa de trabajo de manera manual.

Operación 27: Se suelda el tubo y los costados para la creación de apoyapiés.

Operación 28: Se remata la soldadura realizada para el ensamble de elementos.

Transporte 20: Son llevados manualmente hacia el lugar donde serán ensamblados en la estructura parcial.

- **Ensamble parcial de elementos**

Operación 29: Se realiza el ensamble mediante soldadura de espaldares y cojines en la base, además de elementos extras necesarios.

Operación 30: Se remata la soldadura realizada de los elementos.

Operación 31: Se ensamblan anclajes de cinturón y platinas necesarias según especificaciones.

Operación 32: Se ensamblan perfiles en U en la parte posterior del espaldar.

Operación 33: Se ensamblan apoyapiés y pata metálica en la estructura de asiento.

Transporte 21: Transporte hacia almacenamiento.

Almacenamiento 3: Almacenamiento de producto parcialmente ensamblado.

Área de ensamblaje total

- **Placas**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de placas base y elementos necesarios para la preparación de placas.

Transporte 1: Transporte de elementos hacia mesa de trabajo.

Operación 1: Soldar remaches en la placa base.

Operación 2: Soldar peine en la placa base.

Operación 3: Soldar platinas pequeñas en la placa.

Operación 4: Engrasar elementos soldados en la placa con el fin de tener una buena movilidad.

Operación 5: Soldar platinas grandes en el costado de las placas.

- **Ensamble total de elementos**

Operación e inspección 1: Soldar placas preparadas anteriormente y resortes en estructura llegada de proceso externo de pintura en estructura.

Transporte 2: Transportar a almacenamiento.

Transporte 3: Transporte a mesa de trabajo.

Operación 6: Se ensambla platinas finales que servirán para los anclajes de los pulsantes en el área de acabados.

Transporte 4: Se transporta la estructura hacia el área de acabados.

Área acabados

- **Cinturones de seguridad**

Almacenamiento 1: Almacenamiento de materia prima en bodega.

Transporte 1: Se transporta el material hacia la mesa de trabajo en el área de acabados.

Operación 1: Colocar pegamento alrededor del armazón del cinturón hembra.

Transporte 2: Transportar el cinturón hacia el asiento para su colocación.

- **Pulsantes**

Almacenamiento 2: Almacenamiento de tapas en bodega.

Transporte 3: Se transporta el material hacia el esmeril de banca.

Operación 2: Esmerilar las platinas que conforma el pulsante.

Operación 3: Se suelda una platina adicional que servirá de ayuda en su colocación.

Operación 4: Se remata la suelda realizada de la platina.

Operación 5: Se esmerila o pule la soldadura en el esmeril de banca.

Operación 6: Las platinas son pintadas de color negro mediante soplete.

Operación 7: Se retira la envoltura que protege el armazón del pulsante.

Transporte 4: El pulsante es transportado hacia el lugar donde será colocado en la estructura.

- **Tapa lateral y posterior costado 1**

Almacenamiento 3: Almacenamiento de las tapas laterales en bodega.

Transporte 5: Se los lleva de manera manual hacia la mesa de trabajo.

Operación 8: Se quita la contratapa para dividir la tapa.

Operación 9: La contratapa es cortada según medidas específicas según la estructura.

Operación 10: En la parte superior de la tapa se realiza tres perforaciones pequeñas.

Operación 11: Se realiza una perforación grande que sirve para la colocación de USB.

Operación 12: La base del USB es colocado en la perforación grande.

Operación 13: Se conectan los cables positivos y negativos en la base del USB.

Almacenamiento 4: Almacenamiento de tapas posteriores en bodega.

Transporte 6: Se transporta el material de manera manual hasta la mesa de trabajo.

Operación 14: Se realiza el primer corte según la forma definida para el modelo.

Operación 15: Se realiza el segundo corte definido para el modelo.

Operación 16: Realizados los cortes, se quita la rebaba con ayuda de una cuchilla.

Operación 17: Lista tapa lateral y posterior del costado 1, estas dos se ensamblan.

- **Tapa lateral costado 2**

Almacenamiento 5: Almacenamiento de tapas en bodega.

Transporte 7: Se transporta el material hacia la mesa de trabajo en el área de acabados.

Operación 18: Sacar la contratapa con ayuda del taladro.

Operación 19: Realizar mediciones necesarias en la tapa según especificaciones del modelo.

Operación 20: realizar la señalización en donde se van a realizar los cortes.

Operación 21: Realizar los diferentes cortes en la parte frontal de la tapa según el modelo.

Operación 22: Se realizan cortes en la parte posterior de la tapa.

Operación 23: Cortar la contratapa según el modelo necesario.

- **Tapa posterior costado 2**

Almacenamiento 6: Almacenamiento de tapas en bodega.

Transporte 8: Se transporta el material hacia la mesa de trabajo en el área de acabados.

Operación 24: Realizar el primer corte en la tapa posterior según medidas especificadas.

Operación 25: Realizar segundo corte de la tapa posterior.

Operación 26: Realizar el tercer corte de la tapa.

Operación 27: Realizar el cuarto corte antes de su colocación.

Operación 28: Se quita la rebaba de los cuatros cortes realizados con la ayuda de un estilete.

- **Colocación de accesorios**

Operación 29: Se pintan las platinas de la estructura de color negro con la ayuda de un soplador.

Operación 30: Se realiza cuatro agujeros en el cojín con la ayuda de un taladro.

Operación 31: Se colocan las coderas en la estructura.

Operación 32: Se colocan los elementos de ajuste necesario de las coderas en la estructura.

Operación 33: Se ajustan dichos elementos para la fijación de coderas en la estructura.

Operación 34: Se colocan y se ajustan zigzag en los espaldares.

Operación 35: Se colocan zigzag en los ganchos que cojines tienen en su estructura de manera manual.

Operación 36: Se ajustan los zigzags con la ayuda de un alicate.

Operación 37: Se colocan los cinturones de seguridad macho de dos puntos en la estructura.

Operación 38: Se colocan los cinturones de seguridad hembra de dos puntos en la estructura.

Operación 39: Colocar cinturones de seguridad de tres puntos.

Operación 40: Se colocan y ajustan los pulsantes en las estructuras.

Operación 41: Se coloca cemento de contacto en la estructura del espaldar.

Operación 42: Colocar una esponja en forma de espaldar.

Operación 43: Colocar cemento de contacto en la parte posterior del espaldar.

Operación 44: Colocar esponja gris en la parte posterior del espaldar.

Operación 45: Se tapiza el espaldar con los forros provenientes de proveedores externos.

Operación 46: Se engancha el forro del tapiz en la parte inferior de la estructura.

Transporte 9: Una vez colocados los accesorios necesarios, la estructura se transporta a la mesa de trabajo 1.

Operación 47: Se colocan mallas en la parte posterior del espaldar, y tapas plásticas en los apoyapiés.

Transporte 10: La estructura es llevada hacia la siguiente mesa de trabajo 2.

Operación 48: Se coloca fundas plásticas en los espaldares y las tapas plásticas en la estructura.

Transporte 11: Se transporta la estructura a mesa de trabajo 1.

Operación 49: Se colocan los cojines en la estructura para finalizar el proceso.

Transporte 12: Se transporta hacia el almacenamiento final.

Almacenamiento 7: Almacenamiento del producto terminado.

3.1.3 Etapa 3.- Cálculo de tiempo estándar de las operaciones

Como se mencionó anteriormente, en esta etapa se detalla el diagrama de operaciones, cursograma analítico, mismo que muestra tiempos iniciales sin considerar suplementos, maquinaria y materiales necesarios y los respectivos tiempos para los componentes de cada área para una mejor comprensión del estudio. Además, se determinó el número de observaciones necesario para cada componente.

3.1.3.1 Área maquinado

Diagramas de los componentes

- Estructura base para cojín

Tabla 9: Diagrama de operaciones de la estructura base de cojín

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – ESTRUCTURA BASE DE COJÍN		
Diagrama N° 1	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<p>Tubo Cuadrado ¾" x 2mm</p> <pre> graph TD Start[] --> Op1((1)) Op1 --> Op2((2)) Op2 --> Op3[1] Op3 --> End[] style Start fill:none,stroke:none style End fill:none,stroke:none </pre> <p style="text-align: center;">Estructura base de cojín</p>		

Elaborado por: El investigador

Tabla 10: Cursograma analítico de la fabricación de la estructura base de cojín

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 1	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD		Actual	Propuesto			
Producto	Estructura base de cojín	Operación	○	2				
		Transporte	➔	1				
Actividad	Fabricación estructura base de cojín	Espera	D	0				
		Inspección	◻	1				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	1				
		Distancia (metros)		3,20				
Método	Actual	Tiempo (segundos)		105,47				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
Almacenamiento de materia prima	-	-						
Transportar a corte	2,20	3,07						Manual, 40 uds
Cortar tubos	-	19,49	●					
Doblar tubos	-	34,05	●					
Acodalar	-	48,86				●		

Elaborado por: El investigador

Tabla 11: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de estructura base de cojín

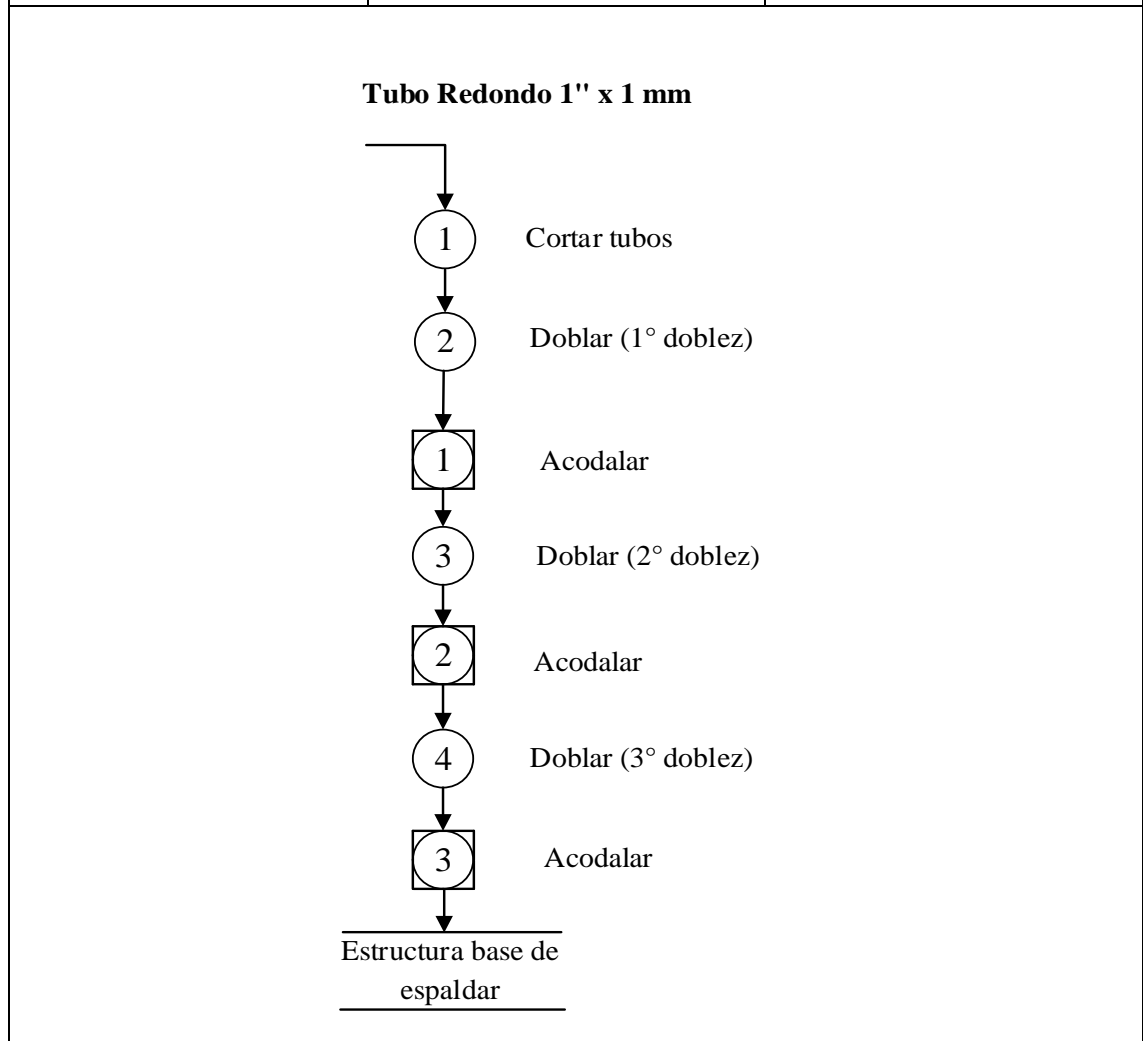
DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado	ESTUDIO N° 1
Actividad: Fabricación de estructura base de cojín	
Producto parcial: Estructura base de cojín	
Material: Tubo cuadrado ¾" x 2mm	
Máquina: Cortadora Semiautomática / dobladora de tubos	
Herramientas: Flexómetro, ángulos	
A Almacenamiento de materia prima	D Doblar tubos
B Transportar a corte para un lote	E Acodalar tubos doblados
C Cortar tubos según medidas	

Elaborado por: El investigador

- Estructura base de espaldar

Tabla 12: Diagrama de operaciones de la fabricación de la estructura base de espaldar

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – ESTRUCTURA BASE DE ESPALDAR		
Diagrama N° 2	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre



Elaborado por: El investigador

Tabla 13: Cursograma analítico de la fabricación de la estructura base de espaldar

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO	
Diagrama N° 2	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD	Actual	Propuesto
Producto	Estructura base de Espaldar	Operación ○	4	
		Transporte →	1	
Actividad	Fabricación estructura base de espaldar	Espera D	0	
		Inspección □	3	
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento ▽	1	
		Distancia (metros)	2,20	
Método	Actual	Tiempo (segundos)	422,36	

Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones	
			○	→	D	□	▽		
Almacenamiento de materia prima	-	-						●	
Transportar a corte	2,20	5,71		●					Manual, 40 uds.
Medir y cortar	-	28,91	●						
Realizar primer doblez	-	100,29	●						
Acodalar	-	51,45				●			
Realizar segundo doblez	-	55,25	●						
Acodalar	-	94,85				●			
Realizar tercer doblez	-	42,02	●						
Acodalar	-	43,88				●			

Elaborado por: El investigador

Tabla 14: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de la estructura base de espaldar

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado	ESTUDIO N° 1
Actividad: Fabricación de estructura base de espaldar	
Producto parcial: Estructura de espaldar	
Material: Tubo redondo 1" x 1mm	
Maquinaria: Cortadora Semiautomática / dobladora de tubos	
Herramientas: Molde, cincel, martillo, flexómetro, ángulo	
A Almacenamiento de materia prima	F Realizar segundo doblez
B Transportar a corte para el lote	G Acodalar
C Medir y cortar	H Realizar tercer doblez
D Realizar primer doblez	I Acodalar
E Acodalar	

Elaborado por: El investigador

- **Jotas para base**

Tabla 15: Diagrama de operaciones de la fabricación de jotas para base

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – JOTAS DE BASE		
Diagrama N° 3	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<p>Tubo Redondo 1" x 1 mm</p> <pre> graph TD Start[] --> 1((1)) 1 --> 2((2)) 2 --> 3[1] 3 --> 4((3)) 4 --> End[] style Start fill:none,stroke:none style End fill:none,stroke:none </pre> <p style="text-align: center;"> 1 Cortar 2 Doblar 1 Verificar en molde 3 Perforar de tubos <hr style="width: 100px; margin: 0 auto;"/> Jotas de base </p>		

Elaborado por: El investigador

Tabla 16: Cursograma analítico de la fabricación de jotas para base

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO			
Diagrama N° 3	Hoja N°1 de 1	ACTIVIDAD			Actual	Propuesto
Producto	Jotas para base	Operación	○	2		
		Transporte	⇒	1		
Actividad	Fabricación de jotas para base	Espera	D	0		
		Inspección	◻	1		
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	1		
		Distancia (metros)		8,30		
Método	Actual	Tiempo (minutos)		95,10		

Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	◻	▽	
Almacenamiento de materia prima	-	-						
Doblar tubos	-	39,86	●					
Verificar en molde/ Rayado de tubos	-	40,35				●		
Transportar a taladro	7,30	1,08		●				Manual,40 uds.
Perforar tubos	-	13,81	●					

Elaborado por: El investigador

Tabla 17: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de jotas para base

DESCRIPCIÓN ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado Actividad: Fabricación de jotas para base Producto parcial: Jotas para bases Material: Tubo redondo 1" x 1mm Máquina: Cortadora Semiautomática / dobladora de tubos Herramientas: Flexómetro, molde, cincel, taladro de pedestal	ESTUDIO N° 1
A Almacenamiento B Doblar tubos C Verificación y rayado de tubos	D Transportar a taladro E Perforar tubos.

Elaborado por: El investigador

- Comas

Tabla 18: Diagrama de operaciones de la fabricación de comas para base

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – COMA PARA BASE		
Diagrama N° 4	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<p>Platina rectangular</p> <pre> graph TD Start(()) --> 1((1)) 1 --> 2((2)) 2 --> 3((3)) 3 --> End[Comas para base] style Start fill:none,stroke:none style End stroke-width:2px </pre> <p>1 Cortar platinas</p> <p>2 Esmerilar platinas</p> <p>3 Doblar platinas</p> <p><u>Comas para base</u></p>		

Elaborado por: El investigador

Tabla 19: Cursograma analítico de la fabricación de comas para base

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO	
Diagrama N° 4	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD	Actual	Propuesto
Producto	Comas para bases	Operación ○	3	
		Transporte →	3	
Actividad	Fabricación de comas	Espera D	0	
		Inspección □	0	
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento ▽	1	
		Distancia (metros)	22,4	
Método	Actual	Tiempo (segundos)	36,11	

Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	→	D	□	▽	
Almacenamiento de materia prima	-	-					●	
Transportar a corte	6,25	1,00		●				Manual, 40 uds.
Cortar platina	-	8,53	●					
Transportar a esmeril	9,15	1,00		●				Manual, 40 uds.
Esmerilar platina	-	14,81	●					
Transportar a dobladora manual	7,00	1,00		●				Manual, 40 uds.
Doblar platina	-	9,77	●					

Elaborado por: El investigador

Tabla 20: Descripción de elementos de actividad para la fabricación de comas para base

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado Actividad: Fabricación de comas para base Producto parcial: Comas Material: Platina Máquina: Cortadora Semiautomática / dobladora de tubos Herramientas: Flexómetro, tronzadora, esmeril, dobladora manual	ESTUDIO N° 1
A Almacenamiento de materia prima B Transportar a corte C Cortar platinas D Transportar a esmeril	E Esmerilar platina F Transportar a doblado G Doblar platina

Elaborado por: El investigador

- **Tubo L para espaldar**

Tabla 21: Diagrama de operaciones de la fabricación de tubo L

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – TUBO L PARA BASE DE ESPALDARES		
Diagrama N° 5	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<p>Tubo Redondo 3/4" x 2mm</p> <pre> graph TD Start[] --> Op1((1)) Op1 --> Op2((2)) Op2 --> Op3[1] Op3 --> Op4((3)) Op4 --> End[Tubo en L] style Start fill:none,stroke:none style End fill:none,stroke:none </pre>		

Elaborado por: El investigador

Tabla 22: Cursograma analítico de la fabricación de tubo L

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 5	Hoja N°1 de 1	ACTIVIDAD			Actual	Propuesto		
Producto	Tubos en L (espaldares)	Operación	○	2				
		Transporte	⇒	1				
Actividad	Fabricación de tubos en L para espaldares	Espera	D	0				
		Inspección	◻	1				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	1				
		Distancia (metros)		5,10				
Método	Actual	Tiempo (segundos)		94,25				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	◻	▽	
Almacenamiento de materia prima	-	-						
Doblar tubos	-	42,87	●					
Verificar en molde	-	31,00				●		
Transportar a tronzadora	5,10	1,09		●				Manual, 40 uds.
Cortar tubos en sesgo según medidas	-	19,29	●					

Elaborado por: El investigador

Tabla 23: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de tubo L

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado Actividad: Fabricación de tubo L para espaldares Producto parcial: Tubo L para espaldares Material: Tubo redondo ¾" x 2 mm Máquina: Cortadora Semiautomática / dobladora de tubos Herramientas: Flexómetro, molde, cuchilla, tronzadora	ESTUDIO N° 1
A Almacenamiento de materia prima B Doblar tubos C Verificar con molde/ rayar tubos	D Transportar a corte E Cortar tubos

Elaborado por: El investigador

- **Jotas para codera**

Tabla 24: Diagrama de operaciones de la fabricación de jota para codera

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – JOTA (CODERA DE BASE)		
Diagrama N° 6	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<p>Tubo Redondo 1" x 1mm</p> <pre> graph TD Start[] --> Op1((1)) Op1 --> Op2((2)) Op2 --> Op3[1] Op3 --> Op4((3)) Op4 --> End[] style Start fill:none,stroke:none style End fill:none,stroke:none </pre> <p>1 Cortar tubo</p> <p>2 Doblar tubo</p> <p>1 Verificar según molde</p> <p>3 Cortar tubo</p> <p><u>Jota de codera</u></p>		

Elaborado por: El investigador

Tabla 25: Cursograma analítico de la fabricación de jota para codera

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 6	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD			Actual	Propuesto		
Producto	J para codera de la base	Operación	○	2				
		Transporte	➔	1				
Actividad	Fabricación de J para codera	Espera	D	0				
		Inspección	◻	1				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	1				
		Distancia (metros)		5,10				
Método	Actual	Tiempo (segundos)		93,81				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
Almacenamiento de materia prima	-	-						
Doblar tubos	-	44,58	●					Manual, 20 uds.
Verificar en molde	-	25,03				●		
Transportar a tronzadora	5,10	1,25		●				Manual, 20 uds.
Cortar tubos según medidas	-	22,96	●					

Elaborado por: El investigador

Tabla 26: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de jota para codera

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado	ESTUDIO N° 1
Actividad: Fabricación de jotas para codera	
Producto parcial: Jotas para codera	
Material: Tubo redondo 1" x 1 mm	
Máquina: Cortadora Semiautomática / dobladora de tubos	
Herramientas: Flexómetro, molde, cuchilla, tronzadora	
A Almacenamiento B Doblar tubos C Verificar con molde/ rayar tubos	D Transportar a ensamble de estructura final E Cortar tubos en sesgo

Elaborado por: El investigador

- **Travesaño**

Tabla 27: Diagrama de operaciones de la fabricación de travesaños

LOGO DE LA EMPRESA	ÁREA DE MAQUINADO	Fecha de elaboración:
DIAGRAMA DE OPERACIONES – TRAVESAÑO PARA BASE		
Diagrama N° 7	Hoja : 1 de 1	Método: Actual / Propuesto
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<p>Tubo Cuadrado 1" x 2 mm</p> <pre> graph TD Start[] --> 1((1)) 1 --> 2((2)) 2 --> End[Travesaño] style Start fill:none,stroke:none style End fill:none,stroke:none </pre>		

Elaborado por: El investigador

Tabla 28: Cursograma analítico de la fabricación de travesaños

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE MAQUINADO			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 7	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD	Actual	Propuesto				
Producto	Travesaños para base	Operación ○	2					
		Transporte →	3					
Actividad	Fabricación de travesaños	Espera D	0					
		Inspección □	0					
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento ▽	1					
		Distancia (metros)	11,85					
Método	Actual	Tiempo (segundos)	43,08					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	→	D	□	▽	
Almacenamiento de materia prima	-	-					●	
Transportar a corte	2,20	2,90		●				Manual, 40 uds.
Cortar tubos	-	27,26	●					
Transportar a prensado	4,59	2,14		●				Manual, 7 uds.
Prensar tubos	-	8,63	●					
Transportar a ensamble de base	5,06	2,15		●				Manual, 7 uds.

Elaborado por: El investigador

Tabla 29: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de travesaños

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Maquinado	ESTUDIO N° 1
Actividad: Fabricación de travesaño	
Producto parcial: Travesaño	
Material: Tubo redondo 1" x 2 mm	
Máquina: Cortadora Semiautomática / Troqueladora	
Herramientas: Flexómetro	
A Almacenamiento	D Transportar
B Transportar	E Prensar tubos
C Cortar tubos	F Transportar a ensamble de bases

Elaborado por: El investigador

Estudio de tiempos

Determinación del número de observaciones

Para el área de maquinado, se aplicó el criterio estadístico, debido a los tiempos cortos con los que se trabaja, a continuación, se presenta la aplicación del método como ejemplo en la actividad: Fabricación de estructura base de cojín, con un estudio inicial de cinco observaciones preliminares.

Tabla 30: Número de observaciones para cada elemento de actividad de la fabricación estructura base de cojín

Muestras	Elementos de actividad					
	C		D		E	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	19,23	369,79	34,69	1203,40	48,15	2318,42
2	19,31	372,88	34,57	1195,08	48,98	2399,04
3	19,38	375,58	35,14	1234,82	48,67	2368,77
4	19,07	363,66	35,04	1227,80	49,00	2401,00
5	19,02	361,76	35,54	1263,09	49,35	2435,42
Σ	96,01	1843,68	174,98	6124,19	244,15	11922,65
	0,08		0,16		0,11	
	1		1		1	
Número de observaciones			1			

Elaborado por: El investigador

En este ejemplo, no se consideró los elementos de actividad A y B debido a que son actividades de almacenamiento y transporte cuyos tiempos son casi nulos y no interfieren dentro del estudio. Aplicando el método para el elemento de actividad C, se utilizó la fórmula 2.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (2)$$

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{5 * 1843,68 - (96,01)^2}}{96,01} \right)^2$$

$$n = 0,08$$

Esta fórmula se aplicó para cada elemento de actividad, es decir, los elementos C, D y E, resultados que se muestran sombreados en la tabla 30. De dichos resultados, se escogió el mayor como base para las observaciones de los demás elementos de actividad, de esta manera, se recomienda realizar 1 observación más para cada

elemento. Como se puede observar, los datos obtenidos sugieren realizar pocas observaciones para esta actividad, esto se debe a la diferencia mínima entre cada muestra de cada elemento, que es la base de este método estadístico, es decir, mientras más cercanos estén los datos preliminares obtenidos, menor número de muestras se realizará.

A continuación, en la tabla 31 se muestra un resumen del número de observaciones adicionales a las 5 preliminares para cada actividad realizada por el área.

Tabla 31: Resumen de número de observaciones adicionales para cada actividad

Actividad	Número de observaciones
Fabricación de estructura base de cojín	1
Fabricación de estructura base de espaldar	5
Fabricación de jotas para base	2
Fabricación de comas para base	4
Fabricación de jotas para codera	4
Fabricación de tubo L	2
Fabricación de travesaño	2

Elaborado por: El investigador

Con los datos obtenidos anteriormente se decidió realizar el estudio de tiempos del área de maquinado con 5 observaciones adicionales a las preliminares, es decir, 10 observaciones en total, número ideal para trabajar según algunos autores.

A continuación, se muestra el estudio de tiempos tomando como ejemplo la actividad de fabricación de estructura base de cojín, donde se define: la valoración para cada elemento de actividad, la determinación de suplementos y los tiempos obtenidos según el número de muestras necesario. Dicho procedimiento se realizó para todas las actividades correspondientes al área.

Tabla 32: Valoración del ritmo de trabajo de la fabricación de estructura base de cojín

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,00	0	100
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102

Elaborado por: El investigador

Para la determinación de suplementos variables, se consideró los criterios de trabajo de pie y ruido mostrados en la tabla 33, mismos que fueron utilizados para las demás actividades, debido a que todos se encuentran en las mismas condiciones, ya que todos los operarios realizan su trabajo parado y el ruido existente afecta a todos por igual.

Tabla 33: Suplementos para la fabricación de estructura base de cojín

Suplementos		
Trabajador:	Hombre	
		%
Suplementos constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Suplementos variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	1
TOTAL		12

Elaborado por: El investigador

Determinado la valoración para cada elemento de actividad, se presenta el estudio de tiempos y el cálculo respectivo del tiempo básico, y con la ayuda de los suplementos se calculó el tiempo estándar para dicha actividad, como lo muestra la tabla 34.

Tabla 34: Estudio de tiempos de la fabricación de estructura base de cojín

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de base de cojín												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Estructura base de cojín												Operarios: 1					
Material: Tubo cuadrado 3/4" x 2mm												Fecha: 02/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	3,07										3,07	3,07	102	3,13	0,12	3,51
3	C	19,23	19,31	19,38	19,07	19,02	20,30	18,99	20,10	20,14	19,33	194,87	19,49	100	19,49	-	19,49
4	D	34,69	34,57	35,14	35,04	35,54	33,27	33,55	32,75	33,21	32,74	340,50	34,05	102	34,73	0,12	38,90
5	E	48,15	48,98	48,67	49,00	49,35	47,59	49,25	47,27	44,63	55,69	488,58	48,86	102	49,84	0,12	55,82
TOTAL (s)															107,18		117,71
TOTAL (min)															1,79		1,96
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Elaborado por: El investigador

En la tabla anterior, se muestran los tiempos necesarios para cada elemento de actividad, el elemento B que es de transporte, es realizado una sola vez con un tiempo básico de 122,80 segundos para un lote de 40 unidades, sin embargo, en la tabla se muestra la relación de dicho tiempo de transporte para una unidad con el fin de tener datos homogéneos. Dicho criterio se tomó para todas las actividades con transportes similares.

En la tabla 35, se muestra un resumen de los tiempos obtenidos para la actividad fabricación de estructura base de cojín.

Tabla 35: Resumen de tiempos de la fabricación de estructura base de cojín

RESUMEN DE TIEMPOS (min)	
Tiempo Básico	1,79
Suplementos	0,12
Tiempo Estándar	1,96

Elaborado por: El investigador

Una vez realizado el estudio para todos los componentes encargados por dicha área, mismo que se muestra en el anexo 5 “Estudio de tiempos área maquinado”, en la tabla 36 se detalla un resumen de los tiempos obtenidos para una unidad, además de la cantidad de cada componente necesaria para conformar una estructura de asiento doble.

