

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO PARA LA MEJORA  
DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER  
DE MAQUINARIA AGRÍCOLA E INDUSTRIAL”**

**TRABAJO DE TESIS**

**Presentado al Consejo de la Facultad**

**De Ingeniería**

**de la Universidad Rafael Landivar**

**por:**

**SERGIO JAVIER SAGASTUME CABRERA**

**Al conferírsele el título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**En el Grado Académico de**

**LICENCIADO**

**Guatemala, octubre de 1999**

## INDICE

### I. MARCO I

### INTRODUCCIÓN

1.1	INTRODUCCIÓN.....	Página #	2
1.2	LO ESCRITO SOBRE ESTE TEMA EN GUATEMALA		3
1.3	MARCO TEÓRICO.....		5
1.3.1	Productividad.....		6
1.3.2	Eficiencia.....		6
1.3.3	Distribución del equipo de planta .....		7
1.3.4	Administración.....		7
1.3.5	Eficacia.....		7
1.3.6	Factibilidad.....		8
1.3.7	Proyecto.....		8
1.3.8	Nivel de servicio al cliente.....		8
1.3.9	Edificios industriales.....		8
1.3.10	Estudio de movimientos.....		9
1.3.11	Diagrama de operaciones de proceso.....		10
1.3.12	Organización .....		10
1.3.13	Planeación del proceso.....		11

1.3.14 Principios de la economía de movimientos.....	11
1.3.15 Control de materiales.....	12
1.3.16 Evaluación de puestos.....	12

**II. MARCO II**                      *PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA*

2.1	Objetivos.....	16
2.1.1	General.....	16
2.1.2	Específicos.....	16
2.2	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.3	VARIABLES.....	16
2.3.1	Independientes.....	16
2.3.2	Dependientes.....	16
2.4	DEFINICIÓN DE VARIABLES	
2.4.1	Demanda de overhaul .....	17
2.4.2	Distribución de la maquinaria, diseño del flujo de trabajo.....	17
2.4.3	Nivel de productividad.....	17
2.5	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	17
2.5.1	Alcances.....	18
2.5.2	Limitaciones.....	18

2.6	APORTES.....	18
<b>III. MARCO III</b>	<i>MÉTODO</i>	
3.1	SUJETOS.....	20
3.2	INSTRUMENTOS.....	20
3.2.1	Observación.....	20
3.2.2	Entrevista.....	21
3.2.3	Cuestionarios.....	22
3.3	PROCEDIMIENTOS.....	24
3.4	DISEÑO.....	25
<b>IV. MARCO IV</b>	<b>RESULTADOS</b>	
4.1	RESUMEN ORGANIZADO DE DATOS.....	27
4.1.1	Datos Generales del Área de Operación.....	27
4.1.2	Plano de Distribución – Actual del taller .....	29
4.1.3	Diagrama de Operaciones – Método Actual.....	31
4.1.4	Diagrama de Viajes – Método Actual.....	43
4.1.4.1	Diagrama de viajes del desmontaje de motores .....	43
4.1.4.2	Diagrama de viajes del montaje de .....	
	motores.....	44

4.1.5	Tabla de gastos promedio mensual – Actual.....	45
4.1.6	Tabla de ingresos mensuales- Método Actual.....	45
4.1.7	Productividad Actual.....	46
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	46
4.2.1	Plano de Distribución – Método Mejorado .....	48
4.2.2	Diagrama de Operaciones – Método Mejorado.....	51
4.2.3	Diagrama de Viajes – Método Mejorado.....	63
4.2.3.1	Diagrama de viajes del desmonaje de.....	63
4.2.3.2	Diagrama de viajes del montaje de.....	64
4.2.4	Tablas del desmontaje del motor.....	65
4.2.5	Tabla del montaje del motor.....	72

## V. MARCO V                      DISCUSIÓN

5.1	CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS.....	80
5.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
5.2.1	Tabla de Tiempo no Utilizado.....	81
5.2.2	Tabla de Operaciones Mensuales.....	84
5.2.3	Tabla de Reducción de Distancias y Tiempo .....	84
5.2.4	Tabla de Gastos Promedio Mensuales .....	85
5.2.5	Tablas de Ingresos Mensuales – Mejorado.....	85

5.2.6 Productividad – Método Mejorado.....	86
VI. MARCO VI	CONCLUSIONES
6. CONCLUSIONES.....	88
VI. MARCO VII	RECOMENDACIONES
7. RECOMENDACIONES.....	90
VIII. MARCO VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
IX. MARCO IX	ANEXOS
9. ANEXOS	
ANEXO I.....	95
ANEXO II.....	96
ANEXO III.....	98
ANEXO IV.....	99
ANEXO V.....	100
ANEXO VI .....	101
ANEXO VII.....	107

### **Resumen Ejecutivo**

Este trabajo trata sobre el mejoramiento del nivel de servicio en una taller de maquinaria Agrícola e Industrial, esto se logrará diseñando un sistema que ayude al aumento de la productividad. Para ello se analizó la situación actual de la empresa, la factibilidad de la optimización del flujo de trabajo y la distribución de la maquinaria, siendo éstos los posibles puntos problemáticos para la compañía y los que conllevan a que la productividad esté por debajo de lo esperado, al no cumplirse con los estándares de tiempo programados.

El proyecto consta de: un análisis de la organización, un diseño de flujo de trabajo y de la distribución de la maquinaria, con el fin de analizar el cumplimiento de los objetivos generales de la empresa y sus funciones respectivas. En el flujo de trabajo se incluyen los pasos a seguir para el montaje de los motores más comunes; con el análisis de los mismos se persigue disminuir el tiempo de ensamble para lograr aumentar la productividad de los trabajadores.

Lo primero que se detectó es que, el 70% de las requisiciones, es de overhaul, por ello se consideró organizar y distribuir la planta en base a este proceso. Además el taller trabaja bajo pedido, no se puede trabajar en serie por la poca demanda y por ser proceso consecuente, debido a esto la entrega de los mismos puede variar, el tiempo promedio actual de entrega es de 7 días hábiles.

Se observó que, debido a una mala distribución de planta, se incurría en viajes cruzados e innecesarios y se recorrían distancias largas durante el proceso. Luego, se constató que, la bodega de herramientas especializadas, también se encuentra retirada del área de trabajo, lo cual contribuye al aumento de los tiempos utilizados en cada operación. Lo que se pretende es optimizar el uso de los recursos con los que cuenta el taller.

También se observó que, el tiempo muerto o no efectivo del mecánico y del auxiliar, es bastante alto comparado con el tiempo total disponible diario, por tal motivo, se consideró hacer un balanceo de línea y analizar cuántos operarios son realmente necesarios. Sin embargo, dichas mejoras eran adecuadas para poder prestar servicio a un máximo de 8 motores con los dos operarios, lo cual era insuficiente para la demanda actual de 10 motores. Se analizó la situación y el resultado de lo anterior fue que, el número óptimo de personal requerido es de 3 y no 2 operarios como hay actualmente para satisfacer la demanda. Ya que la demanda real es de más de 10 motores mensuales, se procedió a balancear nuevamente, tomando en cuenta este dato. Es así como se llega a la conclusión de que se necesita un auxiliar de mecánico más para que, junto a los otros 2 operarios, completen sus labores diarias y hagan un mejor uso del tiempo y logren ser más productivos en la jornada.

Con la redistribución de la maquinaria en la planta, se logró reducir las distancias a recorrer entre áreas de trabajo; se simplificó el flujo de trabajo y se redujo enormemente el tiempo muerto en la mayoría de las operaciones. Lo esencial, en este trabajo, fue la observación y estudio de los actuales procesos de montaje y desmontaje de los motores, así como las funciones y operaciones realizadas en el taller, para poder determinar cuáles eran los cambios pertinentes. Se logró, fue la reducción del tiempo muerto con la contratación de un operario más para ayudar a optimizar el tiempo utilizado en las operaciones.. Es así como el nivel de servicio se aumentó en un 50%.

Es importante resaltar que con la disminución de distancias a recorrer, y el rediseño del flujo de trabajo, el tiempo no utilizado se disminuyó en un 50%.

Al realizarse un diseño del flujo de trabajo que esté orientado hacia las operaciones más frecuentes e importantes del proceso, se contribuye a disminuir los tiempos no productivos y a aumentar la productividad.

**MARCO I**  
INTRODUCCIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector industrial se ve realmente afectado por los cambios socioeconómicos que a todo nivel están afectando a Guatemala.

Como consecuencia, las compañías se ven obligadas a ser cada día más productivas para obtener un mejor producto a un menor costo.

El movimiento de la globalización, donde el nivel de productividad y servicio al cliente son fundamentales para el buen desempeño de la empresa, y para poder permanecer de forma competitiva en el mercado; hace que las empresas se concentren en mejorar dichos aspectos.

El diseño adecuado del flujo de trabajo contribuye a que un grupo de personas pueda realizar efectivamente las tareas y atribuciones que le sean asignadas. Lo anterior se traduce en un aumento significativo de la productividad de la compañía y mejora del nivel de servicio.

Este trabajo trata sobre el mejoramiento del nivel de servicio en una taller de maquinaria Agrícola e Industrial, esto se logrará diseñando un sistema que ayude al aumento de la productividad. Para ello se analizó la situación actual de la empresa, la factibilidad de la optimización del flujo de trabajo y la distribución de la maquinaria, siendo éstos los posibles puntos problemáticos para la compañía y los que conllevan a que la productividad esté por debajo de lo esperado, al no cumplirse con los estándares de tiempo programados.

El proyecto consta de: un análisis de la organización, un diseño de flujo de trabajo y de la distribución de la maquinaria, con el fin de analizar el cumplimiento de los objetivos generales de la empresa y sus funciones respectivas. En el flujo de trabajo se incluyen los pasos a seguir para el montaje de los motores más comunes; con el análisis de los mismos se persigue disminuir el tiempo de ensamble para lograr aumentar la productividad de los trabajadores. El estudio se llevará a cabo en la empresa **Talleres de Ensamble, S.A.** (TALLENSA, nombre ficticio), la cual actualmente presenta problemas como un bajo nivel de productividad y retrasos en la entrega de los pedidos; obteniendo como resultado, “un mal servicio al cliente”.

## 1.2 LO ESCRITO EN GUATEMALA SOBRE EL TEMA

Jiménez Franco (1994) elaboró la tesis: “Proyecto de reorganización administrativa de la municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz como base para la optimización de recursos.”. Esta tesis trata de esclarecer y definir con exactitud todos los deberes y obligaciones de los puestos que conforman la municipalidad de Alta Verapaz, San Miguel, y cómo reglamentar los deberes y responsabilidades de cada persona, con el fin de designar los puestos y funciones para poder elevar el nivel de productividad de la misma.

Oliva Villanueva (1994) trabajó en el proyecto: “Modelo metodológico para el mejoramiento de procesos organizacionales”. Esta tesis busca hacer más productivas a las empresas, mediante una buena administración de los recursos y del personal, planteando su trabajo para las grandes naciones industrializadas. Su estilo administrativo observa a las personas como el recurso más valioso que pueda tener una empresa, permitiéndole a los individuos llenar sus necesidades de desarrollo personal, fisiológicas y seguridad. En el desarrollo de este trabajo se tomó como ejemplo la medición de la productividad de GINSA (Good Year de Guatemala), y se basa en un problema de organización y distribución de trabajo. El principal elemento que debe darse para llevar a la práctica las técnicas del desarrollo organizacional, es: “tener una mente positiva hacia el cambio”. Las conclusiones de este trabajo son: a) el éxito o el fracaso de un programa de desarrollo organizacional radica en el interés y el apoyo que brinda la Gerencia de la empresa; b) la mentalidad organizacional positiva hacia el cambio contribuye al cambio; c) el desarrollo organizacional tiene bases en la aplicación de conceptos tales como: equipos de trabajo, ventana de Johary, la comunicación, la retroalimentación y la medición del éxito o fracaso del diagrama de operaciones que está basado en lograr los objetivos y metas establecidos.

Rivera Reyes (1993) investigó acerca de las “Técnicas de desarrollo organizacionales, un proceso para el aumento de la funcionalidad en las organizaciones”. Esta tesis trata de las necesidades de las empresas del sector industrial para que sean cada día más productivas, generando artículos de alta calidad a bajo costo. Permite guiar las acciones de las organizaciones a favor de la mejora continua de los procesos que utilizan en forma ordenada y sistemática; además, se analiza el impacto del mejoramiento de los procesos organizacionales en el funcionamiento de las

empresas e instituciones, desarrollando una serie de pasos lógicamente elaborados que, en su conjunto, conforman una metodología selectiva y útil. *Conclusiones:* las instituciones pueden contar con una guía ordenada para las mejoras substanciales en cualquiera de sus procesos organizacionales o de otra índole, debido a las condiciones tan variables del ambiente interno y externo, contando con un proceso continuo de cambios en su estructura y procesos, que eviten su obsolescencia administrativa y les permita permanecer competitivamente en el medio. Se clarifica la interrelación existente entre los procedimientos, métodos, procesos y sistemas en una organización, al momento de afectar cualquiera de ellos en forma individual. El desarrollo práctico del modelo metodológico propuesto, fue realizado en el INTECAP, el cual es una institución descentralizada, con características particulares para comprobar las fuerzas y debilidades de dicho modelo.

Ramírez Pereira (1996) Realizó la investigación que lleva por título: “Análisis y reestructura de las actividades administrativas y productos en una fábrica de madera”. En ella busca identificar la naturaleza y propósito de la organización, en la estructura de los diversos cargos funcionales, la departamentalización básica, y la distribución de actividades, agrupadas dentro de la estructura de la organización. Concluye que, los esfuerzos individuales, contribuyen al logro de los objetivos de la empresa teniendo como resultado una estructura organizacional efectiva.

Bernanrd Torres (1980) en su tesis: “La organización, funcional administrativa en la empresa”. demuestra que, la organización bien planificada en las empresas, ayuda a la misma, a tener una mejor productividad, así como ratificar que, para el buen funcionamiento, es esencial la diagramación de los procesos. Concluye que, la verdadera función de la administración, es alcanzar las metas deseadas de la compañía con un buen esquema organizacional.

Serra Chacón (1997) realizó la investigación “Medición de la productividad en una empresa de servicio”. El principal objetivo de su trabajo fue desarrollar un modelo para medir la productividad en las empresas dedicadas principalmente a las ventas, para obtener mejores resultados. Además, plantea en una forma sencilla lineamientos para la mejora y medición de la productividad. Concluye que sobreviven las empresas productivas y con un excelente servicio al cliente, ya que la competencia aumenta día a día.

### 1.3 MARCO TEORICO

Es imprescindible contar con un continuo desarrollo y actualización para poder hacer frente al nivel altamente competitivo que nos rodea. Constantemente se está en peligro de perder clientes, debido a la fuerte competencia, a un mal servicio prestado y al no poder satisfacer con el producto o servicio al cliente. Se debe evitar pasar a la historia como otra empresa que no supo administrar bien sus recursos para poder prestar un buen servicio. Es importante tener presente que si la empresa no hace algo para sobrevivir en el mercado habrá otro que venga hacer mejor las cosas y con costos más bajos.

Las empresas guatemaltecas no son la excepción ante la globalización, la cual era antes un mito y ahora es una realidad, por ello las empresas deben de desarrollar e implementar nuevos sistemas y procedimientos, que sean efectivos para aumentar significativamente los índices de productividad, que nos lleven a tener una mayor utilidad y un mayor número de clientes satisfechos: “o crecer actualizándose o desaparecer”; he aquí el dilema.

La productividad ayuda no sólo a ser más eficientes con nuestros clientes, sino a poder ofrecer un mejor producto a un mejor precio, y esto no significa reducir nuestro margen de utilidad, si no simplemente utilizar los recursos de la mejor forma posible.

No está de más recordar que la productividad no se logra suministrando la mejor maquinaria y equipos, sino saber cómo utilizarlos de la forma más eficiente posible.

Muchas veces, cuando se necesita que algo sea rápido y eficaz, aparecen ciertos problemas que no son de gran complejidad pero que de alguna forma hacen que el trabajo sea menos eficiente. Al estar realizando este trabajo en un taller de servicio, se ha observado que existen ciertos problemas que, aunque son fáciles de resolver, no se han resuelto ya que no se sabe a quién le corresponde hacerse cargo del problema. Esto origina retrasos evitables y clientes inconformes, por tal razón la presente investigación pretende contribuir con la compañía TALLENSA en la mejora de la distribución de maquinaria y los flujos de trabajo con el fin de aumentar la productividad del mismo.

Con ello se busca los costos en los insumos y los costos en mano de obra por tiempos perdidos o no utilizados. Estableciendo, al mismo tiempo, claramente las responsabilidades y atribuciones de los trabajadores y lograr así una excelencia en el servicio al cliente.

La medición de la productividad requiere de cuatro factores que en secuencia logran medir las metas trazadas, denominado como “ciclo de la productividad” (Serra, 1996):

- a) evaluación de la productividad;
- b) planificación de la productividad;
- c) mejoramiento de la productividad;
- d) medición de la productividad.

A continuación se darán las definiciones de los términos más utilizados en el tema a desarrollar:

### **1.3.1 Productividad**

Productividad significa: la eficiencia con la cual administramos los recursos de una organización, la cual puede ser medida por factores como: hora - hombre, jornada – hombre (Sumanth,1990).

El error más común es confundir el término producción con productividad. *Producción* es la actividad de producir un bien o un servicio y *productividad* es la optimización de los recursos para la producción de bienes y servicios, es decir, la relación que existe entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

### **1.3.2. Eficiencia**

La eficiencia, según Sumanth (1990), es el grado el que la gerencia logra su rentabilidad planeada o el grado en que se alcanzan las metas al momento de producir

La eficiencia se expresa en porcentaje, y es el grado en que se cumplió una meta o un objetivo. Además, se le dan varios usos a la palabra eficiencia, ya que podemos medir factores como: la eficiencia de la mano de obra, de la maquinaria, de los insumos, de la producción, etc.

### 1.3.3 Distribución del equipo en la planta

La adecuada distribución de una planta correcta es un paso fundamental, para poder optimizar la producción y minimizar costos, ya que la colocación de los equipos, de una manera deficiente, puede llegar a entorpecer el adecuado flujo e incurrir en costos elevados e innecesarios. Para mejorar y mantener una óptima distribución de la maquinaria hay una serie de lineamientos (Mundel, 1984):

- **Operaciones en máquinas múltiples:** la maquinaria debe de ser colocada alrededor del operario, para facilitar su operación.
- **Mayor eficiencia del obrero:** los centros de servicio deben de estar lo más cerca posible del área de producción.
- **Acceso:** el operario debe de tener el mayor accesos visual a las estaciones de trabajo y más a las de mayor control.
- **Las oficinas:** debe de haber una distancia de separación entre cada empleado de por lo menos 1.5 mts.
- **Diseño de la estación:** durante el período de trabajo, el diseño de la estación, debe de permitir a los operadores cambiar de posición.
- **Producción diversificadas:** todo el material debe de estar al alcance del operario.

### 1.3.4 Administración

Administración se define como: el proceso de diseñar y mantener un ambiente en el que las personas, trabajando en grupos, alcancen con eficiencia metas seleccionadas; la administración abarca 5 puntos: La planeación, organización, integración del personal, dirección y control. (Koontz, Weihrich, 1994)

### 1.3.5 Eficacia

La Eficacia, según Sumanth (1990), es el logro de objetivos; es alcanzar las metas y objetivos trazados.

### **1.3.6 Factibilidad**

Factibilidad es todo aquello que se puede hacer o lograr; realizar o efectuar, es decir, todo aquello que es realizable (Baca,1990).

### **1.3.7 Proyecto**

Proyecto es un conjunto de antecedentes que se estructuran a fin de dar una visión para lograr un objetivo determinado (Baca,1990)

### **1.3.8 Nivel de servicio al cliente**

Es un porcentaje del número de clientes atendidos eficientemente dividido entre el número de clientes que solicitaron los servicios.

### **1.3.9 Edificios industriales**

Los edificios industriales (Avallone, Baumeister, 1996), son todas esas estructuras diseñadas para satisfacer funcionalmente las necesidades de la industria, tomando en consideración las áreas productivas e improductivas necesarias para su funcionamiento óptimo.

Los proyectos industriales se inician generalmente con una distribución tentativa de maquinaria alrededor de la cual se dejan espacios para su operación, inspección y mantenimiento; la disposición de las máquinas, es de fundamental importancia pues en ella se basa el flujo adecuado de materiales.

Ventilación, iluminación, techos, pisos y pinturas usadas en plantas industriales, son aspectos a considerar en la planeación de un edificio, los cuales influyen en la eficiencia del proceso de trabajo.

Los edificios industriales deben diseñarse bajo la proyección de un programa integral, el cual está constituido por las diferentes necesidades de la empresa.

### **1.3.10 Estudios de movimientos**

Es la técnica, según Mundel (1984) que se utiliza para la descripción de los componentes de un método de trabajo, con el fin de analizarlo y mejorarlo para lograr un desempeño estándar por parte de quien lo utilizará. Es el análisis metódico y objetivo de las condiciones bajo las cuales un trabajo es realizado, seguido por el desarrollo de un método mejor y más económico de realizarlo, para reducir costos.

El énfasis que aquí se le da al análisis esta basado en los principios de economía de movimientos, tendientes a mejorar los métodos en tres áreas específicas que se relacionan íntimamente a estos y son:

- El área de trabajo
- Las herramientas
- El diseño del producto (sin afectar su apariencia)

Un buen método es el que tiene más ventajas sobre cualquier otro conocido, estas ventajas son:

- Menos tiempo por pieza sin afectar la calidad, la operación siguiente y la inversión.
- Menos esfuerzo, reduce condiciones no confortables en el trabajo.
- Aumenta la calidad, apariencia del producto sin un incremento en los costos de producción.
- Ayuda a las siguientes operaciones con una ganancia positiva cuando los trabajos son considerados como un conjunto porque:
  - Incrementan las medidas de seguridad.
  - Eliminan toda pérdida.
  - Incrementan la productividad de la máquina sin otros costos.

### **1.3.11 Diagrama de procesos**

Cuando un análisis (Salvedeny,1985) de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información actual (o de los hechos) relacionada con el proceso.

Todo operario debe tener las herramientas necesarias que le faciliten el trabajo; del mismo modo de que un maquinista de taller cuenta con micrómetros y calibradores, el analista de métodos debe tener a su disposición las herramientas o medios que le ayuden a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible. Uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero es el diagrama de proceso.

Se define como diagrama de proceso a: una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo. En el análisis de métodos se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas, ellos son:

- 1.- Diagrama de operaciones
- 2.- Diagrama de curso (o flujo de proceso)
- 3.- Diagrama de recorrido de actividades
- 4.- Diagrama de interrelación hombre-máquina
- 5.- Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla
- 6.- Diagrama de proceso para operario
- 7.- Diagrama de viajes de material
- 8.- Diagrama PERT

### **1.3.12 Organización**

En general (Avallone, Baumeister, 1996), se reconoce que la administración tiene como fundamento la organización. El término se emplea en el medio industrial y en los negocios para referirse a la distribución de las funciones del negocio entre el personal lógicamente capacitado para desarrollarlas. Es preciso hacer notar que la organización debe estructurarse con relación a las funciones y no respecto a los individuos.

La mayoría de las responsabilidades progresivas se organizan en base a dos conceptos: de línea y de staff. Las relaciones, por lo común, se indican mediante un diagrama de organización u organigrama, que revela las relaciones entre las divisiones principales, los departamentos y las líneas de autoridad directa del superior al subordinado. En general, las líneas de

autoridad se indican con líneas verticales. La autoridad de staff suele indicarse mediante una línea punteada, con lo cual se distingue de la autoridad directa. Es común utilizar este mismo procedimiento para indicar las relaciones de comité. Los departamentos o actividades se identifican con claridad dentro de rectángulos.

### **1.3.13 Planeación del proceso**

La planeación (Avallone, Baumeister, 1996) abarca la selección de los procesos que se van a aplicar en la secuencia que resulte más ventajosa, como la selección del equipo específico que se debe emplear, la selección de las herramientas necesarias y la especificación de los puntos de ubicación de las herramientas especiales.

Las principales restricciones que es preciso tener presentes al elegir un proceso básico determinado son (el primer proceso de la secuencia que da lugar a la evolución del diseño terminado):

1. Tipo y condición de la materia prima.
2. Tamaño de la materia prima que el equipo puede manejar.
3. Configuraciones geométricas que el equipo puede darle a la materia prima.
4. Capacidades de tolerancia y acabado superficial del equipo.
5. Cantidad de piezas terminadas que se necesitan y sus requisitos de entrega.
6. Economía del proceso

### **1.3.14 Principios de la economía de movimientos**

Lo último de los enfoques primarios para el diseño del proceso es análisis del diagrama de flujo a fin de incorporar los principios básicos de la economía de movimientos (Niebel, 1995). Al estudiar el trabajo realizado en cualquier estación, el ingeniero debe preguntarse:

- 1) Ambas manos, ¿están trabajando al mismo tiempo y en direcciones opuestas y simétricas?
- 2) Cada una de las manos, ¿realiza el menor número de movimientos?
- 3) ¿Está dispuesto, en el lugar de trabajo, de modo que se evite tener que alcanzar objetos distantes?

- 4) ¿Se están usando ambas manos con eficiencia, sin que se utilice alguna de ellas como dispositivo de sujeción?

En el caso de que la respuesta a una de estas preguntas sea "no", es necesario modificar la estación de trabajo para incorporar las mejoras relacionadas con la economía de movimientos.

### **1.3.15 Control de materiales**

El control de los materiales, según Avallone, Baumeister (1996), es crítico para el funcionamiento uniforme de una planta. Es necesario contar con las materias primas y las piezas compradas, en las cantidades necesarias y los momentos precisos, a fin de cumplir con los programas de producción. A menos que la administración esté especulando con las materias primas, los inventarios deben encontrarse en el nivel más bajo que resulte práctico, para minimizar el capital invertido y reducir las pérdidas debidas a obsolescencia, cambios en el diseño y deterioro. Sin embargo, es necesario mantener una existencia mínima para que la producción no se retrase por falta de materiales. Los pedidos que deben hacerse para mantenimiento del inventario se determinan por factores como: el tiempo de entrega requerido por el proveedor, la confiabilidad de las fuentes de abastecimiento para cumplir con las fechas prometidas de entrega, el valor de los materiales, el costo del almacenamiento y los riesgos de obsolescencia o deterioro.

### **1.3.16 Evaluación de puestos**

Es un sistema formal para clasificar los puestos en clases (Avallone, Baumeister, 1996). Cada puesto se estudia en relación con otros puestos, mediante el análisis de factores como: la responsabilidad, educación, habilidad mental, habilidad manual, esfuerzo físico y condiciones de trabajo. Se obtiene una valoración numérica total para comparar los puestos, al asignar puntos a cada factor. Al realizar una eficiente evaluación del puesto de trabajo, se puede seleccionar a la persona idónea con el perfil para desempeñar el mismo.

**MARCO II**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido al constante aumento de la actividad industrial, ahora se cuenta con un mayor nivel de competencia y una disposición a luchar por ofrecer el mejor servicio por medio de la implementación de nuevas técnicas y métodos que obtengan mayor eficiencia para la empresa.

Hoy en día, es vital que las industrias estén actualizadas con los más eficientes sistemas de productividad porque las empresas que piensan que todavía pueden adaptar al cliente al producto, están afuera del mercado competitivo. Las empresas ahora no sólo deben de ofrecer un excelente producto que se adapte a las exigencias del cliente, sino que tenga el mejor precio posible. Es allí donde esta la productividad, la habilidad de poder optimizar los recursos para obtener a un menor costo un mejor producto que satisfaga las exigencia de los clientes, sin dejar a un lado la calidad y el precio.

Un aumento de la productividad trae consigo grandes beneficios, ya que no sólo reduce costos, sino que aumenta significativamente la participación en el mercado para poder competir con mejor calidad y mejor precio; lo cual es fundamental para poder obtener la mayor utilidad posible.

La productividad, comprende: la utilización de una excelente ingeniería de métodos y contar con el personal capacitado para poder aumentar el nivel de producción por unidad de tiempo y como consecuencia, reducir drásticamente los costos, para poder ofrecer un producto de excelente calidad con respaldo y garantía que ha sido obtenido con menor esfuerzo y menor costo, que proporcione a la empresa un cliente más satisfecho.