Tabla 36: Resumen de tiempos de las actividades del área maquinado

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR (min/unidad)	TIEMPO TOTAL (min)
Fabricación de estructura base de cojín	2	1,96	3,92
Fabricación de estructura base de espaldar	2	7,89	15,78
Fabricación de jotas para base	2	1,81	3,62
Fabricación de comas para base	2	0,69	1,38
Fabricación de jotas para codera	1	1,79	1,79
Fabricación de tubo L	2	1,79	3,58
Fabricación de travesaños	2	0,76	1,52
TOTAL			31,59

Elaborado por: El investigador

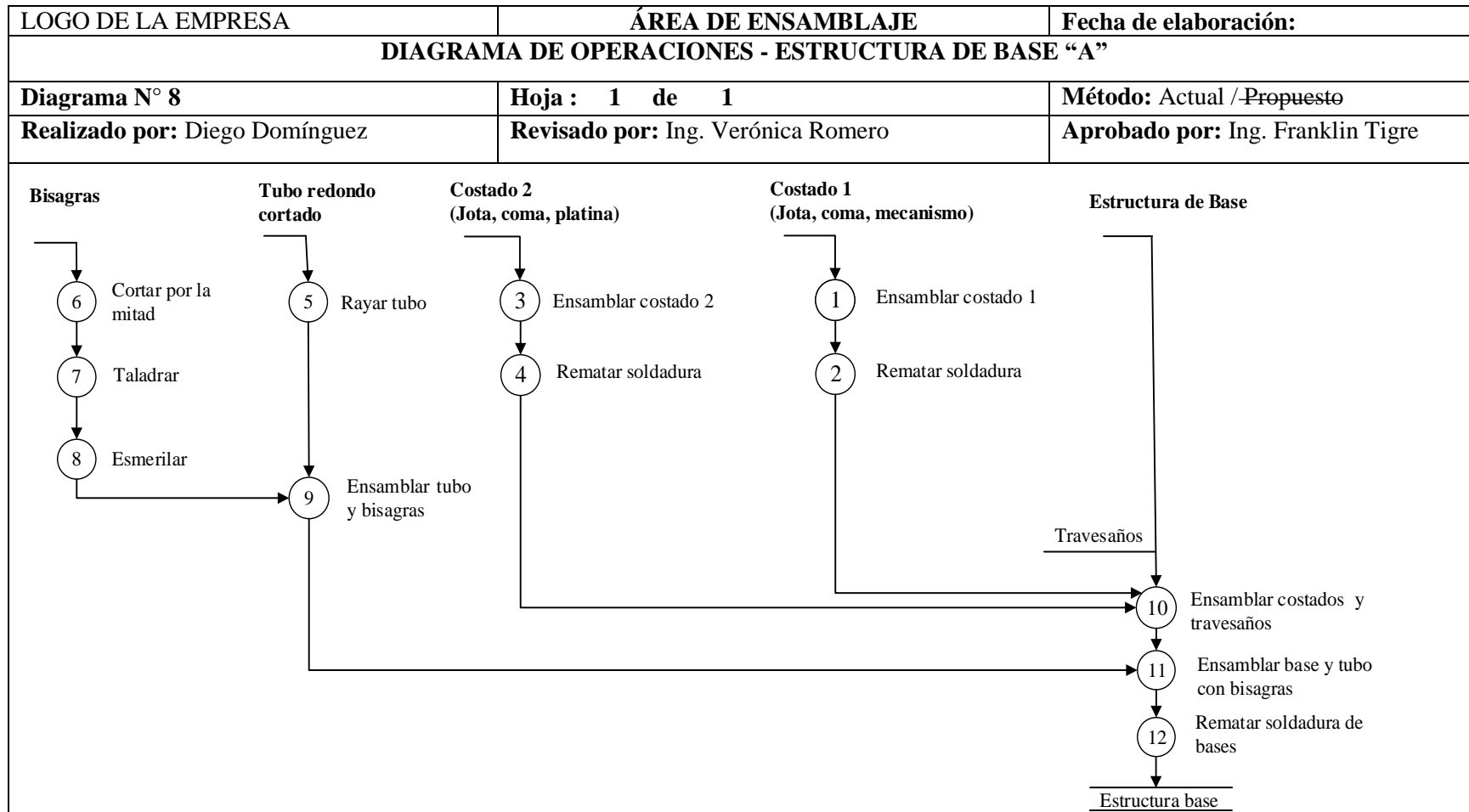
Con respecto al área de ensamblaje, se la dividió en dos partes para su estudio, debido a que existe un proceso externo de pintura, la primera parte se consideró el ensamble parcial de la base con los espaldares, cojines, apoyapiés y una pata metálica. La segunda parte, se consideró el ensamble total de dicha estructura con las placas para reclinación.

3.1.3.2 Área de ensamble parcial

En la tabla 38, se muestra en diagrama de operaciones de la primera parte de ensamble, indicando los diferentes componentes que forman una estructura, además del diagrama de operaciones de la base, debido a que este componente también sufre de un ensamble para su fabricación, mismo que se muestra en la tabla 37. Finalmente, se presenta el cursograma analítico respectivo con todos los componentes correspondientes al primer ensamble mostrado en la tabla 39.

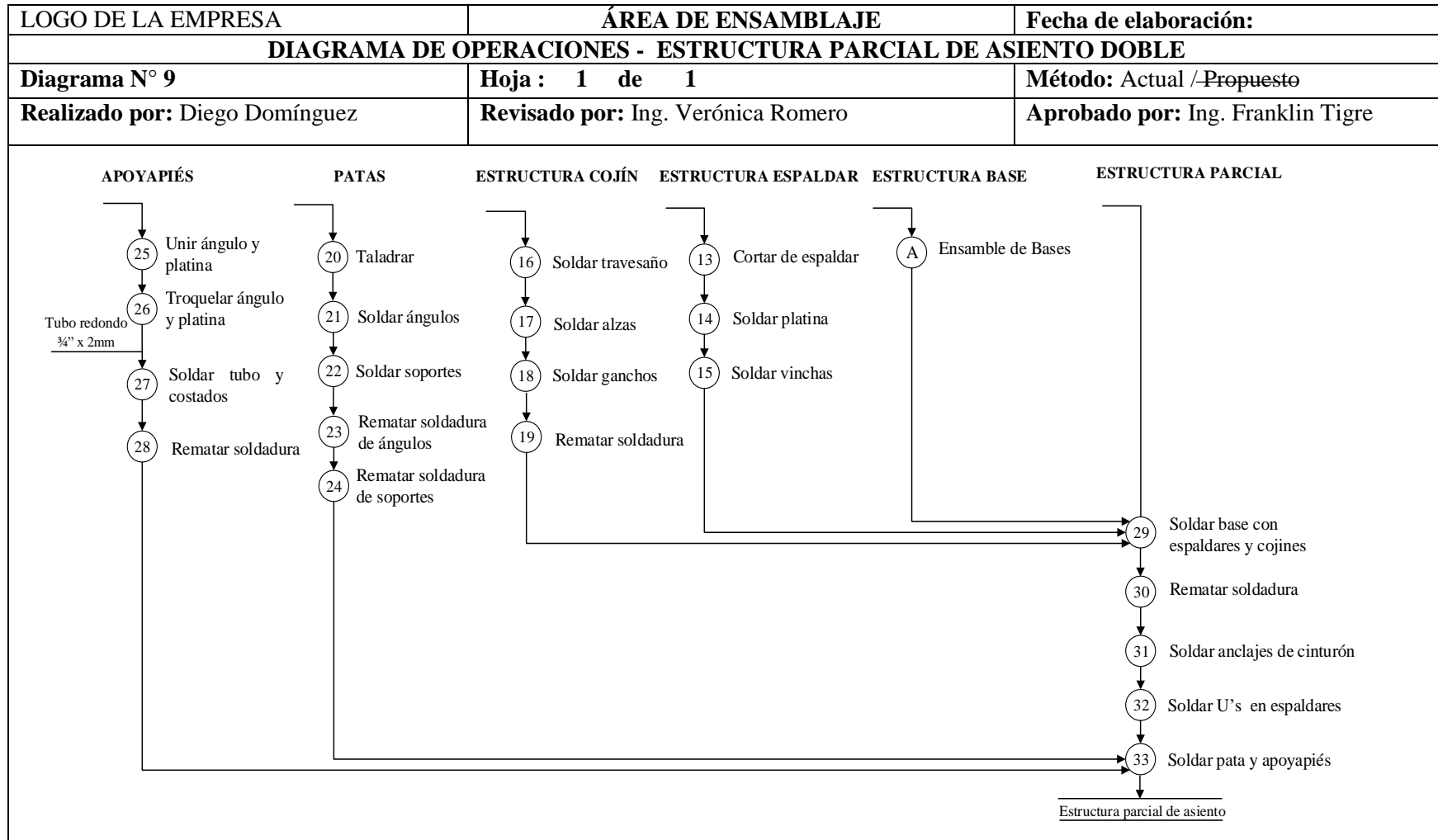
Diagramas de estructura parcial

Tabla 37: Diagrama de operaciones de la estructura de base



Elaborado por: El investigador

Tabla 38: Diagrama de operaciones de la estructura parcial de asiento doble



Elaborado por: El investigador

Tabla 39: Cursograma analítico de la fabricación de estructura parcial

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE ENSAMBLAJE			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 8	Hoja N° 1 de 4	ACTIVIDAD			Actual	Propuesto		
Producto	Estructura parcial	Operación	○	33				
		Transporte	➔	21				
Actividad	Fabricación de estructura parcial	Espera	D	0				
		Inspección	□	0				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	3				
		Distancia (metros)		83,55				
Método	Actual	Tiempo (segundos)		3675,94				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	□	▽	
BASE								
Bisagras								
Cortar bisagras por la mitad	-	22,13	●					
Transportar a taladrado	3,45	0,40		●				Manual, 80 uds.
Taladrar el interior de bisagras	-	13,23	●					
Transportar a esmerilado de banca	6,90	0,40		●				Manual, 80 uds.
Esmerilar bisagras	-	7,77	●					
Transportar a ensamble con tubo redondo	1,10	0,40		●				Manual, 80 uds.
Tubo Redondo								
Rayar tubo	-	23,46	●					
Ensamblar tubo y bisagras	-	88,70	●					
Costado 1								
Ensamblar costado 1	-	45,45	●					
Transportar a remate	3,39	2,33		●				Manual
Rematar soldadura de costado 1	-	54,72	●					
Transportar a ensamble de bases	1,79	1,66		●				Manual

Cursograma analítico de la fabricación de estructura parcial – Continuación 1

Diagrama N° 8	Hoja N° 2 de 4		Continuación					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
Costado 2								
Ensamblar costado 2	-	44,32	●					
Transportar a remate	3,39	2,26		●				Manual
Rematar soldadura de costado 1	-	58,00	●					
Transportar a ensamble de bases	1,79	2,09		●				Manual
Ensamble de elementos								
Ensamblar costados y travesaños	-	96,78	●					
Transportar a ensamble con tubos con bisagras	1,60	6,67		●				Manual
Ensamblar base y tubo con bisagras	-	57,70	●					
Transportar a remate de soldadura	3,39	8,15		●				Manual
Rematar soldadura	-	131,32	●					
Transportar a ensamble final	3,39	14,02		●				Manual
ESPALDAR								
Transportar a corte	3,00	2,11		●				Estantería móvil, 40 uds.
Cortar largo del espaldar	-	31,84	●					
Transportar para ensamble	2,90	2,04		●				Estantería móvil, 40 uds.
Soldar platina a lo largo	-	39,53	●					
Soldar vinchas	-	54,26	●					
Transportar para ensamble con base	2,50	2,07		●				Manual
COJÍN								
Transportar a ensamble	4,10	2,04		●				Estantería móvil, 40 uds.
Soldar travesaño	-	47,32	●					

Cursograma analítico de la fabricación de estructura parcial – Continuación 2

Diagrama N° 8	Hoja N° 3 de 4		Continuación					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
Soldar alzas en parte inferior	-	63,65	●					
Soldar de ganchos	-	82,20	●					
Rematar soldadura	-	86,66	●					
Transportar para ensamble con base	2,50	2,11		●				Estantería móvil, 40 uds.
PATA METÁLICA								
Almacenamiento de patas	-	-					●	
Transportar a taladro de pedestal	5,15	1,00		●				Manual, 20 uds.
Perforar de pata		30,95	●					
Transportar a mesa de trabajo	5,15	1,00		●				Manual, 20 uds
Soldar de ángulos	-	34,68	●					
Soldar de soportes	-	19,75	●					
Rematar soportes	-	17,97	●					
Rematar ángulos	-	23,96	●					
APOYAPIÉS								
Almacenamiento de platinas y ángulos	-	-					●	
Transportar a troqueladora	15,00	1,13		●				Manual, 40 uds
Unir ángulos y platinas	-	5,55	●					
Troquelar ángulos y platinas	-	8,75	●					
Transportar para ensamble de apoyapiés	9,10	1,00		●				Manual, 40 uds
Ensamblar tubo y costados	-	35,35	●					
Rematar soldadura	-	25,48	●					
Transportar a ensamble final	3,35	3,00		●				Manual, 40 uds

Cursograma analítico de la fabricación de estructura parcial – Continuación 3

Diagrama N° 8	Hoja N° 4 de 4		Continuación					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	◻	▽	
ENSAMBLE FINAL								
Ensamblar base con espaldares y cojines	-	604,39	●					
Rematar soldadura de ensamble	-	511,77	●					
Ensamblar anclajes de cinturón	-	270,69	●					
Ensamblar de U's	-	426,30	●					
Ensamblar de patas y apoyapiés	-	543,50	●					
Transportar a almacenamiento	4,00	12,26		●				Manual
Almacenamiento	-	-					●	

Elaborado por: El investigador

Realizado el cursograma de la estructura ensamblada parcialmente, se describen los elementos de actividad, materiales, maquinaria y herramienta de la tabla 40 a la 49 de cada uno de los componentes que conforman la primera parte del ensamble para una estructura de asiento doble.

Tabla 40: Descripción de elementos de actividad de la fabricación de bisagras

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje Actividad: Fabricación de bisagras Producto parcial: Bisagras Material: Tubo redondo de 1" x 1mm Máquina: N.A Herramientas: Tronzadora, taladro de pedestal, esmeril.	ESTUDIO N° 1
A Cortar bisagras por la mitad B Transportar a taladrado C Taladrar el interior de bisagras	D Transportar a esmeril de banca E Esmerilar bisagras F Transportar a ensamble con tubo redondo

Elaborado por: El investigador

Tabla 41: Descripción de elementos de actividad del ensamble de tubo y bisagras

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de tubo redondo y bisagras Producto parcial: Tubo ensamblado con bisagras Material: Tubo ¾" x 2 mm, bisagras Máquina: N.A. Herramientas: Cuchilla, soldadora	
A Rayar tubos	B Ensamblar tubo y bisagras

Elaborado por: El investigador

Tabla 42: Descripción de elementos de actividad del ensamble del costado 1

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de costado 1 para base Producto parcial: Costado 1 de base Material: Jota, coma, mecanismo Máquina: N.A. Herramientas: Soldadora, molde, cincel, martillo	
A Ensamblar costado 1 B Transportar para rematar soldadura	C Rematar soldadura D Transportar a ensamble de bases

Elaborado por: El investigador

Tabla 43: Descripción de elementos de actividad del ensamble del costado 2

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de costado 2 para base Producto parcial: Costado 2 de base Material: Jota, coma, platina Máquina: N.A. Herramientas: Soldadora, molde, cincel, martillo	
A Ensamblar costado 1 B Transportar para rematar soldadura	C Rematar soldadura D Transportar a ensamble de bases

Elaborado por: El investigador

Tabla 44: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos para estructura de base

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de elementos para estructura de base Producto parcial: Estructura de base Material: Travesaño, costados 1 y 2, tubo con bisagras. Máquina: N.A. Herramientas: Soldadora, cincel, martillo	
A Ensamblar costados y travesaños B Transportar a ensamble con tubos con bisagras C Ensamblar base y tubo con bisagras	D Transportar a remate de soldadura E Rematar soldadura F Transportar a ensamble final de estructura

Elaborado por: El investigador

Tabla 45: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos en espaldar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de elementos a estructura base de espaldar Producto parcial: Estructura de espaldar Material: Estructura base de espaldar, platina, vinchas Máquina: N.A. Herramientas: Soldadora, flexómetro	
A Transportar a corte B Cortar largo del espaldar C Transportar para ensamble	D Soldar platina a lo largo de espaldar E Soldar vinchas F Transportar para ensamble con base

Elaborado por: El investigador

Tabla 46: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos en cojín

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de elementos en estructura base de cojín Producto parcial: Estructura de cojín Material: Estructura base de cojín, ganchos, alzas, travesaños Máquina: N.A. Herramientas: Flexómetro, tronzadora, soldadora.	
A Transportar a ensamble B Soldar travesaño C Soldar alzas en parte inferior	D Soldar de ganchos E Rematar soldadura F Transportar para ensamble final

Elaborado por: El investigador

Tabla 47: Descripción de elementos de actividad de la preparación de pata metálica

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Preparación de pata metálica Producto parcial: Pata metálica Material: Pata, soportes, ángulos Máquina: N.A. Herramientas: Soldadora, taladro de pedestal	
A Almacenamiento de patas B Transportar a taladro de pedestal C Perforar pata D Transportar a mesa de trabajo	E Soldar de ángulos F Soldar de soportes G Rematar soportes H Rematar ángulos

Elaborado por: El investigador

Tabla 48: Descripción de elementos de actividad de la preparación de apoyapiés

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Fabricación de apoyapiés Producto parcial: Apoyapié Material: Platinas, ángulos, tubo redondo. Máquina: Troqueladora Herramientas: Soldadora	
A Almacenamiento de platinas y ángulos B Transportar a troqueladora C Unir ángulo y platina D Troquelar ángulos y platinas	E Transportar para ensamble de apoyapiés F Ensamblar tubo y costados G Rematar soldadura H Transportar para ensamble

Elaborado por: El investigador

Tabla 49: Descripción de elementos de actividad del ensamble parcial de la estructura

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble parcial de estructura de asiento doble Producto parcial: Estructura parcial de asiento doble Material: Estructura de base, estructura de espaldar y cojín, anclajes de cinturón, platinas, perfil en U, apoyapiés, pata metálica. Máquina: N.A. Herramientas: Soldadora, cincel, martillo	
A Soldar base con espaldares y cojines B Rematar soldadura C Soldar anclajes de cinturón	D Soldar perfiles en U en espaldares E Soldar apoyapiés y pata metálica

Elaborado por: El investigador

Estudio de tiempos

Determinación del número de observaciones

Para el área de ensamble parcial, se utilizó el criterio de la General Electric, debido a que, para la fabricación de una estructura de asiento existe un alto tiempo de ciclo, en la siguiente tabla se muestra un promedio de tiempo de 5 observaciones preliminares de cada una de las actividades necesarias para la estructura como se muestra en la tabla 50.

Tabla 50: Promedio de muestras preliminares de actividades del área de ensamblaje parcial

ACTIVIDAD	PROMEDIO DE MUESTRAS PRELIMINARES (s)
Fabricación de bisagras (4 unidades)	184,56
Ensamble de tubo y bisagras	112,36
Ensamble del costado 1 para base	104,17
Ensamble del costado 2 para base	106,12
Ensamble de elementos	308,55
Fabricación de espaldares (2 unidades)	288,46
Fabricación de cojines (2 unidades)	559,10
Fabricación de pata metálica	127,51
Fabricación de apoyapiés (2 unidades)	159,42
Ensamble parcial de elementos	2372,03
TOTAL (s)	4183,86
TOTAL (min)	69,73

Elaborado por: El investigador

Con los tiempos determinados anteriormente y usando la tabla de la General Electric, se definió un número de 3 observaciones, al ser este un proceso extenso. Sin embargo, para obtener una mejor exactitud en los datos se decidió realizar el estudio con 10 observaciones para cada componente de ensamble.

A continuación, se muestra un ejemplo del procedimiento para determinar el tiempo estándar de cada componente con la actividad ensamble de elementos en la estructura base de cojín, mostrando la valoración de cada elemento de actividad, suplementos y los tiempos obtenidos según el número de observaciones realizado, dicho

procedimiento, se utilizó para cada uno de los componentes de la estructura realizados por el área.

Tabla 51: Valoración del ritmo de trabajo del ensamble de elementos en la estructura base de cojín

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Tarea	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	-0,02	100
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102

Elaborado por: El investigador

Tabla 52: Suplementos para el ensamble de elementos en la estructura base de cojín

Suplementos		
Trabajador:	Hombre	
		%
Suplementos constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Suplementos variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	1
TOTAL		12

Elaborado por: El investigador

Definido la valoración y los suplementos, se determinó el tiempo estándar para la actividad en estudio. En la tabla 53, se muestra el estudio de tiempos con las observaciones determinadas anteriormente.

Tabla 53. Estudio de tiempos del ensamble de elementos en estructura base de cojín

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble de elementos en cojín												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Estructura de cojín												Operarios:					
Material: Estructura base de cojín, travesaños, alzas, ganchos												Fecha: 09/04/2014					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	2,04										2,04	2,04	102	2,08	0,12	2,33
2	B	48,45	49,30	46,12	49,78	45,27	46,31	47,21	45,69	46,47	48,55	473,15	47,32	102	48,26	0,12	54,05
3	C	68,00	61,97	61,23	60,55	63,19	65,77	63,21	64,27	62,89	65,37	636,45	63,65	102	64,92	0,12	72,71
4	D	79,33	83,90	84,59	84,32	76,51	80,15	84,36	81,27	84,59	83,01	822,03	82,20	100	82,20	0,12	92,07
5	E	88,34	88,67	88,22	82,16	84,34	85,21	86,36	86,47	87,21	89,64	866,62	86,66	102	88,40	0,12	99,00
6	F	2,11										2,11	2,11	102	2,15	0,12	2,41
TOTAL (s)														288,01			322,57
TOTAL (min)														4,80			5,38
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Elaborado por: El investigador

La tabla anterior muestra que, para la actividad de ensamble de elementos en la estructura de cojín, se tiene un tiempo básico de 4,80 minutos/unidad, y un tiempo estándar de 5,38 minutos/unidad, considerando los suplementos del 12%.

Tabla 54: Resumen de tiempos del ensamble de elementos en estructura base de cojín

RESUMEN DE TIEMPOS (min)	
Tiempo Básico	4,8
Suplementos	0,12
Tiempo Estándar	5,38

Elaborado por: El investigador

En el anexo 5 “Estudio de tiempos área de ensamblaje parcial”, se muestra el estudio de tiempos completo para cada componente. A continuación, se presenta un resumen de los tiempos de las actividades realizadas por el área de ensamblaje parcial, mismos que se presentan en la tabla 55, donde se define la cantidad necesaria de cada componente para una estructura, el tiempo unitario y el tiempo total según la cantidad estipulada.

Tabla 55: Resumen de tiempos de las actividades del área de ensamblaje parcial

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR (min/unidad)	TIEMPO TOTAL (min)
Fabricación de bisagras	4	0,84	3,36
Ensamble de tubo y bisagras	1	2,20	2,20
Ensamble del costado 1 para base	1	2,04	2,04
Ensamble del costado 2 para base	1	2,09	2,09
Ensamble de elementos de base	1	6,17	6,17
Fabricación de espaldares	2	2,51	5,60
Fabricación de cojines	2	5,38	10,76
Fabricación de pata metálica	1	2,46	2,46
Fabricación de apoyapiés	2	1,53	3,06
Ensamble parcial de elementos	1	39,28	39,28
TOTAL (min)			76,44

Elaborado por: El investigador

3.1.3.3 Área de ensamblaje total

Estudiado el primer proceso de ensamblaje, se muestra el diagrama de operaciones y el cursograma analítico de la segunda parte de ensamble en las tablas 56 y 57 respectivamente. Esta sección se encarga de realizar las placas de reclinación del asiento para su posterior colocación.

Diagramas de estructura total

Tabla 56: Diagrama de operaciones de la estructura final de asiento doble

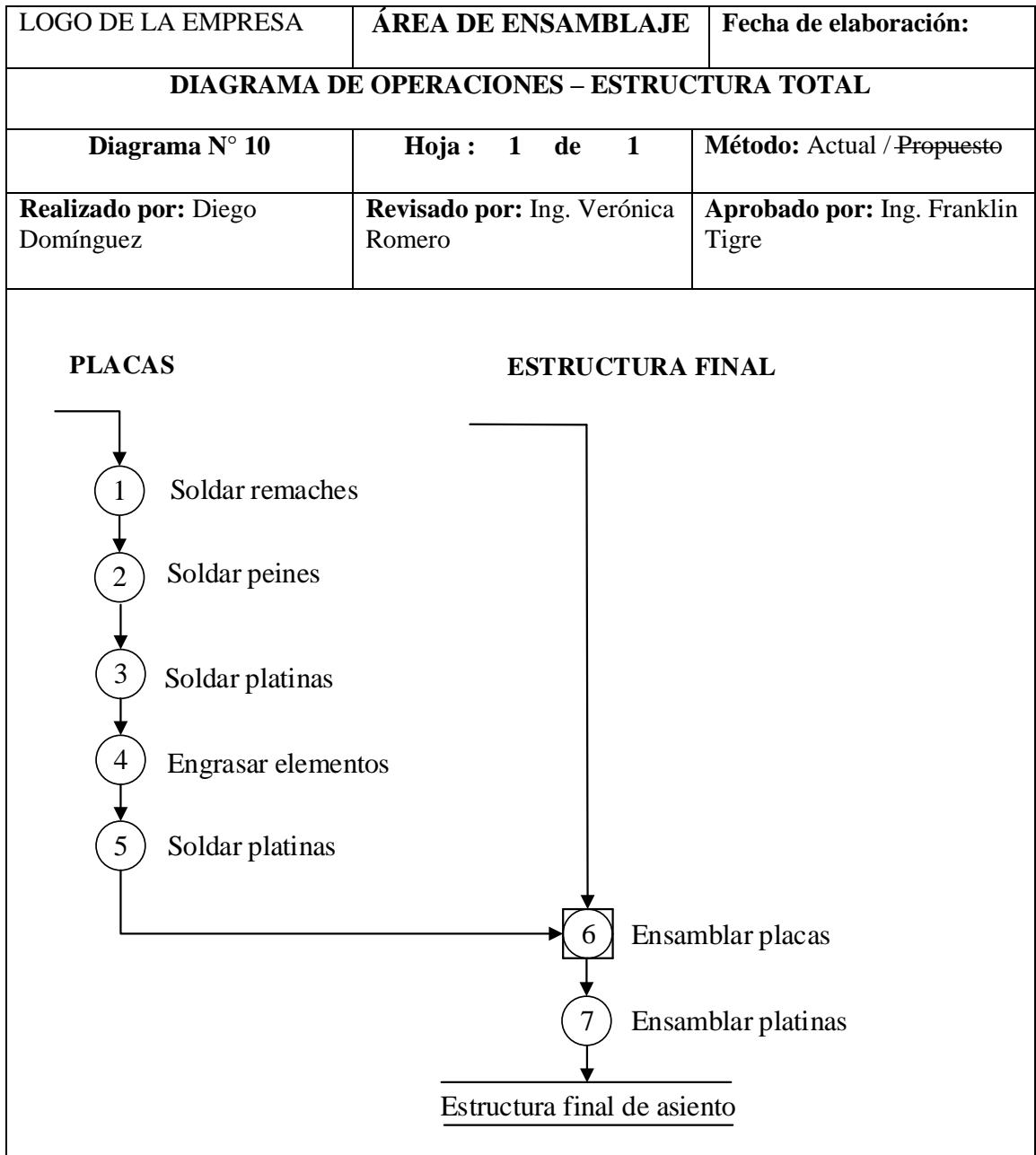


Tabla 57: Cursograma analítico de la estructura final

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE ENSAMBLAJE			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 9	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD			Actual	Propuesto		
Producto	Estructura final	Operación	○	6				
		Transporte	➔	4				
Actividad	Ensamble final de elementos	Espera	D	0				
		Inspección	◻	1				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	1				
		Distancia (metros)		24,25				
Método	Actual	Tiempos (segundos)		1882,82				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
PLACAS								
Almacenamiento elementos	-	-						
Transportar a mesa de trabajo	11,00	1,00						Manual, 40 uds.
Soldar remaches	-	85,71	●					
Soldar peines	-	57,82	●					
Soldar platinas	-	172,07	●					
Engrasar elementos	-	55,33	●					
Soldar platinas	-	68,67	●					
ENSAMBLE DE ELEMENTOS								
Colocar placas y resortes	-	1246,2					●	
Transportar a almacenamiento	5,15	27,91					●	Manual, 40 uds.
Transportar a ensamble de platinas	7,00	19,26					●	Manual, 40 uds.
Ensamblar platinas	-	130,39	●					
Transportar a acabados	4,10	18,41					●	

Elaborado por: El investigador

A continuación, se describen los elementos de actividad de cada una de las actividades realizadas en esta sección de ensamble con la maquinaria, herramienta y materiales necesarios para su realización.

Tabla 58: Descripción de elementos de actividad del ensamble de elementos para placas

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble de elementos para placas Producto parcial: Placas Material: Placa base, platinas, peine, remaches Máquina: N.A Herramientas: Soldadora TIG	
A Almacenamiento elementos B Transportar a mesa de trabajo C Soldar remaches D Soldar peines	E Soldar platinas F Engrasar elementos G Soldar platinas

Elaborado por: El investigador

Tabla 59: Descripción de elementos de actividad del ensamble final de asiento doble

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Ensamblaje ESTUDIO N° 1 Actividad: Ensamble final de estructura de asiento doble Producto parcial: Estructura parcial de asiento doble Material: Estructura parcial de asiento pintada, placas, w40, gasolina aceite, resortes, platinas Máquina: N.A Herramientas: Soldadora TIG, pulidora, martillo, cincel, entenalla de banco	
A Colocación de placas y resortes B Transportar a almacenamiento C Transportar a ensamble de platinas	D Ensamblar platinas E Transportar a acabados

Elaborado por: El investigador

Estudio de tiempos

Determinación del número de observaciones

De la misma manera que en la primera parte del ensamble, el número de observaciones se definió mediante el criterio según la General Electric, con 5 observaciones preliminares para cada actividad, mismos que se presentan en la tabla 60.

Tabla 60: Promedio de muestras preliminares de actividades de la segunda parte de ensamble

ACTIVIDAD	PROMEDIO DE MUESTRAS PRELIMINARES (s)
Ensamble de elementos para placa (2 unidades)	899,88
Ensamble final de elementos a estructura	1439,23
TOTAL (s)	2339,11
TOTAL (min)	39,98

Elaborado por: El investigador

Con los datos obtenidos anteriormente, y siguiendo el criterio de la General Electric, se recomienda un número de 5 observaciones, pero se decidió trabajar con 10, para tener una mayor precisión en el estudio.

Se presenta la valoración de cada elemento de actividad, suplementos y el respectivo estudio de tiempos para las actividades de esta sección. Para ello, se muestra como ejemplo la actividad de ensamble de elementos para placa, el mismo procedimiento se realizó para las actividades pertenecientes a esta parte del ensamblaje.

Tabla 61: Valoración del ritmo de trabajo del ensamble de elementos para placa

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Tarea	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	-0,02	100
G	0	0	0,02	0	102

Elaborado por: El investigador

Una vez definida la valoración, se determinó los suplementos con el mismo criterio de los suplementos variables que se ha explicado anteriormente. En la siguiente tabla, se muestra los suplementos considerados para dichas actividades.

Tabla 62: Suplementos para el ensamble de elementos para placa

Suplementos		
Trabajador:	Hombre	
		%
Suplementos constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Suplementos variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	1
TOTAL		12

Elaborado por: El investigador

En la tabla 63 se muestra el estudio de tiempos para la actividad de ensamble de elementos en placas, dicho estudio revela los tiempos obtenidos de las observaciones realizadas a cada elemento de actividad, además de su tiempo básico y estándar para una unidad.

Tabla 63: Estudio de tiempos del ensamble de elementos para placa

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble de elementos para placas														Hoja: 1 de 1			
Producto Parcial: Placas														Operarios:			
Material: Remaches, peines, platinas, placa														Fecha: 12/04/2019			
Tiempo: Segundos														Observador: Diego Domínguez			
N	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
3	C	86,23	85,80	82,19	87,58	85,39	84,55	86,31	87,14	85,22	86,71	857,12	85,71	102	87,43	0,12	97,92
4	D	56,32	57,82	62,28	54,17	59,39	57,41	59,62	58,44	58,12	54,63	578,20	57,82	102	58,98	0,12	66,05
5	E	169,37	179,97	164,39	175,99	169,78	176,31	171,23	169,33	170,22	174,10	1720,69	172,07	102	175,51	0,12	196,57
6	F	52,14	56,78	54,87	54,51	59,84	56,31	52,17	55,71	58,66	52,31	553,30	55,33	100	55,33	0,12	61,97
7	G	67,59	72,41	69,29	73,87	66,74	69,31	65,22	68,88	70,13	64,20	687,64	68,76	102	70,14	0,12	78,56
TOTAL (s)														448,40			502,21
TOTAL (min)														7,47			8,37
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Elaborado por: El investigador

A continuación, se muestra un cuadro resumen en la tabla 64 de los tiempos para la actividad en estudio, donde se determinó un tiempo básico de 7,47 min/unidad y un tiempo estándar de 8,37 min/unidad, considerando los suplementos del 12%.

Tabla 64: Resumen de tiempos del ensamble de elementos para placa

RESUMEN DE TIEMPOS (min)	
Tiempo Básico	7,47
Suplementos	0,12
Tiempo Estándar	8,37

Elaborado por: El investigador

En el anexo 5 “Estudio de tiempos área de ensamblaje total”, se presenta el estudio de tiempos de las además actividades realizadas en esta sección del área de ensamblaje y en la tabla 65 se muestra un resumen de los tiempos para la obtención de una estructura de asiento doble completamente terminada.

Tabla 65: Resumen de tiempos de las actividades del área de ensamblaje total

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR (min/unidad)	TIEMPO TOTAL (min)
Ensamble de elementos en placa	2	8,37	16,74
Ensamble final de elementos en estructura	1	27,46	27,46
TOTAL (min)			44,20

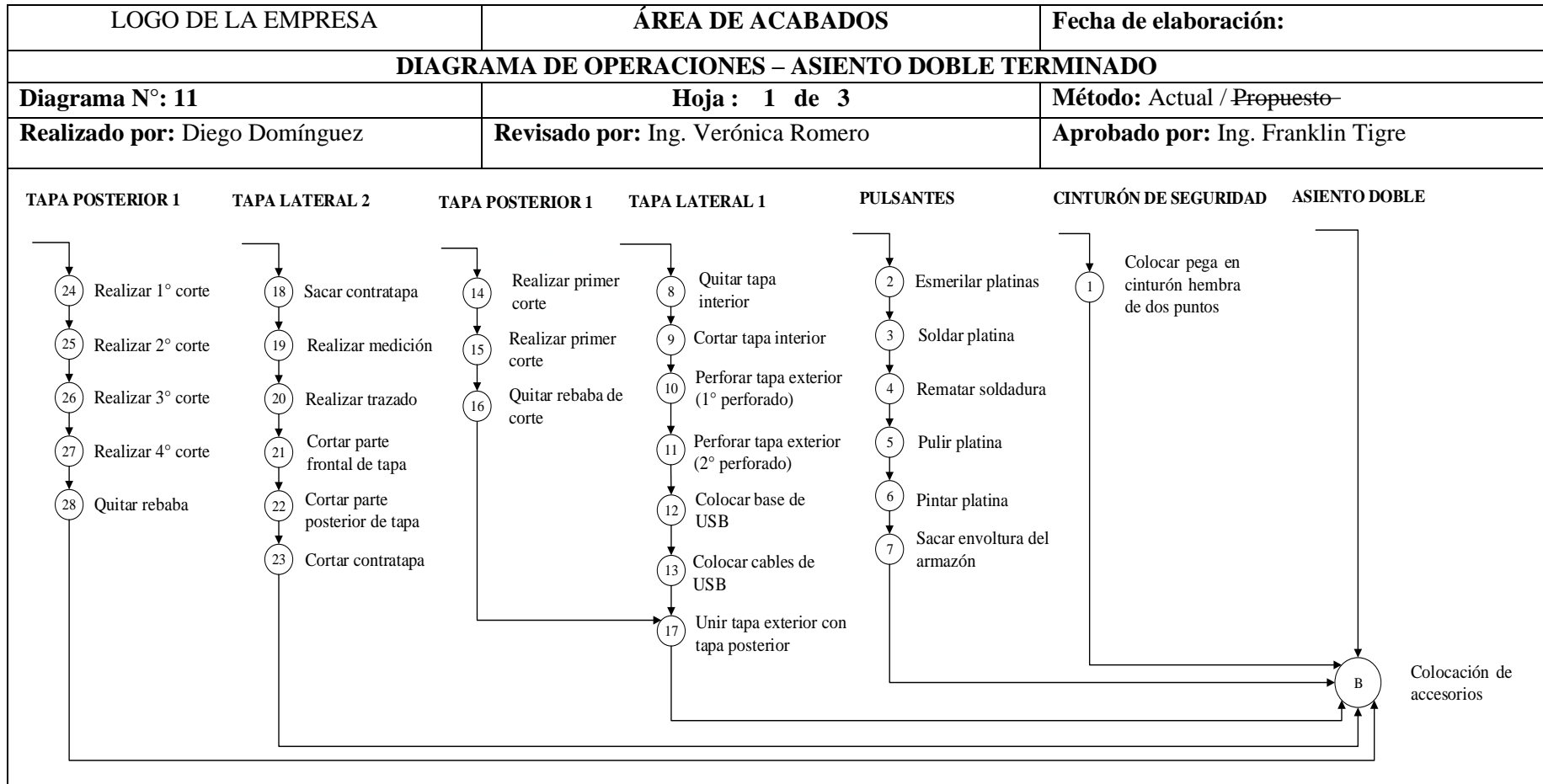
Elaborado por: El investigador

3.1.3.4 Área de acabados

A continuación, se realiza el estudio del área de acabados, para lo cual se presenta el diagrama de operaciones en la tabla 66, donde se muestran las principales operaciones de los diferentes componentes que intervienen en la realización del asiento doble terminado y sus respectivas actividades, además de la forma en que estos se van ensamblando durante el proceso.

Diagrama de asiento doble final

Tabla 66: Diagrama de operaciones del asiento doble terminado



Elaborado por: El investigador

Diagrama de operaciones del asiento doble terminado – Continuación 1

Diagrama N° 11	Hoja : 2 de 3	Continuación
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<pre> graph TD B((B)) --> 29((29)) 29 --> 30((30)) 30 --> 31((31)) 31 --> 32((32)) 32 --> 33((33)) 33 --> 34((34)) 34 --> 35((35)) 35 --> 36((36)) 36 --> 37((37)) 37 --> 38((38)) 38 --> End{{ }} </pre> <p>The flowchart consists of a vertical sequence of operations. It starts with a circle containing the letter 'B'. An arrow points down to a circle with the number '29', followed by '30', '31', '32', '33', '34', '35', '36', '37', and '38'. Each number is in a circle, and they are connected by downward-pointing arrows. To the right of each number is a text description of the operation. The final step '38' is followed by a downward-pointing arrow leading to a pentagon symbol.</p>		

Elaborado por: El investigador

Diagrama de operaciones del asiento doble terminado – Continuación 2

Diagrama N° 11	Hoja : 3 de 3	Continuación
Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por: Ing. Franklin Tigre
<pre> graph TD Start([39]) --> Step39[Colocar cinturón 3p] Step39 --> Step40[Colocar pulsantes] Step40 --> Step41[Colocar pega a estructura del espaldar] Step41 --> Step42[Colocar espaldar en estructura] Step42 --> Step43[Colocar pega en el posterior del espaldar] Step43 --> Step44[Pegar esponja gris en espaldar] Step44 --> Step45[Tapizar espaldares] Step45 --> Step46[Enganchar forro a estructura] Step46 --> Step47[Colocar mallas y tapas de apoyapiés] Step47 --> Step48[Colocar fundas y tapas plásticas] Step48 --> Step49[Colocar cojines en estructura] Step49 --> End[Asiento doble final] </pre>		

Elaborado por: El investigador

Definidas las principales operaciones para la realización un asiento terminado, en el cursograma analítico de la tabla 67, se muestran con más detalle todas las operaciones, transportes, inspecciones y almacenamientos que sufre cada uno de los componentes necesarios.

Tabla 67: Cursograma analítico de la fabricación del asiento doble terminado

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE ACABADOS				OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO				
Diagrama N° 10	Hoja N°1 de 4	ACTIVIDAD		Actual	Propuesto			
Producto	Asiento doble terminado	Operación	○	49				
		Transporte	⇒	12				
Actividad	Preparación y colocación de accesorios	Espera	⊐	0				
		Inspección	◻	0				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	7				
		Distancia (metros)		103,30				
Método	Actual	Tiempos (segundos)		4928,91				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	⊐	◻	▽	
CINTURÓN DE SEGURIDAD								
Almacenamiento de materia prima	-	-						
Transportar a acabados mesa 1	11,00	1,00						Manual, 40 uds.
Colocar pega en cinturón de dos puntos hembra	-	21,01						
Transportar a estructura de asiento	2,00	1,00						Manual, 40 uds.
PULSANTES								
Almacenamiento de materia prima	-	-						
Transportar a esmeril	20,10	3,15						Manual, 40 uds.
Esmerilar platinas	-	14,58						
Soldar platina	-	26,06						
Rematar soldadura	-	27,53						
Pulir platina	-	41,43						
Pintar platinas de pulsantes	-	7,93						
Sacar envoltura	-	16,16						
Transportar a estructura de asiento	7,00	1,00						Manual, 40 uds.

Cursograma analítico de fabricación de asiento doble terminado – Continuación 1

Diagrama N° 10	Hoja N° 2 de 4		Continuación					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	◻	▽	
TAPA POSTERIOR 1								
Almacenamiento de materia prima	-	-					●	
Transportar a acabados mesa 2	13,00	1,00		●				Manual, 20 uds.
Realizar corte 1	-	7,70	●					
Realizar corte 2	-	35,53	●					
Quitar rababa	-	35,38	●					
TAPA LATERAL 1								
Almacenamiento de materia prima	-	-					●	
Transportar a acabados mesa 2	13,00	2,00		●				Manual, 20 uds.
Quitar tapa interior	-	33,21	●					
Cortar tapa interior	-	28,73	●					
Perforar tapa exterior (1° perforado)	-	16,86	●					
Perforar tapa exterior (2° perforado)	-	16,35	●					
Colocar base de USB	-	111,59	●					
Colocar cables de USB	-	15,32	●					
Ensamblar tapa exterior lateral con tapa posterior	-	56,48	●					
TAPA LATERAL 2								
Almacenamiento de materia prima	-	-					●	
Transportar a acabados mesa 2	13,00	2,00		●				Manual, 20 uds.
Sacar contratapa	-	33,46	●					
Realizar medición	-	11,85	●					
Realizar trazado para corte	-	10,11	●					
Cortar parte frontal de tapa	-	62,52	●					
Cortar parte posterior de tapa	-	18,13	●					
Cortar contratapa	-	31,99	●					

Cursograma analítico de fabricación de asiento doble terminado – Continuación 2

Diagrama N° 10	Hoja N°3 de 4		Continuación					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇨	D	◻	▽	
TAPA POSTERIOR 2								
Almacenamiento de materia prima	-	-					●	
Transportar a acabados mesa 2	13,00	1,00		●				Manual, 20 uds.
Realizar primer corte	-	6,71	●					
Realizar segundo corte	-	7,58	●					
Realizar tercer corte	-	10,58	●					
Realizar cuarto corte	-	35,27	●					
Quitar rebaba	-	33,60	●					
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS								
Pintar platinas de estructura	-	14,03	●					
Agujerear cojín	-	27,46	●					
Colocar coderas	-	16,88	●					
Colocar elementos de ajuste para coderas	-	69,93	●					
Ajustar elementos de codera	-	64,84	●					
Colocar zigzag en espaldar	-	44,02	●					
Colocar zigzag en cojín	-	28,01	●					
Ajustar zigzag	-	37,61	●					
Colocar cinturón de seguridad macho de dos puntos.	-	98,24	●					
Colocar cinturón de seguridad hembra de dos puntos	-	139,22	●					
Colocar cinturones de seguridad macho y hembra de tres puntos	-	324,97	●					
Colocar pulsantes	-	234,59	●					

Cursograma analítico de fabricación de asiento doble terminado – Continuación 3

Diagrama N° 10	Hoja N° 4 de 4	Continuación						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	⇨	D	◻	▽	
Colocar pega en estructura del espaldar	-	35,39	●					
Colocar espaldares en estructura	-	265,50	●					
Colocar pega en la parte posterior de los espaldares	-	66,28	●					
Pegar esponja en la parte posterior de espaldares	-	52,01	●					
Tapizar espaldares	-	1142,6	●					
Enganchar forro con estructura	-	303,89	●					
Transportar a mesa de trabajo 1	3,60	15,23		●	○			Manual, se necesita 2 operarios
Colocar mallas en espaldares y tapas en apoyapiés.	-	348,20	●					Se necesita 2 operarios
Transportar a mesa de trabajo 2	2,00	45,07		●				Manual, se necesita 2 operarios
Colocar fundas en espaldares y tapas en estructura	-	449,49	●					Se necesita 2 operarios
Transportar a mesa de trabajo 1	2,00	50,05		●				Manual, se necesita 2 operarios
Colocar cojines en estructura	-	249,61	●					Se necesita 2 operarios
Transportar a almacenamiento	3,60	19,99		●				Manual, se necesita 2 operarios
Almacenamiento del producto terminado	-	-					●	

Elaborado por: El investigador

Definido el cursograma analítico con las diferentes operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos, se muestra en las siguientes tablas la descripción de las actividades realizadas describiendo las herramientas y material necesario para obtener un asiento doble terminado.

Tabla 68: Descripción de elementos de actividad de la preparación de cinturón de seguridad

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Acabados ESTUDIO N° 1	
Actividad: Preparación de cinturón de seguridad de 2 puntos	
Producto parcial: Cinturón de seguridad (Macho/Hembra)	
Material: Cinturones de seguridad 2 puntos	
Máquina: N.A	
Herramientas: Pegamento, esmeril	
A Almacenamiento de materia prima	C Colocar pega en cinturón hembra de dos puntos
B Transportar a acabados	D Transportar hacia estructura de asiento

Elaborado por: El investigador

Tabla 69: Descripción de elementos de actividad de la preparación de pulsantes

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Acabados ESTUDIO N° 1	
Actividad: Preparación de pulsante	
Producto parcial: Pulsantes	
Material: Pulsante, platinas, pintura	
Máquina: N.A	
Herramientas: Soldadora, Esmeril, soplete para pintar	
A Almacenamiento de materia prima	E Rematar soldadura
B Transportar a esmeril	F Pulir soldadura
C Esmerilar platinas de pulsante	G Pintar platinas
D Soldar platina con pulsante	H Sacar de envoltura
	I Transportar a estructura de asiento

Elaborado por: El investigador

Tabla 70: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa posterior 1

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Acabados ESTUDIO N° 1	
Actividad: Preparación de tapa posterior costado 1	
Producto parcial: Tapa posterior costado 1	
Material: Tapas plásticas posteriores	
Máquina: N.A.	
Herramientas: Sierra, estilete	
A Almacenamiento de materia prima	D Cortar tapa posterior (segundo corte)
B Transportar a acabados	E Quitar rebaba
C Cortar tapa posterior (primer corte)	

Elaborado por: El investigador

Tabla 71: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa lateral 1

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Acabados ESTUDIO N° 1 Actividad: Preparación y ensamble tapa lateral costado 1 y tapa posterior costado 1 Producto parcial: Tapa lateral costado 1 ensamblada con tapa posterior costado 1 Material: Tapas plásticas con portavaso, accesorios de USB, tapa posterior Máquina: N.A. Herramientas: Sierra, estilete, taladro, remachadora neumática	
A Almacenamiento de materia prima B Transportar a acabados mesa 2 C Quitar tapa interior D Cortar tapa interior E Perforar tapa exterior (1° perforado)	F Perforar tapa exterior (2° perforado) G Colocar base de USB H Colocar cables de USB I Ensamblar tapa exterior lateral con tapa posterior costado 1

Elaborado por: El investigador

Tabla 72: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa lateral 2

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS ACTIVIDAD	
Área: Acabados ESTUDIO N° 1 Actividad: Preparación de tapa lateral con portavaso costado 2 Producto parcial: Tapa lateral con portavaso Material: Tapas plásticas con portavaso Máquina: N.A. Herramientas: Estilete, regla, señalador	
A Almacenamiento de materia prima B Transportar a acabados C Sacar contratapa D Realizar medición para corte en la tapa E Señalar lugar para corte	F Cortar tapa G Realizar cortes en la parte posterior de la tapa H Cortar contratapa

Elaborado por: El investigador

Tabla 73: Descripción de elementos de actividad de la preparación de tapa posterior 2

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
Área: Acabados ESTUDIO N° 1 Actividad: Preparación de tapa posterior costado 2 Producto parcial: Tapa posterior costado 2 Material: Tapas plásticas posteriores Máquina: N.A. Herramientas: Sierra, estilete	
A Almacenamiento de materia prima B Transportar a acabados C Cortar tapa posterior (primer corte) D Cortar tapa posterior (segundo corte)	E Cortar tapa posterior (tercer corte) F Cortar tapa posterior (cuarto corte) G Quitar rebaba

Elaborado por: El investigador

Tabla 74: Descripción de elementos de actividad de la colocación de accesorios finales

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS DE ACTIVIDAD	
<p>Área: Acabados ESTUDIO N° 1</p> <p>Actividad: Colocación de accesorios en estructura final de asiento doble</p> <p>Producto final: Asiento doble terminado</p> <p>Material: Estructura final de asiento doble, coderas, zigzag, pulsantes, cinturones de seguridad, tapas plásticas, mallas, cojines, espaldares (esponja gris y tapiz), fundas plásticas.</p> <p>Máquina: N.A.</p> <p>Herramientas: Remachadora, taladro, martillo, isarcol.</p>	
<p>A Pintar platinas de estructura</p> <p>B Agujerear cojín</p> <p>C Colocar coderas</p> <p>D Colocar pernos para ajustar coderas</p> <p>E Ajustar pernos de codera</p> <p>F Colocar zigzag en espaldar</p> <p>G Colocar zigzag de cojín</p> <p>H Ajustar zigzag en cojín</p> <p>I Colocar cinturones macho de 2 puntos</p> <p>J Colocar cinturones hembra de 2 puntos</p> <p>K Colocar cinturón macho/hembra 3 puntos</p> <p>L Colocar pulsantes</p> <p>M Colocar pega en estructura del espaldar</p> <p>N Colocar espaldar en la estructura</p> <p>O Colocar pega en la parte posterior del espaldar</p>	<p>P Pegar esponja ploma en la parte posterior del espaldar</p> <p>Q Tapizar espaldar</p> <p>R Enganchar forro</p> <p>S Transportar a mesa de trabajo 1</p> <p>T Colocar mallas en espaldares y tapas en apoyapiés</p> <p>U Transportar a mesa de trabajo 2</p> <p>V Colocar fundas en espaldares y tapas en estructuras</p> <p>W Transportar a mesa de trabajo 1</p> <p>X Colocar cojines en estructura</p> <p>Y Transportar a almacenamiento final</p>

Elaborado por: El investigador

Estudio de tiempos

Determinación del número de observaciones

Aplicando el mismo criterio de la General Electric, para el Área de Acabados se muestra el promedio de los tiempos de cinco observaciones preliminares en la tabla 75, con el fin de determinar cuántas se recomienda para la obtención del asiento doble finalizado.

Tabla 75: Promedio de muestras preliminares de actividades del área de acabados

ACTIVIDAD	PROMEDIO DE MUESTRAS PRELIMINARES
Preparación tapa lateral costado 1	281,1
Preparación tapa posterior costado 1	79,26
Preparación tapa lateral costado 2	170,62
Preparación tapa posterior costado 2	95,5
Preparación de cinturones de seguridad (2 unidades)	47,02
Preparación de Pulsantes (2 unidades)	277,92
Colocación de accesorios finales	4144,23
TOTAL (s)	5095,65
TOTAL (min)	84,93

Realizado por: El investigador

Con los datos obtenidos anteriormente, se recomienda 3 muestras para el producto correspondiente a esta área. Sin embargo, se realizó el estudio con 10 observaciones para una mayor fiabilidad de resultados.

A continuación, se definió la valoración, suplementos y tiempo estándar para las actividades correspondientes del área en estudio. Para ello, se tomó como ejemplo la actividad colocación de accesorios finales en estructura.

Dicho procedimiento, se aplicó también para las otras actividades como: preparación de tapas laterales y tapas posteriores, pulsantes y cinturones de seguridad.

Tabla 76: Valoración del ritmo de trabajo de la colocación de accesorios finales

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102
H	0	0	0,02	0	102
I	0	0	0,02	0	102
J	0	0	0,02	-0,02	100
K	0	0	0,02	0	102
L	0	0	0,02	0	102
M	0	0	0,02	0	102
N	0	0	0,02	0	102
O	0	0	0,02	0	102
P	0	0	0,02	0	102
Q	0	0	0,02	0	102
R	0	0	0,02	0	102
S	0	0	0,02	0	102
T	0	0	0,02	0	102
U	0	0	0,02	0	102
V	0	0	0,02	0	102
W	0	0	0,02	0	102
X	0	0	0,02	-0,02	100
Y	0	0	0,02	0	102

Realizado por: El investigador

Determinada la valoración, se definió los criterios de suplementos, mismos que fueron considerados de manera similar que en las demás actividades de las otras áreas, es decir, por trabajo de pie y ruido, como se muestra en la tabla 77.

Tabla 77: Suplementos para la colocación de accesorios finales

Suplementos		
Trabajador:	Hombre	
		%
Suplementos constantes	Necesidades personales	5
	Fatiga	4
Suplementos variables	Trabajo de pie	2
	Ruido	1
TOTAL		12

Realizado por: El investigador

Para finalizar, en la tabla 78 se muestra el estudio de tiempo para la actividad mencionada anteriormente, donde se presenta los tiempos básicos y estándar para cada uno de los elementos de actividad, considerando los suplementos del 12% calculados anteriormente.

En el anexo 5 “Estudio de tiempos área de acabados”, se muestra el estudio de tiempos detallado de cada uno de los componentes pertenecientes al área de acabados

Tabla 78: Estudio de tiempos de la colocación de accesorios finales

ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Estudio N°: 1																			
Actividad: Colocación de accesorios finales												Hoja: 1 de 1							
Producto final: Asiento estándar doble												Operarios:							
Material: Zig-zag, coderas, espaldares, cojines, esponja ploma, pulsantes, cinturones de seguridad, mallas, tapas plásticas												Fecha: 13/05/2019							
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez							
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE		
1	A	12,36	14,56	15,2	14,11	14,29	14,56	15,62	13,47	12,69	13,47	140,33	14,03	102	14,31	0,12	16,03		
2	B	27,29	26,18	28,74	27,61	27,63	27,66	28,54	27,12	27,5	26,31	274,58	27,46	102	28,01	0,12	31,37		
3	C	17,22	16,79	17,59	16,51	16,10	17,62	16,55	17,89	17,51	15,02	168,80	16,88	102	17,22	0,12	19,28		
4	D	70,22	71,56	69,19	69,31	71,78	69,14	66,31	72,15	69,44	70,22	699,32	69,93	102	71,33	0,12	79,89		
5	E	65,11	64,37	63,88	64,21	65,94	66,15	64,12	66,30	65,14	63,22	648,44	64,84	102	66,14	0,12	74,08		
6	F	41,39	41,89	40,25	47,72	47,72	44,21	46,31	42,01	42,98	45,67	440,15	44,02	102	44,90	0,12	50,28		
7	G	28,23	26,47	27,37	28,71	27,10	29,63	28,47	28,61	27,41	28,14	280,14	28,01	102	28,57	0,12	32,00		
8	H	38,51	37,10	38,47	37,25	36,90	37,54	36,59	38,47	38,50	36,77	376,10	37,61	102	38,36	0,12	42,97		
9	I	95,09	100,37	95,78	97,56	98,91	102,31	96,22	98,14	96,23	101,74	982,35	98,24	102	100,20	0,12	112,22		
10	J	133,67	137,00	145,35	142,95	138,27	139,54	144,69	140,15	138,47	132,10	1392,19	139,22	100	139,22	0,12	155,93		
11	K	323,65	330,21	319,14	324,55	326,17	324,15	322,17	327,41	324,10	328,18	3249,73	324,97	102	331,47	0,12	371,25		
12	L	231,63	231,10	237,31	234,69	240,41	236,14	231,17	234,55	233,17	235,69	2345,86	234,59	102	239,28	0,12	267,99		
13	M	38,41	35,37	33,44	33,78	35,67	34,55	36,74	35,12	33,29	37,51	353,88	35,39	102	36,10	0,12	40,43		
14	N	267,37	263,95	267,41	263,47	263,47	265,22	267,74	266,57	263,17	266,66	2655,03	265,50	102	270,81	0,12	303,31		
15	O	63,27	68,62	69,12	66,07	68,29	65,12	67,20	63,77	66,23	65,15	662,84	66,28	102	67,61	0,12	75,72		
16	P	56,83	51,55	52,15	48,96	51,12	53,22	49,67	50,11	52,37	54,10	520,08	52,01	102	53,05	0,12	59,41		
17	Q	1155,19	1142,12	1135,39	1137,28	1144,80	1148,33	1152,17	1136,78	1141,55	1132,96	11426,57	1142,66	102	1165,51	0,12	1305,37		
18	R	301,47	307,00	304,19	301,79	300,97	30,64	301,22	306,59	302,14	309,67	2735,04	303,89	102	309,97	0,12	347,17		
19	S	18,12	15,35	17,75	15,27	13,12	13,65	14,52	15,67	14,29	14,59	152,33	15,23	102	15,54	0,12	17,40		
20	T	345,12	350,22	343,17	346,47	344,59	350,19	353,69	348,19	352,74	347,61	3481,99	348,20	102	355,16	0,12	397,78		
21	U	42,31	43,13	50,90	48,62	43,62	44,59	43,36	42,66	46,94	44,59	450,72	45,07	102	45,97	0,12	51,49		
22	V	446,61	456,38	445,22	459,11	450,94	447,45	449,54	444,10	445,69	449,87	4494,91	449,49	102	458,48	0,12	513,50		
23	W	45,03	47,14	44,03	50,95	59,07	52,21	49,28	52,31	48,36	52,11	500,49	50,05	102	51,05	0,12	57,18		
24	X	245,21	240,24	256,39	257,19	250,47	249,36	247,36	251,33	250,12	248,39	2496,06	249,61	100	249,61	0,12	279,56		
25	Y	17,28	19,37	18,58	26,09	22,92	17,55	22,39	18,54	19,60	17,53	199,85	19,99	102	20,38	0,12	22,83		
												TOTAL (s)		4218,25					4724,44
												TOTAL (min)		70,30					78,73
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																			

Realizado por: El investigador

Con los tiempos mostrados en la tabla anterior, en la tabla 79, se muestra el tiempo básico y estándar total de la actividad colocación de accesorios finales, considerando los suplementos de un 12%.

Tabla 79: Resumen de tiempos de la colocación de accesorios finales

RESUMEN DE TIEMPOS (min)	
Tiempo Básico	7,47
Suplementos	0,12
Tiempo Estándar	8,37

Elaborado por: El investigador

Es importante mencionar que, en el área de acabados, se realizan actividades adicionales como: enfundado de cojines (40 unidades) con un tiempo estándar de 35,95 segundos/unidad (0,59 min/unidad), corte de fundas para espaldares (40 unidades) con un tiempo de estándar de 11,20 segundos/unidad (0,19 min/unidad).

Además, se consideró una actividad extra de los cinturones de seguridad, debido a que también se utilizan cinturones (macho/hembra) de tres puntos, la parte hembra de estos cinturones deben ser pulidos antes de ser colocados en la estructura, el tiempo estándar de dicha actividad es de 138,94 segundos/unidad (2,32 min/unidad). Dentro del lote 20 asientos dobles, 2 de ellos llevarán este tipo de cinturón. Dichos valores se consideraron para determinar el tiempo total de fabricación del lote de 20 unidades con la ayuda de un diagrama de actividades múltiple. En la tabla 80, se presenta un resumen de tiempos de las actividades realizadas.

Tabla 80: Resumen de tiempos de las actividades del área de acabados

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR (min/unidad)	TIEMPO TOTAL (min)
Preparación tapa lateral costado 1	1	5,35	5,35
Preparación tapa posterior costado 1	1	1,55	1,55
Preparación tapa lateral costado 2	1	2,64	2,64
Preparación tapa posterior costado 2	1	1,87	1,87
Preparación de cinturones de seguridad	2	0,45	0,90
Preparación de Pulsantes	2	2,65	5,30
Colocación de accesorios finales	1	78,73	78,73
TOTAL (min)			96,33

Elaborado por: El investigador

Resumen de tiempos por área

Analizadas las cuatro áreas de la empresa, en la tabla 81 se muestra los tiempos totales realizados por cada una de ellas con respecto a una estructura con las actividades descritas anteriormente.