Se debe tomar en cuenta que ahora las empresas dedicadas a dar un servicio al cliente deben de tener un control sobre el mismo y sobre los aspectos que lo afectan directamente como lo son la calidad y tiempo de entrega. No se puede correr el riesgo de prestar un mal servicio debido a una mala planificación y al incumplimiento de los estándares de tiempo mínimo requeridos.

Es importante contar con un excelente diagrama de flujo que sea de fácil acceso para el operario, teniendo al alcance todos los recursos necesarios para la elaboración del mismo.

Como en cualquier otra empresa deben de reducirse los tiempos de las operaciones y los tiempos utilizados, así como la distancia que deben recorrer los materiales y equipos utilizados en los procesos.

El principal problema que presenta el taller bajo estudio, es la falta de planificación del lugar de trabajo, así como una pobre secuencia de pasos a seguir de los objetivos y así poder hacer uso óptimo del tiempo disponible de trabajo. Lo anterior contribuye a que no se cumplan con los estándares de tiempo mínimo y no se llegue a terminar el ensamble mínimo diario requerido.

## **SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER DE ENSAMBLE**

El taller inició labores hace 20 años y ahora cuenta con 17 trabajadores. Actualmente, el taller tiene problemas con los tiempos de entrega de los motores, ya que no logran cumplir con los estándares de tiempo de ensamble de los mismos.

El principal problema radica en que cada trabajador no tiene asignadas tareas y atribuciones específicas, No se cuenta con un diagrama de flujo de operaciones, que sirva de guía a seguir, que contenga una secuencia eficaz de pasos para obtener la mayor rapidez al ensamblar los motores.

Además, la maquinaria fue colocada sin antes elaborar un análisis de distribución y un estudio de movimientos; esto da como resultado pérdida de tiempo al tener que recorrer largas distancias y al llevar a cabo operaciones innecesarias.

No se cuenta con una fuente de datos fidedigna con respecto a la productividad, que sirva de base para medir la eficiencia o ineficiencia del taller en general.

Se puede observar que hay demasiado tiempo no productivo, el cual, con un buen balanceo, se puede reducir y aumentar el nivel de la productividad.

Por esta razón el problema a investigar es el siguiente: ¿Cuáles son los factores de cambio que permiten el aumento del nivel de la productividad?

## **2.1 OBJETIVOS**

### **2.1.1 General**

- Aumentar el nivel de productividad del taller de ensambles de maquinaria agrícola e industrial, mediante la optimización de la utilización del material y equipo con un correcta diagramación del flujo de trabajo eficiente.

### **2.1.2 Específicos**

- Medir la productividad actual de la empresa.
- Analizar la distribución actual de la empresa.
- Hacer un rediseño del área de trabajo.
- Diseñar un flujo de trabajo eficiente.
- Balancear las operaciones
- Medir el nivel de productividad, después de implementar las mejoras.

## **2.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

La distribución adecuada y eficiente de la maquinaria de trabajo y un diseño del flujo de trabajo, contribuyen a evitar retrasos y aumentar el nivel de productividad.

## **2.3 VARIABLES**

### **2.3.1 Independientes**

- a) Demanda de overhaul

### **2.3.2 Dependientes**

- a) Distribución de la maquinaria de trabajo, diseño del flujo de trabajo
- b) nivel de productividad.

## **2.4 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES**

### **2.4.1 Demanda de overhaul**

#### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

*La cantidad de requisiciones mensuales que se hagan llegar al taller.*

#### **DEFINICIÓN OPERACIONAL**

*El taller trabaja bajo pedido, siendo los meses de agosto y septiembre los más demandados, esto se debe a que en octubre comienza la zafra, pero se puede tomar como demanda constante, debido a que las variaciones durante el año no son muy marcadas.*

### **2.4.2 Distribución de la maquinaria de trabajo y diseño del flujo de trabajo.**

#### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Aplicación de los conocimientos y técnicas de la distribución de equipo que nos lleve a una correcta planeación de la optimización del espacio coordinada con una planificación de sistema de actividades que vayan dirigidos hacia un eficaz flujo de las mismas, utilizando el menor número de recurso humano disponible.

#### **DEFINICIÓN OPERACIONAL**

Toma continua de tiempos y distancias, para obtener un cálculo para llegar a la optimización del espacio y recursos disponibles en la planta, haciéndolas fluir con el correcto sistema de pasos que lleven a la disminución del tiempo y distancia para el ensamble de los motores. Optimizando lo más importante en toda empresa que es el recurso humano.

### **2.4.3 Nivel de productividad**

#### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Se puede expresar como la producción dividida los insumos utilizados para la fabricación del producto, que nos lleva a tener la mayor eficiencia en tiempo y calidad del servicio con el menor esfuerzo y al menor costo.

#### **DEFINICIÓN OPERACIONAL**

Razón entre la cantidad de motores ensamblados y los recursos que utilizamos para la producción.

$$\text{Nivel de productividad} = \frac{\text{Motores ensamblados} \times \text{mano de obra}}{\text{Insumos empleados}}$$

## **2.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **2.5.1 Alcances**

Se obtuvo el nivel actual de productividad, para luego hacer una prueba piloto, que mejore la distribución de maquinaria y el flujo de trabajo, con el fin de mejorar el nivel de servicio al cliente.

### **2.5.2 Limitaciones**

La resistencia al cambio es un factor que puede ser limitante sino se logra controlar y enfocar positivamente.

## **2.6 APORTES**

A la sociedad, mediante el desarrollo y aplicación de técnicas y conocimientos nuevos y actuales que ayuden al progreso de la industria, al obtener un menor costo.

A la Universidad, para que se pueda contar con una fuente de referencia, a todo aquel que tenga interés sobre el tema, o quiera profundizar sobre el mismo.

A otras empresas, para que les sirva como referencia y los motive a estar en un continuo desarrollo de su empresa, buscando dar un mejor servicio a sus clientes, ofreciéndoles siempre la mejor calidad.

**MARCO III**

**MÉTODO**

**3.1 SUJETOS**

Un taller de ensamble de maquinaria agrícola e industrial, fue el área bajo estudio, junto con el personal operativo del taller y de mantenimiento del taller.

Se tomaron en cuenta a los operarios del taller, encargados del “proceso de montaje y desmontaje”, de motores, que además, constituyen una fuente importante de ideas y sugerencias para la mejora de dichas operaciones.

Los operarios son personas comprendidas entre los 19 y 55 años de edad, con un nivel académico tercero básico, más capacitaciones por parte de la empresa. El personal administrativo está comprendido entre las edades de 25 a 53 años de edad, y cuentan con un nivel de estudios promedio de ciclo diversificado.

La empresa cuenta con total de 16 empleados y están distribuidos en las siguientes áreas o departamentos.

- Área administrativa
- Área de operaciones
- Mecánicos
- Electricistas
- torneros
- Personal de Hidráulica

## **3.2 INSTRUMENTOS**

La observación, la entrevista y el cuestionario fueron las fuentes de información sobre la situación actual de la empresa, los datos obtenidos fueron tabulados y analizados. El análisis se realizó con el propósito de detectar aquellos que podrían experimentar modificaciones o mejoras y que contribuyeran al aumento del nivel de productividad de la empresa, al minimizar el tiempo de ensamble.

### **3.2.1 Observación**

Se realizó una observación informal donde se obtuvieron datos sobre las labores diarias, las maquinarias más utilizadas y la actitud de los mecánicos en un día normal de trabajo.

Se anotaron todos aquellos datos considerados relevantes, así como la manera en que se llevan a cabo las labores diarias; se analizaron los datos, excluyendo aquellos que pudieran distorsionar los resultados.

### 3.2.2 Entrevista

Se realizó una entrevista informal en la cual se buscó crear un ambiente de confianza para que el empleado expusiera con libertad sus ideas y comentarios.

Pasos para la elaboración de la entrevista:

- **Preparación:** Se planeó entrevistar al encargado de recepción de operaciones, al gerente del taller, a dos mecánicos y un electricista.
- **Primer Contacto:** Luego de la presentación con el entrevistado, se le dio a conocer el objetivo de la entrevista que es la que pretende recopilación de datos para el análisis del nivel de productividad, obtener beneficios para los trabajadores y para la empresa.
- **Formulación de las preguntas:** Se realizó una entrevista no estructurada, y para ello se elaboró el modelo de entrevista que se muestra en el anexo I.
- **Registro de Preguntas:** Para evitar perder información importante se utilizó una grabadora.
- **Fin de la entrevista:** Cada entrevista duró 15 minutos aproximadamente.

A continuación se presenta las preguntas obtenidas en la entrevista, y se colocó entre paréntesis el objetivo que se pretenden alcanzar con cada una de ellas

#### Guía de la Entrevista

1. ¿Qué cree usted que es productividad? (la idea que el entrevistado tiene sobre este término)
2. ¿Qué considera usted que afecta a la productividad? (cómo miden la productividad)

3. En una palabra, ¿cómo cree usted que está actualmente el nivel de la productividad en el taller? (conocer cómo cree el entrevistado que está actualmente el nivel de la productividad)
4. ¿Cree usted que la productividad del taller es importante? (saber si consideran ellos importante este estudio)
5. ¿De qué forma miden en la empresa la productividad? (conocer la situación actual de la empresa)
6. ¿Se considera usted una pieza importante para obtener un alto nivel de productividad? (saber si la persona sabe que ella afecta directamente la productividad)
7. ¿Qué mejoraría usted para elevar el nivel de productividad? (conocer la opinión del entrevistado)
8. ¿Qué cambios haría usted para aumentar el nivel de la productividad? (obtener algún dato importante)
9. ¿Cree usted que algún cambio haría su trabajo más fácil? (saber si la persona esta consciente de los problemas)
10. ¿Estaría usted dispuesto a participar en un programa de mejoramiento de la productividad? (saber si contamos con el apoyo del personal)
11. ¿Le gusta su trabajo? (saber si la persona está interesada en un proceso de mejoras en el trabajo)

### **3.2.3 Cuestionario**

Se analizaron las actitudes de los empleados del taller de ensamble por medio de un cuestionario. Se hizo un cuestionario para el personal de área de ensamble (mecánicos), mediante el cual, a base de preguntas abiertas, se pretendía recabar información sobre el puesto de trabajo de los empleados, y para verificar si existe comunicación con los superiores. Lo anterior sirva para analizar si hay problemas que ya fueron detectados por los mecánicos y que no han sido analizados o tomados en cuenta por los superiores, así

como para saber qué tareas consideraban ellos que se podrían hacer distintas y si cuentan con las herramientas necesarias.

A continuación se presentan 11 preguntas realizadas a los mecánicos (el modelo puede consultarse en el anexo II).

1. ¿Cuál es el nombre de su puesto de trabajo? (identificar a qué puesto pertenece)
2. ¿Cuál es su trabajo dentro del taller? (conocer la función de su puesto)
3. ¿Cómo cree usted que se mejoraría su puesto de trabajo? (saber que idea tiene para mejorar)
4. ¿Le gusta su trabajo? (saber si la persona afecta directamente a la productividad por su antipatía)
5. ¿Cree usted que es importante su puesto? (saber si la persona se considera aceptado por su empresa)
6. ¿Se le dificulta a usted ejercer alguna tarea de su puesto? (saber si cree que hay una mejor forma de realizar su tarea)
7. ¿Qué haría usted para mejorar? (confirmar pregunta 3)
8. ¿Cree usted que hay una buena comunicación empleado - patrono? (saber algunas ideas se han perdido por falta de comunicación)
9. ¿La herramienta que usted utiliza, es la correcta? (analizar si hay alguna herramienta que él cree conveniente cambiar)
10. ¿Estaría dispuesto a participar en un programa que introduzca mejoras al taller? (saber si se cuenta con la participación del personal)
11. ¿Qué sugerencia haría usted a la Gerencia? (involucrar al empleado de una forma directa)

### 3.3 PROCEDIMIENTO

A lo largo del trabajo de investigación se realizó una serie de actividades:

- Observación de la situación actual del taller.
- Recolección de los datos más significativos que nos ayudaron a conocer la situación actual de la planta.
- Obtención de información por medio de entrevistas y de cuestionarios.
- Elaboración de un diagrama de flujo que muestra la secuencia de actividades.
- Elaboración de diagramas de distribución de maquinaria.
- Análisis de todos los datos.
- Determinación del nivel actual de productividad del taller.
- Identificación de los problemas.
- Identificación de las fuerzas y debilidades de la empresa.
- Diseño del flujo de trabajo mejorado.
- Elaboración del diagrama de distribución de la maquinaria mejorado.
- Introducción de cambios.
- Medición del nuevo nivel de productividad.
- Presentación de los resultados obtenidos.
- Conclusiones y recomendaciones. (Ver Anexos)

### 3.4 DISEÑO

Se llevó a cabo una investigación en la cual se observaron las características de la situación actual de la empresa, para poder luego analizar el sistema de ensamble de los motores. La observación fue de tipo libre y se tomaron en cuenta todos los aspectos en el área de montaje, soldadura, tornos y eléctrica; así como el ambiente y las condiciones de trabajo.

Se realizaron entrevistas al personal de operaciones, para recolectar información de primera mano.

La entrevista fue de carácter no estructurado para crear un ambiente de confianza evitando así respuestas forzadas o no certeras.

El cuestionario, que se elaboró, contiene preguntas cerradas y abiertas que buscan conocer la situación actual del área de operaciones, saber si existe un ambiente de trabajo adecuado y comunicación.

Se analizará profundamente el sistema de ensamble con el fin de elaborar un diagrama de flujo del proceso.

Todos los datos obtenidos fueron tabulados, analizados y confrontados con el fin de poder encontrar los puntos críticos.

- *Manipulación de la variable independiente.*

Se implementaron los cambios que se creyeron convenientes y factibles, en función del espacio y del sistema de operaciones (tanto por capacidad de las instalaciones como por la capacidad económica).

- *Obtención de resultados luego de la manipulación de la variable.*

Con los nuevos tiempos obtenidos se procedió a calcular el nivel de productividad alcanzado. Si dicho nivel aumentaba, los cambios se justificaban dentro del proceso.

## MARCO IV RESULTADOS

## **4.1 RESUMEN ORGANIZADO DE DATOS**

### **4.1.1 Datos Generales del Área de Operación**

Las 16 personas con las que cuenta el taller de maquinaria ocupan los siguientes(Ver Anexo V para organigrama):

Personal Técnico:

- 1 Tornero
- 1 Electricista
- 1 Técnico en Inyecciones
- 1 Soldador
- 1 Jefe de Mecánicos
- 4 Mecánicos Calificados
- 4 Auxiliares de mecánicos.

Personal Administrativo:

- 1 Secretaria-recepcionista
- 1 Receptor de vehículos
- 1 Gerente de taller

A pesar de que en el taller se trabajaba maquinaria, tanto agrícola como industrial, los motores que utilizan ambas categorías son los mismos; lo único que varía es la potencia entre los distintos modelos. Debido a que, el costo de transportar este tipo de maquinaria hasta el taller es muy elevado, el proceso de reparación se realiza en el lugar donde se encuentra el equipo. Esta investigación se limitó a mejorar la productividad del proceso de Overhaul, ya que es el servicio más demandado en el taller y representa el 70% de las actividades.

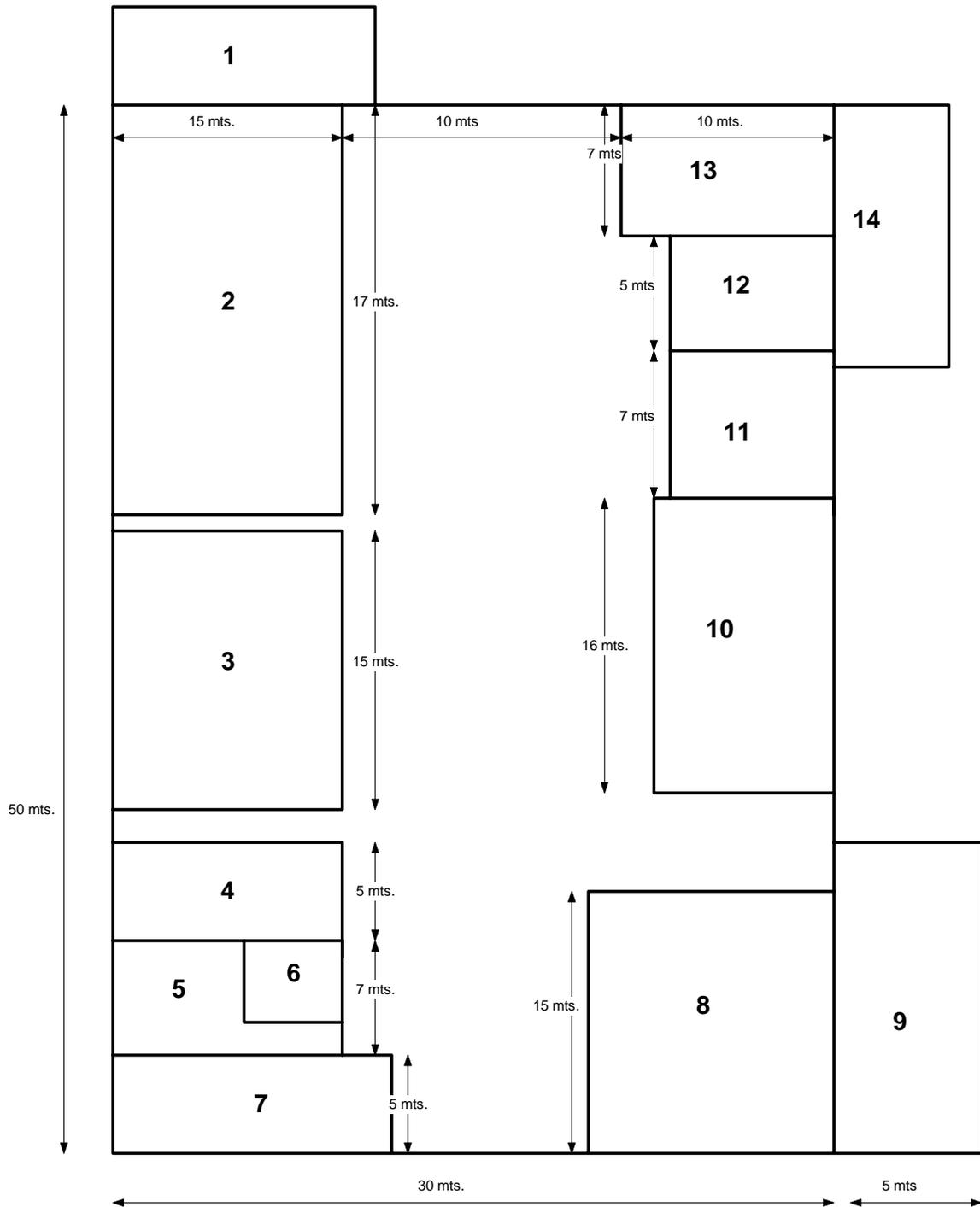
Para esta operación se cuenta en la actualidad, con un mecánico especializado y un mecánico auxiliar, ellos tienen un horario de trabajo de las 8 de la mañana a las 5 de la tarde, disponiendo de una hora de almuerzo. Durante la jornada laboral cuentan con 30 minutos para refaccionar, 15 en la mañana y 15 en la tarde. De acuerdo a lo anterior, cada operario tiene un total de 450 minutos al día para realizar sus labores. Se tomará este tiempo como efectivo, debido a que se alteraran los tiempos en cada operación en un 20% debido a los retrasos evitables que ocurran durante las operaciones.

Todo operario debe utilizar botas con punta de acero, overol, para poder estar bien identificados y guantes (si la tarea lo requiere).

Todo mecánico y auxiliar de mecánico posee sus propias herramientas, y las herramientas especializadas se recogen en la bodega.

La grúa, con la cual se mueve la maquinaria y los motores, es manejada por el mecánico.

### 4.1.2 Plano de Distribución Actual del Taller



## **Nomenclatura del plano de distribución**

1. Área de lavado a presión
2. Parqueo de maquinaria lista par entregar.
3. Montaje / Desmontaje de motores, transmisión y mecanismo hidráulico.
4. Área de sistema eléctrico
5. Jefe de taller
6. Microfichas
7. Reparación de sistemas hidráulicos
8. Chequeo de maquinaria pequeña
9. Área administrativa
10. Parque de maquinaria que ingresa al taller.
11. Maquinaria especializada
12. Área de torno
13. Área de motores
14. Recepción de maquinaria

### 4.1.3 Diagramas de operaciones – Método Actual

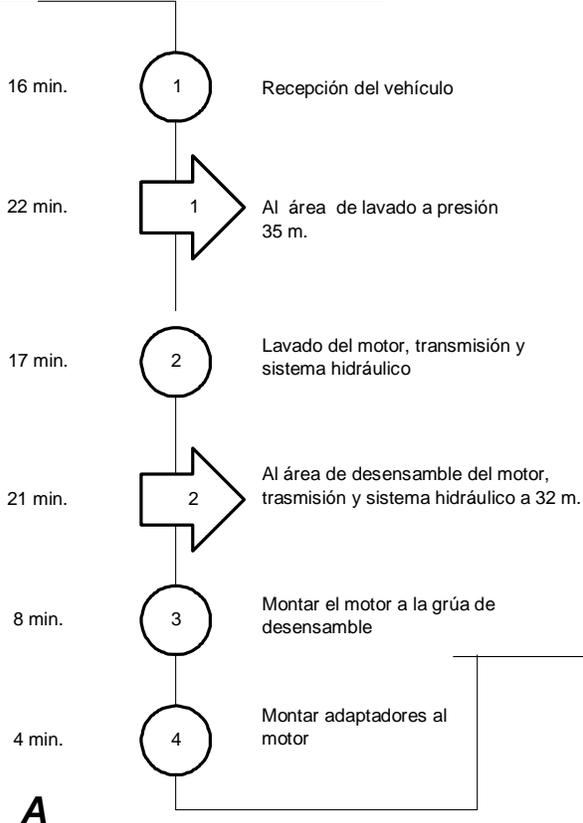
Luego de varias visitas realizadas al Taller de maquinaria, se obtuvo información para elaborar el Diagramas de Operaciones para un Overhaul.

Nota: todos los tiempos tienen un 15% de tolerancia.