Tabla 81: Resumen de tiempos por área

ÁREA	TIEMPO (min)
Maquinado	31,59
Ensamblaje Parcial	76,43
Ensamblaje Total	44,20
Acabados	96,33
TOTAL	248,55

Elaborado por: El investigador

3.1.4 Cálculo de la eficiencia de la mano de obra actual

Determinado el tiempo total de cada área según las actividades asignadas para fabricación de una estructura de asiento doble, se definió la distribución actual de las mismas según los trabajadores o estaciones existentes en cada área. Estableciendo así, la eficiencia de la mano de obra actual de cada una de ellas.

Maquinado

Se calculó la eficiencia de cada línea de producción encargada por el área, es decir, de cada componente que se fabrica. Para ello, se definió las estaciones de trabajo con las actividades correspondientes para cada uno de los componentes, mostrados en la tabla 82.

Tabla 82: Distribución de actividades por componente en estaciones de trabajo

Componente	Estación	Elemento de Actividad	Tiempo (s)	Tiempo (min)
Base de espaldar	1	B,C,D,H	198,01	3,30
	2	E,F,G,I	275,13	4,59
Base de cojín	1	B,C,D	61,89	1,03
	2	E	55,82	0,93
Jota para base	1	B,E	61,31	1,02
	2	C,D	47,33	0,79
Coma para base	1	A,B,C	12,03	0,20
	2	E,F,G	29,22	0,49
Tubo L para espaldar	1	B	48,98	0,82
	2	C,D,E	58,70	0,98
Jota para codera	1	B	50,93	0,85
	2	C,D,E	56,25	0,94
Travesaño	1	B,C	30,57	0,51
	2	D,E,F	14,76	0,25

Elaborado por: El investigador

Definidas las actividades que realiza cada estación por componente, se definió la eficiencia en cada una de ellas mediante la fórmula 5. Para los cálculos siguientes se tomó de ejemplo el componente base de espaldar.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{7,89 \text{ min}}{(2 \times 4,59)} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 85,94\%$$

También se determinó el retraso de balanceo (RB), mismo que muestra el porcentaje de la mano de obra ociosa, mientras el RB tienda a cero, menos porcentaje de mano de obra ociosa existirá en la línea [24], este se calculó con la fórmula 6 de la siguiente manera:

$$\text{RB} = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$\text{RB} = 100 - 85,94$$

$$\text{RB} = 14,06\%$$

Además, se determinó el tiempo muerto (TM) existente en la línea, mismo que es considerado como la cantidad de tiempo que el proceso está fuera de operación, el cual se lo calculó con la ayuda de la fórmula 7.

$$\text{TM} = k * T_c - \sum_{i=1}^n t_i \quad (7)$$

Donde:

TM= Tiempo muerto.

k= Estaciones.

T_c= Tiempo de ciclo.

t_i= Tiempo de todas las actividades.

Teniendo así, el cálculo del tiempo muerto de la fabricación de espaldar base en el Área de Maquinado mediante la fórmula descrita anteriormente.

$$TM = k * Tc - \sum_{i=1}^n t_i$$

$$TM = 2 * 4,59 \text{ min} - 7,89 \text{ min}$$

$$TM = 1,29 \text{ min}$$

En la tabla 83 se presenta un resumen de eficiencia, retardo de balance y tiempo muerto actual para cada componente, mostrando así un detalle general de cada parámetro para el área en estudio.

Tabla 83: Eficiencia por componente del área de maquinado

COMPONENTE	EFICIENCIA (%)	RB (%)	TM (min)
Base de espaldar	85,94	14,06	1,29
Base de cojín	95,15	4,58	0,10
Jota para base	88,73	11,27	0,23
Coma para base	70,41	29,29	0,29
Tubo L para espaldar	91,32	8,68	0,17
Jota para codera	95,21	4,79	0,09
Travesaño	74,51	25,49	0,26
TOTAL	85,90	14,02	2,43

Elaborado por: El investigador

Ensamblaje parcial

Para la primera parte de ensamble en el área de ensamblaje, se describe las actividades de manera general realizadas con sus respectivos tiempos en la tabla 84, mismas que son distribuidas en seis estaciones que trabajan en simultáneo dentro del área como lo muestra el diagrama de precedencia de la figura 9.

Tabla 84: Actividades para el diagrama de precedencia del área de ensamblaje parcial

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	PRECEDENCIA
A	Ensamblar elementos a estructura de espaldar	5,02	-
B	Ensamblar elementos a estructura de cojín	10,76	-
C	Ensamblar costado 1 para la base	0,89	-
D	Ensamblar costado 2 para la base	0,87	-
E	Rayar tubo para base	0,46	-
F	Fabricación de bisagras para base	3,36	-
G	Fabricación de apoyapiés	3,06	-
H	Fabricación de pata	2,46	-
I	Rematar soldadura del costado 1	1,15	C
J	Rematar soldadura del costado 2	1,22	D
K	Ensamblar tubo y bisagras	1,74	E,F
L	Ensamblar costados y travesaños (base parcial)	1,90	I,J
M	Ensamblar base parcial con tubo y bisagras (base final)	1,26	L,K
N	Rematar soldadura de base final	3,01	M
O	Ensamblar espaldares y cojines	10,07	N,A,B
P	Rematar soldadura	8,53	O
Q	Ensamblar anclajes de cinturón	4,51	P
R	Ensamblar perfiles en U en espaldares	7,11	Q
S	Ensamblar de patas y apoyapiés	9,06	R,G,H
TOTAL		76,43	

Elaborado por: El investigador

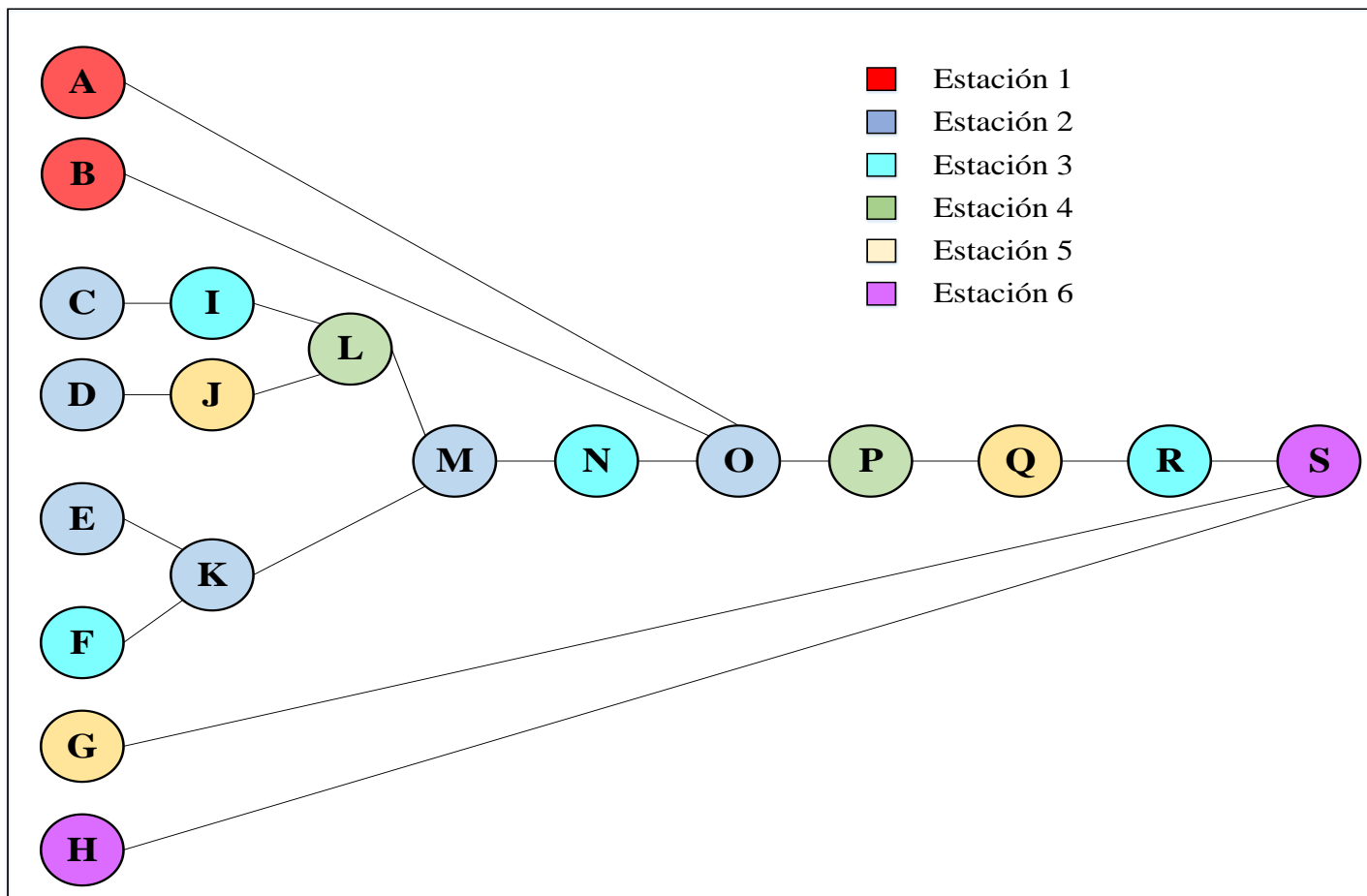


Figura 9: Distribución de actividades actual en estaciones de trabajo del área de ensamblaje parcial
Realizado por: El investigador

Tabla 85: Tiempo de ciclo por estación

Estación	Tiempo (min)
Estación 1	15,78
Estación 2	15,29
Estación 3	12,03
Estación 4	10,43
Estación 5	11,39
Estación 6	11,52

Realizado por: El investigador

En la tabla 85 se muestran los tiempos de las seis estaciones actuales, mismas que constan de un operario cada una. Con estos datos, se determinó la eficiencia actual mediante la fórmula 5:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{76,43 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}{\left(6 \times 15,78 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}\right)} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 80,72\%$$

Determinando la eficiencia de la línea, mediante la fórmula 6, se calculó el retraso de balanceo que existe actualmente en ésta área de estudio:

$$\text{RB} = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$\text{RB} = 100 - 80,72$$

$$\text{RB} = 19,28\%$$

Además, con la ayuda de la fórmula 7, se determinó el tiempo muerto (TM) que existe en las estaciones de trabajo al momento de realizar una estructura parcial de asiento doble.

$$\text{TM} = k * T_c - \sum_{i=1}^n t_i \quad (7)$$

$$\text{TM} = 6 * 15,78 \text{ min} - 76,44 \text{ min}$$

$$\text{TM} = 18,24 \text{ min}$$

Ensamblaje total

De la misma manera, se muestran los tiempos de las actividades encargadas por esta sección de ensamble, mismas que se muestran en la tabla 86. Se consideró necesario definir la distribución actual de las actividades en las estaciones correspondientes mediante el diagrama de precedencia mostrado en la figura 10.

Tabla 86: Actividades para el diagrama de precedencia del área de ensamble total

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (min)	PRECEDENCIA
A	Ensamble de elementos en placas	16,74	-
B	Colocación de placas en estructura	24,26	A
C	Colocación de platinas	3,20	B
TOTAL		44,20	

Elaborado por: El investigador

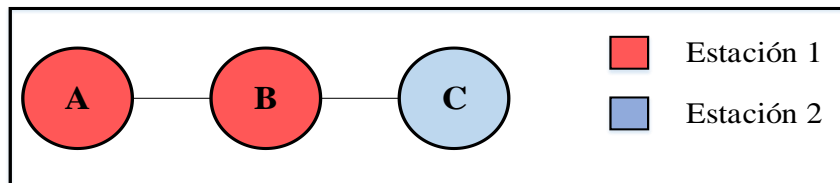


Figura 10: Distribución de actividades actual en estaciones de trabajo en área de ensamble total

Elaborado por: El investigador

Esta sección de ensamble realiza las actividades mencionadas en dos estaciones simultáneas de trabajo como se muestra en la figura anterior, mismas que constan de un trabajador en cada una de ellas. En la tabla 87, se presenta el tiempo de ciclo de cada estación según las actividades respectivas.

Tabla 87: Tiempo de ciclo por estación

Estación	Tiempo (min)
Estación 1	41,00
Estación 2	3,20

Elaborado por: El investigador

De la tabla anterior se puede apreciar que las dos estaciones no tienen una distribución de carga de trabajo de una manera equitativa, criterio que se puede comprobar calculando el porcentaje de eficiencia de mano de obra mediante la fórmula 5 de esta línea de producción con apenas 53,90%.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{44,20 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}{\left(2 \times 41,00 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}\right)} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 53,90\%$$

Igualmente, se determinó el retraso de balanceo mediante la fórmula 6, un porcentaje alto de mano de obra ociosa.

$$\text{RB} = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$\text{RB} = 100 - 53,90$$

$$\text{RB} = 46,10\%$$

El tiempo muerto calculado mediante la fórmula 7 se considera relativamente elevado, debido que no se tiene un equilibrio en sus estaciones con las actividades correspondientes, obteniendo un TM de:

$$\text{TM} = k * Tc - \sum_{i=1}^n t_i \quad (7)$$

$$\text{TM} = 2 * 41,00 \text{ min} - 44,20 \text{ min}$$

$$\text{TM} = 37,80 \text{ min}$$

Acabados

Para el área de acabados se utilizó un diagrama de actividades múltiples en su estudio, que se muestra en el anexo 6, se lo analizó de esta manera debido al método empleado por los operarios, ya que se realizan actividades simultáneas para todo un lote (20 asientos dobles). Así, se definió un tiempo de ciclo de 482,25 minutos/lote (a una relación de 24,11 minutos/unidad) con la participación de siete trabajadores, dicho de otra manera, se tiene un tiempo total disponible de 3375,75 minutos. De este modo, se

determinó los tiempos productivos e improductivos de cada trabajador mostrándolos en la tabla 88.

Tabla 88: Tiempos productivos e improductivos de los trabajadores.

Operario	Tiempo de ciclo por lote (min)	Tiempo Productivo (min)	Tiempo Improductivo (min)
1	482,25	422,11	60,14
2	482,25	387,67	94,58
3	482,25	331,95	150,30
4	482,25	367,26	114,99
5	482,25	257,33	224,92
6	482,25	231,62	250,63
7	482,25	221,10	261,15
TOTAL	3375,75	2219,04	1156,72

Elaborado por: El investigador

Con los datos obtenidos de la tabla anterior, se determinó que de un tiempo disponible de 3375,75 minutos para la fabricación de un lote (20 asientos dobles), solamente se tiene un tiempo productivo de 2219,04 minutos. Con ello se pudo definir la eficiencia actual del área mediante la fórmula 5.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{2219,04 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}{(7 \times 482,25 \frac{\text{min}}{\text{lote}})} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 65,73\%$$

Asimismo, se calculó el retraso de balanceo, obteniendo el siguiente resultado:

$$\text{RB} = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$\text{RB} = 100 - 65,73$$

$$\text{RB} = 34,27\%$$

Finalmente, se determinó el tiempo muerto del área, mostrando un tiempo muerto en la fabricación de 1 lote de 20 unidades de 1156,72 min. (a relación de 57,84 minutos/unidad), considerado bastante alto al momento de la realización de las actividades:

$$TM = k * Tc - \sum_{i=1}^n ti \quad (7)$$

$$TM = 7 * 482,25 \text{ min} - 2219,04 \text{ min}$$

$$TM = 1156,72 \text{ min}$$

Resumen de eficiencia, retraso de balanceo y tiempo muerto actual

En la tabla 89 se muestra un resumen de la eficiencia, retardo de balanceo y tiempo muerto actual por área perteneciente a la empresa según lo determinado anteriormente.

Tabla 89: Resumen de eficiencia, retardo de balanceo y tiempo muerto actual por área

ÁREA	EFICIENCIA (%)	RB (%)	TM (min)
Maquinado	85,90	14,02	2,43
Ensamblaje Parcial	80,72	19,28	18,24
Ensamblaje Total	53,90	46,10	37,80
Acabados	65,73	34,27	57,84
TOTAL	71,56	28,42	116,31

Elaborado por: El investigador

Determinados los parámetros anteriores con los métodos actuales en la empresa, se procedió a definir si los tiempos de ciclo representativos de cada área se ajustan a las necesidades de la empresa según la demanda a la que esta sea sometida. Para ello, el Departamento de Producción determinó que se tiene una demanda mensual de 20 juegos (cada juego de 20 unidades). Lo que quiere decir, que cada área deberá realizar las actividades para 20 juegos al mes. Considerando 20 días laborales del mes, se tiene que cada área dispone de un día (de 420 minutos) para cumplir con la demanda. Se definió un tiempo disponible de 420 minutos en el día por asuntos externos como: proveedores, mantenimiento de producto terminado en empresas de clientes, entrega de producto, etc, mostrando así, los tiempos de ciclo respectivos por área en la siguiente tabla.

Tabla 90: Tiempos de ciclo actual por área

ÁREA	TIEMPO (min)
Maquinado	17,00
Ensamblaje parcial	15,78
Ensamblaje total	41,00
Acabados	24,11

Elaborado por: El investigador

Además, se calculó el tiempo takt (tiempo de ciclo necesario para cumplir la demanda), el cual se determinó mediante la fórmula 8, de la siguiente manera:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{tiempo disponible por día}}{\text{demanda diaria}} \quad (8)$$

$$\text{Takt time} = \frac{420 \text{ minutos}}{20 \text{ unidades}}$$

$$\text{Takt time} = 21 \text{ minutos}$$

En la figura 11, se muestra el comportamiento de cada área según la demanda determinada, donde se observa que el área de ensamblaje total y acabados sobrepasa el tiempo recomendado para cumplir la demanda, generando retrasos en la producción. Además, se muestra que el área de ensamblaje parcial y maquinado están debajo del tiempo takt, lo cual podría llevar a una sobreproducción, especialmente en ensamblaje parcial, esto se debe a que podría existir tiempo disponible para empezar a realizar futuros juegos. Esto no ocurre en maquinado, debido a que los trabajadores pertenecientes a esta área son los encargados de actividades adicionales diarias como el embarque y transporte del producto a los clientes, mantenimiento, entre otras.

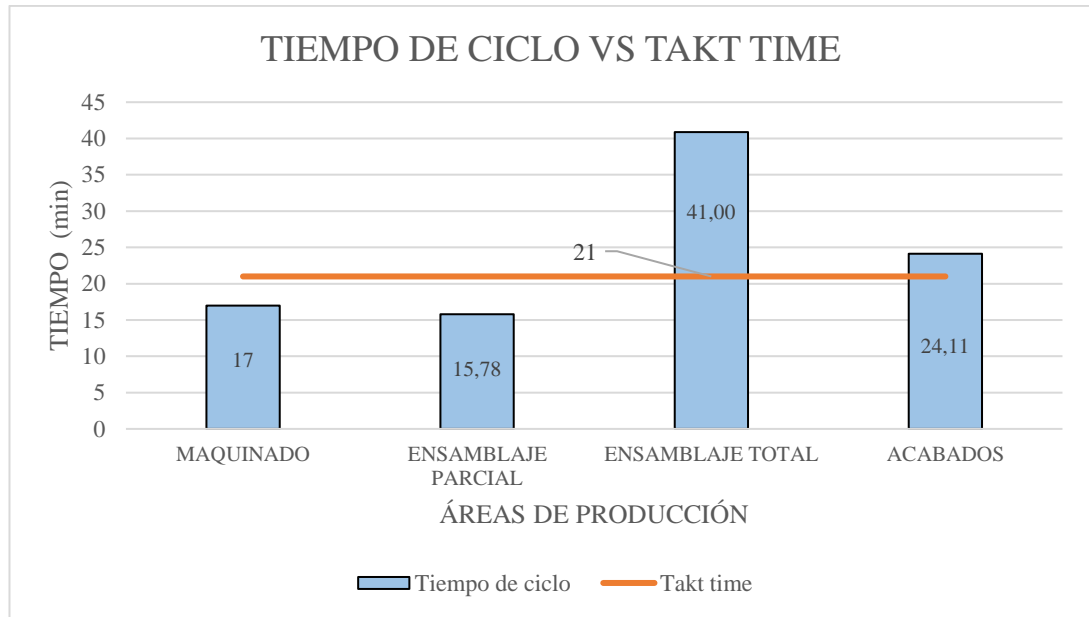


Figura 11: Tiempo takt vs Tiempo de ciclo
Elaborado por: El investigador

3.2 Propuesta de mejora

Con los datos obtenidos anteriormente, se busca que la producción se comporte de acuerdo al tiempo takt definido, reduciendo tiempos muertos, evitando sobreproducción y retrasos en las áreas donde se encuentren dichos problemas. Para esto se propone un balanceo de línea en el área de ensamblaje parcial y total, con el objetivo de igualar la carga de trabajo entre las estaciones involucradas, y un nuevo método de trabajo disminuyendo tiempos improductivos por parte de los trabajadores en el área de acabados.

Ensamblaje parcial

Partiendo de la tabla 84, donde se muestra el tiempo total del ensamblaje parcial y el tiempo de cada actividad, y habiendo definido el tiempo disponible para el número de unidades a fabricar en un día, que en este caso fue de 21 minutos por unidad, se determinó el número de estaciones necesario mediante la fórmula 9:

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{\text{tiempo estándar de la operación}}{\text{tiempo de ciclo}} \quad (9)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{76,44 \text{ minutos/unidad}}{21 \text{ minutos/unidad}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = 3,64 \approx 4$$

Una vez definido el número de estaciones, se utilizó el balanceo de líneas mediante el método heurístico priorizando las actividades que más predecesoras tenga. A continuación, se aplica el procedimiento respectivo de la siguiente forma.

Se ordenó las actividades con más actividades predecesoras según el diagrama de precedencia de la figura 9. Obteniendo los siguientes resultados mostrados en la tabla 91.

Tabla 91: Priorización de actividades según precedencia

ACTIVIDAD	ACTIVIDADES PREDECESORAS
C,D	9
E,F,J,I	8
K,L	7
M	6
A,B,N	5
O	4
P	3
Q	2
R,G,H	1
S	0

Elaborado por: El investigador

Realizado la priorización de las actividades, se construyó las estaciones tomando en cuenta el tiempo takt definido. A cada estación se le asignó un cierto número de actividades según sus prioridades determinadas anteriormente, tratando de cubrir el tiempo que se recomienda para cumplir la demanda, además de evitar al máximo el tiempo no asignado o tiempo de ocio en cada estación. En la tabla 92, se muestra la distribución de actividades para las cuatro estaciones con su respectivo tiempo de ciclo y de ocio.

Tabla 92: Distribución de actividades para cada estación

ESTACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	TIEMPO NO ASIGNADO (min)	TIEMPO POR ESTACIÓN (min)
1	D	0,87	20,13	20,88
	C	0,89	19,24	
	F	3,36	15,88	
	J	1,22	14,66	
	I	1,15	13,51	
	E	0,46	13,05	
	L	1,9	11,15	
	K	1,74	9,41	
	M	1,26	8,15	
	A	5,02	3,13	
	N	3,01	0,12	
2	B	10,76	10,24	20,83
	O	10,07	0,17	
3	P	8,53	12,47	20,15
	Q	4,51	7,96	
	R	7,11	0,85	
4	G	3,06	17,94	14,58
	H	2,46	15,48	
	S	9,06	6,42	

Elaborado por: El investigador

Con las cuatro estaciones definidas con las actividades correspondientes, y con su tiempo de ciclo definido, se determinó la eficiencia, mediante la fórmula 5, que el sistema obtendría con la propuesta planteada, obteniendo una mejora aproximada de la eficiencia del 11%.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{76,44 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}{\left(4 \times 21 \frac{\text{min}}{\text{minutos}}\right)} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = 91,00\%$$

Además, se determinó el retraso de balanceo que el sistema sufriría con la propuesta planteada de la siguiente forma:

$$RB = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$RB = 100 - 91,00$$

$$RB = 9,00 \%$$

De la misma manera, se calculó el tiempo muerto que existiría con la nueva distribución de actividades con cuatro estaciones propuesta, obteniendo lo siguiente:

$$TM = k * Tc - \sum_{i=1}^n t_i \quad (7)$$

$$TM = 4 * 21 \text{ min} - 76,44 \text{ min}$$

$$TM = 7,56 \text{ min}$$

A continuación, en la figura 12 se muestra la propuesta de distribución de actividades para las cuatro estaciones recomendadas mediante cálculo, mismas que serán ocupadas por un operario en cada una de ellas.

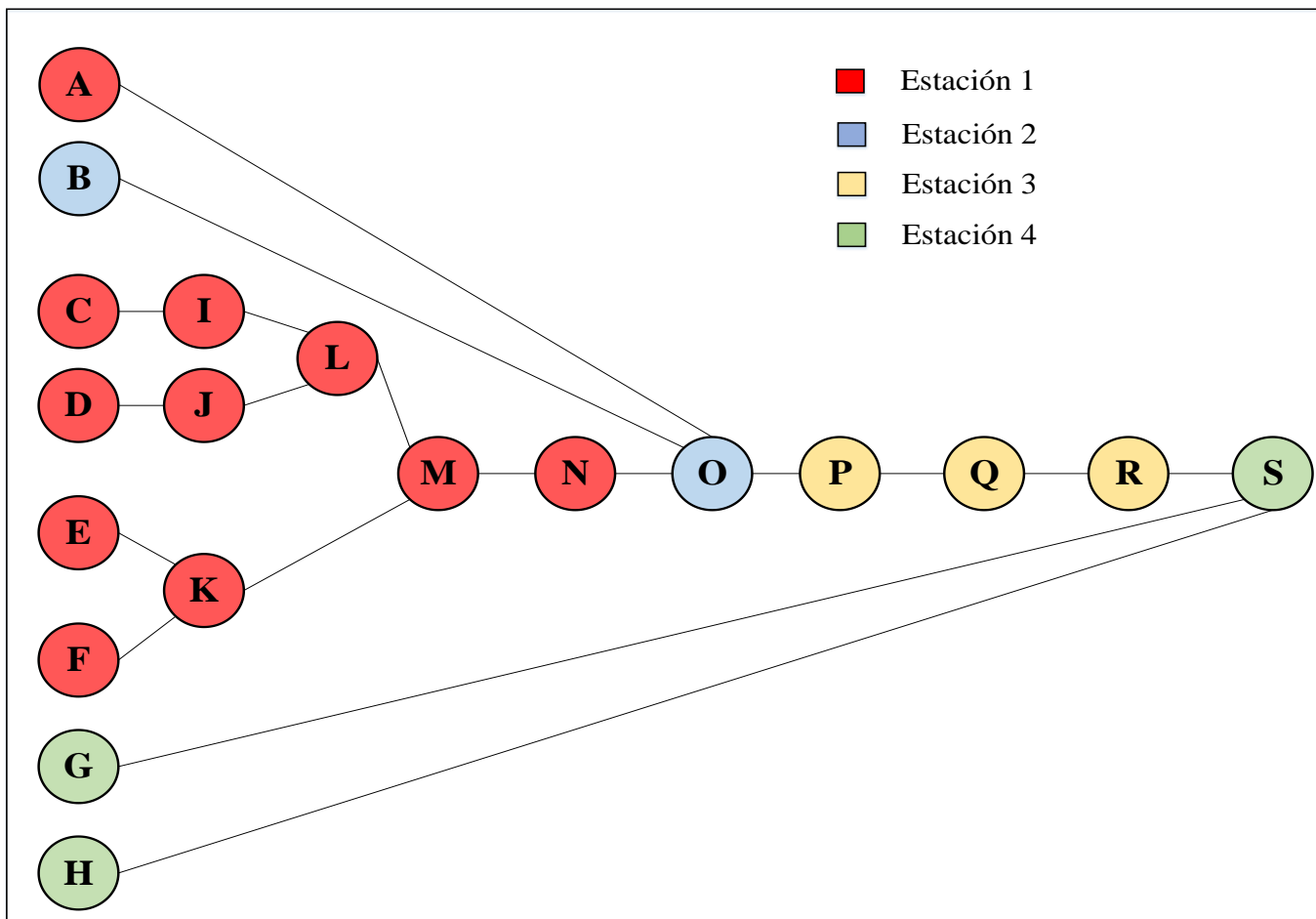


Figura 12: Distribución de actividades en estaciones de trabajo propuesto
Elaborado por: El investigador

Definidas las estaciones con sus respectivas actividades y su tiempo de ciclo, en la tabla 93 se muestran las herramientas y materiales que cada estación conformada necesitará para el desarrollo de sus actividades asignadas.

Tabla 93: Materiales y herramientas por estación

Estación	Materiales	Herramientas
1	-Jotas, comas, platinas, tubo redondo, travesaños, bisagras. -Estructura base de espaldar, platina, vinchas.	-Molde para espaldares, moldes para costados de base, flexómetro, cincel, martillo, cuchilla, escuadra. -Soldadora, tronzadora, taladro de pedestal, entenalla, esmeril de banca.
2	-Estructura de Base, estructura de cojines, ganchos, alzas, jotas de codera, tubo L.	-Molde para cojines, mesa de trabajo necesario para ensamble de espaldares y cojines. -Soldadora
3	-Anclajes de cinturón, platinas, perfiles en U. -Estructura de asiento	-Soldadora.
4	-Tubo redondo, platinas, ángulos. -Pata, soportes, ángulos, lunas. -Estructura de asiento	-Soldadora, Troqueladora, taladro de pedestal.

Elaborado por: El investigador

Para complemento del estudio, se muestra en el anexo 7 el layout propuesto, también el nuevo diagrama de recorrido con las cuatro estaciones determinadas en el anexo 8. Además, se presenta el cursograma analítico propuesto de esta sección de ensamblaje en la tabla 94, observando una reducción de 12 transportes con respecto al método actual, en otras palabras, 9 transportes propuestos, a parte de la reducción de la distancia total recorrida por los materiales de 83,55 m. a 55,50 m. Es decir, aproximadamente una reducción de 28,05 m. de recorrido.