#### Diagrama de operaciones para el OVERHAUL Desmontaje y Montaje de un motor Método Actual

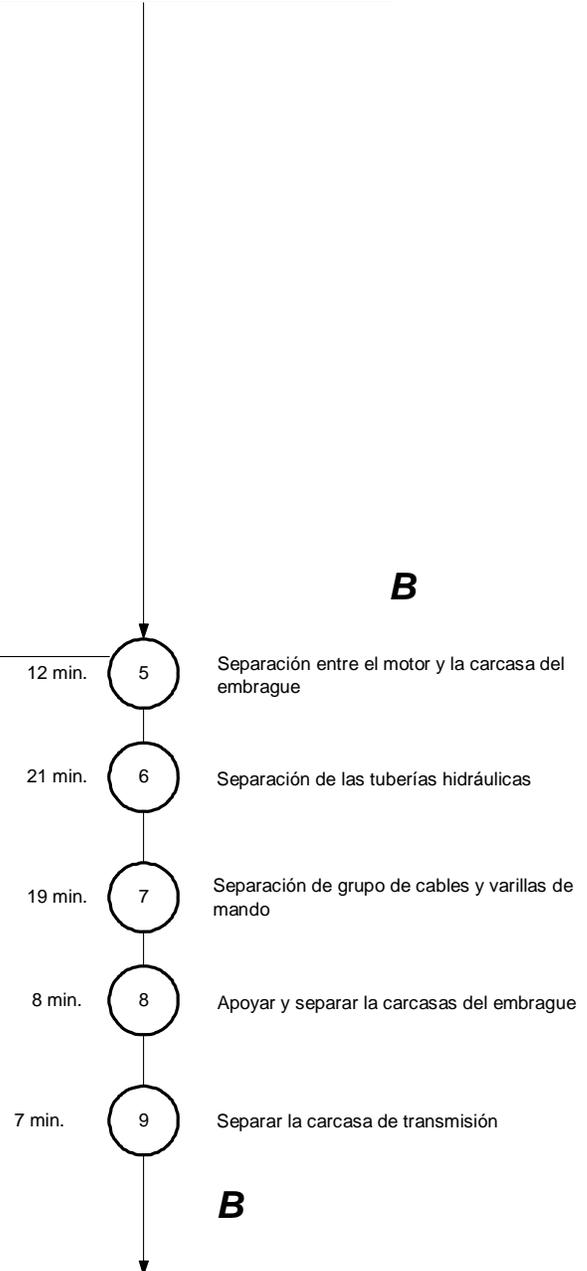
##### A. Preparación para desmontaje

**A**



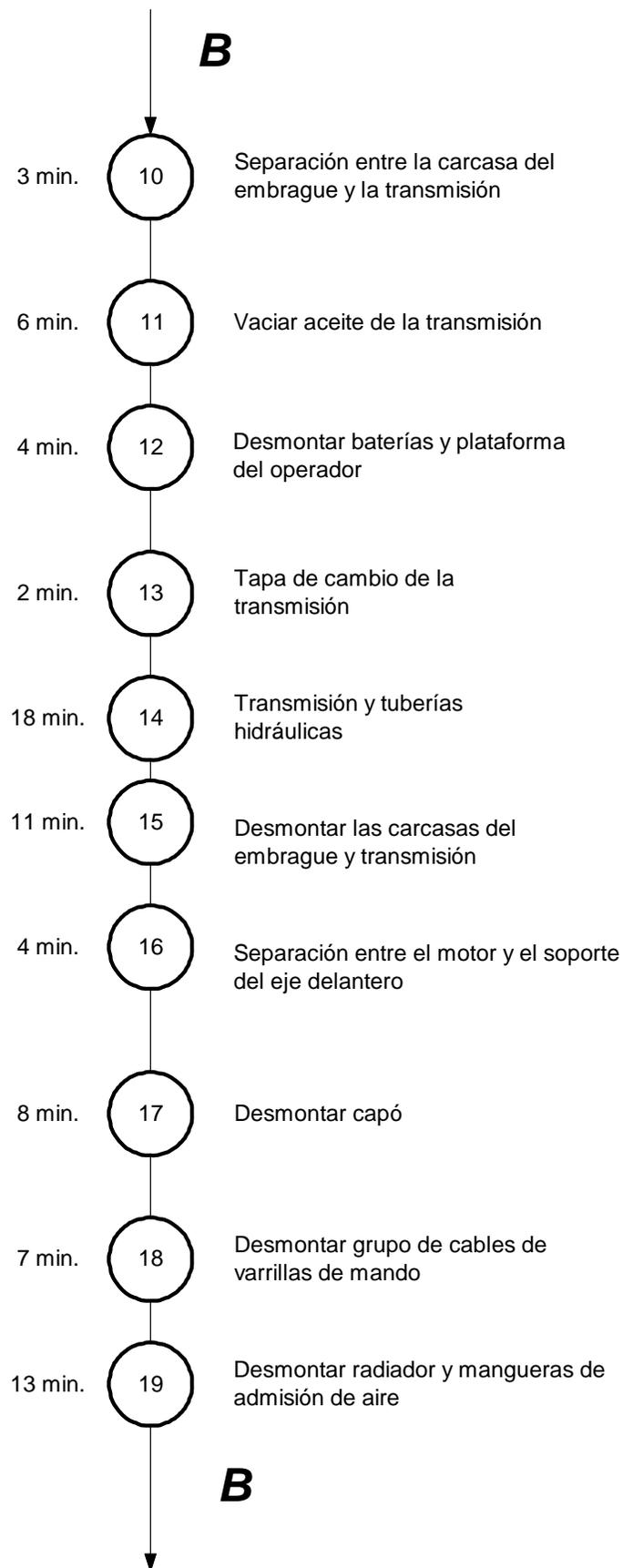
**A**

##### B. Desmontaje de partes principales

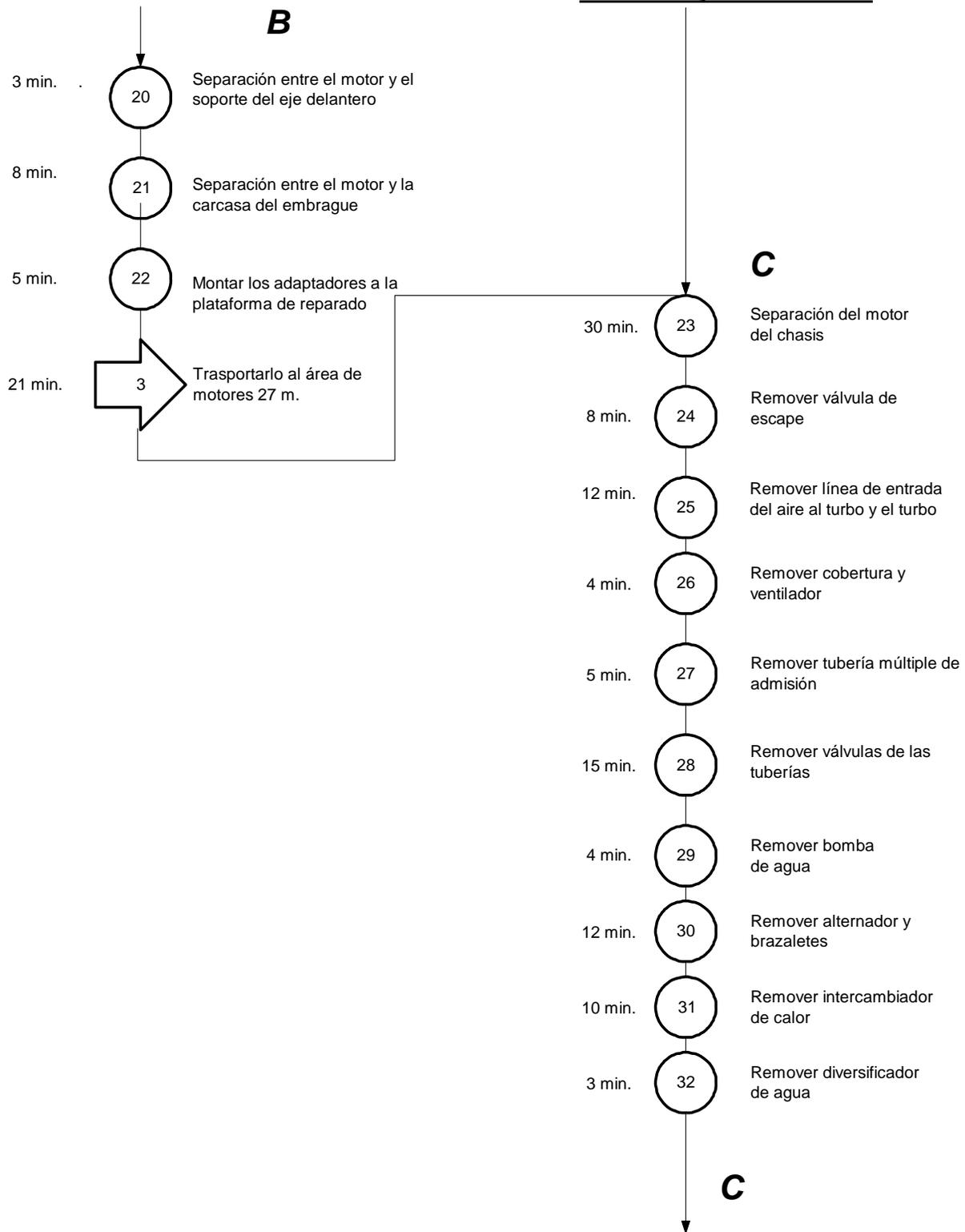


**B**

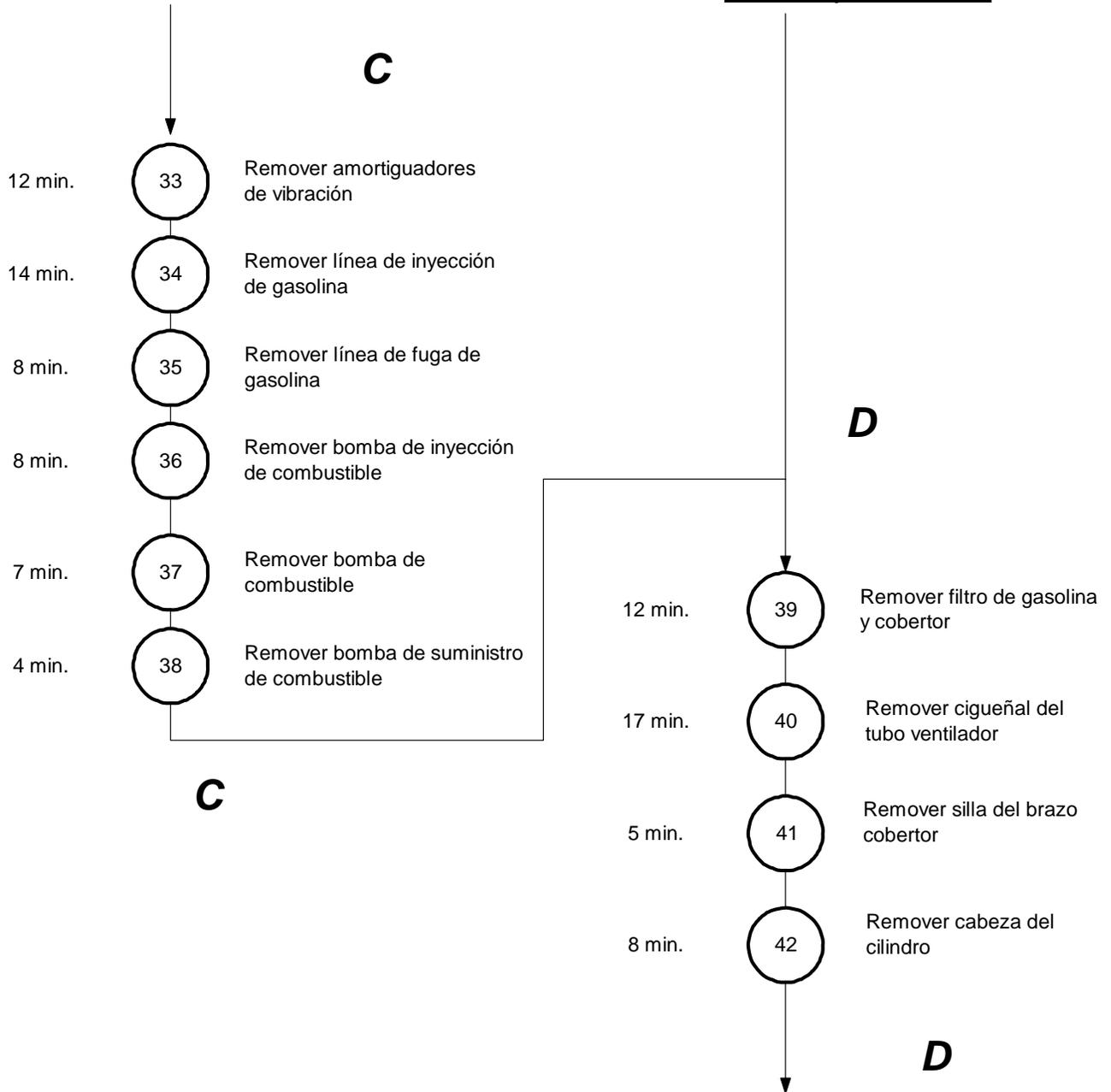
**B**



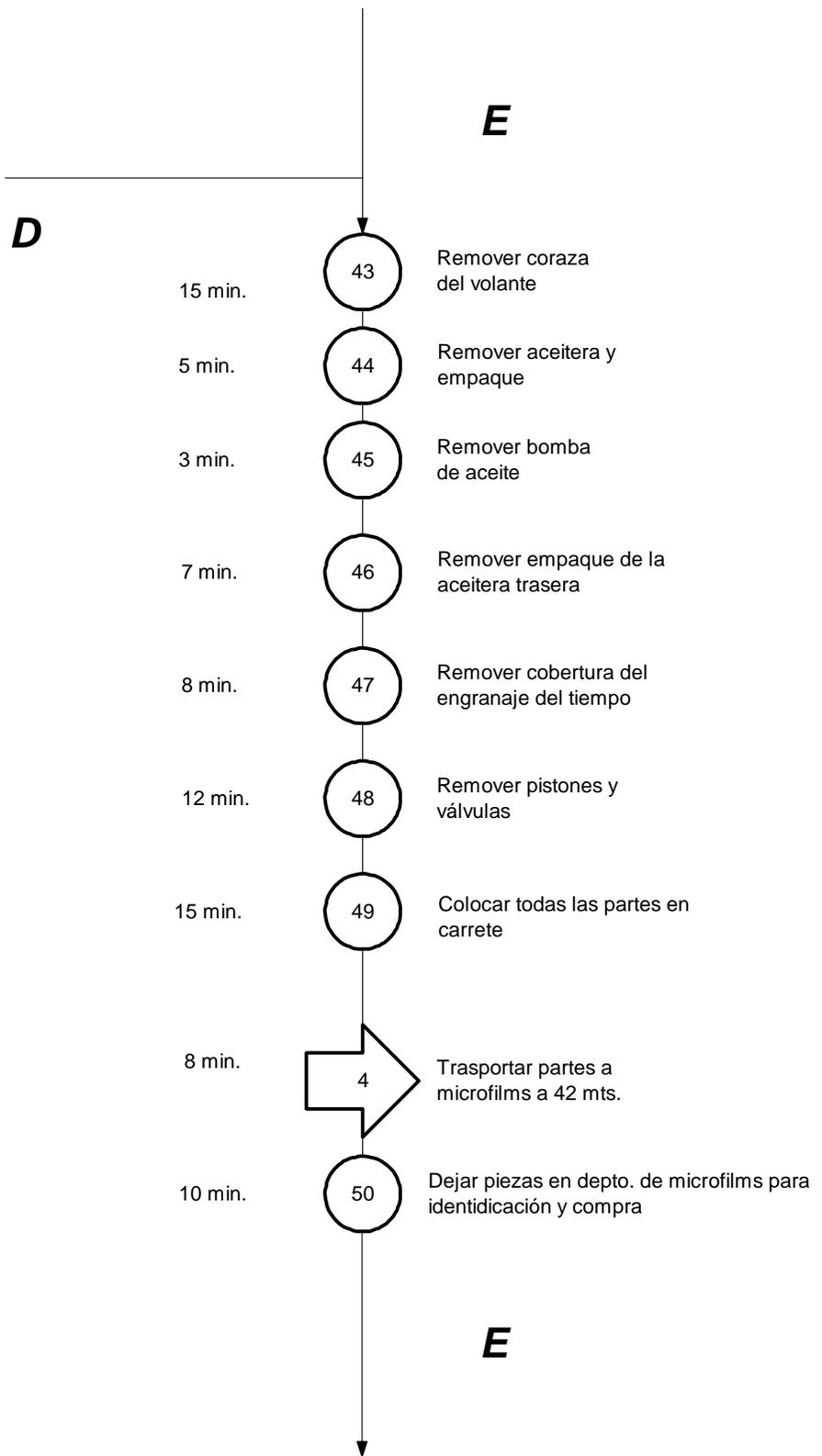
### C. Desmontaje del Sistema de lubricación y de combustible



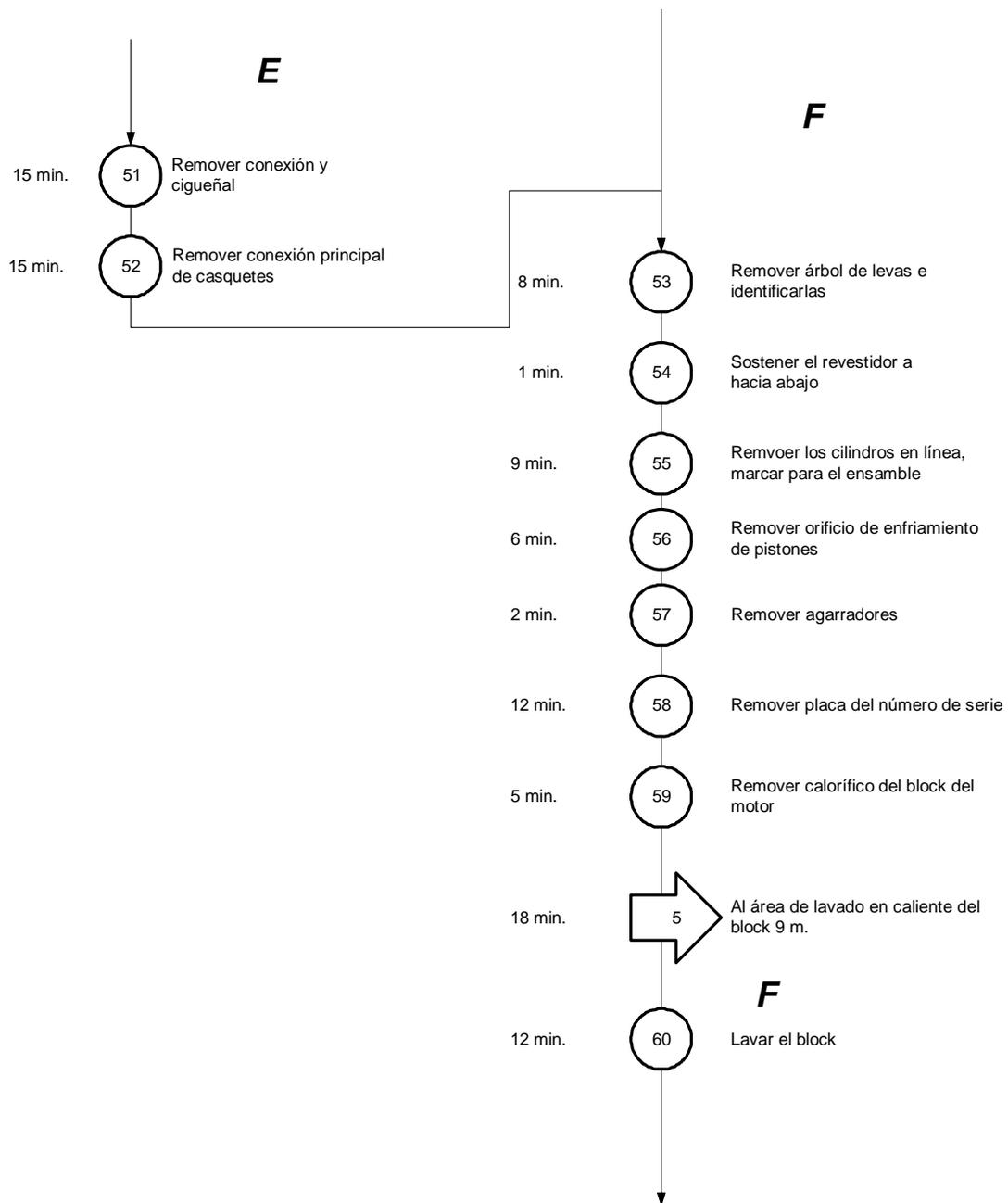
**D. Desmontaje de Cilindros**



**E. Desmontaje de pistones**



**F. Desmontaje de válvulas**

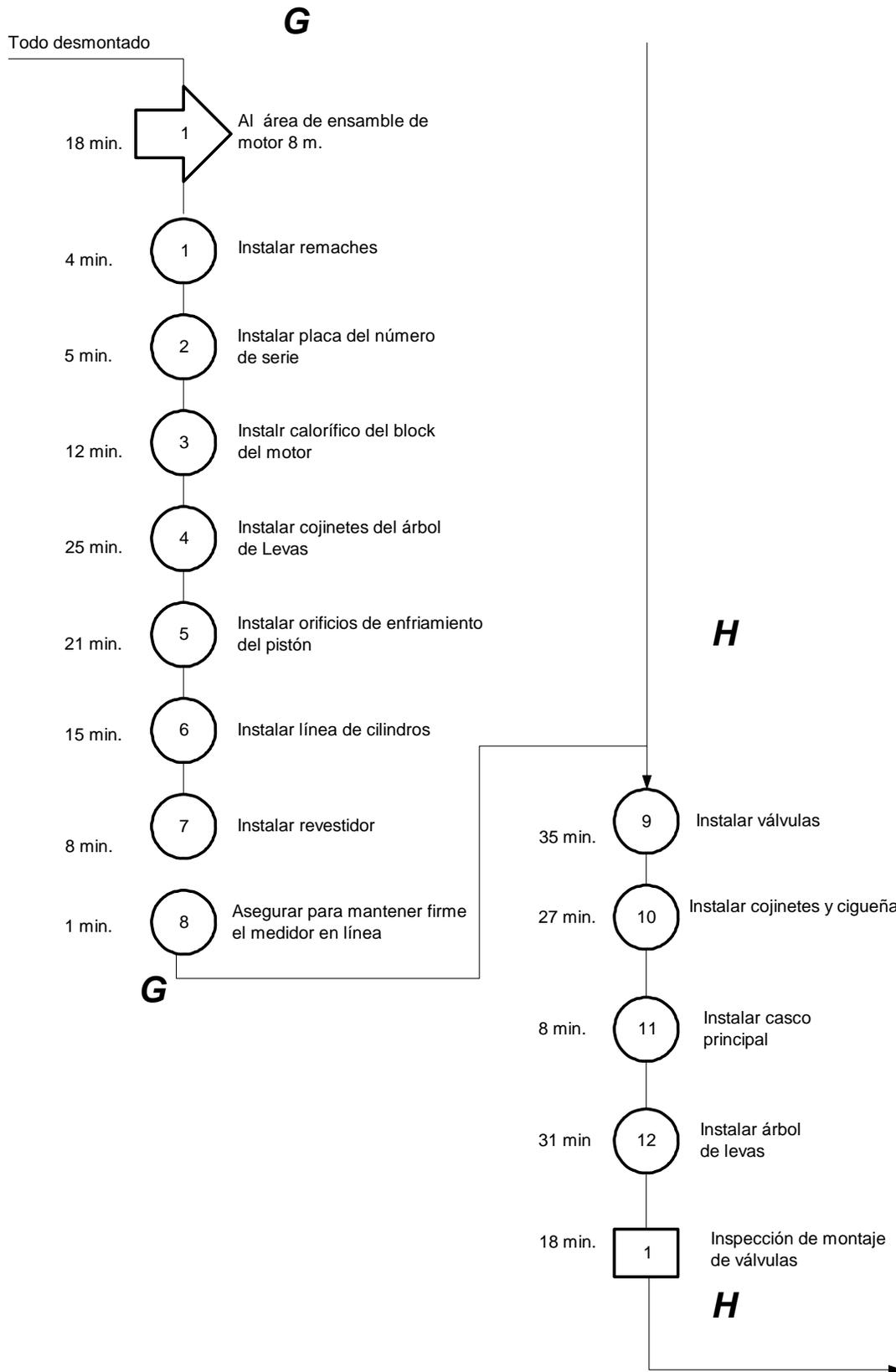


Resumen:

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	60	286 min.	
Inspecciones	0	0 min.	
Demoras	0	0 min.	
Trasportes	5	128 min.	155 m

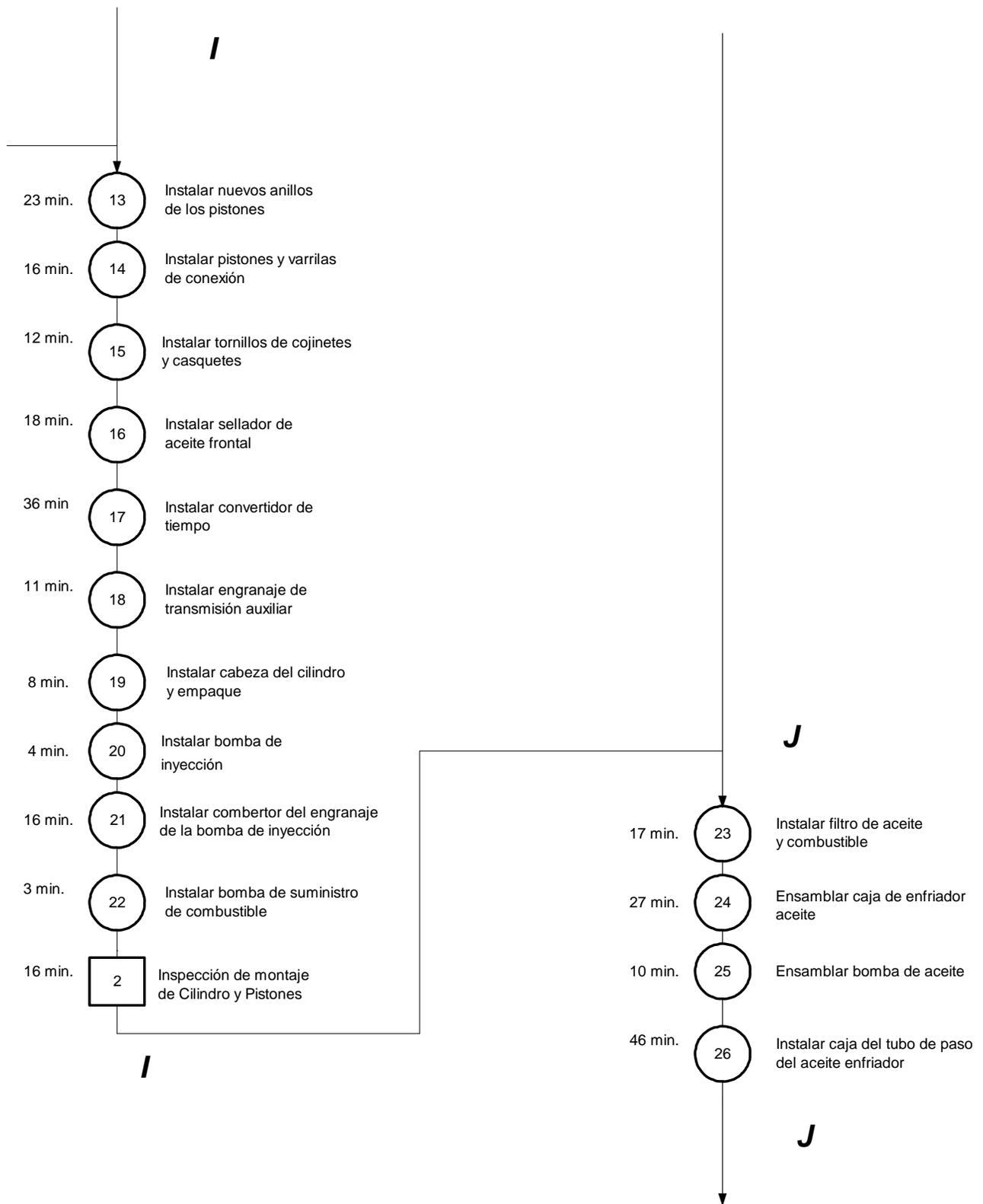
**G Preparación para montaje**

**H. Montaje de válvulas.**

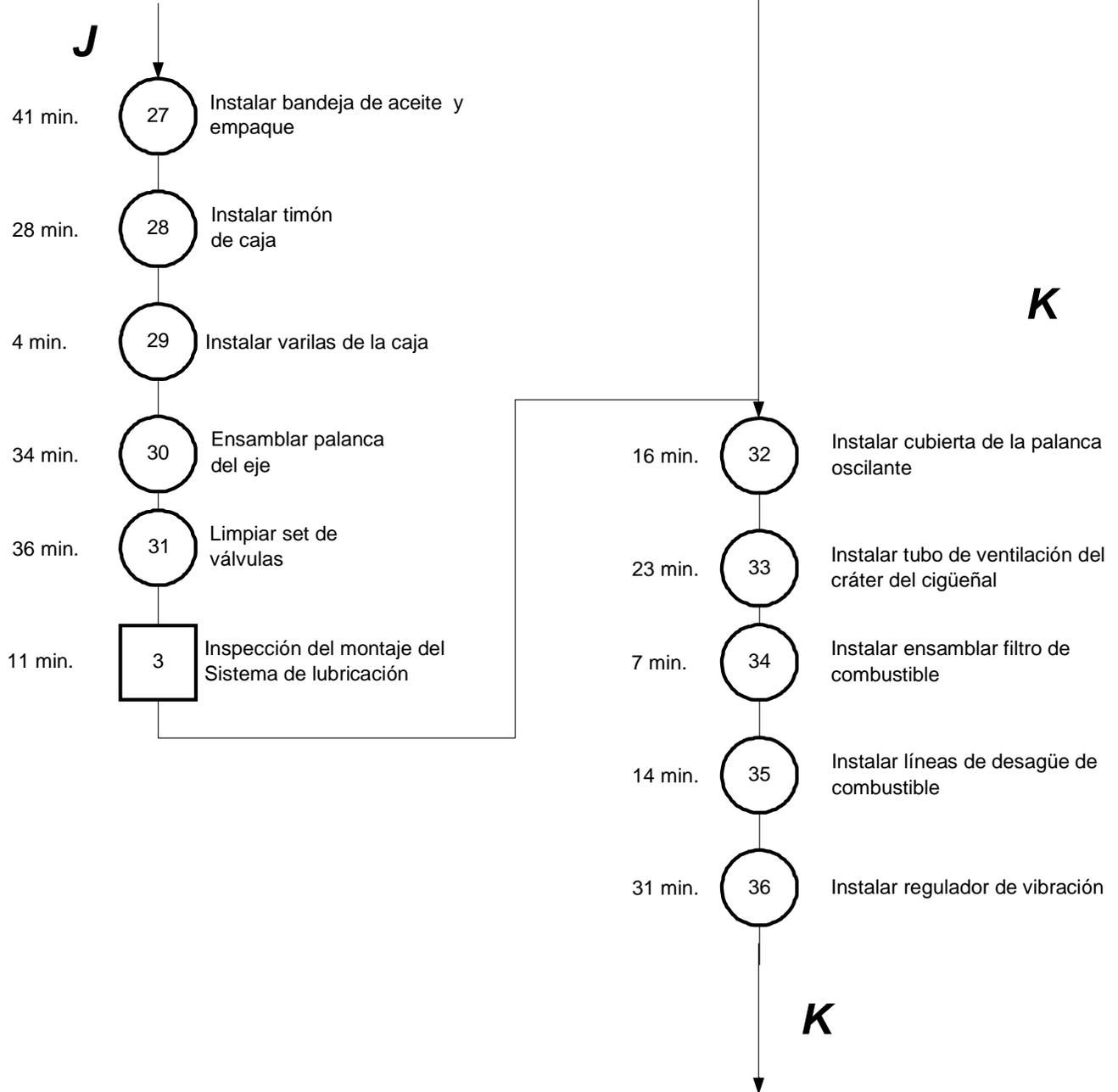


**I. Montaje de Cilindro y Pistones**

**J Montaje de Sistema de lubricación**

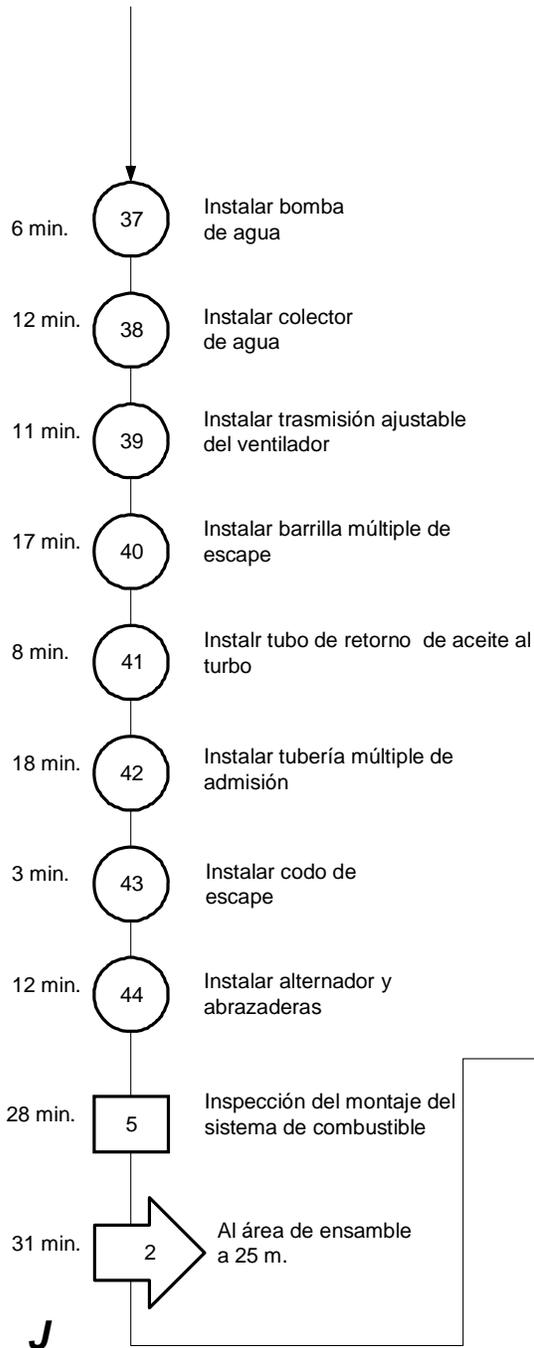


## K. Montaje de Sistema de combustible

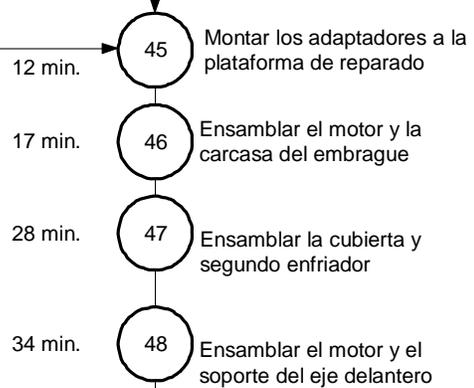


## L. Montaje de partes principales

**K**

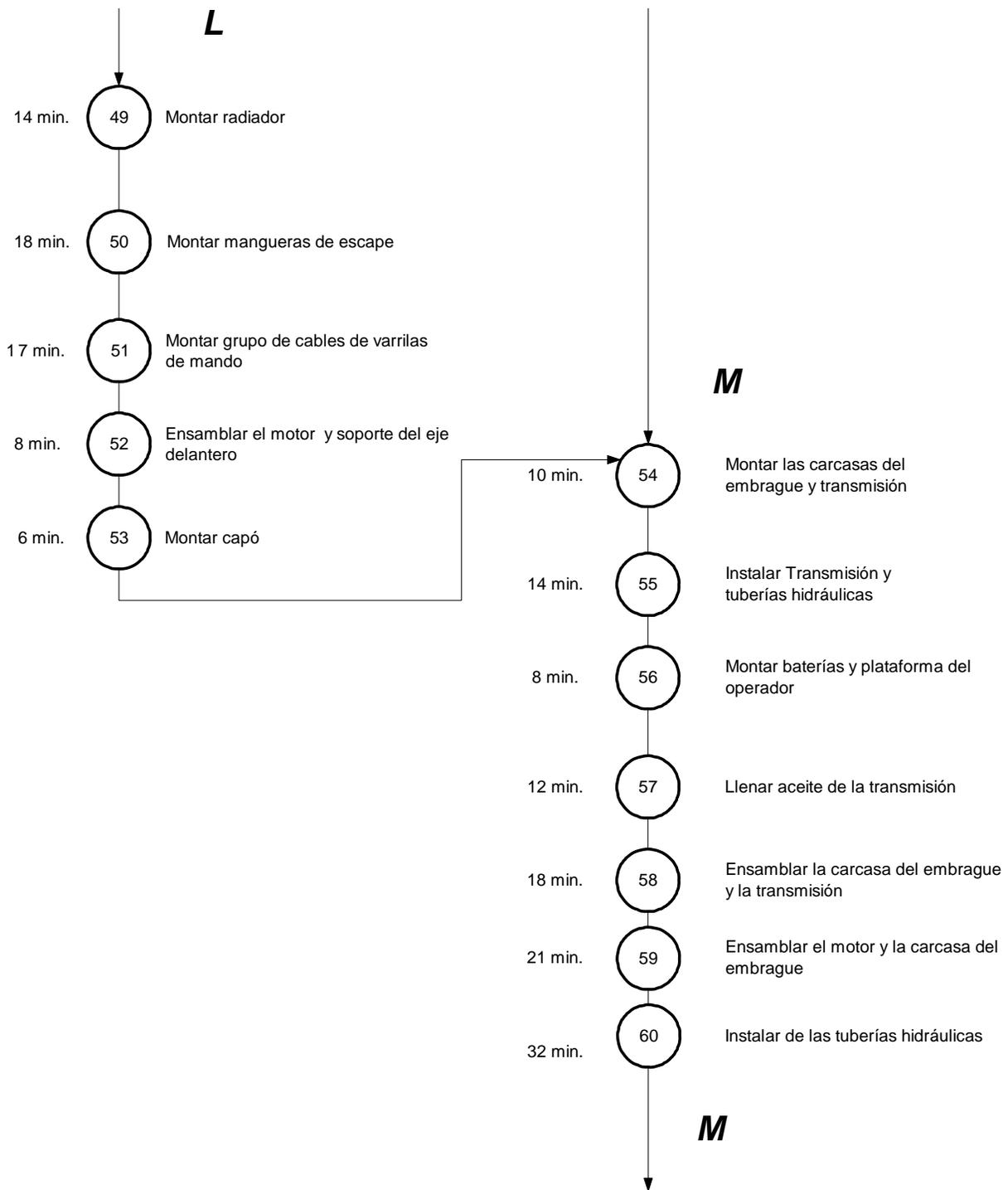


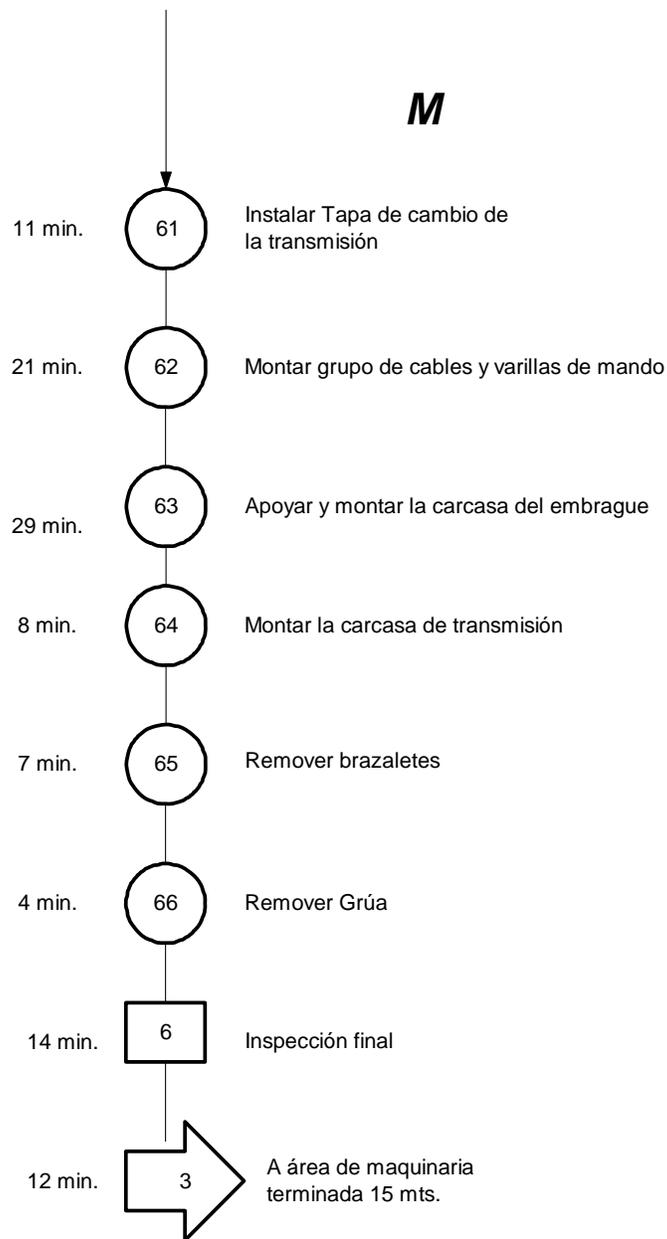
**L**



**L**

## M. Integración de la maquinaria





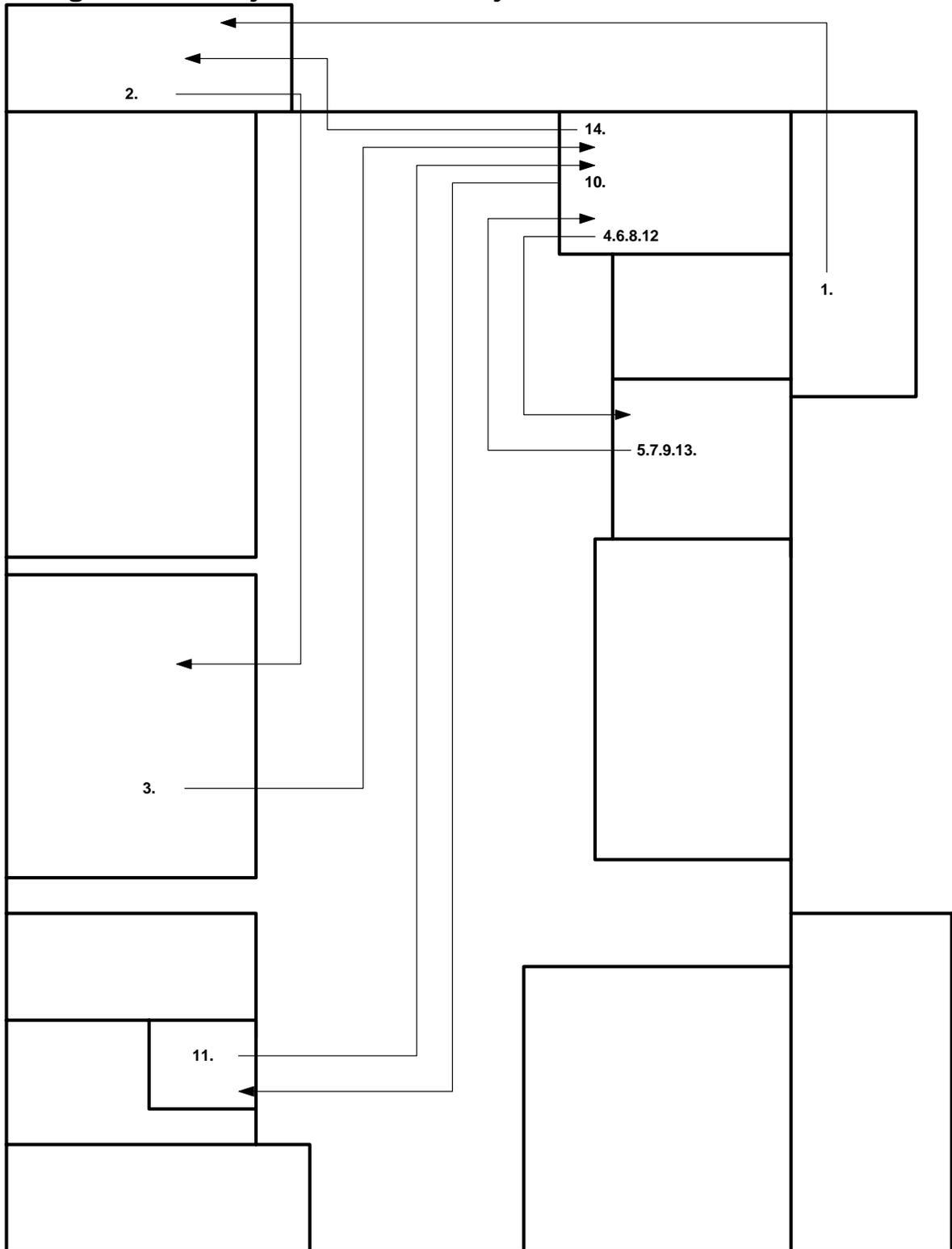
**M**

Resumen:

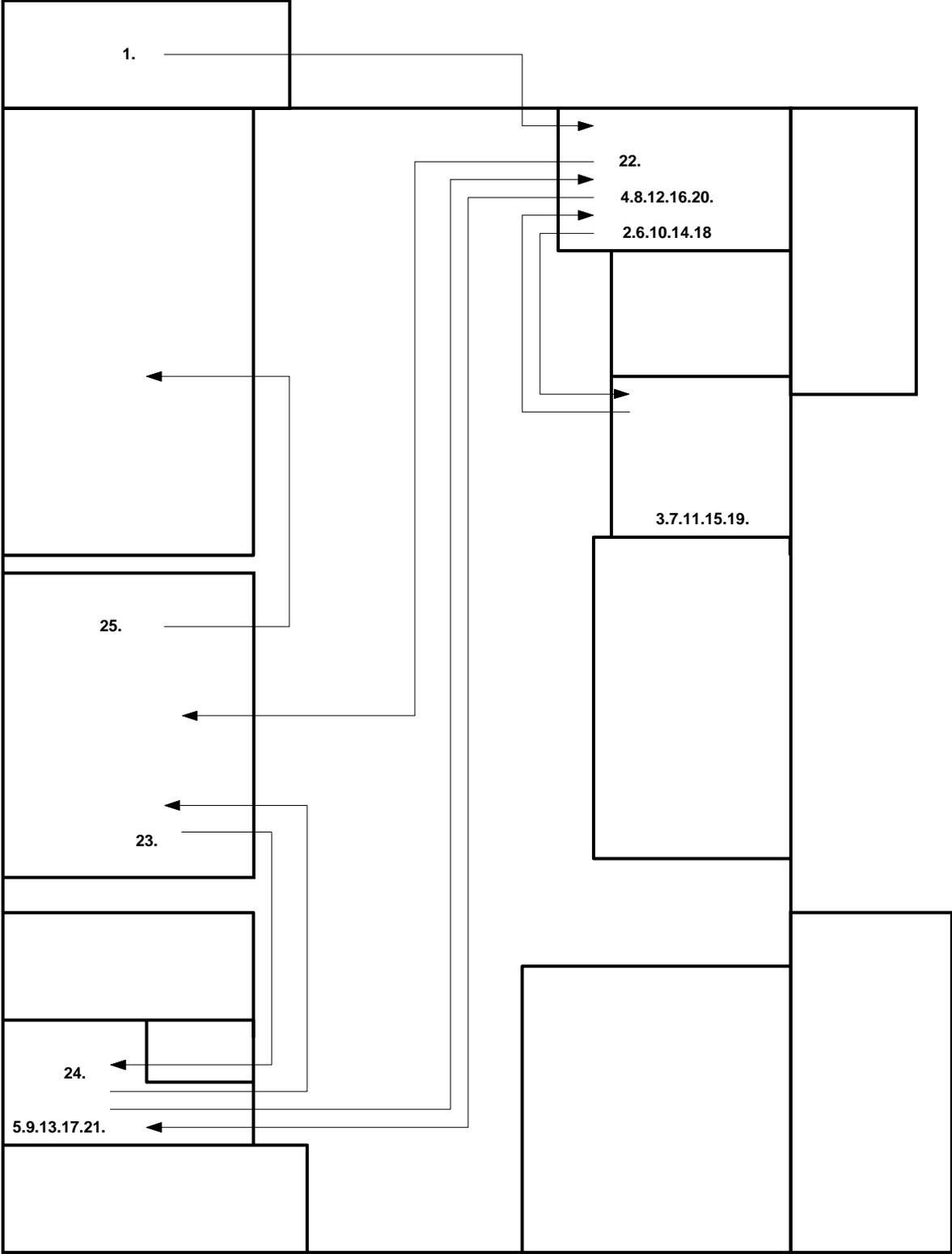
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	66	567 min.	
Inspecciones	6	110 min.	
Demoras	0	0 min.	
Trasportes	3	61 min.	48 m

#### 4.1.4 Diagrama de Viajes – Método Actual

##### 4.1.4.2 Diagrama de viajes del desmontaje de motores



4.1.4.2 Diagrama de viajes del montaje de motores



#### 4.1.5 Tabla de gastos promedio mensuales- Método Actual

A continuación se presenta las tablas que contiene los datos de las gastos promedio mensuales requeridos para el funcionamiento del taller.

(Nota: Todos los datos han sido afectados por un factor para mantener confidencialidad.)

Insumos:

Humanos		
Sueldos y prestaciones		Q9,690.00
Mantenimiento		Q350.00
Capital de Trabajo		
Grasa		Q900.00
Diesel		Q250.00
Aceite		Q700.00
Abrasivos		Q1,200.00
Disolventes		Q280.00
Jabón Especial		Q350.00
Agua		Q75.00
Energía		
Luz		Q3,100.00
Teléfono		Q250.00
Diesel		Q900.00
Gas		Q300.00
Otros Gastos		
Artículos de Oficina		Q120.00
Fumigación		Q160.00
Extracción de Basura		Q75.00
Gastos Indirectos		Q4,800
Total Insumos		Q 23,500

#### 4.1.6 Tabla de ingresos mensuales - Método Actual

Mano de obra	Tiempo de	Montajes	Ingresos
Por motor	ciclo	Mensuales	Al mes
Q3,200	1,152 min.	8	Q25,600

Ingresos	Q25,600
Insumos	Q23,500

Rentabilidad Actual	<b>1.09</b>
---------------------	-------------

#### 4.1.7 Productividad Actual

Un mes equivale a 24 días de trabajo y la jornada diaria tiene 450 minutos disponibles.

$$\text{Tiempo} \cdot \text{teórico} \cdot \text{mensual} = 450 \cdot \text{minutos} \times 24 \cdot \text{días} = 10,800 \text{ minutos} \cdot \text{mensuales}$$

Son 137 minutos no utilizados por motor, se ensamblan 12 motores manuales, por lo cual se pierden 1,644 minutos mensuales

$$\text{Eficiencia} \cdot \text{del} \cdot \text{taller} = \frac{1,644 \cdot \text{minutos} \cdot \text{mensuales}}{10,800 \cdot \text{minutos} \cdot \text{mensuales}} = 0.85$$

$$\text{productividad} \cdot \text{Actual} = 0.85 \times 1.09 \times 1$$

$$\text{productividad} \cdot \text{Actual} = 0.93$$

#### 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se estudió el proceso actual de cada fase del montaje y desmontaje de los motores y se tomaron en cuenta las opiniones y sugerencias de todo el personal entrevistado (ver anexos IV y V) al analizar la situación actual del taller.

Lo primero que se detectó es que, el 70% de las requisiciones, es de overhaul, por ello se consideró organizar y distribuir la planta en base a este proceso.

Cabe mencionar que el taller trabaja bajo pedido, siendo los meses de agosto y septiembre los más demandados, esto se debe a que en octubre comienza la zafra, pero se puede tomar como demanda constante, debido a que las variaciones durante el año no son muy marcadas.

El taller trabaja bajo pedido, no se puede trabajar en serie por la poca demanda y por ser proceso consecuente, debido a esto la entrega de los mismos puede variar, el tiempo promedio actual de entrega es de 7 días hábiles.

Además, se observó que, debido a una mala distribución de planta, se incurría en viajes cruzados e innecesarios y se recorrían distancias largas durante el proceso.

La oficina del jefe de taller, que debe de hacer las inspecciones al final de cada proceso en el montaje del motor, quedaba demasiado retirada del lugar de las operaciones, por ello se analizó el traslado de la misma a un área cercana al proceso para disminuir tiempos y distancias, siendo su principal función la de supervisar el trabajo realizado, debería estar en el lugar donde se ejecutan los trabajos y no 30 metros alejado de ellas.

Luego, se constató que, la bodega de herramientas especializadas, también se encuentra retirada del área de trabajo, lo cual contribuye al aumento de los tiempos utilizados en cada operación. Aunque en un principio se pensó en la posibilidad de comprar un juego de herramientas especializadas para cada mecánico, la opción fue descartada debido al alto costo de las mismas y a que realmente el problema no se soluciona al adquirir más herramientas. Lo que se pretende es optimizar el uso de los recursos con los que cuenta el taller.

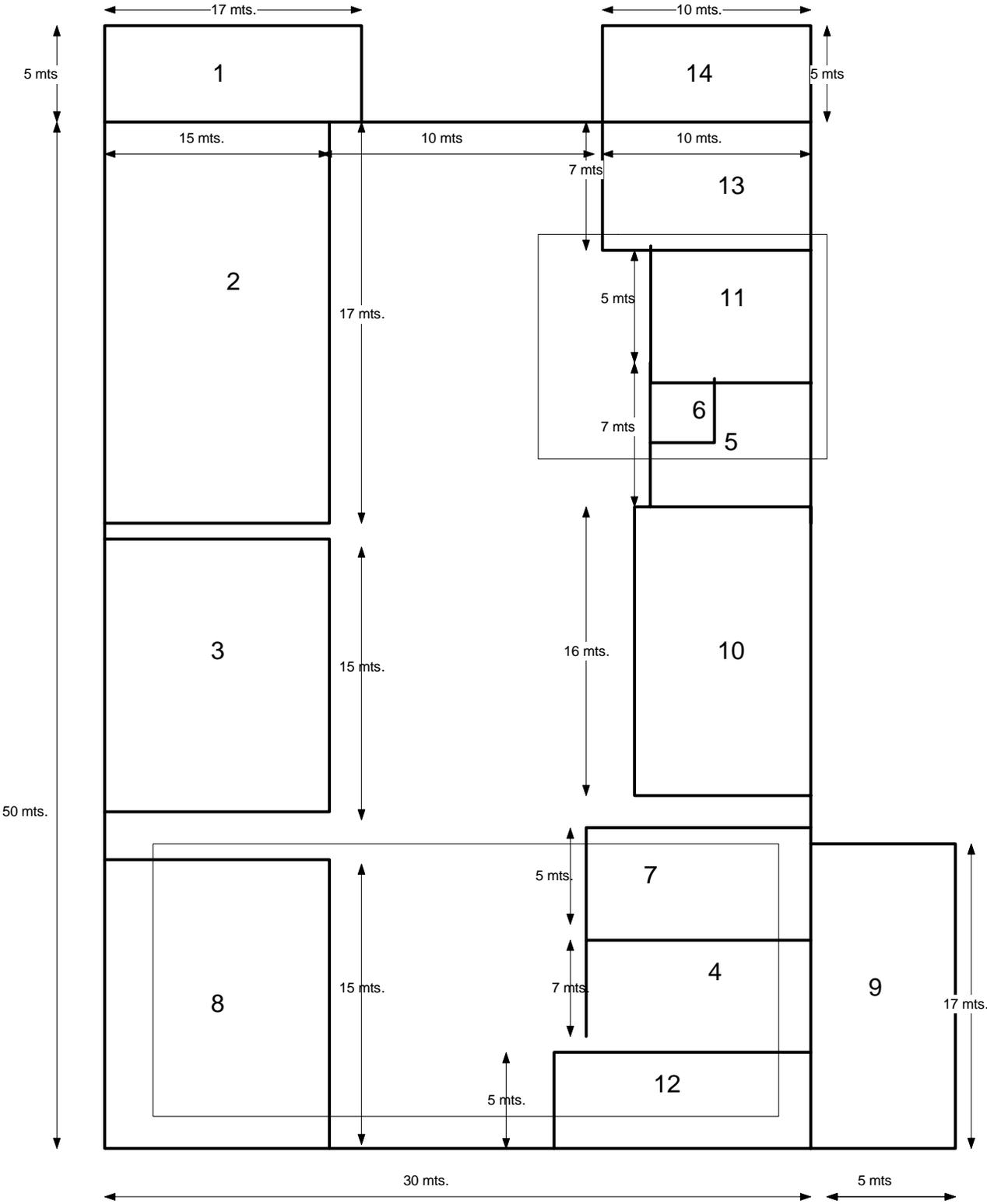
Se analizó que las distancias a recorrer, aun con los cambios que a continuación se presentan, son demasiado largas, la razón fundamental era que las dimensiones del taller eran grandes, esto se debe a que hay maquinaria de gran tamaño que solicita los servicios y debe de haber él suficiente espacio para albergarlas. Además como la demanda mensual es de 10 motores debe de haber capacidad como mínimo suficiente para poder albergar a las mismas.

También se observó que, el tiempo muerto o no efectivo del mecánico y del auxiliar, es bastante alto comparado con el tiempo total disponible diario, por tal motivo, se consideró hacer un balanceo de línea y analizar cuántos operarios son realmente necesarios. Sin embargo, dichas mejoras eran adecuadas para poder prestar servicio a un máximo de 8 motores con los dos operarios, lo cual era insuficiente para la demanda actual de 10 motores. Se analizó la situación y el resultado de lo anterior fue que, el número óptimo de personal requerido es de 3 y no 2 operarios como hay actualmente para satisfacer la demanda. Ya que la demanda real es de más de 10 motores mensuales, se procedió a balancear nuevamente, tomando en cuenta este dato. Es así como se llega a la conclusión de que se necesita un auxiliar de mecánico más para que, junto a los otros 2 operarios, completen sus labores diarias y hagan un mejor uso del tiempo y logren ser más productivos en la

jornada. Se comprobó además, que el costo del personal adicional se compensa y sobrepasa por el beneficio que se obtiene al introducir los cambios y mejoras al proceso y distribución de la planta.

Con la redistribución de la maquinaria en la planta, se logró reducir las distancias a recorrer entre áreas de trabajo; se simplificó el flujo de trabajo y se redujo enormemente el tiempo muerto en la mayoría de las operaciones. Los cambios aplicados al taller se muestran en los Diagramas de Operaciones del Método Mejorado que se encuentran a continuación.