Tabla 94: Cursograma analítico propuesto de la fabricación de estructura parcial

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE ENSAMBLAJE			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 11	Hoja N° 1 de 3	ACTIVIDAD			Actual	Propuesto		
Producto	Estructura parcial	Operación	○	33	33			
		Transporte	➔	21	9			
Actividad	Fabricación de estructura parcial	Espera	D	0	0			
		Inspección	◻	0	0			
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento	▽	3	3			
		Distancia (metros)		83,55	55,50			
Método	Propuesto	Tiempo (segundos)		3675,94	3654,76			
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
BASE								
Bisagras								
Cortar bisagras por la mitad		22,13	●					
Taladrar el interior de bisagras		13,23	●					
Esmerilar bisagras		7,77	●					
Tubo Redondo								
Rayar tubo		23,46	●					
Ensamblar tubo y bisagras		88,70	●					
Costado 1								
Ensamblar costado 1		45,45	●					
Rematar soldadura de costado 1		54,72	●					
Costado 2								
Ensamblar costado 1		44,32	●					
Rematar soldadura de costado 1		58,00	●					

Cursograma analítico propuesto de la fabricación de estructura parcial – Continuación 1

Diagrama N° 11		Hoja N° 2 de 3		Continuación				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
Ensamble de elementos								
Ensamblar costados y travesaños	-	96,78	●					
Ensamblar base y tubo con bisagras	-	57,70	●					
Rematar soldadura	-	131,32	●					
Transportar a estación 2	3,00	14,02		●				Manual
ESPALDAR								
Transportar a estación 1	2,50	2,11		●				Estantería móvil, 40uds.
Cortar largo del espaldar	-	31,84	●					
Soldar platina a lo largo	-	39,53	●					
Soldar vinchas	-	54,26	●					
Transportar a estación 2	3,00	2,07		●				Manual, 2 uds.
COJÍN								
Transportar a ensamble	7,00	2,04		●				Estantería móvil, 40 uds.
Soldar travesaño	-	47,32	●					
Soldar alzas en parte inferior	-	63,65	●					
Soldar de ganchos	-	82,20	●					
Rematar soldadura	-	86,66	●					
Ensamblar base con espaldares y cojines	-	604,39	●					
Transportar a estación 3	2,50	5,00		●				Manual
Rematar soldadura de estructura	-	511,77	●					
Ensamblar anclajes de cinturón a estructura	-	270,69	●					
Ensamblar perfiles en U a estructura	-	426,30	●					
Transportar a estación 4	3,00	7,00		●				Manual

Cursograma analítico propuesto de la fabricación de estructura parcial – Continuación 2

Diagrama N° 18		Hoja N° 3 de 3		Continuación				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	➔	D	◻	▽	
PATA METÁLICA								
Almacenamiento de patas	-	-						
Transportar a estación 4	6,50	1,00		●				Manual, 20 uds.
Perforar de pata	-	30,95	●					
Soldar de ángulos	-	34,68	●					
Soldar de soportes	-	19,75	●					
Rematar soportes	-	17,97	●					
Rematar ángulos	-	23,96	●					
APOYAPIÉS								
Almacenamiento de platinas y ángulos	-	-						
Transportar a estación 4	23,00	1,13		●				Manual, 40 uds.
Unir ángulos y platinas	-	5,55	●					
Troquelar ángulos y platinas (costados)	-	8,75	●					
Soldar tubo y costados	-	35,35	●					
Rematar soldadura	-	25,48	●					
Ensamblar apoyapiés y pata a estructura	-	543,50	●					
Transportar estructura a almacenamiento	5,00	12,26		●				Manual
Almacenamiento	-	-						

Elaborado por: El investigador

Ensamble total

Actualmente, en esta área se cuenta con dos estaciones de trabajo, mismas que no están repartidas las actividades de una manera eficiente, es por ello, que sobrepasa el tiempo takt de una manera considerable. Como se muestra en la tabla 86, el tiempo total de las actividades es de 44,20 minutos para obtener una estructura de asiento doble, dato que sirvió para determinar cuántas estaciones son necesarias para este grupo de actividades de la misma manera que se realizó para el ensamble parcial.

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{\text{tiempo estándar de la operación}}{\text{tiempo de ciclo}} \quad (9)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{44,20 \text{ minutos/unidad}}{21 \text{ minutos/unidad}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = 2,10 \approx 3$$

Según el diagrama de precedencia de la figura 10 y los tiempos determinados en la tabla 84, al recomendar un mínimo de tres estaciones, cada actividad sería realizada por una estación de trabajo, tomando en cuenta que la estación con la actividad B, sobrepasaría el tiempo de ciclo recomendado de 21 minutos, y la estación encargada de la actividad C tendría tiempos de ocio considerables, de esta manera se tendría un incremento mínimo de la eficiencia como se muestra a continuación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{44,20 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}{\left(3 \times 21 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}\right)} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 70,15 \%$$

Es por eso, que se decidió realizar un estudio más a fondo de las operaciones realizadas en la actividad B, considerada crítica, denominada “colocación de placas en la estructura”, con el fin de determinar si dicho tiempo se puede reducir de alguna manera.

Para ello, se muestra en la tabla 95 las operaciones realizadas para llevar a cabo esta actividad.

Tabla 95: Descripción de operaciones de la colocación de placas y resortes

DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	
Área: Ensamblaje	
Actividad: Ensamble final de estructura de asiento doble	
Elemento de Actividad: Colocación de placas y resortes	
Material: Placas, resortes, w40, aceite, gasolina	
Máquina: N.A	
Herramientas: Soldadora, lima,	
A Rociar w40 a estructura	F Rociar gasolina a placas
B Transportar a puesto de trabajo	G Engrasar placas
C Ensamblar placas	H Colocar resortes
D Pulir placas	I Verificar movilidad del asiento
E Limar placas	J Transporte a siguiente estación

Elaborado por: El investigador

Conociendo estas operaciones, se intentó identificar cuáles de ellas se podrían omitir con el fin de disminuir el tiempo para llegar al tiempo de ciclo. Para ello, se decidió realizar un estudio de tiempos de dichas operaciones, sabiendo que el tiempo total del elemento en estudio es de aproximadamente 24,26 minutos y tomando el criterio de la General Electric, se realizó el estudio con 5 observaciones. Además, se tomó el mismo criterio de suplementos y valoración de las operaciones como en los casos anteriores de estudio.

Tabla 96: Estudio de tiempos de la colocación de placas y resortes

ESTUDIO DE TIEMPOS												
Estudio N°: 1												
Actividad: Ensamble final de estructura de asiento doble							Hoja: 1 de 1					
Elemento de actividad: Colocación de placas y resortes							Operarios:					
Material: Placas, resortes, w40, aceite, gasolina							Fecha: 17/04/2019					
Tiempo: Segundos							Observador: Diego Domínguez					
N°	Operación	1	2	3	4	5	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	40,19	45,67	48,97	45,83	43,12	223,78	44,76	102	45,65	0,12	51,13
2	B	22,17	28,97	31,27	33,21	32,15	147,77	29,55	102	30,15	0,12	33,76
3	C	796,37	824,17	849,61	943,32	860,18	4273,65	854,73	102	871,82	0,12	976,44
4	D	80,17	72,37	70,29	42,89	59,21	324,93	64,99	102	66,29	0,12	74,24
5	E	65,31	55,30	58,10	53,68	57,38	289,77	57,95	102	59,11	0,12	66,21
6	F	44,21	44,57	54,50	37,17	42,39	222,84	44,57	102	45,46	0,12	50,91
7	G	28,74	23,07	47,30	41,29	34,12	174,52	34,90	102	35,60	0,12	39,87
8	H	50,97	43,27	36,00	40,29	43,49	214,02	42,80	102	43,66	0,12	48,90
9	I	78,66	78,19	77,69	76,84	75,74	387,12	77,42	100	77,42	0,12	86,71
10	J	29,15	29,85	28,37	30,96	29,71	148,04	29,61	102	30,20	0,12	33,82
TOTAL (s)										1305,37		1462,01
TOTAL (min)										21,76		24,37
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar												

Elaborado por: El investigador

Con los datos obtenidos, se estudió cuales operaciones son innecesarias y no generan valor al proceso, concluyendo que dos de ellas pueden ser omitidas, entre estas tenemos: el transporte a la siguiente estación y la verificación de la movilidad de la estructura, ya que es una operación que se realiza constantemente durante toda la actividad. Omitiendo estas dos operaciones, y según los tiempos determinados, se puede disminuir a la operación aproximadamente 2,01 minutos, teniendo así, un tiempo propuesto de 22,46 minutos para la colocación de placas y resortes y un tiempo total propuesto para el ensamble final de 42,19 minutos. Con este tiempo determinado se calculó nuevamente el número de estaciones necesarias.

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{\text{tiempo estándar de la operación}}{\text{tiempo de ciclo}} \quad (9)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{42,19 \text{ minutos/unidad}}{21 \text{ minutos/unidad}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = 2,01 \approx 3$$

Se recomienda nuevamente la creación de tres estaciones para el ensamblaje total, pero aun así no se considera efectivo una tercera estación por el poco tiempo que sería asignado a una de ellas, es por eso que se propone crear dos estaciones que trabajen en paralelo realizando las tres actividades necesarias para el ensamble. Lo que significa que, cada 42,19 minutos transcurridos se obtendrá dos estructuras finales de asiento doble, expresado de otro modo, a relación de 21,10 minutos/unidad, ajustándose más al tiempo takt determinado. De esta manera, se determinó la eficiencia propuesta con las dos estaciones de la siguiente manera.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{42,19 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}{\left(2 \times 21 \frac{\text{min}}{\text{minutos}}\right)} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 100\%$$

Se obtiene una eficiencia con respecto a mano de obra del 100%, ya que las dos estaciones estarían en actividad completa durante toda la jornada de trabajo, sin existir tiempos de ocio. Sin embargo, a pesar de su eficiencia, se identificó que existiría un mínimo retraso en la producción al no estar completamente ajustado al tiempo takt de

21 minutos, el cual es relativamente insignificante, ya que se tendría un retraso de 6 segundos por unidad.

Esto se puede comprobar con el cálculo del retraso de balanceo, mismo que para ésta área se obtuvo un 0%, mostrando así la inexistencia de mano de obra ociosa:

$$RB = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$RB = 100 - 100$$

$$RB = 0\%$$

Calculando el TM correspondiente, se muestra que no existiría tiempo muerto, por el contrario, se puede identificar que existiría un ligero retraso en la producción como se explicó anteriormente, ya que las estaciones no se ajustan completamente al tiempo recomendado.

$$TM = k * T_c - \sum_{i=1}^n t_i \quad (7)$$

$$TM = 2 * 21,00 \text{ min} - 42,19 \text{ min}$$

$$TM = -0,19 \text{ min}$$

Debido a que se recomienda la creación de una nueva estación de trabajo que se encargue del ensamble de elementos necesarios en las placas y la colocación de las mismas en la estructura para poder cumplir con la demanda, en la tabla 97 se muestra los elementos y cantidad necesaria con un costo aproximado de cada uno de ellos. Realizado el análisis, el costo total aproximado es de \$ 3.150,00 para la creación de una estación de trabajo que cumpla con dichas características.

Tabla 97: Costos de implementación de una estación en paralelo

Cantidad	Elemento	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1	Soldadora TIG	2.800,00	2.800,00
1	Entenalla de banco	120,00	120,00
1	Pulidora	170,00	170,00
2	Mesa de trabajo metálica	50,00	50,00
1	Martillo de bola	7,00	7,00
1	Cinzel	3,00	3,00
TOTAL:			3.150,00

Elaborado por: El investigador

Con la reorganización de las estaciones, en el anexo 8 se define el diagrama de recorrido propuesto para una estación, y en la tabla 98, se presenta el cursograma analítico propuesto mostrando una reducción de 4 a 2 transportes por estructura, disminuyendo a su vez la distancia recorrida por los materiales de 24,25 m. a 21,10 m. Es decir, aproximadamente 3,15 m. por estructura.

Tabla 98: Cursograma analítico propuesto de ensamble final de estructura

CURSOGRAMA ANALÍTICO – ÁREA DE ENSAMBLAJE			OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 12	Hoja N° 1 de 1	ACTIVIDAD	Actual	Propuesto				
Producto	Estructura final	Operación ○	6	6				
		Transporte →	4	2				
Actividad	Ensamble final de elementos	Espera D	0	0				
		Inspección ◻	1	1				
Lugar	Empresa CEPESA	Almacenamiento ▽	1	1				
		Distancia (metros)	24,25	21,10				
Método	Propuesto	Tiempos (minutos)	1882,82	1835,69				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo					Observaciones
			○	→	D	◻	▽	
PLACAS								
Almacenamiento elementos	-	-						
Transportar a mesa de trabajo	17,00	1,00						Manual, 40 uds.
Soldar remaches	-	85,71	●					
Soldar peines	-	57,82	●					
Soldar platinas	-	172,07	●					
Engrasar elementos	-	55,33	●					
Soldar platinas	-	68,76	●					
ENSAMBLE DE ELEMENTOS								
Colocación de placas y resortes	-	1246,2					●	
Ensamblar platinas	-	130,39	●					
Transportar a acabados	4,10	18,41					●	Manual

Elaborado por: El investigador

Acabados

Con el fin de estar ajustado al tiempo takt, en esta área se aplicó un nuevo método de realización de las actividades presentado en el anexo 9, identificando que existen

tiempos improductivos debido al método actual por parte de los operarios 5, 6 y 7 (tapiceros), se definió un nuevo método donde los operarios reduzcan el tiempo en la ejecución con una reorganización de actividades, buscando la mejor opción con el fin de cumplir el tiempo takt. En la tabla 99, se presenta un resumen de los tiempos productivos e improductivos propuestos para cada operario.

Tabla 99: Tiempos productivos e improductivos propuesto de los trabajadores.

Operario	Tiempo de ciclo por lote (min)	Tiempo de Productivo (min)	Tiempo Improductivo (min)
1	401,65	389,19	12,46
2	401,65	371,51	30,13
3	401,65	365,81	35,84
4	401,65	384,36	17,29
5	401,65	252,56	149,08
6	401,65	243,56	158,08
7	401,65	226,57	175,08
TOTAL	2811,52	2233,56	577,96

Elaborado por: El investigador

Con los tiempos determinados anteriormente, se obtiene un tiempo de ciclo de 401,65 minutos para un lote de 20 unidades (a relación de 20,08 minutos/unidad), definiendo así, la eficiencia que se tendría al aplicar el nuevo método, obteniendo el siguiente resultado.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total de la actividad}}{(\text{N}^\circ \text{ estaciones} \times \text{Tiempo de ciclo})} \quad (5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{2233,56 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}{\left(2811,52 \frac{\text{min}}{\text{lote}}\right)} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 79,44\%$$

De la misma manera, se determinó el retraso de balance con el nuevo método propuesto en el área, obteniendo una reducción del 13,71% con respecto a la mano de obra ociosa.

$$RB = 100 - \text{eficiencia} \quad (6)$$

$$RB = 100 - 79,44$$

$$RB = 20,56\%$$

Finalmente, se calculó el tiempo muerto del área si es que el nuevo método se aplicaría, obteniendo un tiempo muerto de 577,99 min en la fabricación de 1 lote de 20 unidades, (a relación de 28,89 minuto/unidad).

$$TM = k * Tc - \sum_{i=1}^n t_i \quad (7)$$

$$TM = 7 * 401,65 \text{ min} - 2233,56 \text{ min}$$

$$TM = 577,99 \text{ min}$$

A continuación, en la tabla 100 se muestra un resumen de los tiempos obtenidos con la propuesta para cada área. Además, en la figura 13, se muestra como las áreas se ajustarían de una manera más adecuada al tiempo takt de 21 minutos según la demanda, evitando de esta manera mano de obra ociosa, sobreproducción y sobretodo retrasos en la producción.

Tabla 100: Tiempos de ciclo propuesto por área

ÁREA	TIEMPO (min)
Maquinado	17,00
Ensamblaje Parcial	20,88
Ensamblaje Total	21,10
Acabados	20,08

Elaborado por: El investigador

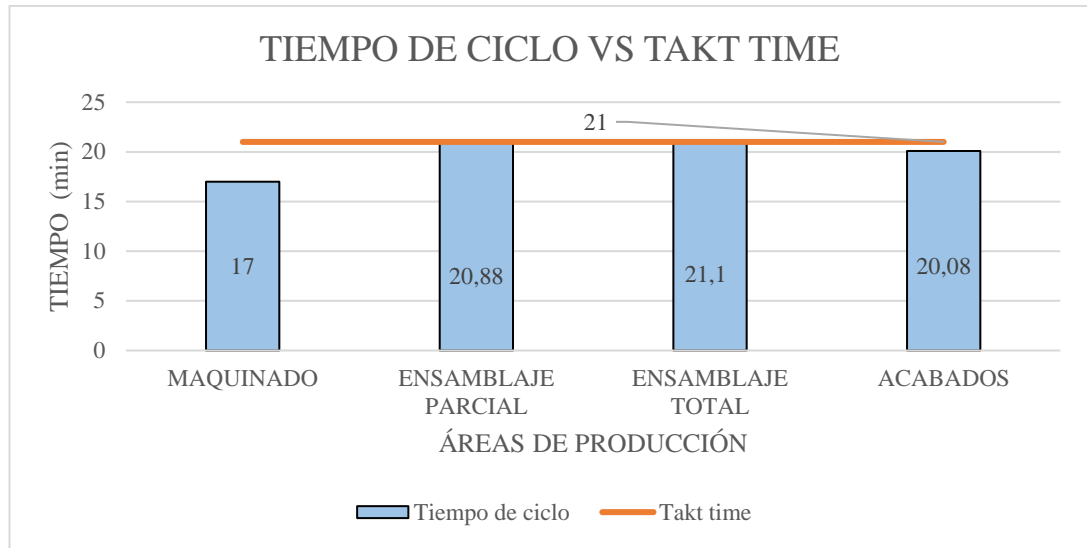


Figura 13: Tiempo takt vs tiempo de ciclo propuesto
Elaborado por: El investigador

Resumen de la eficiencia de mano de obra, retraso de balanceo y tiempo muerto propuesto

En la tabla 101 se presentan las eficiencias actuales y las eficiencias propuestas de cada área con la aplicación de las diferentes herramientas, teniendo como resultado un aumento aproximado del 18% de eficiencia en líneas generales del proceso de producción.

Tabla 101: Resumen de eficiencias actuales y propuestas por área

ÁREA	EFICIENCIA ACTUAL (%)	EFICIENCIA PROPUESTA (%)
Maquinado	85,90	85,90
Ensamblaje Parcial	80,72	91,00
Ensamblaje Total	53,90	100
Acabados	65,73	79,44
PROMEDIO	71,56	89,08

Elaborado por: El investigador

En la tabla 102, se muestra también una comparación entre el retraso de balanceo actual y propuesto de las áreas con en estudio, demostrando que se ha reducido de 28,41% a 10,89% de mano de obra ociosa.

Tabla 102: Resumen de retraso de balanceo actual y propuesto por área

ÁREA	RB ACTUAL (%)	RB PROPUESTO (%)
Maquinado	14,02	14,02
Ensamblaje Parcial	19,28	9,00
Ensamblaje Total	46,10	0
Acabados	34,27	20,56
PROMEDIO	28,41	10,89

Elaborado por: El investigador

De la misma manera, se presenta los tiempos muertos que cada área en estudio sufre actualmente, y la disminución de los mismos con la propuesta planteada en las áreas afectadas en la tabla 103. Obteniendo así, una reducción de tiempo muerto total de 77,43 minutos.

Tabla 103: Resumen de tiempo muerto actual y propuesto por área

ÁREA	TIEMPO MUERTO ACTUAL (min)	TIEMPO MUERTO PROPUESTO (min)
Maquinado	2,43	2,43
Ensamblaje Parcial	18,24	7,56
Ensamblaje Total	37,80	0
Acabados	57,84	28,89
TOTAL	116,31	38,88

Elaborado por: El investigador

Con la propuesta planteada anteriormente para las diferentes áreas según lo solicitado por el Departamento de Producción, se conseguiría obtener una producción más nivelada en cada una de ellas y una mejora de la eficiencia en mano de obra en cada una de las líneas, evitando así una sobreproducción, exceso de inventario que generen costos a la empresa y tiempos muertos durante el proceso de producción. Además, se disminuirían transportes considerados como movimientos incensarios en la realización de las diferentes actividades y retraso en el proceso, todos ellos considerados como algunos de los desperdicios en producción.

La propuesta de mejora para las áreas en problema, muestra como punto principal, que los dos trabajadores que no son necesarios en el área de ensamblaje parcial, pueden ser

utilizados para las actividades extras que realiza el área de maquinado, es decir, actividades de mantenimiento, transporte de asientos, etc. Es por eso, que se plantea una propuesta adicional para dicha área, con el fin de cumplir el tiempo takt estipulado de 21 minutos, para ello se distribuye las actividades de cada componente según la tabla 104.

Tabla 104: Distribución de actividades actual por estación del área maquinado

Componente (Cantidad)	Estación	Elemento de Actividad	Tiempo unitario (s)	Tiempo unitario (min)	Tiempo total (min)
Base de espaldar (2)	1	B,C,D,H	198,01	3,30	6,60
	2	E,F,G,I	275,13	4,59	9,18
Base de cojín (2)	1	B,C,D	61,89	1,03	2,06
	2	E	55,82	0,93	1,86
Jota para base (2)	1	B,E	61,31	1,02	2,04
	2	C,D	47,33	0,79	1,58
Coma para base (2)	1	A,B,C	12,03	0,20	0,4
	2	E,F,G	29,22	0,49	0,98
Tubo L para espaldar (2)	1	B	48,98	0,82	1,64
	2	C,D,E	58,70	0,98	1,96
Jota para codera (1)	1	B	50,93	0,85	0,85
	2	C,D,E	56,25	0,94	0,94
Travesaño (2)	1	B,C	30,57	0,51	1,02
	2	D,E,F	14,76	0,25	0,5

Elaborado por: El investigador

Con los tiempos definidos en la tabla anterior, se analizó las actividades que podría realizar cada estación de trabajo con el fin de optimizar recursos y cumplir el tiempo takt recomendado, mostrando las mismas en la tabla 105.

Tabla 105: Distribución de actividades propuesto por estación del área maquinado

Componente (Cantidad)	Estación	Elemento de Actividad	Tiempo total (min)
Base de espaldar (2)	1	B,C,D,H	6,60
	2	E,F,G,I	9,18
Base de cojín (2)	1	B,C,D	2,06
	2	E	1,86
Jota para base (2)	1	B,E	2,04
	2	C,D	1,58
Coma para base (2)	2	A,B,C	0,4
		E,F,G	0,98
Tubo L para espaldar (2)		B	1,64
		C,D,E	1,96
Jota para codera (1)		B	0,85
		C,D,E	0,94
Travesaño (2)		B,C	1,02
		D,E,F	0,5

Elaborado por: El investigador

De esta manera, se puede determinar que el tiempo para la estación 1 sería de 10,70 minutos, mientras que la estación 2 de 20,90 minutos por componentes para una estructura. La tabla 105 muestra que se necesitan dos trabajadores para realizar los componentes: base de espaldar, base de cojín y jota para base, mientras que para los demás componentes solamente se necesita un trabajador. Dicho de otra manera, el tiempo de la estación 1 para la fabricación de componentes para 20 estructuras sería de 214,00 minutos, teniendo un tiempo libre de aproximadamente 206,00 minutos en la jornada laboral, tiempo que se podría ocupar al trabajador en actividades de otras áreas o departamentos según sea la necesidad de la empresa.

A continuación, en la figura 14 se presenta el comportamiento general de las áreas con la propuesta planteada para el área de maquinado, mostrando el ajuste de todas las áreas al tiempo takt definido.

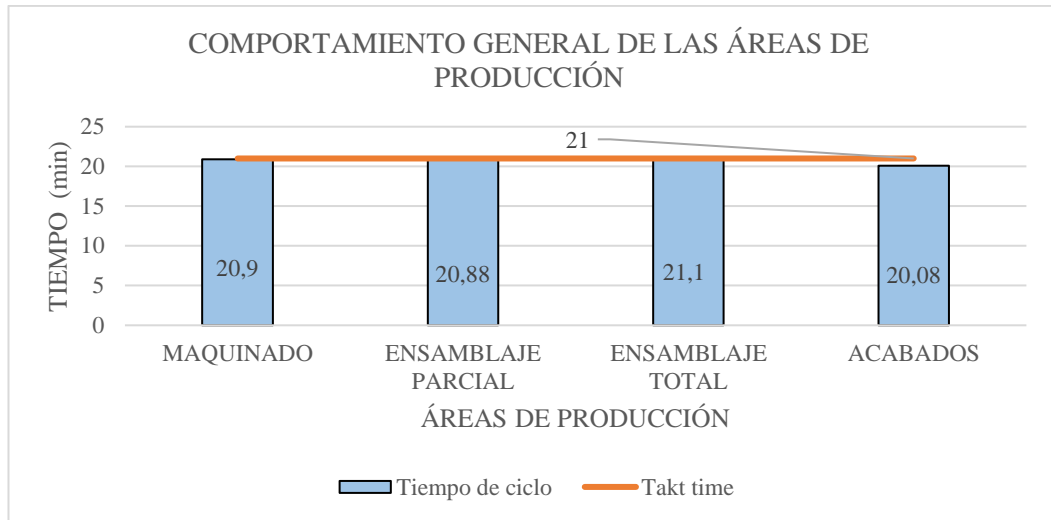


Figura 14: Comportamiento general propuesto de las áreas según el tiempo takt
Elaborado por: El investigador

Con el comportamiento de las áreas de producción en estudio, se obtiene una producción más nivelada en líneas generales, además de la ganancia de tres trabajadores que tendrían tiempo disponible para la realización de otro tipo de actividades, sea en el departamento de producción en las áreas que lo requieran, o a su vez, en departamentos que necesiten de los mismos, como mantenimiento, logística, entre otras.

Para la realización de las actividades de propuesta, se requeriría de charlas de capacitación y adiestramiento al personal con el fin de adaptarles a las nuevas actividades a las que serían encomendados. Además, se debería dar a conocer los nuevos métodos y hacerlos cumplir a cabalidad, obteniendo así una estandarización de los mismos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se seleccionó el producto y modelo a estudiar mediante un estudio ABC, identificando al asiento tipo estándar interprovincial Avanti 01, como el modelo más vendido por la empresa. Además, con el levantamiento de procesos en el Departamento de Producción del modelo elegido, se describió las actividades que se realizan en cada una de las áreas con la ayuda de diagramas de operaciones y cursogramas analíticos. Asimismo, con la elaboración de los diagramas de recorrido se determinó el flujo de los componentes que forman la estructura de un asiento doble por las diferentes áreas hasta llegar a su almacenamiento, y finalmente con el estudio de tiempos realizado se definió el tiempo básico y estándar de cada actividad, identificando los problemas en la línea de producción.
- Con el cálculo de tiempos realizado para cada área se identificó que los principales problemas se encuentra en el área de ensamblaje total y acabados, pues la primera posee un tiempo de ciclo de 41,00 minutos, sobrepasando de manera considerable el tiempo takt recomendado de 21 minutos según la demanda que la empresa posee, generando así retrasos de producción en las otras áreas, mientras tanto en el área de acabados el tiempo de ciclo actualmente es de 24,11 minutos, mismo que no se ajusta al tiempo takt, lo cual genera retrasos en la entrega del producto terminado a sus diferentes clientes. Por otro lado, se identificó como problema de menor ponderación, el tiempo determinado en el área de ensamblaje parcial, ya que este está por debajo del tiempo takt con 15,78 minutos, pudiendo generar una cierta sobreproducción y acumulación de inventario.
- Se propone una mejor distribución de las diferentes actividades en las áreas donde se detectaron problemas, y se determinó las nuevas eficiencias de mano

de obra con la nueva distribución, obteniendo así una eficiencia actual en el área de ensamblaje parcial del 91,00% con 4 estaciones propuesta de trabajo, de ensamblaje total del 100% con 2 estaciones de trabajo realizando las actividades en paralelo, de acabados del 79,44% con los mismos 7 operarios y maquinado que mantendría su eficiencia, consiguiendo así una eficiencia promedio propuesta del proceso de producción del 89,08%, teniendo una mejora aproximada del 18%. Además de la mejora del tiempo muerto del proceso, reduciendo de 116,31 minutos a 38,88 minutos por estructura.

- Se consiguió reducir el riesgo de sobreproducción y el exceso de inventario en las áreas de ensamblaje parcial y maquinado con la ayuda de la técnica del balanceo de líneas, debido a que se propone una distribución equilibrada y adaptada al tiempo takt, con un tiempo de ciclo de 20,88 minutos y 20,90 minutos respectivamente, reduciendo la necesidad de tres trabajadores, mismos que se podrían ocupar en otros departamentos. Asimismo, se disminuyó el tiempo de ciclo del área de ensamblaje total a 21,10 minutos y de acabados a 20,08 minutos, ajustándose al tiempo requerido según la demanda estipulada y reduciendo así posibles retrasos en el proceso de producción entre áreas y con el cliente final.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio similar al de esta investigación para los demás productos y modelos que la empresa fabrica, con el fin de tener un conocimiento de los tiempos de las actividades propias para cada uno y un control de la misma.
- Capacitar a los trabajadores sobre los nuevos métodos propuestos en la empresa, y adiestrarlos con las nuevas actividades que deban desarrollar en cada una de las estaciones determinadas en el estudio.
- Realizar un plan de mantenimiento a las máquinas de doblado existentes en el área de Maquinado, con el propósito de eliminar actividades innecesarias como la verificación de tubos doblados, disminuyendo así, los tiempos totales en la fabricación de los diversos componentes encargados por el área.
- Considerar el método propuesto en la investigación, ya que con este se logra un proceso con un flujo más continuo y equilibrado, además de eliminar actividades innecesarias de transportes.

- No utilizar trabajadores pertenecientes al departamento de producción en otros departamentos, debido a que esto generaría complicaciones en la estandarización del proceso.
- Reducir procesos terciarizados como pintura y tapicería, utilizando el tiempo de los trabajadores disponibles según la propuesta realizada.

Referencias Bibliográficas

- [1] Y. Bautista , M. Gómez y L. Morales , «Estudio de tiempos en una empresa metal-mecánica Cuerpo Académico “Gestión de la Educación y la Producción”,» *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook* , 2014.
- [2] W. Cangui , «Repositorio UTC,» 10 Noviembre 2016. [En línea]. Available: [.http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3622/1/T-UTC-000043.pdf](http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3622/1/T-UTC-000043.pdf). [Último acceso: febrero 2019].
- [3] G. Grimaldo, J. Silva , D. Fonseca y J. Molina , «Análisis de Métodos y Tiempos: Empresa textil Stand Deportivo,» *I3+*, vol. 3, n° 1, pp. 120-139, 2014.
- [4] R. Moreno, «Bibdigital Escuela Politécnica Nacional,» abril 2017. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17234>. [Último acceso: febrero].
- [5] V. Cadena , «Bibdigital Escuela politecnica Nacional,» mayo 2018. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19411>. [Último acceso: marzo 2019].
- [6] N. Alzate y J. Sánchez, «Repositorio UTP,» 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4017/1/658542A478.pdf>. [Último acceso: 19 diciembre 2018].
- [7] J. Yuqui, «dspace UNACH,» 2015-2016. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3130/1/UNACH-ING-IND-2016-0016.pdf>. [Último acceso: enero 2019].
- [8] Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Vigo, «UVIGO,» 11 octubre 2016. [En línea]. Available: <http://gio.uvigo.es/assignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaPareto.pdf>. [Último acceso: marzo 2019].
- [9] F. Meyers, de *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, México, Prentice Hall, Inc, 2000, pp. 52-54.
- [10] M. Casares, 27 octubre 2018. [En línea]. Available: <https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dop.html>. [Último acceso: 10 abril 2019].
- [11] H. Valdez, *Diseño de los Procesos de un Sistema Organizacional*, Perú: SAC, 2018.
- [12] B. Retana y M. Aguilar, «UNIVERSIA, Universidad Anáhuac,» 23 agosto 2013. [En línea]. Available: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de>

fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw. [Último acceso: diciembre 2018].