### 4.2.1 Plano de Distribución - Mejorado del Taller



## **Nomenclatura del plano de distribución**

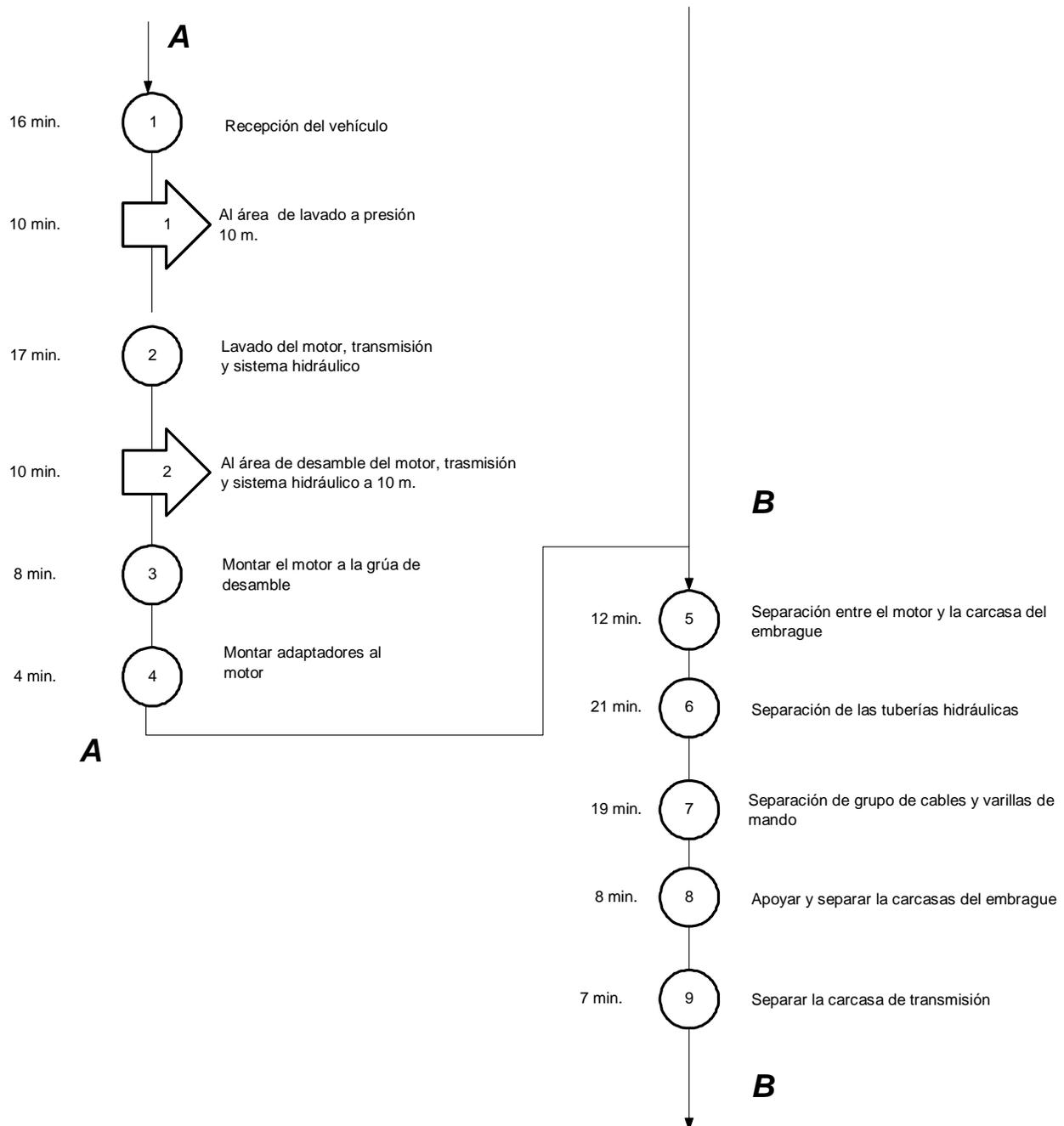
1. Área de lavado a presión
2. Parqueo de maquinaria lista para entregar.
3. Montaje / Desmontaje de motores, transmisión y mecanismo hidráulico a la maquinaria
4. Área de sistema eléctrico
5. Jefe de taller
6. Microfichas
7. Reparación de sistemas hidráulicos
8. Chequeo de maquinaria pequeña
9. Área administrativa
10. Parqueo de maquinaria que ingresa al taller.
11. Maquinaria Especializada
12. Área de torno
13. Área de motores
14. Recepción de maquinaria

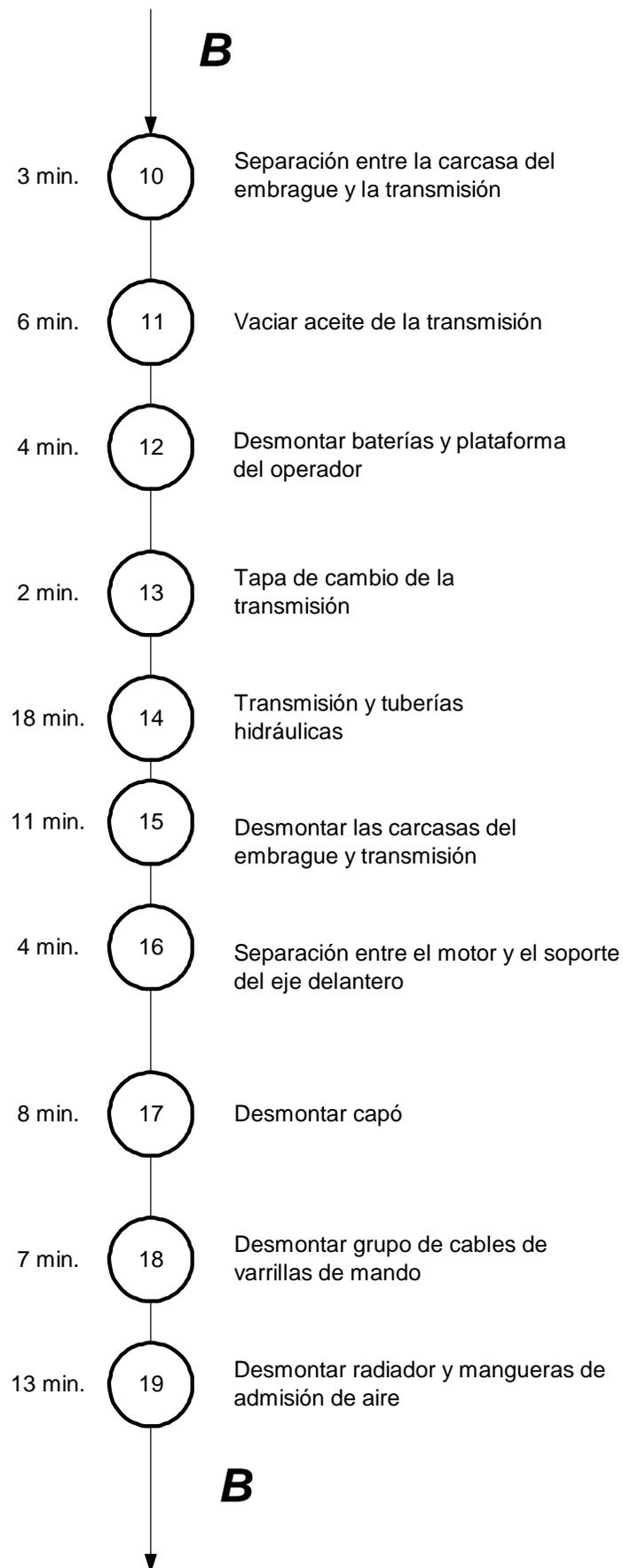
## 4.2.2 Diagramas de Operaciones – Método Mejorado

### Diagrama de operaciones para el OVERHAUL Desmontaje y montaje de un motor Método Mejorado

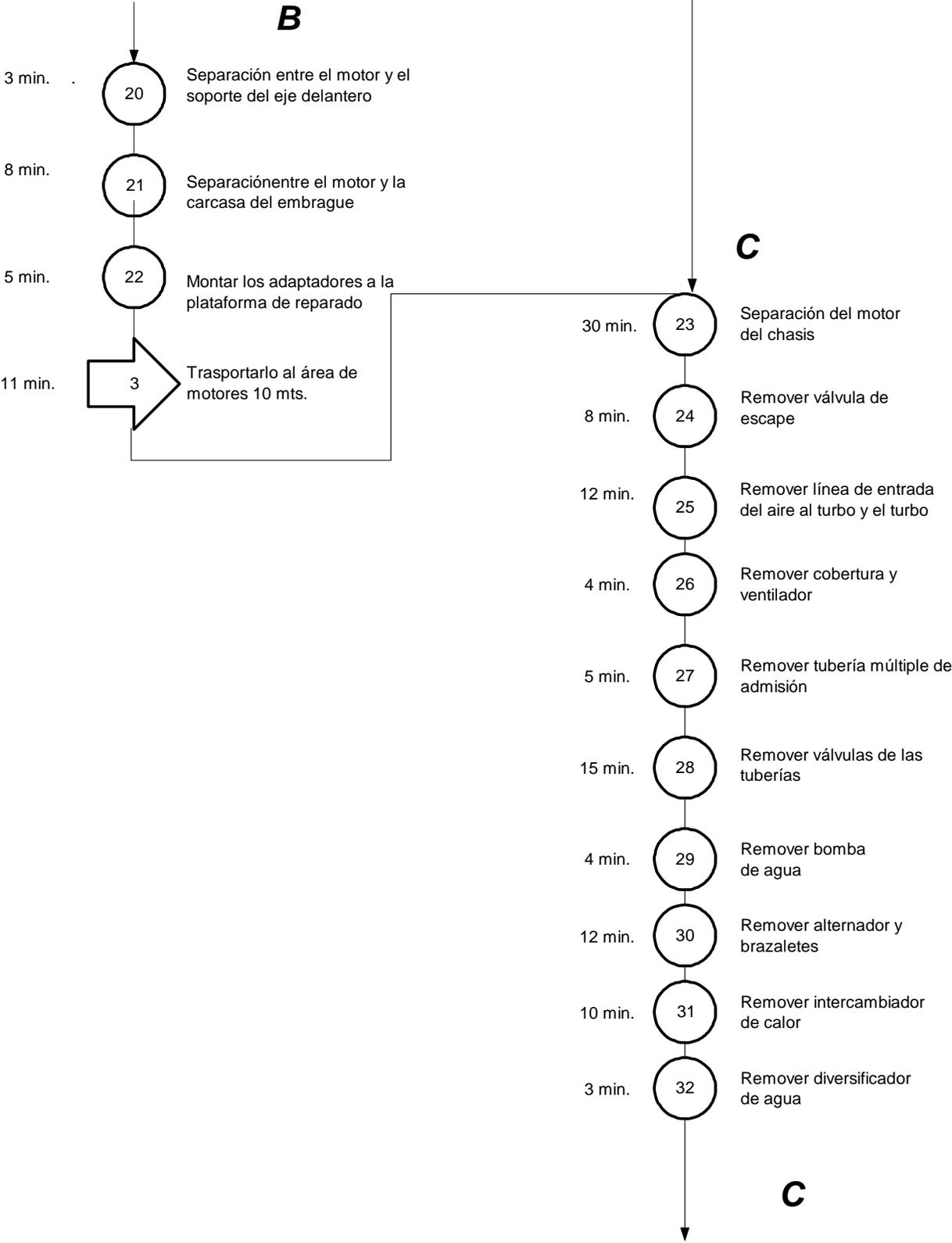
#### A. Preparación para desmontaje

#### B. Desmontaje de partes principales

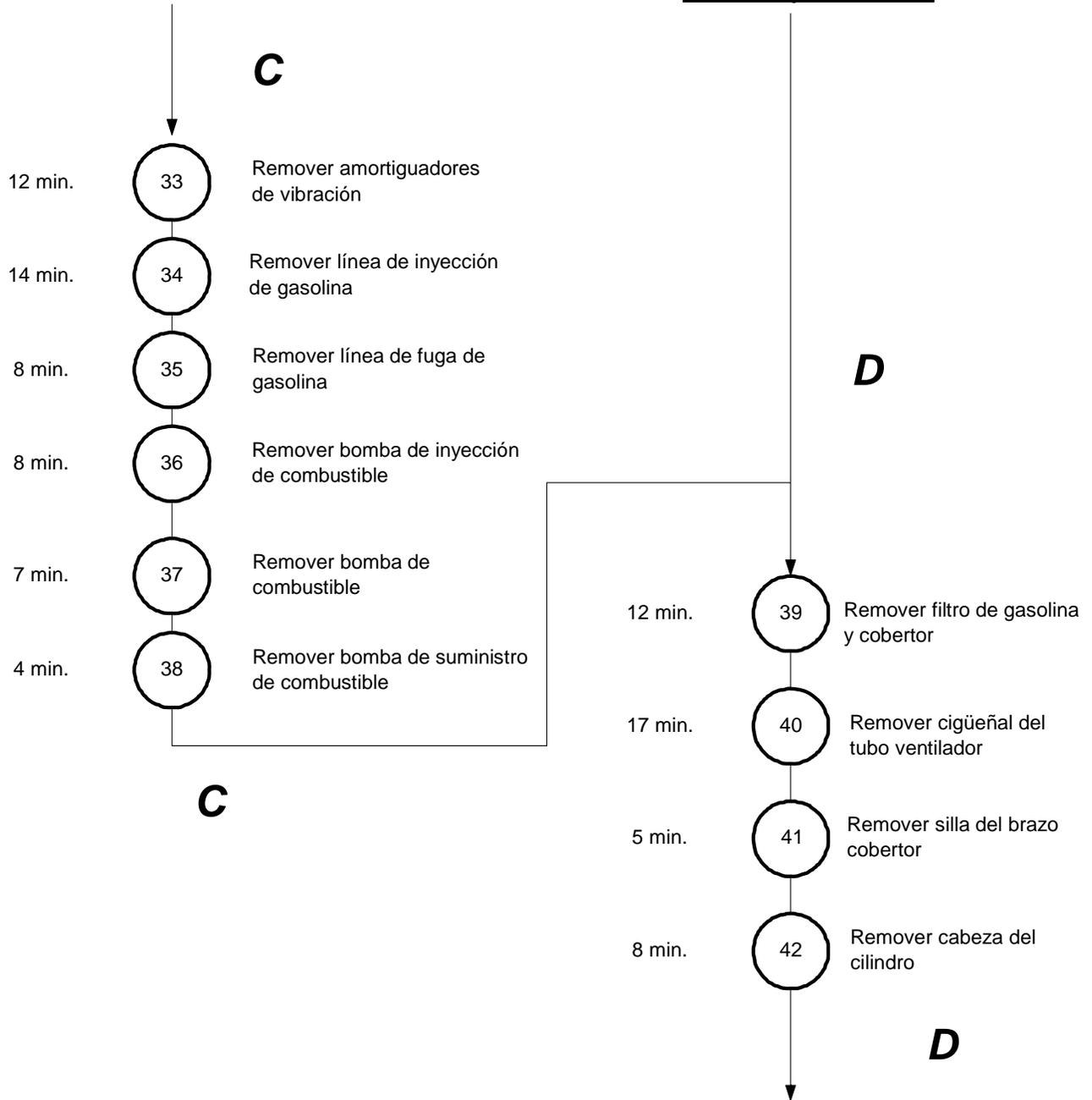




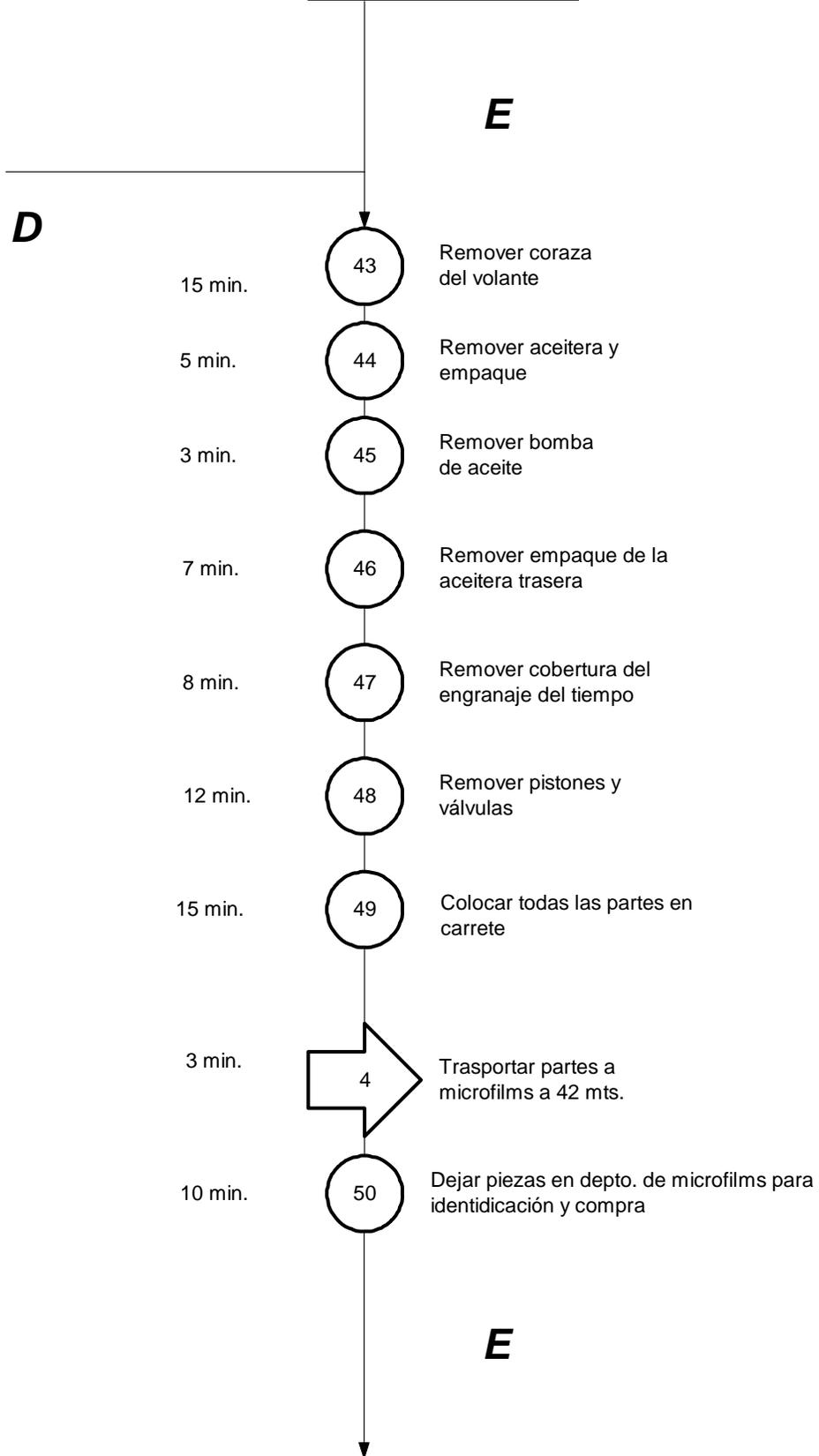
**C. Desmontaje del Sistema de lubricación y de combustible**



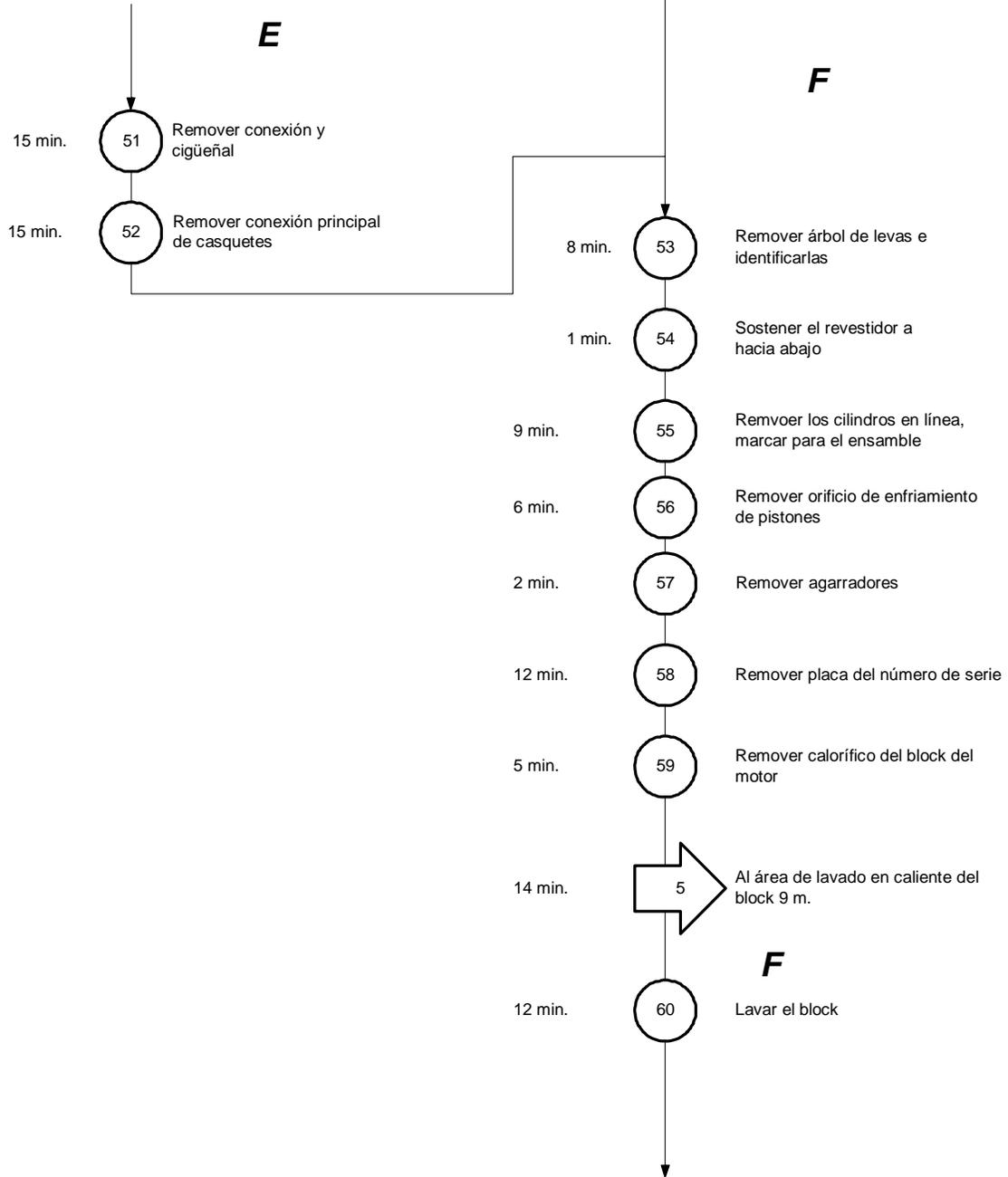
**D. Desmontaje de Cilindro**



**E. Desmontaje de Pistones**



## F. Desmonje de válvulas



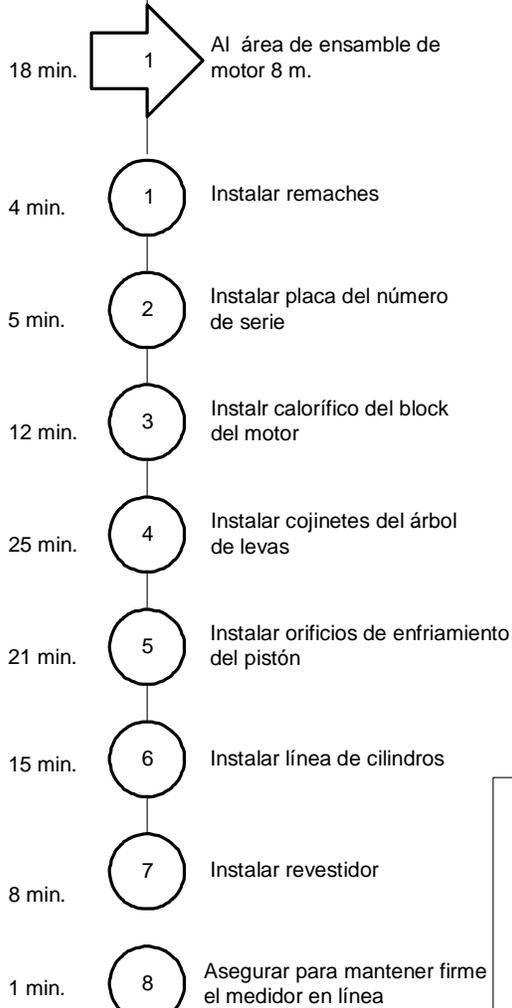
Resumen:

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	60	216 min.	
Inspecciones	0	0	
Demoras	0	0	
Trasportes	5	67 min.	51 m

### G. Preparación para montaje

**G**

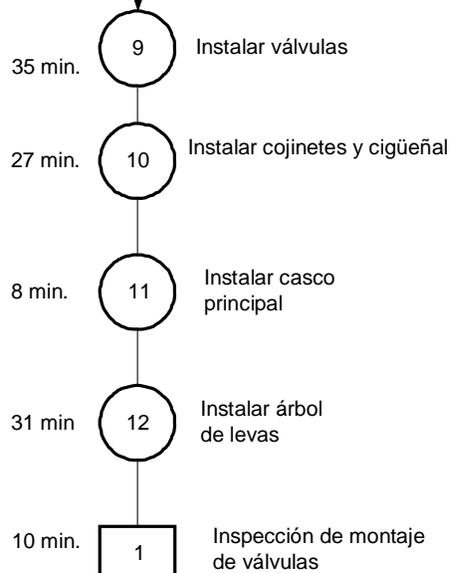
Todo desmontado



**G**

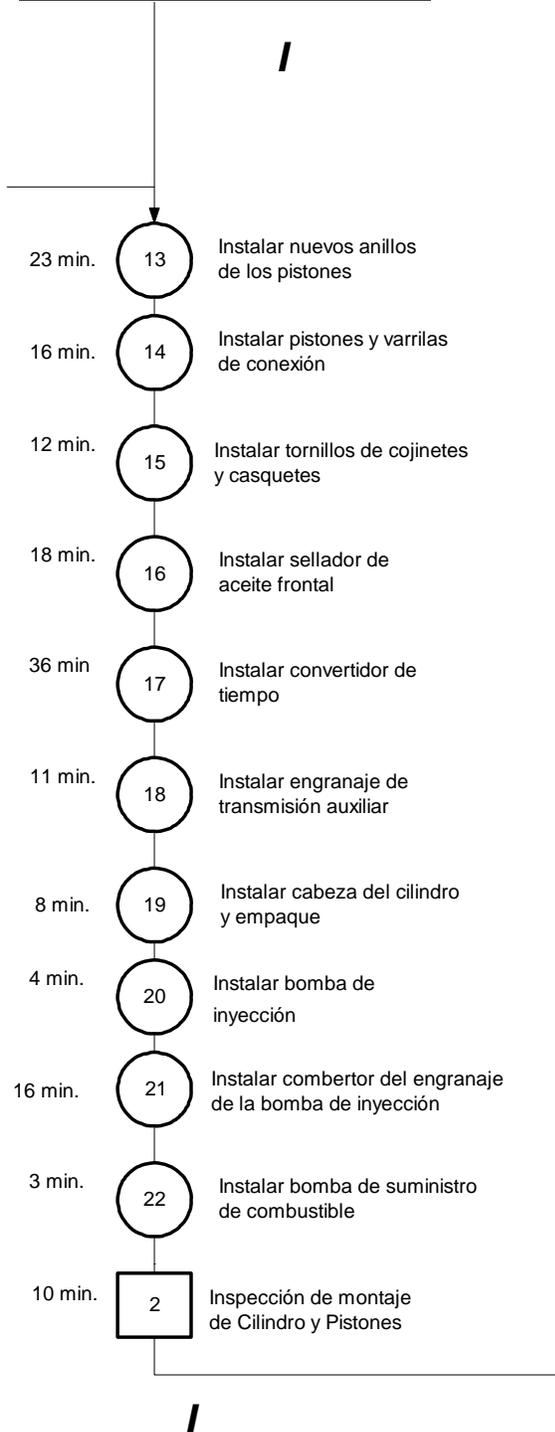
### H. Montaje de válvulas.