- [13] I. García , Junio 2016. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/ivangarciasanchez90/home>. [Último acceso: Mayo 2019].
- [14] G. Kanawaty, de *Introducción al Estudio del Trabajo*, Ginebra, 1998, p. 122.
- [15] A. Caso, de *Técnicas de Medición del Trabajo*, Madrid, Fundación Confemetal, 2006, p. 81.
- [16] R. Amán, «Repositorio UTA,» junio 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25706>. [Último acceso: abril 2019].
- [17] B. Salazar , «Ingeniería Industrial Online,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/>.
- [18] G. Kanawaty, «Cronometraje de elementos,» de *Introducción al estudio del Trabajo*, Ginebra, Limusa-Noriega, 1996, p. 302.
- [19] R. García, «Valoración del Ritmo de Trabajo,» de *Estudio del trabajo*, Monterrey, Mc Graw Hill, 2005, pp. 209-210.
- [20] F. Novoa, «Estudio de métodos y tiempos en la línea de producción de medias deportivas de la empresa BAYTEX INC CIA. LTDA para el mejoramiento de la productividad,» vol. 1, n° 1, p. 10, 2016.
- [21] F. Lozada, «Repositorio UTA,» abril 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27817>. [Último acceso: mayo 2019].
- [22] G. Kanawaty, «Suplementos,» de *Introducción al Estudio del Trabajo*, Ginebra, Limusa, 1996, pp. 335-336.
- [23] E. Montesdeoca, «Repositorio UTN,» 16 octubre 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4504>. [Último acceso: abril 2019].
- [24] J. Gallardo, «Balance de Líneas de Producción,» La Serena, 2013.

Anexos

Anexo 1: Modelo de entrevista

ENTREVISTA AL JEFE DE PRODUCCIÓN

La entrevista se la realizó a la persona encargada del Departamento de Producción la Ing. Verónica Romero, la misma tiene como objetivo obtener información acerca del proceso de fabricación de asientos.

1. ¿Cuál que es el producto más rentable dentro de la empresa?

El producto más rentable es el asiento tipo estándar, ya que es el que más lleva un bus en su estructura, de este tipo de asiento el que más hemos vendido últimamente es el modelo Avanti.

2. ¿Cuál es la capacidad productiva de la empresa?

Realmente no conozco exactamente ya que nunca se ha hecho un estudio de tiempos, pero al ser tiempo largo en la fabricación el proceso consta de cuatro días de proceso por las diversas partes por las que consta un asiento doble

3. ¿Qué nivel de capacitación y entrenamiento tienen los trabajadores en el área donde se desenvuelven?

Poseen un nivel aceptable, ya que son sometidos a pequeñas pero constantes capacitaciones del puesto en el que realizarán las actividades al momento de ser contratados.

4. ¿Cuál es el área que retrasa al proceso de producción? ¿Por qué?

Depende el modelo que se esté fabricando, pero en líneas generales en el área de acabados. En la fabricación del modelo Avanti al constar con un ensamble adicional, es el que genera retrasos en ciertas ocasiones.

5. ¿Qué medidas se ha tomado para controlar el proceso y evitar retrasos en la producción?

Por el tiempo que llevo trabajando aquí, solo conozco el tiempo estimado de cada operación, mas no el exacto, es por eso que solo se controla cierta actividad según el tiempo estimado.

6. ¿Considera que los productos que la empresa fabrica se realizan bajo un criterio de calidad aceptable? ¿Por qué?

Sí, porque tenemos un Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001, en la cual nos basamos en los estándares especialmente de control de calidad en cada área.

7. ¿Considera factible el estudio de tiempos y movimientos? ¿De qué manera cree que ayudaría este estudio a mejorar el proceso de producción de la empresa?

Si, debido a que con eso nos podremos dar cuenta en que aspecto debemos mejorar, además de tener un control de los trabajadores con los métodos actuales e identificar en que área se encuentra el problema principal y así encontrarle la solución.

Anexo 2: Tabla de registro de tiempos

Tabla 106: Formato para registro de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°:																	
Actividad:												Hoja: de					
Producto Parcial:												Operarios:					
Material:												Fecha:					
Tiempo: Segundos												Observador:					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{X}	V	TB	S	TE
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
														TOTAL (s)			
														TOTAL (min)			
<p>NOTA: \bar{X} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar</p>																	