**H**

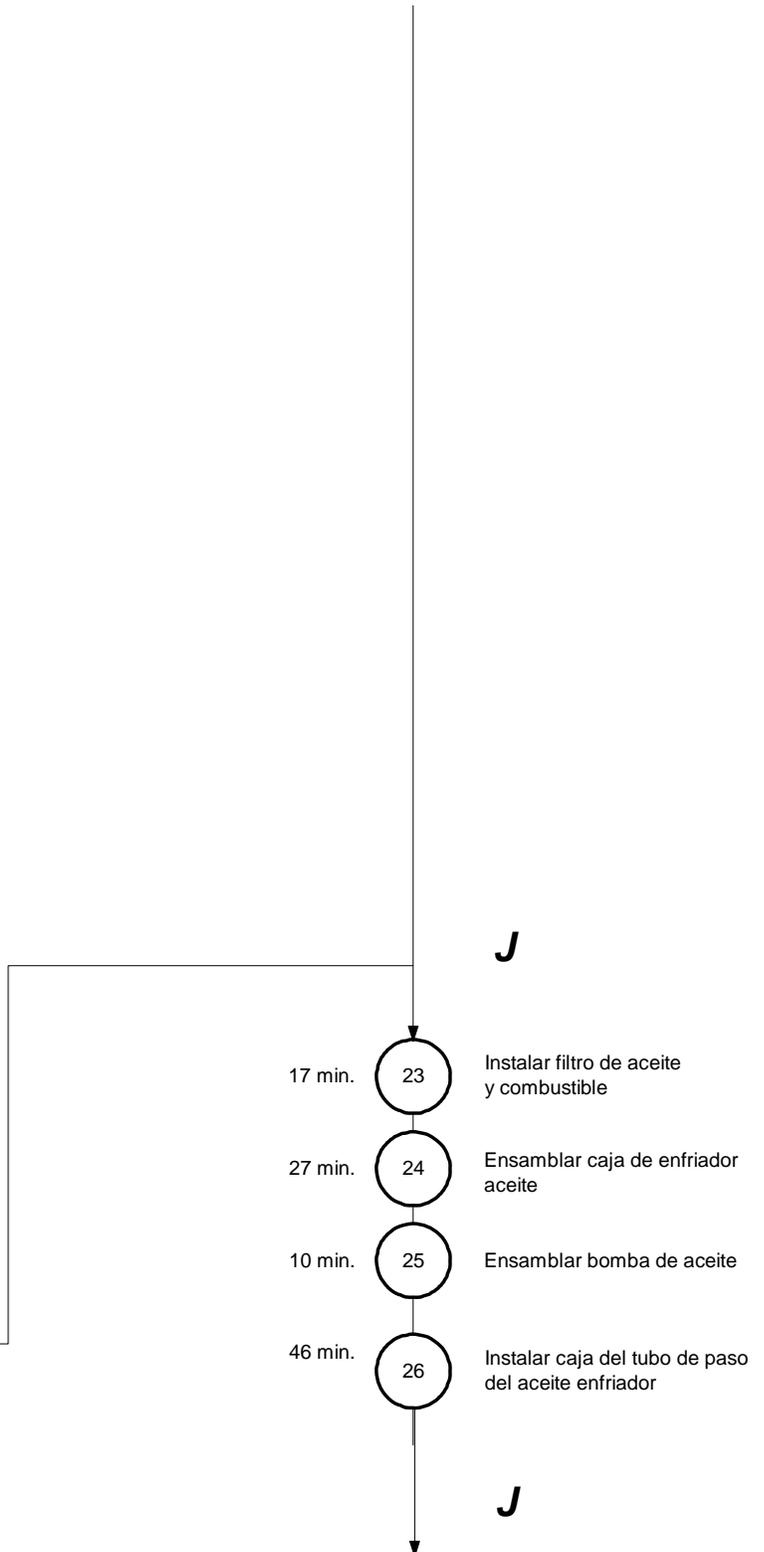


**H**

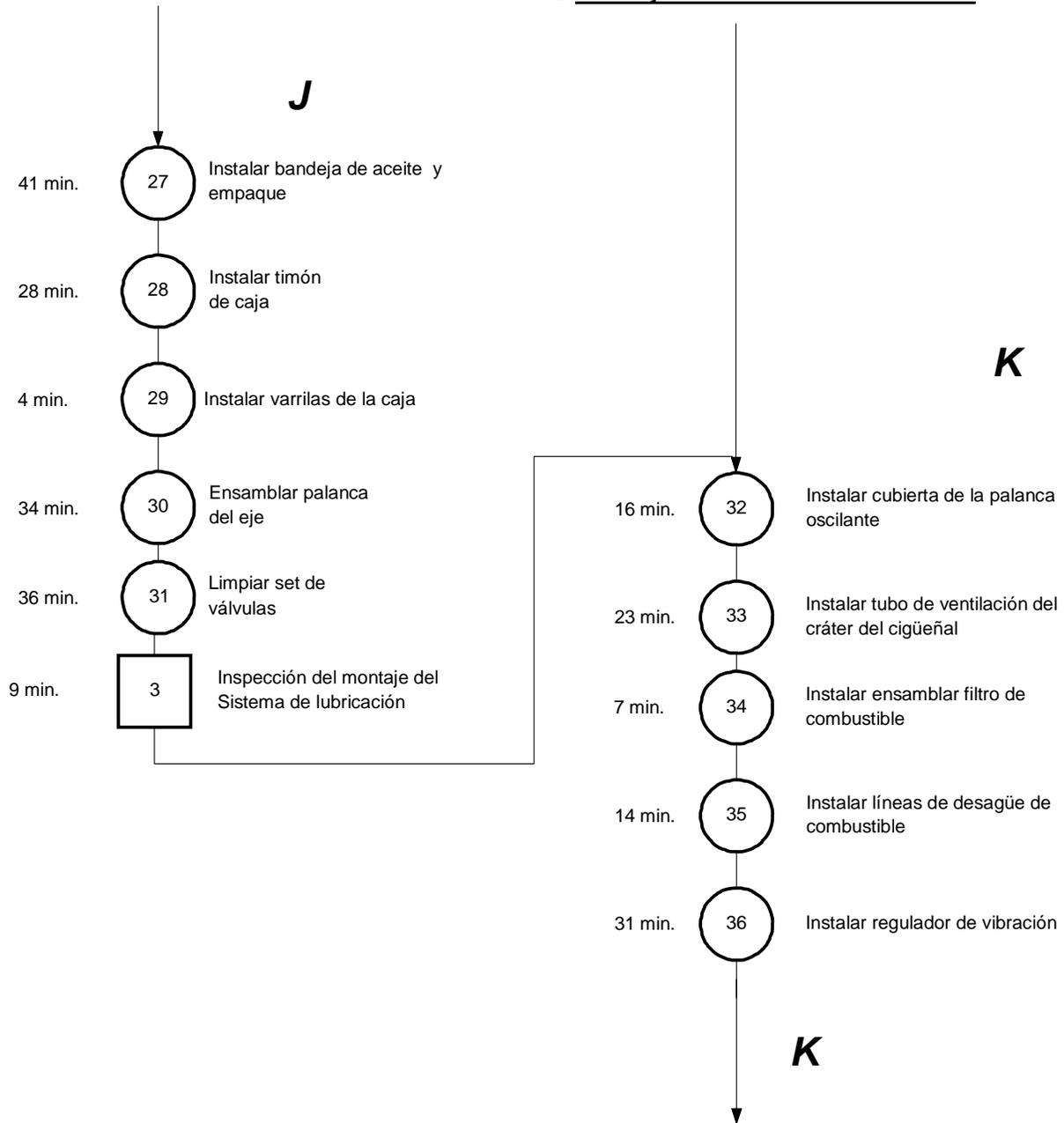
## I. Montado de Cilindro y Pistones



## J. Montaje de Sistema de lubricación

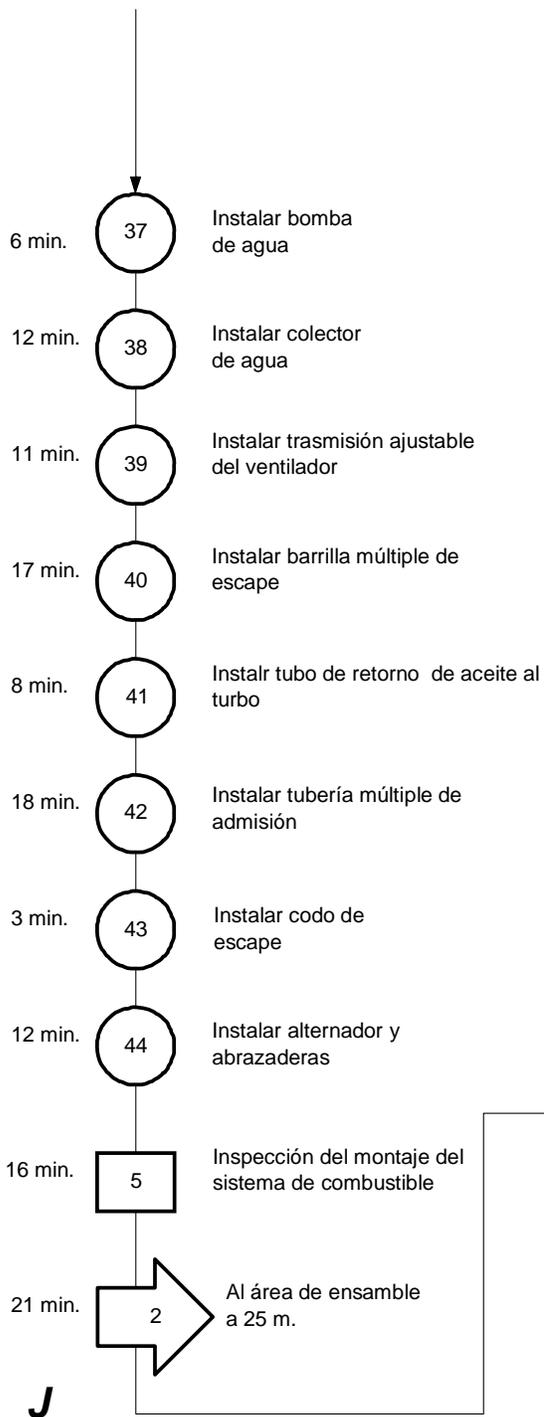


## **K Montaje de sistema de combustible**

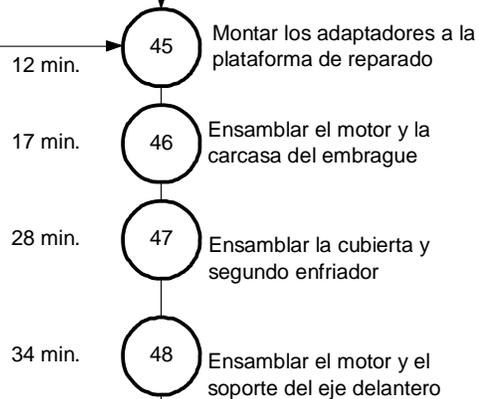


**L. Montado de partes principales**

**K**

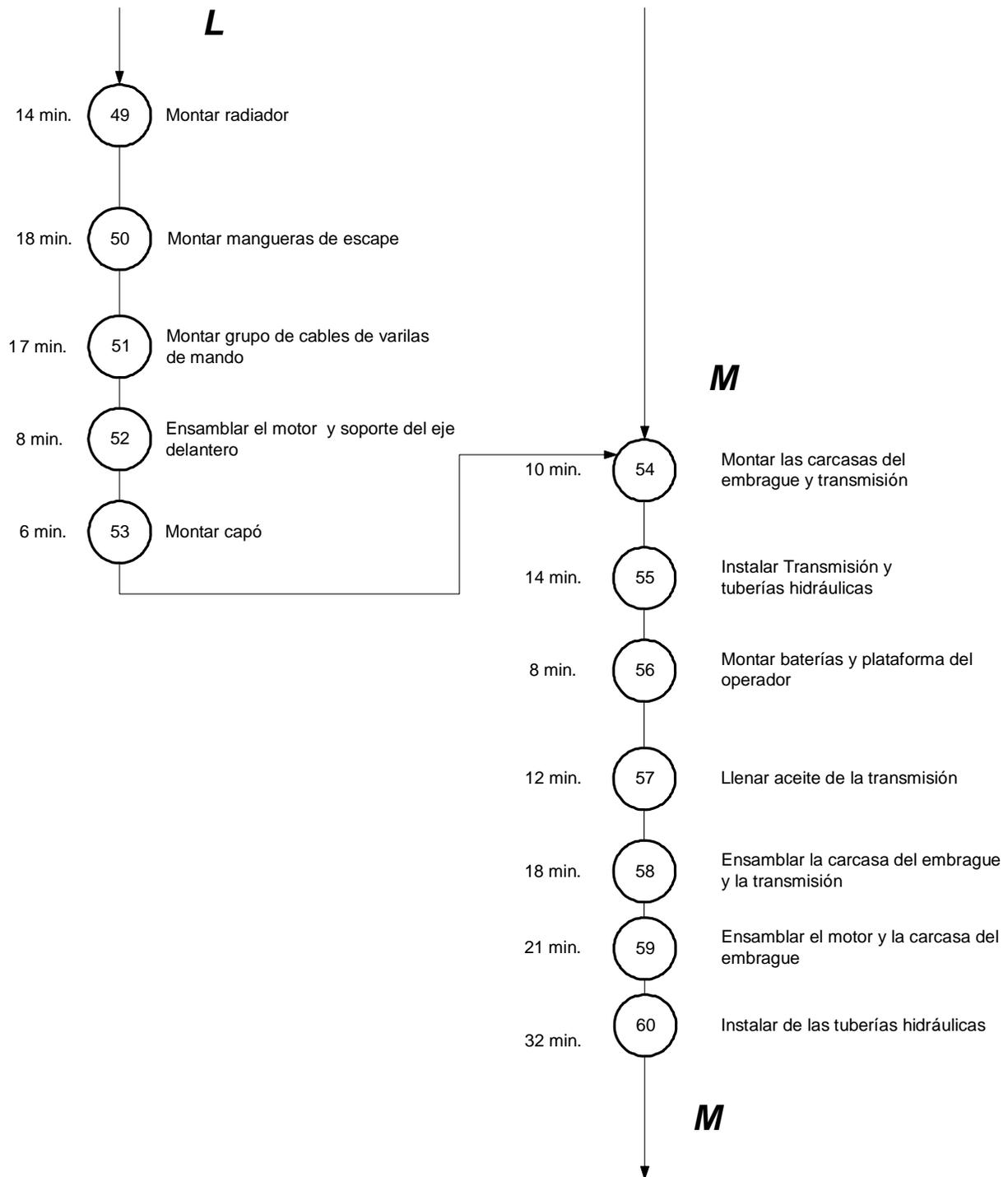


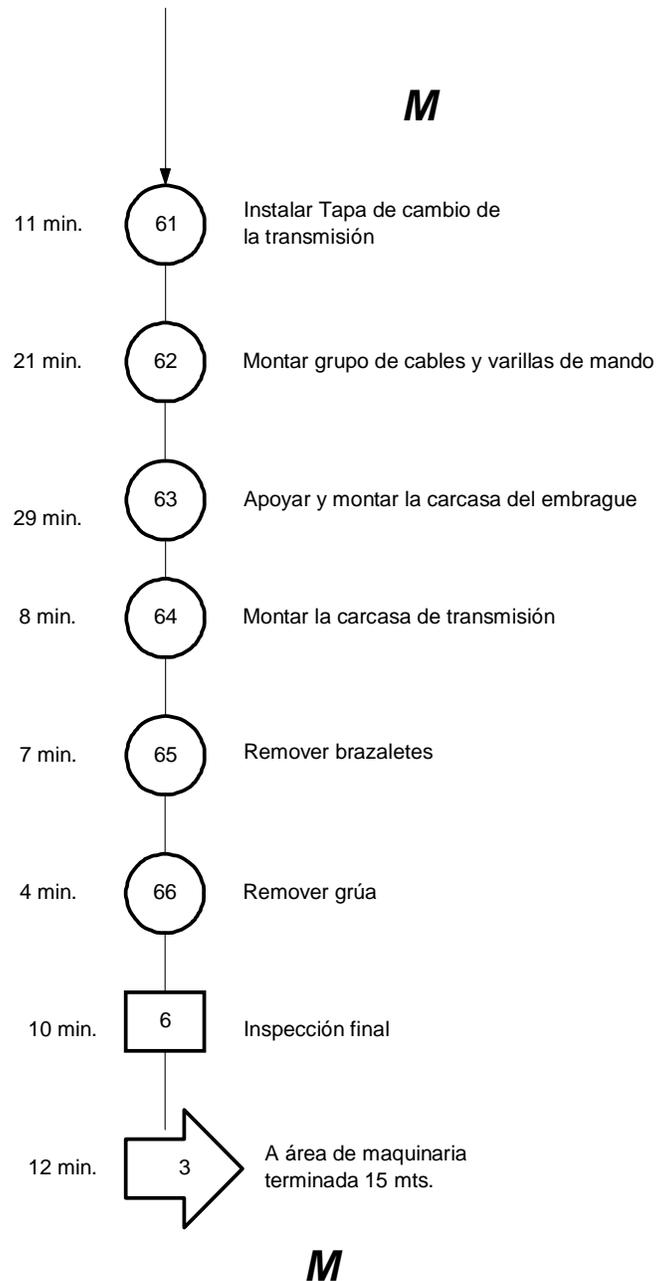
**L**



**L**

## M. Integración de la maquinaria



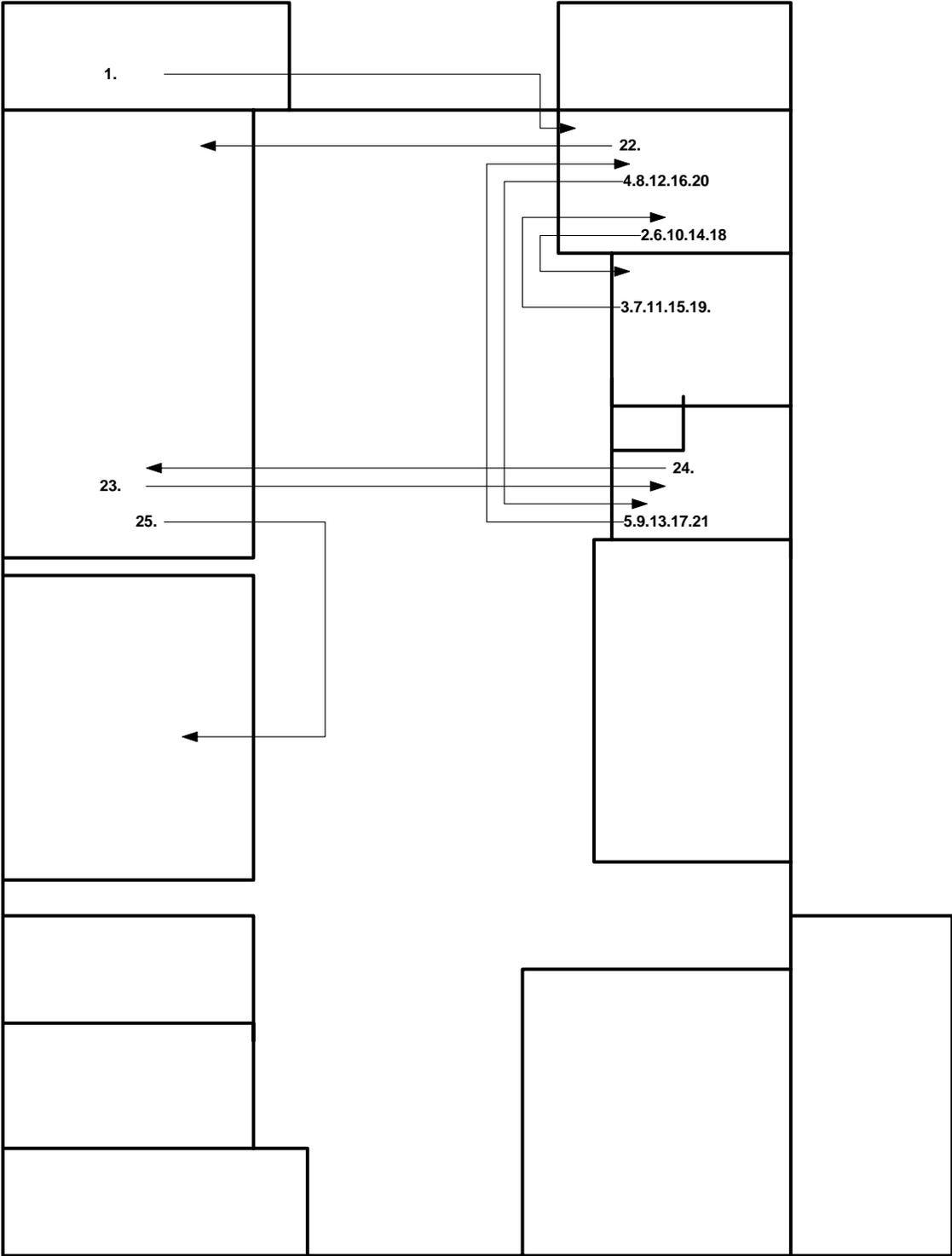


Resumen:

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	66	370 min.	
Inspecciones	6	79 min.	
Demoras	0	0	
Trasportes	3	51 min.	33 m



4.2.3.2 Diagrama de viajes del montaje de motores



#### 4.2.4 Tablas de Desmontaje de Motor

A continuación se presenta el balanceo de líneas, aquí se designa cada operación o tarea a cada operario en cada fase para el desarrollo del overhall, las mismas están divididas en ciclos, para determinar el tiempo total hay que sumar los tiempos más largos (sobremarcados) en cada ciclo, ya que no se podrá pasar al siguiente ciclo hasta que los operarios asignados hayan terminado el ciclo en curso (para una mejor comprensión de las tablas, que a continuación se describen, ver diagrama de Pert Anexo VI y VII).

##### A. PREPARACIÓN PARA DESMONTAJE

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 1 Trans. 1	1	R	16 22	<b>38</b>	
II	Oper. 2 Trans. 2	2 2	M y A M y A	17 21	<b>48</b>	
	Oper. 3 Oper. 4	1 1	M A	8 4	<b>8</b> 4	4
Total					94	4

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 1 Trans. 1	1	R	16 10	<b>26</b>	
II	Oper. 2 Trans. 2	2 2	M, A1 y A2 M, A1 y A2	17 10	<b>27</b>	
III	Oper. 3 Oper. 4	2 1	M y A1 A2	8 4	<b>8</b> 4	4
Total					61	4

## **B. DESMONTAJE DE PARTES PRINCIPALES**

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.	
I	Oper. 5	1	M	12	20	1	
	Oper. 8			8			
	Oper. 6	1	A	21	<b>21</b>		
II	Oper. 9	1	M	7	<b>20</b>		
	Oper. 10			3			
	Oper. 11			6			
	Oper. 12			4			
	Oper. 7	1	A	19	19		1
III	Oper. 15	1	M	11	<b>23</b>		
	Oper. 16			4			
	Oper. 17			8			
	Oper. 13	1	A	2	20		3
	Oper. 14			18			
IV	Oper. 20	1	M	3	16	4	
	Oper. 21			8			
	Oper. 22	1	A	5	<b>20</b>		
	Oper. 18			7			
	Oper. 19			13			
V	Trans. 3	2	M y A	21	<b>21</b>		
Total					105	9	

## B. DESMONTAJE DE PARTES PRINCIPALES

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 5	1	M	12	20	
	Oper. 8			8		
	Oper. 6	1	A1	21	<b>21</b>	
	Oper. 7	1	A2	19	19	2
II	Oper. 9	1	M	7	<b>20</b>	
	Oper. 10			3		
	Oper. 11			6		
	Oper. 12			4		
	Oper. 13	1	A1	2	20	
	Oper. 14			18		
	Oper. 15	1	A2	11	19	1
	Oper. 17			8		
III	Oper. 19	1	M	13	13	
	Oper. 16	1	A1	4	<b>14</b>	
	Oper. 18			7		
	Oper. 20			3		
	Oper. 21	1	A2	8	12	2
	Oper. 22			5		
IV	Trans. 3	3	M, A1 y A2	11	11	
Total					66	5

### C. DESMONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN Y DE COMBUSTIBLE

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.		
I	Oper. 23	1	M	30	<b>30</b>	1		
	Oper. 24	1	A	8				
	Oper. 25			12				
	Oper. 26			4				
	Oper. 27			5				
II	Oper. 28	1	M	15	<b>22</b>			
	Oper. 29			4				
	Oper. 32			3				
	Oper. 30	1	A	12			22	0
	Oper. 31			10				
III	Oper. 35	1	M	8	<b>27</b>			
	Oper. 36			8				
	Oper. 37			7				
	Oper. 38			4				
	Oper. 33	1	A	12			26	1
	Oper. 34			14				
Total					79	2		

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.		
I	Oper. 23	1	M	30	<b>30</b>			
	Oper. 24	1	A1	8				
	Oper. 25			12				
	Oper. 26			4				
	Oper. 27			5				
	Oper. 28	1	A2	15			27	3
	Oper. 30			12				
II	Oper. 31	1	M	10	<b>25</b>			
	Oper. 32			3				
	Oper. 33			12				
	Oper. 34	1	A1	14			22	3
	Oper. 35			8				
	Oper. 29	1	A2	4			24	
	Oper. 36			8				
	Oper. 37			7				
	Oper. 38			4				
Total					55	6		

### **D. DESMONTAJE DE CILINDROS**

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 39	1	M	12	17	8
	Oper. 41			5		
	Oper. 40	1	A	17	<b>25</b>	
	Oper. 42			8		
<b>Total</b>					25	8

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 40	1	M	17	<b>17</b>	
	Oper. 39	1	A1	12	12	
	Oper. 41	1	A2	5	13	
	Oper. 42			8		
<b>Total</b>					17	4

### E. DESMONTAJE DE PISTONES

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 44	1	M	5	<b>15</b>	
	Oper. 45			3		
	Oper. 46			7		
	Oper. 43			15		
II	Oper. 48	1	M	12	<b>12</b>	
	Oper. 47	1	A	8	8	4
III	Oper. 51	1	M	15	30	3
	Oper. 52			15		
	Oper. 49	1	A	15	<b>33</b>	
	Trans. 4			8		
	Oper. 50			10		
<b>Total</b>					60	7

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.				
I	Oper. 45	1	M	3	<b>18</b>					
	Oper. 46			7						
	Oper. 47			8						
	Oper. 43			1			A1	15	15	3
	Oper. 44			1			A2	5		
	Oper. 48			12			17			
II	Oper. 51	1	M	15	24					
	Oper. 53			8						
	Oper. 54			1						
	Oper. 49	1	A1	15	24					
	Oper. 55			9						
	Trans. 4	1	A2	3	<b>28</b>	4				
	Oper. 50			10						
	Oper. 52			15						
<b>Total</b>					46	7				

## **F. DESMONAJE DE VÁLVULAS**

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 53	1	M	8	<b>9</b>	0
	Oper. 54			1		
	Oper. 55	1	A	9		
II	Oper. 56	1	M	6	<b>13</b>	
	Oper. 57			2		
	Oper. 59			5		
	Oper. 58	1	A	12		
III	Trans. 5	2	M y A	18	<b>18</b>	
IV	Oper. 60	1	M	12	<b>12</b>	12
Total					52	13

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 58	1	M	12	<b>12</b>	6
	Oper. 56	1	A1	6		
	Oper. 57	1	A2	2		
	Oper. 59			5		
II	Trans. 5	3	M, A1 y A2	14	<b>26</b>	
	Oper. 60			12		
Total					38	6

## 4.2.6 Tabla de Montaje de Motor

### G. PREPARACIÓN PARA MONTAJE

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Trans. 1	2	M y A	18	<b>18</b>	
II	Oper. 4	1	M	25	<b>25</b>	4
	Oper. 1	1	A	4	21	
	Oper. 2			5		
	Oper. 3			12		
III	Oper. 6	1	M	15	<b>23</b>	1
	Oper. 7			8		
	Oper. 5	1	A	21	22	
	Oper. 8			1		
Total					66	6

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Trans. 1	2	M, A1 y A2	18	<b>18</b>	
II	Oper. 2	1	M	5	30	2
	Oper. 4			25		
	Oper. 1	1	A1	4	<b>31</b>	
	Oper. 3			12		
	Oper. 6			15		
	Oper. 5	1	A2	21	29	
	Oper. 7			8		
	Oper. 8			1		
Total					49	2

## H. MONTAJE DE VÁLVULAS

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 9	1	M	35	<b>35</b>	0
	Oper. 10	1	A	27	35	
	Oper. 11			8		
II	Oper. 12	1	M	31	<b>31</b>	31
III	Inspección.1	3	J	18	<b>18</b>	
Total					84	31

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 9	1	M	35	<b>35</b>	
	Oper. 10	1	A1	27	35	
	Oper. 11			8		
	Oper. 12	1	A2	31	<b>31</b>	
II	Inspección.1	3	J	10	<b>10</b>	
Total					45	4

## I. MONTAJE DE CILINDROS Y PISTONES

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.		
I	Oper. 13	1	M	23	<b>35</b>			
	Oper. 15			12				
	Oper. 14	1	A	16			34	1
	Oper. 16			18				
II	Oper. 17	1	M	36	<b>47</b>			
	Oper. 18			11				
	Oper. 19	1	A	8			31	16
	Oper. 20			4				
	Oper. 21			16				
	Oper. 22			3				
III	Inspección. 2	1	J	16	<b>16</b>			
Total					82	17		

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.		
I	Oper. 17	1	M	36	<b>36</b>			
	Oper. 13	1	A1	23			35	
	Oper. 15	1	A2	12	34		2	
	Oper. 14			16				
	Oper. 16			18				
II	Oper. 21	1	M	16		<b>16</b>		
	Oper. 18	1	A1	11		14		
	Oper. 22	1	A2	3	12	4		
	Oper. 19			8				
	Oper. 20			4				
III	Inspección. 2	1	J	10			<b>10</b>	
Total							62	6

## J. MONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 26	1	M	46	46	2
	Oper. 23	1	A	17	<b>44</b>	
	Oper. 24			27		
II	Oper. 27	1	M	41	<b>45</b>	7
	Oper. 29			4		
	Oper. 25	1	A	10	38	
	Oper. 28			28		
III	Oper. 30	1	M	34	34	2
	Oper. 31	1	A	36	<b>36</b>	
IV	Inspección. 3	1	J	16	<b>16</b>	
Total					143	11

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 26	1	M	46	<b>46</b>	2
	Oper. 23	1	A1	17	44	
	Oper. 24			27		
	Oper. 27	1	A2	41	45	
	Oper. 29			4		
II	Oper. 25	1	M	10	38	4
	Oper. 28			28		
	Oper. 30	1	A1	34	34	
	Oper. 31	1	A2	36	<b>36</b>	
III	Inspección. 3	1	J	11	<b>11</b>	
Total					93	6

### **K. MONTAJE DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.	
I	Oper. 33	1	M	23	<b>23</b>		
	Oper. 32	1	A	16			
	Oper. 34			7			
II	Oper. 35	1	M	14	<b>32</b>		
	Oper. 37			6			
	Oper. 38			12			
	Oper. 36	1	A	31			31
III	Oper. 39	1	M	11	28	1	
	Oper. 40			17			
	Oper. 41	1	A	8			<b>29</b>
	Oper. 42			18			
	Oper. 43			3			
IV	Oper. 44	1	M	12	<b>12</b>	12	
V	Inspección. 5	2	J	28	<b>28</b>		
VI	Trans. 2	2	M y A	31	<b>31</b>		
<b>Total</b>					155	14	

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.		
I	Oper. 33	1	M	23	30	1		
	Oper. 34			7				
	Oper. 32	1	A1	16			30	
	Oper. 35			14				
	Oper. 36	1	A2	31			<b>31</b>	
II	Oper. 37	1	M	6	<b>31</b>			
	Oper. 38			12				
	Oper. 39			11				
	Oper. 40	1	A1	17			28	3
	Oper. 41			8				
	Oper. 43			3				
	Oper. 42	1	A2	18			30	
	Oper. 44			12				
III	Inspección. 5	1	J	16	<b>16</b>			
IV	Trans. 2	1	M, A1 y A2	21	<b>21</b>			
<b>Total</b>					99	4		

## L. MONTAJE DE PARTES PRINCIPALES

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 45	1	M	12	<b>29</b>	
	Oper. 46			17		
	Oper. 47	1	A	28	28	
II	Oper. 48	1	M	34	<b>34</b>	2
	Oper. 49	1	A	14		
	Oper. 50			18		
III	Oper. 52	1	M	8	14	3
	Oper. 53			6		
	Oper. 51	1	A	17	<b>17</b>	
Total					80	6

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 47	1	M	28	<b>36</b>	
	Oper. 52			8		
	Oper. 45	1	A1	12	35	
	Oper. 46			17		
	Oper. 53			6		
	Oper. 48	1	A2	34	34	
II	Oper. 49	1	M	14	14	4
	Oper. 50	1	A1	18	<b>18</b>	
	Oper. 51	1	A2	17	17	
Total					54	6

## M. INTEGRACIÓN DE LA MAQUINARIA

Nota: Ver diagrama de Operaciones para el montaje método actual

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.
I	Oper. 55	1	M	14	<b>14</b>	4
	Oper. 54	1	A	10		
II	Oper. 58	1	M	18	<b>18</b>	2
	Oper. 56	1	A	8		
	Oper. 57			12		
III	Oper. 59	1	M	21	<b>32</b>	0
	Oper. 61			11		
	Oper. 60	1	A	32		
IV	Oper. 63	1	M	29	<b>29</b>	0
	Oper. 62	1	A	21		
	Oper. 64			8		
V	Oper. 65	1	M	7	<b>7</b>	3
	Oper. 66	1	A	4		
VI	Inspección. 6	1	J	14	<b>14</b>	
VII	Trans.3	1	M y A	12	<b>12</b>	
Total					128	9

Nota: Ver diagrama de operaciones para el montaje método mejorado

Ciclo	Actividades Involucradas	Personas Asignadas	Código Operario	Tiempo Ciclo min.	Tiempo Total Empleado min.	Tiempo Muerto min.		
I	Oper. 54	1	M	10	<b>32</b>			
	Oper. 55			14				
	Oper. 56			8				
	Oper. 57	1	A1	12			30	2
	Oper. 58			18				
	Oper. 60			A2				
II	Oper. 59	1	M	21	<b>32</b>			
	Oper. 61			11				
	Oper. 63	1	A1	29			29	
	Oper. 62	1	A2	21			29	3
	Oper. 64			8				
III	Oper. 65	2	M y A2	7	<b>7</b>	3		
	Oper. 66	1	A1	4	4			
IV	Inspección. 6	1	J	10	<b>10</b>			
V	Trans.3	1	M, A1 y A2	12	<b>12</b>			

**MARCO V**  
**DISCUSIÓN**

## **5.1 CONFRONTACIÓN DE RESULTADOS**

Los datos obtenidos en el taller, contribuyeron a la detección de problemas. Para poder realizar un mejor análisis de la situación, fue necesario utilizar herramientas tales como: los diagramas de operaciones y los planos de distribución.