Anexo 3: Layout actual de la empresa

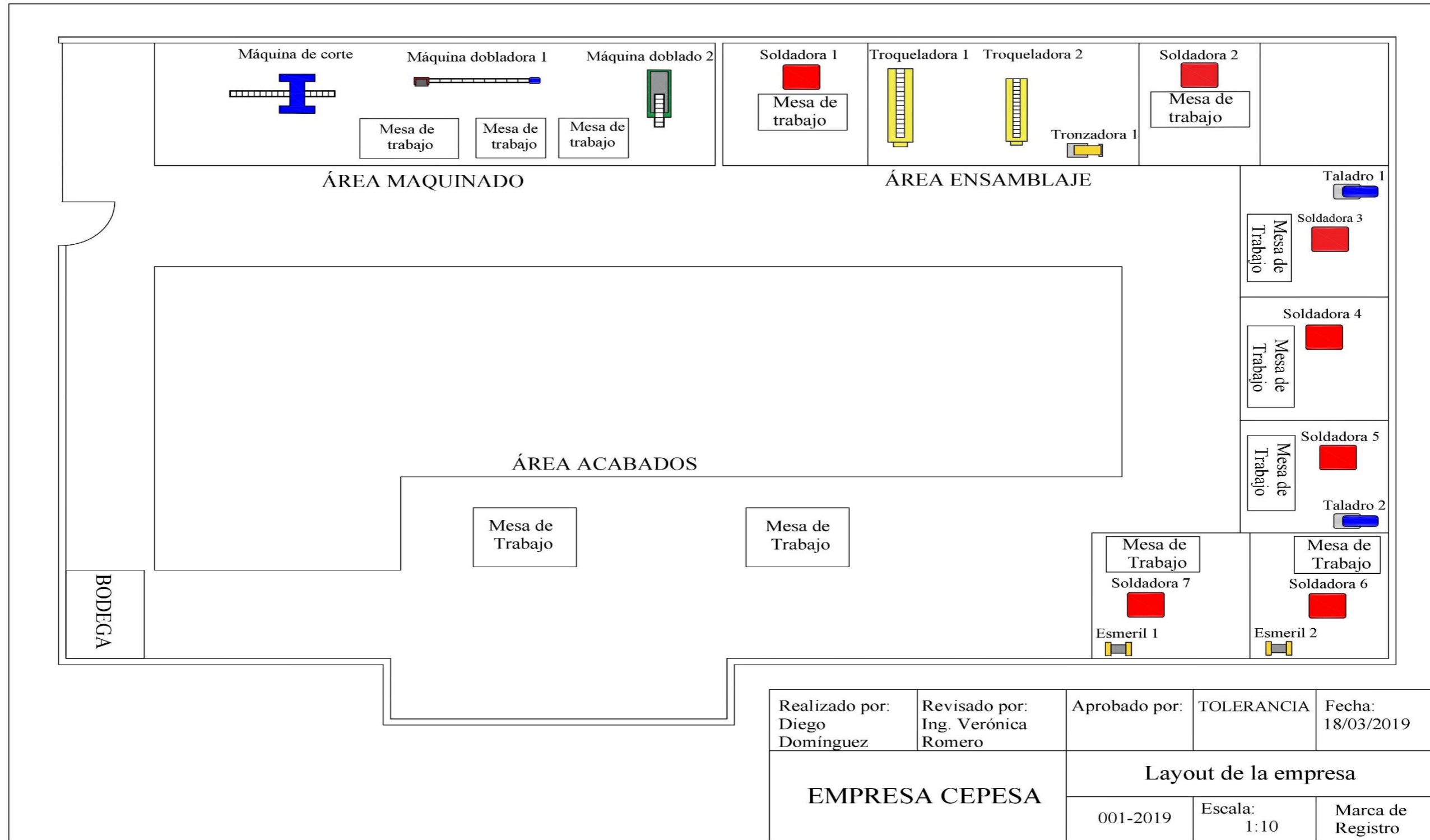


Figura 15: Layout actual de la empresa

Anexo 4: Diagrama de recorrido actual

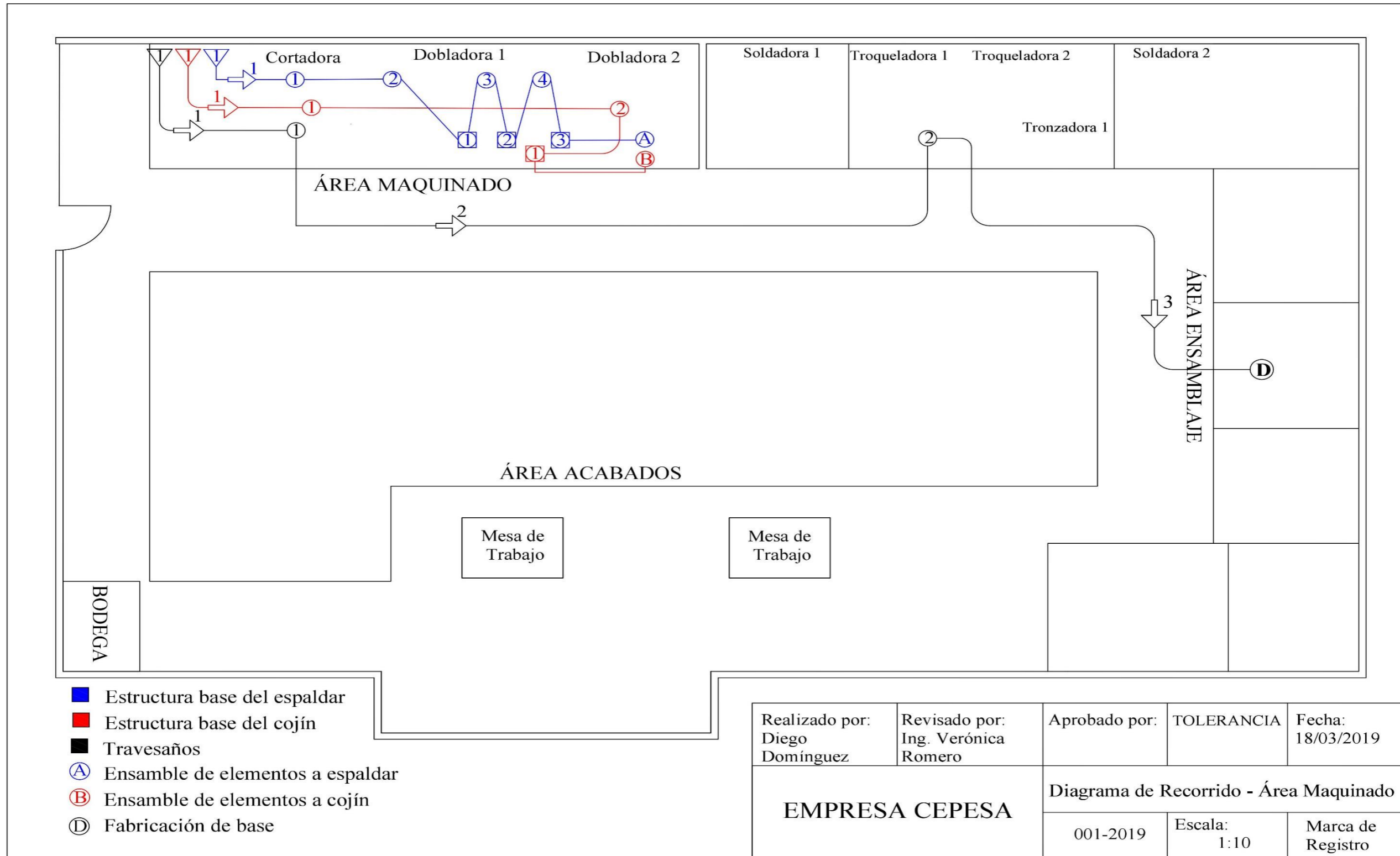


Figura 16: Diagrama de recorrido del área de maquinado

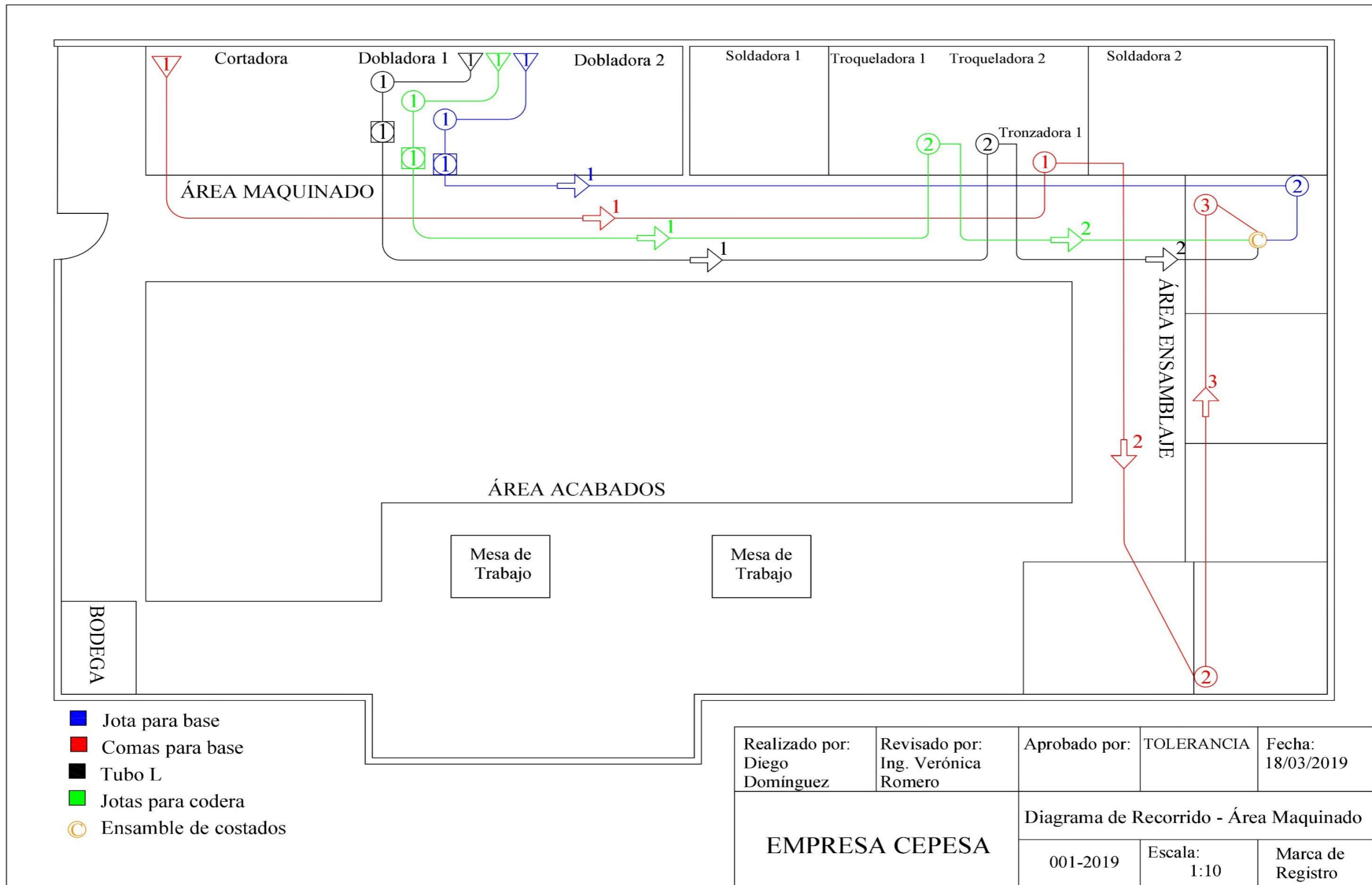


Figura 17: Diagrama de recorrido del área de maquinado - continuación

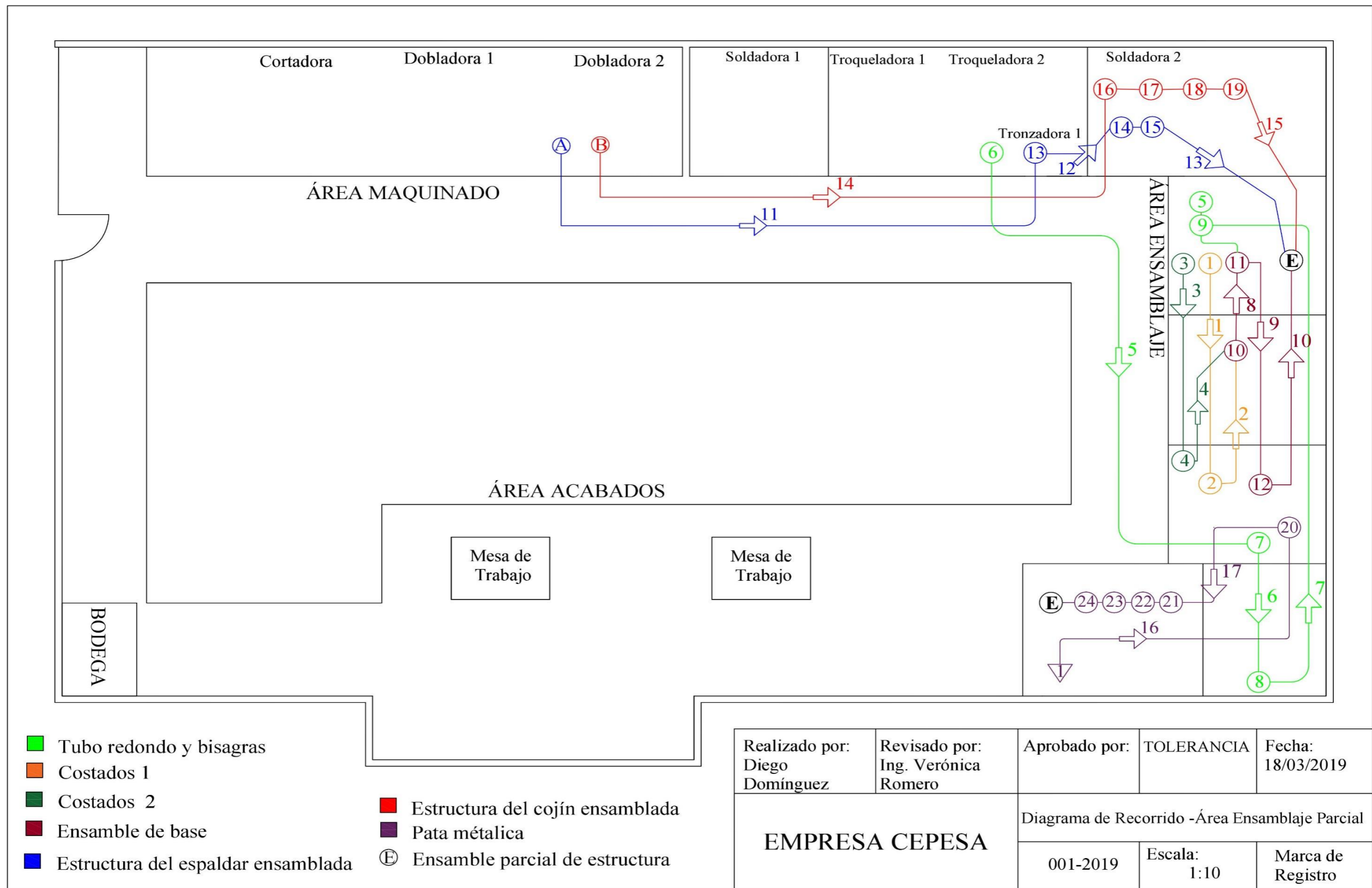


Figura 18: Diagrama de recorrido del área de ensamblaje parcial

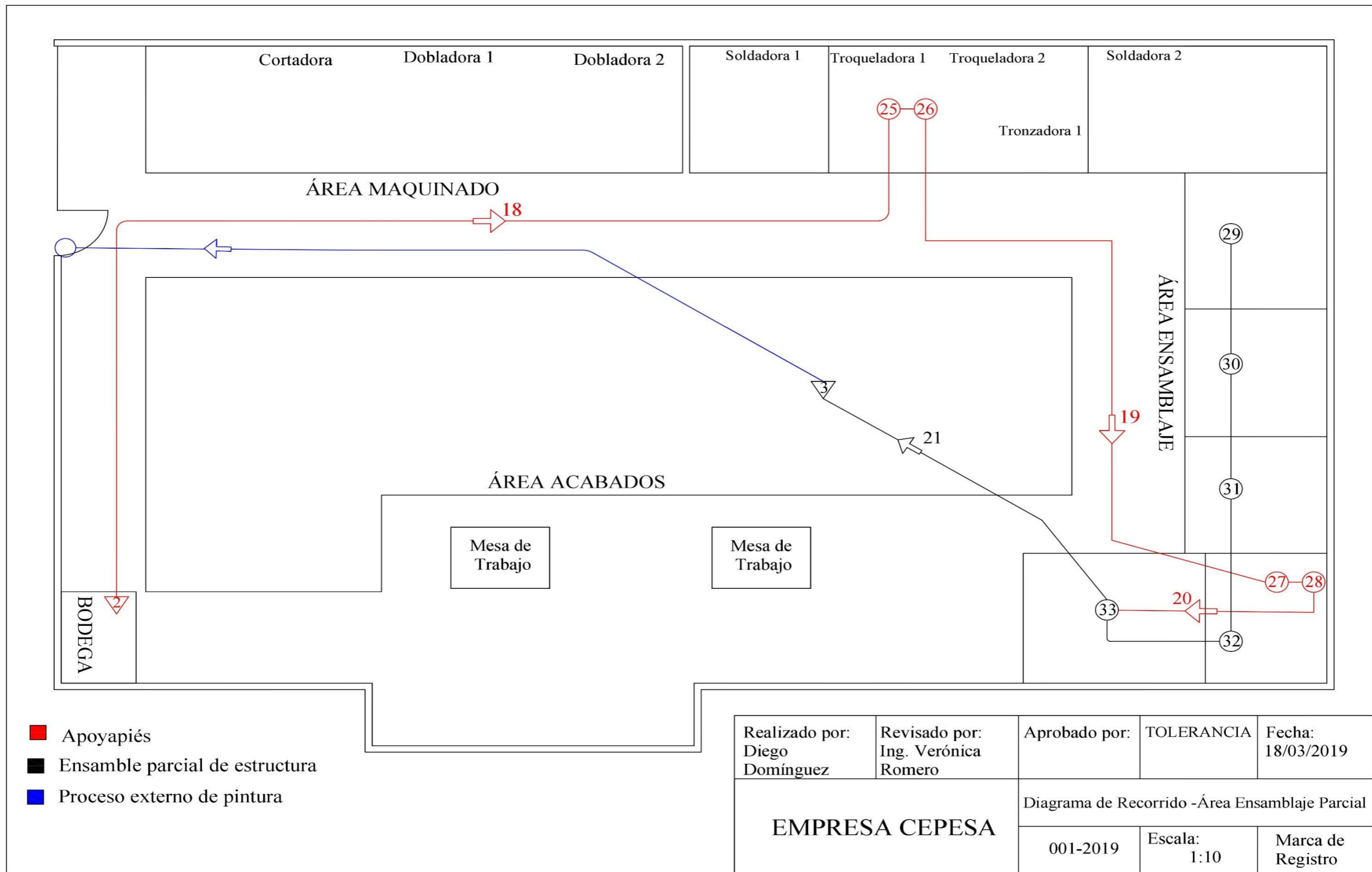


Figura 19: Diagrama de recorrido del área de ensamblaje parcial – continuación

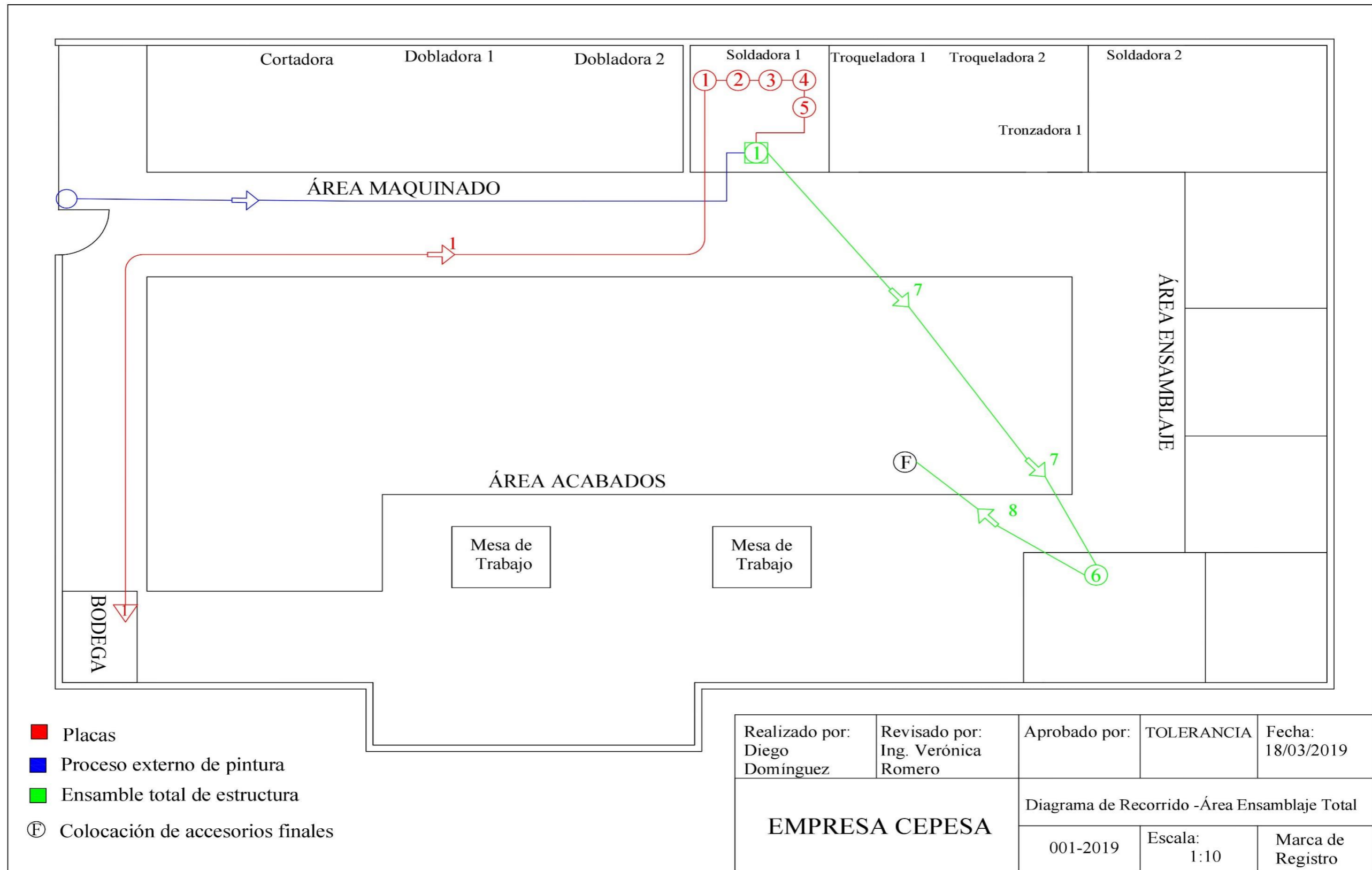


Figura 20: Diagrama de recorrido del área de ensamblaje total

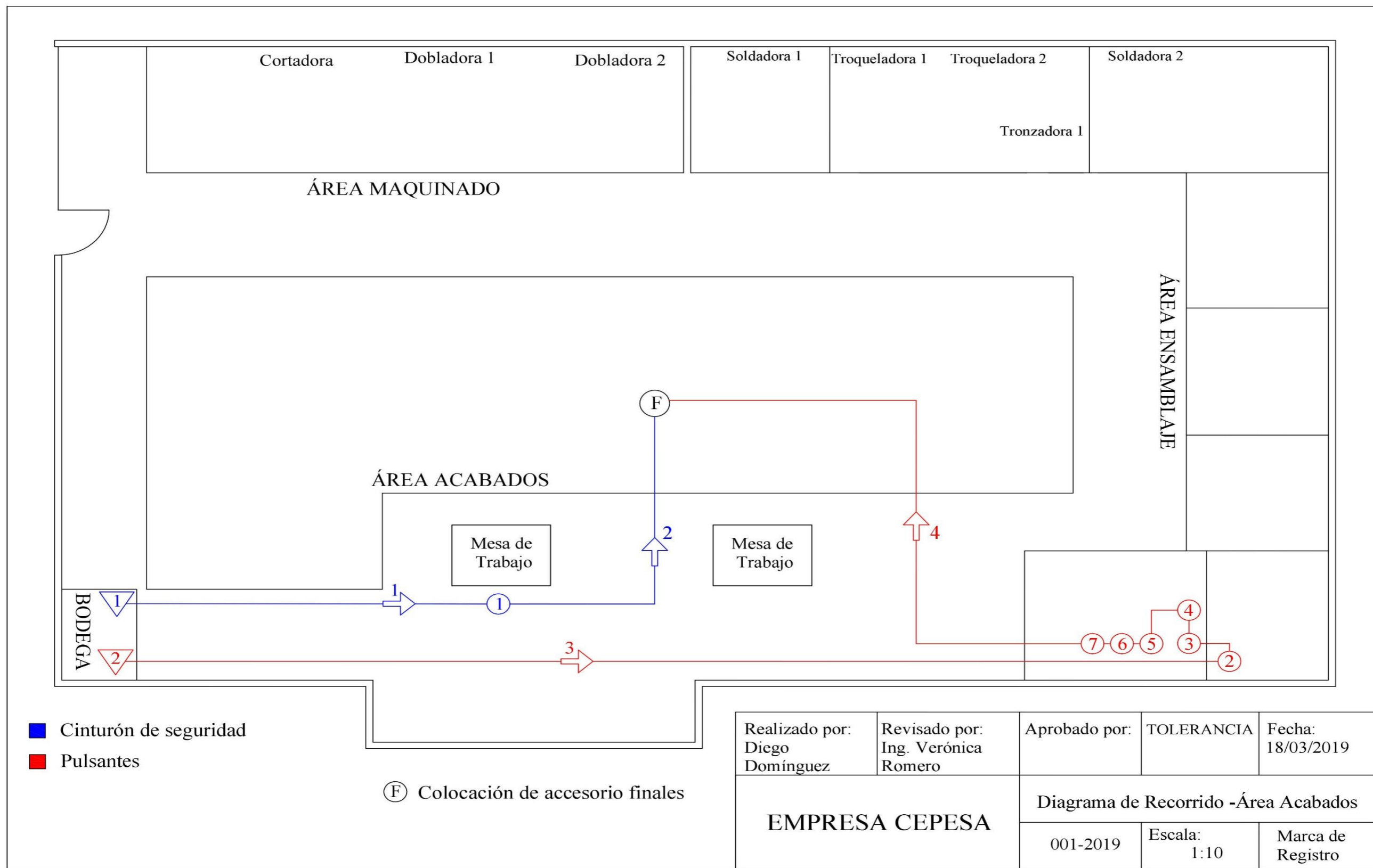


Figura 21: Diagrama de recorrido del área de acabados

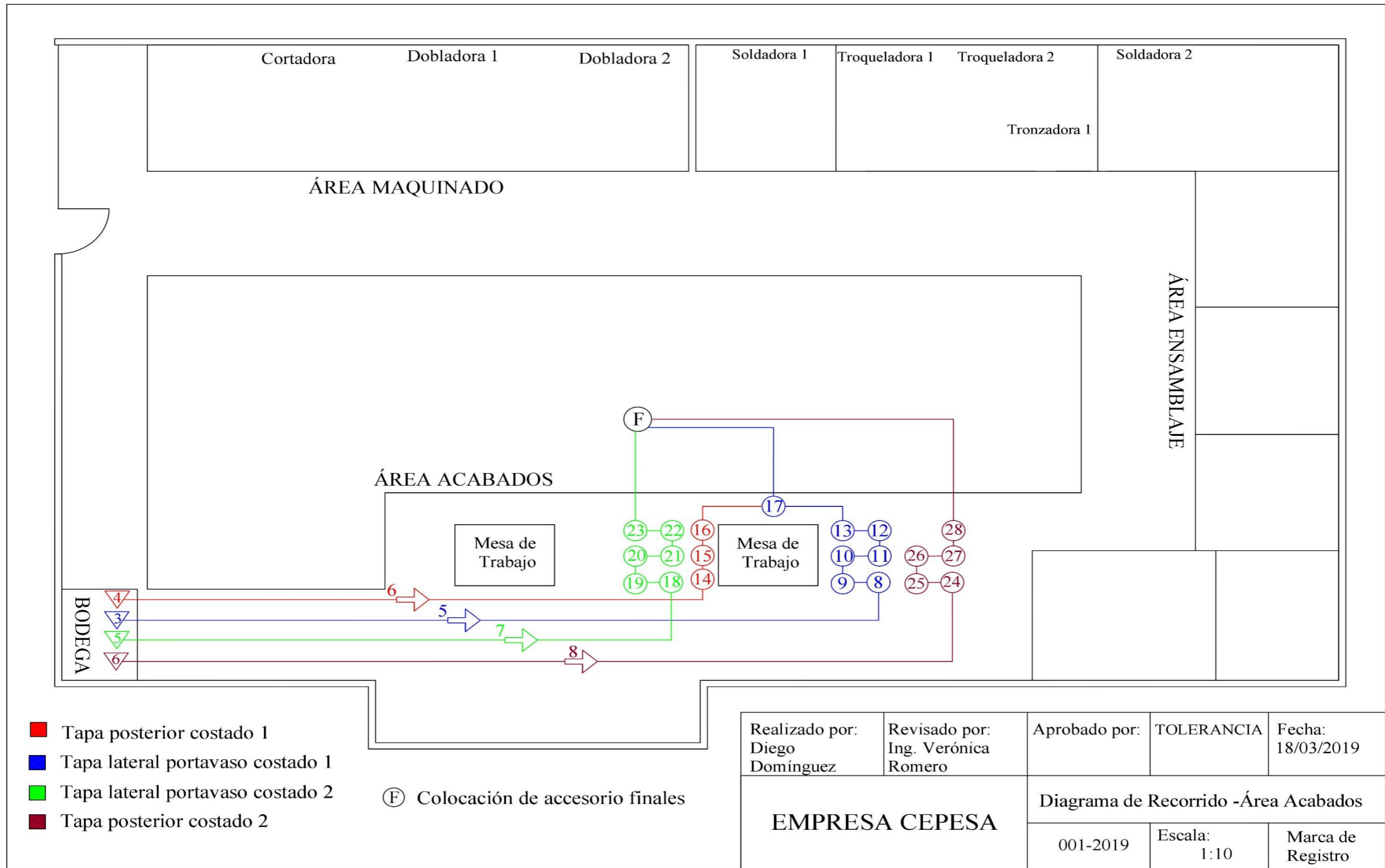
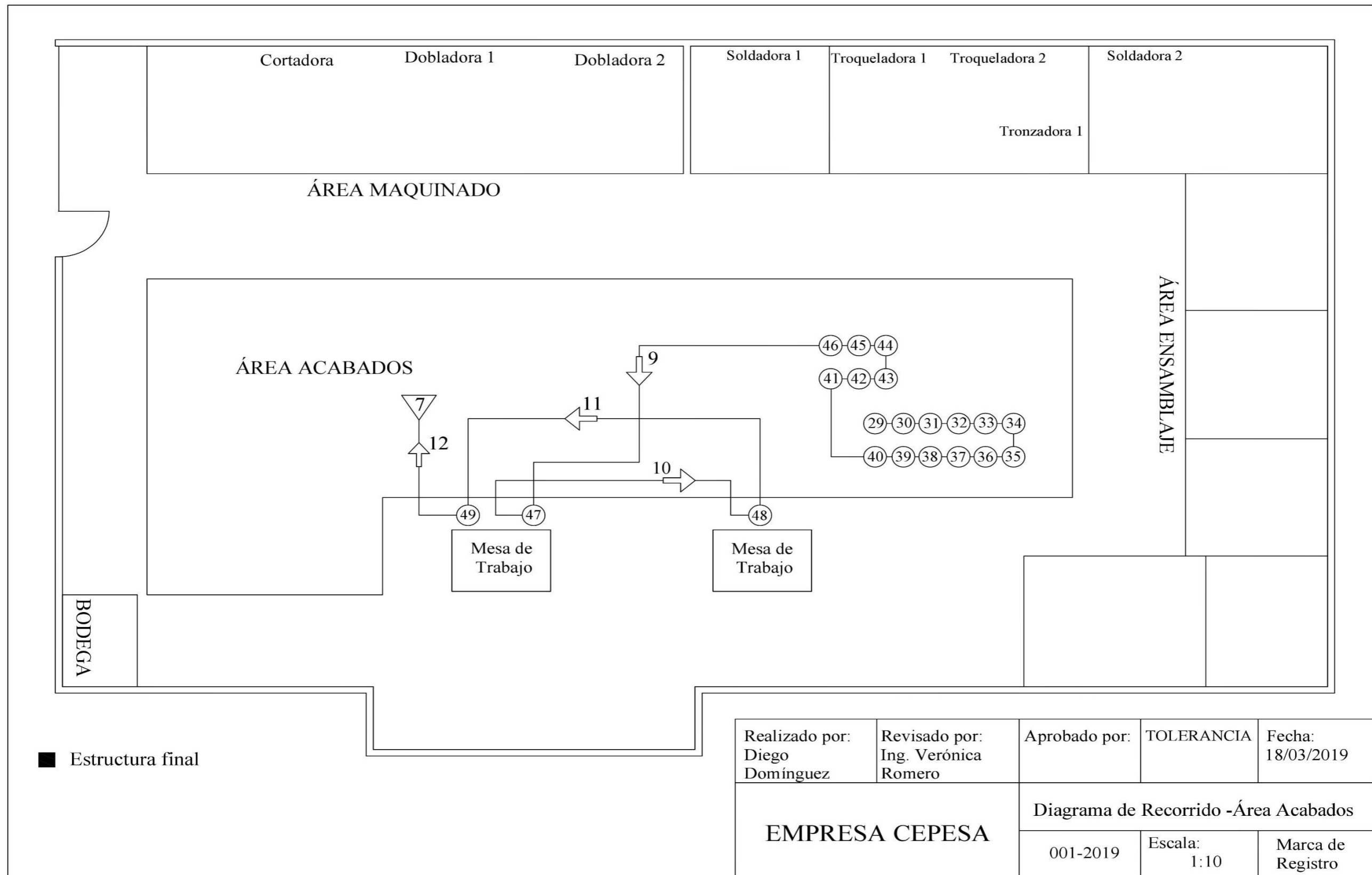


Figura 22: Diagrama de recorrido del área de acabados - continuación



Realizado por: Diego Domínguez	Revisado por: Ing. Verónica Romero	Aprobado por:	TOLERANCIA	Fecha: 18/03/2019
EMPRESA CEPESA		Diagrama de Recorrido -Área Acabados		
		001-2019	Escala: 1:10	Marca de Registro

Figura 23: Diagrama de recorrido del área de acabados - continuación

Anexo 5: Estudio de tiempos

Área maquinado

Tabla 107: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación estructura base de espaldar

Muestra	C		D		E		F		G		H		I	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²	X	X ²	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	32,01	1024,64	95,23	9068,75	50,33	2533,11	55,15	3041,52	95,23	9068,75	42,25	1785,06	45,31	2053,00
2	30,00	900,00	102,44	10493,95	48,36	2338,69	59,61	3553,35	94,58	8945,38	42,98	1847,28	42,88	1838,69
3	29,37	862,60	110,23	12150,65	55,64	3095,81	55,23	3050,35	99,76	9952,06	40,78	1663,01	41,97	1761,48
4	31,86	1015,06	95,67	9152,75	48,22	2325,17	56,17	3155,07	95,30	9082,09	42,17	1778,31	44,13	1947,46
5	28,14	791,86	100,89	10178,79	49,61	2461,15	53,20	2830,24	93,41	8725,43	40,41	1632,97	45,22	2044,85
Σ	151,38	4594,16	504,46	51044,90	252,16	12753,93	279,36	15630,54	478,28	45773,71	208,59	8706,63	219,51	9645,48
	3,83		4,68		4,65		2,27		0,82		0,86		1,42	
	4		5		5		3		1		1		2	
Número de observaciones			5											

Tabla 108: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de estructura base de espaldar

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Tarea	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0	0	100
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	-0,02	100
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	-0,02	100
H	0	0	0,02	0	102
I	0	0	0,02	-0,04	98

Tabla 109: Estudio de tiempos de la fabricación de estructura base de espaldar

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de base de espaldar												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Estructura base de espaldar												Operarios:					
Material: Tubo redondo 1" x 1mm												Fecha: 02/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{X}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	5,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,71	5,71	102	5,82	0,12	6,52
3	C	32,01	30,00	29,37	31,86	28,14	27,86	27,29	28,50	26,14	27,95	289,12	28,91	100	28,91	-	28,91
4	D	95,23	102,44	110,23	95,67	100,89	97,52	98,13	101,23	95,78	105,74	1002,86	100,29	102	102,29	0,12	114,57
5	E	50,33	48,36	55,64	48,22	49,61	52,31	50,37	52,24	59,15	48,22	514,45	51,45	100	51,45	0,12	57,62
6	F	55,15	59,61	55,23	56,17	53,20	52,41	55,21	57,89	54,47	53,20	552,54	55,25	102	56,36	0,12	63,12
7	G	95,23	94,58	99,76	95,30	93,41	97,31	96,37	94,57	91,60	90,41	948,54	94,85	100	94,85	0,12	106,24
8	H	42,25	42,98	40,78	42,17	40,41	42,09	41,29	43,67	42,59	41,97	420,20	42,02	102	42,86	0,12	48,00
9	I	45,31	42,88	41,97	44,13	45,22	40,19	46,31	46,10	44,27	42,37	438,75	43,88	98	43,00	0,12	48,16
TOTAL (s)															425,54		473,13
TOTAL (min)															7,09		7,89
NOTA: \bar{X} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 110: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de jotas para base

Muestra	B		C		E	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	39,87	1589,62	39,97	1597,60	13,67	186,87
2	39,61	1568,95	38,66	1494,60	13,88	192,65
3	38,51	1483,02	39,47	1557,88	14,28	203,92
4	37,63	1416,02	40,22	1617,65	13,13	172,40
5	38,54	1485,33	39,55	1564,20	13,59	184,69
Σ	194,16	7542,94	197,87	7831,93	68,55	940,53
	0,70		0,29		1,20	
Número de observaciones			1			

Tabla 111: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de jotas para base

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102

Tabla 112: Estudio de tiempos de la fabricación de jotas para base

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de jotas para base												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Jotas para base												Operarios: 2					
Material: Tubo redondo 1" x 1 mm												Fecha: 03/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	39,87	39,61	38,51	37,63	38,54	40,27	41,27	42,12	38,19	42,59	398,60	39,86	102	40,66	0,12	45,54
3	C	39,97	38,66	39,47	40,22	39,55	40,78	41,39	40,51	42,10	40,87	403,52	40,35	102	41,16	0,12	46,10
4	D	1,08										1,08	1,08	102	1,10	0,12	1,23
5	E	13,67	13,88	14,28	13,13	13,59	13,78	14,68	13,57	13,29	14,22	138,09	13,81	102	14,09	0,12	15,78
TOTAL (s)															97,00		108,64
TOTAL (min)															1,62		1,81
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 113: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de comas para base

Muestra	C		E		G	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	8,98	80,64	13,21	174,50	10,29	105,88
2	8,58	73,62	14,24	202,78	10,27	105,47
3	8,49	72,08	13,36	178,49	10,22	104,45
4	8,73	76,21	14,45	208,80	10,36	107,33
5	9,09	82,63	14,79	218,74	9,88	97,61
Σ	43,87	385,18	70,05	983,32	51,02	520,75
	1,09		3,13		0,43	
	2		4		1	
Número de observaciones			4			

Tabla 114: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de comas para base

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102

Tabla 115: Estudio de tiempos de la fabricación de comas para base

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de comas para base												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Comas para base												Operarios:					
Material: Platinas												Fecha: 03/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
3	C	8,98	8,58	8,49	8,73	9,09	9,92	7,43	7,36	9,21	7,55	85,34	8,53	102	8,70	0,12	9,75
4	D	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
5	E	13,21	14,24	13,36	14,45	14,79	14,59	15,73	15,66	16,89	15,22	148,14	14,81	102	15,11	0,12	16,92
6	F	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
7	G	10,29	10,27	10,22	10,36	9,88	8,15	9,67	9,15	10,55	9,12	97,66	9,77	102	9,96	0,12	11,16
TOTAL (s)															36,84		41,26
TOTAL (min)															0,61		0,69
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 116: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de tubo en L

Muestra	B		C		E	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	42,12	1774,09	29,71	882,68	19,63	385,34
2	43,71	1910,56	30,15	909,02	19,65	386,12
3	42,20	1780,84	32,33	1045,23	18,99	360,62
4	44,13	1947,46	32,12	1031,69	18,27	333,79
5	43,87	1924,58	31,42	987,22	19,14	366,34
Σ	216,03	9337,53	155,73	4855,85	95,68	1832,21
	0,64		1,81		1,12	
	1		2		2	
Número de observaciones			2			

Tabla 117: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de tubo en L

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102

Tabla 118: Estudio de tiempos de la fabricación de tubo en L

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de tubo en L para espaldares												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Tubo en L para espaldares												Operarios: 2					
Material: Tubo redondo 3/4" x 2 mm												Fecha: 03/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{X}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	42,12	43,71	42,2	44,13	43,87	41,21	43,92	42,17	43,18	42,2	428,71	42,87	102	43,73	0,12	48,98
3	C	29,71	30,15	32,33	32,12	31,42	32,80	30,15	29,88	31,25	30,17	309,98	31,00	102	31,62	0,12	35,41
4	D	1,09										1,09	1,09	102	1,11	0,12	1,25
5	E	19,63	19,65	18,99	18,27	19,14	19,21	18,79	19,55	20,01	19,67	192,91	19,29	102	19,68	0,12	22,04
TOTAL (s)														96,14			107,67
TOTAL (min)														1,60			1,79
NOTA: \bar{X} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 119: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de jota para codera

Muestra	B		C		E	
	X	X ²	X	X ²	X	X ²
1	43,84	1921,95	25,63	656,90	21,57	465,26
2	43,53	1894,86	24,15	583,22	23,21	538,70
3	46,44	2156,67	25,69	659,98	23,08	532,69
4	44,99	2024,10	23,12	534,53	22,17	491,51
5	43,15	1861,92	26,17	684,87	23,15	535,92
Σ	221,95	9859,50	124,76	3119,50	113,18	2564,09
	1,16		3,33		1,34	
	2		4		2	
Número de observaciones			4			

Tabla 120: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de jota para codera

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102

Tabla 121: Estudio de tiempos de la fabricación de jota para codera

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de Tubo en J para codera												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Tubo J para codera												Operarios: 2					
Material: Tubo redondo de 1" x 1mm												Fecha: 03/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-	-
2	B	43,84	43,53	46,44	44,99	43,15	44,02	45,15	43,82	45,63	45,22	445,79	44,58	102	45,47	0,12	50,93
3	C	25,63	24,15	25,69	23,12	26,17	25,61	25,69	24,11	24,34	25,78	250,29	25,03	102	25,53	0,12	28,59
4	D	1,25										1,25	1,25	102	1,28	0,12	1,43
5	E	21,57	23,21	23,08	22,17	23,15	23,57	22,89	22,99	22,74	24,19	229,56	22,96	102	23,42	0,12	26,22
TOTAL (s)														95,69			107,17
TOTAL (min)														1,59			1,79
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 122: Número de observaciones adicionales para cada elemento de actividad de la fabricación de travesaño

Muestra	C		E	
	X	X ²	X	X ²
1	27,33	746,93	8,15	66,42
2	27,86	776,18	8,78	77,09
3	27,04	731,16	8,57	73,44
4	26,85	720,92	8,31	69,06
5	27,15	737,12	8,66	75,00
Σ	136,23	3712,32	42,47	361,01
	0,26		1,19	
	1		2	
Número de observaciones			2	

Tabla 123: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de travesaño

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0	0	100
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102

Tabla 124: Estudio de tiempos de la fabricación de travesaño

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de Travesaño												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Travesaños												Operarios: 1					
Material: Tubo cuadrado 1" x 2mm												Fecha: 03/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	2,90										2,90	2,90	102	2,96	0,12	3,31
3	C	27,33	27,86	27,04	26,85	27,15	28,03	27,41	26,77	28,00	26,15	272,59	27,26	100	27,26	-	27,26
4	D	2,14										2,14	2,14	102	2,18	0,12	2,44
5	E	8,15	8,78	8,57	8,31	8,66	9,00	8,36	9,08	8,60	8,79	86,30	8,63	102	8,80	0,12	9,86
6	F	2,15										2,15	2,15	102	2,19	0,12	2,46
Tiempo de máquina (s)															27,26		27,26
Tiempo actividades manuales (s)															16,14		18,07
TOTAL (min)															0,72		0,76
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Área ensamblaje parcial

Tabla 125: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de bisagras

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	-0,02	100
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102

Tabla 126: Estudio de tiempos de la fabricación de bisagras

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de bisagras												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Bisagras												Operarios: 1					
Material: Tubo redondo 1" x 1 mm												Fecha: 08/04/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	19,37	23,98	20,75	23,66	23,78	20,19	21,33	24,03	22,78	21,39	221,26	22,13	102	22,57	0,12	25,28
2	B	0,40										0,40	0,40	102	0,41	0,12	0,46
3	C	17,89	12,55	10,22	11,79	13,60	14,33	12,54	11,39	14,29	13,71	132,31	13,23	100	13,23	0,12	14,82
4	D	0,40										0,40	0,40	102	0,41	0,12	0,46
5	E	7,89	7,58	6,39	7,77	8,47	7,31	8,45	8,91	7,39	7,56	77,72	7,77	102	7,93	0,12	8,88
6	F	0,40										0,40	0,40	102	0,41	0,12	0,46
TOTAL (s)															44,95		50,35
TOTAL (min)															0,75		0,84
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 127: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de tubo redondo

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0,03	0	0,02	0	105
B	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 128: Estudio de tiempos de la fabricación de tubo redondo

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble de tubo y bisagras													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Tubo ensamblado con bisagras													Operario: 1				
Material: Tubo redondo 3/4" x 2mm, bisagras													Fecha: 08/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	23,79	24,01	23,88	25,12	24,89	24,66	21,29	24,17	22,57	20,19	234,57	23,46	105	24,63	0,12	27,59
2	B	84,71	87,13	90,59	82,37	95,31	88,36	90,21	92,31	89,74	86,31	887,04	88,70	105	93,14	0,12	104,32
TOTAL (s)															117,77		131,90
TOTAL (min)															1,96		2,20
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 129: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de costado 1

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0,03	0	0,02	0	105
B	0,03	0	0,02	0	105
C	0,03	0	0,02	0	105
D	0,03	0	0,02	0	105
E	0,03	0	0,02	0	105
F	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 130: Estudio de tiempos del ensamble de costado 1

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble de Costado 1 para base													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Costado 1													Operarios: 2				
Material: Jota, coma, mecanismo													Fecha: 08/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	19,89	22,10	21,59	19,98	21,40	20,33	21,27	22,39	21,40	20,20	210,55	21,06	105	22,11	0,12	24,76
2	B	12,87	10,26	11,87	10,99	13,25	11,30	11,55	12,39	12,89	10,95	118,32	11,83	105	12,42	0,12	13,91
3	C	10,55	15,10	13,57	11,68	10,96	12,66	13,54	12,47	13,20	11,94	125,67	12,57	105	13,20	0,12	14,78
4	D	1,95	1,95	2,85	2,42	2,57	2,03	2,04	2,69	2,01	2,74	23,25	2,33	105	2,44	0,12	2,73
5	E	57,24	57,29	54,10	50,65	55,00	53,66	54,21	55,12	54,37	55,60	547,24	54,72	105	57,46	0,12	64,36
6	F	1,37	1,29	1,03	2,01	2,00	1,39	1,88	2,04	1,54	2,00	16,55	1,66	105	1,74	0,12	1,95
TOTAL (s)															109,37		122,49
TOTAL (min)															1,82		2,04
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 131: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de costado 2

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0,03	0	0,02	0	105
B	0,03	0	0,02	0	105
C	0,03	0	0,02	0	105
D	0,03	0	0,02	0	105
E	0,03	0	0,02	0	105
F	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 132: Estudio de tiempos del ensamble de costado 1

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble de Costado 2 para base													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Costado 2													Operarios: 2				
Material: Jota, coma, platina													Fecha: 08/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	23,36	20,12	19,69	19,89	20,30	21,33	20,17	22,41	20,79	21,03	209,09	20,91	105	21,95	0,12	24,59
2	B	8,31	11,29	10,49	11,36	11,89	12,39	11,02	11,47	10,78	11,20	110,20	11,02	105	11,57	0,12	12,96
3	C	15,29	10,23	12,49	12,69	11,87	12,31	11,58	13,02	12,94	11,49	123,91	12,39	105	13,01	0,12	14,57
4	D	2,01	2,10	2,17	2,08	2,99	2,17	1,99	2,35	2,19	2,55	22,60	2,26	105	2,37	0,12	2,66
5	E	60,10	56,79	54,98	60,07	59,17	57,89	55,64	57,70	59,02	58,61	579,97	58,00	105	60,90	0,12	68,20
6	F	1,47	1,85	1,69	1,87	2,01	2,39	2,17	2,31	2,47	2,69	20,92	2,09	105	2,20	0,12	2,46
TOTAL (s)															112,00		125,44
TOTAL (min)															1,87		2,09
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 133: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble para estructura de base

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0,03	0	0,02	0	105
B	0,03	0	0,02	0	105
C	0,03	0	0,02	0	105
D	0,03	0	0,02	0	105
E	0,03	0	0,02	0	105
F	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 134: Estudio de tiempos del ensamble para estructura de base

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble para estructura de base													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Estructura de base													Operarios: 3				
Material: Costados, tubo con bisagras, travesaños													Fecha: 08/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	93,00	95,27	96,57	102,52	101,37	95,66	94,12	97,88	96,31	95,10	967,80	96,78	105	101,62	0,12	113,81
2	B	6,31	6,47	7,04	6,79	5,96	6,31	7,52	6,17	6,58	7,50	66,65	6,67	105	7,00	0,12	7,84
3	C	59,14	63,19	55,79	52,10	55,90	58,63	55,10	57,22	59,60	60,31	576,98	57,70	105	60,58	0,12	67,85
4	D	8,51	8,89	7,14	8,04	8,43	7,99	8,12	8,54	7,39	8,47	81,52	8,15	105	8,56	0,12	9,59
5	E	129,79	131,47	131,89	135,71	130,50	131,28	130,39	129,67	131,47	130,99	1313,16	131,32	105	137,88	0,12	154,43
6	F	7,15	8,10	6,14	7,19	6,39	6,34	7,88	6,55	7,96	6,51	140,21	14,02	105	14,72	0,12	16,49
TOTAL (s)															330,36		370,01
TOTAL (min)															5,51		6,17
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 135: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de elementos en espaldar

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102

Tabla 136: Estudio de tiempos del ensamble de elementos en espaldar

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble de elementos en espaldar													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Estructura de espaldar													Operarios: 1				
Material: Estructura base de espaldar, platina, vinchas													Fecha: 09/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	2,11										2,11	2,11	102	2,15	0,12	2,41
2	B	32,15	32,47	32,60	31,24	30,47	32,78	30,20	32,51	32,36	31,59	318,37	31,84	102	32,47	0,12	36,37
3	C	2,04										2,04	2,04	102	2,08	0,12	2,33
4	D	40,15	39,64	39,15	38,47	38,66	39,41	40,01	39,54	41,00	39,22	395,25	39,53	102	40,32	0,12	45,15
5	E	55,63	53,64	54,10	53,62	55,88	56,14	53,69	54,07	52,17	53,61	542,55	54,26	102	55,34	0,12	61,98
6	F	2,07										2,07	2,07	102	2,11	0,12	2,36
TOTAL (s)															134,47		150,61
TOTAL (min)															2,24		2,51
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 137: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble de elementos en cojín

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	-0,02	100
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102

Tabla 138: Estudio de tiempos del ensamble de elementos en cojín

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Estudio N°: 1																		
Actividad: Ensamble de elementos en cojín												Hoja: 1 de 1						
Producto Parcial: Estructura de cojín												Operarios:						
Material: Estructura base de cojín, travesaños, alzas, ganchos												Fecha: 09/04/2014						
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez						
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE	
1	A	2,04										2,04	2,04	102	2,08	0,12	2,33	
2	B	48,45	49,30	46,12	49,78	45,27	46,31	47,21	45,69	46,47	48,55	473,15	47,32	102	48,26	0,12	54,05	
3	C	68,00	61,97	61,23	60,55	63,19	65,77	63,21	64,27	62,89	65,37	636,45	63,65	102	64,92	0,12	72,71	
4	D	79,33	83,90	84,59	84,32	76,51	80,15	84,36	81,27	84,59	83,01	822,03	82,20	100	82,20	0,12	92,07	
5	E	88,34	88,67	88,22	82,16	84,34	85,21	86,36	86,47	87,21	89,64	866,62	86,66	102	88,40	0,12	99,00	
6	F	2,11										2,11	2,11	102	2,15	0,12	2,41	
														TOTAL (s)		288,01		322,57
														TOTAL (min)		4,80		5,38
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																		

Tabla 139: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación de pata metálica

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102
H	0	0	0,02	0	102

Tabla 140: Estudio de tiempos de la preparación de pata metálica

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Preparación de pata metálica													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Pata metálica													Operarios: 1				
Material: Pata metálica, ángulos, soportes													Fecha: 10/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
3	C	30,15	30,57	31,22	29,68	29,73	32,17	30,88	31,27	32,19	31,66	309,52	30,95	102	31,57	0,12	35,36
4	D	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
5	E	36,15	33,18	38,34	34,21	27,19	35,67	39,24	33,17	37,20	32,44	346,79	34,68	102	35,37	0,12	39,62
6	F	17,10	21,37	20,80	19,12	18,16	19,66	18,63	20,17	22,39	20,07	197,47	19,75	102	20,14	0,12	22,56
7	G	17,21	16,39	19,65	20,07	17,54	18,66	17,54	16,37	18,54	17,69	179,66	17,97	102	18,33	0,12	20,52
8	H	22,15	21,59	25,11	25,17	25,69	24,12	22,69	24,59	25,31	23,14	239,56	23,96	102	24,44	0,12	27,37
TOTAL (s)															131,89		147,71
TOTAL (min)															2,20		2,46
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 141: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad fabricación de apoyapiés

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102
H	0	0	0,02	0	102

Tabla 142: Estudio de tiempos de la fabricación de apoyapiés

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Fabricación de apoyapiés													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Apoyapiés													Operarios: 1				
Material: Platina, remache, arandela plana, tubo redondo													Fecha: 12/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	1,13										1,13	1,13	102	1,15	0,12	1,29
3	C	5,25	5,65	5,29	5,57	5,01	5,69	5,74	6,07	5,31	5,92	55,50	5,55	102	5,66	0,12	6,34
4	D	8,77	8,61	9,14	8,87	9,17	8,77	8,96	7,57	8,69	8,91	87,46	8,75	102	8,92	0,12	9,99
5	E	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
6	F	34,47	35,52	35,21	35,87	34,55	35,1	36,14	34,55	36,99	35,1	353,50	35,35	102	36,06	0,12	40,38
7	G	24,66	24,51	27,31	25,10	24,36	26,31	24,69	25,47	27,12	25,30	254,83	25,48	102	25,99	0,12	29,11
8	H	3,00										3,00	3,00	102	3,06	0,12	3,43
TOTAL (s)															81,86		91,69
TOTAL (min)															1,36		1,53
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Tabla 143: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble parcial de estructura

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0,03	0	0,02	0	105
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 144: Estudio de tiempos del ensamble parcial de estructura

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble parcial de estructura de asiento doble													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Estructura parcial de asiento doble													Operarios:				
Material: Estructura de base, estructura de espaldar y cojín, anclajes de cinturón, platinas,													Fecha: 16/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	503,20	514,80	534,94	520,56	510,95	514,50	510,99	509,07	502,76	517,60	5139,37	513,94	105	539,63	0,12	604,39
2	B	438,88	434,67	455,91	446,74	455,86	435,92	446,56	456,45	456,85	451,75	4479,59	447,96	102	456,92	0,12	511,75
3	C	238,06	238,49	236,81	239,82	239,69	237,28	232,37	237,43	234,96	234,56	2369,47	236,95	102	241,69	0,12	270,69
4	D	382,27	373,34	389,29	363,69	368,84	369,69	371,07	373,35	371,59	368,49	3731,62	373,16	102	380,63	0,12	426,30
5	E	477,04	474,43	455,23	460,97	456,92	461,56	454,43	460,49	467,52	453,05	4621,64	462,16	105	485,27	0,12	543,50
TOTAL (s)														2104,14		2356,63	
TOTAL (min)														35,07		39,28	
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Área ensamblaje total

Tabla 145: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad ensamble total de estructura

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102

Tabla 146: Estudio de tiempos del ensamble total de estructura

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Ensamble total de estructura de asiento doble													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Estructura de asiento doble													Operarios:				
Material: Estructura ensamblada parcialmente, placas, platinas													Fecha: 17/04/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	1176,79	1199,58	1319,73	1284,52	1227,78	1247,55	1279,31	1224,89	1194,39	1307,17	12461,71	1246,17	102	1271,09	0,12	1423,63
2	B	28,15	28,58	26,37	28,69	28,71	27,63	28,54	26,51	28,47	27,31	278,96	27,90	102	28,45	0,12	31,87
3	C	18,58	18,69	17,57	16,37	19,67	22,34	21,08	20,39	19,64	18,25	192,58	19,26	102	19,64	0,12	22,00
4	D	130,2	125,69	137,27	128,14	131,49	126,31	131,07	133,11	129,87	130,71	1303,86	130,39	102	132,99	0,12	148,95
5	E	19,37	17,89	18,57	16,69	19,54	17,55	19,64	18,31	17,5	18,99	184,05	18,41	102	18,77	0,12	21,03
TOTAL (s)															1470,96		1647,47
TOTAL (min)															24,52		27,46
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB = Tiempo Básico S = Suplementos TE = Tiempo Estándar																	

Área acabados

Tabla 147: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación tapa posterior costado 1

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0,03	0	0,02	0	105
C	0,03	0	0,02	0	105
D	0,03	0	0,02	0	105
E	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 148: Estudio de tiempos de la preparación tapa posterior costado 1

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Preparación de tapa posterior costado 1													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Tapa posterior costado 1													Operarios: 1				
Material: Tapas plásticas posteriores													Fecha: 06/05/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	1,00										1,00	1,00	105	1,05	0,12	1,18
3	C	7,29	7,21	8,90	6,99	7,55	7,56	8,66	7,12	7,51	8,22	77,01	7,70	105	8,09	0,12	9,06
4	D	35,21	34,19	35,41	35,19	37,28	36,55	34,12	35,27	36,87	35,21	355,30	35,53	105	37,31	0,12	41,78
5	E	39,82	34,73	32,77	36,52	32,23	34,55	37,89	36,20	35,41	33,71	353,83	35,38	105	37,15	0,12	41,61
TOTAL (s)															83,59		93,63
TOTAL (min)															1,39		1,56
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 149: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación y ensamble de tapa lateral y posterior

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102
H	0	0	0,02	-0,02	100
I	0	0	0,02	0	102

Tabla 150: Estudio de tiempos de la preparación y ensamble de tapa lateral y posterior

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Preparación y ensamble de tapa lateral con portavaso y tapa posterior												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Tapa lateral con portavaso costado 1 ensamblada con tapa posterior 1 (pata)												Operario: 1					
Material: Tapa plástica con portavaso, accesorios de USB, tapa posterior												Fecha: 03/05/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	2,00										2,00	2,00	102	2,04	0,12	2,28
3	C	34,59	35,27	32,17	31,73	33,45	33,14	34,26	31,27	32,69	33,55	332,12	33,21	102	33,88	0,12	37,94
4	D	28,65	28,67	28,61	29,78	29,08	28,55	29,64	28,51	27,36	28,41	287,26	28,73	102	29,30	0,12	32,82
5	E	15,23	16,74	17,47	19,39	15,79	15,63	17,89	16,52	17,63	16,28	168,57	16,86	102	17,19	0,12	19,26
6	F	15,77	19,97	16,90	15,27	15,79	15,67	16,35	15,29	16,87	15,61	163,49	16,35	102	16,68	0,12	18,68
7	G	111,27	110,34	112,29	110,69	111,21	110,39	114,57	113,27	110,36	111,47	1115,86	111,59	102	113,82	0,12	127,48
8	H	16,31	15,20	14,19	14,59	15,88	14,59	15,41	16,30	14,20	16,57	153,24	15,32	100	15,32	0,12	17,16
9	I	56,55	55,39	62,18	56,97	52,10	57,31	54,10	58,63	55,10	56,49	564,82	56,48	102	57,61	0,12	64,53
TOTAL (s)															285,84		320,14
TOTAL (min)															4,76		5,34
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 151: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación tapa posterior costado 2

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0,03	0	0,02	0	105
C	0,03	0	0,02	0	105
D	0,03	0	0,02	0	105
E	0,03	0	0,02	0	105
F	0,03	0	0,02	0	105
G	0,03	0	0,02	0	105

Tabla 152: Estudio de tiempos de la preparación tapa posterior costado 2

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Preparación de tapa posterior costado 2													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Tapa posterior costado 2													Operarios: 1				
Material: Tapas plásticas posteriores													Fecha: 07/05/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	1,00										1,00	1,00	105	1,05	0,12	1,18
3	C	6,52	7,38	6,09	6,46	7,47	6,14	6,13	7,15	6,55	7,17	67,06	6,71	105	7,04	0,12	7,89
4	D	7,85	6,81	7,40	9,01	6,74	6,88	7,41	7,51	8,61	7,60	75,82	7,58	105	7,96	0,12	8,92
5	E	12,74	10,99	10,39	10,04	9,99	10,24	11,55	10,47	9,54	9,89	105,84	10,58	105	11,11	0,12	12,45
6	F	36,30	36,05	36,90	33,11	35,29	34,55	35,69	36,10	33,89	34,77	352,65	35,27	105	37,03	0,12	41,47
7	G	35,42	34,15	34,65	32,55	32,18	35,61	33,24	32,36	31,89	33,91	335,96	33,60	105	35,28	0,12	39,51
TOTAL (s)															99,47		111,41
TOTAL (min)															1,66		1,86
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 153: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación tapa lateral costado 2

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102
H	0	0	0,02	0	102

Tabla 154: Estudio de tiempos de la preparación tapa lateral costado 2

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
EstudioN°: 1																	
Actividad: Preparación de tapa lateral con portavaso para costado 2												Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Tapa lateral con portavaso costado 2												Operarios: 1					
Material: Tapa plástica												Fecha: 03/05/2019					
Tiempo: Segundos												Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	2,00										2,00	2,00	102	2,04	0,12	2,28
3	C	33,26	34,18	33,55	34,38	33,68	33,61	32,67	33,57	32,1	33,6	334,60	33,46	102	34,13	0,12	38,22
4	D	11,22	11,4	12,39	11,68	12,46	12,33	11,54	11,89	12,47	11,1	118,48	11,85	102	12,08	0,12	13,54
5	E	9,99	9,46	9,57	10,35	11,02	9,65	9,33	10,22	11,01	10,51	101,11	10,11	102	10,31	0,12	11,55
6	F	62,31	63,17	62,37	62,55	61,98	63,12	62,3	61,85	62,34	63,17	625,16	62,52	102	63,77	0,12	71,42
7	G	17,65	18,56	18,82	17,94	18,97	18,65	17,52	16,33	17,88	18,96	181,28	18,13	102	18,49	0,12	20,71
8	H	30,37	32,7	31,98	32,64	32,51	30,25	32,17	32,39	33,67	31,21	319,89	31,99	102	32,63	0,12	36,54
TOTAL (s)															140,82		157,72
TOTAL (min)															2,35		2,63
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 155: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación de pulsantes

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	-	-	-	-	-
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102
E	0	0	0,02	0	102
F	0	0	0,02	0	102
G	0	0	0,02	0	102
H	0	0	0,02	0	102
I	0	0	0,02	0	102

Tabla 156: Estudio de tiempos de la preparación de pulsantes

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
Estudio N°: 1																	
Actividad: Preparación de pulsantes													Hoja: 1 de 1				
Producto Parcial: Pulsantes													Operarios: 1				
Material: Pulsante, platinas, pintura													Fecha: 08/05/2019				
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez				
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{X}	V	TB	S	TE
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	3,15										3,15	3,15	102	3,21	0,12	3,60
3	C	14,26	14,75	14,29	15,37	14,66	14,56	14,27	13,97	14,63	15,07	145,83	14,58	102	14,87	0,12	16,66
4	D	27,17	24,19	28,46	29,06	25,12	25,69	24,79	25,60	24,63	25,89	260,60	26,06	102	26,58	0,12	29,77
5	E	26,65	29,31	27,49	26,88	29,35	27,45	28,63	26,55	25,47	27,51	275,29	27,53	102	28,08	0,12	31,45
6	F	42,27	40,21	41,88	41,26	40,15	41,22	42,10	41,33	41,85	42,01	414,28	41,43	102	42,26	0,12	47,33
7	G	7,23	8,15	7,94	7,89	8,55	7,55	8,62	7,31	8,05	7,98	79,27	7,93	102	8,09	0,12	9,06
8	H	16,33	15,44	16,89	15,22	17,65	16,33	14,55	15,98	16,79	16,39	161,57	16,16	102	16,48	0,12	18,46
9	I	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14
TOTAL (s)															140,59		157,46
TOTAL (min)															2,34		2,62
NOTA: \bar{X} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																	

Tabla 157: Valoración del ritmo de trabajo de la actividad preparación de cinturones de seguridad

VALORACIÓN					
Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración
A	0	0	0,02	0	102
B	0	0	0,02	0	102
C	0	0	0,02	0	102
D	0	0	0,02	0	102

Tabla 158: Estudio de tiempos de la preparación de cinturones de seguridad

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Estudio N°: 1																		
Actividad: Preparación de cinturón de seguridad de 2 puntos													Hoja: 1 de 1					
Producto Parcial: Cinturón de seguridad (Macho/Hembra)													Operarios: 1					
Material: Cinturones de seguridad 2 puntos													Fecha: 09/05/2019					
Tiempo: Segundos													Observador: Diego Domínguez					
N°	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	\bar{x}	V	TB	S	TE	
1	A	-	-	-	-	-										-	-	
2	B	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14	
3	C	20,51	21,68	20,99	23,93	20,42	20,17	20,39	21,44	21,39	21,09	212,01	21,20	102	21,63	0,12	24,22	
4	D	1,00										1,00	1,00	102	1,02	0,12	1,14	
														TOTAL (s)		23,67		26,50
														TOTAL (min)		0,39		0,44
NOTA: \bar{x} = Promedio V = Valoración TB= Tiempo Básico S= Suplementos TE= Tiempo Estándar																		

Anexo 6: Diagrama de actividades múltiples actual del Área de Acabados

Logo de la empresa		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES											
Diagrama N°: 1		Hoja: 1 de 1		RESUMEN									
				MÉTODO	ACTUAL	PROPUESTO							
Área:	Acabados			Tiempo de ciclo total	482,25								
Actividad:	Colocación de accesorios en estructura final de asiento doble			Tiempos de trabajo									
Producto:	Asiento doble terminado			Operario 1	422,11								
Materiales:	Estructura final, coderas, zig-zag, pulsantes, cinturones de seguridad, tapas plásticas, mallas, cojines, espaldares (esponja gris y tapiz)			Operario 2	387,67								
Operarios:	7			Operario 3	331,95								
Observador:	Diego Domínguez			Operario 4	367,26								
Tiempo:	Minutos			Operario 5	257,33								
Lote:	20 estructuras			Operario 6	231,62								
Fecha:	27/5/2019			Operario 7	211,11								
				Tiempo Inactivo									
				Operario 1	60,14								
				Operario 2	94,58								
				Operario 3	150,30								
				Operario 4	114,99								
				Operario 5	224,92								
				Operario 6	250,63								
				Operario 7	261,15								
Min	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7						
120	Pintar platinas de 40 pulsantes	Poner pega en 36 cinturones hembra de 2 puntos	Preparar 20 tapas posteriores costado 1	Colocar coderas para 20 estructuras									
	Perforar cojines de 20 estructuras			Colocar elementos de ajuste de coderas para 20 estructuras									
	Pintar platinas de 20 estructuras	Colocar cinturones macho 2 puntos en 18 estructuras	Preparar 20 tapas posteriores costado 2	Ajustar coderas en 20 estructuras									
	Sacar envoltura de 40 pulsantes			Colocar zigzag en espaldar de 20 estructuras									
	Colocar pulsantes en 20 estructuras	Colocar cinturones hembra 2 puntos en 18 estructuras	Preparar 20 tapas laterales con costado 2	Preparar 20 tapas laterales con portavasos y usb				Colocar pega en 10 estructuras					
								Colocar zigzag en cojines de 20 estructuras	Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras				
		Pulir 4 cinturón hembra 3 puntos	Cortar 40 fundas plasticas de espaldar					Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras				
		Colocar cinturón m/h 3 puntos (4 cinturones)						Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras				
	Ajustar zigzag de cojines de 20 estructuras		Ensamblar tapa posterior 1 con lateral 1 para 20 estructuras					Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Tapizar 2 estructuras	Tapizar 2 estructuras			
	Enfundar 40 cojines							Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras				
											Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Tapizar 8 espaldar	Tapizar 8 espaldar
											Pegar esponja gris en 4 estructuras		
Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras					Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras								
Pegar esponja gris en 4 estructuras					Pegar esponja gris en 4 estructuras								
Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras					Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras								
Pegar esponja gris en 4 estructuras					Pegar esponja gris en 4 estructuras								
240							Colocar pega en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Tapizar 8 espaldar	Tapizar 8 espaldar				
							Pegar esponja gris en 4 estructuras			Pegar esponja gris en 4 estructuras			
360	Transportar a mesa de trabajo 1 Colocar mallas y tapas de apoyapiés Transporte a almacenamiento para 20 estructuras					Transportar a mesa de trabajo 2 Enfundar espaldares y colocar tapas plásticas Transporte a almacenamiento para 20 estructuras		Grapar foro de 18 estructuras					
										Grapar foro de 2 estructuras			
480	Transportar a mesa de trabajo 1 Colocar cojines en estructura Transporte a almacenamiento para 20 estructuras												

Figura 24: Diagrama de actividades múltiples actual del área de acabados

Anexo 7: Layout propuesto

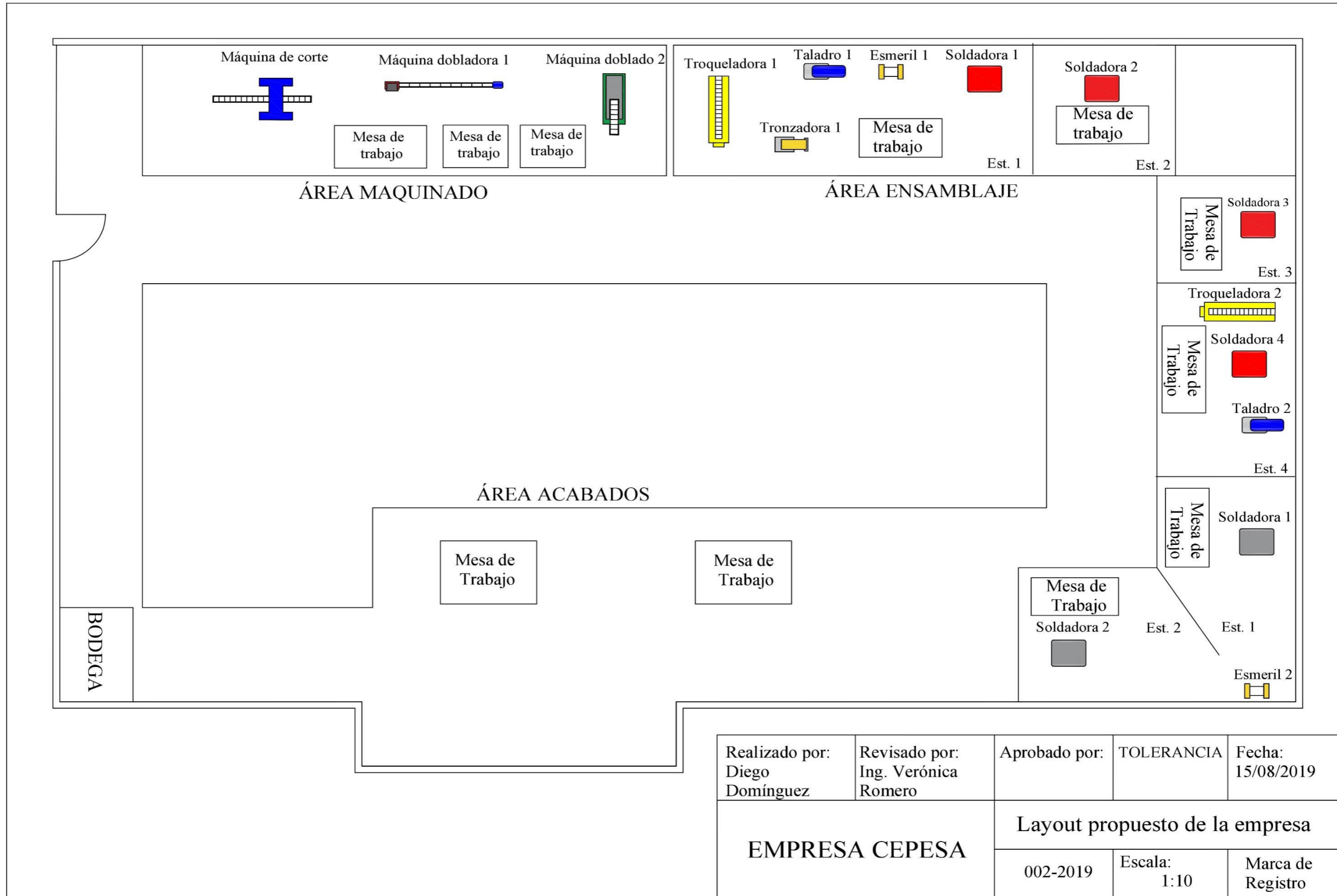


Figura 25: Layout propuesto de la empresa

Anexo 8: Diagrama de recorrido propuesto

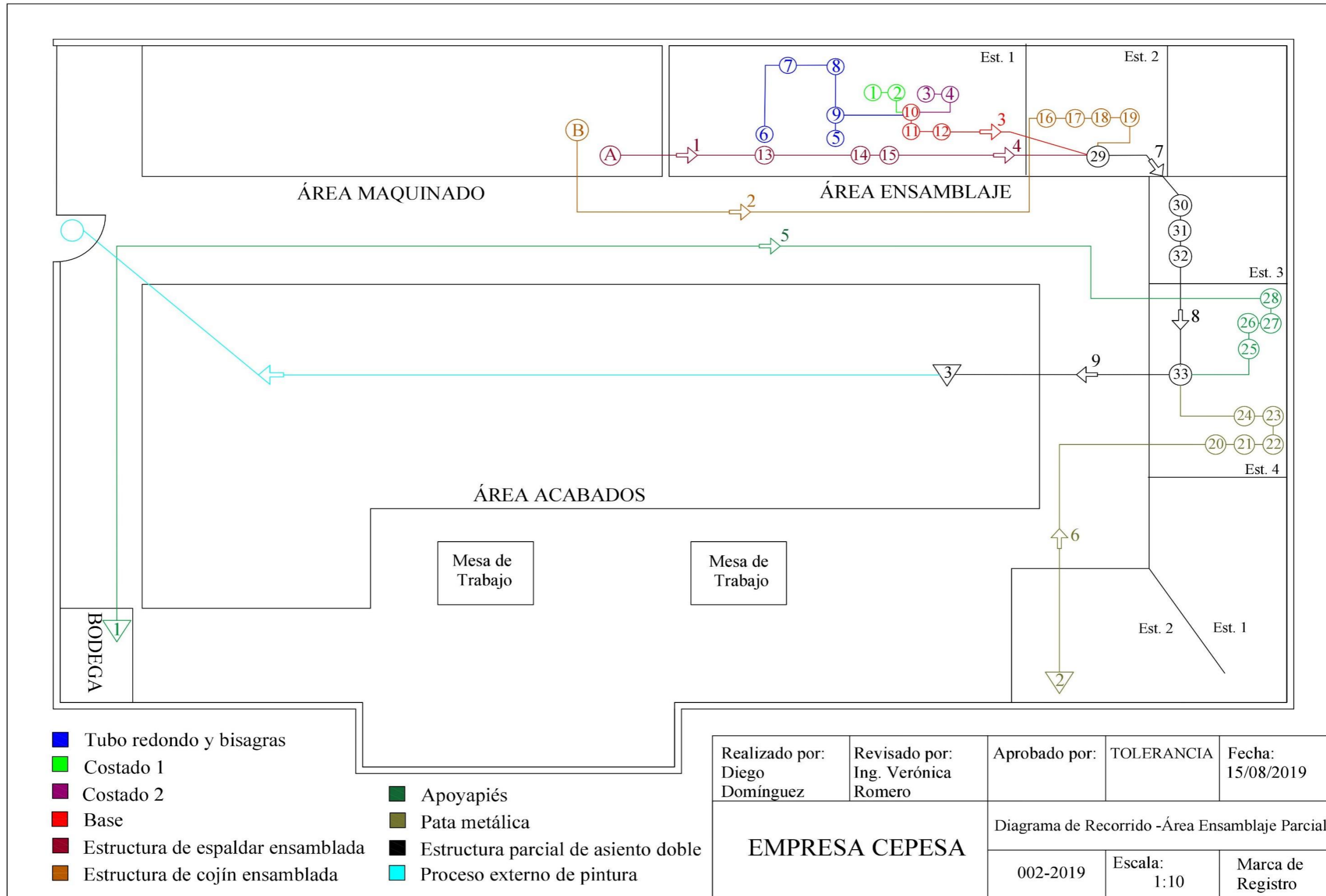


Figura 26: Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamblaje parcial

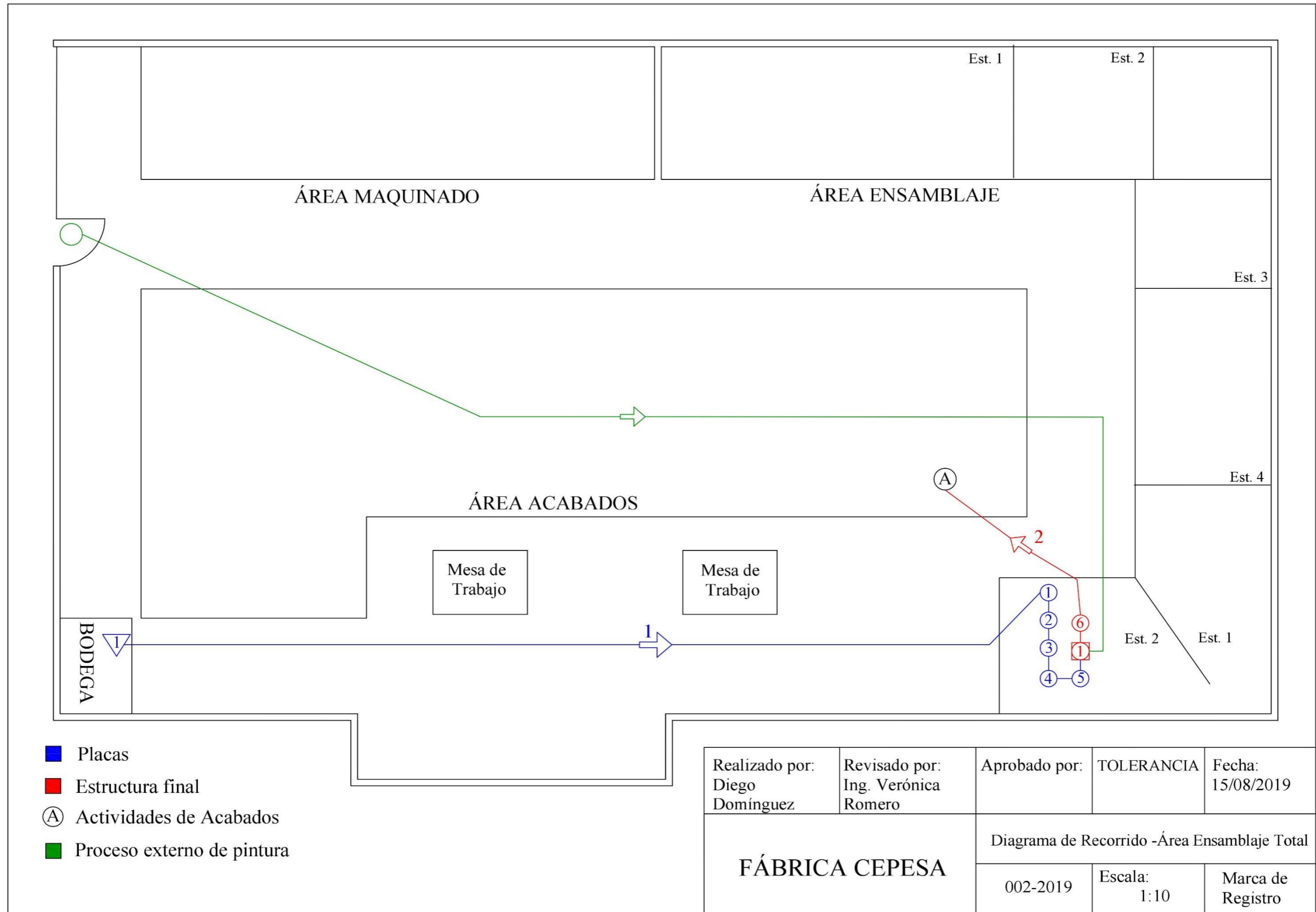


Figura 27: Diagrama de recorrido propuesto del área de ensamblaje total

Anexo 9: Diagrama de actividades múltiples propuesto

Logo de la empresa		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES									
Diagrama N°: 2		Hoja: 1 de 1		RESUMEN							
				MÉTODO	ACTUAL	PROPUESTO					
Área:	Acabados			Tiempo de ciclo total	482,25	401,65					
Actividad:	Colocación de accesorios en estructura final de asiento doble			Tiempos de trabajo							
Producto:	Asiento doble terminado			Operario 1	422,11	389,19					
Materiales:	Estructura final, coderas, zig-zag, pulsantes, cinturones de seguridad, tapas plásticas, mallas, cojines, espaldares (esponja gris y tapiz)			Operario 2	387,67	371,51					
Operarios:	7			Operario 3	331,95	365,81					
Observador:	Diego Domínguez			Operario 4	367,26	384,36					
Tiempo:	Minutos			Operario 5	257,33	252,56					
Lote:	20 estructuras			Operario 6	231,62	243,56					
Fecha:	27/5/2019			Operario 7	211,11	226,57					
				Tiempo Inactivo							
				Operario 1	60,14	12,46					
				Operario 2	94,58	30,13					
				Operario 3	150,30	35,84					
				Operario 4	114,99	17,29					
				Operario 5	224,92	149,08					
				Operario 6	250,63	158,08					
				Operario 7	261,15	175,08					
Min	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5	Operario 6	Operario 7				
120	Pintar platinas de 40 pulsantes	Colocar zigzag en espaldar de 20 estructuras	Preparar 20 tapas posteriores costado 1	Colocar coderas para 20 estructuras							
	Perforar cojines de 20 estructuras			Colocar elementos de ajuste de coderas para 20 estructuras							
	Pintar platinas de 20 estructuras	Poner pega en 36 cinturones hembra de 2 puntos	Preparar 20 tapas posteriores costado 2	Ajustar coderas en 20 estructuras							
	Sacar envoltura de 40 pulsantes			Colocar pegu en 10 estructuras				Colocar pega en 10 estructuras			
	Colocar pulsantes en 20 estructuras	Colocar cinturones macho 2 puntos en 18 estructuras	Preparar 20 tapas laterales con costado 2	Preparar 20 tapas laterales con portavasos y usb				Colocar pegu en parte posterior de espaldares en 10 estructuras	Colocar pegu en parte posterior de espaldares en 10 estructuras		
		Colocar cinturones hembra 2 puntos en 18 estructuras						Colocar pegu en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Colocar pegu en parte posterior de espaldares de 4 estructuras		
		Colocar zigzag en cojines de 20 estructuras	Cortar 40 fundas plasticas de espaldar					Pegar esponja gris en 4 estructuras	Pegar esponja gris en 4 estructuras		
	Ajustar zigzag de cojines de 20 estructuras	Pulir 4 cinturón hembra 3 puntos	Ensamblar tapa posterior 1 con lateral 1 para 20 estructuras					Colocar pegu en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Colocar pegu en parte posterior de espaldares de 4 estructuras		
	Enfundar 40 cojines	Colocar cinturón m/h 3 puntos (4 cinturones)						Pegar esponja gris en 4 estructuras	Pegar esponja gris en 4 estructuras		
									Colocar pegu en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	Colocar pegu en parte posterior de espaldares de 4 estructuras	
	240								Grapar forro de 7 estructuras	Tapizar 8 estructuras	Tapizar 8 estructuras
									Tapizar 1 estructura		
					Grapar forro de 7 estructuras						
					Tapizar 1 estructura						
					Grapar forro de 6 estructuras						
360	Transportar a mesa de trabajo 1 Colocar mallas y tapas de apoyapiés Transporte a almacenamiento para 20 estructuras		Transportar a mesa de trabajo 2 Enfundar espaldares y colocar tapas plásticas Transportar a almacenamiento para 20 estructuras								
	Transportar a mesa de trabajo 1 Colocar cojines en estructura Transporte a almacenamiento para 16 estructuras		Transportar a mesa de trabajo 2 Colocar cojines en estructura Transporte a almacenamiento para 4 estructuras								

Figura 28: Diagrama de actividades múltiples propuesto del área de acabados