Con los cambios aplicados, se puede observar que mejoraron los procesos individuales. Mediante el balanceo de las operaciones de los procesos individuales (sin olvidar que todas y cada una de ellas forman parte de un conjunto de actividades), es posible mejorar las operaciones de la empresa y esto se refleja en el nivel de productividad alcanzado después de haber realizado las mejoras.

Es importante poder controlar y manipular todas las variables en juego para lograr la optimización de los recursos y así obtener beneficios para el cliente y por ende, a la empresa.

Los datos presentados en los diagramas y tablas anteriores muestra detalladamente el estudio de los procesos de operación que contribuyen al control y manejo adecuado de los factores de operación

## **5.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Lo esencial, en este trabajo, fue la observación y estudio de los actuales procesos de montaje y desmontaje de los motores, así como las funciones y operaciones realizadas en el taller, para poder determinar cuáles eran los cambios pertinentes. Es, en el estudio de la situación actual de la empresa, donde se detecta el servicio más utilizado en el taller es el overhaul para la maquinaria. Es por ello que se resolvió distribuir la planta en torno a dicho proceso y así poder disminuir las distancias a recorrer; también se colocó al jefe de taller más cerca del área de operaciones para reducir el tiempo utilizado por las inspecciones.

Algo muy importante, que también se logró, fue la reducción del tiempo muerto con la contratación de un operario más para ayudar a optimizar el tiempo utilizado en las operaciones.. Es así como el nivel de servicio se aumentó en un 50%.

Como consecuencia de dicha contratación, se tuvo un aumento en los costos de mano de obra de Q2,500, sin embargo, ahora se puede prestar

servicio a 4 motores más, lo que significa, para la empresa, ingresos por Q12,800 ( Se cobra por mano de obra un promedio de 3,200 por cada overhaul).

Es importante resaltar que con la disminución de distancias a recorrer, y el rediseño del flujo de trabajo, el tiempo no utilizado se disminuyó en un 50%. El análisis siguiente pretende transformar este 50% en cifras monetarias

Salario promedio de los mecánicos Q3,000

Un mes equivale a 24 días de trabajo y la jornada diría tiene 450 minutos disponibles

$$\text{Ahora } Q3,000 \times \frac{1\text{mes} \times 1\text{día}}{24\text{días} \times 450\text{min}} = Q0.27 / \text{min.}$$

Tiempo no utilizado-Método Actual es 137 min. \* Q0.27/min. = Q36.99 /día

Tiempo no utilizado-Método Mejorado es 68 min. \* Q0.27/min. = Q18.36/día

tenemos una diferencia de Q18.63/día

Si se multiplican los Q 18.63/ día por los días trabajados al mes, esto significa que se obtiene un ahorro de Q447.12. El ahorro viene como consecuencia de la reducción del tiempo no utilizado en cada jornada de trabajo. Este resultado, justifica los cambios realizados y evidencia la optimización del tiempo de los operarios.

### 5.2.1 Tablas de Tiempo no Utilizado

#### TIEMPO TOTAL NO UTILIZADO

En minutos

Método Actual	Método Mejorado	Diferencia	% disminución
137	68	69	50

## CUADRO RESUMEN TIEMPO NO UTILIZADO

### Método Actual

Operación	Actividad Involucradas	Tiempo Tot Utilizado minutos	Tiempo Total no Utilizado
Preparación para desmontaje	Oper 1-4 Trans 1-2	94	4
Desmontaje partes principales	Oper 5-22 Trans 3	105	9
Desmontaje sis. lubricación y de combustible	Oper. 23-38	79	2
Desmontaje de cilindros	Oper 39-42	25	8
Desmontaje de pistones	Oper. 43-52 Trans. 4	60	7
Desmontaje de válvulas	Oper. 53-60 Trans. 5	52	13
Preparación para montaje	Trans. 1 Oper. 1-8	66	6
Montaje de válvulas	Oper 9-12 Inspección 1	84	31
Montaje de cilindro y pistones	Oper. 13-22 Inspección 2	82	17
Montaje de sis. lubricación	Oper. 23-31 Inspección 3	143	11
Montaje de sis. de combustible	Oper. 32-44 Inspeccion 4-5	155	14
Montaje partes principales	Oper. 45-53	80	6
Integración a la maquinaria	Oper. 54 Inpección 6 Trans. 3	128	9
<b>Total</b>		<b>1152</b>	<b>137</b>

## CUADRO RESUMEN TIEMPO NO UTILIZADO

### Método Mejorado

Operación	Actividad Involucradas	Tiempo Total Utilizado minutos	Tiempo Total no Utilizado
Preparación para desmontaje	Oper 1-4 Trans 1-2	61	4
Desmontaje partes principales	Oper 5-22 Trans 3	66	5
Desmontaje Sis. lubricación y de combustible	Oper. 23-38	55	6
Desmontaje de cilindros	Oper 39-42	17	4
Desmontaje de pistones	Oper. 43-52 Trans. 4	46	7
Desmontaje de válvulas	Oper. 53-60 Trans. 5	38	6
Preparación para montaje	Trans. 1 Oper. 1-8	49	2
Montaje de válvulas	Oper 9-12 Inspección 1	45	4
Montaje de cilindro y pistones	Oper. 13-22 Inspección 2	62	6
Montaje de sis. lubricación	Oper. 23-31 Inspección 3	93	6
Montaje de sis de combustible	Oper. 32-44 Inspeccion 4-5	99	4
Montaje partes principales	Oper. 45-53	59	6
Integración a la maquinaria	Oper. 54 Inpección 6 Trans. 3	93	8
Total		783	68

### 5.2.2 Tabla de Operaciones Mensuales.

	Tiempos en minutos			Tiempo disp. mensual en minutos	Cantidad de Motores Trabajados
	Desmontaje	Montaje	Total		
Actual	414	738	1152	9900	8
Mejorado	283	500	783	9900	12
% de aumento en la producción	48%	46%	47%		50.00

### 5.2.3 Tabla de Reducción de Distancias y Tiempo.

	Tiempos en minutos		
	Desmontaje	Montaje	Total
Actual	128	61	189
Mejorado	67	51	118
% de reducción de tiempo muerto	48%	17%	33%

	Distancias en Metros		
	Desmontaje	Montaje	Total
Actual	155	48	203
Mejorado	51	33	84
% de reducción de distancias a recorrer	68%	32%	50%

## 5.2.4 Tablas de Gastos Promedio Mensuales- Método Mejorado

Al reducir el tiempo muerto e incrementar el personal, es posible prestar servicio a más motores al mes. Como resultado de esto, ciertos rubros, en la tabla de insumos, aumentan.

Insumos:

Humanos		
Sueldos		Q12,190
Mantenimiento		Q350.00
Capital de Trabajo		
Grasa		Q1000.00
Diesel		Q300.00
Aceite		Q750.00
Abrasivos		Q1,200.00
Disolventes		Q320.00
Jabón especial		Q350.00
Agua		Q85.00
Energía		
Luz		Q3,700.00
Teléfono		Q250.00
Diesel		Q900.00
Gas		Q300.00
Otros Gastos		
Artículos de oficina		Q120.00
Fumigación		Q160.00
Extracción de basura		Q75.00
Gastos Indirectos		
		Q4,800
Total Insumos		Q 26,850

## 5.2.5 Tabla de Ingresos Mensuales – Método Mejorado

Mano de obra	Tiempo de ciclo	Montajes Mensuales	Ingresos Al mes
Q3,200	783 min.	12	Q38,400

Ingresos	Q38,400
Insumos	Q26,850

Rentabilidad Método mejorado	<b>1.43</b>
------------------------------	-------------

## 5.2.6 Productividad – Método Mejorado

Un mes equivale a 24 días de trabajo y la jornada diaria tiene 450 minutos disponibles.

$$\text{Tiempo} \cdot \text{teórico} \cdot \text{mensual} = 450 \cdot \text{minutos} \times 24 \cdot \text{días} = 10,800 \cdot \text{minutos} \cdot \text{mensuales}$$

Son 68 minutos no utilizados por motor, se ensamblan 12 motores manuales, por lo cual se pierden 816 minutos mensuales

$$\text{Eficiencia} \cdot \text{del} \cdot \text{taller} = \frac{816 \cdot \text{minutos} \cdot \text{mensuales}}{10,800 \cdot \text{minutos} \cdot \text{mensuales}} = 0.93$$

$$\text{productividad} \cdot \text{Actual} = 0.93 \times 1.43 \times 1.5$$

$$\text{productivi} \cdot \text{dad} \cdot \text{Actual} = 1.99$$

### Productividad

Actual		0.93
Mejorada		1.99
Diferencia		1.06
Aumento Productividad		213.05%

Un punto importante, durante el proceso de cambio, se tuvo la colaboración de todo el personal del taller, así como de la Gerencia. Las personas estaban motivadas hacia un cambio que prometía traer beneficios para todos los empleados y para la empresa.

Los cambios realizados lograron mejorar el nivel de productividad en un 213.05% al optimizar el uso de los recursos.

**MARCO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6. CONCLUSIONES

- Luego de haber realizado el presente trabajo de investigación, se pudo observar una mejora en el nivel de productividad como resultado de las mecánicas aplicadas.
- Al no tener una visión de crecimiento en la empresa, y realizar una distribución de la maquinaria sin un previo estudio del flujo de trabajo, contribuye a disminuir el nivel de productividad.
- El balanceo de líneas, ayuda a disminuir la cantidad de tiempos muertos durante las operaciones, ya que busca distribuir las actividades en forma equitativa.
- Al realizarse un diseño del flujo de trabajo que esté orientado hacia las operaciones más frecuentes e importantes del proceso, se contribuye a disminuir los tiempos no productivos y a aumentar la productividad.
- Con la aplicación del método mejorado se obtuvo un aumento total en las operaciones del taller de un 50%, una considerable disminución del 50% del tiempo no utilizado al día y un 213.05% de aumento en el nivel de productividad de la empresa. Con lo cual se evidencia el cumplimiento del principal objetivo de esta investigación.
- Un ahorro de Q447.12 se obtiene como resultado de la reducción del tiempo muerto, luego de disminuir las distancias a recorrer, y de realizado balanceo de la línea de operaciones.
- Al distribuir la maquinaria enfocada hacia el flujo de trabajo, se disminuye las distancias a recorrer y disminuyen los tiempos muertos.
- Las herramientas necesarias para que los mecánicos pueden desempeñar sus actividades, deben de estar lo más cerca posible del área de trabajo, para disminuir los tiempos muertos.
- AL realizar un diagrama de maquinaria, orientado al flujo de trabajo, dan beneficios tanto al cliente que obtiene su servicio en menos tiempo, como también a la empresa que se beneficia con obtener una mayor rentabilidad.

**MARCO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7. RECOMENDACIONES

- Analizar si es conveniente reubicar al Jefe de taller o es preferible implementar un programa de control total de la calidad, donde cada operario sea responsable de su propio trabajo.
- Considerar de dar un incentivo por productividad o bono en los meses que se sobrepase el nivel de ensambles previstos. Premiar y motivar a los operarios a trabajar a un ritmo más acelerado (sin que disminuya la calidad) que traerá beneficios para todos en la empresa.
- Analizar si se pueden automatizar algunas operaciones utilizando maquinaria más especializada.
- Elaborar un manual y un programa de mantenimiento preventivo para asegurar y evitar la pérdida de tiempo debido a desperfectos y fallas mecánicas en la maquinaria utilizada para las operaciones.
- Capacitar constantemente a los empleados, en el uso seguro y adecuado de las herramientas de trabajo.
- Es importante desarrollar la comunicación dentro de la empresa y lograr que, todos participen, den sugerencias sobre cómo continuar mejorando las operaciones.
- Alternar a los operarios en la realización de las operaciones, con el fin de obtener mecánicos multifuncionales, y al momento de faltar alguno de los mismo, cualquiera puede realizar su trabajo sin ningún inconveniente, lo que implica una constante y diversificada actualización.
- Es importante mencionar que, la visión de saber que se puede mejorar algo, fue lo que inspiró este trabajo y exhortamos a las personas venideras a que traten de mejorar el mismo y que se implemente dicho sistema para obtener beneficios de mejoras continuas para la empresa, que en definitiva, redundará también, en beneficio de los empleados.
- Se recomienda implementar un control adecuado de desechos, ya que el que actualmente se cuenta es obsoleto, para no afectar de ninguna manera el medio ambiente.

**MARCO VIII**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam Everett, E. (1991) Administración de la producción y de las operaciones. México: editorial Prentice Hall.
- Avallone Eugene, A. y Baumeister, T. (1996) Manual del Ingeniero Mecánico. México: McGraw-Hill.
- Baca Urbina, G. (1997) Evaluación de Proyectos. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Bernanrd Torres, J. (1980) La organización funcional administrativa en la empresa. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Grimaldi, J. y Simondos, R. (1991) La Seguridad Industrial. México: Editorial Alfaomega.
- Jiménez Franco, M. (1994) Proyecto de reorganización administrativa de la Municipalidad de San Miguel Tucuru, Alta Verapaz como base para la optimización de recursos. Guatemala: Universidad San Carlos.
- Koontz Harold, Weihrich Heinz (1994) Administración una perspectiva global. México: McGraw-Hill.
- Niebel, B. (1995) Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Mundel, M. (1984) Estudio de tiempos y movimientos. México: Editorial Iberoamérica.
- Oliva Villanueva, M. (1994) Modelo metodológico para el mejoramiento de procesos organizaciones. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Ramírez Pereira, B. (1996) Análisis y reestructura de las actividades administrativas y productos en una fábrica de madera. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Rivera Reyes, J. (1993) Técnicas de desarrollo organizacionales, un proceso para el aumento de la funcionalidad organizaciones. Guatemala: Universidad de San Carlos.

- Salvedeny, G. (1985) Biblioteca del Ingeniero Industrial. México: Editorial Limuza.
- Serra Chacón, A. (1997) Medición de la productividad en una empresa de servicio. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Sumanth Duran, J. (1990) Ingeniería y Administración de la Productividad. México: Editorial McGraw –Hill.

MARCO IX  
ANEXOS

## **9. ANEXOS**

### **ANEXO I**

1. ¿Qué es para usted la productividad?
2. ¿Qué considera usted que afecta a la productividad?
3. En una palabra, ¿cómo cree usted que está actualmente el nivel de la productividad en el taller?
4. ¿Cree usted que la productividad del taller es importante?
5. ¿Miden de alguna forma en la empresa la productividad?
6. ¿Considera usted ser una pieza importante para obtener una buena productividad?
7. ¿Qué mejoraría usted para elevar el nivel de productividad?
8. ¿Qué cambios haría usted para aumentar el nivel de la productividad?
9. ¿Cree usted que algún cambio haría más fácil su trabajo?
10. ¿Estaría usted dispuesto a participar en un programa para mejorar la productividad?
11. ¿Le gusta hacer su trabajo?

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## ANEXO II

### CUESTIONARIO PARA MECANICOS

¿Cuál es el nombre de su puesto?

---

---

1. ¿Cuál es su trabajo dentro del taller?

---

---

2. ¿Cómo cree usted que se podría mejorar su puesto de trabajo?

---

---

3. ¿Le gusta su trabajo? ¿Por qué?

---

---

4. ¿Cree usted que es importante su puesto? ¿Por qué?

---

---

5. ¿Se le dificulta a usted ejercer alguna tarea de su puesto? ¿Cuál y por qué?

---

---

6. ¿Que haría usted para mejorar?

---

---

7. ¿Cree usted que existe comunicación empleado - patrono?

---

---

8. ¿La herramienta que usted utiliza es la adecuada (si su respuesta es "no" mencione cuáles debería utilizar)?

---

---

9. ¿Estaría dispuesto a participar en un programa que introduzca mejoras al taller?

---

---

10. ¿Qué sugerencia haría usted a la Gerencia?

---

---

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## ANEXO III

### Resultados de la entrevista

#### Entrevista 1 (mecánicos auxiliar)

1. producir más
2. La perdida de tiempo en los transportes e inspecciones
3. regular porque hay mucho trabajo y no logramos entregar a tiempo.
4. Sí es muy importante
5. No
6. Claro que Sí
7. Reduciría el tiempo de las inspecciones
8. Contrataría más operarios
9. Si que la distancia hacia el lugar donde ser realizan las operaciones fuera más corto
10. Sí
11. Sí

#### Entrevista 2 (Jefe de mecánicos)

1. Reducir Costos y producir más.
2. Las áreas de trabajo están muy distantes unas de otras.
3. 3 Mal
4. Sí
5. No
6. Sí
7. Acercar más todo al área de trabajo
8. Facilitar más la herramienta especializada
9. Sí
10. Sí
11. Mucho

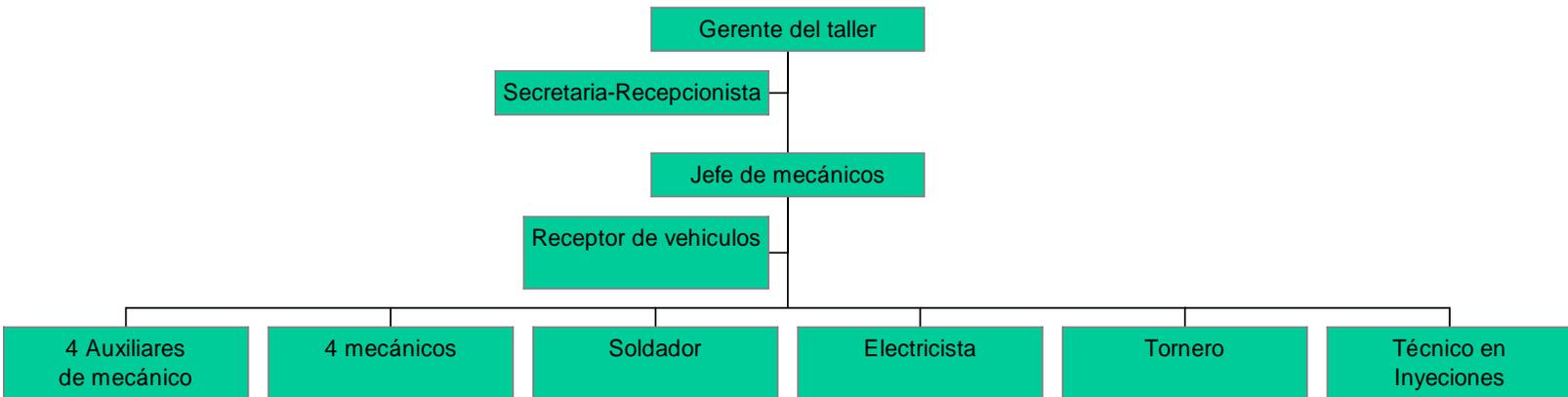
## ANEXO IV

Cuestionario para operarios:

Las ideas principales obtenidas del cuestionario se presentan a continuación:

1. Mecánico
2. Mi principal función es desmontar y montar motores.
3. Utilizando herramientas más especializadas y con la ayuda de otro mecánico.
4. Sí me gusta, debido a que es lo que siempre he querido hacer y así me gano la vida.
5. Sí es importante porque la principal función del taller es hacer overhaul y siempre hay trabajo.
6. Llamar el jefe de taller para hacer las inspecciones, ya que se encuentra en un lugar muy retirado.
7. Colocar la oficina más cerca.
8. No hay mucha comunicación.
9. Sí es la adecuada
10. Sí, siempre y cuando sea para mejorar, sí estaría dispuesto.
11. Dar incentivos por resultados.

## ANEXO V



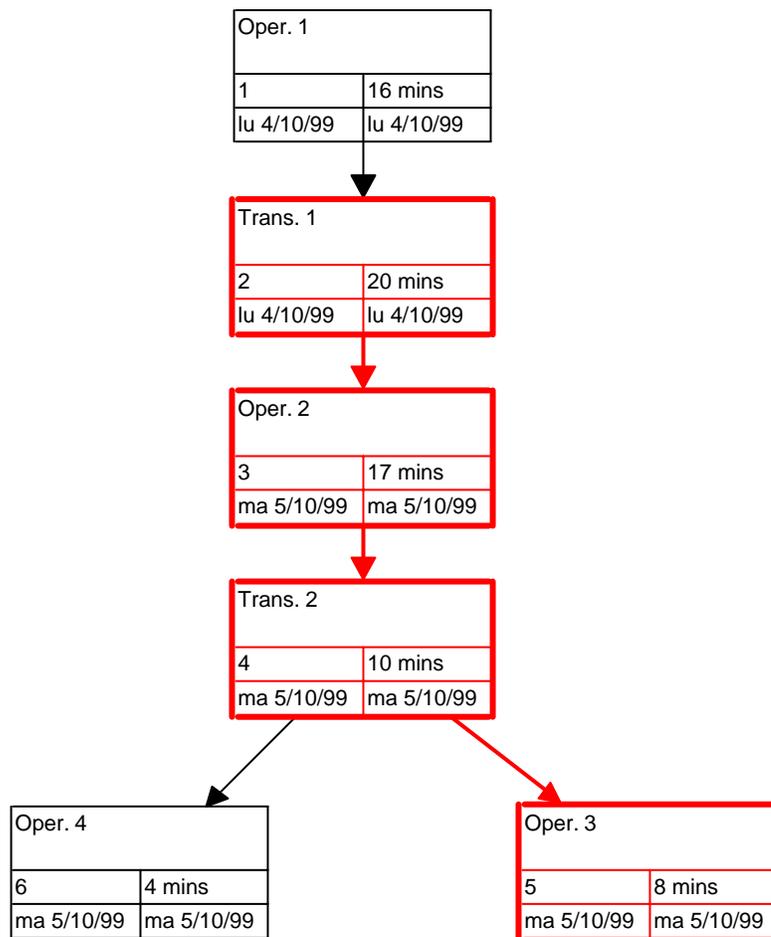
## ANEXO VI

### Diagrama de Pert - método mejorado

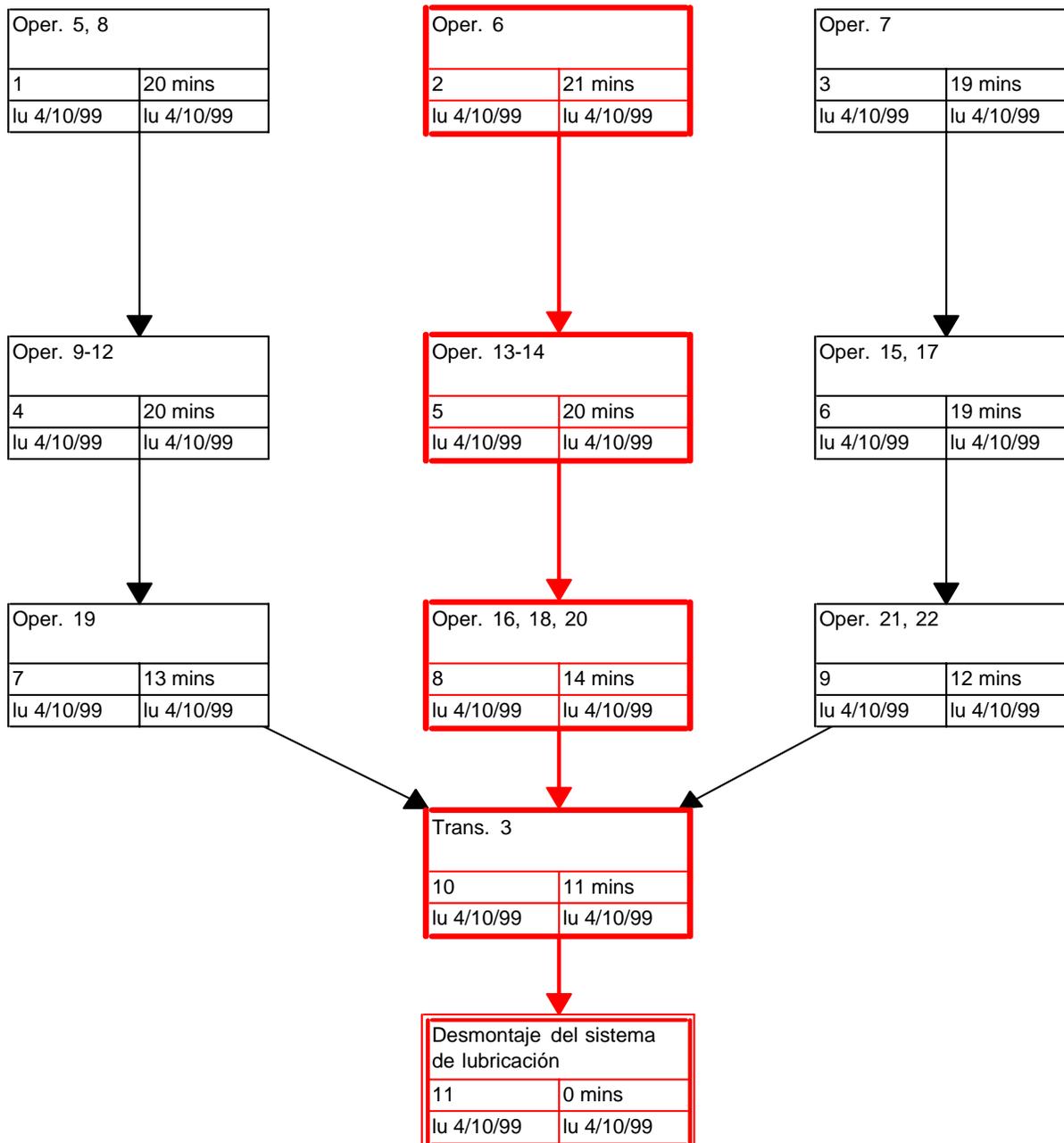
A continuación se presentara el diagrama de Pert para el desarrollo del overhaul del método mejorado, donde se podrá ver los pasos a seguir y la ruta crítica del proceso. Este diagrama contribuirá al mejor entendimiento de las herramientas aplicadas durante este proyecto de aumento de productividad, como fue el balanceo de líneas.

### Diagrama de desmontaje de motores

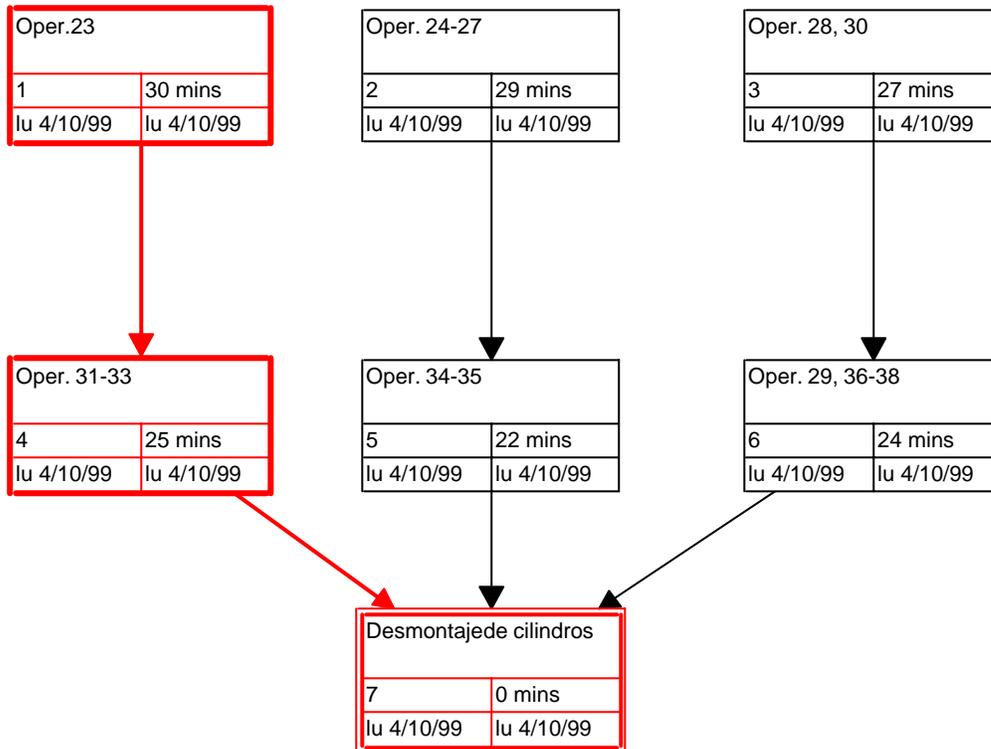
#### A. PREPARACIÓN PARA EL MONTAJE



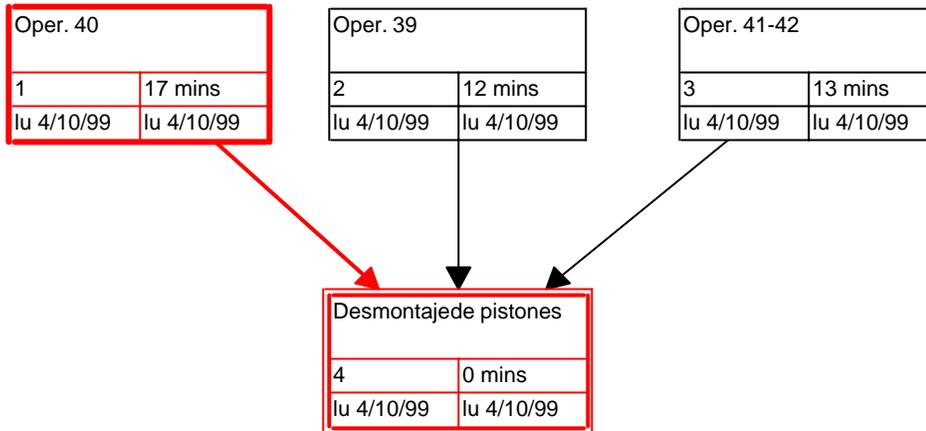
## B. DESMONTAJE DE PARTES PRINCIPALES



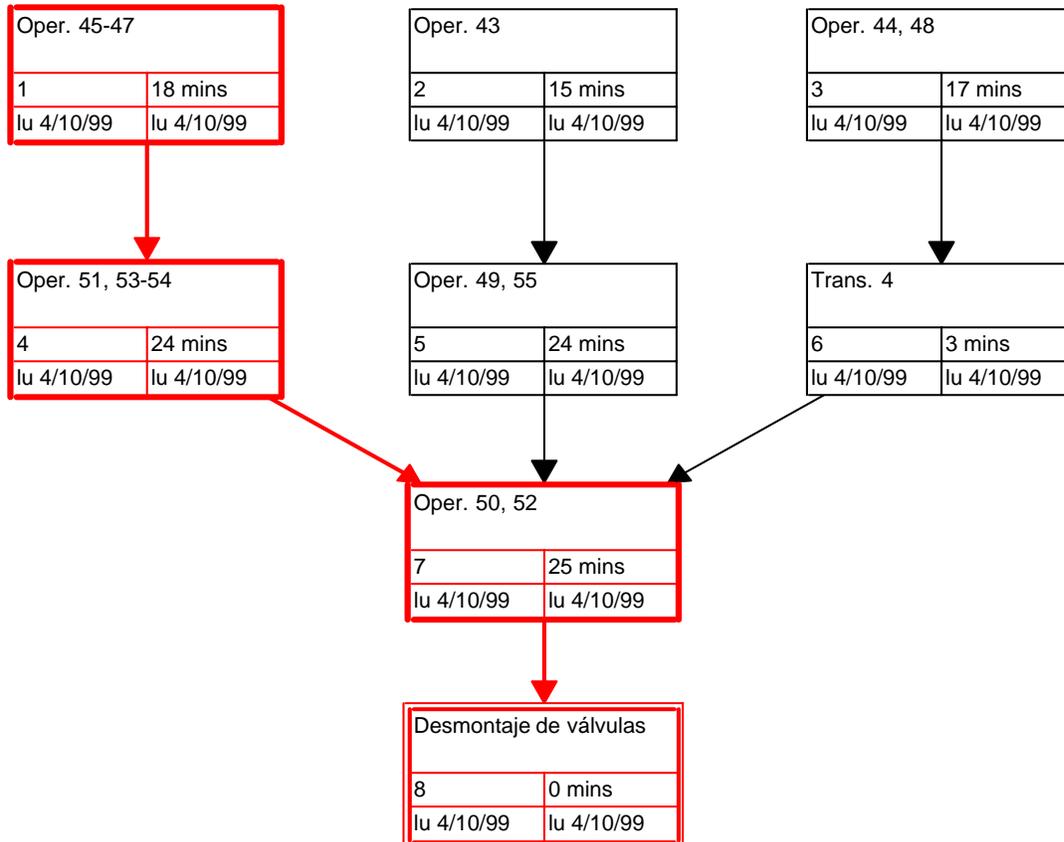
### C. DESMONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN



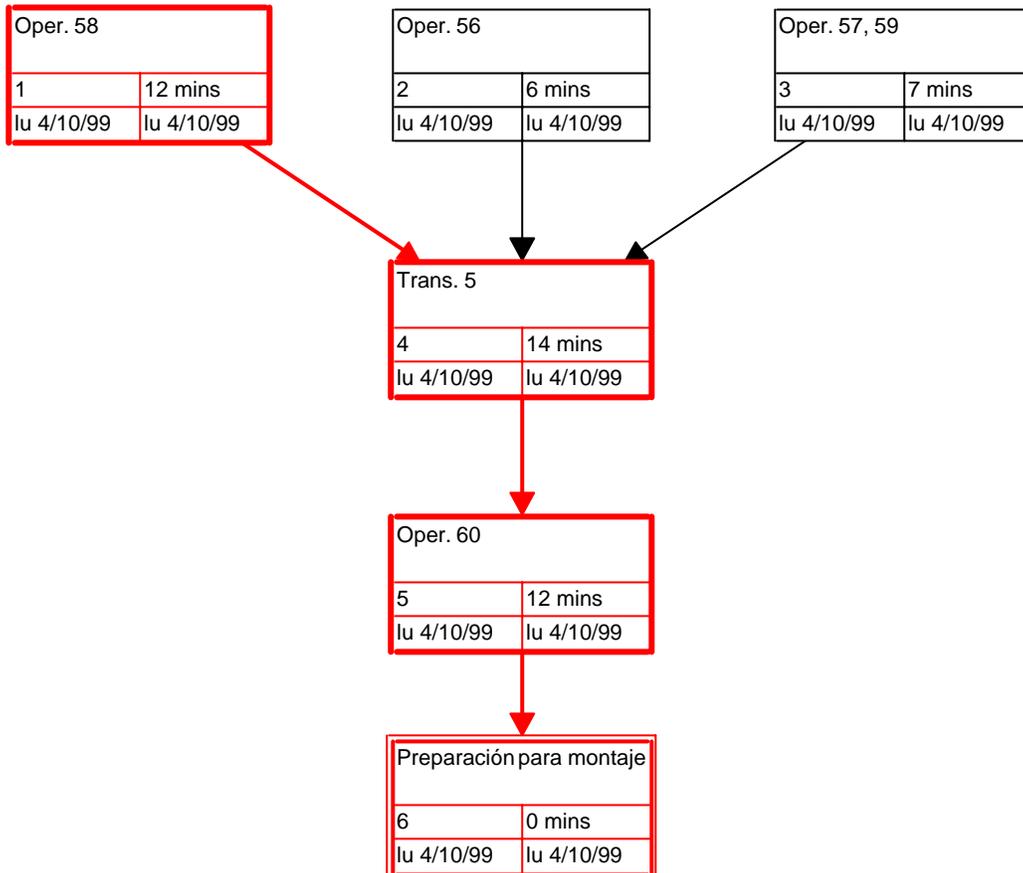
#### D. DESMONTAJE DE CILINDROS



## E. DESMONTAJE DE PISTONES



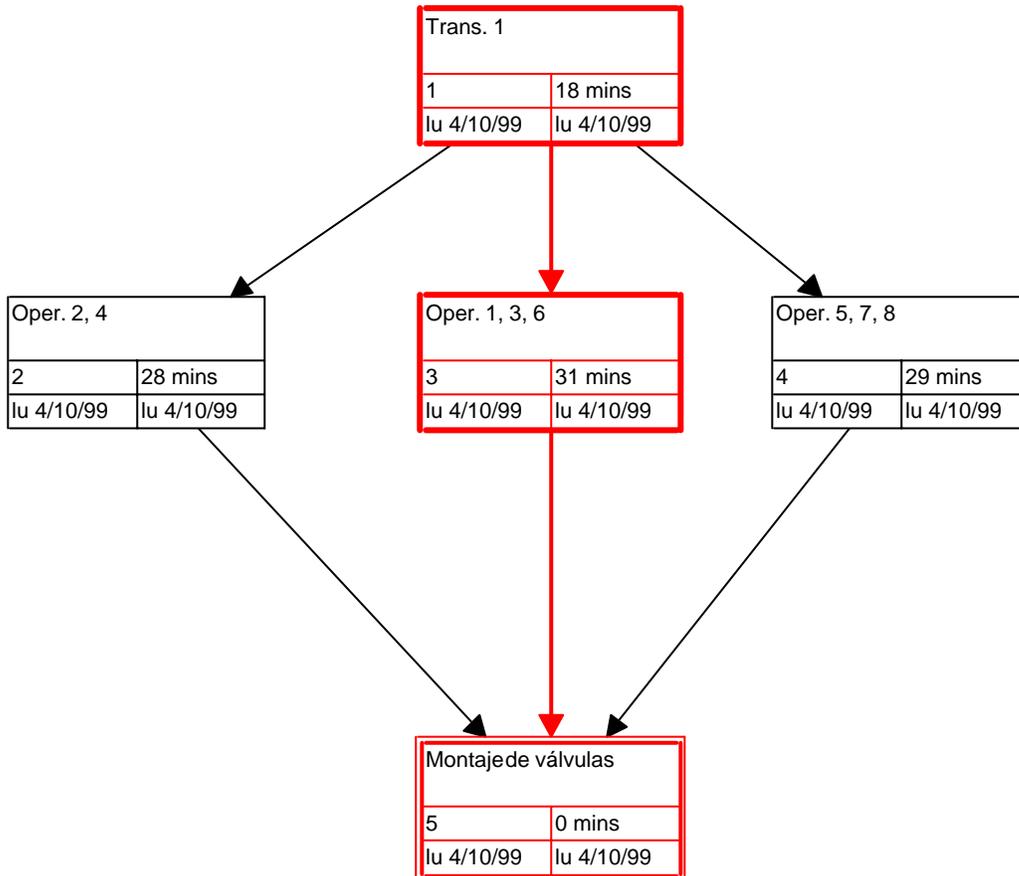
## F. DESMOSMONTAJE DE VÁLVULAS



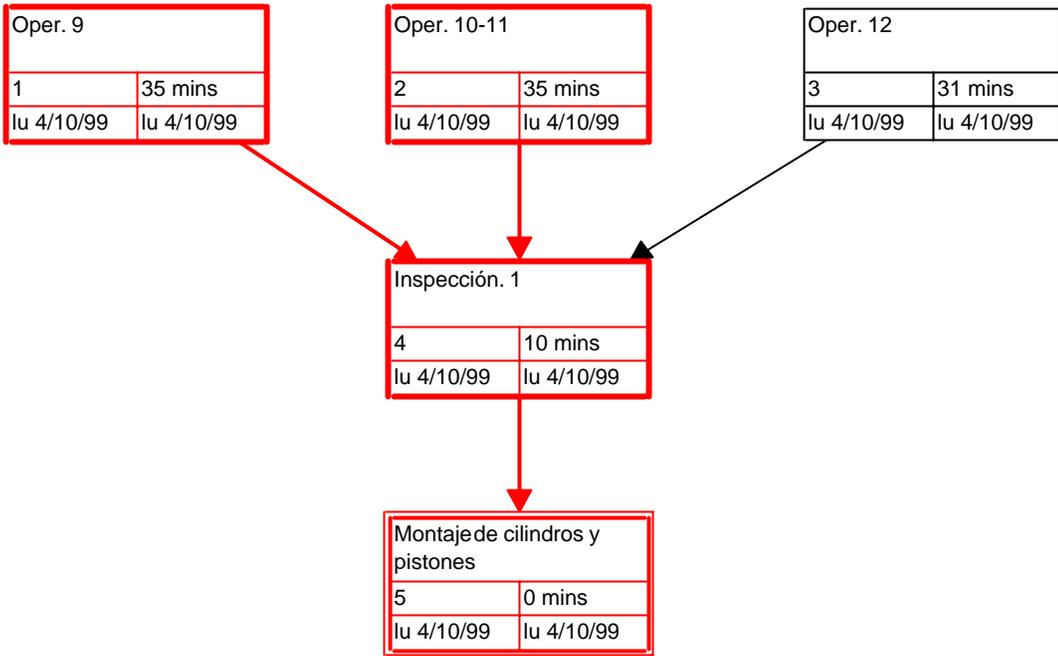
## ANEXO VII

### Pert para el montaje de motores

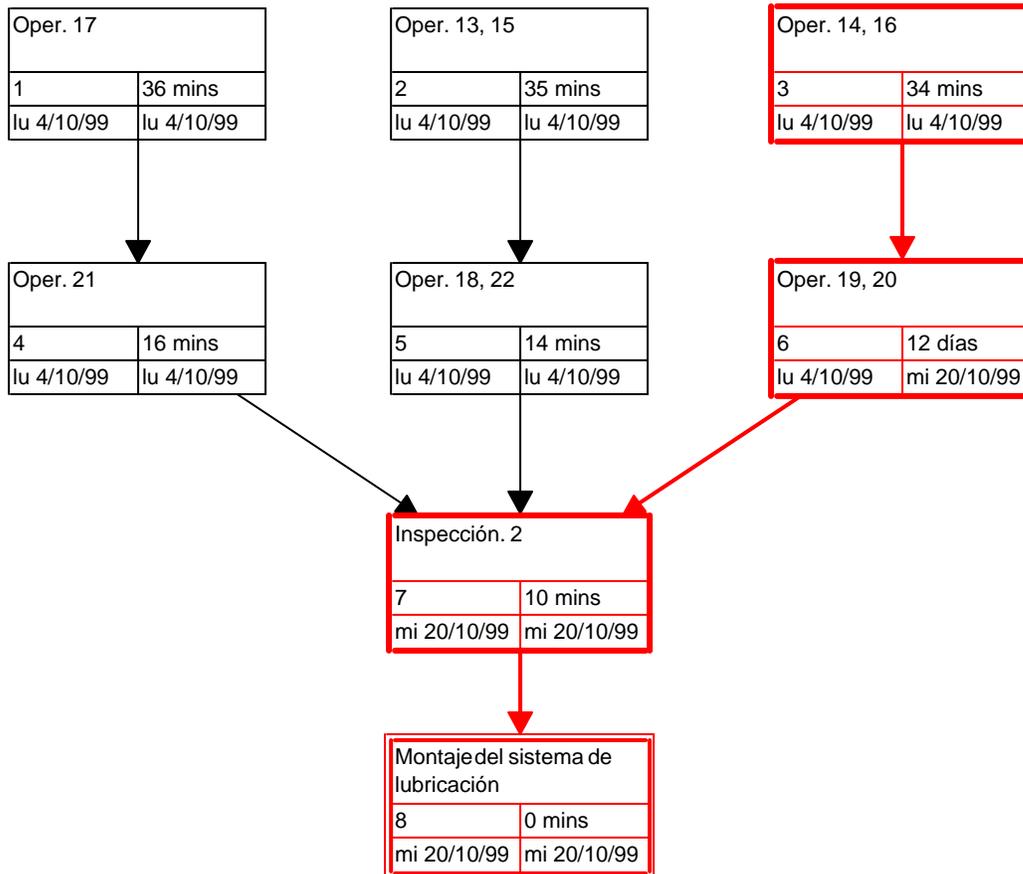
#### G. PREPARACIÓN PARA EL MONTAJE



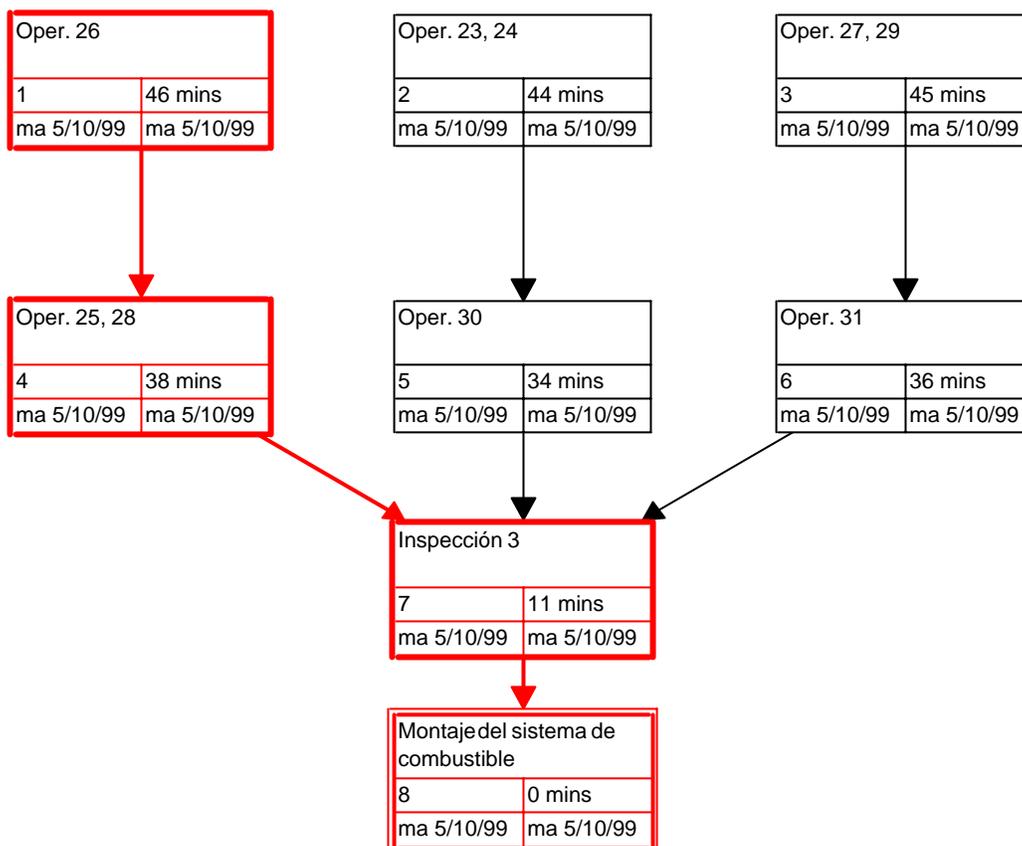
## H. MONTAJE DE VÁLVULAS



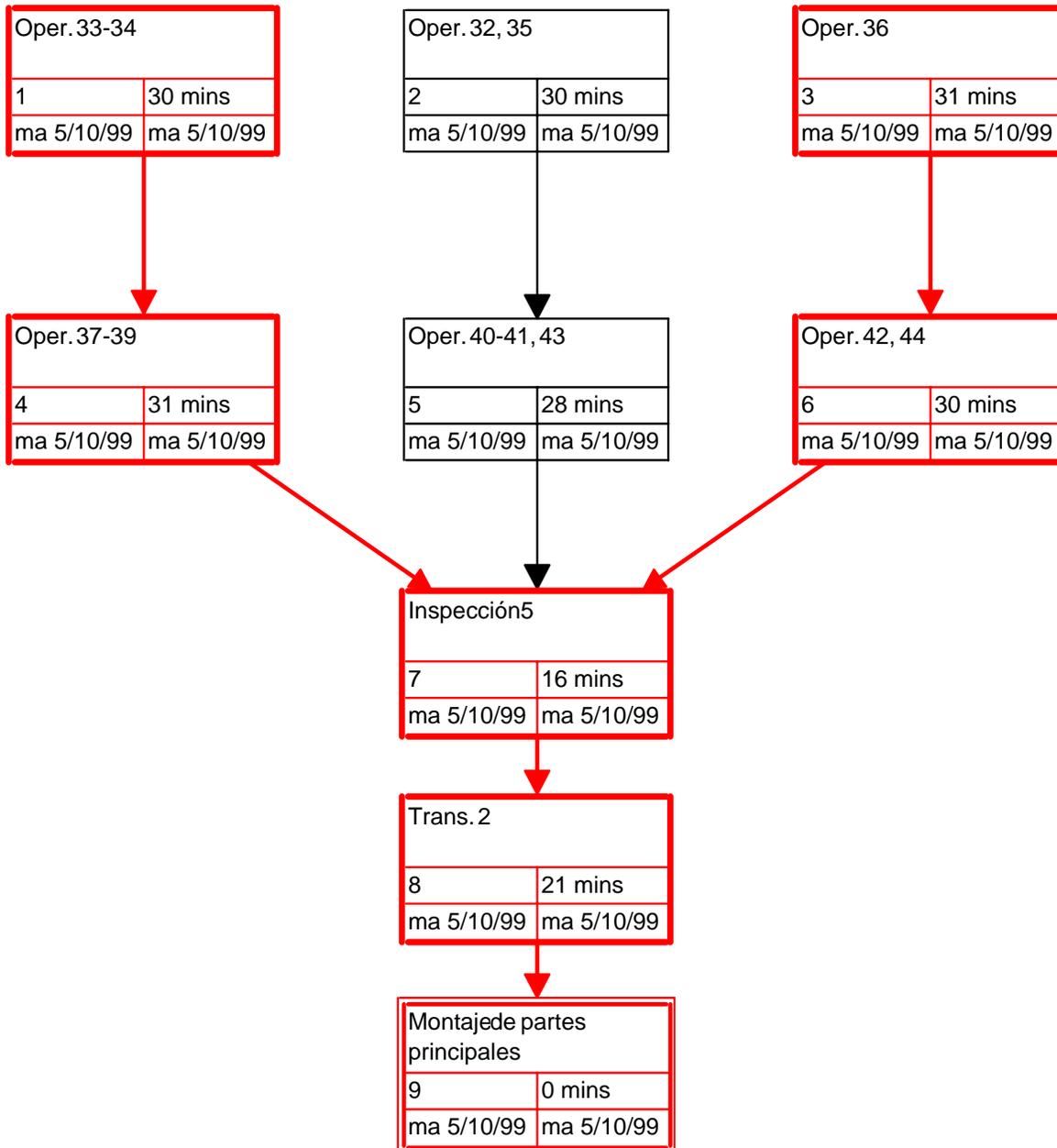
## I. MONTAJE DE CILINDROS Y PISTONES



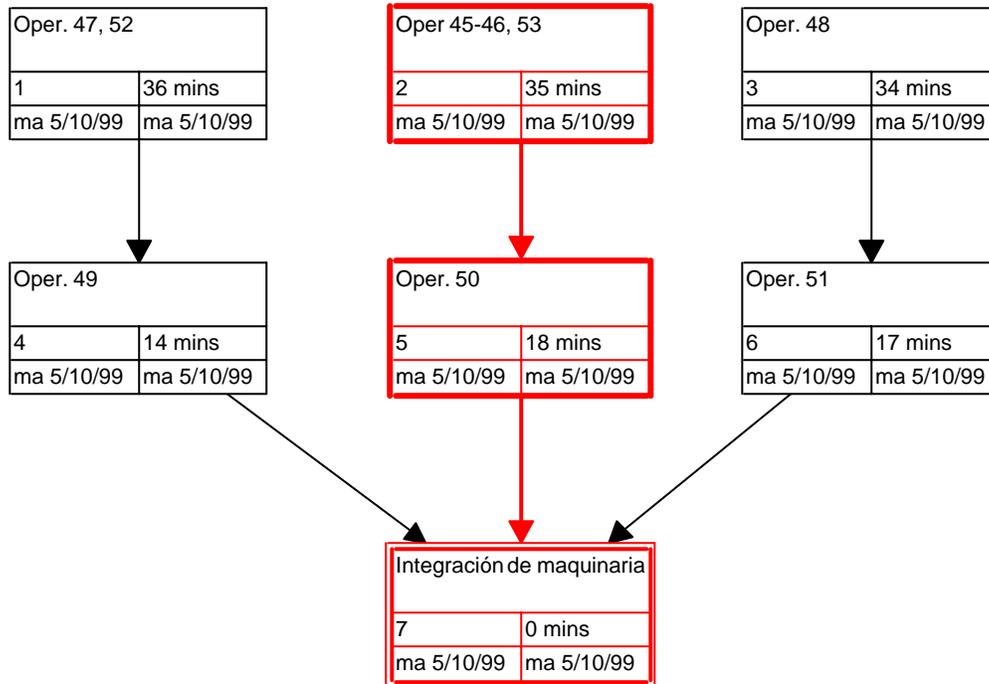
## J. MONTAJE DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN



## K. MONTAJE DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE



## L. MONTAJE DE PARTES PRINCIPALES



## M. INTEGRACIÓN DE LA MAQUINARIA

